

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

**AS LINGUAGENS COMPOSITIVAS DE ROBERTO BURLE MARX:  
APLICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO PELA GRAMÁTICA DA  
FORMA**

Autor: **Carlos Eduardo Verzola Vaz**

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

**Campinas  
2009**

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

**Carlos Eduardo Verzola Vaz**

**AS LINGUAGENS COMPOSITIVAS DE ROBERTO BURLE MARX:  
APLICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO PELA GRAMÁTICA DA FORMA**

**Dissertação apresentada a comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil na área de concentração em Arquitetura e Construção.**

**Autor: Carlos Eduardo Verzola Vaz**

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

**Campinas**

**2009**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -  
UNICAMP

V477L Vaz, Carlos Eduardo Verzola  
As linguagens compositivas de Roberto Burle Marx:  
aplicação e caracterização pela gramática da forma /  
Carlos Eduardo Verzola Vaz. --Campinas, SP: [s.n.],  
2009.

Orientador: Maria Gabriela Caffarena Celani.  
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e  
Urbanismo.

1. Roberto Burle Marx, 1909-1994. 2. Arquitetura  
paisagística. 3. Projetos - Avaliação. 4. Gramática. I.  
Celani, Maria Gabriela Caffarena. II. Universidade  
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil,  
Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: The design languages of Roberto Burle Marx: application  
and characterization by shape grammar

Palavras-chave em Inglês: Roberto Burle Marx, 1909-1994, Landscape  
architecture, Design Analyses, Grammar

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestre Engenharia Civil

Banca examinadora: José Manuel Pinto Duarte, Leandro Silva Medrano

Data da defesa: 27/01/2009

Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

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

**AS LINGUAGENS COMPOSITIVAS DE ROBERTO  
BURLE MARX - APLICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO  
PELA GRAMÁTICA DA FORMA**

**Carlos Eduardo Verzola Vaz**

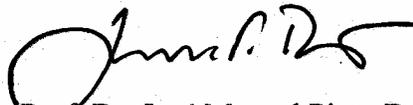
**Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:**



**Profa. Dra. Maria Gabriela Caffarena Celani  
Presidente e Orientadora/ FEC - UNICAMP**



**Prof. Dr. Leandro Silva Medrano  
FEC - UNICAMP**



**Prof. Dr. José Manuel Pinto Duarte  
Universidade Técnica de Lisboa - UTL**

Campinas, 27 de Janeiro de 2009.

Em memória de Cândida Machado Verzola  
e Clara Virginia Rossell Mendes de Vaz.

## **Agradecimentos**

À Unicamp que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho e à Fapesp pelo financiamento e reconhecimento de meu trabalho.

Aos colegas, não apenas pós-graduandos, mas também graduandos, que sempre se dispuseram a colaborar com o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço a todos os professores responsáveis pela minha formação, principalmente aos que foram pacientes, apontando não apenas minhas dificuldades.

À minha orientadora que mostrou um novo modo de encarar o projeto e que me apoiou durante o processo de pesquisa, preocupando-se sempre em gerar oportunidades que, provavelmente, não teria tido com outro orientador.

À Juliana Matsubara que foi muito compreensiva, me dando muito apoio ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Às minhas irmãs pela paciência e apoio ao longo de tantos anos, e aos meus pais que sempre se preocuparam em mostrar o caminho correto nos momentos mais difíceis.

Enfim, a todos os que me ajudaram a ver que existe muito além do Jardim!

VAZ, Carlos Eduardo Verzola. *As linguagens compositivas de Roberto Burle Marx* – caracterização e aplicação pela gramática da forma. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2009. 167 p. Dissertação (Mestrado).

### **Resumo**

Esta pesquisa tem como objetivo o estudo da obra de Roberto Burle Marx de modo a compreender, por meio de uma análise baseada em métodos lógicos, como este elaborava as composições visuais em seus projetos paisagísticos. Como ferramenta para esta análise é utilizada a gramática da forma, que foi criada por Stiny e Gips, na década de 1970. Este método foi aplicado para estudo da família de ilhas de canteiros presentes nos espelhos d'água do Ministério das Relações Exteriores, Ministério da Justiça e Tribunal de Contas da União, em Brasília. Na etapa final do trabalho uma versão simplificada da gramática foi testada por alunos do curso de arquitetura da Unicamp. A partir dos resultados obtidos foi realizado um teste de reconhecimento das composições que foram criadas por Burle Marx e pelos estudantes com e sem a utilização da gramática. O objetivo foi comprovar a eficácia desta metodologia para analisar composições criadas pelo paisagista.

**Palavras-chave:** Roberto Burle Marx, 1909-1994; Arquitetura paisagística; Projetos – Avaliação; Gramática.

VAZ, Carlos Eduardo Verzola. *The design languages of Roberto Burle Marx – characterization and application by shape grammar*. Civil Engineering Faculty, State University of Campinas, 2009. 167 p. Dissertation (Masters).

### **Abstract**

The goal of This research was to study the work of Roberto Burle Marx in order to understand, by means of logical methods, how he elaborated the visual compositions in his landscapes projects. The shape gramma formalism, created by Stiny & Gips in the 1970's, was used as an analytical tool. This method was applied to study a group of flowerbed islands in the water mirrors of the Ministry of Forgein Affairs, the Ministry of Justice and the Union Court of Audit, in Brasilia. Inthe final stage of the work a simplified version of the grammar was tested by architecture students of the State University of Campinas (UNICAMP). Besides, different tests were carried out and the compositions developed by the students were compared to those developed by Burle Marx. The tests were designed to prove the effectiveness of the shape grammar developed in the research to analyze compositions created by the brazilian landscape designer.

**Key words:** Roberto Burle Marx, 1909-1994; Landscape architecture; Design Analyses; Grammar.

## Sumário

<b>Capítulo I - Introdução e objetivos</b> .....	1
<b>Capítulo II – Fundamentação teórica</b> .....	7
2.1 Roberto Burle Marx .....	7
2.1.1 Roberto Burle Marx e o paisagismo moderno .....	12
<b>Capítulo III - A Gramática da forma</b> .....	23
3.1 Principais elementos constituintes de uma gramática da forma.....	28
3.1.1 Os sistemas de produção de Post .....	28
3.1.2 Definindo forma.....	29
3.1.3 Tipos de operações.....	31
3.1.4 Operações unárias com as formas.....	31
3.1.6 Equivalência, congruência e similaridade de formas.....	40
3.1.7 Marcadores .....	42
3.2 Definição formal de uma gramática da forma.....	43
3.2.1 Gramática Paramétrica.....	45
3.2.2 Gramática das cores.....	47
3.2.3 Tipos de gramática quanto aos modos de restrições.....	50
3.2.4 Gramáticas analíticas ou de criação.....	60
3.3 Exemplos de gramáticas da forma .....	61
3.3.1 Gramática para o Kindergarten method.....	61
3.3.2 Gramática para as Vilas Paladianas .....	65
3.3.3 Gramática paramétrica para as casas em estilo Queen Anne.....	74
3.3.4 Gramática paramétrica para encostos de cadeira no estilo Hepplewhite .....	78
3.3.5 Gramática paramétrica para os jardins persas.....	83
3.3.6 Gramática das cores para os jardins persas.....	88
3.3.7 Gramática paramétrica para os vitrais chineses.....	90
3.4 Análise dos artigos.....	94
<b>Capítulo IV - Metodologia</b> .....	97
4.1 Definição do corpus de análise .....	97

4.1.1	Descrição do corpus de análise.....	101
4.2	Desenvolvimento da gramática.....	104
<b>Capítulo V - Gramática da forma</b> .....		107
5.1	Vocabulário, relações espaciais e restrições quanto ao uso de formas .....	107
5.1.1	Pré-teste com as relações espaciais.....	110
5.2	Análise dos padrões e dimensões.....	112
5.3	Fluxograma do processo .....	118
5.3.1	Primeira etapa – construção da composição básica .....	119
5.3.2	Segunda etapa – Identificação de formas complexas e troca de marcador .....	123
5.3.3	Terceira etapa – Sobreposição das formas.....	124
5.3.4	Quarta etapa – inserção das formas semicirculares .....	125
5.3.5	Quinta etapa - regras de finalização.....	127
5.3.6	Processo de reconstrução das composições .....	128
<b>Capítulo VI - Os testes da gramática</b> .....		131
6.1	Primeiro teste .....	132
6.1.1	Exercício de instanciamento – sem a gramática .....	132
6.1.2	Exercício de instanciamento com a gramática.....	136
6.1.3	Questionário.....	140
6.2	Teste de identificação (Burle Marx x Alunos com gramática) .....	143
6.3	Teste de identificação (Burle Marx x Alunos sem gramática).....	146
6.4	Comentários dos alunos em relação ao segundo e terceiro testes .....	148
6.5	Aplicação do teste de reconhecimento com professores e projetistas.....	149
<b>Conclusões</b> .....		151
<b>Referências bibliográficas</b> .....		155
<b>Apêndices</b> .....		161
Apêndice A .....		161
Apêndice B .....		161
Apêndice C .....		161

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Imagem da devastação causada na Amazônia.....	9
<b>FIGURA 2:</b> Imagem da devastação causada na Amazônia.....	9
<b>FIGURA 3:</b> Ilustração de Burle Marx para os Jardins da Casa Forte.....	13
<b>FIGURA 4:</b> Imagem dos Jardins da Casa Forte.....	13
<b>FIGURA 5:</b> Campo de Santana, passeio público do Rio de Janeiro, reformado por Glaziou.....	14
<b>FIGURA 6:</b> Jardins da Residência Schwartz, Rio de Janeiro.....	15
<b>FIGURA 7:</b> Praça Salgado Filho, Rio de Janeiro.....	16
<b>FIGURA 8:</b> Praça Salgado Filho, Rio de Janeiro.....	16
<b>FIGURA 9:</b> Jardins da Fazenda Marambaia.....	16
<b>FIGURA 10:</b> Jardins do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro.....	19
<b>FIGURA 11:</b> Jardins do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro.....	19
<b>FIGURA 12:</b> Praça do Ministério do Exército, Brasília.....	20
<b>FIGURA 13:</b> Boulevard Biscayne, Los Angeles.....	20
<b>FIGURA 14:</b> Diagrama de árvores de Chomsky, ilustrando a ordem dos elementos.....	24
<b>FIGURA 15:</b> Obtenção de ideogramas por regras de combinação.....	27
<b>FIGURA 16:</b> Exemplos de formas.....	30
<b>FIGURA 17:</b> Nove subformas geradas a partir da forma 1.....	30
<b>FIGURA 18:</b> Exemplo de operações unárias.....	32
<b>FIGURA 19:</b> Operações Euclidianas com formas.....	33
<b>FIGURA 20:</b> Estudo de Dürer para gerar diferentes faces humanas com operação de estiramento.....	34
<b>FIGURA 21:</b> Estudo de Dürer para gerar diferentes faces humanas por meio de projeção paralela.....	34
<b>FIGURA 22:</b> Projeção paralela de um capitel de uma coluna Coríntia.....	34
<b>FIGURA 23:</b> Utilização de projeção puntiforme pra gerar novas faces humanas e exemplo de sua utilização no mercado de Trajano em Roma.....	35
<b>FIGURA 24:</b> Uso de operações deformativas não contínuas.....	36
<b>FIGURA 25:</b> Operações deformativas.....	36
<b>FIGURA 26:</b> Exemplos de união de formas.....	38
<b>FIGURA 27:</b> Intersecção de formas.....	39
<b>FIGURA 28:</b> Exemplos subtração de formas.....	40
<b>FIGURA 29:</b> Tipos de relações de equivalência existente entre formas.....	41
<b>FIGURA 30:</b> Exemplos de marcadores.....	42

<b>FIGURA 31:</b> Três regras de uma gramática simples e uma derivação.....	44
<b>FIGURA 32:</b> Exemplo de uma gramática paramétrica. ....	46
<b>FIGURA 33:</b> Campos e manchas de cores. ....	49
<b>FIGURA 34:</b> Operações com campos manchas de cores.....	49
<b>FIGURA 35:</b> Exemplo de gramática da forma com duas regras. Neste caso há uma regra externa segundo a qual as regras gráficas 1 e 2 deverão ser aplicadas alternadamente .....	52
<b>FIGURA 36:</b> Uma gramática não determinística que permite a seleção entre duas regras para serem aplicadas em uma parte em particular da composição.....	53
<b>FIGURA 37:</b> Uma gramática não determinística que possibilita a seleção entre duas partes de uma composição para aplicação de uma regra .....	54
<b>FIGURA 38:</b> Uma gramática não determinística que permite a utilização de diferentes transformações sob as quais uma regra pode ser aplicada em uma parte particular da composição. ....	54
<b>FIGURA 39:</b> Uma gramática não determinística e uma derivação. ....	55
<b>FIGURA 40:</b> Uma gramática seqüencial e uma derivação .....	56
<b>FIGURA 41:</b> Uma gramática básica construída a partir da gramática seqüencial .....	57
<b>FIGURA 42:</b> Exemplo de gramática da forma com duas regras. ....	58
<b>FIGURA 43:</b> Uma gramática determinística e uma derivação .....	59
<b>FIGURA 44:</b> Conjuntos de blocos Froebel responsáveis por formar as composições de formas tridimensionais a serem trabalhadas em uma gramática.....	63
<b>FIGURA 45:</b> Exemplos de composições que podem ser construídas .....	63
<b>FIGURA 46:</b> Exemplos de composições que podem ser construídas com os blocos.....	64
<b>FIGURA 47:</b> Regras para a definição do grid.....	66
<b>FIGURA 48:</b> Resultado da montagem do grid para a Vila Malcontenta.....	66
<b>FIGURA 49:</b> Exemplos de união de formas.....	67
<b>FIGURA 50:</b> Regras para a definição do layout interno .....	67
<b>FIGURA 51:</b> Resultado para a construção da Vila Malcontenta.....	68
<b>FIGURA 52:</b> Regras para o realinhamento das paredes internas .....	68
<b>FIGURA 53:</b> Regras para a definição de pórticos e ressaltos nas paredes.....	69
<b>FIGURA 54:</b> Aplicação das regras de geração de pórticos e ressaltos na Vila Malcontenta .....	70
<b>FIGURA 55:</b> Regras e aplicação das regras para a geração das colunas na Vila Malcontenta .....	71
<b>FIGURA 56:</b> Regras para a adição de portas e janelas.....	71
<b>FIGURA 57:</b> Geração de portas e janelas .....	72
<b>FIGURA 58:</b> Regras para a finalização da Vila Malcontenta .....	73
<b>FIGURA 59:</b> Variação das plantas baixas das casas em estilo Queen Anne.....	75
<b>FIGURA 60:</b> Variação das plantas baixas das casas em estilo Queen Anne.....	75
<b>FIGURA 61:</b> Aplicação das regras para a definição de layout e resultados possíveis obtidos .....	76
<b>FIGURA 62:</b> Aplicação das regras para a definição das funções de cada sala .....	77

<b>FIGURA 63:</b> Aplicação das regras para a edição de escada .....	77
<b>FIGURA 64:</b> Aplicação das regras para a estrusão dos volumes .....	78
<b>FIGURA 65:</b> Exemplos de cadeiras no estilo Hepplewhite .....	81
<b>FIGURA 66:</b> Elementos e formas básica das cadeiras .....	81
<b>FIGURA 67:</b> formas básicas e regras para a elaboração de uma instância .....	82
<b>FIGURA 69:</b> Exemplos de encostos gerados no estilo Hepplewhite .....	83
<b>FIGURA 70:</b> Elementos e formas básicas de um jardim Persa .....	84
<b>FIGURA 71:</b> Processo inicial de geração das jardins, definição da forma básica, canais e bordas.	85
<b>FIGURA 72:</b> Geração da forma na primeira etapa.....	86
<b>FIGURA 73:</b> Segunda etapa, regras para geração de canais e ornamentação dos cantos dos canteiros.....	86
<b>FIGURA 74:</b> Aplicação das regras da segunda etapa.....	87
<b>FIGURA 75:</b> Regras para a definição das bordas na terceira etpa .....	87
<b>FIGURA 76:</b> Regras de finalização e etapa final .....	88
<b>FIGURA 77:</b> Processo de geração dos jardins persas pela gramática das cores .....	89
<b>FIGURA 78:</b> Quatro possíveis composições que podem ser geradas por meio da gramática das cores.....	90
<b>FIGURA 79:</b> Exemplos de vitrais chineses.....	91
<b>FIGURA 80:</b> Regras e geração de uma das subclasses de vitrais chineses .....	92
<b>FIGURA 81:</b> Regras de uma das subclasses de vitrais chineses .....	93
<b>FIGURA 82:</b> Geração de uma das subclasses de vitrais chineses .....	93
<b>FIGURA 83:</b> Rede de projetos que identifica linguagens com características visuais semelhantes.	98
<b>FIGURA 84:</b> Projeto constituído por diferentes temas compositivos com a forma .....	99
<b>FIGURA 85:</b> Jardins externos do banco safra, São Paulo .....	100
<b>FIGURA 86:</b> Edifício da fundação CAEMI de Previdência Social, Rio de Janeiro .....	100
<b>FIGURA 87:</b> Implantação e principais ilhas do Ministério das Relações Exteriores.....	101
<b>FIGURA 88:</b> Implantação e principais ilhas do Trib. de Contas da União e Ministério da Justiça	102
<b>FIGURA 89:</b> Imagens dos três projetos com ilhas em Brasília.....	103
<b>FIGURA 90:</b> Implantação e simplificação das ilhas de canteiros do Min. de Rel. Exteriores.....	108
<b>FIGURA 91:</b> Relações espaciais entre formas primitivas.....	109
<b>FIGURA 92:</b> Composições geradas por script em VBA.....	111
<b>FIGURA 93:</b> Posicionamento dos lados em semi-circunferência .....	113
<b>FIGURA 94:</b> Proporção entre comprimento e largura. ....	114
<b>FIGURA 95:</b> Proporção entre os lados dos retângulos presentes em formas complexas.....	114
<b>FIGURA 96:</b> Régua com os principais intervalos de dimensões das formas simples.....	114
<b>FIGURA 97:</b> Quantidade, dimensões das formas primitivas e proporções.....	115
<b>FIGURA 98:</b> Variação de distâncias entre retângulos e formas complexas.....	116

<b>FIGURA 99:</b> Distâncias entre retângulos e formas complexas.....	116
<b>FIGURA 100:</b> Histograma de porcentagem de lados sobrepostos.....	117
<b>FIGURA 101:</b> Histograma de justaposição sem cantos coincidentes.....	117
<b>FIGURA 102:</b> Histograma de justaposição com cantos coincidentes.....	117
<b>FIGURA 103:</b> Fluxograma de construção das composições.....	119
<b>FIGURA 104:</b> Diferentes núcleos de retângulos nas composições.....	120
<b>FIGURA 105:</b> Regras obtidas a partir das relações espaciais extraídas das composições.....	121
<b>FIGURA 106:</b> Regras obtidas para instanciamento dos embriões de formas complexas.....	122
<b>FIGURA 107:</b> Regra 2.1 para troca de marcadores e regras 2.2 a 2.5 de identificação de formas complexas.....	124
<b>FIGURA 108:</b> Regras para a definição de sobreposição.....	125
<b>FIGURA 109:</b> Regras para a definição de semi-circunferências.....	126
<b>FIGURA 110:</b> Conjunto de variações possíveis.....	127
<b>FIGURA 111:</b> Regras para a etapa de finalização.....	128
<b>FIGURA 112:</b> Reconstrução com a gramática das composições existentes.....	129
<b>FIGURA 113:</b> Composições elaboradas pelos alunos sem a gramática. As composições destacadas por um quadrado vermelho são as que foram utilizadas na etapa de reconhecimento.....	134
<b>FIGURA 114:</b> Composições elaboradas pelos alunos.....	135
<b>FIGURA 115:</b> Alunos trabalhando com a gramática.....	137
<b>FIGURA 116:</b> Composições elaboradas pelos alunos com a.....	137
<b>FIGURA 117:</b> Utilização de formas complexas por casos de “H’s”.....	139
<b>FIGURA 118:</b> Porcentagem de composições com canteiro em circunferência.....	139
<b>FIGURA 119:</b> Respostas primeira questão.....	141
<b>FIGURA 120:</b> Respostas segunda questão.....	141
<b>FIGURA 121:</b> Respostas terceira questão.....	141
<b>FIGURA 122:</b> Respostas para a quarta questão do questionário.....	141
<b>FIGURA 123:</b> Praça Demóstenes Martins, Campo Grande.....	143
<b>FIGURA 124:</b> Exemplo de material entregue para o primeiro teste de identificação.....	143
<b>FIGURA 125:</b> Composições elaboradas pelos alunos com a gramática e reconhecidas como sendo de Burle Marx.....	145
<b>FIGURA 126:</b> Composições de Burle Marx.....	145
<b>FIGURA 127:</b> Quadro com composições do segundo teste.....	146
<b>FIGURA 128:</b> Composições de Burle Marx.....	147
<b>FIGURA 129:</b> Composições dos alunos sem a gramática (reconhecimento).....	148
<b>FIGURA 130:</b> Composições dos alunos com a gramática (reconhecimento).....	149
<b>FIGURA 131:</b> Composições dos alunos de Burle Marx (reconhecimento).....	150

## **Capítulo I - Introdução e objetivos**

Segundo Kalay (2004), o processo de síntese de uma solução para um dado problema de projeto é caracterizado pela incerteza, o imprevisível, o prazer pela descoberta e, muitas vezes, a frustração causada pela exploração que não leva a um bom resultado. Projetar é uma atividade que tem desafiado projetistas, pesquisadores e filósofos há mais de 2500 anos. Quando um projetista sabe que uma informação deve ser utilizada ou não? Como ele ou ela agregam componentes, atributos ou qualidades que aparentemente não são correlatos em um todo e reconciliam suas diferenças? Por que algumas pessoas têm mais facilidade de aprender e, também, de projetar? Como suas habilidades podem ser transferidas para outras pessoas (ensinadas)?

As respostas a estas indagações, explica Kalay (2004), são procuradas desde o tempo de Aristóteles, filósofo grego responsável por elaborar o discurso do mundo construído pelos homens. O arquiteto, engenheiro e escritor romano Marco Vitruvius Polião, no primeiro século antes de Cristo, foi o primeiro que listou os procedimentos adequados para gerar, por meio de uma boa prática, bons projetos urbanísticos e arquitetônicos. Contudo, para a maioria, a habilidade para sintetizar soluções era vista como uma “caixa preta”, um talento ou habilidade que alguns tinham enquanto outros não. Os que apresentavam este talento eram encorajados a desenvolvê-lo por meio do aprendizado com outras pessoas que tinham o mesmo talento, por meio do aperfeiçoamento de suas habilidades aprendendo técnicas e práticas relevantes para sua vocação.

Segundo Kalay (2004), o advento da era industrial no século XVIII precipitou uma necessidade por abordagens mais estruturadas para a sintetização de soluções de projeto — o rápido crescimento do ritmo de desenvolvimento de novos produtos não era tranquilo a ponto de esperar que por meio de um processo aleatório fosse possível atingir uma solução para o problema. A “caixa preta” deveria ser transparente, de modo a possibilitar o estudo do processo de sintetização de uma solução projetual, melhorando, tornando mais previsível e facilitando o seu ensino.

Em meados do século XX, desenvolvimentos nas áreas de teoria dos sistemas, pesquisa operacional, computação, e inteligência artificial (IA) contribuíram para o processo de abertura desta “caixa preta”, dando novas ferramentas aos pesquisadores e criando novas possibilidades para a racionalização do processo de projeto. Essas pesquisas colaboraram para o desenvolvimento de sistemas de produção, onde o conhecimento de profissionais com grande experiência em projeto foram codificados e formatados por meio de sistemas baseados em condicionais (*if – then*). Estes funcionavam segundo a descrição de ações que apenas podiam ser realizadas quando a condição fosse respeitada. Inicialmente, estas expressões ainda eram escritas no formato unidimensional, como as linguagens artificiais criadas para a programação.

A gramática da forma, uma ferramenta de análise e construção de composições visuais que será utilizada neste trabalho, surge como fruto dessas pesquisas, aliando os sistemas de produção de Emil Post à gramática gerativa desenvolvida por Noam Chomsky. Segundo Arida (2004), a gramática da forma pode ser classificada junto aos sistemas generativos de projeto que se baseiam na linguística, dando ênfase à criação de regras sintáticas que dirigem a semântica ou significado de uma composição formal.

Podem ser citados como outros métodos lingüísticos os estudos de Durand na Escola Politécnica de Paris no Séc. XVIII, que se baseavam na análise de projetos neoclássicos e na reconstrução de formas a partir de eixos principais, onde eram inseridos os elementos arquitetônicos. Outro exemplo é o método de Peter Eisenman, que busca, por meio de um processo transformacional autônomo, obter um objeto envolvido pelo seu próprio

significado, mostrando não apenas sua história, mas seu próprio processo histórico de geração.

Contudo, a partir desses processos não é possível extrair um sistema explícito de regras, o que configura um sistema computacional. A gramática da forma, por outro lado, apresenta um sistema de regras que, quando encadeadas, possibilitam a elaboração de exemplares segundo uma mesma linguagem projetual. Segundo Arida (2004), um dos criadores da gramática da forma, George Stiny, acreditava que esta seria a resposta capaz de explicar ou elucidar um pouco mais como se dá o processo de criação, e esta ferramenta colaboraria no processo inicial, no *start*, nas primeiras idéias responsáveis por compor uma nova idéia. Ou seja, ela tem potencial para explicar o que há por trás da “caixa preta” do processo projetual.

Os sistemas generativos baseados na lingüística podem permitir, além da produção de novas linguagens, uma nova forma de analisar as composições visuais, servindo de apoio aos críticos que contestavam as análises subjetivas que eram realizadas sobre obras artísticas. Segundo Campos (2007), Max Bense era um dos estudiosos que questionava o posicionamento dos críticos em relação à arte. Aspirava para sua estética o status de ciência e a via como alternativa ao “palavratório especulativo” da crítica de arte e o “irracionalismo pedagógico” das academias. Propunha, entre outras coisas, a utilização de técnicas de programação na elaboração de produtos artísticos, por meio de uma “estética gerativa” (BENSE, 2003).

Esta visão em relação à forma com que os críticos encaravam as obras de arte talvez possa ser considerada um tanto quanto contundente, fruto da ansiedade em se encontrar um modo mais científico para se compreender os produtos da criação humana relacionados à arte. Na realidade, hoje, estas novas ferramentas de análise e produção da forma ampliaram as possibilidades quanto ao modo como é entendido o processo criativo.

Em uma conversa informal realizada com o professor Sílvio Soares Macedo, um dos mais importantes pesquisadores de espaços livres no Brasil, este afirmou que a maioria das poucas pesquisas realizadas sobre Burle Marx apresentam uma mesma abordagem, um tanto

quanto simplista sobre sua obra. Isto mostra a necessidade não apenas de mais investigações que envolvam seu trabalho, mas de novas metodologias que contribuam para a análise de sua vida projetual.

Neste trabalho é elaborada uma gramática da forma para um corpus de projetos que abrange apenas uma das linguagens projetuais de Roberto Burle Marx, como forma de dar novas respostas e acrescentar novas ferramentas de análise, complementando e gerando uma visão integral da obra desse paisagista. Para tanto, foi selecionado para esta análise, segundo critérios definidos após o estudo da gramática da forma, o conjunto de ilhas dos espelhos d'água presentes nos jardins do Ministério de relações exteriores (Palácio do Itamaraty), Palácio da Justiça e do Tribunal de Contas da União, em Brasília. Contudo, o estudo se aprofundou nas composições presentes no primeiro projeto, do qual foram selecionadas as ilhas para análise formal e posterior elaboração de um sistema de regras. O motivo pelo qual decidiu-se tomar como foco apenas um dos projetos está relacionado com a variação na linguagem das ilhas e que será discutido mais a frente.

Esses três projetos são apenas uma parte diminuta de uma imensa obra paisagística que tem uma expressiva pluralidade de linguagens. A obra de Burle Marx, como será visto adiante, está presente nos projetos de importantes arquitetos, em espaços privados e em importantes espaços públicos, envolvendo, assim, as mais variadas tipologias de jardim. A escolha das ilhas presentes nos espelhos d'água desses projetos se deu, como será explicitado adiante, pela sua complexidade formal e o baixo número de variáveis. Em outras palavras, trata-se de um sistema de grande simplicidade diagramática, porém que resulta em uma grande variedade formal.

A elaboração da gramática da forma, mesmo que inicialmente para apenas uma das diversas linguagens compositivas presentes na obra de Roberto Burle Marx é justificável pela sua importância como referência dentro do movimento moderno, principalmente no que se refere à sua obra paisagística.

Neste estudo de caso espera-se responder às seguintes indagações: é possível elaborar uma gramática da forma para uma linguagem específica de Roberto Burle Marx? Se a resposta for positiva, qual é o poder da gramática da forma para realizar, posteriormente, análises de projetos mais complexos e aparentemente com elevada subjetividade?

A falácia que Bense critica não prejudica o ensino de paisagismo. Apesar de existir, ela simplesmente não agrega muito pedagogicamente. Este trabalho pode trazer embasamento teórico científico para a análise dos projetos de Burle Marx, sendo possível seu emprego em sala de aula, por meio de exercícios que visem ensinar ao aluno como Burle Marx trabalhava com as formas, de um modo mais lógico e compreensivo. Também servirá como base para pesquisas futuras que tenham a intenção de implementar programas de computador capazes de gerar instâncias da linguagem dos projetos de Burle Marx, ou para futuras análises que visem estudar a evolução e relação entre suas diferentes linguagens compositivas.

## Capítulo II – Fundamentação teórica

### 2.1 Roberto Burle Marx

Segundo Segawa (1998), no início da década de 1950 inicia-se um processo de crítica ao movimento moderno na arquitetura brasileira, escola que nasceu no Rio de Janeiro, fruto do trabalho de arquitetos como Lúcio Costa e Oscar Niemayer. Contudo, nem todas estas críticas eram positivas e autores como Nikolaus Pevsner, Bruno Zevi e Max Bill, destinaram a arquitetura produzida no país críticas muito negativas, principalmente, em relação ao formalismo excessivo e anti-racionalismo nas obras desenvolvidas pelos profissionais do país. Naquela época apenas o arquiteto Eduardo Affonso Reidy e o paisagista Roberto Burle Marx foram poupados das análises negativas. Na realidade, o paisagista e também artista, sempre foi muito elogiado pelos seus jardins, por críticos como Siegfried Giedion, que considerava sua formação como pintor fundamental para sua obra já em meados do século XX.

No entanto, não foi apenas sua formação como pintor responsável por uma obra tão expressiva, não apenas na área do paisagismo. Segundo Vaccarino (1998, p.8) seus talentos nas diferentes áreas da arte contribuíram para que ele tivesse uma formação abrangente, em um período em que se tornava cada vez mais valorizada a especialização. Contudo, apesar de ter recebido educação para, especialmente, ser músico e pintor, envolveu-se com diferentes formas de expressão artística, entre elas, o desenho, a tapeçaria, a escultura e o *design* de jóias. Apesar da maneira com que facilmente transitava entre as diferentes mídias com que trabalhava deixou uma vasta obra, principalmente, pictórica e paisagística. Burle Marx, como expõe Oliveira (2001), produziu mais de 2000 projetos paisagísticos, sendo alguns deles emblemáticos do paisagismo nacional e internacional. Suas viagens e pesquisas botânicas também trouxeram como resultado cerca de 3500 espécies vegetais reunidas em seu sítio, no Rio de Janeiro, um arquivo vivo que colaborou para a construção de sua obra.

Ao longo de sua vida, Burle Marx organizou e patrocinou diversas expedições pelo interior com a intenção de coletar e estudar a vegetação nativa do Brasil. Delas faziam parte botânicos, arquitetos e jardineiros que colaboraram na descoberta de mais de 40 novas espécies de plantas. Segundo Vaccarino (1998, p.8), os resultados obtidos nas viagens tornaram-se fundamentais para o desenvolvimento de seu trabalho. Nelas, ele não apenas descobriu a diversidade da flora brasileira, mas como se davam as associações entre as espécies vegetais e o meio ambiente, traço de destaque em sua produção paisagística.

Também, nessas expedições, Burle Marx (MARX, 1983, p. 203) testemunhou a devastação causada pelos planos de desenvolvimento e expansão das fronteiras agrícolas do Brasil. Projetos como o da rodovia transamazônica e da hidroelétrica de Balbina, construída na região de Manaus, são exemplos de obras que danificaram ecossistemas existentes na floresta. Contudo, o que mais incomodava o paisagista não era a destruição das florestas, mas a ausência de planos de impacto ambiental que reduzissem os danos causados pelo desenvolvimento e avanço das fronteiras agrícolas do país. O seu empenho na luta pela conservação dos recursos naturais aliado aos seus conhecimentos botânicos ajudou-o a moldar seu método de trabalho com a vegetação. Em seus projetos buscava não apenas criar novas linguagens formais, como também incorporar novas espécies vegetais e as características do meio ambiente a que pertenciam. O jardim podia ser considerado, em alguns casos, a reprodução de uma situação que poderia se dar na floresta, aliada aos conceitos de composição vegetal que foi aprimorando ao longo de sua carreira profissional. O ambiente natural, portanto, tornou-se para Burle Marx fonte de inspiração para a elaboração de seus jardins, os quais se tornaram uma forma de proteção e perpetuação dos ambientes naturais.



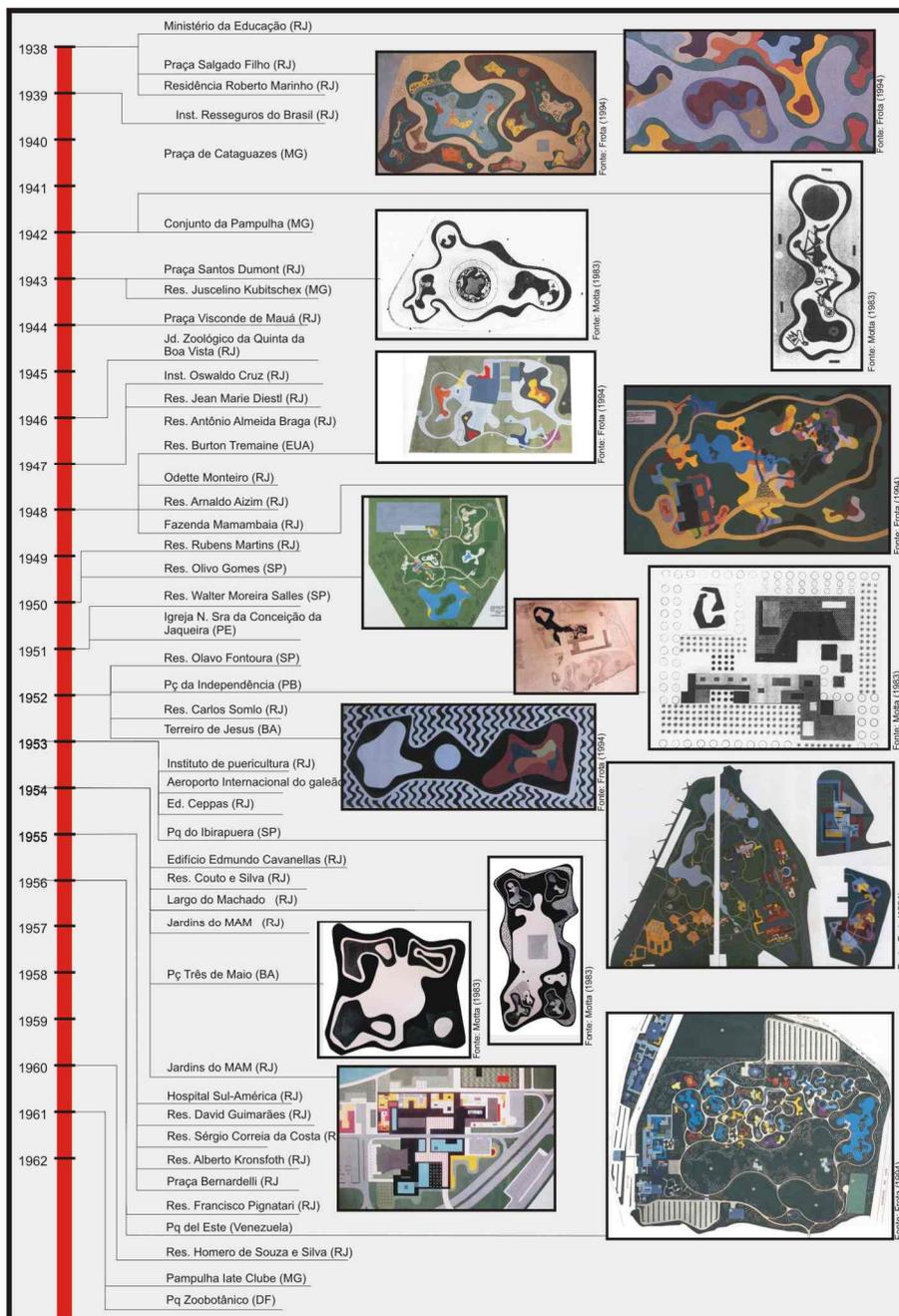
**Figura 1:** Imagem da devastação causada na Amazônia. **Fonte:** Tabacow (2004)



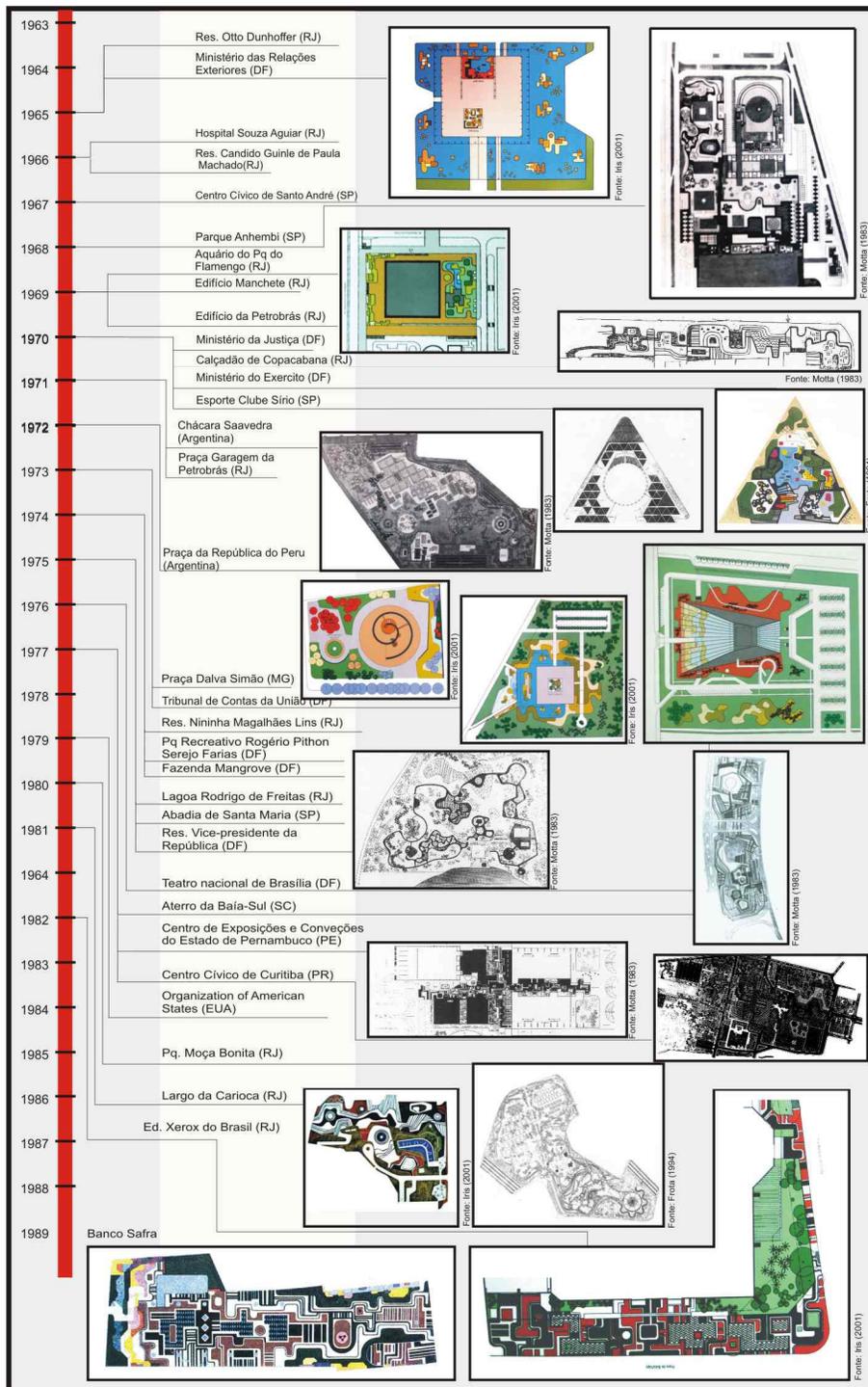
**Figura 2:** Imagem da devastação causada na Amazônia. **Fonte:** Tabacow (2004)

Em mais de sessenta e dois anos de carreira, Burle Marx projetou diversos espaços livres públicos e privados, sendo reconhecido pela sociedade americana de paisagismo como “o real criador dos jardins modernos”. Seus projetos são encontrados não apenas no Brasil, mas também em outros países da América latina, como Argentina, Uruguai, Venezuela, Equador, Paraguai, Porto Rico e Estados Unidos. Também, ao longo de sua carreira associou se a importantes arquitetos brasileiros, desenvolvendo projetos com Oscar Niemayer, Rino Levi, Lúcio Costa, Jorge Machado Moreira, Affonso Reidy, Gregori Warchavchik e Marcelo e Milton Roberto. Também, projetou jardins para Richard Neutra, Marcel Breuer, Pier Nervi e Karl Mang.

Os trabalhos paisagísticos de Burle Marx, segundo Macedo (1998, p.16), estão presentes nas principais obras da arquitetura moderna brasileira. Os jardins elevados do Ministério da Educação e Cultura no Rio de Janeiro (1937), os jardins do Museu de Arte de Pampulha (1940), o Aterro do Flamengo no Rio de Janeiro (1961), os jardins do Itamaraty (1965), do Ministério do Exército e do Ministério da Justiça (ambos de 1970), em Brasília, são alguns exemplos. Todos eles, além de serem importantes historicamente, servem de referência para a elaboração de novos projetos paisagísticos (alguns destes projetos estão reunidos no **Quadro 1 e 2**).



QUADRO 01: Principais projetos de Burle Marx do início da carreira até 1961.



QUADRO 2: Principais projetos de Burle Marx do período de 1961 até 1989.

### **2.1.1 Roberto Burle Marx e o paisagismo moderno**

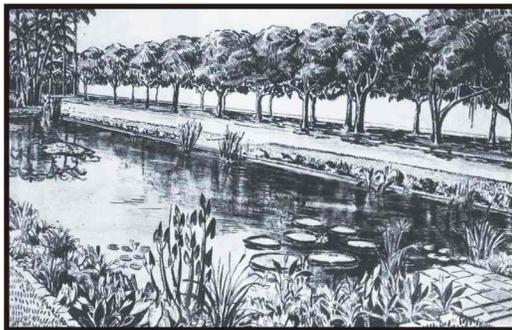
O paisagismo moderno se estruturou no início do século passado como resposta às novas necessidades da arquitetura moderna. Esta que desprezava o ornamento e a academia, não poderia apresentar uma arquitetura paisagística baseada nas regras clássicas e românticas de composição. A escola paisagística anterior ao modernismo é denominada por Macedo (1999, p. 23) Ecletismo e apresenta associação direta com a arquitetura do período. Baseava-se em manuais europeus, modismos estilísticos, incorporando elementos incoerentes à realidade do país. A vegetação empregada, apesar de em alguns casos ser tropical, era utilizada de modo a reproduzir um cenário qualquer, baseado na cópia e influências da sociedade europeia. Esta maneira de trabalho com as áreas livres não atendia as necessidades de uma arquitetura baseada na teoria moderna, sendo que o profissional paisagista deveria tratar a paisagem de um novo modo.

As composições paisagísticas, segundo a linguagem moderna, não deveriam trazer elementos do passado, principalmente não pertencentes a nossa cultura, sendo necessária a construção de uma nova linguagem formal capaz de dar respostas que contribuíssem para o enriquecimento das experiências arquitetônicas produzidas no país. Roberto Burle Marx foi uma importante figura no processo de criação de uma linguagem própria para o jardim moderno, não apenas formalmente, mas também em relação ao emprego da vegetação.

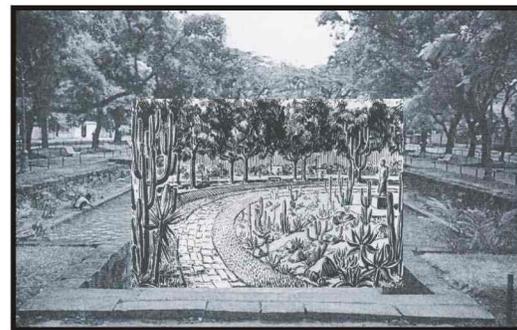
O processo de renovação da arquitetura e da arte brasileira reflete diretamente no novo jardim que será produzido no país. Parte deste processo está relacionado com um movimento nacionalista, impulsionado por importantes intelectuais e artistas, em meados da década de 1920, que buscava, por meio da compreensão dos elementos da arquitetura e da arte moderna, criar uma linguagem compatível com a realidade nacional e não apenas importar, sem uma análise prévia, qualquer elemento, teoria ou moda dos países considerados desenvolvidos na época. Buscava-se assim, regenerar as artes plásticas, literatura, design, organização social e da vida cotidiana do país.

A exploração por parte de Burle Marx, por exemplo, da vegetação tropical em suas composições vegetais, a enorme coleção de artefatos artísticos, recolhida no interior do país e o uso do mosaico português para a elaboração dos mais intrincados desenhos de piso, são características de sua obra, resultantes desse movimento, que visava criar uma nova forma de expressão, baseada em elementos extraídos da própria cultura brasileira.

Os **quadros 1 e 2** apresentados nas **páginas 9 e 10** foram elaborados para a comparação das linguagens presentes no projetos de Burle Marx. Neles é possível notar uma enorme diversidade de padrões linguísticos. Inicialmente, Roberto Burle Marx apresentava, quanto ao desenho do jardim, características baseadas nas regras de composição da academia. Nos projetos que realizou entre 1934 e 1937, período em que trabalhou na prefeitura de Recife como diretor de parques e Jardins, servem como exemplo, pois apresentam, segundo Macedo (1999), um traçado fortemente clássico.



**Figura 3:** Ilustração de Burle Marx para os Jardins da Casa Forte. **Fonte:** Tabacow (2004)



**Figura 4:** Imagem dos Jardins da Casa Forte. **Fonte:** Tabacow (2004)

Já nestes trabalhos, Roberto Burle Marx utilizava a vegetação de uma maneira diferenciada. No caso dos Jardins da Casa Forte de Recife, existe, segundo Macedo (1999), um grande contraste entre a vegetação e o projeto de características clássicas. O emprego de espécies nativas, para estruturar os três espaços principais da praça, mostra que este não estava muito distante, por exemplo, do processo investigativo realizado anteriormente por Glaziou, com espécies autóctones.

Guerra (2002) explica que o uso da vegetação nativa da região, acaba até por gerar um confronto entre a elite recifense e o paisagista. Intelectuais, como Mário Melo, do Instituto de Arqueologia, alegavam que o paisagista queria “devolver a cidade para a selva”. Apesar de Burle Marx tentar se defender dizendo que estava apenas “*semeando a alma brasileira e divulgando o senso de brasilidade*”, o que o paisagista estava reivindicando era o uso da vegetação da região, mostrando uma clara preocupação em se empregar corretamente as espécies, conforme a realidade do local onde seria implantado o projeto. Pregava que as espécies de um jardim elaborado para a Amazônia, não poderiam ser utilizadas em um jardim em São Paulo ou no Rio de Janeiro (MARX, 1967).

Segundo Zevi (1980), Burle Marx conseguiu mudar, por meio deste posicionamento em relação à flora tropical, a visão que se tinha em relação ao terror ancestral da floresta e de transformar em fonte de inspiração tudo o que até então era sinônimo de febre amarela, escorpiões, serpentes e insetos venenosos.



**Figura 5:** Campo de Santana, passeio público do Rio de Janeiro, reformado por Glaziou.

**Fonte:** Macedo (1999)

Contudo, o “abandono” da linguagem clássica viria apenas em seu projeto paisagístico para os jardins do Ministério da educação no Rio de Janeiro (MEC). Segundo Oliveira (2001), em entrevista com a autora Fernando Távora comenta o salto que Burle Marx deu com o projeto do MEC, trocando a linguagem clássica utilizada em Recife, por canteiros amebóides. Em sua proposta inicial, o paisagista ainda utilizou linguagem formal

semelhante à apresentada para os jardins da casa Schwartz, seu primeiro trabalho realizado para uma arquitetura considerada moderna. Nesta residência, projetada por Lúcio Costa e pelo arquiteto russo radicado no Brasil Gregori Warchavchik, Burle Marx trabalha com formas geométricas primitivas, elaborando canteiros circulares e retangulares. Aqui é possível notar uma predisposição ao abandono das regras compositivas da academia, mesmo antes de sua viagem para Recife em 1932.

Entretanto, este projeto ainda não apresenta a linguagem formal responsável por redirecionar a carreira do paisagista fazendo-o ser reconhecido internacionalmente. Em uma segunda proposta para o ministério, há a mudança radical na linguagem empregada para elaboração dos canteiros, tanto na delimitação dos pisos com a vegetação e entre os diferentes extratos forrageiros e arbustivos. Burle Marx emprega a nova linguagem orgânica, com desenhos de canteiros construídos por arcos de curvas complexas.

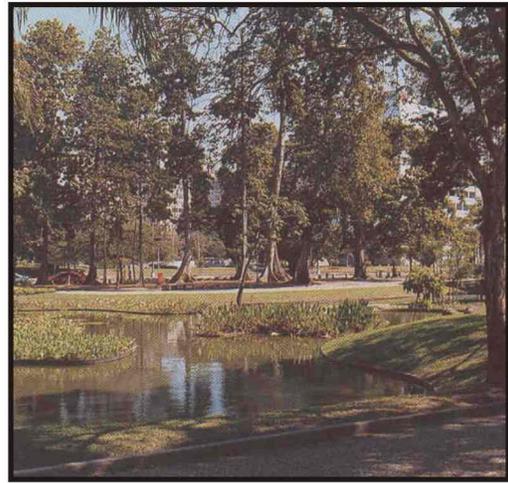


**Figura 6:** Jardins da Residência Schwartz, Rio de Janeiro. **Fonte:** Siqueira (2001)

Segundo Montero (2001, p. 48), esta mudança pode ser fruto de uma inspiração na natureza, responsável pela criação de formas orgânicas biomórficas acompanhando, de certo modo, a arquitetura brasileira da época. A partir da utilização dessa linguagem, o paisagista desenvolve importantes projetos, como os da fazenda Marambaia e a Praça do Aeroporto Santos Dumont, que são importantes referências da fase inicial de sua carreira. Estes projetos representam a resposta formal de Burle Marx às necessidades que a nova arquitetura brasileira tinha de um paisagismo compatível com uma linguagem moderno.



**Figura 7:** Praça Salgado Filho, Rio de Janeiro.  
**Fonte:** Siqueira (2001).



**Figura 8:** Praça Salgado Filho, Rio de Janeiro. **Fonte:** Siqueira (2001).



**Figura 9:** Jardins da Fazenda Marambaia. **Fonte:** Siqueira (2001).

A transposição dos elementos e técnicas de sua pintura, recorrentemente citada por diversos autores (Eliovson, 1991), para o paisagismo inicia-se nesses projetos. Segundo Robba (2002), a arte abstrata foi uma das respostas para o desenvolvimento de uma nova forma de entender como deveriam se dar às relações entre as espécies vegetais nos projetos de Burle Marx. A arte abstrata aliada a uma nova visão da utilização da vegetação nos projetos paisagísticos é elemento fundamental para a compreensão de sua obra.

Segundo Eliovson (1991, p. 89), Burle Marx é uma importante referência no paisagismo mundial por ser um pioneiro no uso da arte abstrata no jardim. Outros paisagistas, explica o autor, podem apresentar habilidades técnicas semelhantes às de Burle Marx, contudo a espontaneidade intuitiva que ele tinha, ao gerar suas composições, é raramente atingida por outros profissionais.

Sendo assim, sua formação como pintor na escola de Belas artes no Rio de Janeiro tem papel fundamental no desenvolvimento de sua obra. Foi aluno de importantes artistas da época como, Leo Putz (1869-1940), Augusto Bracet (1881-1960) e Celso Antônio (1896-1984). Ao retornar ao Rio de Janeiro de sua viagem ao Recife, ainda torna-se aluno de Candido Portinari (1903-1962), que contribuiu de modo expressivo com sua formação como pintor, apesar deste ser um grande crítico da arte abstrata, movimento que ajudou Burle Marx a encontrar a resposta paisagística de que a arquitetura moderna necessitava.

De acordo com Mosser & Teytsot (1991), além das já conhecidas similaridades com a pintura do francês Jean Arp, a interpretação do jardim de Burle Marx está relacionada com a leitura de procedimento compositivo. A distribuição das massas, o ritmo e frequência das cores e formas, o uso da repetição e justaposição, o contraste de diferentes massas, estes são elementos, segundo os autores, presentes em seus melhores trabalhos construídos entre os anos de 1940 e 1950. São exemplos de projetos elaborados neste período os jardins do parque da Pampulha e os jardins do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro.

A vegetação entra no procedimento compositivo como elemento que quando trabalhado em grupos ou maciços, tem suas características morfológicas reforçadas. Entretanto, paisagista

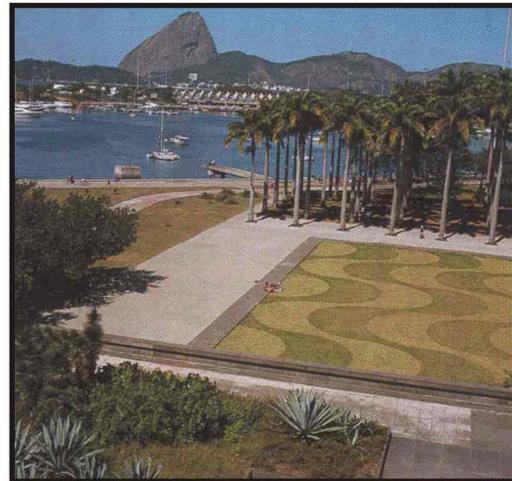
também compreendia uma planta como um indivíduo que fazia parte de um ecossistema e que, dentro deste, apresentava uma função predeterminada. Para Burle Marx, o jardim não deveria apresentar apenas coerência quanto à forma, mas quanto às suas funções ecológicas. Sendo assim, os conhecimentos que obteve ao longo dos anos, durante as suas viagens de coleta e observação dos diferentes biomas presentes no território nacional fazem parte de um processo que resultou em uma obra que apresentava respostas não apenas às questões formais do uso da vegetação, mas também às questões funcionais e ecológicas.

Segundo Eliovson (1991, p. 80) no caso de parques, por exemplo, quando a idéia era distribuir grupos ecológicos coerentes com a localização do projeto a ser implantado, Burle Marx elaborava uma lista de plantas específicas para o uso na ou da própria região, visando combiná-las de um modo botanicamente coerente, compartilhando de crescimento sadio e sistemático. O paisagista tinha crença de que, além da relação estética entre diferentes espécimes vegetais também, em um projeto paisagístico, é necessário considerar aspectos que envolvem a exigência das espécies. As pesquisas que fez ao longo de suas expedições no interior do Brasil, em busca de informações sobre a flora em seu ambiente natural, eram importantes durante o processo de definição das espécies a serem usadas em seus jardins.

As curvas permaneceram fortemente presentes em seus projetos até o início da década de 1950, quando novas relações geométricas são experimentadas. Este novo processo investigativo pode ser fruto provável das críticas sofridas em relação ao uso demasiado da forma orgânica na arquitetura brasileira. Segundo Benévolo (1998) e Segawa (1999), as críticas em relação ao nascente movimento moderno no país, influenciado pelo organicismo “Arpeano”, partem principalmente do designer suíço Max Bill. Segundo Benévolo (1998), estas eram, geralmente, direcionadas ao arquiteto Oscar Niemayer, devido ao excessivo formalismo encontrado em sua obra.



**Figura 10:** Jardins do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro. **Fonte:** Siqueira (2001).



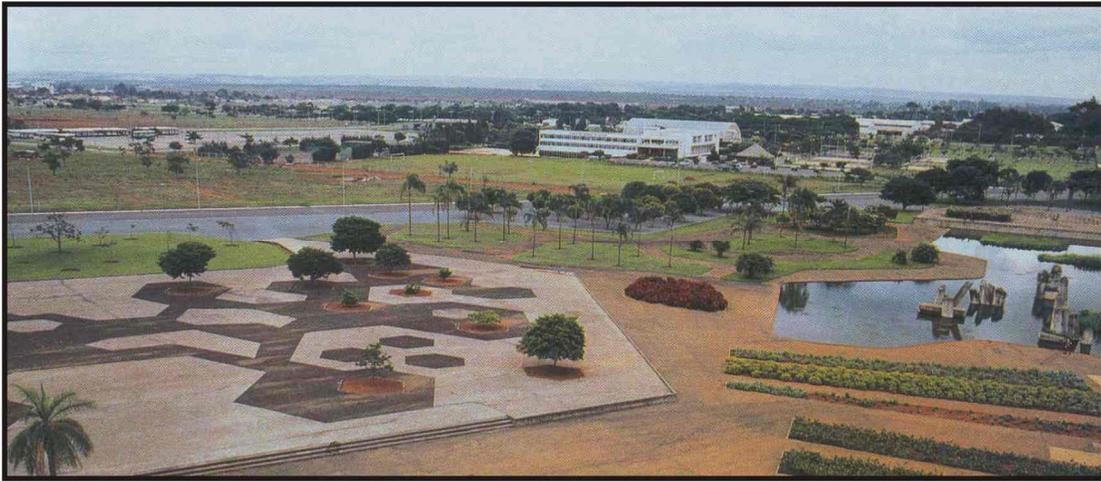
**Figura 11:** Jardins do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro. **Fonte:** Siqueira (2001).

Apesar de não ter sido criticado negativamente por seus projetos paisagísticos é possível notar um processo de investigação de novas formas e relações espaciais a partir dos anos de 1950. Esta pesquisa formal foi responsável por gerar jardins com características construtivistas. Podem ser citados os espaços livres do MAM (Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro), cuja autoria do edifício é de Reidy, e a praça da Independência na Paraíba como projetos que representam esta nova forma compor o jardim.

Segundo Montero (2001, p. 48-49), Roberto Burle Marx começa a estudar neste período a utilização da geometria pura para a construção das formas, contudo faz isto sem abandonar totalmente a sinuosidade existente anteriormente em seus jardins. Parte para as composições geométricas, mas evita a simetria. Descobriu que, se a geometria não representa o objetivo visual real, poderia mesmo assim, transmitir o mundo real da emoção.

Durante os anos de 1960, completa Montero (2001, p.49), o paisagista trabalhou simultaneamente curvas e retas distribuindo-as sobre uma trama ortogonal (grid). Na década de 1970, alcançou grande maturidade, o que permitiu a experimentação das mais variadas combinações formais, mantendo sempre a mesma poesia expressiva e enérgica do início de sua obra. O mosaico português, amplamente utilizado nos pisos desde o início de sua

carreira, possibilitou ao paisagista a elaboração de uma multiplicidade de grafismos no desenho de piso e delimitação das áreas de canteiros de seus projetos.



**Figura 12:** Praça do Ministério do Exército, Brasília. **Fonte:** Siqueira (2001)

Ainda explicita Montero (2001, p.49) que as composições elaboradas na etapa final da carreira de Burle Marx são ecléticas. Segundo o autor, o artista transita de um sistema formal para outro em um mesmo trabalho combinando qualidades contraditórias, como na fazenda Santa Ana ou no Boulevard Biscayne (**figura 13**). Isto leva à produção de um efeito de deslocamento, causado pela fluência entre as formas, adicionando desta maneira a dramaticidade ao espaço.



**Figura 13:** Boulevard Biscayne, Los Angeles. **Fonte:** Adams (1991).

Segundo Dourado (2000, p. 141), foi por meio do trabalho desenvolvido por Roberto Burle Marx que o paisagismo brasileiro se transformou completamente. Foi com este profissional, segundo o autor, que o exercício da simples importação e assimilação de **vocabulários** (e **regras de composição**) paisagísticos estrangeiros foi superado por uma prática de paisagismo baseada na invenção, na originalidade e no reconhecimento da identidade cultural brasileira. Tal feito, como mostra Dourado, representou um esforço de transfiguração de mentalidades e concepções artísticas e paisagísticas até então raríssimas vezes experimentado na história nacional: de consumidores apenas de cultura importada, passávamos a ser exportadores de nossa própria cultura. A originalidade e a invenção refletem em uma obra rica em variações formais e de fácil distinção morfológica entre as mais diferentes linguagens.

O amplo repertório de formas de linguagens que Roberto Burle Marx acaba gerando pode ser fruto, como foi exposto anteriormente, da sua não filiação a nenhuma escola ou vanguarda artística. O fato de não querer ter amarras, como ele mesmo ressaltava, sobre novas possibilidades ou novas formas de testar o uso de elementos geométricos e novas regras permitia um processo criativo desvinculado de idéias pré-concebidas. Estava, portanto, predisposto a receber, de maneira contínua, novas informações. Isto ocorria, seja por seu próprio esforço, estudando compulsivamente a flora tropical, ou pela absorção de informações obtidas cotidianamente.

O fato de negar, por exemplo, os manuais ou regras do paisagismo europeu como fonte direta para a busca de soluções projetuais não significa que este não teve interesse em estudar as características dos, como definiu Macedo (1999), jardins Ecléticos. Segundo Uhr (1973), para solucionar um problema difícil é necessário estudar amplamente o problema e o campo em que ele está inserido, entender o problema e fazer com que ele esteja presente em seus pensamentos, tanto conscientemente quanto inconscientemente. Contudo, o estudo contínuo não leva a uma solução criativa. O processo criativo está relacionado com um processo de flexibilidade de uso das informações para a geração de novas idéias.

Segundo Kneller (1973), pela teoria da criatividade desenvolvida por Guilford existem duas espécies de pensamento. A primeira, o pensamento convergente, onde o processo de busca de uma resposta é direto ou convencional. O outro tipo de pensamento, o divergente, acontece durante a busca de solução para um problema onde não se tem conhecimento da resposta e onde não existe um conhecimento prévio do método para chegar a uma solução. A criatividade estaria, segundo o autor, relacionada ao processo divergente de busca, que apresenta onze capacidades. Entre estas, estariam a capacidade de fluência vocabular, que é o poder de produzir rapidamente palavras que preenchem exigências simbólicas específicas; a flexibilidade semântica espontânea, que é a capacidade de produzir idéias variadas, quando o indivíduo estiver livre para assim proceder e a originalidade, que é o poder de produzir respostas raras ou inovadoras.

Estas capacidades, aliadas ao contínuo estudo direcionaram Roberto Burle Marx a uma obra rica e que apresenta, segundo Macedo (1999), as seguintes características:

- Liberdade de trabalho com as formas na composição dos espaços que ora são extremamente orgânicos, ora geometrizados, ora apresentam soluções mistas entre o orgânico e o geométrico, obedecendo uma intuição momentânea do paisagista e não necessariamente uma norma, o que indica abandono de regras rígidas de simetria ou quaisquer outras formas;
- Utilização da vegetação nativa e tropical;
- Elaboração de complicados desenhos de piso nos pavimentos, indicando aos usuários os percursos a serem tomados no espaço público e as funções exercidas em cada espaço;
- Utilização romântica e pitoresca das águas, mesmo quando da utilização de formas geométricas, criando um ambiente bucólico, propício a atividade de *flâner*.

## Capítulo III

### A Gramática da forma

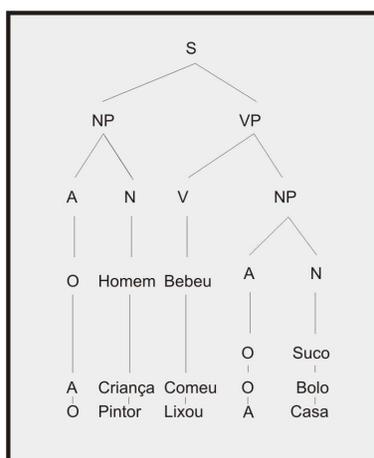
“If you play a game you keep to it’s rules.  
And it’s an interesting fact that people set up rules for the fun of it,  
and keep to them.” (Wittgenstein, 1956, pg. 193.)

Segundo Knight (1994, p.24), durante as pesquisas iniciais sobre estilos, no século XIX, teóricos como Focillon, Kubler, Aeckerman e Schapiro reconheceram a importância da forma e sua contraparte, o significado, na definição dos estilos. A analogia constantemente realizada às linguagens naturais, também ricas em formas e significados, se mostrava uma maneira eficiente para a compreensão dos estilos, explicita a autora. As linguagens naturais, que apresentam como parte constituinte de sua estrutura, vocabulário e regras de combinação ou sintaxe, tornou-se um modo usual de representação da estrutura de um estilo. Contudo, explica a autora, a comparação entre a estrutura de um estilo e os elementos que formam a linguagem jamais ultrapassava o estágio de análise metafórica. Os responsáveis por propor o uso da metáfora como um método de análise, contudo nunca avançaram de modo a formalizar suas propostas ou apresentar um método de estudo detalhada do estilo. O que poderia possibilitar o teste de suas teorias.

Segundo Knight (1994, p.24), enquanto termos como, “vocabulário”, “regras”, “sintaxe”, “gramática” e “linguagem” eram usados de maneira subjetiva no processo de análise da arte e do projeto, nas demais áreas do conhecimento como a matemática, a lógica, a lingüística e a ciência da computação esses termos eram utilizados de modo bem rigoroso.

Procedimentos similares aos existentes nas gramáticas foram elaborados na lógica, nos anos de 1920, com a intenção de caracterizar linguagens abstratas, tal como a linguagem de cálculo de predicados. Estes trabalhos permitiram o surgimento dos primeiros computadores. Os sistemas operacionais e os softwares são, como lembra a autora, desenvolvidos a partir de linguagens computacionais elaboradas por meio do estudo das linguagens e utilizados amplamente em micro-computadores. O crescente uso da gramática e das linguagens para explicar fenômenos e teorias existentes em outras áreas do conhecimento, contudo, é principalmente fruto, da obra do linguista Noam Chomsky.

Nos anos de 1950, Noam Chomsky elaborou um novo modelo para caracterizar as chamadas linguagens naturais denominado de gramática gerativa. Depois da apresentação de seu novo modelo, diversos trabalhos relacionados com gramáticas foram sendo amplamente associados ao nome de Chomsky, sendo que seu trabalho resultou em uma nova definição de gramática. Segundo essa nova definição a gramática seria formada por um vocabulário constituído por palavras ou símbolos e um conjunto de regras que especificariam como seriam combinados os elementos para formar uma *string* de símbolos, ou sentenças, em uma linguagem (**figura 14**).



**Figura 14:** Diagrama de árvores de Chomsky, ilustrando a ordem dos elementos de uma frase.

A influência da obra de Chomsky sobre os mais variados campos do conhecimento da lingüística, como explica Lyons (1970), decorre da relevância da linguagem nas mais variadas áreas do conhecimento e da estreita relação entre a estrutura da linguagem e as propriedades ou capacidades inatas ao espírito. No entanto, continua o autor, a linguagem

não é o único tipo de “comportamento” complexo em que nós nos envolvemos. Também, é possível que outras formas de atividade humanas, (inclusive, talvez certos aspectos do que denominamos “criação artística”) se mostrem passíveis de descrição por meio das linhas de sistemas matemáticos exclusivamente elaborados e análogos ou até mesmo apoiados na gramática de Chomsky.

Na década de 1960, segundo Knight (1994, p. 25) as gramáticas foram largamente estudadas tendo-se em vista determinar suas propriedades abstratas e aplicações práticas. No caso da arte e do *design*, os estudos se direcionaram na busca de gramáticas que descrevessem linguagens bidimensionais ou tridimensionais. Até este dado momento, explicita Knight (1994), as gramáticas resultavam do estudo e compreensão dos elementos formadores das linguagens unidimensionais. Estas linguagens formadas por uma dimensão têm uma gramática que apresenta a função de descrever *strings*, isto é, uma seqüência de símbolos ou dígitos. Muito da pesquisa desenvolvida no assunto foi direcionado para o desenvolvimento de gramáticas para sistemas automatizados de reconhecimento e análise de várias classes de imagens (“*syntactic pattern recognition*”). Apesar de serem consideradas, como explicita Knight, multidimensionais, muitas delas eram (e ainda são) definidas por meio de símbolos e palavras unidimensionais e com elas, também, não era possível elaborar representações gráficas dos modelos gerados pela linguagem.

Segundo Knight (1994), paralelamente aos trabalhos que estudavam gramáticas, que visavam descrever e normatizar morfológica e sintaticamente linguagens bi ou tridimensionais, Christopher Alexander realizava pesquisas que envolviam o reconhecimento de padrões em linguagens. O seu trabalho com “*pattern languages*” (padrões de linguagem) baseava se em regras verbais representadas informalmente. Estas eram capazes de gerar projetos urbanos e arquitetônicos, contudo não por meio de regras representadas pictoricamente. Apesar deste fato, as linguagens desenvolvidas por Alexander (1977) , como explica a autora, foram capazes de cobrir a imprecisão formal e atingindo o rigor que era

desejado para as gramáticas de reconhecimento de padrões<sup>1</sup>, tornando estas linguagens realmente aplicáveis.

Nesta mesma época, afirmam Sitny & March (1977), iniciaram-se pesquisas em torno de gramáticas simples conhecidas como *toy grammars* construídas para descrever caracteres e padrões geométricos simples. Segundo os autores, o primeiro estudo significativo para a área do *design* foi elaboração de uma gramática para as diferentes marcas para gado, desenvolvida por Watt (1966). Ele utilizou métodos da lingüística estrutural para descrever uma classe de formas geométricas utilizadas para representar marcas para gado e também utilizou os mesmos métodos para descrever a versão falada, chamada *blazons*, e que correspondiam ao design. As marcas para gado formam aproximadamente 4000 diferentes designs, sendo a maioria delas composta por letras romanas, alterações e ou combinações das mesmas. O conjunto é sistemático o suficiente para caracterizar uma gramática iconográfica

Também, segundo Sitny & March (1977), o início da análise sintática na área do design, voltou-se para linguagens amplamente formalizadas. Desta maneira, alguns estudos não publicados foram feitos com notação matemática no “National Bureau of Standards”. Esta agência, responsável por promover a competitividade industrial nos EUA promoveu pesquisas que visavam compreender a estrutura de formas da matemática utilizadas em lógica e cálculo proposicional.

Investigações preliminares mostraram que para uma pequena parte da matemática como a teoria dos conjuntos, cálculo proposicional e álgebra booleana esse processo exigiria ao menos 20 páginas de regras gramaticais. Uma tentativa foi realizada por Rankin *et alii* (1965) para descrever a natureza sintática dos caracteres chineses. A análise mostrou que estes caracteres apresentavam uma estrutura composicional que poderia ser descrita por meio de uma gramática similar à elaborada por Watt para as marcas de gado de Nevada.

---

<sup>1</sup> Segundo Sergios (1999), o reconhecimento de padrões consiste na busca de regularidades significativas, ou seja, características comuns tendo como objetivo a classificação de objetos (padrões) em um número de categorias ou classes.

Watt desenvolveu uma gramática generativa, com um conjunto de regras de combinação, e outra decompositiva. A primeira apresentava três tipos distintos de regras. Capazes de gerar ideogramas simples e complexos. Os elementos podem ser combinados ao redor de um caractere inicial ou inseridos verticalmente ou horizontalmente ao mesmo. As regras podem ser aplicadas sucessivamente, criando ideogramas cada vez mais complexos.

Ideograma simples	Inserção horizontal	Inserção vertical	Inserção ao redor

**Figura 15:** Obtenção de ideogramas por regras de combinação.

Com a intenção de se criar uma ferramenta capaz de gerar composições, por meio de um sistema de regras representado pictoricamente, na década de 1970, Stiny e Gips desenvolveram uma metodologia capaz de descrever e gerar linguagens projetuais a partir das teorias da gramática generativa de Noan Chomsky e dos sistemas de produção de Post. Esses autores buscaram conhecimento em outra área que possibilitasse a análise de projetos segundo uma base científica, por meio da elaboração de regras. Contudo, substituíram o uso dos símbolos usados por Chomsky (os morfemas<sup>2</sup> e as palavras) pelo uso de elementos gráficos, como linhas e pontos.

Sendo assim, as regras que antes eram responsáveis por construir frases substituíam partes de uma forma por outra para gerar composições visuais. Obteve-se dessa maneira uma sistemática de produção formal, baseada em um processo algorítmico, capaz de gerar composições baseadas em um vocabulário de formas primitivas e suas relações espaciais. A

---

<sup>2</sup> Segundo Houaiss (2005), morfema é a menor unidade lingüística que possui significado, abarcando raízes e afixos, formas livres (p.ex.: *mar*) e formas presas (p.ex.: *sapat-*, *-o-*, *-s*) e vocábulos gramaticais (preposições, conjunções) [Para o estruturalismo norte-americano, pode ter ainda outras manifestações, como a ordem das palavras na frase, indicando as funções sintáticas dos constituintes, ou a entonação sozinha, que pode mudar o sentido de um enunciado: *Você vai. Você vai?*]

concatenação dessas regras em diferentes combinações permite a construção de composições pertencentes a uma mesma linguagem ou estilo.

Ao aplicar regras de uma gramática, altera-se um conjunto de formas iniciais segundo operações e transformações básicas. As formas iniciais, bem como as regras de composição, são compostas por formas primitivas (pontos, linhas, planos e volumes). Estes podem ser manipulados por operações booleanas, como a intersecção, a união e a subtração, ou por transformações euclidianas, como a escala, a rotação, a reflexão e a translação, entre outras. À medida em que as regras vão sendo sucessivamente aplicadas à figura inicial, novas formas podem emergir, sendo possível reconhecê-las e aplicar novas regras sobre elas. Com uma gramática podemos gerar um número infinito de composições baseadas em uma mesma linguagem. Ela possibilita, dependendo da seqüência e regras utilizadas, a obtenção de diferentes soluções para um mesmo problema.

### **3.1 Principais elementos constituintes de uma gramática da forma**

#### **3.1.1 Os sistemas de produção de Post**

Segundo March & Stiny (1985), após o trabalho de Post (1943) em lógica matemática e teoria da computação, seus sistemas de produção vem sendo utilizado de diferentes maneiras em distintas áreas do conhecimento. Estas variantes encontraram importantes aplicações na biologia, ciência da computação, e lingüística, assim como em sistemas generativos para o design.

Segundo Kirsch et al (1985), no início dos anos de 1950, foi se tornando claro para os lógicos que os sistemas de produção de Post poderiam ser utilizados para tornar explicita uma classe particular chamada gramática. A noção de gramáticas existia a muitos anos na filosofia e na lingüística, mas vinha sendo utilizado de modo metafórico. Foi uma sugestão de Bar- Hillel (1964), popularizada e elaborada por Chomsky (1965), que levou a identificação dos sistemas formais de Post com a noção algoritmica de gramáticas.

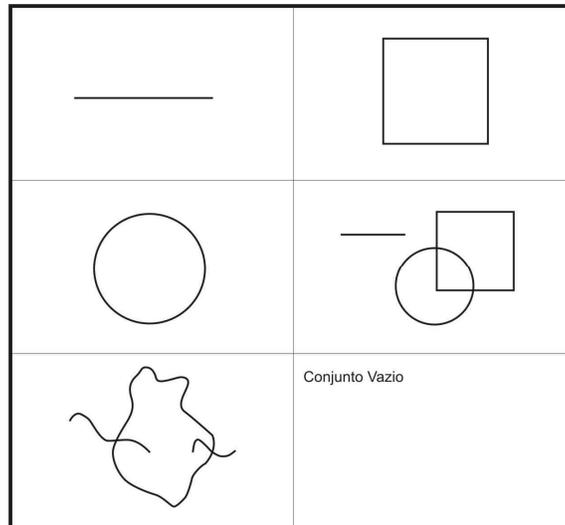
Linguistas estão acostumados a utilizar noções como análise imediata de constituintes para descrever a estrutura hierarquia de categorias sintáticas utilizadas para descrever a estrutura gramatical. O trabalho de Chomsky tornou possível utilizar os sistemas de Post para tornar a noção de análise imediata de constituinte computacionalmente precisa e efetiva.

A forma de representação das regras de produção é  $s \rightarrow t$ , onde  $s$  e  $t$  são seqüências de símbolos e variáveis. As variáveis presentes em  $s$ , do lado esquerdo da regra estão também presentes em  $t$ . A regra é utilizada quando uma seqüência de elementos inicial  $s$  combina totalmente ou parcialmente com a seqüência  $s$ . Neste momento  $s$  é substituída por  $t$ , o que possibilita a aplicação da mesma ou de novas regras sobre a nova cadeia de elementos. Os sistemas de produção permitem com que sejam descobertas inúmeras soluções para um mesmo problema. A partir do encadeamento das regras é possível gerar um número infinito de soluções.

No caso da gramática da forma, as variáveis representadas pelos caracteres  $s$  e  $t$  são elementos de uma composição visual, ou seja, formas. Estas passam por um processo de reconhecimento dentro de uma composição o que possibilita a aplicação de uma determinada regra. Ou seja, para que uma regra ser aplicada é necessário que uma forma, composta de linhas, por exemplo, seja reconhecida dentro da composição visual. Após o reconhecimento da forma a condição imposta na regra está satisfeita, sendo assim possível realizar a ação na forma.

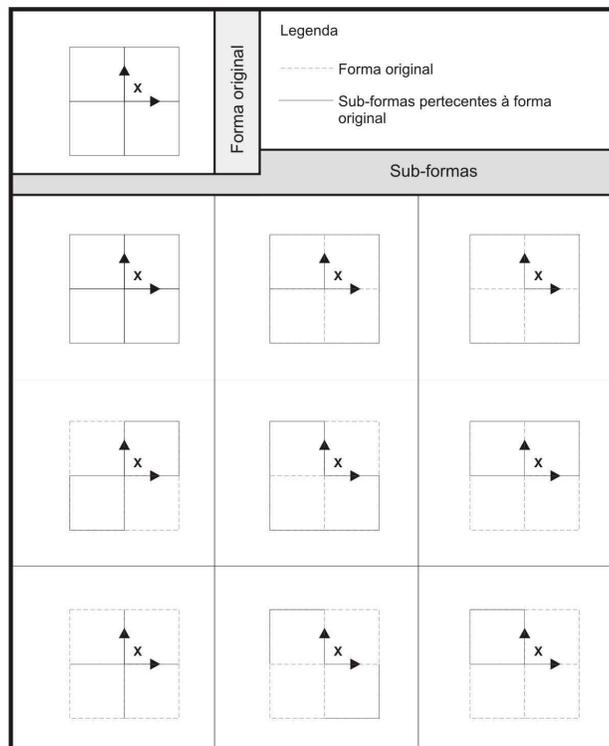
### 3.1.2 Definindo forma

A forma, segundo Stiny (1976, p.188), é um conjunto de elementos que pode ser tanto bidimensional quanto tridimensional. Ela pode ser elaborada em um espaço finito de tempo, com um número finito de elementos que podem ser linhas retas, curvas, conectadas ou desconectadas e por conjunto de linhas que podem gerar uma forma fechada ou uma face. Alguns exemplos de formas estão representadas na **figura 16**.



**Figura 16:** Exemplos de formas. **Fonte:** Stiny (1975).

Uma forma pode ser considerada subforma da outra se ela coincidir completamente com parte de uma forma inicial (**figura 17**). Ou seja, a subforma deve ter cada um de seus pontos coincidentes com os pontos existentes na forma principal dentro do sistema de coordenadas cartesianas em que estão sendo representados.



**Figura 17:** Nove subformas geradas a partir da forma 1. **Fonte:** Stiny (1975).

### **3.1.3 Tipos de operações**

Tendo a definição de forma, agora é necessário compreender quais são as maneiras possíveis de manipulá-las. Existem dois conjuntos básicos de operações que nos permitem trabalhar com elas. O primeiro destes grupos é formado pelas transformações. Este tipo de operação é chamado de operação unária, pois se dá em apenas um elemento, ou seja, em apenas um operando, gerando variações de um mesmo elemento. No caso das operações unárias aplicadas em formas, estão presentes, por exemplo, a translação e a escala. Dependendo do tipo de transformação aplicada, a forma pode apresentar características similares às da forma inicial ou não.

As operações binárias, diferentemente das unárias, apresentam dois operandos. Exemplos deste tipo de alteração são as operações presentes na álgebra booleana, como a união, intersecção e diferença. Elas são responsáveis por gerar as composições por meio do seqüenciamento das regras presentes na gramática.

### **3.1.4 Operações unárias com as formas**

Segundo Mitchell (1990), existem diferentes grupos de transformações responsáveis, por modificar as formas em distintos graus, resultando assim em novas formas que podem apresentar características similares à forma original ou não. Quando a forma gerada após uma transformação não apresenta nenhuma característica que permita reconhecê-la como sendo uma variação da forma inicial, pode-se dizer que sua essência foi destruída. As transformações que alteram o objeto e que, contudo, não destroem nenhuma característica essencial do objeto são chamadas pelo autor de transformações fechadas. As transformações e alteração da essência do objeto estão diretamente relacionadas com o tipo de objeto em que será aplicada uma transformação.

Uma transformação de estiramento (processo de esticar uma forma) altera, após ser aplicada em um quadrado, uma de suas características fundamentais. Segundo a definição, os quadrados são todos os polígonos formados por quatro lados e que apresentam quatro ângulos retos. Já os retângulos são todos os polígonos que apresentam quatro ângulos retos. Sendo assim, todos os quadrados são retângulos. Quando uma operação de estiramento é aplicada em um quadrado seus quatro lados deixam de ser iguais e este acaba perdendo uma característica fundamental para sua definição. Conseqüentemente, este deixa de fazer parte do conjunto de polígonos que representa os quadrados, passando a ser apenas do conjunto de retângulos.



**Figura 18:** Exemplo de operações unárias.

O conjunto de transformações euclidianas, segundo Stiny (1976, p. 188), é formado pela translação, escala, espelhamento, rotação ou por sua combinação. Uma transformação euclidiana  $G$ , aplicada a uma forma  $s$  gera uma forma  $G(s)$  que apenas difere da primeira em sua localização, e/ou orientação, tamanho e quiralidade (em inglês *handedness*). As transformações euclidianas fazem parte das transformações similares. Contudo, dentro deste conjunto de operações unárias, existem três subgrupos de operações transformativas, responsáveis por distintos níveis de alteração do objeto.

Translação	
Rotação	
Escala	
Espelhamento	
Seqüência de Transformações	

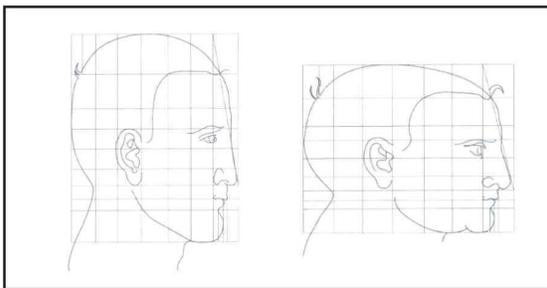
**Figura 19:** Operações Euclidianas com formas. **Fonte:** Stiny (1975).

A translação e a rotação, segundo Mitchell (1990), são as operações que não modificam o tamanho e a configuração formal do objeto, contudo alteram a sua posição original. Estas operações, segundo o autor, agrupadas à transformação de identidade (que simplesmente deixa o objeto inalterado), formam o grupo de transformações verdadeiramente isométricas.

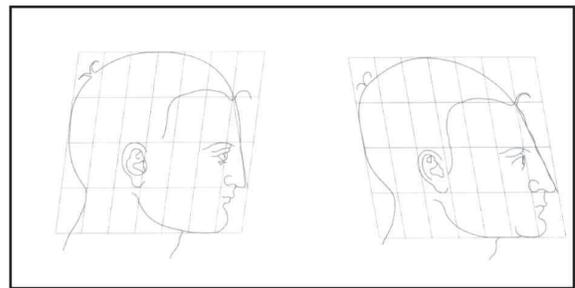
O espelhamento (*mirror*) é uma operação que envolve a reflexão da forma. Neste caso a propriedade chamada quiralidade é modificada. Esta transformação, agrupada as transformações isométricas estritas, constitui o conjunto de transformações isométricas ou rígidas. Um exemplo de reflexão, citado por Mitchell (1990) seria o ato de posicionar ao contrário um pedaço de cartolina. A escala é a última operação descrita pelo autor como sendo pertencente às transformações de similaridade. Ao aplicar-la em uma forma, modifica-se o seu tamanho, contudo a alteração ocorre de maneira constante, mantendo a proporção inicial. Ou seja, objetos com diferentes escalas continuam semelhantes entre si,

mantendo a mesma proporção. A aplicação destas transformações e as de rotação e translação não altera, em nível algum, as características essenciais das formas manipuladas.

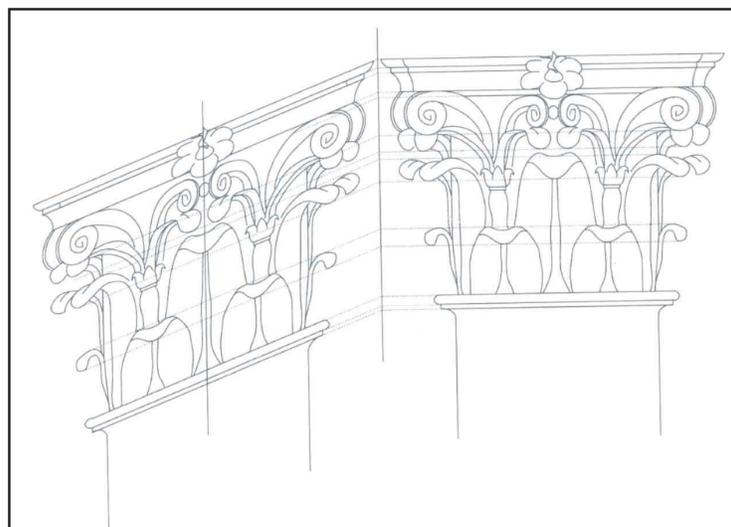
Outros dois tipos de operações que, juntamente com as transformações similares, formam o grupo das transformações afins, são as operações unárias de estiramento e projeção paralela. Nesse tipo de transformação, segundo Mitchell (1990), os objetos são deformados de modo que o paralelismo presente em suas retas permaneça inalterado (**figura 20 a 21**). Dürer sistematicamente empregou esse tipo de transformação para criar uma série de formatos de rostos humanos.



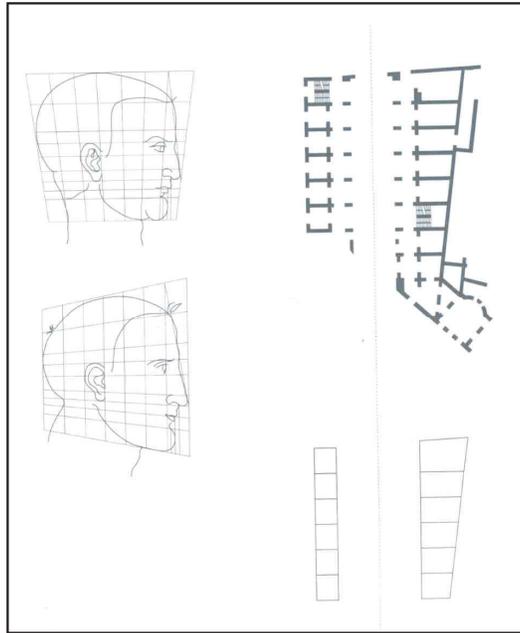
**Figura 20:** Estudo de Dürer para gerar diferentes faces humanas com operação de estiramento.  
**Fonte:** Mitchell (1990).



**Figura 21:** Estudo de Dürer para gerar diferentes faces humanas por meio de projeção paralela.  
**Fonte:** Mitchell (1990).



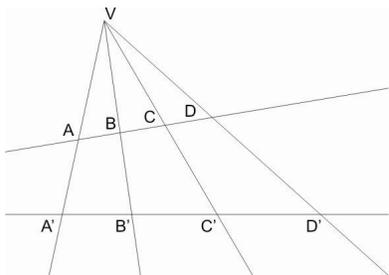
**Figura 22:** Projeção paralela de um capitel de uma coluna Coríntia. **Fonte:** Mitchell (1990).



**Figura 23:** Utilização de projeção puntiforme pra gerar novas faces humanas e exemplo de sua utilização no mercado de Trajano em Romas. Neste caso, o lado direito recebe a operação . **Fonte:** Mitchell (1990).

Somando-se as transformações citadas acima, explica Mitchell (1990), ainda há outro tipo de transformação deformativa, a projeção puntiforme (**figura 23**). É possível, segundo o autor, obter uma projeção desse tipo, quando é realizada a projeção de uma imagem bidimensional obliquamente a uma tela de projeção. Neste caso, as retas originalmente paralelas passam a convergir. Contudo, a propriedade geométrica denominada como razão anarmônica<sup>3</sup> ou cruzada é preservada. Esta operação somada as transformações afins, constituem o grupo das transformações lineares.

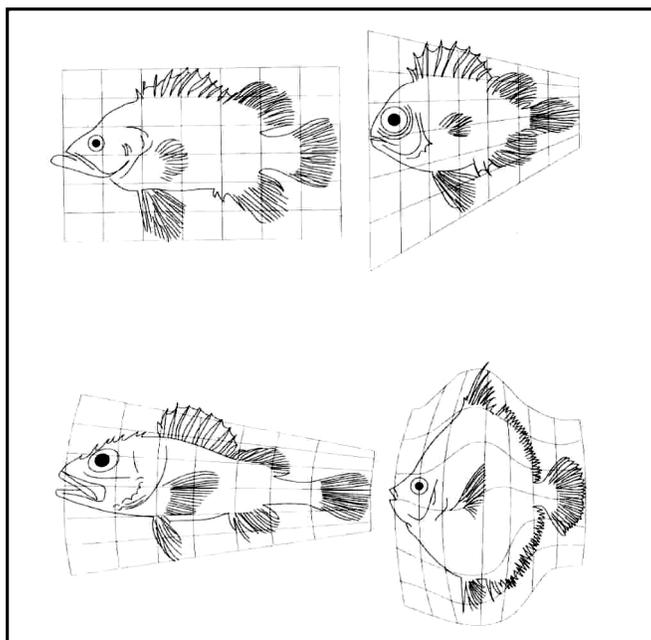
<sup>3</sup> Dados quatro pontos colineares A, B, C e D, chama-se razão cruzada à razão  $\frac{AC}{AD} : \frac{BC}{BD}$ .



Indica-se por (ABCD).

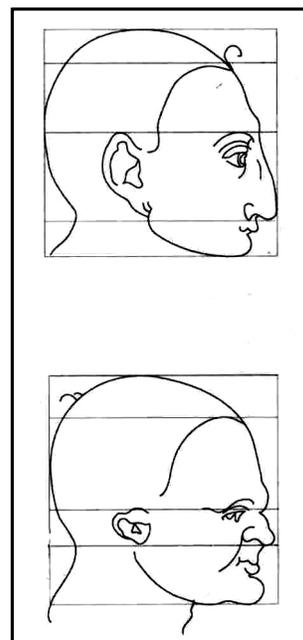
Teorema: Se 4 semi-retas de mesma origem são cortadas por duas transversais nos pontos A, B, C, D e A', B', C' e D', então as razões anarmônicas ((A, B, C, D) e (A', B', C', D')) são iguais, ou seja, a razão anarmônica de 4 pontos colineares é invariante por uma projeção.

Finalmente, segundo Mitchell (1990), ao manipular uma borracha infinitamente flexível, sobre a qual é desenhada uma figura, esticando e entortando-a em diferentes direções é possível gerar todas as instâncias transformadas da figura original. Esse tipo de transformações, nas quais estão contidas todas as anteriormente citadas, na maior parte dos casos conservam apenas a propriedade geométrica denominada conexão<sup>4</sup>. Mitchell (1990) insere estas operações transformativas no grupo conhecido como sendo o das transformações contínuas (**figuras 24 e 25**).



**Figura 24:** Uso de operações deformativas não contínuas por D'Arcy Thompson para gerar uma série de peixes.

**Fonte:** Mitchell (1990).



**Figura 25:** Operações deformativas contínuas não lineares para gerar faces humanas. **Fonte:** Mitchell (1990).

---

<sup>4</sup> Uma conexão, na Topologia, é uma que liga dois pontos de uma mesma fronteira, sem tocar nem cruzar outros pontos dessa mesma fronteira, formando uma nova região. Uma fronteira pode ser aberta ou fechada, simples ou não-simples. Uma fronteira fechada simples separa duas regiões. As fronteiras não-simples podem definir diversas regiões, dependendo do número de cruzamentos.

### 3.1.5 Operações binárias com as formas (operações booleanas)

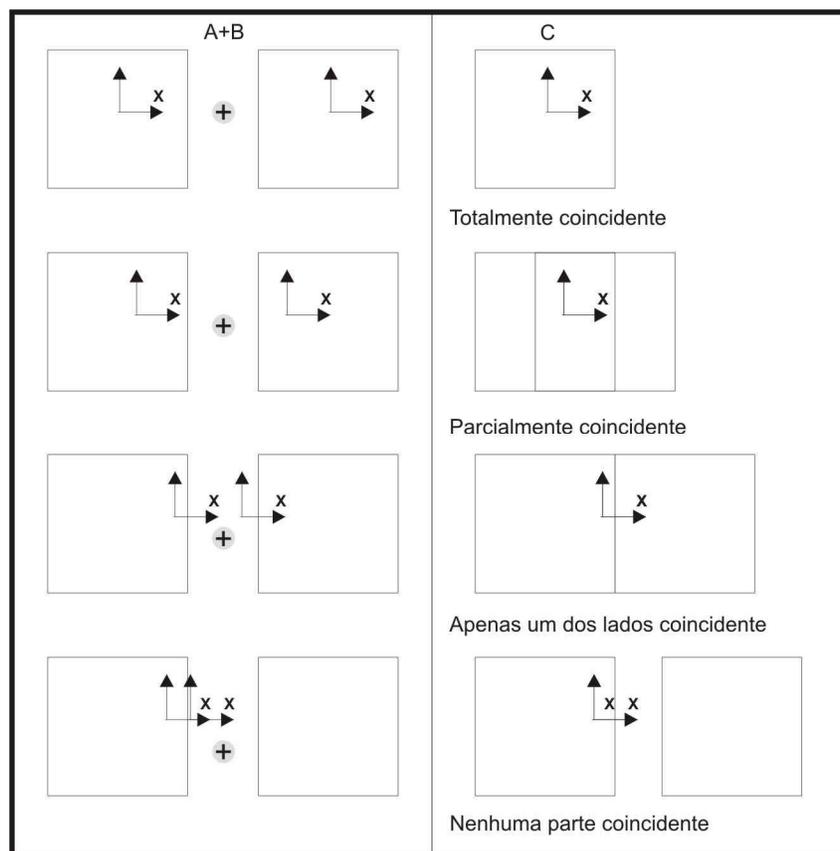
O primeiro trabalho, que envolveu o estudo sistemático da lógica, foi idealizado por George Boole (1815-1864) e resultou no livro intitulado *The laws of Thought*. Nele, Boole apresenta um sistema algébrico que hoje é conhecido por seu nome. A álgebra booleana faz parte da área da matemática conhecida como álgebra moderna ou álgebra abstrata. É um sistema de fácil compreensão e é estudado nos cursos básicos de álgebra.

A maioria dos conjuntos manipulados na matemática apresenta uma estrutura algébrica. Isto é, uma ou mais regras de combinação podem ser definidas como operadoras dos elementos presentes em um conjunto. Os mais comuns exemplos destes conjuntos são os dos números inteiros, reais ou o conjunto de todos os números complexos. No caso da gramática da forma, os conjuntos são constituídos por entidades geométricas, como pontos, linhas retas ou curvas, formas compostas bidimensionais ou tridimensionais, etc. Isto é, elementos que podem constituir uma composição formal.

As operações booleanas, como foi citado, são operações binárias, isto é, processos de transformações que envolvem dois elementos de um conjunto, gerando um terceiro novo conjunto. O trabalho elaborado por Stiny e Gips, considera três das operações utilizadas em conjuntos, pertencentes à álgebra booleana. Seriam elas a união, subtração e intersecção dos conjuntos de formas.

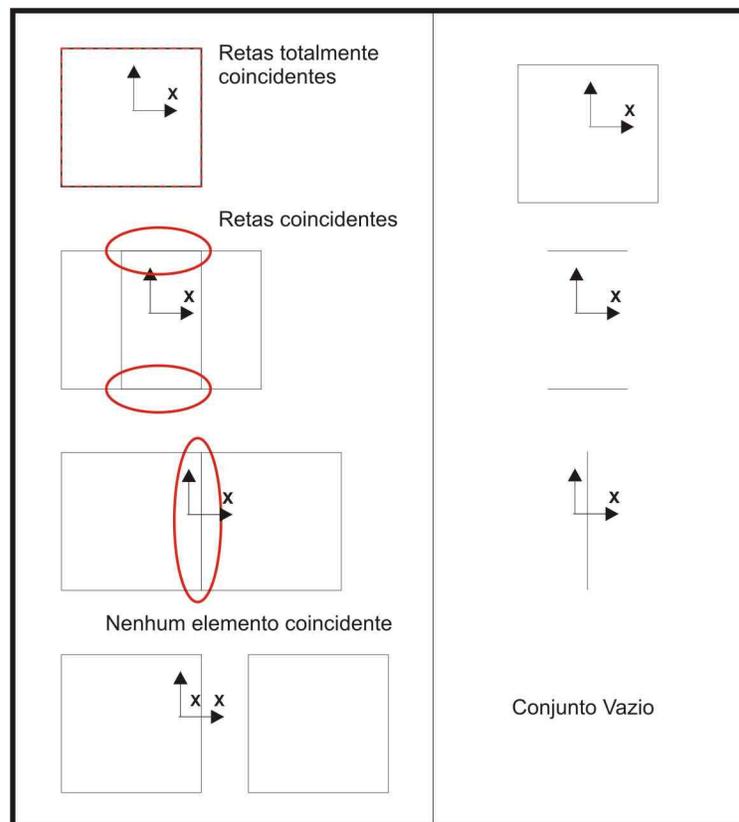
Segundo Stiny (1976:188), a união das formas ocorre quando há a combinação de duas ou mais formas, de modo a produzir uma nova, composta pelos elementos existentes em dois sistemas de coordenadas diferentes que podem ser sobrepostos de maneira a se tornarem coincidentes.

A união dos dois retângulos representados na **figura 26** pode resultar, dependendo da origem dos eixos cartesianos, em diferentes composições visuais. Segundo Stiny (1980, p.344) nomeando os retângulos de  $s_1$  e  $s_2$  é possível representar esta união como sendo  $s_1 + s_2$ . Neste caso, a forma resultante é o conjunto formado por todos os elementos existentes em  $s_1 + s_2$ . A combinação delas, como explicita o autor, pode resultar na total sobreposição dos retângulos (caso 1), na sobreposição parcial (caso 2), na justaposição (caso 3) ou apenas na combinação de  $s_1$  e  $s_2$  gerando figuras em que não há, como foi exemplificado anteriormente, pontos coincidentes entre elas. Após a união podem ser geradas, além das formas  $s_1$  e  $s_2$ , outras subformas, que podem ser reconhecidas na composição.



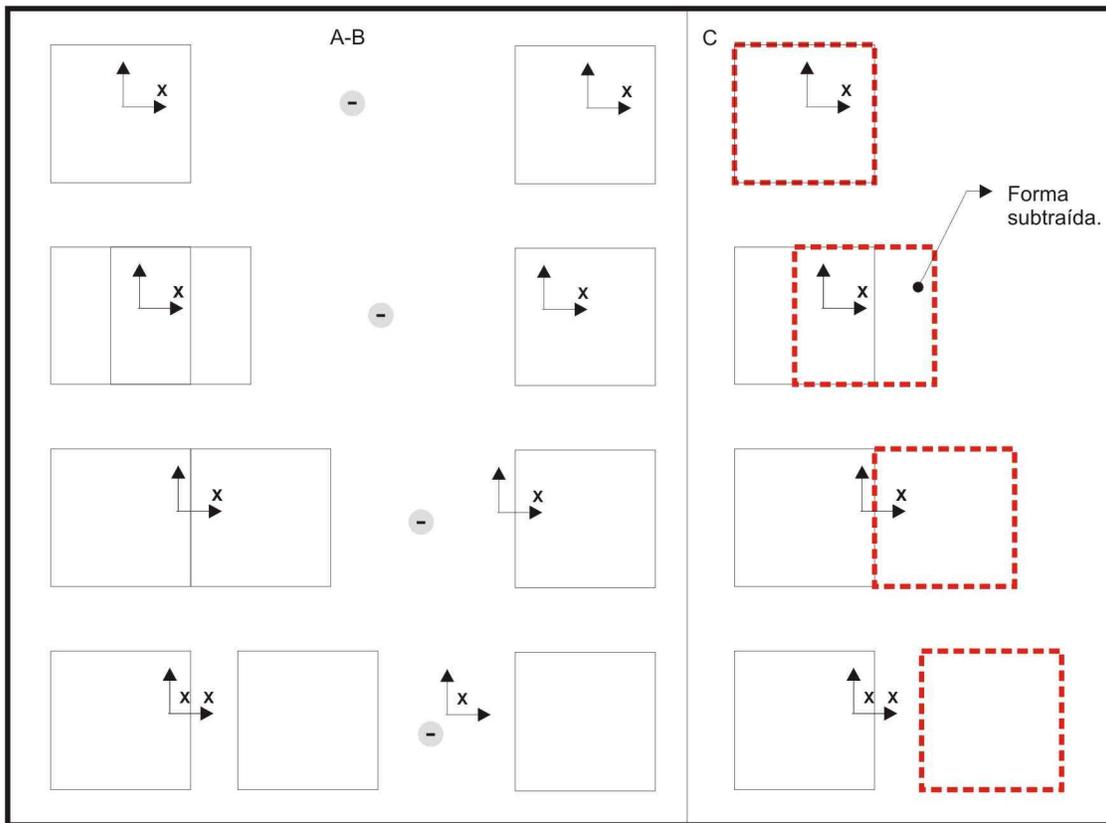
**Figura 26:** Exemplos de união de formas. **Fonte:** Stiny (1975).

Segundo Stiny (1980:344) intersecção dos retângulos  $s_1$  e  $s_2$  (representada por  $s_1 * s_2$ ) é a forma constituída pelas linhas existentes tanto em  $s_1$  e  $s_2$ . Neste caso, a subforma originada pela operação de intersecção de  $s_1$  e  $s_2$  seria  $s_1 * s_2$ . **(figura 27)**



**Figura 27:** Intersecção de formas. **Fonte:** Stiny (1975).

Já a subtração, explica o autor, ocorre quando duas formas  $s_1$  e  $s_2$  (representada por  $s_1 - s_2$ ) é a forma constituída apenas pelas linhas de  $s_1$  que não são linhas de  $s_2$ . A forma  $s_1 - s_2$  é sempre uma subforma da forma  $s_1$ , mas nunca deve ser uma subforma da forma  $s_2$ . Neste caso, não haveria elementos para serem subtraídos de  $s_1$  e um número de elementos maior em  $s_2$ . **(figura 28)**



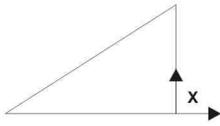
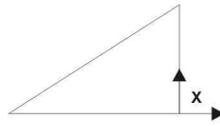
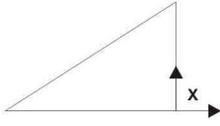
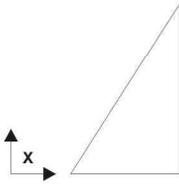
**Figura 28:** Exemplos subtração de formas. **Fonte:** Stiny (1975).

Isto é, a união e intersecção de formas estão encerradas nesse conjunto. A forma vazia é o elemento de identidade para a operação de união; a forma  $s$  é o elemento identidade para a operação de intersecção de formas. O complemento  $t$ , para qualquer forma  $t$  no conjunto, é dado pela diferença de  $s$  e de  $t$ , isto é,  $t = s - t$ . Como  $t$  é uma subforma de  $s$ , está também presente no conjunto. No conjunto finito de formas, que contém a forma vazia, as linhas máximas para uma dada forma  $s$ , e todas as formas especificadas por alguma combinação destas linhas, reunidas com as operações de união e intersecção também formam a álgebra booleana. (STINY,1980, p. 344)

### 3.1.6 Equivalência, congruência e similaridade de formas

Segundo Stiny (1975, p.11), duas formas são **equivalentes** apenas quando pictoricamente elas são idênticas uma à outra. Isto ocorre quando, por exemplo, a união de duas formas  $s_1$  e

$s_2$  gera uma forma idêntica a  $s_1$  ou  $s_2$ . Duas formas também podem ser consideradas completamente coincidentes quando não há pontos nelas que não estejam presentes na forma correspondente, ou vice-versa. Neste caso o conjunto formado pelas formas obtidas da subtração das duas formas é o conjunto vazio. Ver **figura 29**.

	Forma 1	Forma 2
Equivalência		
Congruência		
Similaridade		

**Figura 29:** Tipos de relações de equivalência existente entre formas.  
**Fonte:** Stiny (1975).

Uma forma é congruente a outra quando, ao aplicarmos uma seqüência de operações que não inclua a escala, é possível obter a forma que a originou. Portanto, a congruência é obtida apenas com a utilização de transformações isométricas verdadeiras. Por outro lado, uma forma é semelhante à outra quando é necessária aplicar uma seqüência de operações do grupo de transformações de similaridade para chegar a outra forma idêntica.

O reconhecimento das formas durante o processo de construção de uma composição pictórica por meio da gramática da forma é essencial para a elaboração de uma composição. Como foi previamente esclarecido uma gramática apresenta uma série de regras que, para

serem aplicadas, dependem do reconhecimento de formas dentro de uma composição. Estas podem ser subformas da composição original ou a forma como um todo.

### 3.1.7 Marcadores

Uma das ferramentas que possibilitam o controle do processo de geração e manipulação das formas em uma gramática é o uso de marcadores. Estes são essenciais para determinar caminhos que deverão ser seguidos e certas características das composições. Os marcadores podem reduzir, por exemplo, a simetria de um objeto; pode, como será exemplificado em alguns casos, indicar quando determinadas regras podem ou não ser aplicadas; podem determinar quando um processo terminou e que uma composição foi finalizada. Qualquer forma ou símbolo gráfico, como pontos, letras ou eixos podem ser utilizados como marcadores. Nos estágios finais ou em processos intermediários estes podem ser apagados ou trocados. No item que trata sobre Exemplos de gramáticas, onde serão apresentadas algumas gramáticas analíticas e serão indicados marcadores importantes e sua função durante o processo.

Exemplos de regras				
Exemplos de marcadores	A B C D E F...		0 1 2 3 4 5 6 7...	* ●
	Letras	Linhas	Números	Símbolos

Figura 30: Exemplos de marcadores.

### 3.2 Definição formal de uma gramática da forma

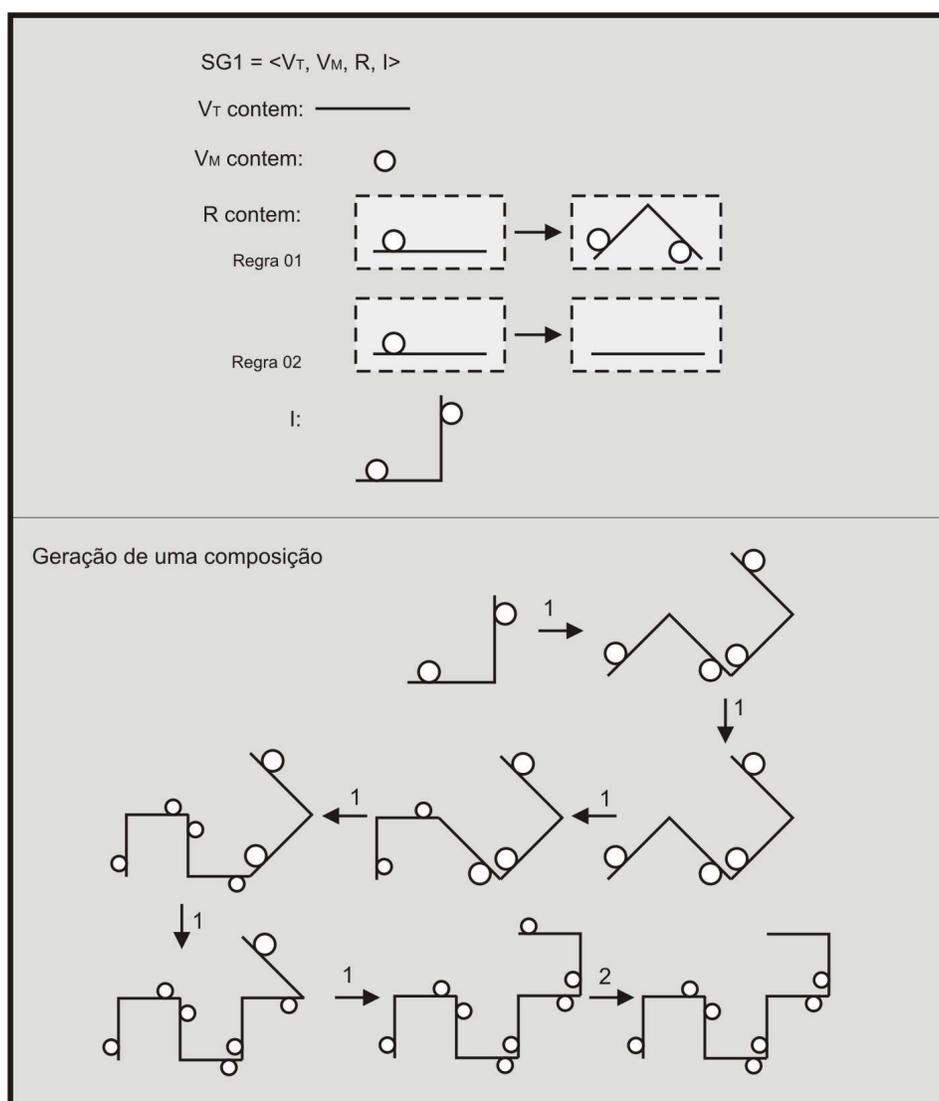
Segundo Stiny (1971, p.128) uma gramática da forma pode ser definida pela expressão  $SG = (V_T, V_M, R, I)$ , onde:

- 1)  $V_T$  é um conjunto finito de formas;
- 2)  $V_M$  é um conjunto finito de formas;
- 3)  $R$  é um conjunto finito de regras, representadas no formato condição ação ( $u \rightarrow v$ ), onde  $u$  e  $v$  são formas presentes no conjunto  $V_T$  ou  $V_M$ . A forma  $u$  deve apresentar uma subforma presente no conjunto  $V_M$  de formas;
- 4)  $I$  é uma forma que deve estar presente tanto em  $V_M$  como em  $V_T$ . A forma  $I$  deve apresentar uma subforma no conjunto de formas  $V_M$ .

Segundo Stiny (1992, p. 192), o processo de geração de uma forma por uma gramática  $S = \{V_T, V_M, R, I\}$  principia pela forma inicial  $I$ . Nela são aplicadas o conjunto de regras  $R$  até que não seja mais possível aplicar nenhuma regra sobre a forma. Uma regra  $u \rightarrow v$  só poderá ser aplicada, segundo o autor, a uma forma  $s$  se existir uma transformação (euclidiana)  $G$  tal que  $G(u)$  é uma subforma existente em  $s$ . O resultado da aplicação da regra  $u \rightarrow v$  na forma  $s$  por meio da transformação  $G$  é uma forma produzida pela troca de  $G(u)$  em  $s$  por  $G(v)$ . A linguagem definida pela gramática da forma é o conjunto de formas geradas pela mesma, composta por terminais ou partes de terminais. Para ilustrar a definição a **figura 31** apresenta uma gramática de duas regras desenvolvida por Stiny (1975).

Uma composição formal é gerada, portanto, após a aplicação recursiva de uma série de regras sobre uma forma inicial. A aplicação de uma regra em uma forma inicial que, geralmente, está presente do lado esquerdo da regra, pode adicionar, subtrair ou manipular marcadores ou outros elementos presentes na composição. O procedimento para a aplicação das regras segue os seguintes passos. Primeiro, deve ser reconhecida a parte da forma que é

geometricamente semelhante ao lado esquerdo da regra que será aplicada. Posteriormente, são identificadas as transformações geométricas (escala, translação, rotação e espelhamento) que tornam o elemento existente do lado esquerdo da regra compatível com um elemento presente na composição. A regra ou um conjunto delas pode ser aplicado indefinidamente e o processo de geração só pode ser finalizado quando nenhuma regra da gramática pode ser aplicada.

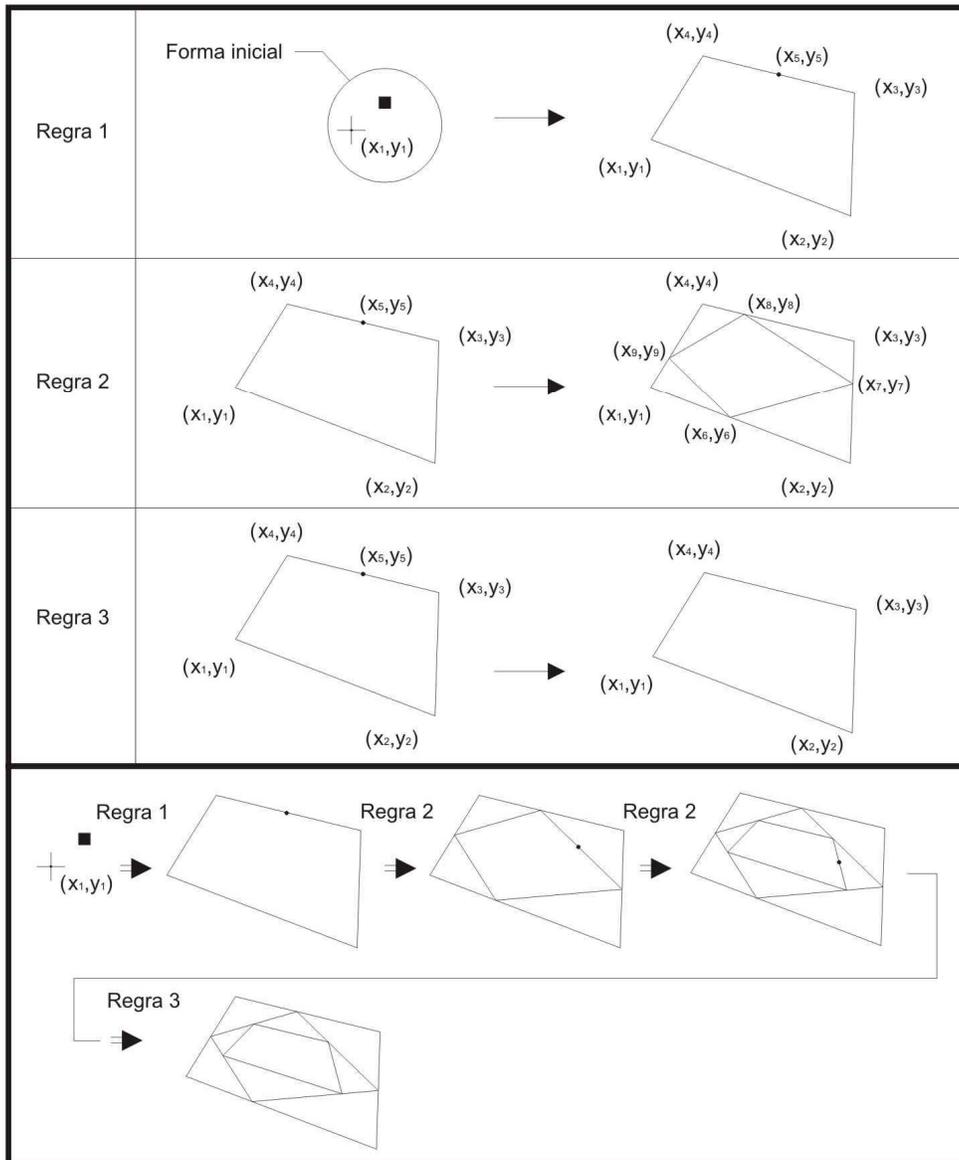


**Figura 31:** Três regras de uma gramática simples e uma derivação.  
**Fonte:** Stiny (1975).

### 3.2.1 Gramática Paramétrica

Segundo Duarte (2007, p.49), a gramática paramétrica é uma variação da gramática da forma onde uma regra parametrizada equivale a um conjunto de regras. As gramáticas paramétricas podem ser representadas, como nos mostra o autor, pela seqüência (**R**, **L,G,P,I**). Neste caso, **R** representa o conjunto de regras que formam a gramática. Em **L** são agrupados os rótulos responsáveis por controlar a computação dos dados, durante a geração da forma. **G** são as transformações que podem ser aplicadas nas formas em uma gramática específica; elas podem ser, por exemplo, as operações binárias que formam o conjunto de operações similares ou euclidianas. **P** é formado pelo conjunto de funções que atribui valores aos parâmetros das regras, definindo assim, regras específicas. **I** é composto pela forma inicial, ou seja, o elemento fundamental da gramática, no qual será iniciado o processo de geração pela aplicação de uma regra.

Uma gramática da forma tradicional pode ser representada pela expressão  $C_{n+1} = [C_n - t(A)] + t(B)$ ,  $n > 0$ .  $C_n$  determina a etapa em que a composição está sendo formada. A equação determina que para que uma regra seja utilizada, a forma **A** do lado esquerdo de uma regra  $A \rightarrow B$  deve ser reconhecida em uma composição **C** por meio da aplicação de uma transformação **T**. Segundo Duarte (2007, p.49), o processo de geração em uma gramática da forma paramétrica pode ser representado pela equação:  $C_{n+1} = [C_n - t(g(A))] + t(g(B))$ ,  $n > 0$ .  $C_n$ , igualmente, representa a etapa em que a composição está sendo formada. A equação estabelece que, para a regra ser empregada, uma forma **A** do lado esquerdo de uma regra  $A \rightarrow B$  deve ser reconhecida em uma composição **C** por meio da atribuição de valores à função **G** e da aplicação de uma transformação **T**. Caso isto ocorra, a forma **A** deve ser retirada da composição **C** e substituída por **B**, isto é pela forma existente do lado direito da regra. A **figura 32** traz uma gramática paramétrica de apenas três regras.



**Figura 32:** Exemplo de gramática paramétrica.  
**Fonte:** Stiny (1975).

### 3.2.2 Gramática das cores

A gramática das cores também é uma variação da gramática tradicional. Segundo Knight (1989:419), na gramática das cores é adicionado um terceiro elemento às regras que formam a gramática chamado de campo de cor ou, de modo mais geral, campo de qualidade. Um campo de cores é uma região finita contínua ou não, formado por uma ou mais cores que não se sobrepõem. Em suas dimensões os campos de cores podem ser representados por planos preenchidos por cores e em três dimensões por planos ou volumes preenchidos com cores.

Os campos de cores são formados por outra entidade chamada mancha de cores. Uma mancha de cor é uma região do espaço com duas ou três dimensões, com volume ou área diferente de zero, contínua e finita que apresenta apenas uma cor. As manchas resultam da marca contínua que pode ser feita com uma ferramenta de pintar. Os campos de cores e as manchas, que são responsáveis por gerá-los são tratados individualmente; eles podem ser divididos de diferentes maneiras de modo infinito.

Os campos de cores e as manchas podem ser comparados às formas e linhas. Os campos e formas são entidades que podem ser contínuas e descontínuas. Ambas são formadas por entidades primárias – no caso do campo de cores, as manchas, e no da forma, as linhas. Ambas as entidades apresentam a característica de serem contínuas. Contudo, os campos de cores e seu elemento primário (manchas de cores) apresentam, além de uma definição espacial, uma qualidade. As manchas, por exemplo, apresentam o parâmetro cor que as diferencia uma da outra. As linhas, que não apresentam nenhuma qualidade, não podem ser diferenciadas entre si.

Quando duas formas são sobrepostas, todas as linhas existentes, que são coincidentes, se unem gerando uma nova linha idêntica às linhas originais. Ao unirmos dois diferentes campos as manchas que são coincidentes podem ser fundidas em uma nova mancha.

Espacialmente, a nova mancha é idêntica às originais, contudo, ela também pode ter uma cor igual a uma das duas originais, igual as duas ou diferentes de ambas.

A manipulação dos campos de cores também envolve as operações booleanas de união, subtração e intersecção, sendo que no caso da gramática das cores, o processo que envolve a manipulação dos campos de cores, apresenta ainda mais um elemento. As cores também podem apresentar regras que podem ser responsáveis por determinar qual delas pode, por exemplo, dominar a outra, caso sejam opacas, ou a possibilidade de gerar uma terceira cor, caso haja transparência entre elas.

A união, por exemplo, de dois campos  $C_1$  e  $C_2$  gera um novo campo que apresenta as manchas de  $C_1$  que não são coincidentes com  $C_2$ , as manchas de  $C_2$  que não são coincidentes com  $C_1$  e as manchas de  $C_1$  e  $C_2$  que são coincidentes. A intersecção de dois campos  $C_1$  e  $C_2$  ( $C_1 * C_2$ ) é formado pelas manchas de  $C_1$  e  $C_2$  que são coincidentes. E a subtração ou diferença de  $C_1$  e  $C_2$  ( $C_1 - C_2$ ) é formado pelas manchas de  $C_1$  que não estão presentes em  $C_2$ . Exemplos de campos de cores e operações estão na **figura 33 e 34**.

A gramática das cores também é mais versátil que as gramáticas tradicionais em relação ao uso dos marcadores. As possibilidades criadas com o uso das cores ajudam a gerar mais variedade de uso em uma mesma regra. Em uma regra que manipula dois cubos, quando são utilizados marcadores da gramática tradicional, a simetria é restringida, contudo os outros lados não apresentam nenhuma atribuição. Quando além de marcar um lado com uma cor, são definidas outras cores para os demais lados, é ampliado o número de possibilidades de utilização das formas na gramática. Um lado de dos cubos pode ter uma atribuição funcional ou definição de um material. Uma cor, por exemplo, pode significar parede, enquanto outra, abertura. Ou uma cor pode significar pedra e outra pintura.

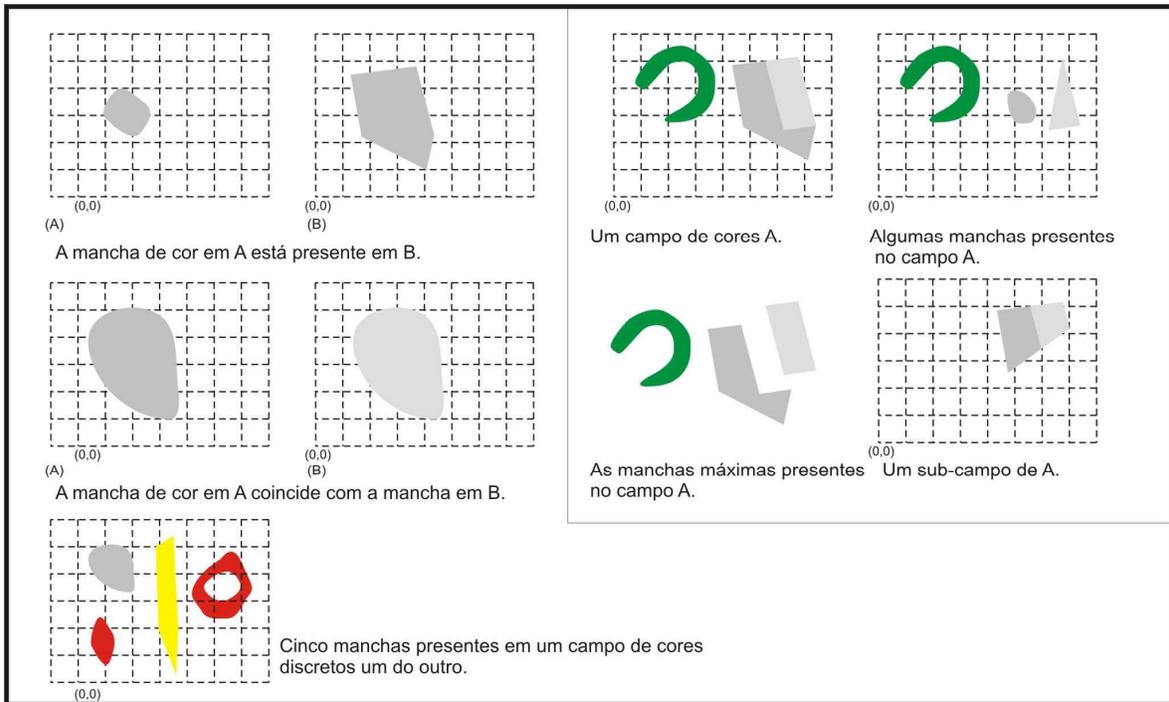


Figura 33: Campos e manchas de cores. Fonte: Knight (1989).

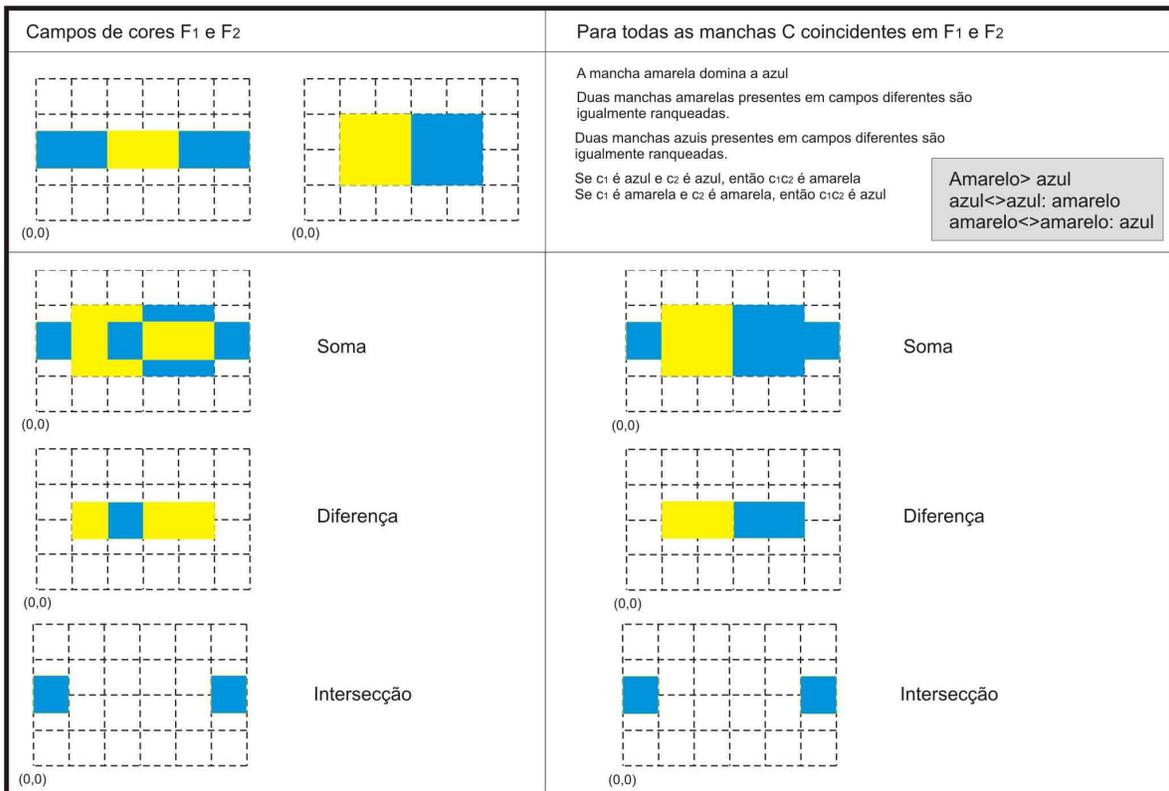


Figura 34: Operações com campos manchas de cores. Fonte: Knight (1989).

### 3.2.3 Tipos de gramática quanto aos modos de restrições

A função de uma gramática da forma, como foi visto anteriormente, é gerar instâncias capazes de serem traduzidas como resposta a um problema. As gramáticas, como explica Knight (1999), podem ser classificadas segundo as restrições que podem ser empregadas em suas regras. Estas podem, segundo a autora, ocorrer pela utilização de marcadores, que limitam, por exemplo, a simetria das formas. Outro tipo de restrição que pode ser aplicada é a pré-ordenação das regras da gramática que serão utilizadas durante a geração das formas e o número de vezes que uma regra pode ser aplicada durante o processo de geração de uma instância. Estes tipos de restrição podem ser internos aos sistemas de regras, quando são utilizados como elementos restritivos, por exemplo, os marcadores, ou externos ao sistema, por meio do emprego de esquemas de controles indiretos. Restrições externas ao sistema, como numerar as regras e utilizar regras que indicam quando elas podem ser utilizadas, em algumas ocasiões, métodos mais eficazes de controle do que utilizar restrições internas ao sistema.

Com estes dois modos de restrição Knight (1999) mostra que é possível elaborar métodos restritivos específicos que levam a diversos tipos de gramática. Contudo, existem seis tipos básicos que merecem mais atenção:

- (1) Gramáticas básicas;
- (2) Gramáticas não-determinísticas;
- (3) Gramáticas seqüenciais;
- (4) Gramáticas aditivas;
- (5) Gramáticas determinísticas;
- (6) Gramáticas sem restrições.

A gramática da forma, como foi explicitado anteriormente, pode ser considerada uma ferramenta que visa à geração de instâncias de uma linguagem nova ou pré-existente. Ao construir uma gramática, para atingir um conjunto de instâncias inicialmente pré-definido, é necessário que existam restrições que evitem a obtenção de instâncias que não tenham as

mesmas características funcionais, formais e simbólicas existentes no corpus de projetos analisados.

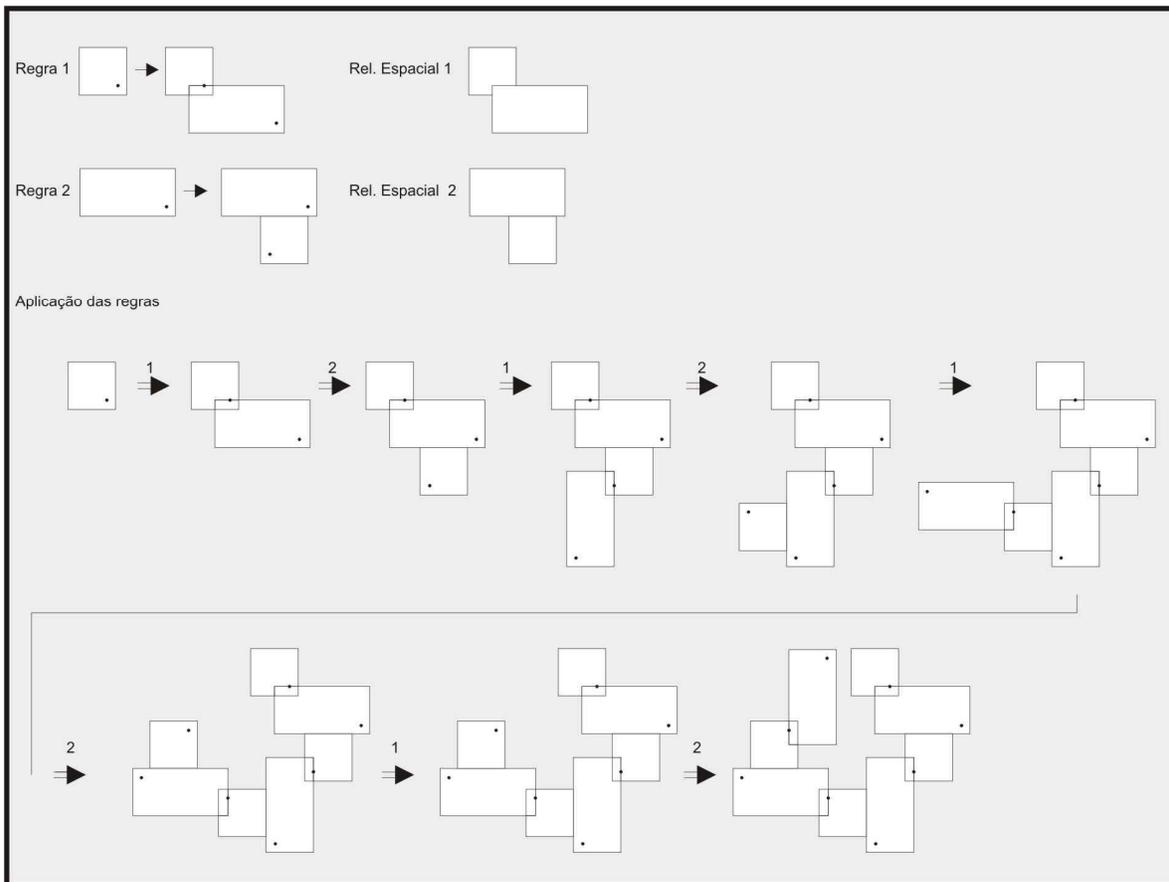
Tipos de gramática		Tipos de Restrições	
		Formato das regras	Ordem das regras
1	Gramática Básica		
2	Gramática não determinística básica		
3	Gramática sequencial		
4	Gramática aditiva		
5	Gramática determinística		
6	Gramática sem restrições		

**Tabela 1:**  
Exemplo de gramática da forma com  
duas regras. Stiny (1975)

Segundo Knight (1999), os marcadores e a formatação das regras são métodos restritivos que evitam a perda de tempo e a subjetividade. Sem este tipo de ferramenta seriam obtidas variações projetuais incompatíveis com a linguagem. Portanto, faz parte do desenvolvimento de uma gramática da forma, que visa à análise de um corpus de projetos, o teste das regras de maneira a restringir o universo de instâncias a um conjunto de exemplares condizente com a linguagem estudada. Muitas vezes não são necessárias novas regras em uma gramática ampla demais, mas elementos que possam exercer ação restritiva sobre o processo de geração das formas.

### 3.2.3.1.1 Gramáticas básicas

Uma gramática básica, segundo Knight (1999), é formada por uma seqüência ordenada de regras  $r_1, r_2, \dots, r_n$ . Cada regra  $r_i$  é definida por meio da relação espacial  $S_i+T_i$  entre duas formas  $S_i$  e  $T_i$  que não apresentam marcadores. Tanto  $S_i$  como  $T_i$  não são equivalentes à forma vazia. Cada uma das regras apresenta a forma  $s_i \rightarrow s_i+t_i$ , onde as formas  $s_i$  e  $t_i$  são as formas  $S_i$  e  $T_i$  com a adição de marcadores para reduzir sua simetria a ordem 1 (em outras palavras, para destruir sua simetria). Sendo assim, cada uma das regras é uma regra de adição, sendo, geralmente, responsável pela adição de uma forma por meio da aplicação uma relação espacial.



**Figura 35:** Exemplo de gramática da forma com duas regras. Neste caso há uma regra externa segundo a qual as regras gráficas 1 e 2 deverão ser aplicadas alternadamente. **Fonte:** Knight (1997).

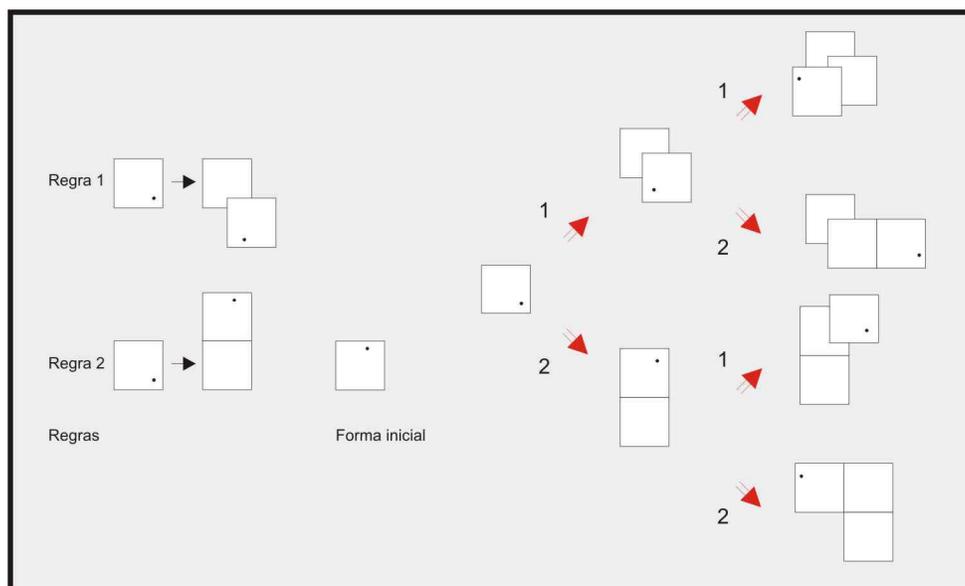
Devido à adição dos marcadores, a forma  $s_i$  existente nas regras apresentadas no exemplo da **figura 35**, retirado de Knight (1999), possuem ordem simetria 1, sendo assim cada regra pode ser aplicada de uma maneira durante o processo de geração de uma composição. Portanto, às formas são adicionados marcadores em formas em particular ou em partes específicas.

No caso apresentado por Knight, a forma  $s_i$  é a forma inicial da gramática, ela está presente no lado esquerdo das regras. Cada uma das regras é aplicada na forma transformada anteriormente. Por este motivo, as composições elaboradas durante o processo já estão pré-determinadas. Não existe possibilidade de se gerar nada diferente do esperado. Devido ao posicionamento dos marcadores sempre há apenas um passo a ser seguido e uma transformação a ser aplicada.

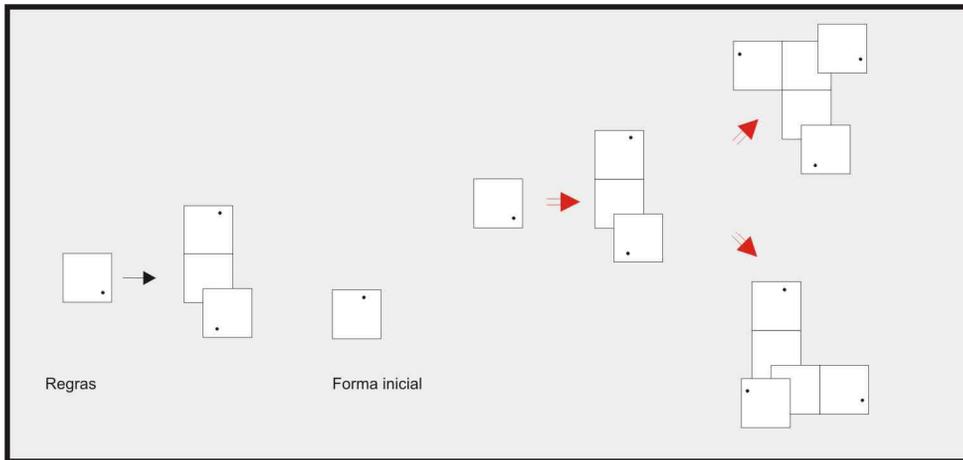
### 3.2.3.1.2 Gramáticas não determinísticas

As gramáticas não determinísticas, segundo Knight (1999), apresentam um certo nível de incerteza. Ela é formada por um conjunto de regras parcialmente ordenado, que permite, ao longo do processo de geração de uma instância, a escolha de caminhos distintos, resultando assim em uma variedade maior de soluções ao fim do processo. Esta escolha envolve:

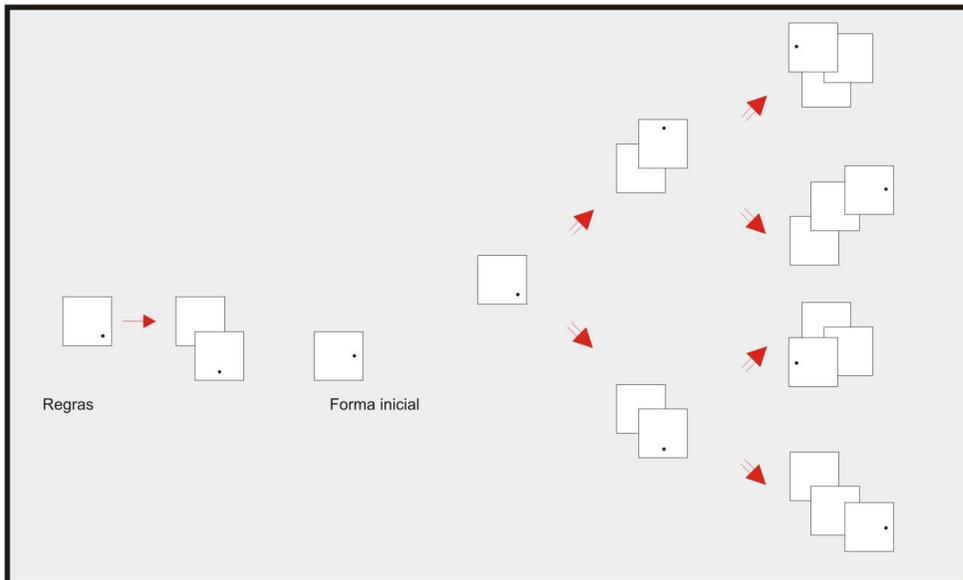
- (1) Seleção de diferentes regras para serem aplicadas nas mesmas partes da composição (**figura 36**);
- (2) Seleção de diferentes partes de uma composição para a aplicação de uma mesma regra (**figura 37**);
- (3) A seleção por meio de diferentes transformações da parte em que uma mesma regra pode ser aplicada (**figura 38**);
- (4) A combinação das opções anteriores.



**Figura 36:** Uma gramática não determinística que permite a seleção entre duas regras para serem aplicadas em uma parte em particular da composição. **Fonte:** Knight (1997).



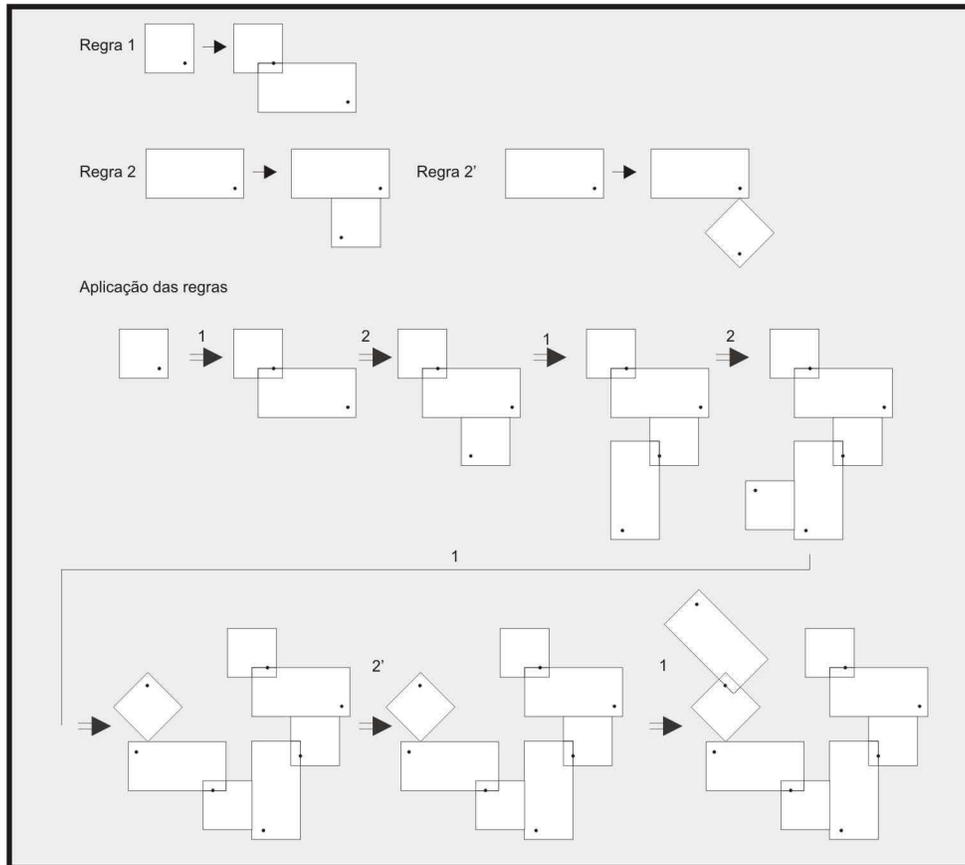
**Figura 37:** Uma gramática não determinística que possibilita a seleção entre duas partes de uma composição para aplicação de uma regra. **Fonte:** Knight (1997).



**Figura 38:** Uma gramática não determinística que permite a utilização de diferentes transformações sob as quais uma regra pode ser aplicada em uma parte particular da composição. **Fonte:** Knight (1997).

As composições geradas pelas gramáticas não determinísticas são mais variadas do que as geradas nas gramáticas básicas. Contudo, a gramática básica não determinística apresenta um nível de incerteza controlado, pois as opções de caminhos que podem ser escolhidos durante o processo de geração da forma é finito. Cada um desses caminhos apresenta uma seqüência linear de regras formando, assim, cada um, independentemente, uma gramática básica. Portanto, uma gramática não determinística é formada pela simples união de diversas

gramáticas básicas, ou seja, união dos conjuntos de instâncias, gerando assim um número maior de composições para um mesmo problema. Exemplo de uma gramática não determinística na **figura 39**.

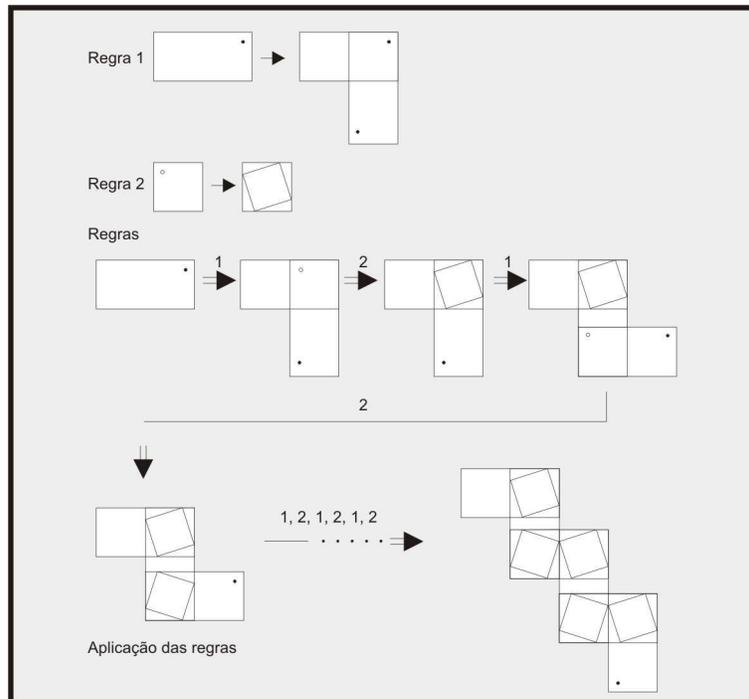


**Figura 39:** Uma gramática não determinística e uma derivação. **Fonte:** Knight (1997).

### 3.2.3.1.3 Gramática seqüencial

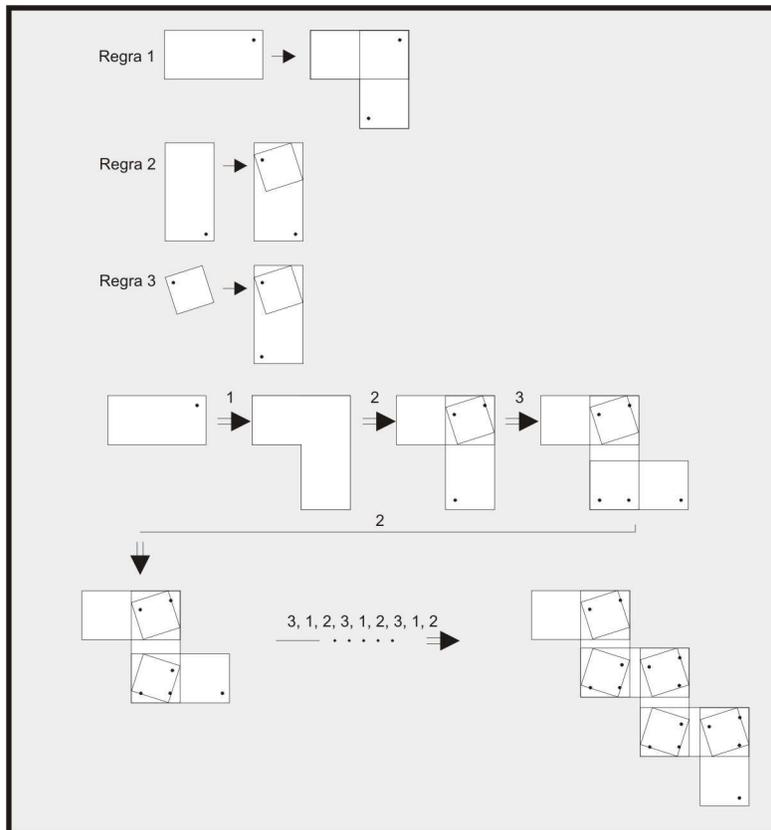
Uma gramática seqüencial, segundo Knight (1999), é também uma gramática não determinística, porém menos restritiva que a gramática não determinística básica. É formada por uma seqüência ordenada de regras  $r_1, r_2, \dots, r_n$ . Cada regra  $r_i$  é definida por meio da relação espacial  $S_i + T_i$  entre duas formas  $S_i$  e  $T_i$  que não apresentam marcadores. Tanto  $S_i$  como  $T_i$  não são equivalentes à forma vazia. Cada uma das regras pode ser descrita como  $s_i \rightarrow s_i^* + t_i^*$ , onde as formas  $s_i$  e  $t_i$  são as formas  $S_i$  e  $T_i$  com a adição de marcadores para

reduzir sua simetria a ordem 1 (em outras palavras, para destruir sua simetria). Diferente das formas  $s_i$  e  $t_i$  de uma regra de uma gramática básica, as formas  $s_{i*}$  e  $t_{i*}$  são as formas  $S_i$  e  $T_i$  de uma gramática seqüencial podendo estas apresentar marcadores ou não. Sendo assim, cada regra adiciona uma forma, mas como os marcadores podem ser subtraídos, as regras não são estritamente aditivas. A forma inicial de uma gramática seqüencial é a forma  $s_i$ , presente do lado esquerdo da primeira regra da gramática.



**Figura 40:** Uma gramática seqüencial e uma derivação. **Fonte:** Knight (1997).

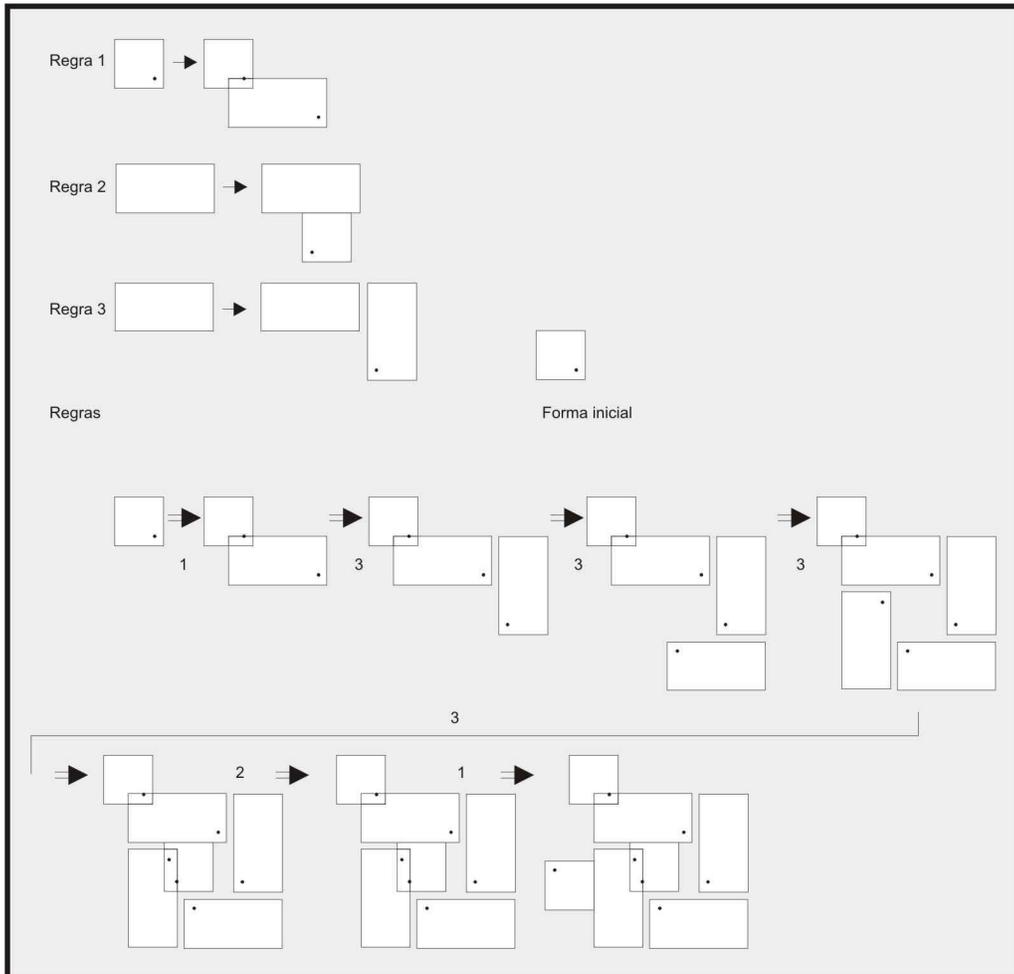
As gramáticas seqüenciais, assim como as gramáticas básicas, também são determinísticas. As regras são aplicadas segundo uma seqüência pré-determinada, contudo uma regra não precisa, necessariamente, ser aplicada na última forma adicionada na composição, mas em uma forma gerada durante o processo. A **figura 40** apresenta uma gramática seqüencial e a **figura 41** uma gramática básica montada a partir da gramática anterior.



**Figura 41:** Uma gramática básica construída a partir da gramática seqüencial da **figura 40** e uma derivação. **Fonte:** Knight (1997).

### 3.2.3.1.4 Gramáticas Aditivas

As gramáticas aditivas são outro tipo de gramática definida por Knight (1999). Segundo a autora, estas apresentam restrições apenas no formato das regras. Assim como as regras das gramáticas básicas e seqüenciais, cada regra em uma gramática aditiva se baseia em uma relação espacial S+T entre duas formas S e T (ambas diferentes da forma vazia). Cada regra tem a forma  $s \rightarrow s+t$ , onde s e t são as formas S e T com marcadores, evitando que as regras sejam utilizadas de maneira indeterminada. A forma inicial de uma gramática aditiva pode ser qualquer forma que apresenta um marcador. As gramáticas aditivas não apresentam restrições quanto à ordem das regras que serão aplicadas. Portanto, uma gramática aditiva pode ser tanto determinística como não determinística. Por não haver regras de subtração neste tipo de gramática, a linguagem gerada por esta é definida do mesmo modo que as gramáticas básicas, não determinísticas e seqüenciais (**figura 42**).

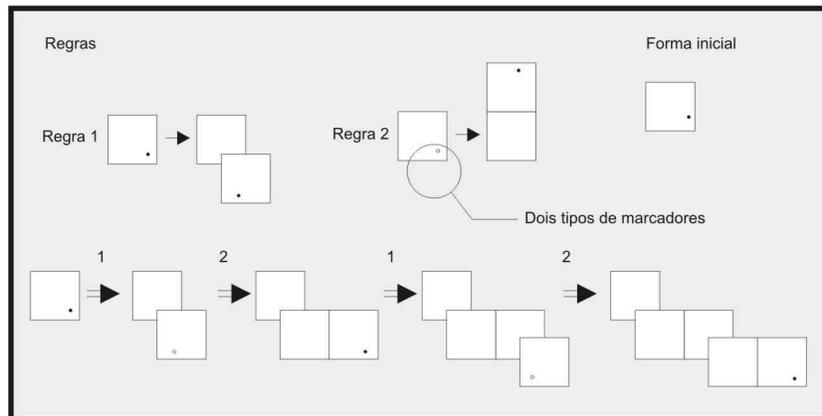


**Figura 42:** Exemplo de gramática da forma com duas regras. **Fonte:** Stiny (1975).

### 3.2.3.1.5 Gramáticas Determinísticas

As gramáticas determinísticas, segundo knight (1994), são aquelas que apresentam apenas restrições quanto à ordenação das regras. Em uma gramática determinística, a aplicação das regras é realizada com a intenção de se obter apenas uma derivação, podendo esta ser finita ou infinita. Ou seja, a aplicação seqüencial das regras produz uma composição em que as formas são adicionadas de uma mesma maneira, ou, no caso de uma derivação finita, as regras são aplicadas de modo a chegar em uma instância que se fecha.

O controle das regras, explica Knight (1994), pode ser realizado, por exemplo, por uma função externa ao sistema de regras. Esta função determina, durante o processo de aplicação da gramática, qual será a próxima regra a ser utilizada na composição que está sendo formada. Uma gramática determinística, também pode ser definida como sendo uma gramática onde apenas uma regra deve ser utilizada segundo uma única transformação, em cada passo pré-determinado da derivação.



**Figura 43:** Uma gramática determinística e uma derivação. **Fonte:** Knight (1997).

### 3.2.3.1.6 Gramáticas irrestritas

O último tipo de gramática definido por Knight (1999) são as gramáticas irrestritas. Estas gramáticas e as linguagens definidas por elas fazem parte das gramáticas convencionais definidas por Stiny (1980). Delas não fazem parte as variações conhecidas apresentadas anteriormente, como as gramáticas paramétricas ou das cores ou qualquer outro tipo de extensão e modificação advindos da definição original. Contudo, como explica Knight (1999), nenhuma destas variações é tão poderosa computacionalmente quanto as gramáticas irrestritas. Estas apresentam tantos recursos quanto as máquinas de Turing<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> A máquina de Turing é um dispositivo teórico, conhecido como *máquina universal*, que foi concebido pelo matemático britânico Alan Turing (1912-1954), muitos anos antes de existirem os modernos computadores digitais. Num sentido preciso, é um modelo abstrato de um computador, que se restringe apenas aos aspectos lógicos do seu funcionamento (memória, estados e transições) e não à sua implementação física. Numa máquina de Turing pode-se modelar qualquer computador digital.

### 3.2.4 Gramáticas analíticas ou de criação

A gramática da forma é um método que pode ser utilizado para análise de linguagens pré-existentes, assim como para a criação de novas linguagens. Sendo assim existem percursos diferentes a serem tomados, pois são diferentes os processos para a elaboração de uma gramática de análise e outra de criação de novas linguagens.

No caso das gramáticas de análise temos um corpus de projetos, por exemplo, paisagístico, que serve como referência para a criação de regras estas regras, quando aplicadas em uma determinada seqüência geram, dependendo do tipo de gramática e das restrições que esta apresenta, um número finito ou não de novas instâncias do projeto estudado. Neste caso, portanto, busca-se gerar composições que apresentem características semelhantes aos do corpus inicial. O corpus de projeto, sendo assim, deve ser um subconjunto contido no conjunto solução da gramática.

O subconjunto das soluções viáveis deve apresentar coerência formal, funcional e semântica adequada. A solução pode ser formalmente coerente, contudo, apresentar incoerência quanto alguns aspectos funcionais. Por exemplo, as formas dos canteiros de um jardim aquático podem ser adequadas a uma determinada linguagem, no entanto, se houver cantos demasiado estreitos, a vegetação não irá sobreviver. A vegetação determinada em uma dada solução pode ser inapropriada para o local que se prevê sua utilização.

Por outro lado, no caso das gramáticas que visam à criação de uma linguagem, o conjunto solução esperado inicialmente pode ir se modificando ao longo do processo. É possível que quem cria a gramática tenha em vista um conjunto solução que satisfaça as características que deseja, contudo ao longo do processo o resultado pode ser totalmente inesperado ou, simplesmente, podem ser elaboradas regras sem critério algum, levando a algo totalmente surpreendente. O processo de criação neste caso é mais livre e menos objetivo do que um processo que visa analisar uma linguagem. Fica incumbido ao responsável pela elaboração da gramática definir o tipo de restrições que irá utilizar, definindo assim o nível de incerteza quanto o conjunto solução que sua gramática irá propiciar.

Neste caso, quem determina se o conjunto de soluções é adequado é o próprio criador da gramática e responsável pelo instanciamento das soluções. O processo de escolha das soluções não depende mais de um corpus de projetos. Ela envolve apenas as decisões tomadas pelo criador e aplicador da gramática.

A dificuldade da análise é criar caminhos que levem a respostas semelhantes a outras que outro indivíduo, como Roberto Burle Marx encontrou. Para tanto, a gramática da forma apresenta uma série de ferramentas e métodos que possibilitam o controle do processo de geração das formas.

### **3.3 Exemplos de gramáticas da forma**

Neste tópico será apresentado o resumo de sete artigos que foram estudados até o momento e que ajudaram na compreensão do processo pelo qual se constrói diferentes gramáticas, segundo métodos de trabalho com as formas, específicos para cada um dos casos.

Dos sete artigos apresentados, seis deles tratam da análise de uma linguagem pré-existente. Quatro destes artigos foram analisados de maneira mais profunda, pois serão utilizados como base para a elaboração das gramáticas que serão apresentadas no texto final da dissertação.

#### **3.3.1 Gramática para o Kindergarten method**

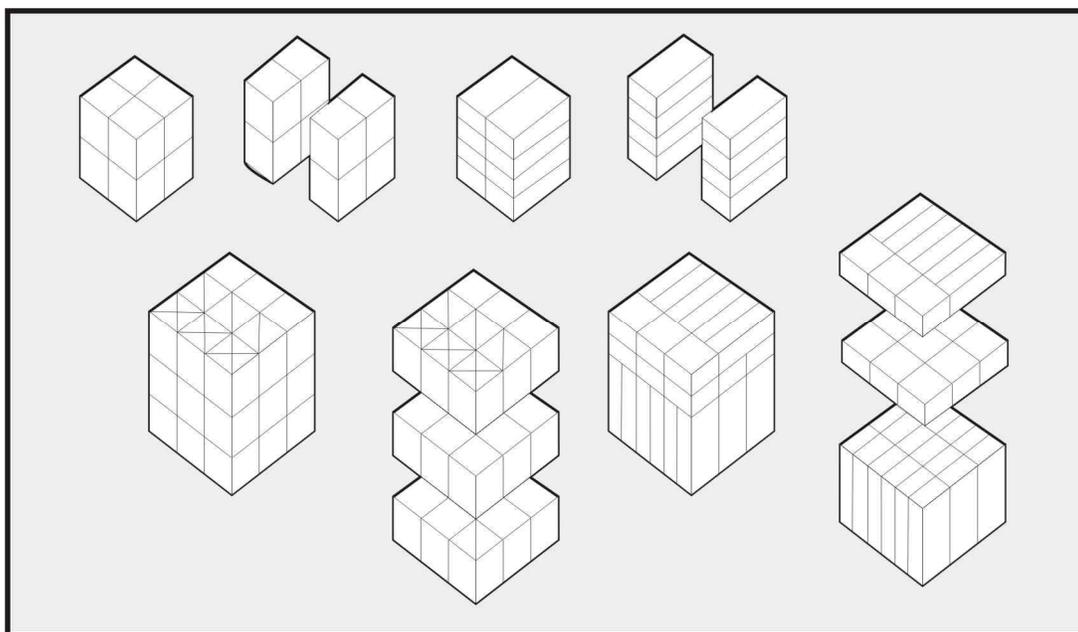
Segundo Stiny (1980), o método de ensino desenvolvido por Frederick Froebel é amplamente conhecido pelos arquitetos e *designers*. Ele baseia-se em uma série de blocos que é dada as crianças com a intenção de que estas, por meio de sua manipulação, possam descobrir as diferentes relações espaciais existentes entre eles. Os conjuntos de blocos são

formados por peças de diferentes dimensões, definidas segundo uma proporção constante entre os conjuntos (**figura 44**).

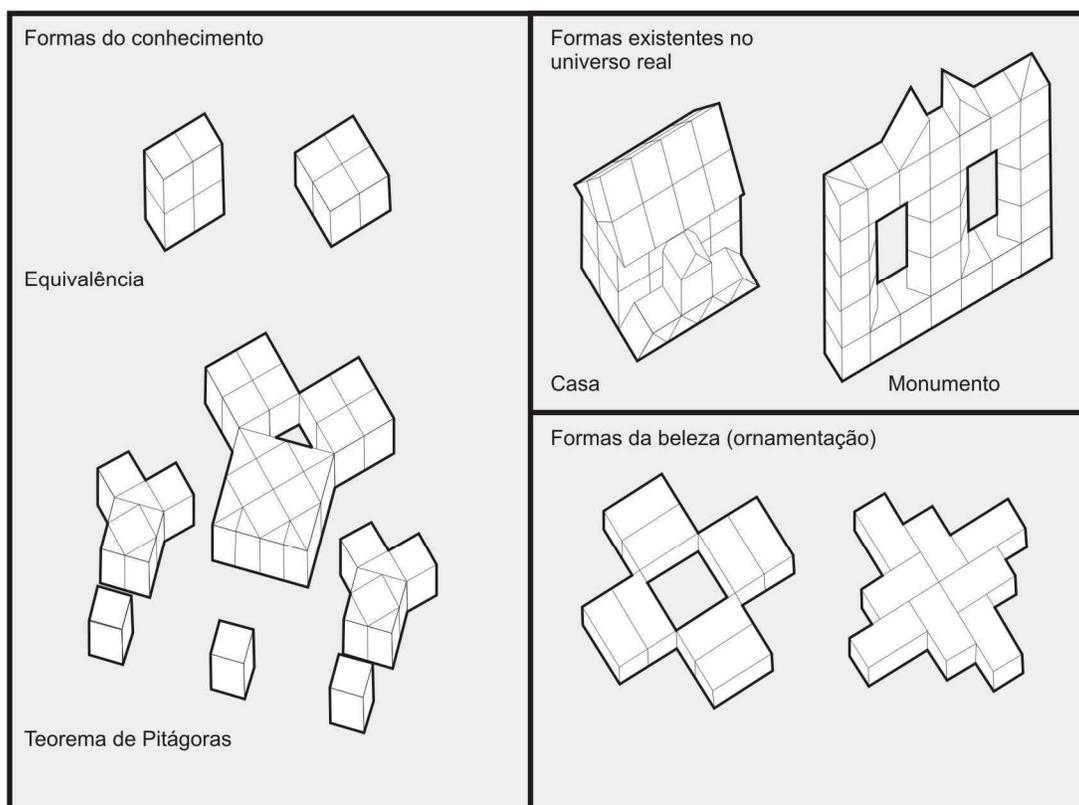
Segundo Froebel existem três tipos de formas, que podem ser criadas por meio da manipulação dos blocos (**figura 45 a 46**).

- (1) A primeira delas são as formas que se baseiam na composição das peças por meio de regras lógicas baseadas na proporção, equivalência e ordem das peças;
- (2) A segunda são as formas geradas pelos elementos existentes, como casas, sofás, conjunto de edifícios, etc;
- (3) O terceiro conjunto de formas baseia-se na distribuição das formas bi-dimensionalmente, formando diferentes padrões de desenho.

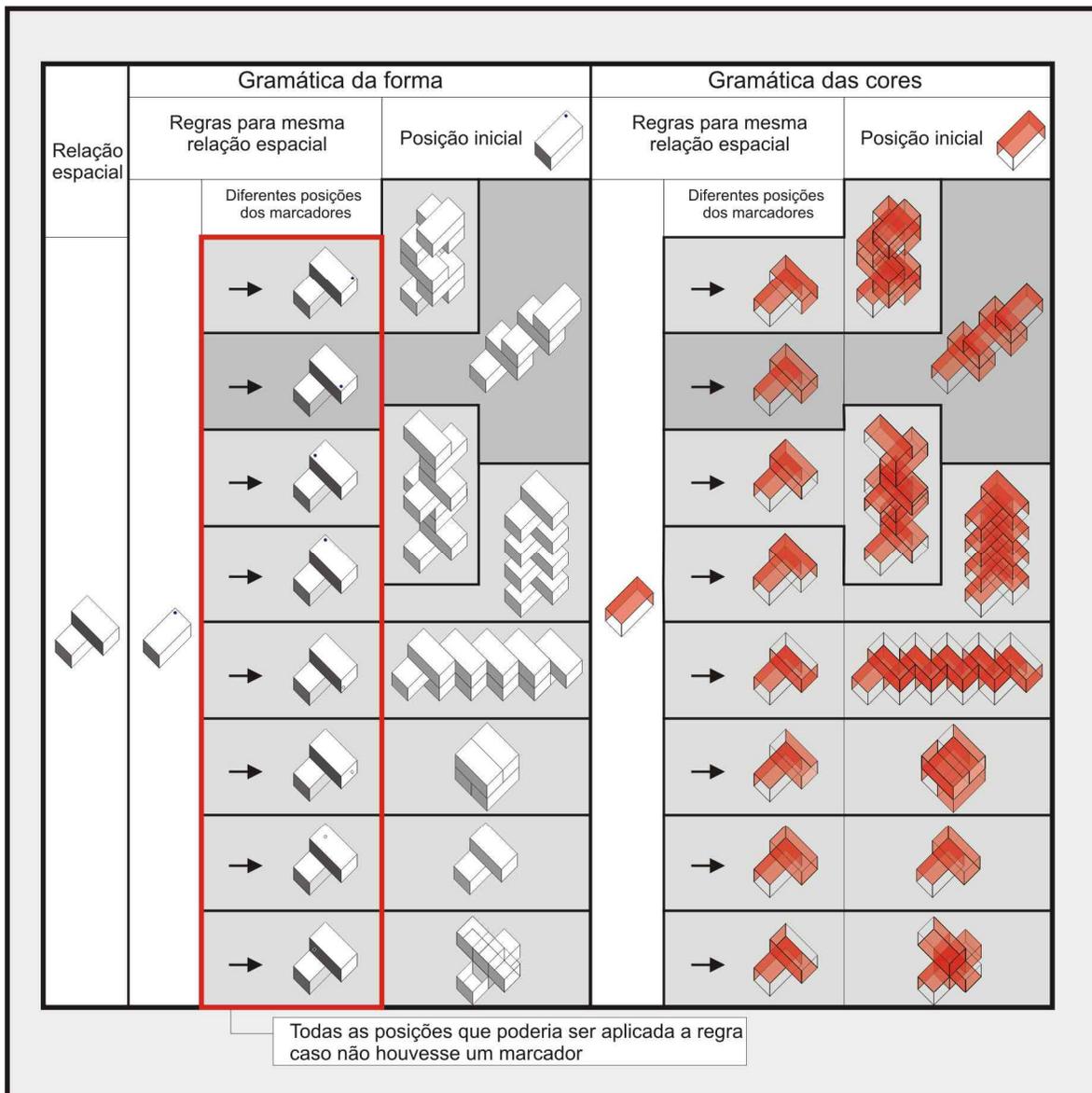
Neste artigo, Stiny apresenta conceitos sobre os níveis de simetria. Segundo o autor, o número de transformações ( $n$ ) segundo as quais uma regra  $s \rightarrow t$  pode ser aplicada há uma parte em particular de uma composição de formas, depende das propriedades de simetria apresentado no lado esquerdo da regra. Se o nível de simetria de  $s$  é igual a  $n$ , o número de maneiras com que a regra pode ser aplicada a uma subforma de uma composição é máximo. A utilização de um marcador é capaz de quebrar a simetria de um objeto reduzindo ao nível unitário a simetria. Neste caso a regra pode ser aplicada apenas uma vez na forma. Ocorre desta maneira a restrição do uso da regra.



**Figura 44:** Conjuntos de blocos Froebel responsáveis por formar as composições de formas tridimensionais a serem trabalhadas em uma gramática.. **Fonte:** Stiny (1975).



**Figura 45:** Exemplos de composições que podem ser construídas. **Fonte:** Stiny (1975).



**Figura 46:** Exemplos de composições que podem ser construídas com os blocos. **Fonte:** Stiny (1980).

### 3.3.2 Gramática para as Vilas Paladianas

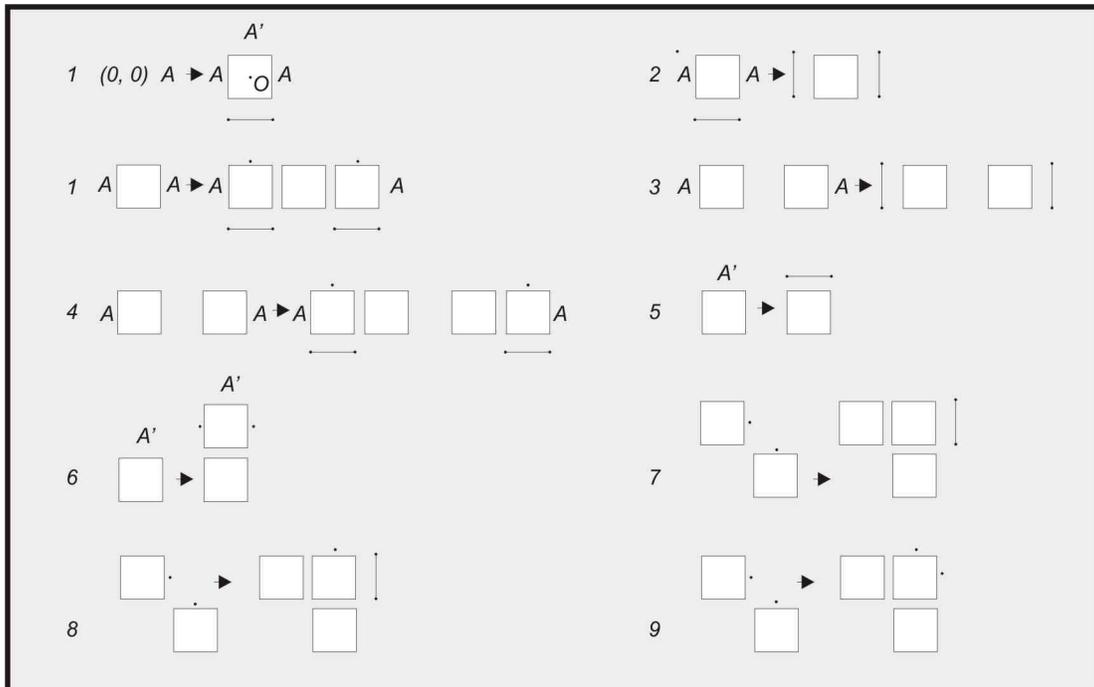
Segundo Stiny e Mitchell (1980), nos quatro livros de Palladio são definidas regras de arquitetura clássica de maneira semelhante as tradicionais gramáticas de Latim. As convenções em relação à composição e construção de bons edifícios são estabelecidas por meio de prescrições e exemplos. Desta maneira, explica os autores, é definida uma linguagem arquitetônica capaz de representar as principais características de uma arquitetura baseada nos preceitos da arte e da razão.

Stiny e Mitchell (1980) desenvolvem uma gramática da forma para as plantas baixas das vilas de Palladio. Parte das regras, desta gramática paramétrica, foi elaborada a partir da tradução direta de regras compositivas de Palladio e a outra foi gerada por meio da análise de exemplos de projetos de vilas publicados em Os Quatro Livros de Arquitetura. Segundo Stiny e Mitchell (1980:5), as plantas baixas são estudadas, ao invés de outros elementos, como motivos decorativos, pois são parte fundamental do estilo das vilas.

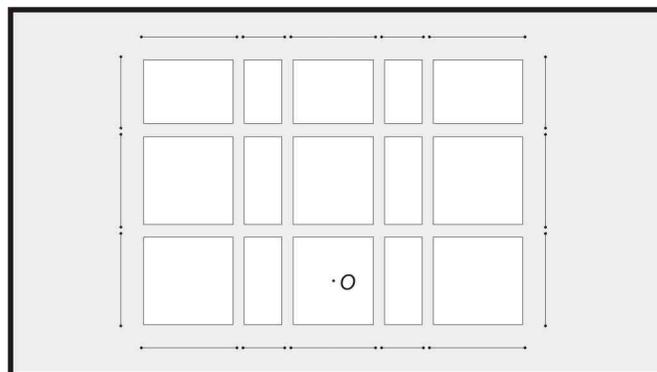
As plantas apresentam na maioria dos casos simetria apenas em um de seus eixos. Segundo Stiny e Mitchell (1978:6) o processo para a elaboração destas plantas pode ser dividido em oito estágios diferentes, semelhante às fases de desenvolvimento de um projeto.

- (1) Definição de um grid;
- (2) Definição das paredes externas;
- (3) Definição do layout das salas;
- (4) Realinhamento das paredes internas;
- (5) Definição dos acessos principais;
- (6) Ornamentação exterior – definição das colunas;
- (7) Definição das janelas e portas;
- (8) Finalização.

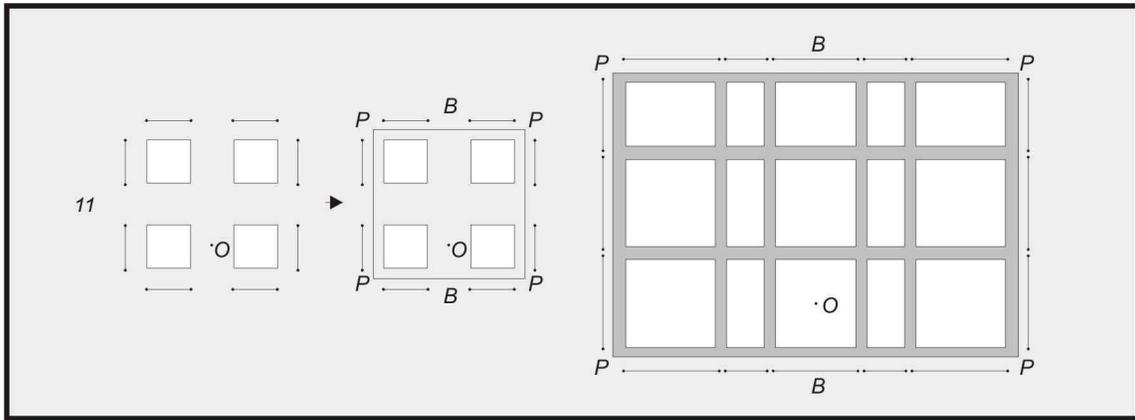
Nas **figuras 47 a 58** estão as regras e plantas das plantas obtidas da vila Malcontenta, após a aplicação de cada uma das etapas.



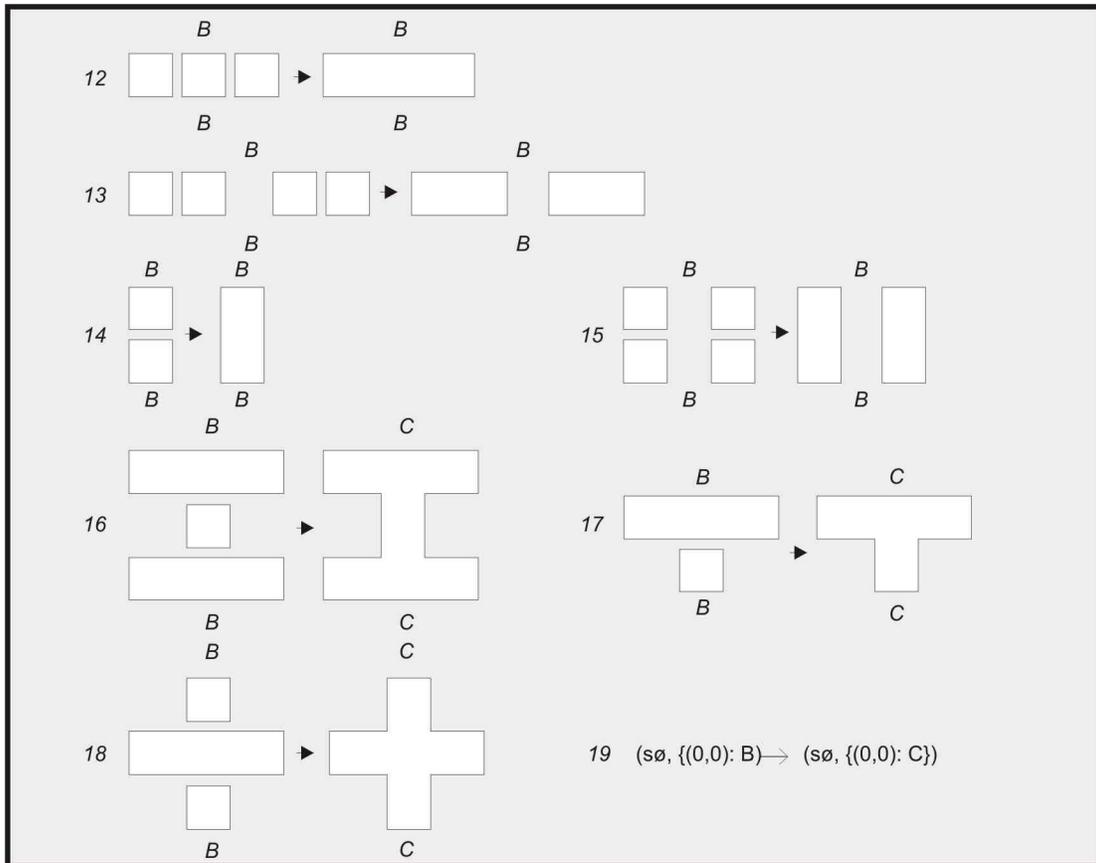
**Figura 47:** Regras para a definição do grid. **Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



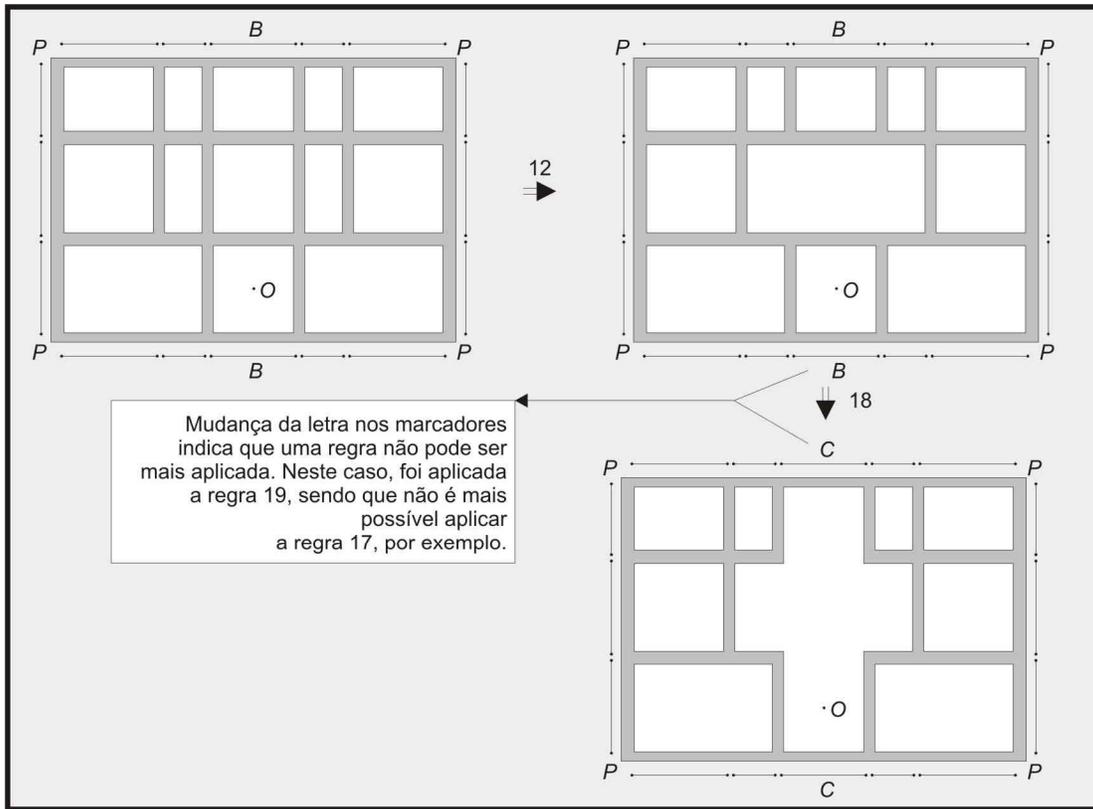
**Figura 48:** Resultado da montagem do grid para a Vila Malcontenta. **Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



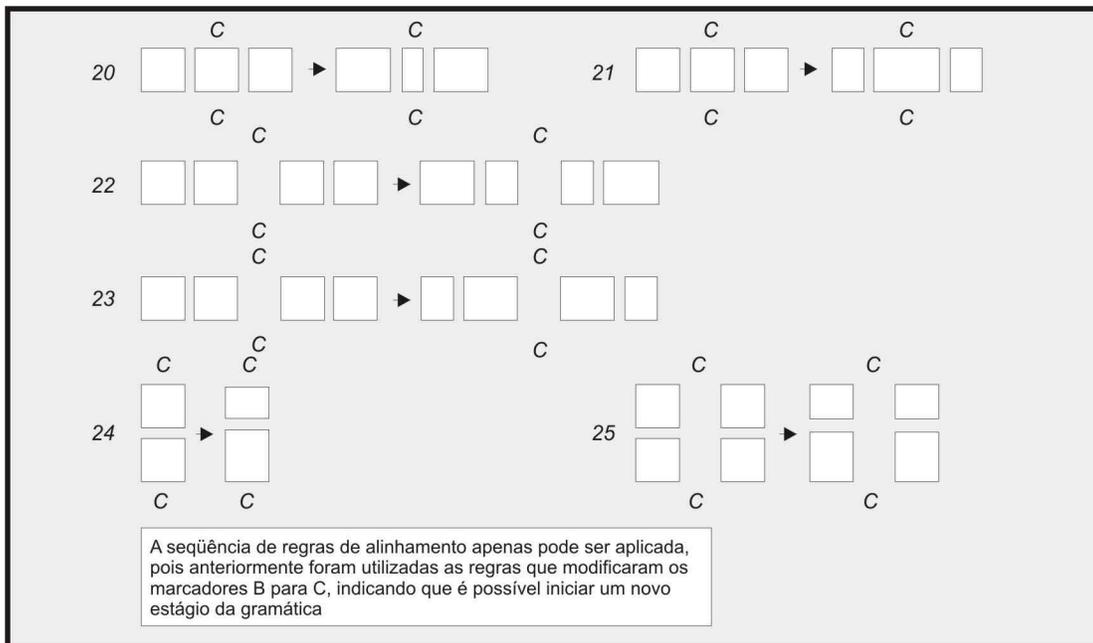
**Figura 49:** Exemplos de união de formas. **Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



**Figura 50:** Regras para a definição do layout interno. **Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



**Figura 51:** Resultado para a construção da Vila Malcontenta. **Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



**Figura 52:** Regras para o realinhamento das paredes internas. **Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).

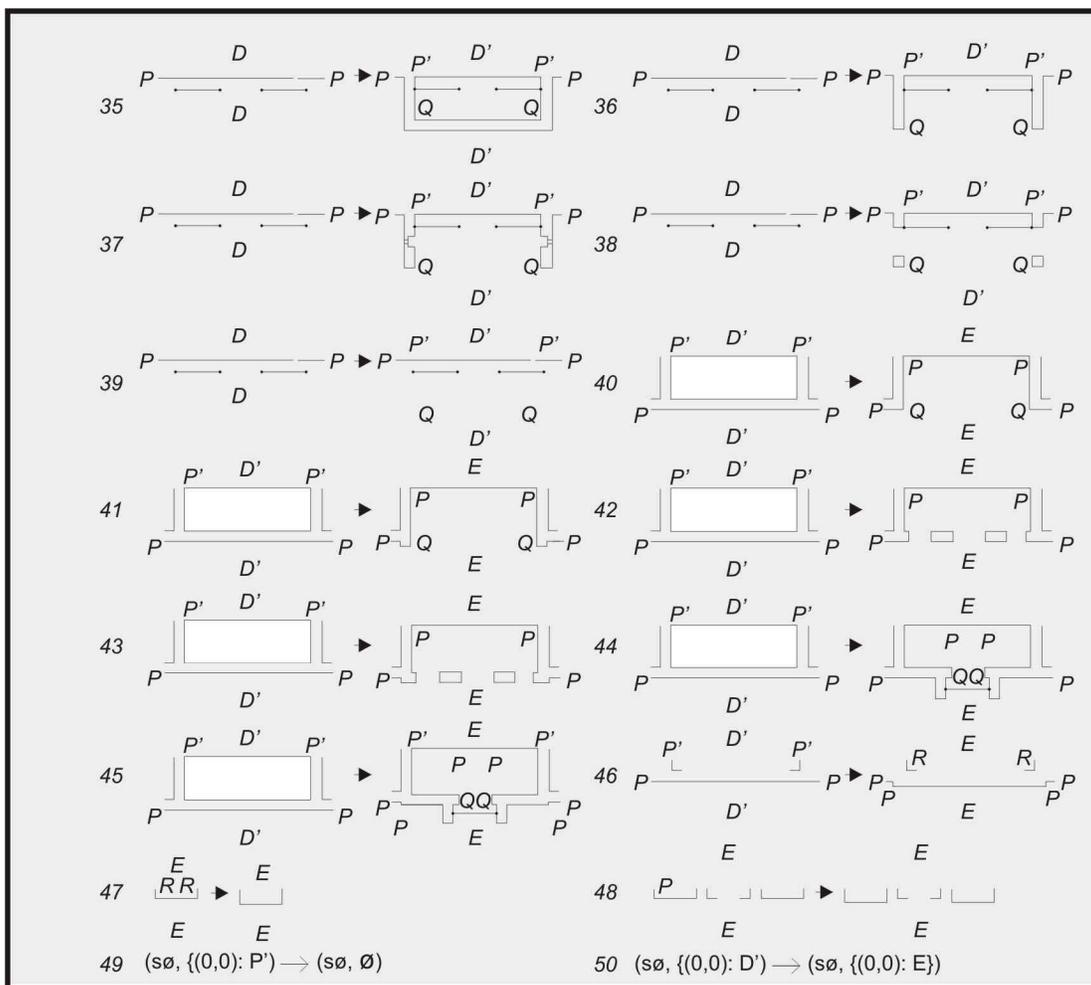
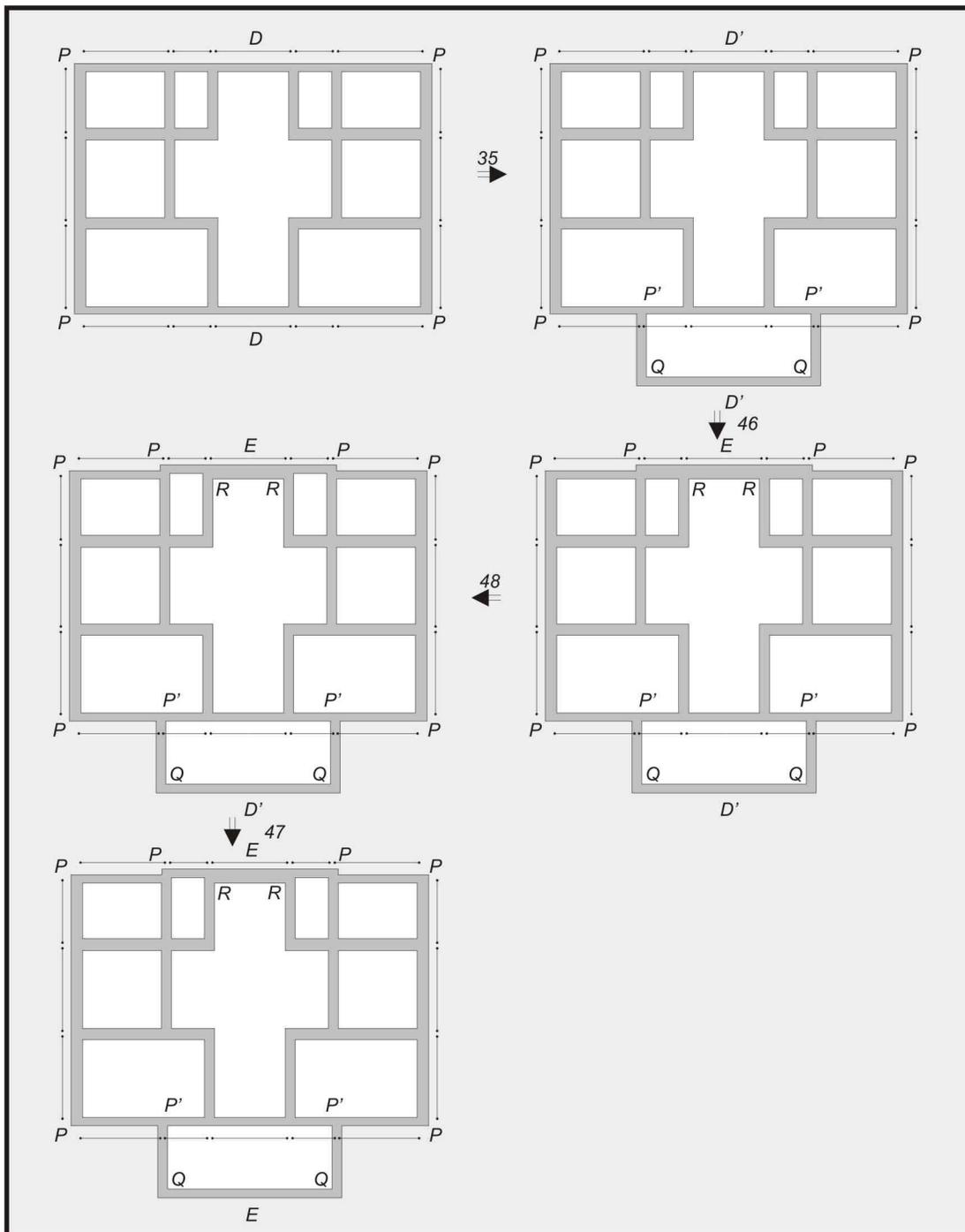
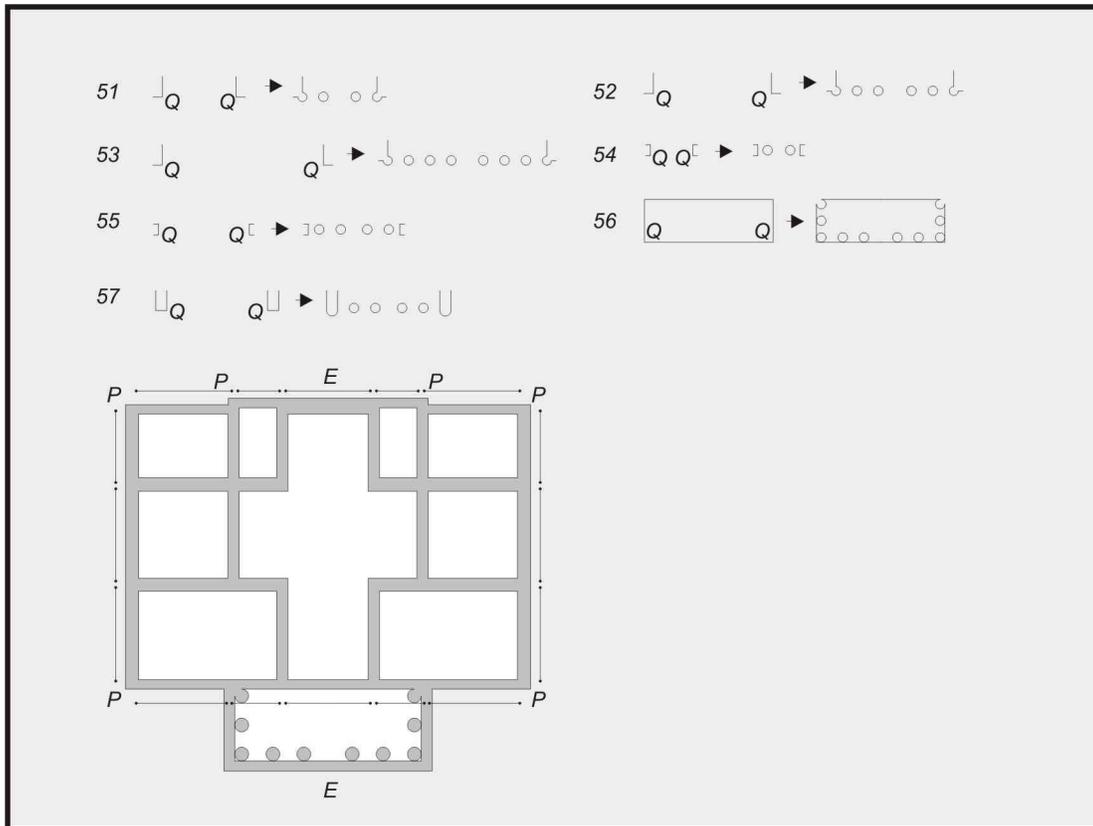


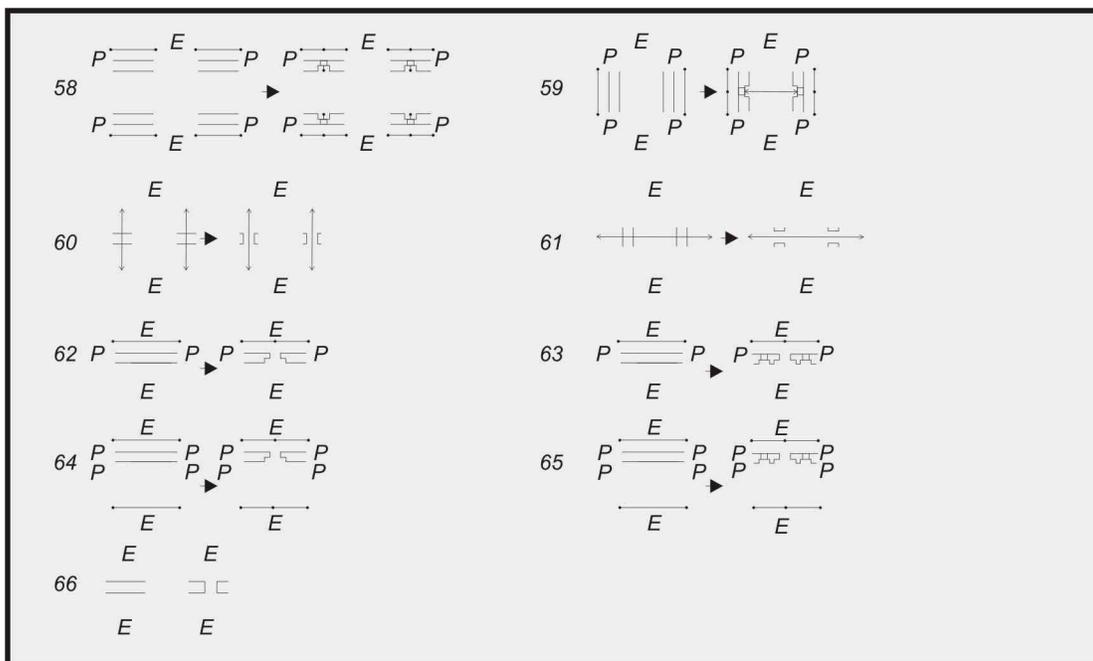
Figura 53: Regras para a definição de pórticos ressaltos nas paredes. Fonte: Stiny & Mitchell (1980).



**Figura 54:** Aplicação das regras de geração de pórticos e ressaltos na Vila Malcontenta.  
**Fonte** Stiny & Mitchell (1980).



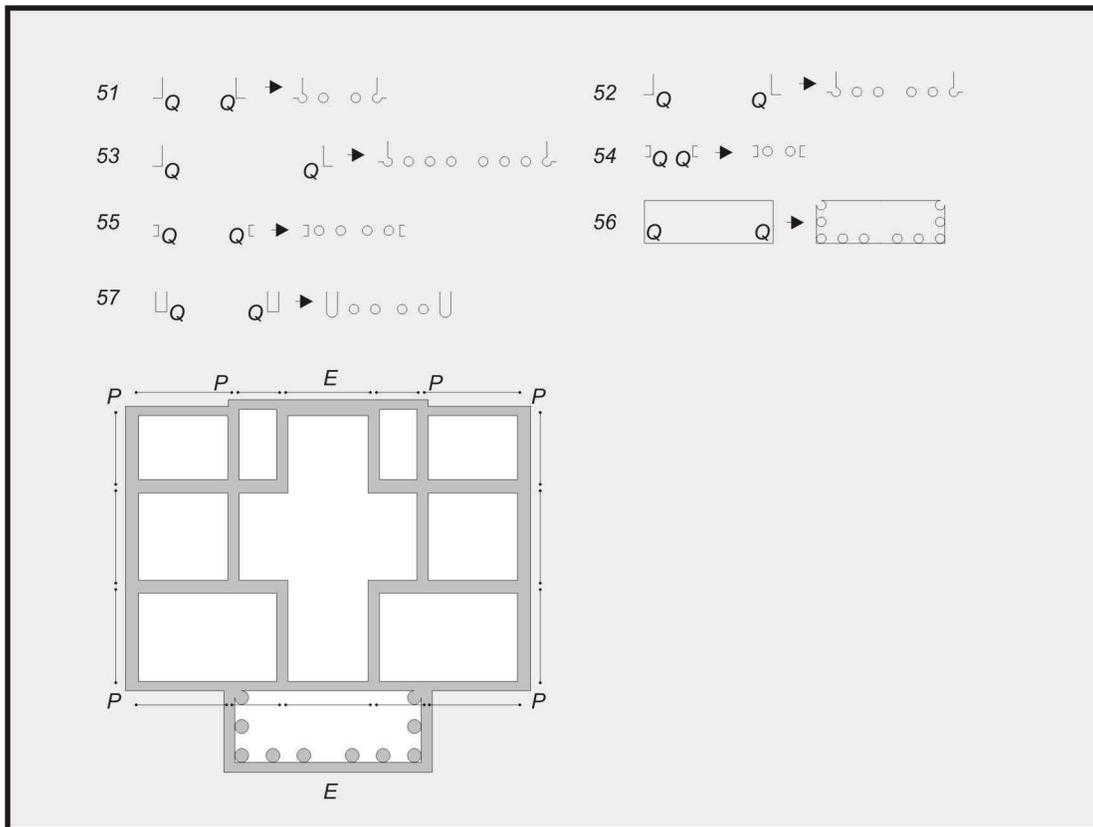
**Figura 55:** Regras e aplicação das regras para a geração das colunas na Vila Malcontenta.  
**Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



**Figura 56:** Regras para a adição de portas e janelas.  
**Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



**Figura 57:** Geração de portas e janelas. **Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



**Figura 58:** Regras para a finalização da Vila Malcontenta. **Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).

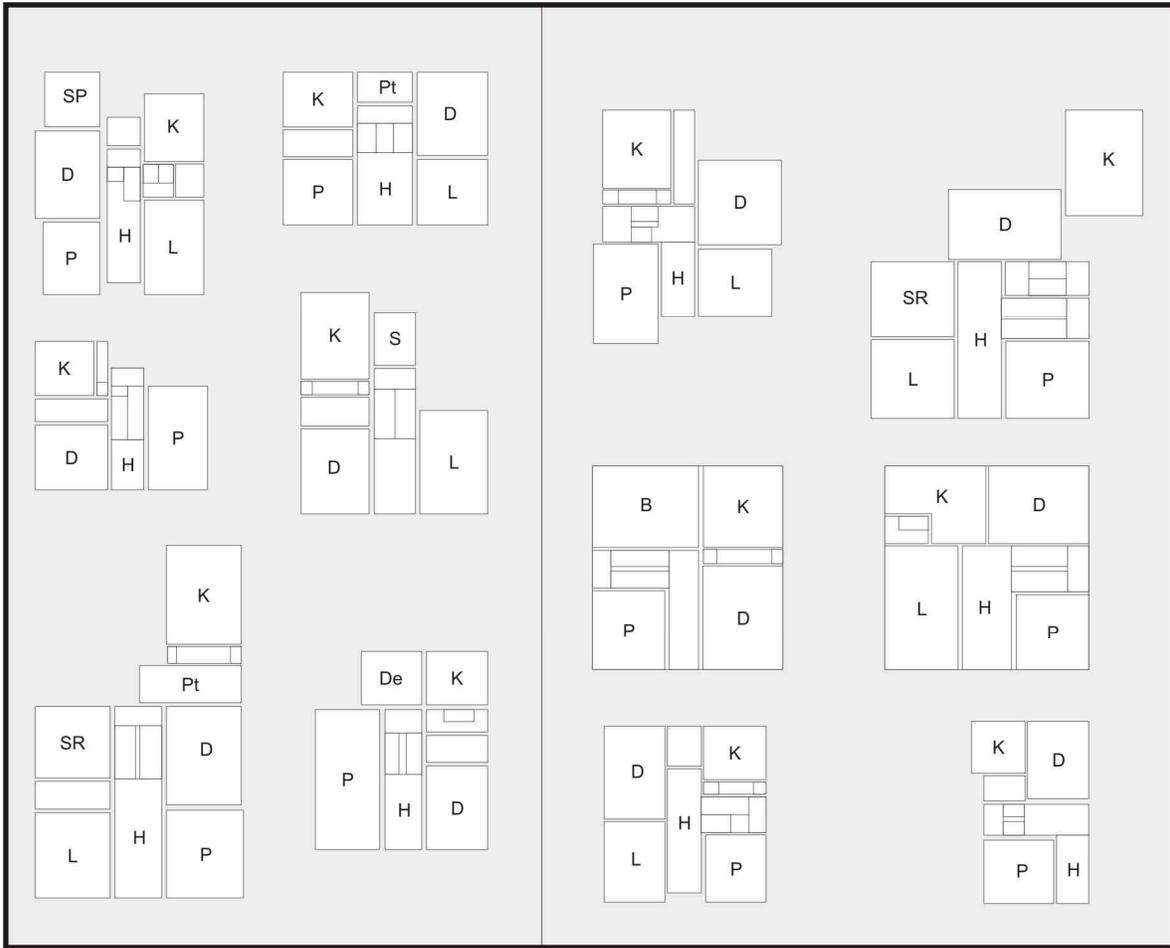
### 3.3.3 Gramática paramétrica para as casas em estilo Queen Anne

Outro estudo importante, desenvolvido por Flemming (1987), é o desenvolvimento para uma gramática da forma para as residências em estilo Queen Anne. Nele, o autor utiliza-se de retângulos de diferentes dimensões, mas com proporções pré-estabelecidas, para representar cada um dos cômodos da habitação. Estes são “extrudados” de maneira a chegar à volumetria da residência. O autor também desenvolve regras que são responsáveis pela construção dos telhados e detalhamento das casas.

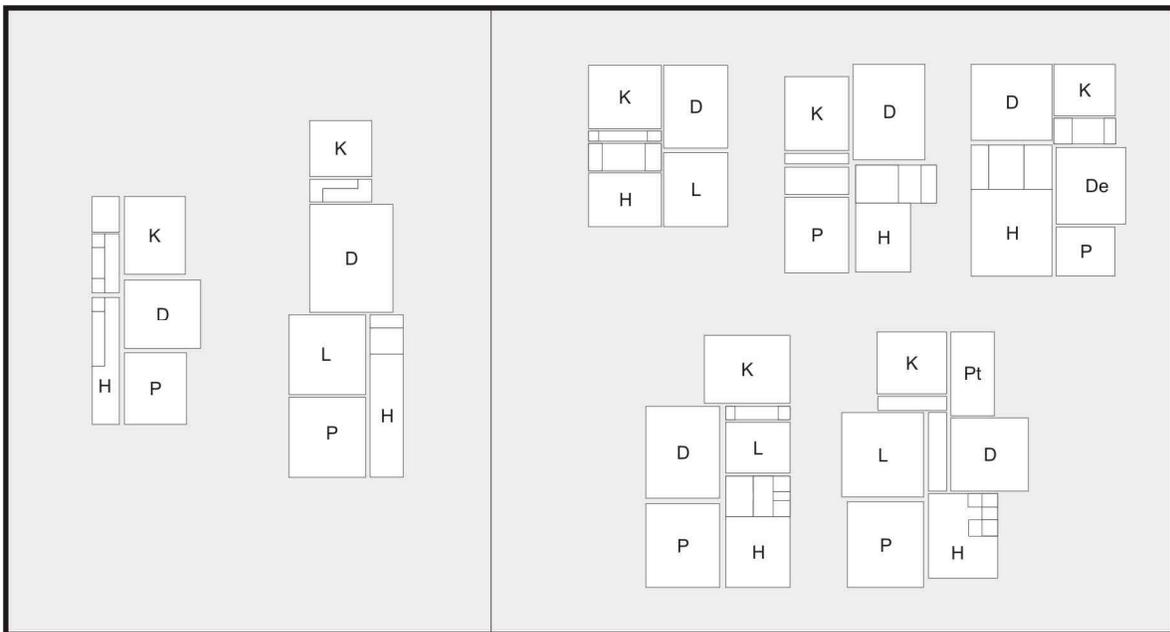
A diferença entre esta gramática e a gramática desenvolvida por Stiny & Mitchell (1980) para as Vilas Paladianas é que as casas em estilo Queen Anne não apresentam as mesmas características quanto à distribuição dos cômodos e simetria. No caso das casas em estilo Queen Anne, cada um dos cômodos apresenta sua função determinada por marcadores. Devido à falta de simetria, o autor definiu regras mais específicas para a determinação da localização das salas, tendo como foco principal a determinação inicial do hall.

Portanto, neste caso, diferentemente do caso das Vilas Paladianas, onde o processo de geração das plantas surge a partir da definição de um grid simétrico, a planta baixa é gerada por meio da adição de salas a partir do hall da casa. As **figuras 59 a 64** apresentam as regras e o processo de elaboração de plantas baixas de residências no estilo Queen Anne.

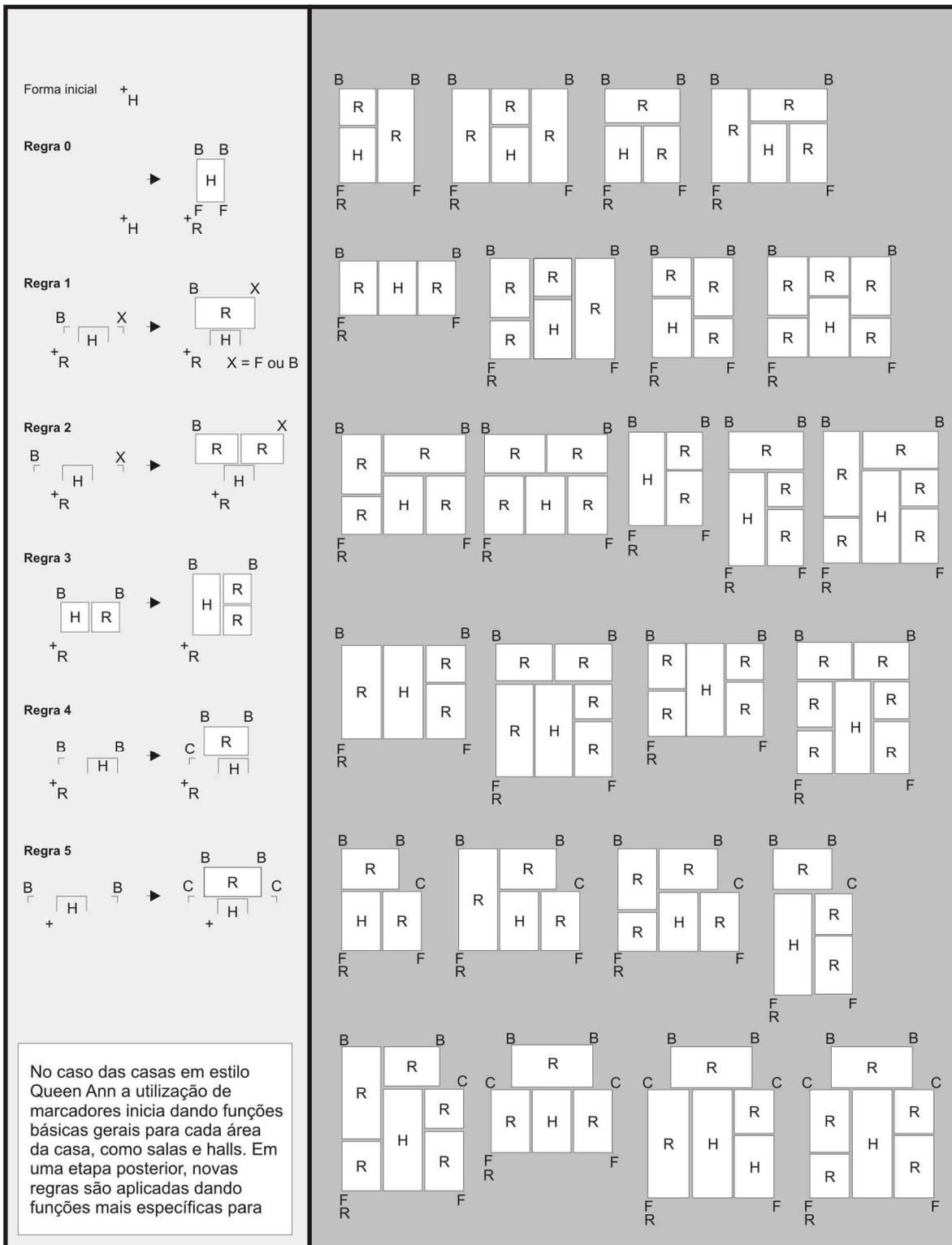
Os dois últimos conjuntos de regras apresentados nas **figuras 63 e 64** são responsáveis, respectivamente, pela definição da posição das escadas e pela extrusão dos volumes que formarão cada ambiente da habitação.



**Figura 59:** Variação das plantas baixas das casas em estilo Queen Anne. **Fonte:** Flemming (1987).



**Figura 60:** Variação das plantas baixas das casas em estilo Queen Anne. **Fonte:** Flemming (1987).



**Figura 61:** Aplicação das regras para a definição de layout e resultados possíveis obtidos.  
**Fonte:** Flemming (1987).

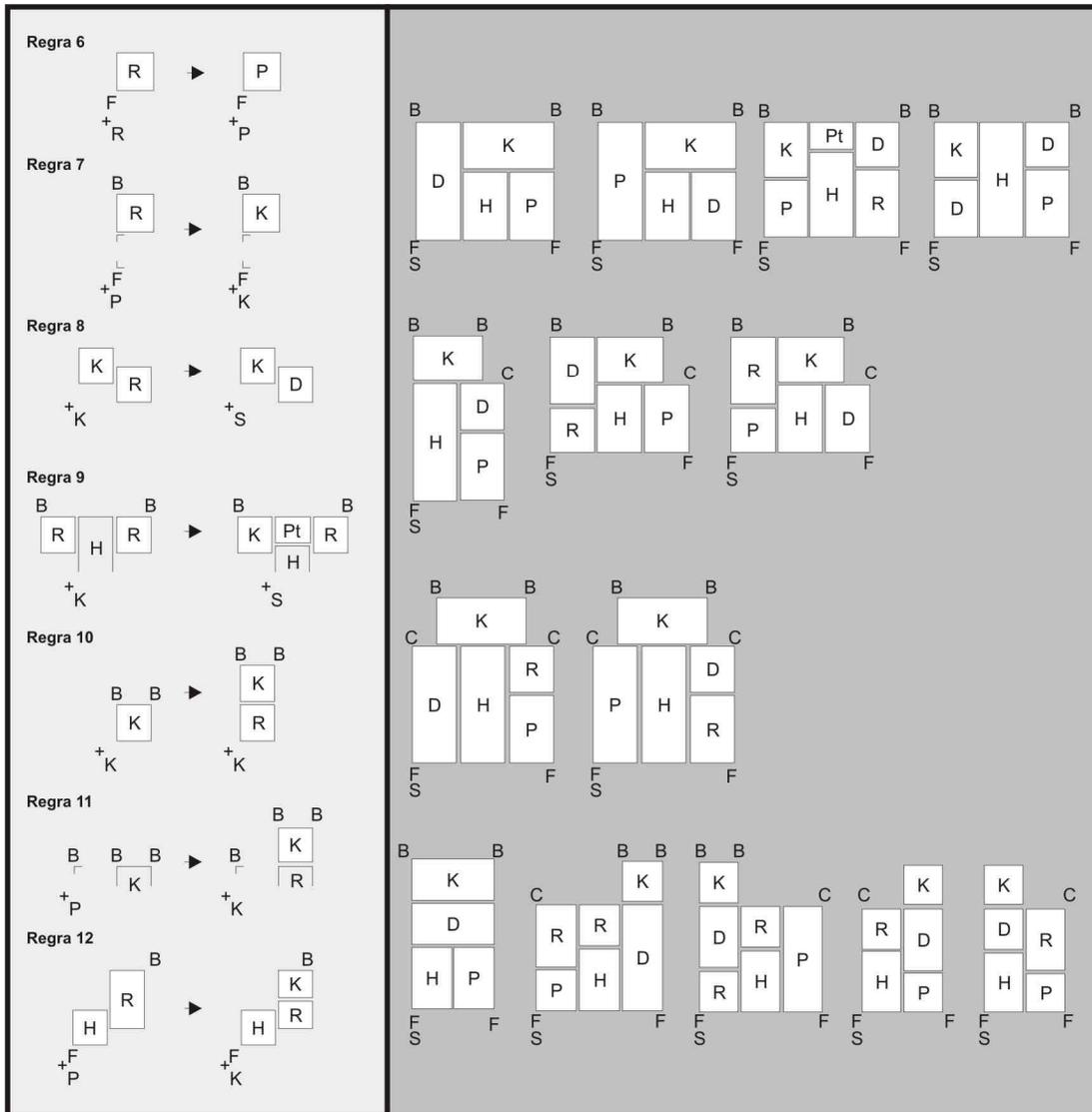


Figura 62: Aplicação das regras para a definição das funções de cada sala. Fonte: Flemming (1987).

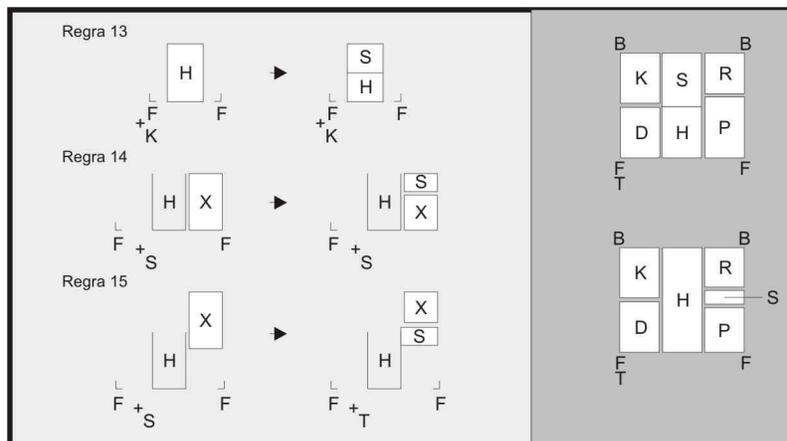
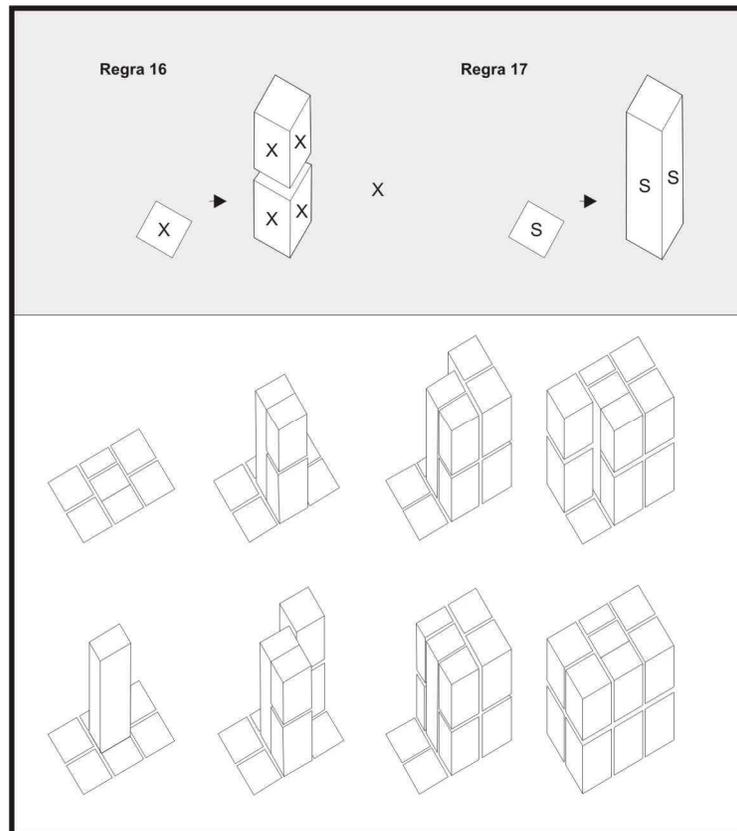


Figura 63: Aplicação das regras para a edição de escada. Fonte: Flemming (1987).



**Figura 64:** Aplicação das regras para a estrusão dos volumes. **Fonte:** Flemming (1987).

### 3.3.4 Gramática paramétrica para encostos de cadeira no estilo Hepplewhite

Segundo Knight (1980, p.227), o estilo de cadeira Hepplewhite, assim como o estilo Chippendale ou Sheraton, vem sendo utilizado e imitado há mais de dois séculos. Estes estilos foram popularizados pelos próprios projetistas que, desde o fim do século do XVII, publicavam guias e catálogos para que outros artesões pudessem reproduzir estes estilos ou pudessem criar seu próprio estilo a partir dos apresentados nas publicações.

O processo de projeto de novas cadeiras, segundo Knight (1980:227), era considerado uma ação continuada de refinamento que resultaria na criação de novas soluções a partir de modelos pré-existentes. A criatividade e a habilidade de um artesão, explica a autora, era

expressa pela sua capacidade em criar novas soluções segundo uma mesma linguagem e não na criação de uma nova linguagem.

Para os encostos das cadeiras em estilo Hepplewhite, Knight desenvolve uma gramática da forma paramétrica a partir de três exemplares de cadeiras atribuídas a Samuel Mc Intyre. A gramática, como pode ser visto nas **figuras 65 a 69**, parte da simplificação das formas curvas existentes dos encostos da cadeira, para o início da geração de novos encostos. Como expõe a autora, o fato das cadeiras apresentarem simetria bilateral colabora para simplificar o processo de geração das formas. O processo, portanto, se dá em três etapas básicas:

- (1) Simplificação das curvas;
- (2) Elaboração das regras para a geração das formas;
- (3) Elaboração das regras para a reconstrução das curvas que formam o design da cadeira.

O processo elaborado por Knight (1980) parte, primeiramente, da divisão do encosto em duas partes iguais e, em uma segunda etapa, na divisão destas em outras duas partes iguais. Essa divisão elementar (**figura 65**) constitui a forma básica da qual poderão ser geradas formas mais complexas. É possível notar na ilustração que a forma básica é uma simplificação do encosto da cadeira apresentada na **figura 64** sem a adição dos motivos e decoração anteriormente dispostos. Segundo a autora, a forma básica curviniliar é obtida pela a adição de curvas entrelaçando as bordas e eixos da composição. Elas são unicamente determinadas por regras que especificam como as curvas são conectadas, sua frequência e o ângulo aproximado de sua curvatura.

A adição de curvas para a geração da forma curva básica, como explica Knight (1980), deve seguir as seguintes regras básicas.

- (1) As curvas devem apresentar simetria em relação ao eixo central;
- (2) É possível adicionar curvas entre o eixo central e o eixo intermediário. Cada uma destas curvas deve ser conectada em algum ponto com outra curva adicionada. Não é

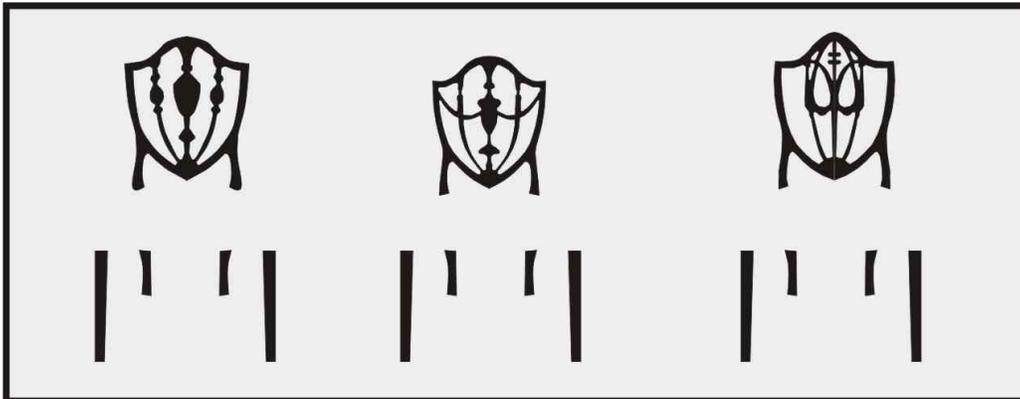
possível adicionar mais que três curvas, e se três delas forem acrescentadas, ao menos duas delas devem se interceptar em um ponto e em apenas um ponto na área existente entre o eixo intermediário e o eixo central. É possível perceber, após a leitura da composição simplificada que a adição de mais de três curvas iria, desnecessariamente, sobrecarregar visualmente a parte central do encosto comprometendo a composição visual final;

(3) Uma curva e apenas uma pode ser adicionada entre a borda lateral e o eixo intermediário e deve ser conectada a uma curva previamente adicionada na área central do encosto;

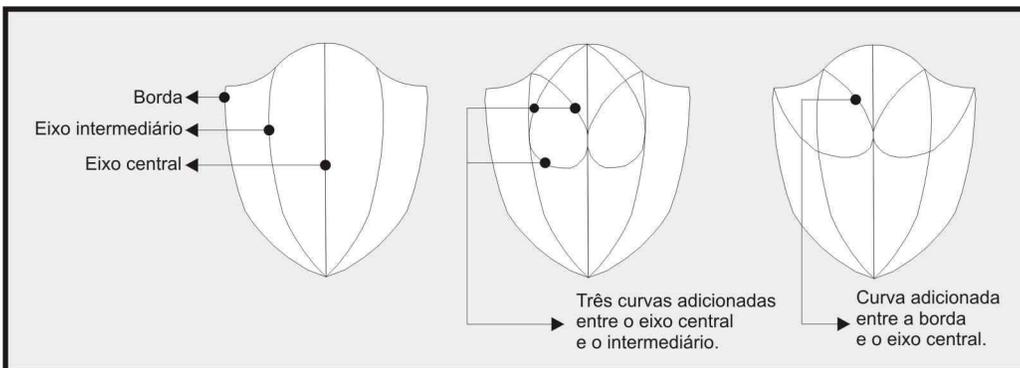
(4) O ângulo de qualquer curva não pode ser pequeno de maneira a transparecer que a curva não é contínua ou é abrupta. Além das questões estéticas que envolvem a dimensão dos ângulos nas curvas, estes devem ser grandes o suficiente, de maneira a permitir com que a madeira seja esculpida.

Estas restrições apresentadas, segundo a autora do trabalho, podem ser representadas de um modo mais rigoroso em uma gramática da forma paramétrica. Inicialmente, a forma curva básica pode ser transformada em uma forma inicial reta. Devido à simetria bilateral existente nos encostos das cadeiras, a aplicação da gramática pode ser realizada em apenas um dos lados do encosto que depois pode ser refletido segundo o eixo central previamente definido. Neste caso, portanto, a forma inicial seria metade do encosto ou, segundo uma melhor definição, uma forma composta por um triângulo e um quadrilátero que apresentam um lado comum (o eixo intermediário). O triângulo apresenta vértices nos pontos  $p_1$ ,  $p_2$  e  $p_3$ . O marcador **A** é adicionado a um dos vértices do quadrilátero e o marcador \* é adicionado ao centróide do triângulo. Todas as regras representadas na **figura 67** são obtidas por meio da utilização desta forma inicial e as formas e marcadores produzidos a partir dela.

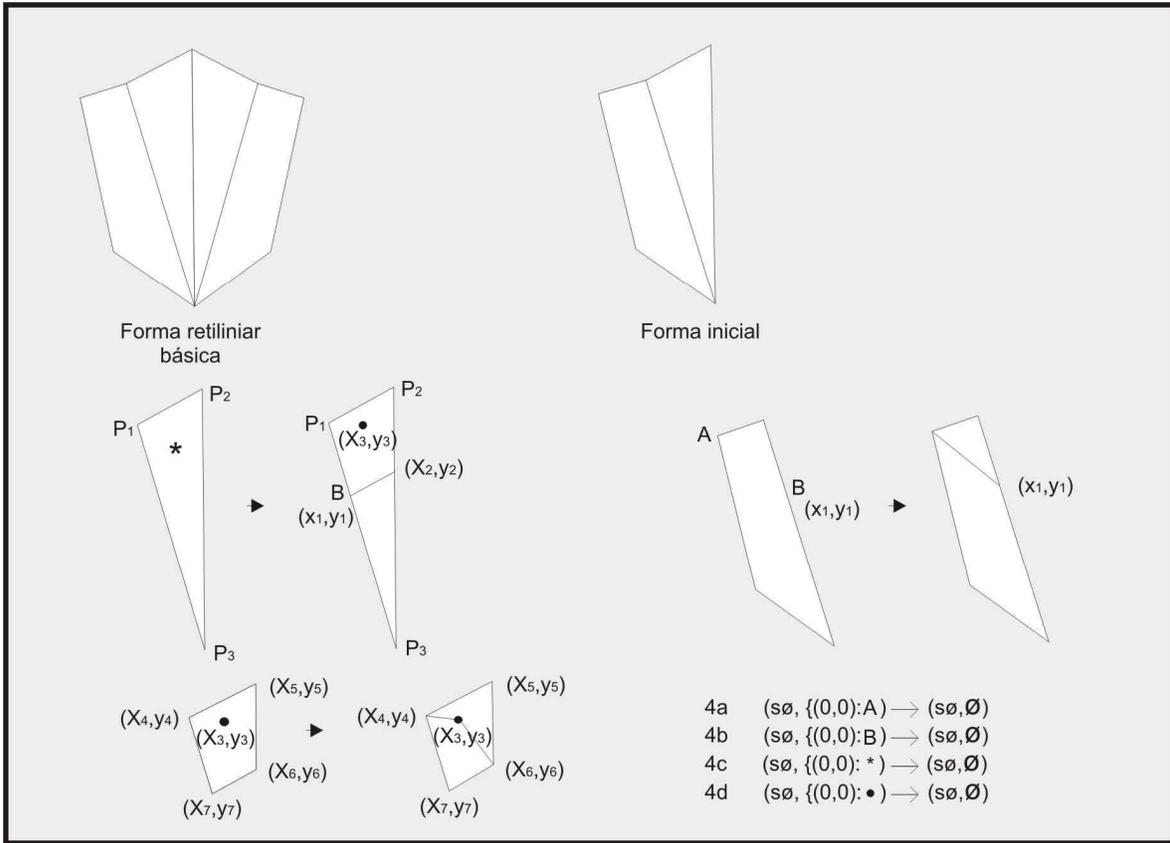
O estágio final, como foi explicitado anteriormente, trata da recolocação das linhas curvas. Este é um procedimento que especifica como as curvas devem substituir as linhas retas sem modificar o padrão da composição. O processo deve ser realizado, seguindo a lógica da gramática e respeitando a elegância e fluidez das linhas associadas ao design do encosto das cadeiras.



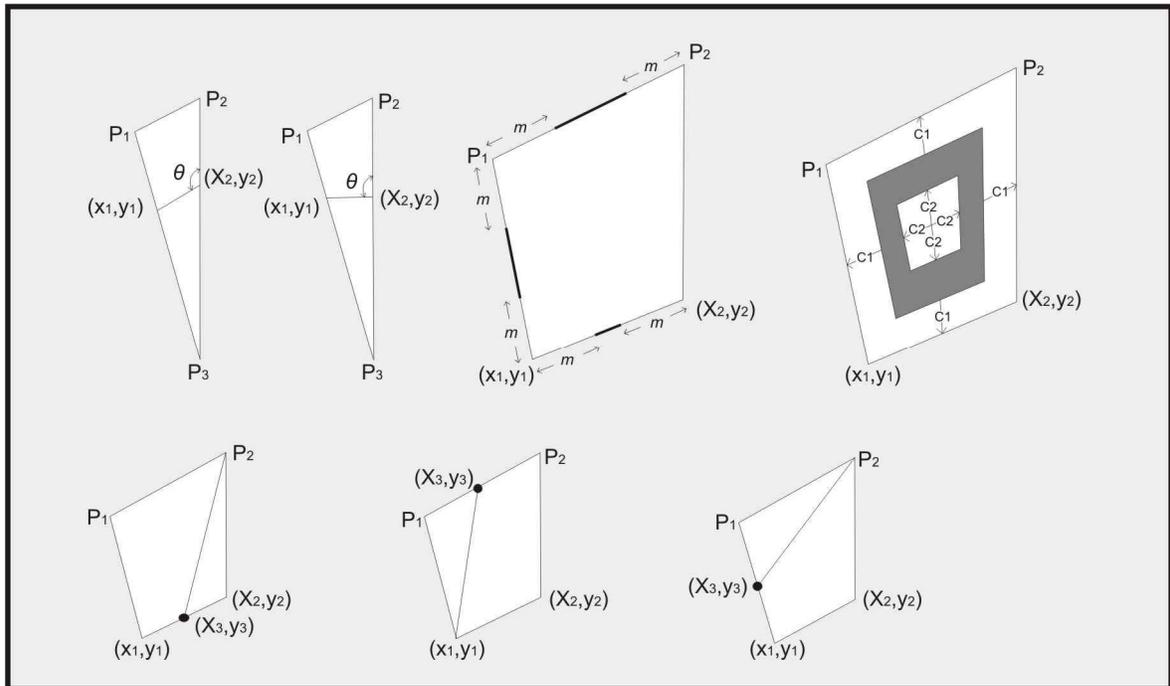
**Figura 65:** Exemplos de cadeiras no estilo Hepplewhite.  
**Fonte:** Knight (1980).



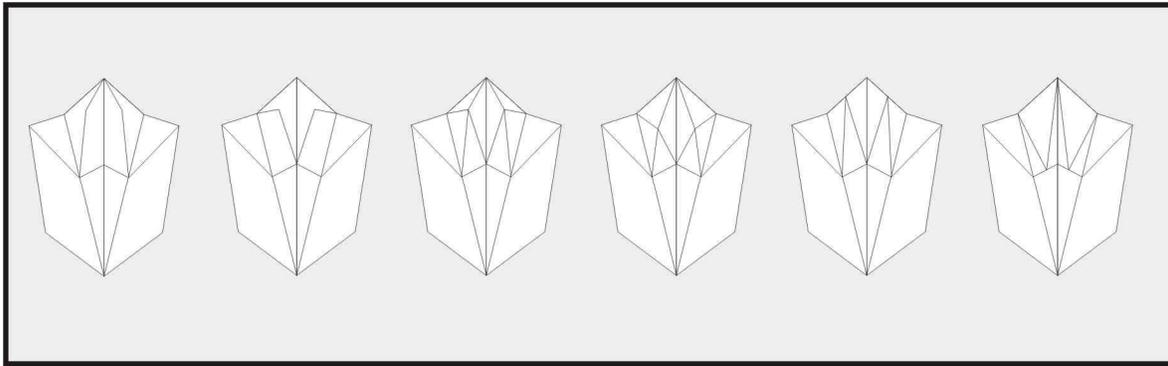
**Figura 66:** Elementos e formas básicas das cadeiras. **Fonte:** Knight (1980).



**Figura 67:** formas básicas e regras para a elaboração de uma instância. **Fonte:** Knight (1980).



**Figura 68:** Restrições das posições a serem adicionadas linhas. **Fonte:** Knight (1980).



**Figura 69:** Exemplos de encostos gerados no estilo Hepplewhite.  
**Fonte:** Knight (1980).

### 3.3.5 Gramática paramétrica para os jardins persas

A análise dos jardins persas foi realizada por Stiny & Mitchell, que construíram uma gramática tradicional para estes jardins. Neles, os canteiros são elaborados por formas geométricas simples, tendo como forma inicial um quadrado.

Os jardins Mughul, segundo Stiny & Mitchell (1980:209), são jardins cercados por muros que têm como intenção a criação do paraíso verde, isolado, longe das hostilidades do deserto. Segundo os autores, o desenvolvimento da gramática da forma para estes jardins foi motivado pela crença de que a compreensão de um estilo arquitetônico ou tipo requer mais que a simples descrição de propriedades essenciais de alguns de seus exemplares. O entendimento completo de uma linguagem projetual apenas pode ser alcançado quando se torna possível elaborar regras capazes de gerar instâncias segundo uma linguagem pré-determinada. Os autores lembram que as instâncias não devem ser apenas visualmente plausíveis, mas também, funcionalmente e simbolicamente adequadas. O corpus de análise é formado por três exemplares de jardim persas. O Taj Mahal em Agra, o Shalamar Bagh em Lahore e a tumba de Jahangir em Shahdara, próximo a Lahore. Estes são jardins reais erguidos pelos Imperadores Mughul.

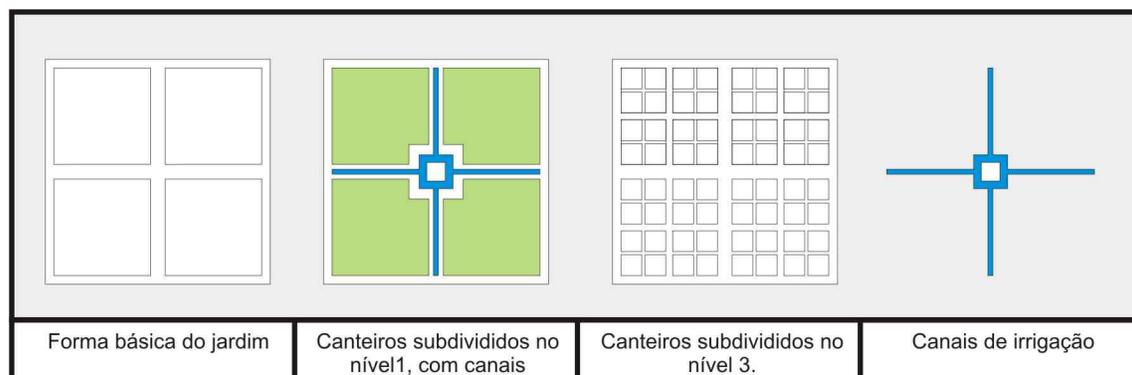
Estes jardins são compostos por quatro canteiros quadrados separados por artérias ortogonais formadas pela circulação principal e pelos canais de irrigação dos jardins. Os

canteiros vão se tornando mais complicados por meio da subdivisão de um dos quadrados em quatro novos quadrados. A divisão é necessária, pois quando o jardim é muito grande torna-se impossível irrigar de maneira satisfatória toda sua área. Ao dividi-lo são criadas miniaturas dos jardins que apresentam também eixos ortogonais de circulação e irrigação ou apenas, dependendo da dimensão do jardim, de circulação. As regras e resultados de sua aplicação estão nas **figuras 70 a 76**. A definição dos canais depende dos seguintes fatores:

- (1) Os canais devem ocorrer no par de eixos ortogonais de nível 1;
- (2) Pode ocorrer em um eixo ortogonal de nível  $n+1$  sempre que um eixo de nível  $n$  apresenta um sistema de canais;
- (3) Os canais devem ser colocados sempre de maneira a manter a simetria bilateral do jardim;
- (4) Os canais devem apresentar mesma largura em um mesmo nível.

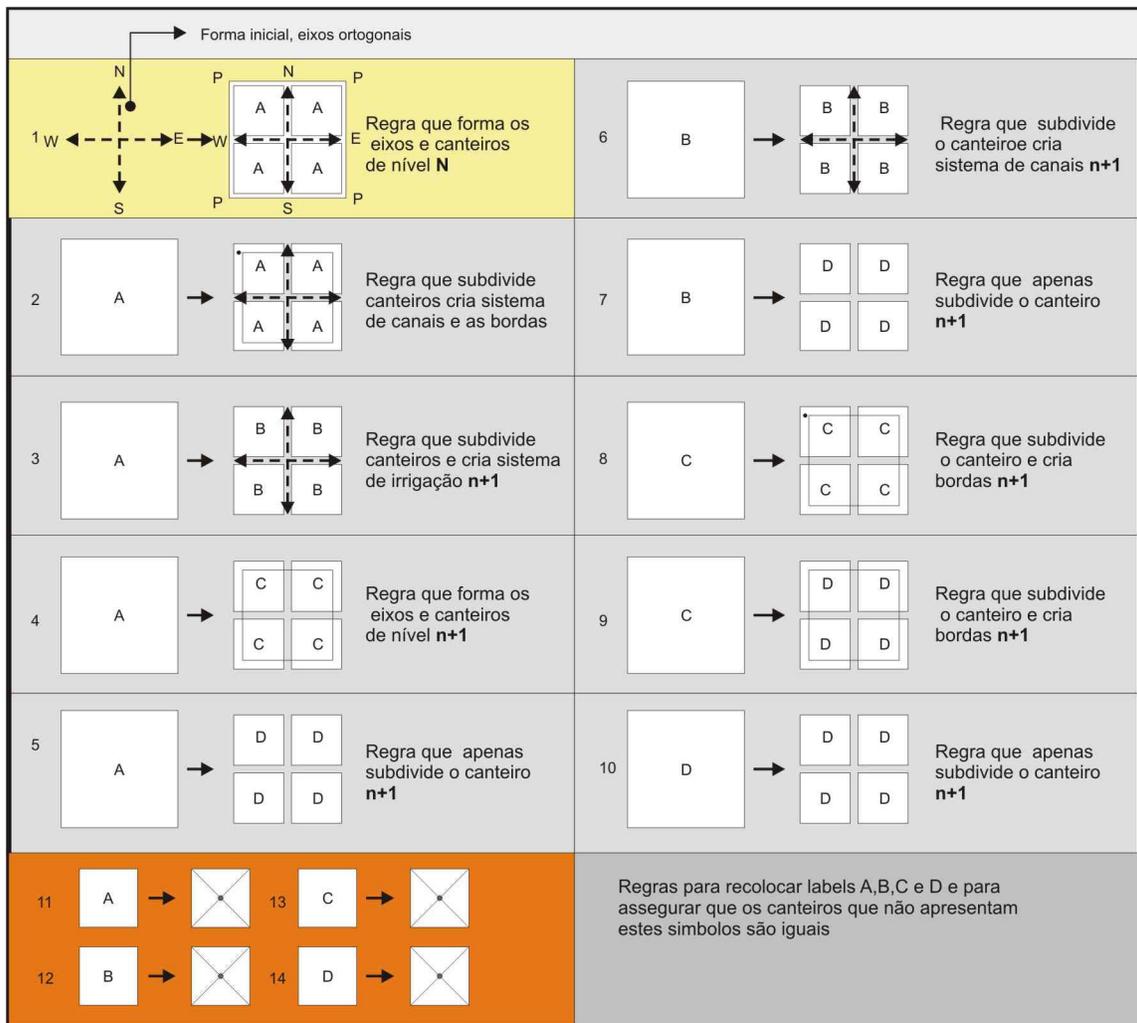
Outra característica importante destes jardins são as bordaduras de vegetação. Cada um dos canteiros pode apresentar bordas, contanto que sejam obedecidas as seguintes regras básicas:

- (1) A borda pode ser adicionada para um par de eixos de nível 1;
- (2) A borda pode ocorrer em um nível  $n+1$  se ocorreu em um nível anterior;
- (3) A borda deve ser construída de modo a manter a simetria bilateral do jardim;
- (4) A largura de uma borda em um nível é sempre igual.



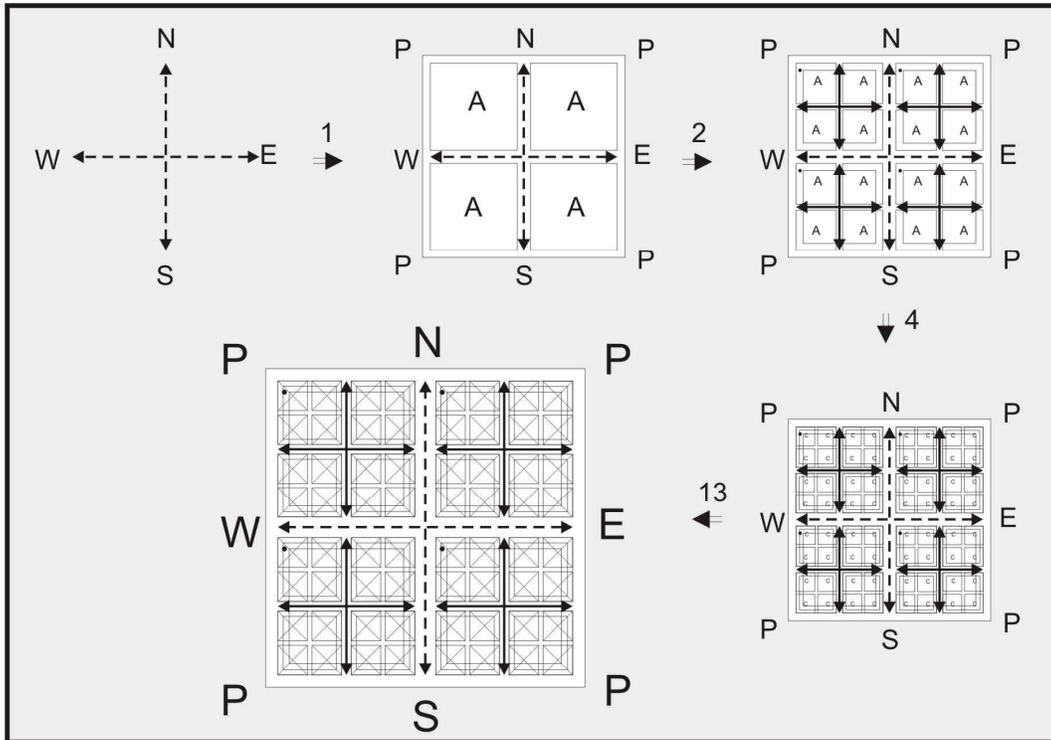
**Figura 70:** Elementos e formas básicas de um jardim Persa.

**Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).

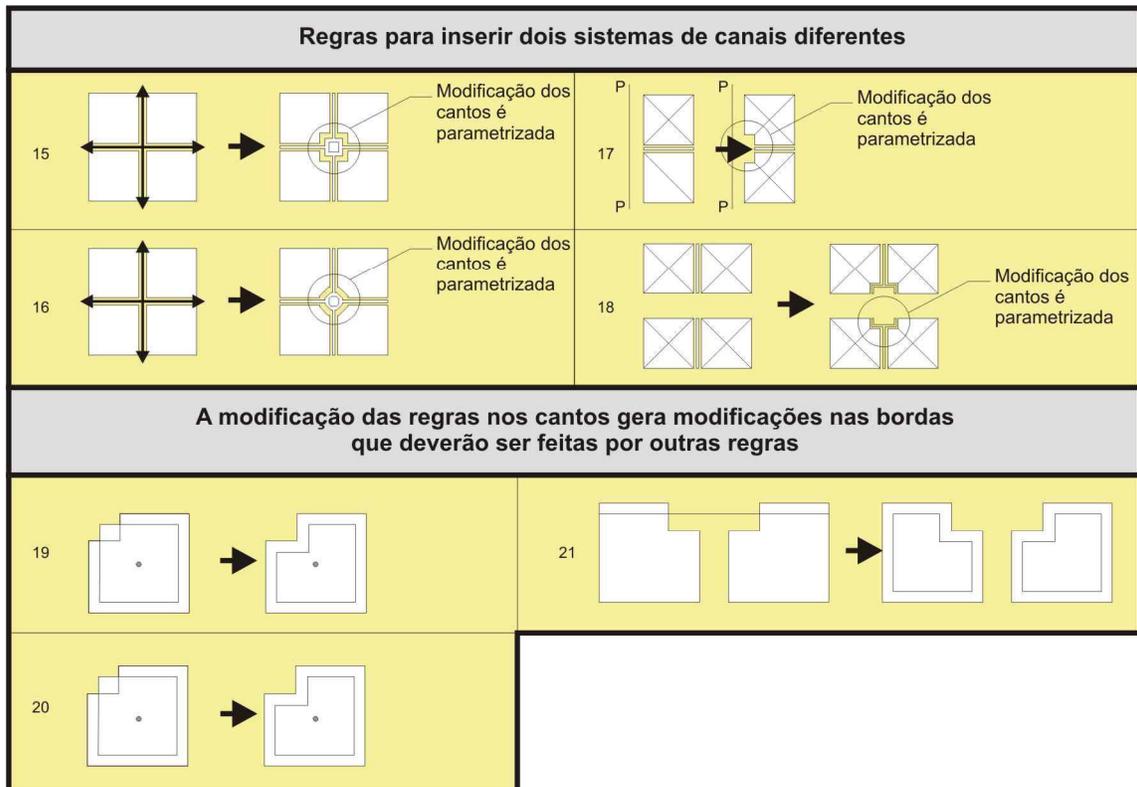


**Figura 71:** Processo inicial de geração das jardins, definição da forma básica, canais e bordas.

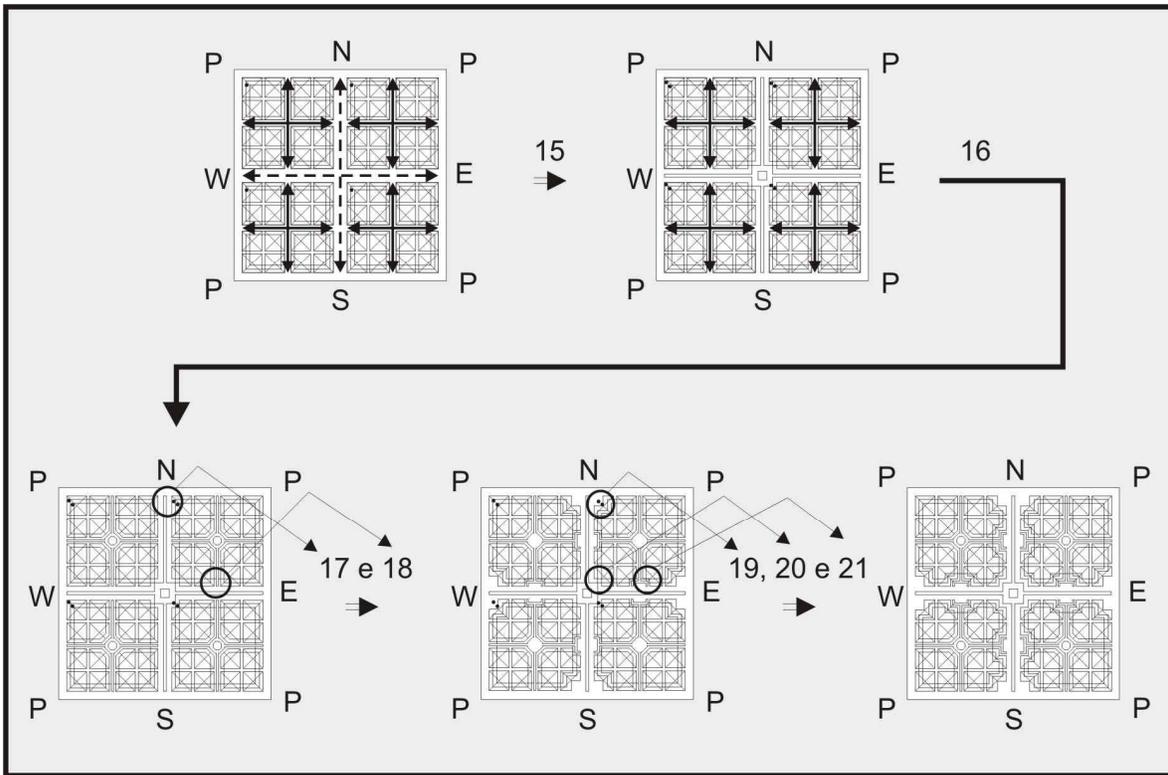
**Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



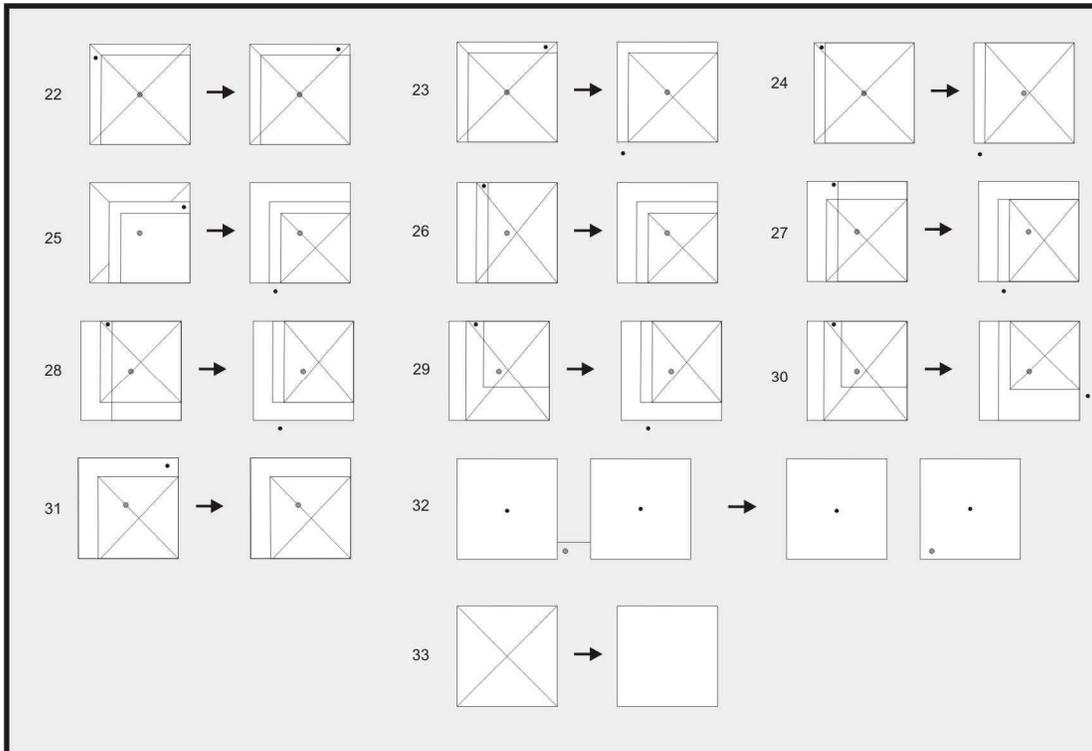
**Figura 72:** Geração da forma na primeira etapa.  
**Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



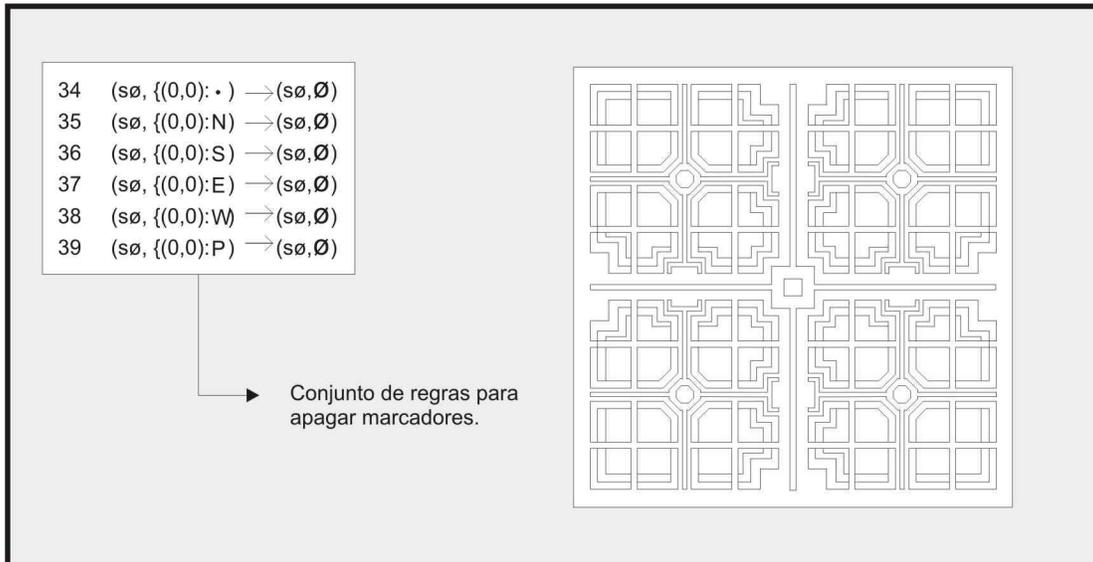
**Figura 73:** Segunda etapa, regras para geração de canais e ornamentação dos cantos dos canteiros.  
**Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



**Figura 74:** Aplicação das regras da segunda etapa.  
**Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).



**Figura 75:** Regras para a definição das bordas na terceira etapa.  
**Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).

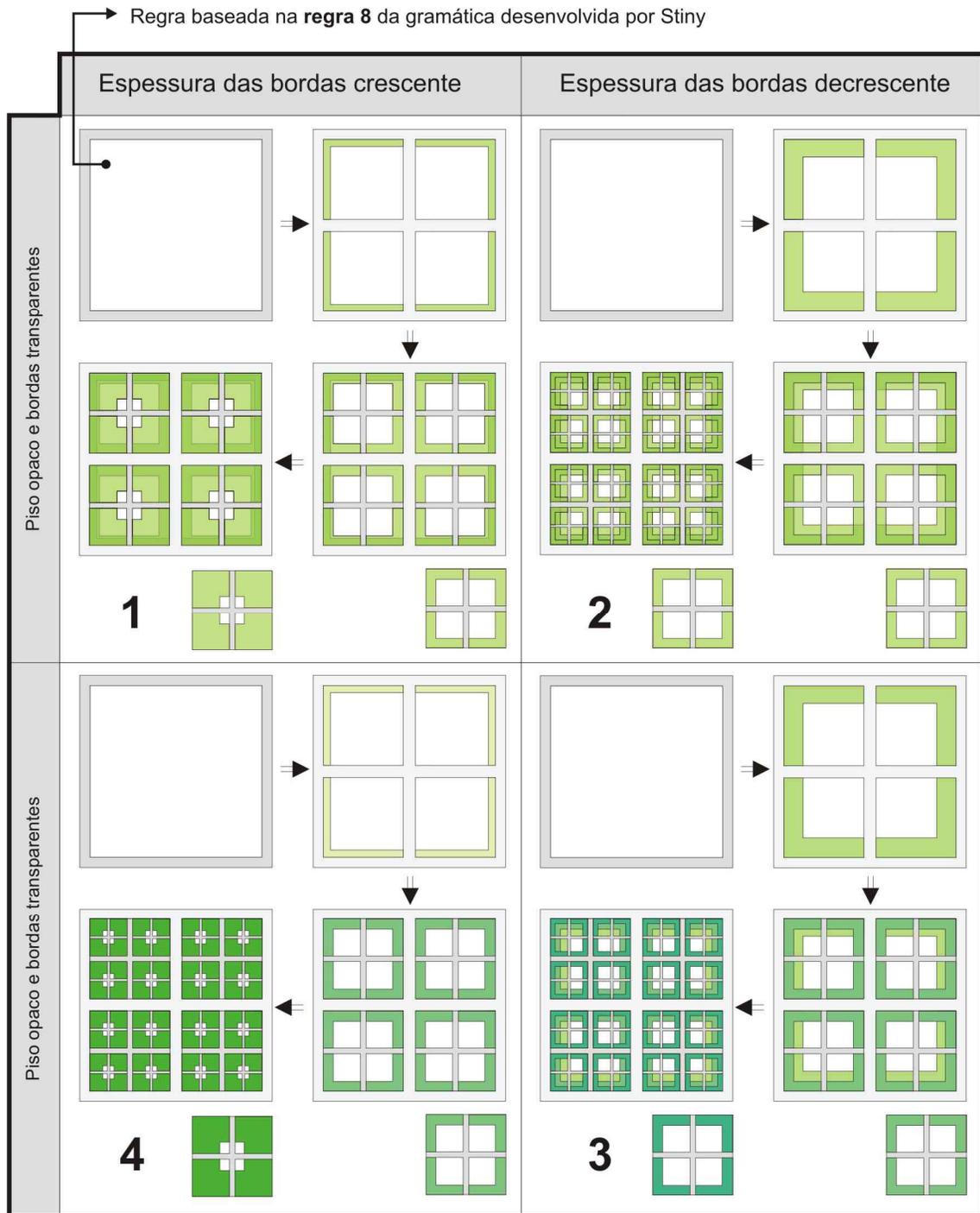


**Figura 76:** Regras de finalização e etapa final. **Fonte:** Stiny & Mitchell (1980).

### 3.3.6 Gramática das cores para os jardins persas

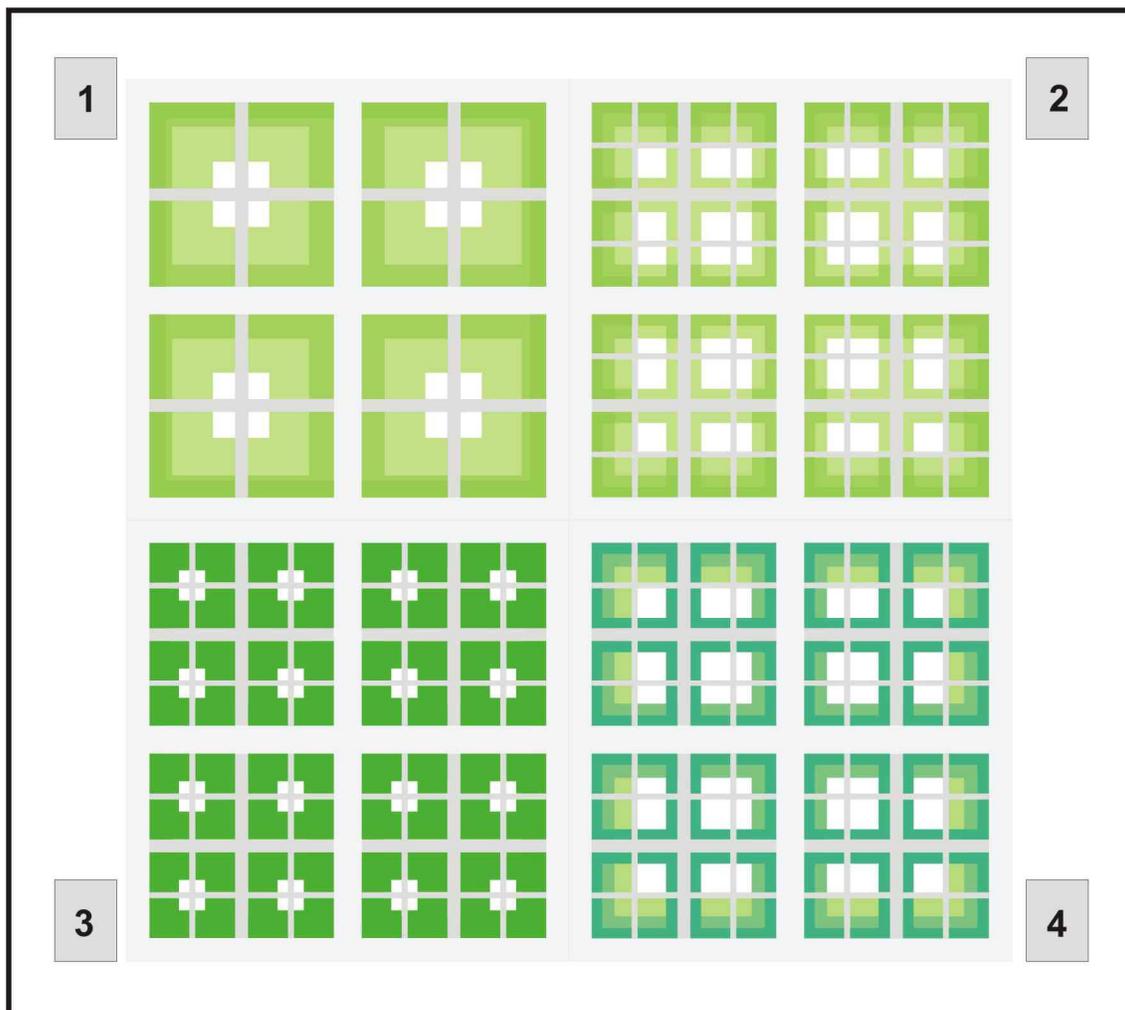
Em Knight (1989), é desenvolvida uma gramática das cores para os Jardins Persas. A autora, responsável pela criação desta variação da gramática da forma tradicional, gera a partir das regras desenvolvidas por Stiny & Mitchell (1980) um novo sistema de regras em que os canais, subdivisão dos canteiros e as bordas dos jardins persas são criados pela sobreposição de diferentes cores.

Este trabalho é de grande relevância, pois traz uma variação do mesmo tema. Também, juntamente com a gramática da forma desenvolvida por Stiny & Mitchell (1980), é o único trabalho que busca analisar a composição de formas com tema na área do paisagismo. As **figuras 77 e 78** trazem um resumo das regras e o produto obtido pela sua aplicação.



**Figura 77:** Processo de geração dos jardins persas pela gramática das cores.

**Fonte:** Knight (1989).

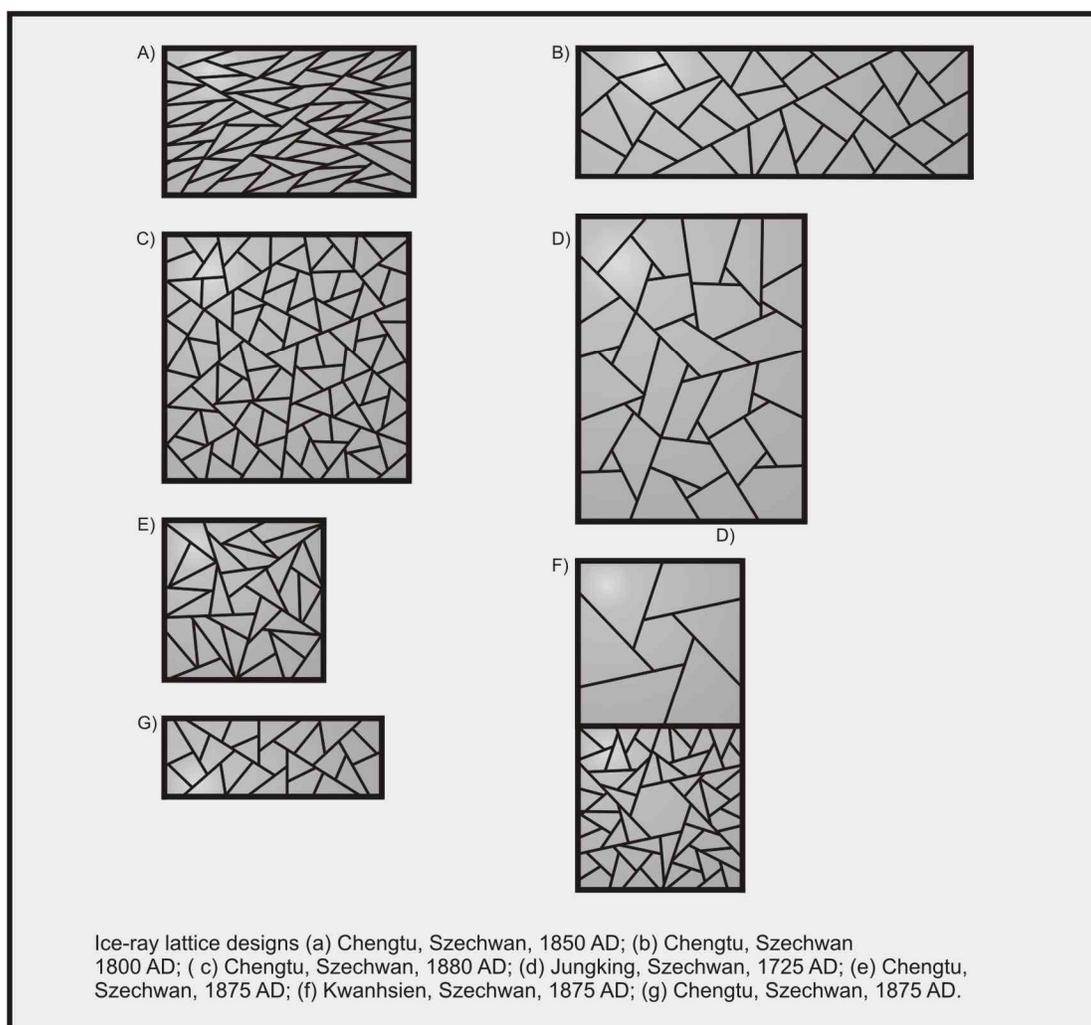


**Figura 78:** Quatro possíveis composições que podem ser geradas por meio da gramática das cores.  
**Fonte:** Knight (1989).

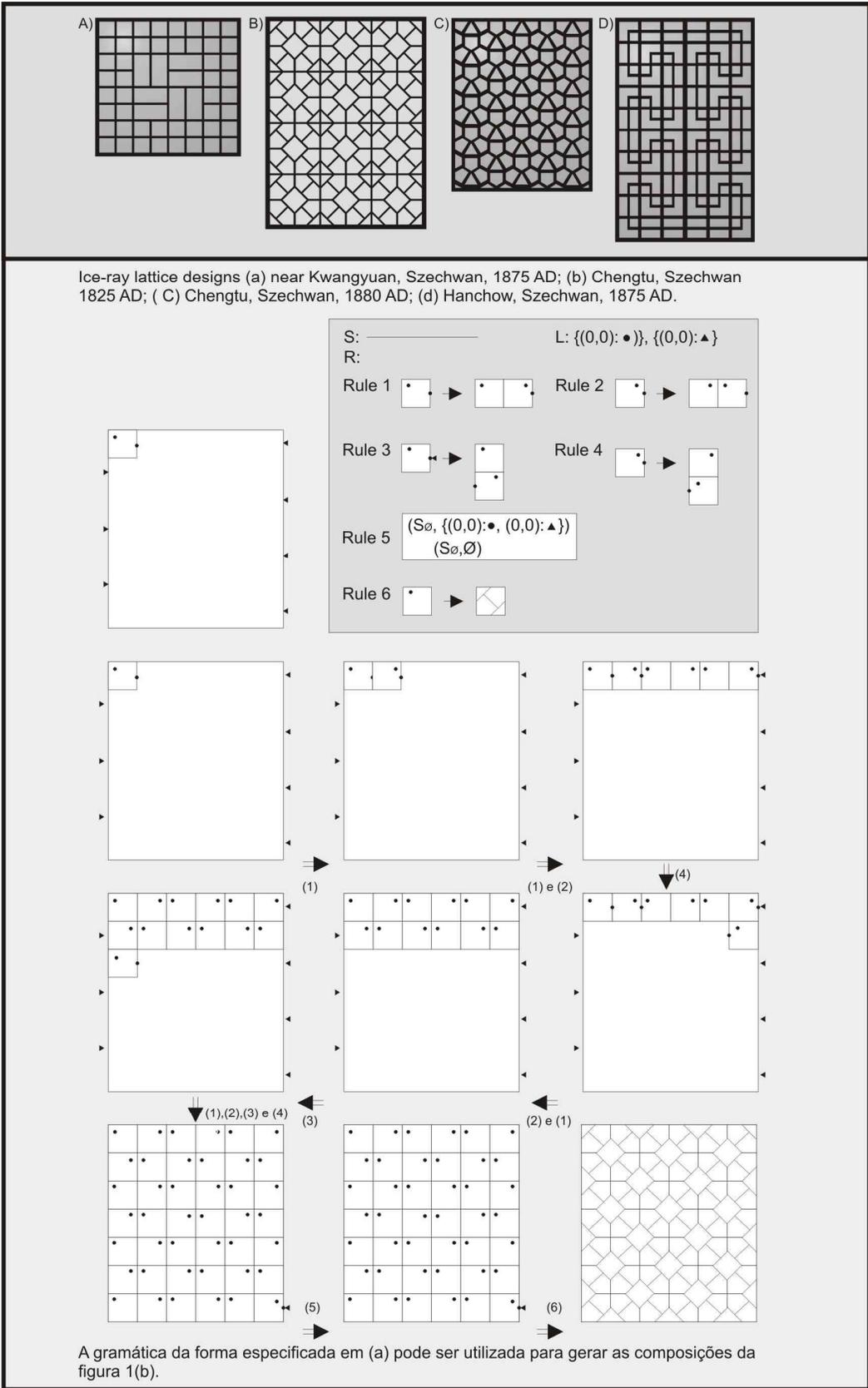
### 3.3.7 Gramática paramétrica para os vitrais chineses

Segundo Stiny (1977), em sua famosa monografia intitulada *A Grammar of Chinese lattice*, Daniel Sheets Dye cataloga uma série de vitrais produzidos na China no período entre 1000 A.C. e 1900 D.C. A maioria destas composições, segundo o autor, apresentam uma repetição clara e constante de sua estrutura, o que permite, por meio da elaboração de uma gramática da forma relativamente simples, a geração de instâncias com características semelhantes as composições originais.

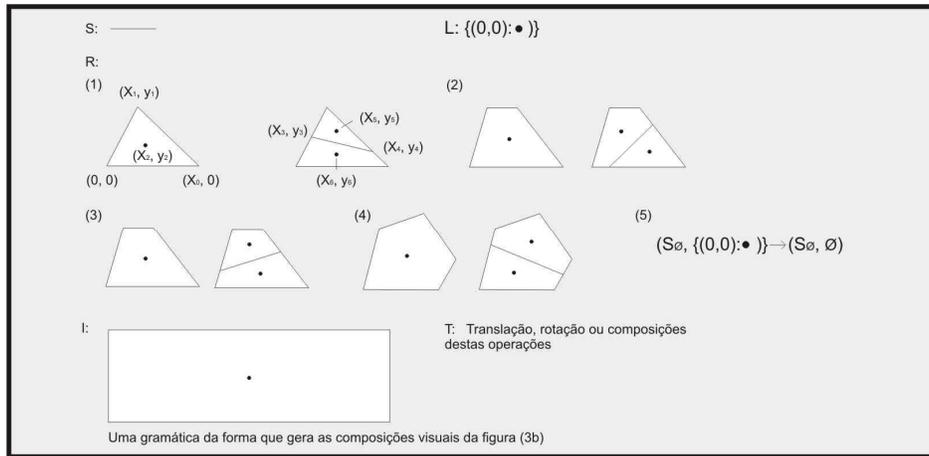
Esta gramática desenvolvida inicialmente por Stiny (1977) foi, posteriormente aprimorada por Liew, que a subdividiu em quatro categorias diferentes as composições de vitrais e a implementou em computador, criando um software capaz de gerar composições formais semelhantes às dos vitrais chineses. Cada subclasse apresenta um conjunto de regras diferente, sendo que uma delas é capaz de gerar composições, aparentemente aleatórias, mas que apresentam uma lógica subjacente. No quadro 45 são apresentadas as regras e uma composição gerada por elas (**figuras 79 a 82**).



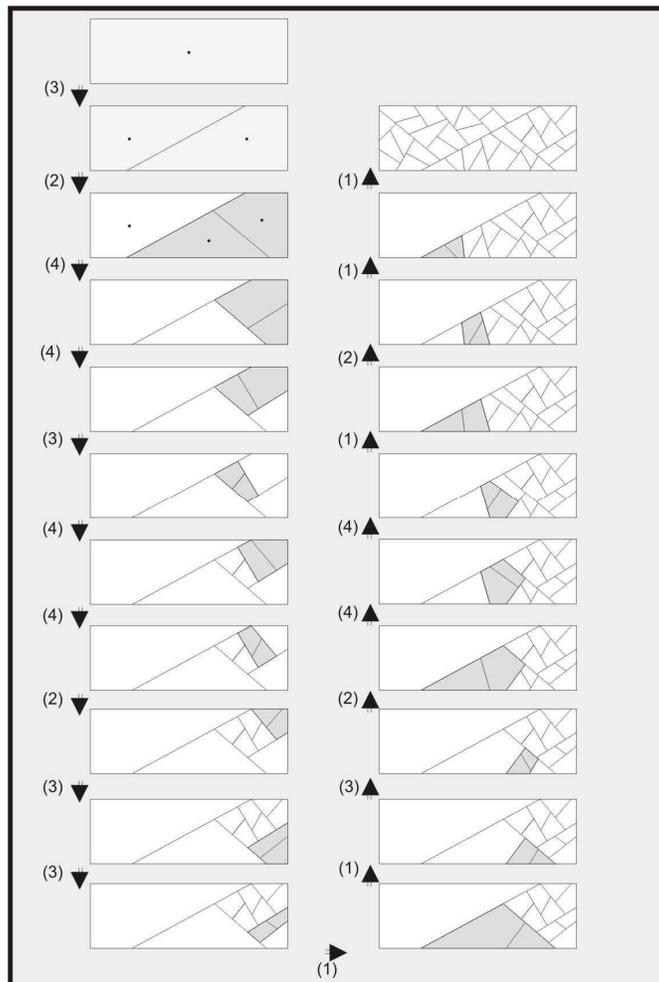
**Figura 79:** Exemplos de vitrais chineses. **Fonte:** Stiny (1977).



**Figura 80:** Regras e geração de uma das subclasses de vitrais chineses. **Fonte:** Stiny (1977).



**Figura 81:** Regras de uma das subclasses de vitrais chineses. **Fonte:** Stiny (1977).



**Figura 82:** Geração de uma das subclasses de vitrais chineses. **Fonte:** Stiny (1977).

### 3.4 Análise dos artigos

A gramática desenvolvida por Stiny & Mitchell (1980), para as Vilas Paladianas, serve como referência ao processo de desenvolvimento de uma gramática da forma para os projetos paisagísticos de Roberto Burle Marx, por ser uma das primeiras a trabalhar com a análise de um projeto arquitetônico. Nela a aplicação das regras se dá em etapas definidas com os marcadores indicando quando poderá ser iniciada uma nova fase. Contudo, o trabalho com uma composição de formas rígida e simétrica, é totalmente diferente. Na obra de Burle Marx são encontradas, em grande parte das composições desenvolvidas para os seus jardins, formas abstratas compostas e parametrizadas.

No caso das casas em estilo Queen Anne, a definição do layout das plantas baixas não gera composições simétricas, sendo as plantas formadas por uma justaposição de retângulos. Cada um destes retângulos representa uma sala e, ao longo do processo de geração, são continuamente modificados. Os cômodos também apresentam sua função definida sendo, em uma etapa inicial diferenciados apenas como áreas de circulação e salas. Posteriormente, são fixados os usos específicos de cada um dos ambientes. No caso de uma gramática que vise representar a linguagem de projetos paisagísticos, a agregação de informações específicas de uso pode ser trocada, em uma fase inicial, por informações que diferenciem o piso das áreas de canteiro (função). Em uma fase posterior, podem ser utilizadas informações que venham a detalhar as espécies vegetais que serão utilizadas ou os tipos de piso a serem empregados no projeto (característica).

Os exemplos de regras de extrusão, também apresentados por Flemming (1987), são importantes, pois em diversos projetos paisagísticos Roberto Burle Marx, assim como outros paisagistas, trabalham com volumes de modo a criar ambientes compartimentados por elementos verticais, esculturas, ou pela vegetação (utilizada como barreiras verticais ou horizontais). As jardineiras elevadas, por exemplo, podem estruturar os espaços, criando caminhos e áreas de estar. No caso das ilhas de canteiro de Brasília, os canteiros dos jardins

aquáticos são elevados, em alguns casos, para criar o substrato adequado onde será adicionada a espécie vegetal ou criar volumes que se elevam da água com intenção estética.

Como foi anteriormente explicado, Roberto Burle Marx, a partir dos anos de 1950, busca novas composições formais, baseadas na pesquisa de novas formas geométricas e suas relações espaciais. Neste esforço de exploração, inicia um trabalho que resulta em projetos com os mais variados desenhos de piso. Muitas vezes, estes desenhos, responsáveis por diferenciar funções, são elaborados por formas compostas por arcos de diferente curvatura e por retas. Estes grafismos são complexos demais para serem analisados sem antes, por algum método, ser realizada uma simplificação das formas.

Knight (1989) apresenta, em seu trabalho sobre os encostos das cadeiras em estilo Heplewhite, uma fase inicial onde reduz a complexidade do desenho dos encostos, para assim analisar, elaborar as regras, aplicá-las e, posteriormente, em uma nova seqüência de regras, retomar a complexidade inicial em novas instâncias dos encostos. Trabalhar desta forma é fundamental para a construção de uma gramática que envolve projetos de alta complexidade gráfica, caso que se encaixa perfeitamente na obra de Roberto Burle Marx.

No caso dos jardins em estilo Mughul, Stiny & Mitchell (1980) elaboram a primeira e única gramática da forma que visa estudar um estilo de jardim. Apesar da simetria apresentada nos jardins persas, responsáveis pela origem do jardim clássico, este trabalho é importante por apresentar um método que, entre outras coisas, diferencia, por meio das regras empregadas, as estruturas e elementos essenciais de um jardim. São definidas áreas de canteiro, de piso, eixos de circulação e irrigação. Também, por meio de um conjunto de regras, são construídas as formas que diferenciam dentro de cada canteiro as áreas de bordadura, ou seja, áreas que a vegetação é empregada ao longo do caminho, e colaboram para estruturar o espaço de circulação.

Em seqüência ao trabalho de Stiny & Mitchell (1980), Knight (1980) apresenta uma análise, também dos jardins persas, utilizando a gramática das cores. As regras são semelhantes às apresentadas por Stiny & Mitchell (1980), contudo as cores são elementos que são utilizados

para, principalmente, diferenciar as bordaduras das demais áreas de canteiro. No caso das casas em estilo Queen Anne, a diferenciação de função, que pode ser utilizada como referência para a elaboração de um método que visa diferenciar espécies vegetais, é realizada por letras. Utilizando as cores, como fez Knight (1980), é possível não apenas distinguir as bordaduras, mas as espécies vegetais que são utilizadas na obra de Burle Marx. Cada tonalidade de uma cor representa uma espécie diferente.

Outro exemplo importante apresentado na seção anterior e que pode servir como base para a construção de composições que aparentemente não apresentam lógica para sua construção é o trabalho desenvolvido por Stiny (1977) para as gelosias chinesas. Finalmente, a estratégia de simplificação de curvas utilizada por Knight (1980) na gramática dos encostos das cadeiras em estilo Hepplewhite pode também ser útil no desenvolvimento de uma gramática para as complexas composições de Burle Marx.

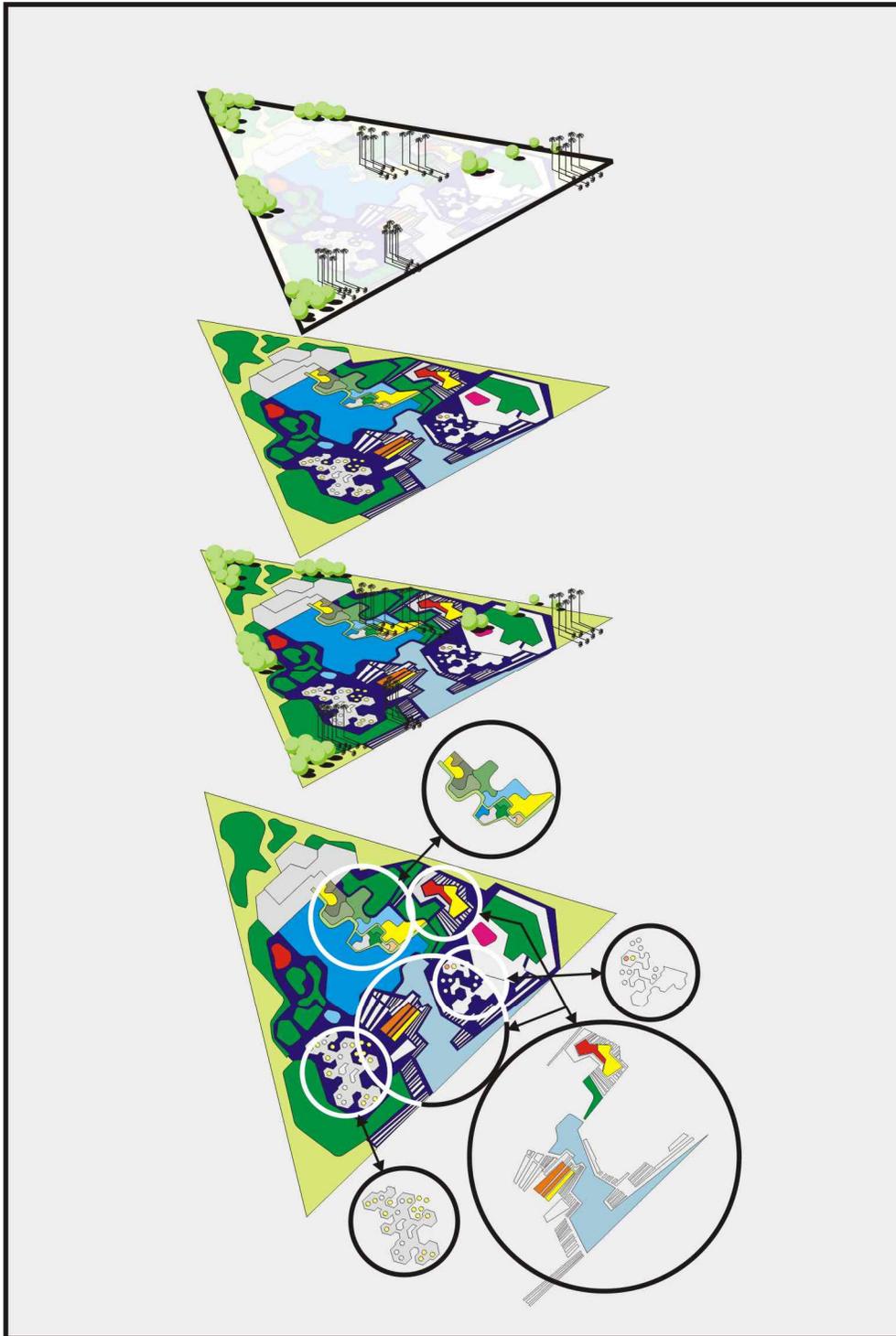
## Capítulo IV - Metodologia

### 4.1 Definição do corpus de análise

O confronto entre as diferentes linguagens presentes nos projetos de Burle Marx foi realizado com a intenção de identificar um caminho pelo qual iniciar a construção de uma gramática para a sua obra. Durante esse processo notou-se que há uma íntima relação entre todas as suas composições visuais, sendo que muitas delas apresentam variações e um mesmo tema pode ser repetido em vários projetos. Além disso, durante esse processo, verificou-se que em um mesmo projeto é possível encontrar diferentes composições pictóricas, resultantes da diferenciação das funções que serão exercidas e as sensações que o usuário terá no espaço livre. Ou seja, em um projeto de escala maior é comum a utilização de mais de uma linguagem compositiva em diferentes áreas do jardim. Contudo, o desenho das composições não é totalmente abstrato. Não se trata de uma mera mescla de linguagens. Os projetos resultam também de variáveis relacionadas à topografia do lugar, ao projeto arquitetônico, às funções do jardim, etc. As **figuras 83 e 84** ilustram as relações entre as diferentes linguagens presentes nos projetos de Burle Marx e a complexidade que pode existir em um mesmo projeto que apresenta diferentes temas compositivos.

Inicialmente, a pesquisa tinha o intuito de realizar diferentes gramáticas para grande parte da obra de Roberto Burle Marx. No entanto, devido à grande complexidade de linguagens compositivas observada com o confronto dos projetos, foi necessário optar por um corpus de projetos mais modesto, que apresentasse um padrão de linguagem bem definido.

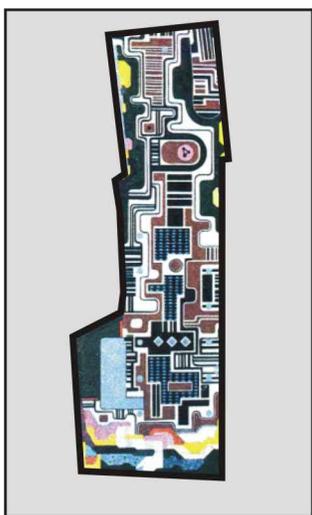




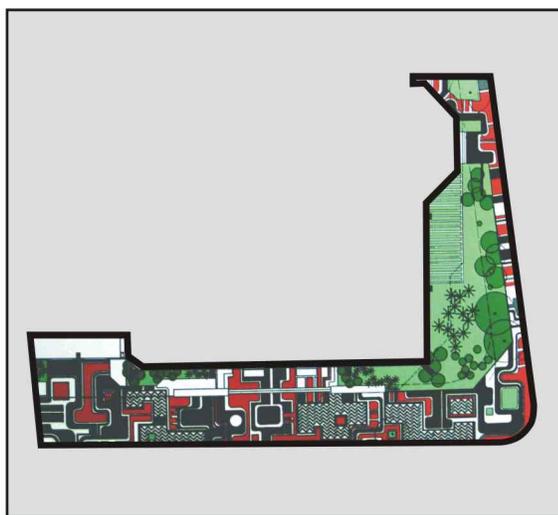
**Figura 84:** Projeto constituído por diferentes temas compositivos com a forma.

Desse modo, foram selecionados os canteiros que formam as ilhas presentes nos espelhos d'água de três projetos de Roberto Burle Marx (Palácio do Itamaraty, Palácio da Justiça e Tribunal de Contas da União). Apesar de serem parte importante da composição do projeto, estas ilhas podem ser analisadas de modo independente, pois se encontram isoladas, formando pequenas composições, contendo sempre retângulos e algumas formas compostas por curvas, com um número limitado de espécies vegetais. A escolha deste pequeno corpus de análise permitiu reduzir o número de variáveis envolvidas no desenvolvimento da composição dos canteiros e facilitará o posterior estudo de outros projetos de Burle Marx, pois todos eles, principalmente a partir dos anos de 1950, apresentam uma imensa complexidade formal e inúmeros grafismos.

São apresentados nas **figuras 85 e 86** alguns exemplos de projetos posteriores aos projetos selecionados e que apresentam características formais semelhantes às de seus canteiros ilhas, porém com uma maior complexidade.



**Figura 85:** Jardins externos do banco safra, São Paulo. **Fonte:** Iris (2001).

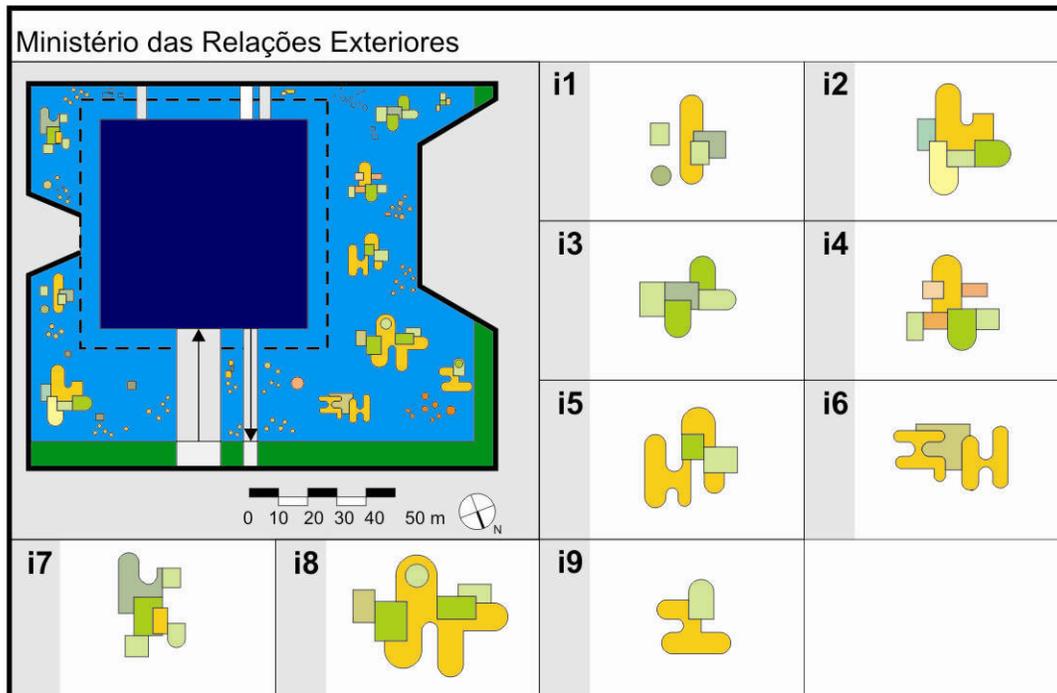


**Figura 86:** Edifício da fundação CAEMI de Previdência Social. **Fonte:** Iris (2001).

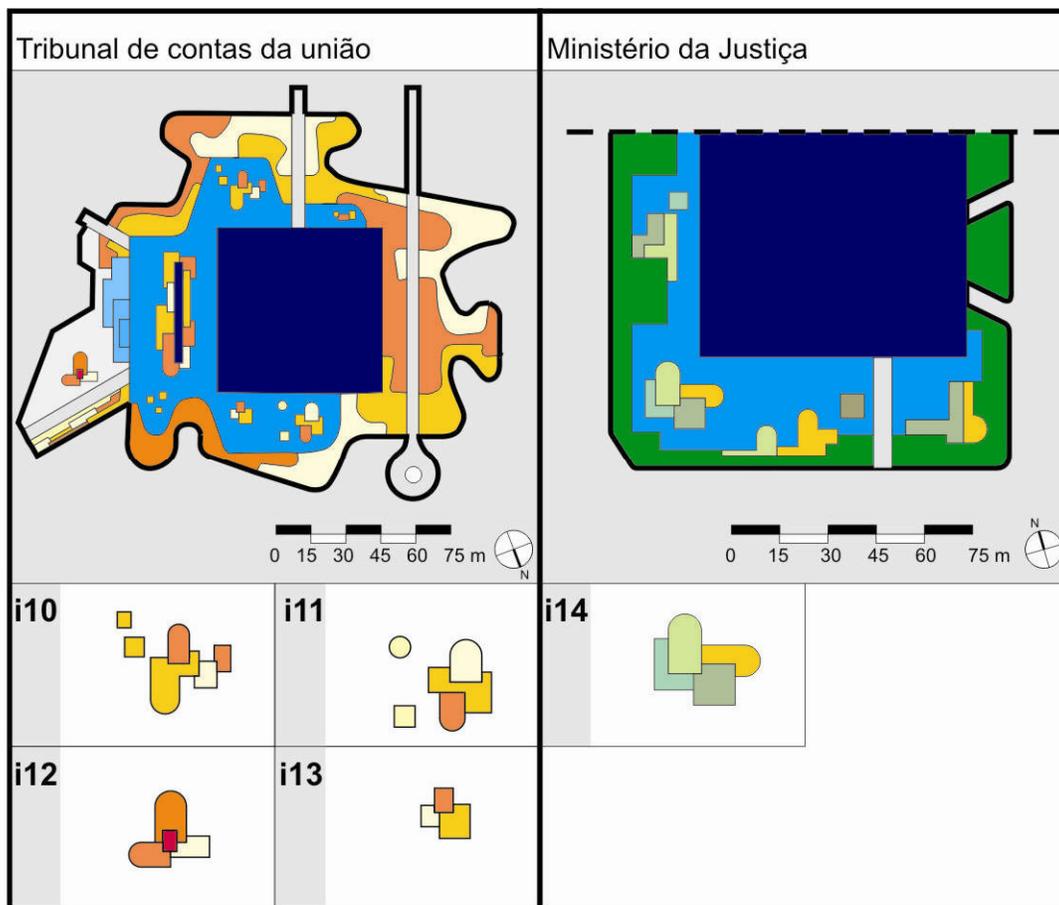
#### 4.1.1 Descrição do corpus de análise

O levantamento dos jardins selecionados para o corpus de análise foi feito por meio de pesquisa bibliográfica, visita aos locais, pesquisa em arquivos e entrevista com os responsáveis pela manutenção dos edifícios.

O jardim do Ministério das Relações Exteriores apresenta o espelho d'água com maior número de ilhas, seguido pelo Tribunal de Contas da União. As ilhas, em ambos os projetos, apresentam diferentes complexidade e dimensão. Elas podem apresentar apenas um canteiro, formado por apenas uma forma primitiva, ou formas mais complexas. No Caso do Ministério da Justiça os canteiros que compõem o espelho d'água estão anexados às margens. Existe apenas uma ilha composta por vários canteiros e diversas outras ilhas encobertas pelos *brises* de concreto do edifício, contudo estas são formadas por elementos simples, circulares e retangulares.



**Figura 87:**Implantação e principais ilhas do Ministério das Relações Exteriores.

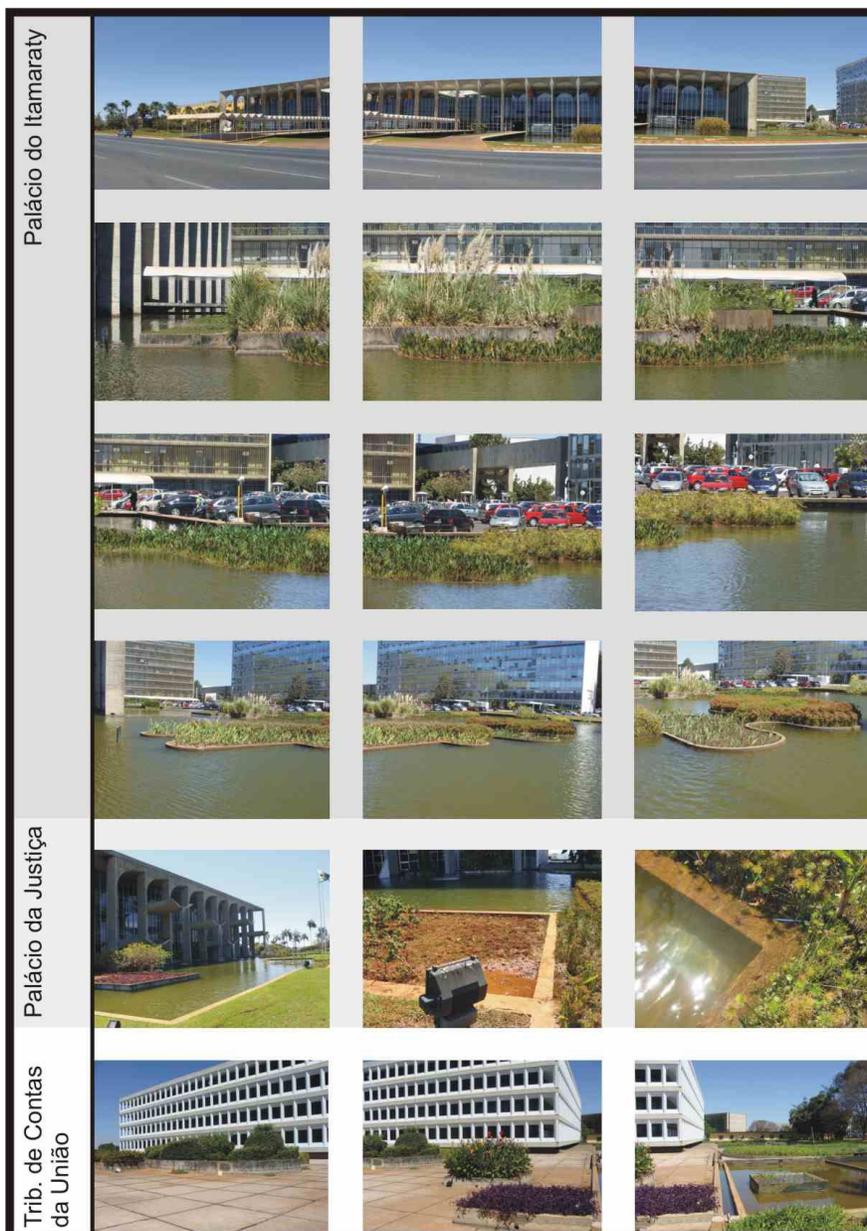


**Figura 88:** Implantação e principais ilhas do Tribunal de Contas da União e Ministério da Justiça.

Os canteiros são subdivididos por muretas submersas, parcialmente submersas e elevadas do espelho d'água. As muretas se elevam do nível de água por dois motivos diferentes. O primeiro deles técnicos, que ocorre dependendo do tipo de vegetação que será utilizada nos canteiros. Caso o a vegetação seja aquática o substrato deve estar inundado por água, em consequência disto a mureta acaba ficando submersa. Se a vegetação não for aquática o canteiro se eleva ao menos cinco centímetros do nível de água. Também existem os canteiros que se elevam trinta ou mais centímetros acima do nível da água. Neste caso, o propósito não é diferenciar o substrato para a plantação das espécies, mas trabalhar com a tridimensionalidade no jardim com os elementos construídos que o compõem, não apenas a vegetação.

Segundo o coordenador do SARQ (Secretaria de Arquivo do Palácio do Itamaraty), José Ariel Bergemann de Aguiar, o projeto já havia sido modificado anteriormente pelo próprio

Burle Marx, com a intenção de encontrar espécies vegetais que fossem mais apropriadas para os jardins do Ministério das Relações Exteriores. Aguiar afirmou que hoje o serviço de manutenção é terceirizado e realizado por uma empresa que era considerada de confiança do escritório técnico de Roberto Burle Marx. Ao ser indagado sobre alterações do desenho dos canteiros, afirmou que não houve mudanças em relação à parte construída do projeto (muretas).



**Figura 89:** Imagens dos três projetos com ilhas em Brasília.

Quanto à manutenção dos jardins, o caso do jardim do Palácio da Justiça é o que apresenta mais deficiências, principalmente com a perda do desenho dos canteiros. Isso ocorre porque a vegetação de um canteiro invade a outra ou a mesma espécie é utilizada em canteiros diferentes. O lodo utilizado como substrato se acumulou sobre as muretas escondendo o desenho dos canteiros realizado por Burle Marx. Em outros casos, mesmo em canteiros que não estão submersos, é utilizada a mesma vegetação. No Tribunal de Contas da União a *Cana indica* é plantada em canteiros vizinhos, aparentemente não respeitando o projeto inicial de Burle Marx. Ele não proporia a divisão dos canteiros caso fosse utilizar a mesma vegetação.

Apesar destas constatações, as questões que envolvem a descaracterização dos projetos implantados não serão discutidas na pesquisa, pois esta não é a intenção do trabalho. O propósito aqui é estudar o processo de elaboração das formas destes canteiros, de modo a compreender a sua lógica de construção. Contudo, é importante ter conhecimento deste fato para evitar analisar a atual implantação do projeto e considerar equivocadamente alguma alteração como sendo de sua autoria. Como há divergências entre os projetos publicados e os executados, nesta pesquisa serão levados em consideração apenas os projetos publicados.

## **4.2 Desenvolvimento da gramática**

O método definido para a elaboração de uma gramática da forma para os projetos paisagísticos de Roberto Burle Marx baseia-se nos trabalhos desenvolvidos de análise de outras linguagens projetuais. A partir da leitura dos diferentes artigos foi possível notar quão complexo pode ser o processo de análise de um corpus de projeto para a construção de uma gramática de uma linguagem específica.

As leituras realizadas colaboram no entendimento dos motivos pelos quais é necessário simplificar ao máximo os elementos apresentados em um projeto de modo a facilitar a compreensão das formas primitivas e as possíveis regras responsáveis pela composição da

forma final. Também a redução da complexidade da forma aliada ao estudo do projeto que ela gera, tanto em relação às suas funções como às suas características simbólicas, colaboram no desenvolvimento de uma gramática da forma para uma dada linguagem.

O processo de construção de uma gramática inclui o contínuo teste da mesma, visando reduzir o universo de instâncias às que são coerentes ao conjunto de composições analisadas. Portanto, a definição do vocabulário e das regras da gramática é apenas o início de um longo processo que inclui testes sucessivos.

Com base nos textos estudados, definiu-se que a gramática para o corpus de projeto escolhido seria uma gramática paramétrica. Inicialmente, a idéia era utilizar também cores para atribuir propriedades as formas, possibilitando a definição de, primeiro, funções básicas, como áreas de piso ou canteiro. Em uma etapa um pouco mais avançada, as cores poderiam representar espécies vegetais ou os diferentes materiais que compõem o piso e determinar funções específicas a cada área de jardim, como áreas de circulação, de estar ou locais para atividades ativas.

Contudo, a gramática restringiu-se apenas à definição da composição básica e não da identificação de qualidades para as formas. Preferiu-se estudar melhor o processo de construção das composições, para poder realizar testes de reconhecimento com alunos e professores da área do paisagismo. São apresentadas a seguir as etapas de elaboração da gramática.

**a) Etapa de análise das formas;**

- (1) Redução do ruído, ou seja, eliminação dos elementos que não são comuns aos projetos analisados e que não são importantes para a identificação de um padrão na linguagem analisada (simplificação dos desenhos encontrados);
- (2) Simplificação das formas de modo a chegar a um vocabulário primitivo comum a todas as composições e a uma forma inicial de onde será iniciado o processo de geração de uma instância;

- (3) Análise das relações espaciais existentes entre as formas e parâmetros responsáveis por definir as regras da gramática
- (4) Definição das possíveis etapas de construção da forma, visando compartimentar o processo por blocos de regras, tornando-o assim mais lógico e compreensivo;

**b) Elaboração das regras;**

- (1) Elaboração das regras a partir do material analisado;
- (2) Definição do conjunto de intervalos de valores que atribui valores aos parâmetros das regras, determinando assim, regras específicas;
- (3) Pré-teste da gramática segundo as etapas pré-definidas, por meio da reconstrução das composições originais.

**c) Etapa de testes;**

- (1) Teste com alunos;
  - I. Pré-teste com VBA;
  - II. Teste sem a gramática
  - III. Teste com a gramática;
  - IV. Teste de identificação de autoria (Burle Marx x alunos sem gramática e com gramática);
  - V. Teste com professores (Burle Marx x alunos com a gramática).
- (2) Incorporação dos ajustes necessários à gramática, a partir dos testes realizados;
- (3) Conclusões.

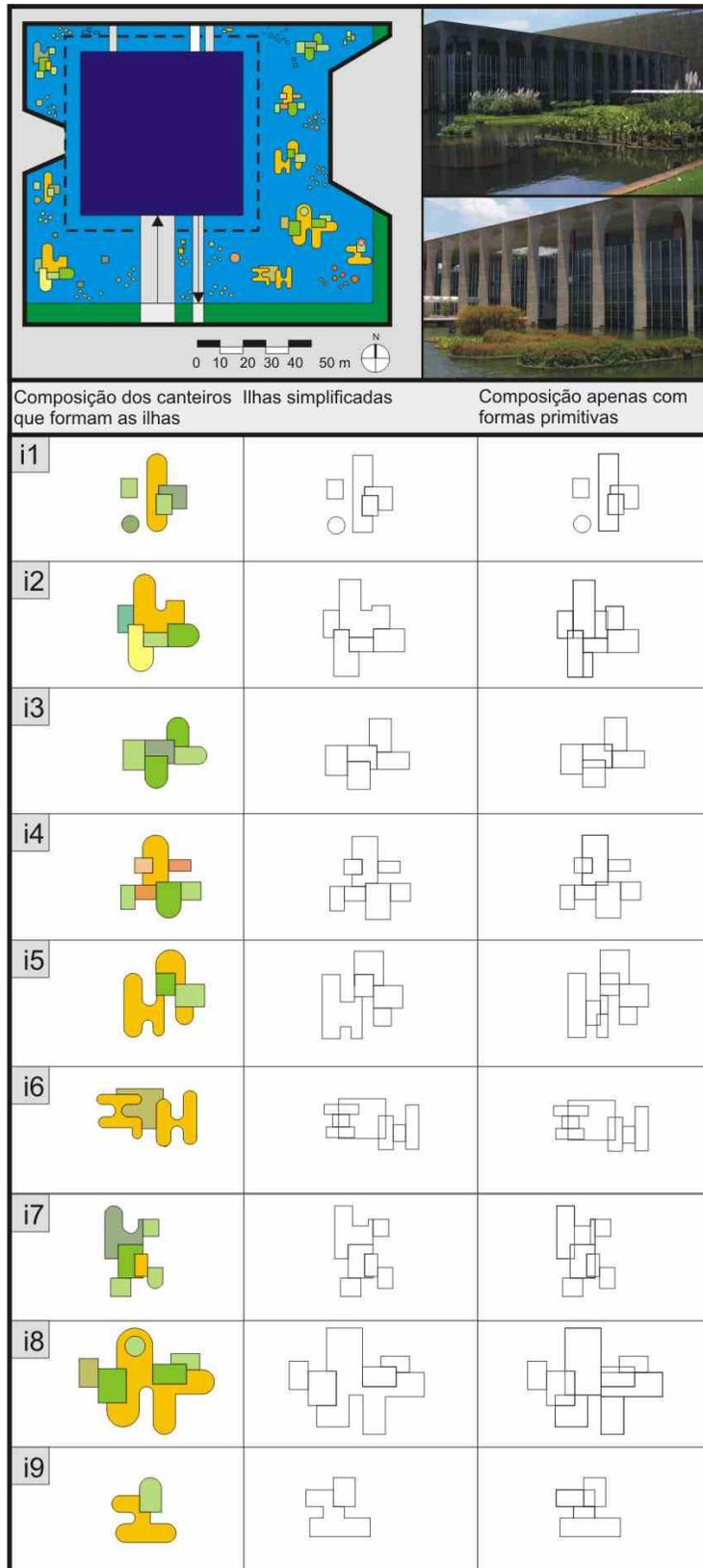
## Capítulo V - Gramática da forma

### 5.1 Vocabulário, relações espaciais e restrições quanto ao uso de formas

As ilhas do Palácio do Itamaraty foram escolhidas para serem analisadas de modo mais aprofundado, pois este é o projeto que apresentava o maior número de composições, todas elaboradas na mesma época. Os demais projetos serviram como apoio ao longo do processo de elaboração da gramática, como conjunto de composições que indicariam se havia existido mudanças em relação à maneira com que suas composições haviam sido construídas.

Na **figuras 90** estão reunidos os canteiros dos espelhos d'água do Ministério de Relações exteriores, escolhidos para servir como base para a elaboração da gramática. São composições formais simples formadas por:

- 1) Retângulos;
- 2) Retângulos nos quais um dos lados é substituído por uma semi-circunferência;
- 3) Formas mais complexas que remetem à letra "H";
- 4) Circunferências.

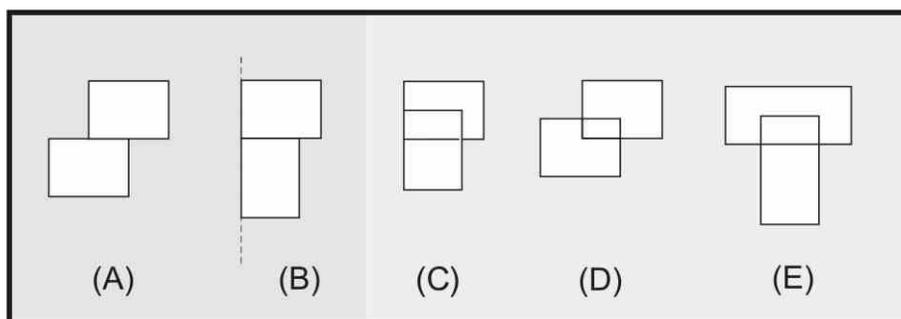


**Figura 90:** Implantação e simplificação das ilhas de canteiros do Ministério de Relações Exteriores.

Como artifício para reduzir a complexidade do vocabulário inicial, as formas que lembram a letra “h” foram decompostas em formas geométricas mais simples, obtendo-se composições visuais formadas apenas por retângulos. As relações geométricas entre estas formas primitivas são formadas por:

- 1) Justaposição, que ocorre quando um dos lados coincide parcialmente ou totalmente com outro;
- 2) Sobreposição, quando um retângulo está sobre o outro.

A análise das diferentes maneiras pelas quais esses retângulos se relacionavam espacialmente uns com os outros levou à identificação de duas relações de justaposição e três de sobreposição de retângulos. As sobreposições sempre ocorrem mantendo a ortogonalidade entre os retângulos inseridos na composição. Com estas cinco relações, apresentadas na **figura 91**, foram elaboradas as regras para a composição e posterior reconhecimento, quando houver a ocorrência, de formas complexas.



**Figura 91:** Relações espaciais entre formas primitivas.

Ainda existe a ocorrência, bem menos usual, de circunferências que são inseridas dentro dos retângulos. Essas formas aparecem nas composições que apresentam retângulos que tiveram um dos seus lados substituídos por uma semi-circunferência. O centro da circunferência inserida coincide com o centro do arco da forma geométrica inicial.

A identificação dos retângulos como sendo base do vocabulário para a construção das composições levou a um processo posterior de análise das proporções desses retângulos, fossem eles pertencentes a formas complexas ou retângulos que apresentavam um dos lados em semi-circunferência. A partir dessa análise foi possível obter alguns dados que possibilitaram criar restrições quanto à utilização das formas e a aplicação das regras na composição. O processo segue as seguintes etapas:

- As semi-circunferências foram extraídas das formas complexas (**figura 92**);
- Os lados em semi-circunferência foram trocados por um lado reto;
- Os retângulos foram classificados em dois grupos diferentes, os que pertenciam a formas compostas e os que eram agrupados por meio de sobreposição e justaposição, formando a base da composição..

### 5.1.1 Pré-teste com as relações espaciais

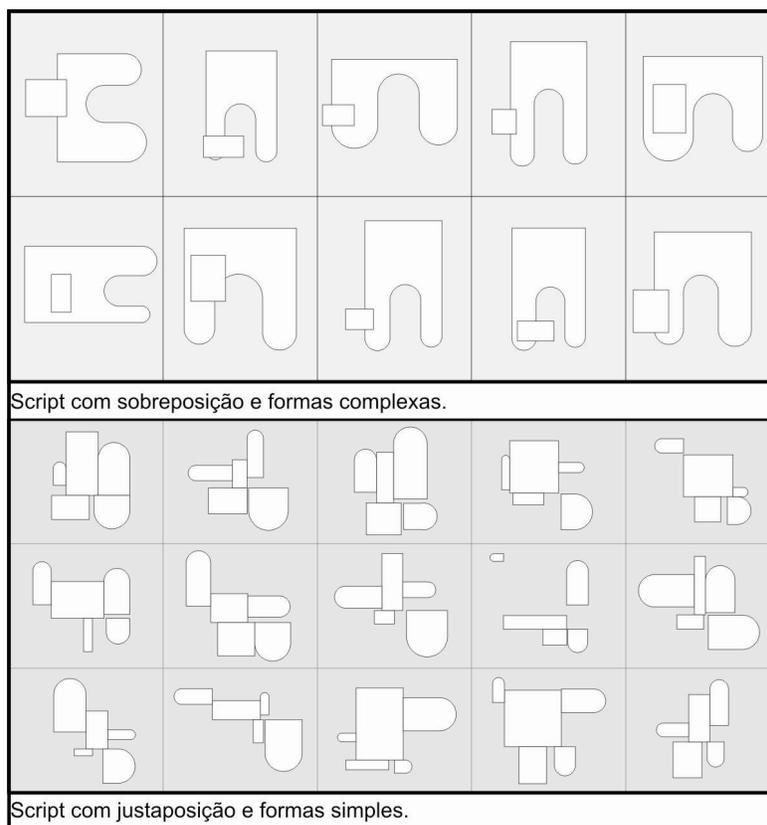
Em um pré-teste, já tendo conhecimento das relações espaciais capazes de construir as composições e das formas que fazem parte do vocabulário, foram implementados em vba (*visual basic*) no Autocad responsáveis por construir composições com justaposição de retângulos com lados em semi-circunferência ou sobreposição de retângulos em formas complexas.

Esta experiência mostrou a importância do estudo das dimensões e relações de proporção entre as diferentes formas presentes no vocabulário. O primeiro script criado, capaz de apenas justapor retângulos teve como resultado as composições apresentadas na **figura 92**. É possível notar que a posição dos retângulos está parcialmente definida, contudo, as dimensões são totalmente aleatórias e, cada uma das formas inseridas aparentemente não está colocada de modo a gerar uma composição única.

Também foi criado um script que inseria uma forma “h” parcial e um retângulo. Neste caso, as formas eram sobrepostas aleatoriamente, gerando composições que, em sua maioria não

estão condizentes com a linguagem existente. O retângulo parece que foi anexado de qualquer forma sobre a forma complexa.

A elaboração dos scripts comprovou a necessidade de realizar um estudo mais profundo sobre características que envolvem a proporção e dimensionamento das formas que são inseridas para elaborar as composições com uma gramática. O computador poderia gerar até algumas composições com características formais semelhantes as que foram criadas por Burle Marx, contudo para cada uma delas, ele geraria inúmeras outras que não seriam condizentes com as geradas pelo próprio paisagista.

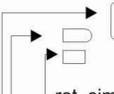
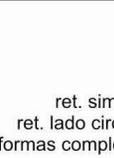
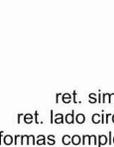
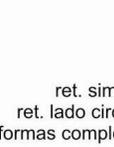
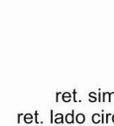
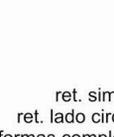
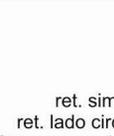


**Figura 92:** Composições geradas por script em VBA.

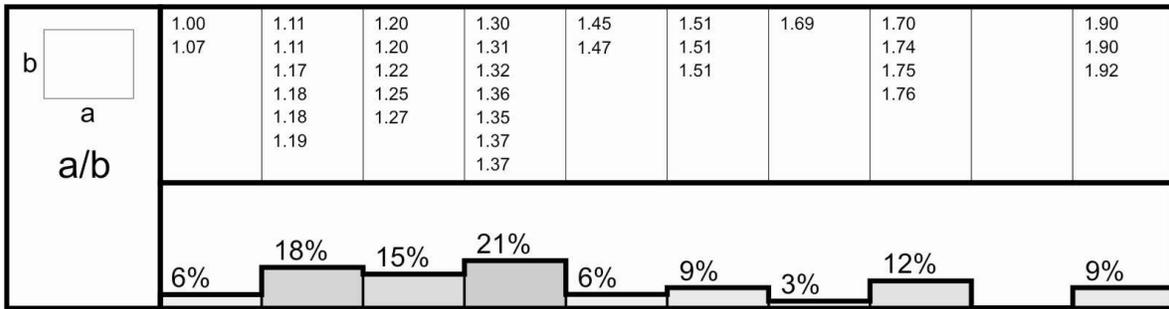
## 5.2 Análise dos padrões e dimensões

A partir do conjunto dos retângulos extraídos das composições foi possível notar a presença de padrões quanto ao dimensionamento dos retângulos, proporções e posicionamento em relação ao resto da composição básica. A **figura 93** apresenta os dados referentes às formas primitivas das composições.

O estudo das proporções dos retângulos mostrou que os únicos retângulos que tinham a relação entre a largura e o comprimento maior que 2,00 faziam parte das formas complexas, enquanto os demais retângulos presentes na composição simplificada tinham proporção inferior a 2,00. Esta constatação foi importante, pois a inserção, durante o processo de construção da composição, de um retângulo com proporção superior a 2,00 poderia ser utilizada como gatilho para a introdução de formas complexas na composição.

Composições	Número de retângulos e formas complexas	Dimensões retângulos	Proporções retângulos
i1	 <p>ret. simples = 2 ret. lado circunf. = 1 formas complexas = 0</p>	 <p>4.26x3.56 3.09x2.43</p>	1.20 1.27
i2	 <p>ret. simples = 2 ret. lado circunf. = 2 formas complexas = 1</p>	 <p>4.18x2.39 4.75x3.49 3.71x2.19 3.55x2.74 7.31x3.84</p>	1.75 1.36 1.69 1.30 1.90
i3	 <p>ret. simples = 2 ret. lado circunf. = 3 formas complexas = 0</p>	 <p>5.09x3.36 4.51x3.61 4.56x3.34 4.94x2.60 4.12x3.46</p>	1.51 1.25 1.37 1.90 1.19
i4	 <p>ret. simples = 5 ret. lado circunf. = 2 formas complexas = 0</p>	 <p>2.78x2.31 5.49x3.79 3.25x2.21 3.72x2.17 3.05x2.74 3.38x1.76</p>	1.20 1.45 1.47 1.51 1.11 1.92
i5	 <p>ret. simples = 2 ret. lado circunf. = 1 formas complexas = 0</p>	 <p>5.24x4.43 3.40x2.90 2.70x2.71 4.45x3.44</p>	1.18 1.17 1.00 1.31
i6	 <p>ret. simples = 1 ret. lado circunf. = 0 formas complexas = 2</p>	 <p>7.21x6.07</p>	1.18
i7	 <p>ret. simples = 4 ret. lado circunf. = 1 formas complexas = 1</p>	 <p>2.58x2.41 3.45x1.99 3.11x2.81 3.20x2.33 5.13x3.80</p>	1.07 1.74 1.11 1.37 1.35
i8	 <p>ret. simples = 3 ret. lado circunf. = 0 formas complexas = 1</p>	 <p>4.35x2.89 4.39x2.49 5.25x4.30 5.14x3.03</p>	1.51 1.76 1.22 1.696
i9	 <p>ret. simples = 0 ret. lado circunf. = 1 formas complexas = 1</p>	 <p>4.40x3.34</p>	1.317

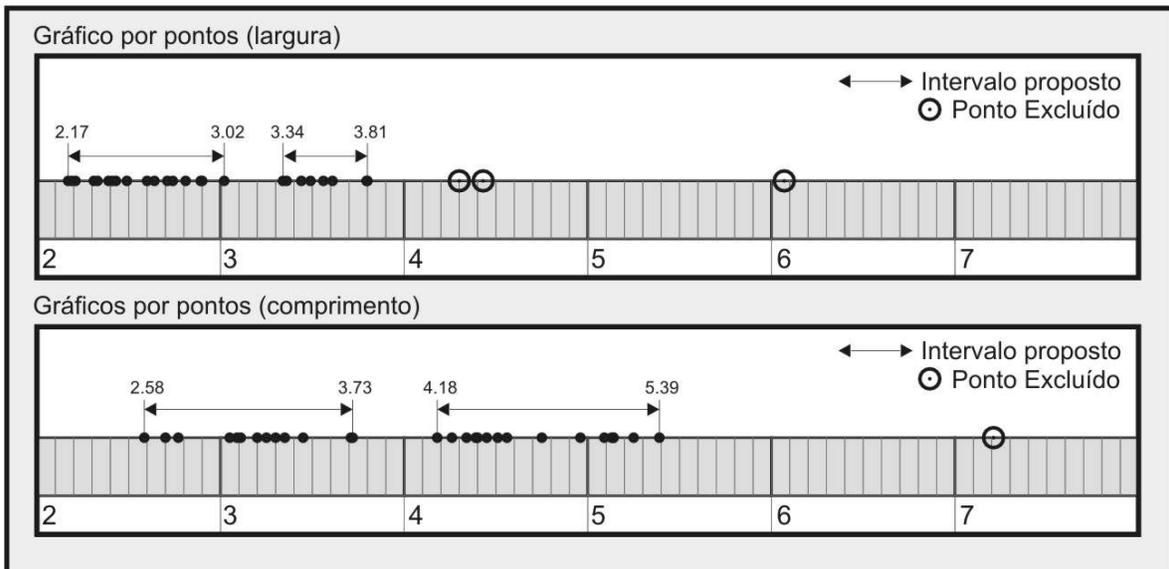
**Figura 93:** Quantidade, dimensões das formas primitivas e proporções.



**Figura 94:** Proporção entre comprimento e largura. No caso das formas consideradas simples ela é sempre inferior a dois, com maior incidência de 1.10 a 1.37.

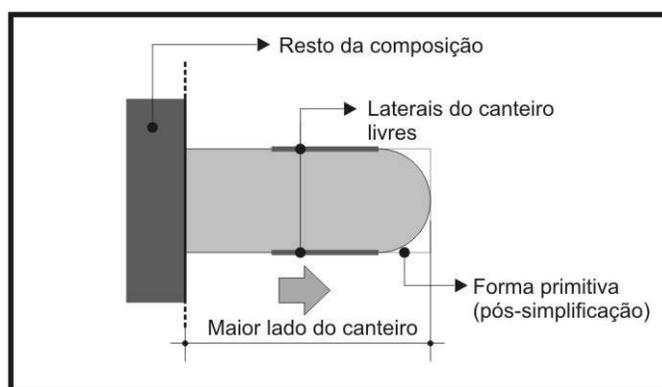


**Figura 95:** No caso das formas complexas, os retângulos que formam os lados mais compridos apresentam proporções superiores a dois, variando principalmente de 2.10 a 3.50.



**Figura 96:** Régua com os principais intervalos de dimensões das formas simples.

A estratégia utilizada de simplificação dos lados em semi-circunferência também contribuiu na constatação de como estas formas eram dispostas na composição. Em todos os casos, segundo a utilização desta estratégia, percebeu-se que a relação entre os lados dos retângulos e o resto da composição se dava da mesma maneira. O lado maior sempre estava indicando o sentido externo da composição. A partir disso elaborou-se mais uma restrição que impossibilita que um retângulo tenha seu lado mais comprido substituído por uma semi-circunferência quando este não está direcionado para fora (**figura 97**).



**Figura 97:** Posicionamento dos lados em semi-circunferência.

A análise visual das composições permitiu que fossem identificadas outras características comuns entre elas. Nenhuma das composições apresenta partes do espelho d'água encerradas. Existe uma distância mínima que deve ser respeitada entre os lados paralelos dos canteiros, que varia de 1,64 a 3,25 metros. Em nenhum dos casos observados no espelho d'água do Palácio do Itamaraty existem canteiros totalmente encerrados em outros canteiros, a não ser no caso dos canteiros em circunferência inseridos em formas simples ou complexas. Uma variação deste tipo ocorre em uma das ilhas do Tribunal de Contas da União, contudo as composições deste projeto não foram consideradas, por motivos que serão apresentados a frente.

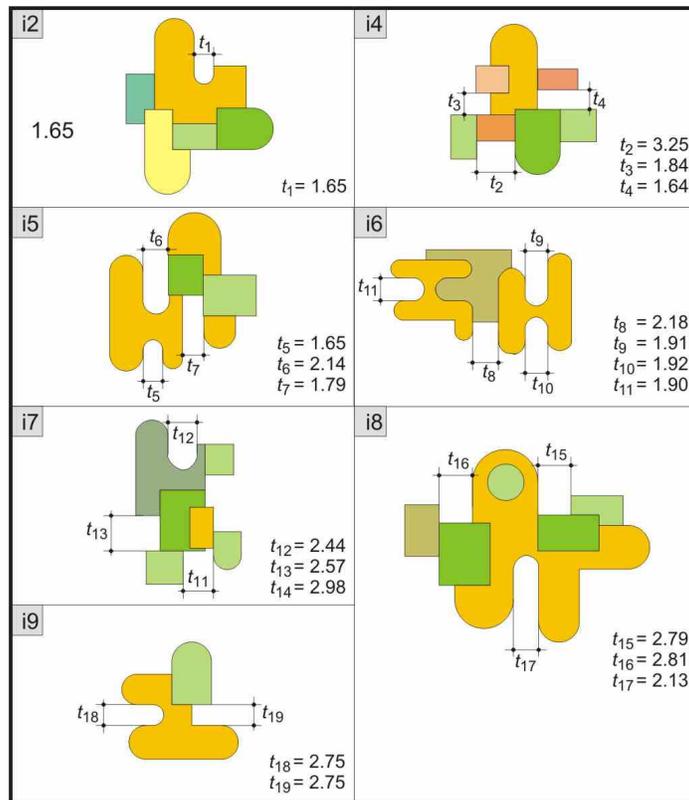


Figura 98: Variação de distâncias entre retângulos e formas complexas.

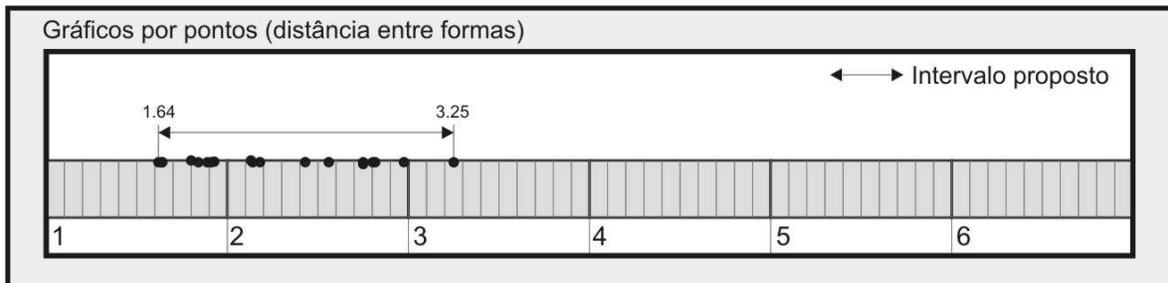


Figura 99: Distâncias entre retângulos e formas complexas.

Complementando o processo de estudo das composições, todas as relações entre retângulos que faziam parte das formas simples foram analisadas. A porcentagem de sobreposições e justaposição entre lados foi anotada e tabelas com as ocorrências mais comuns foram elaboradas (figuras 100 a 102). Este procedimento também colabora no processo de criação



- O número de formas complexas classificadas como pertencentes à família de “h’s” presentes em uma mesma composição pode variar de 0 a 1 (a composição **i6** apresenta duas, mas como será mostrado a frente ela será descartada como sendo da linguagem) ;
- O número mínimo de retângulos “simples” é zero e o máximo é cinco, sendo que na maioria dos casos as composições apresentam dois retângulos “simples”;
- No caso dos retângulos com um lado em semi-circunferência, a composição pode apresentar nenhuma e no máximo três destas formas. A maior incidência é de um retângulo com semi-circunferência;
- Considerando os retângulos com um lado em semi-circunferência como sendo uma forma que foi simplificada (como no esquema apresentado na **figura 93 e 96**), as composições apresentam no mínimo um retângulo e no máximo sete. Na maior parte dos casos as composições são formadas por três retângulos, com esta configuração.

### 5.3 Fluxograma do processo

A partir do processo reverso de composição dos canteiros, desconstruindo-os em formas mais simples, foi possível montar um fluxograma com o processo de construção das composições do corpus de análise, que também poderá orientar novas composições. A partir do fluxograma do processo de composição das ilhas, foi desenvolvida uma gramática dividida em cinco etapas distintas:

- 1) Construção da composição básica;
- 2) Identificação de formas complexas e troca dos marcadores;
- 3) Sobreposição das formas;
- 4) Inserção de formas semi-circulares;
- 5) Finalização.

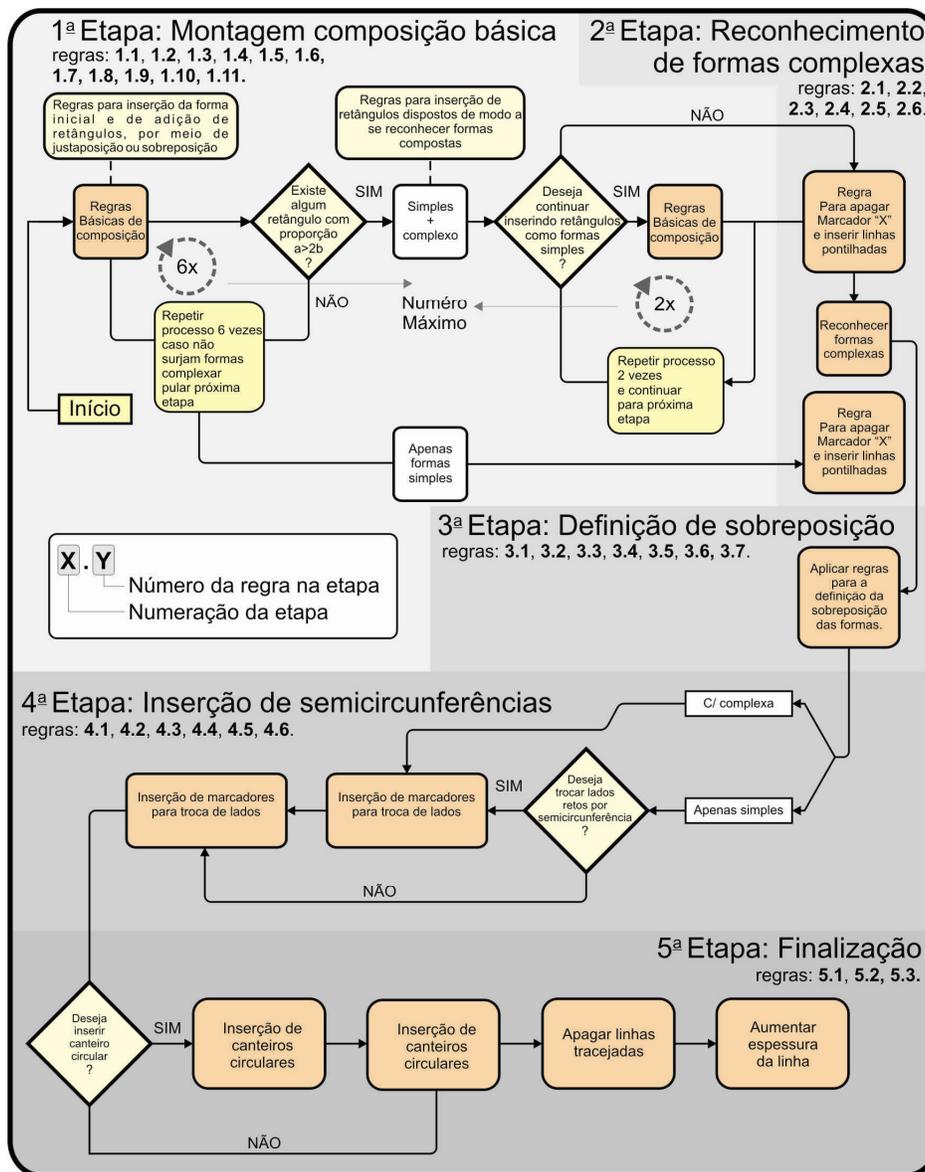


Figura 103: Fluxograma de construção das composições.

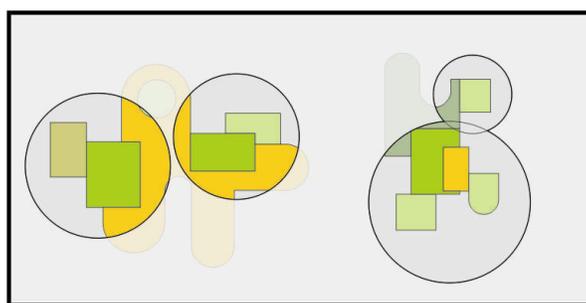
### 5.3.1 Primeira etapa – construção da composição básica

As regras de construção são apresentadas na **figura 105**. Estas se baseiam nas relações espaciais apresentadas na **figura 91**. São ao todo utilizadas cinco regras capazes de construir a base das composições do corpus de análise. Foram inseridas nos retângulos linhas ligando seus vértices opostos (marcadores em “X”), com a intenção de evitar que novos retângulos

emergissem caso fossem utilizadas regras de sobreposição. Estas evitam com que durante o processo sejam geradas formas que não serão semelhantes às analisadas ou formas inesperadas.

Na **figura 105** são apresentadas duas colunas, uma que apresenta a inserção de retângulos com relação entre largura e comprimento inferior a 2,00 e outra com os retângulos que possuem razão superior a 2,00. Os retângulos podem ser inseridos na composição segundo as restrições anteriormente apresentadas. Durante esse processo podem ser aplicadas outras quatro regras que inserem o “embrião” da forma complexa (ver **figura 106**). Estas regras servem para direcionar o processo, evitando que retângulos sejam inseridos aleatoriamente, até a identificação de formas complexas, o que poderia levar a diversas composições formadas apenas por formas simples.

Após a adição dos retângulos que compõem a forma complexa (caso haja a possibilidade de inserção de formas complexas), o processo ainda pode se estender, sendo que as regras de adição de retângulos podem ser aplicadas mais duas ou três vezes, constituindo diferentes núcleos de formas simples. Caso a forma complexa fosse identificada antecipadamente ou a regra já inserisse as composições complexas sem um processo intermediário, não poderiam ser mais reconhecidos retângulos, interrompendo o processo de elaboração da composição básica.



**Figura 104:** Diferentes núcleos de retângulos nas composições.

1.1		<p>Regra para instanciamento da primeira forma</p>	<p>Retângulos com proporção superior a 2</p>	<p>Restrições</p>
1.2			<p><math>c/a_{n+1} = \alpha</math>  <math>c/b_n = \alpha</math></p> <p>Sendo que  <math>0.42 \leq \alpha \leq 0.65</math></p>	
1.3			<p><math>d/b_n = \beta</math>  <math>e/b_{n+1} = \beta</math>  <math>d/a_{n+1} = \beta</math>  <math>e/a_n = \beta</math></p> <p>Sendo que  <math>0.22 \leq \beta \leq 0.85</math></p>	
1.4			<p><math>a_{n+1}/b_n = \chi</math></p> <p>Sendo que  <math>0.50 \leq \chi \leq 0.79</math></p>	
1.5				
1.6			<p>Esta regra é aplicada, geralmente, quando o retângulo sobreposto ficará por cima, se não a composição das peças torna-se semelhante ao resultado obtido do lado direito da regra 1.4.</p>	

Figura 105: Regras obtidas a partir das relações espaciais extraídas das composições.

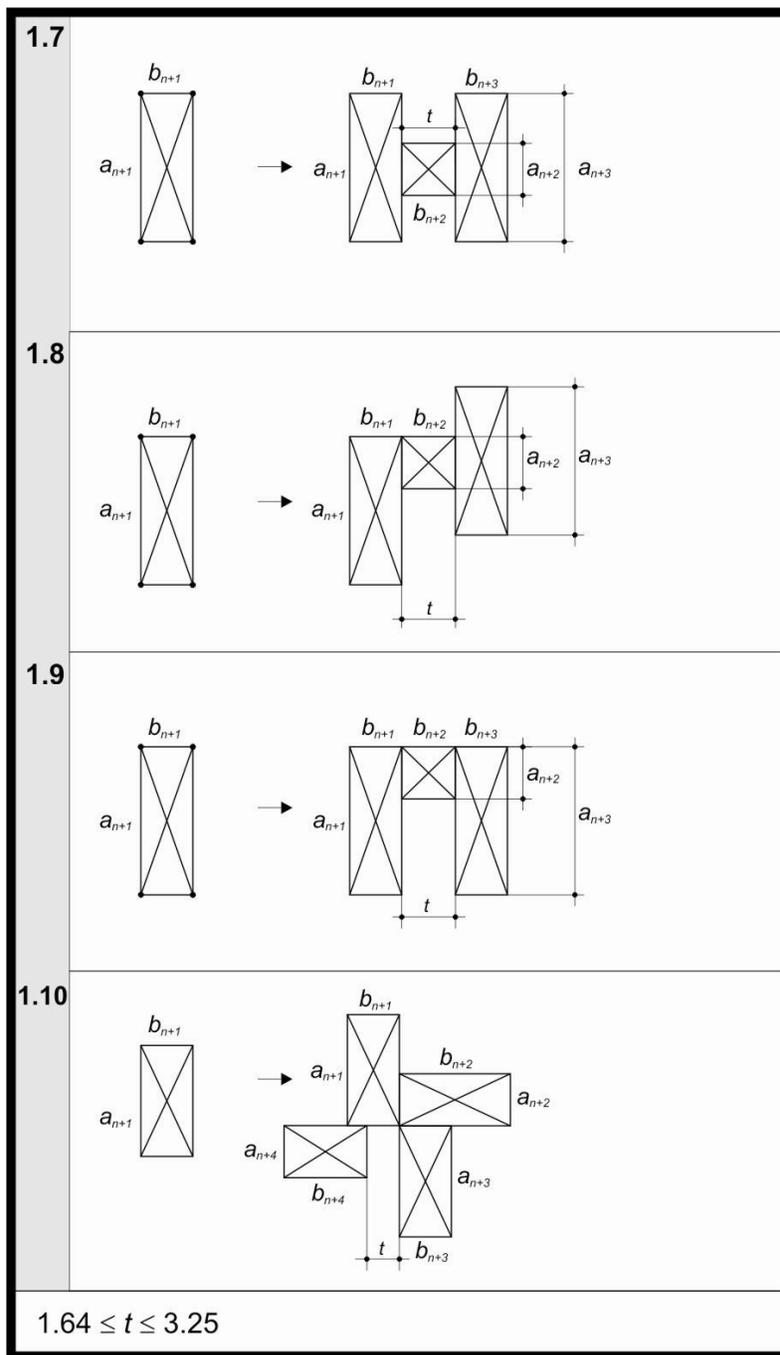


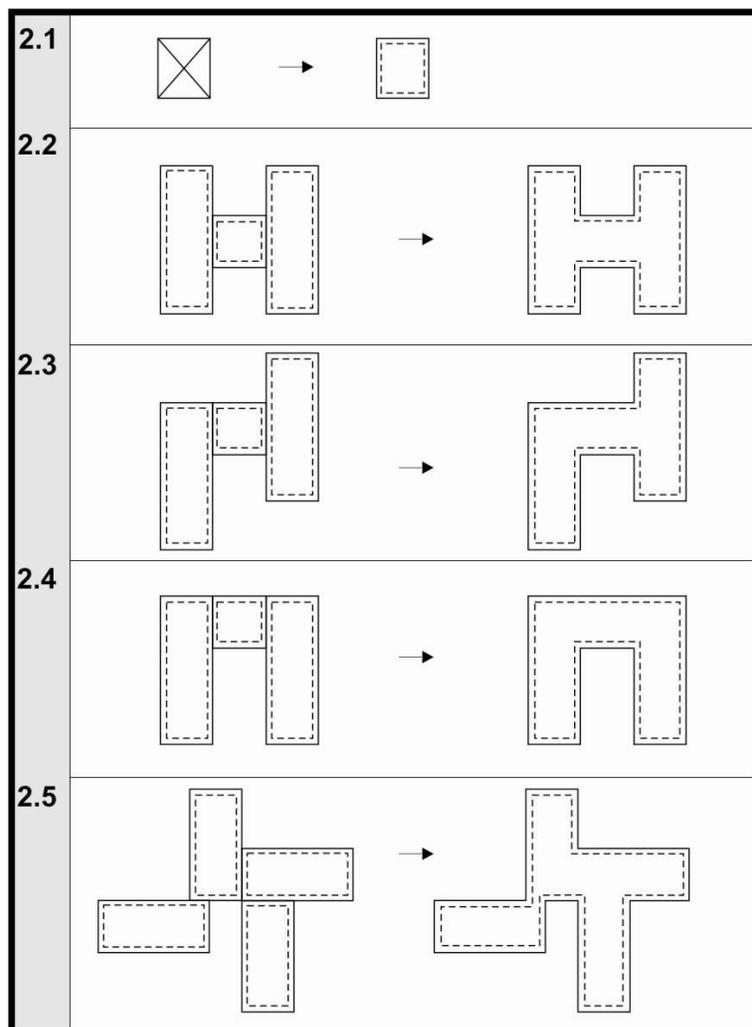
Figura 106: Regras obtidas para instanciamento dos embriões de formas complexas.

### 5.3.2 Segunda etapa – Identificação de formas complexas e troca de marcador

Na segunda etapa é realizada a troca de marcador nas formas primitivas (retângulos) da composição e são identificadas as formas complexas. O primeiro passo é a troca dos marcadores em “X” por linhas tracejadas em todas as formas que fazem parte da composição, evitando, assim, que as regras iniciais sejam aplicadas novamente (**regra 2.1, figura 107**).

A troca do marcador foi um artifício criado não apenas para interromper o processo de construção da composição básica. A linha tracejada também colabora nas etapas seguintes de definição dos retângulos que se sobrepõem aos outros e na troca de lados retos por semi-circunferência. Sua existência está relacionada ao reconhecimento do espaço externo e interno às composições.

Em uma segunda seqüência de aplicação das regras, as formas complexas devem ser reconhecidas por meio da utilização das demais regras **da figura 107**. Se não houver nenhuma forma complexa na composição esta fase do processo pode ser considerada finalizada.

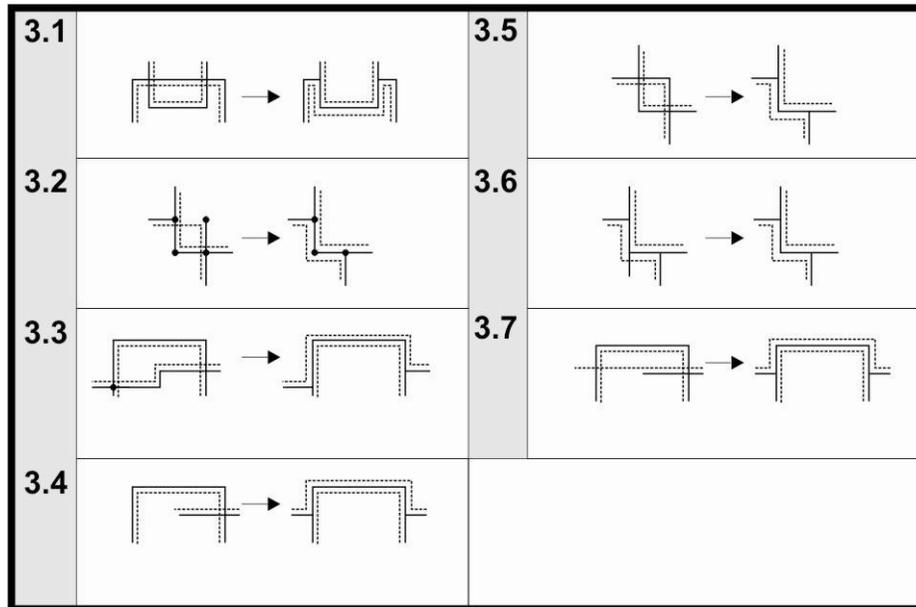


**Figura 107:** Regra 2.1 para troca de marcadores e regras 2.2 a 2.5 de identificação de formas complexas.

### 5.3.3 Terceira etapa – Sobreposição das formas

As regras que definem a sobreposição das formas são de subtração e substituição. Não existem restrições quanto à posição das formas do vocabulário. Uma forma complexa pode estar tanto sobre como abaixo das demais formas que foram inseridas na composição (na maior parte dos casos, sobre as demais formas). No final desta etapa as composições não podem apresentar linhas que se cruzam, o que indicaria que o processo está inacabado. As

linhas tracejadas devem seguir o contorno tanto das formas complexas como das formas simples. Na **figura 108** estão todas as regras de subtração.



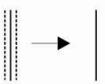
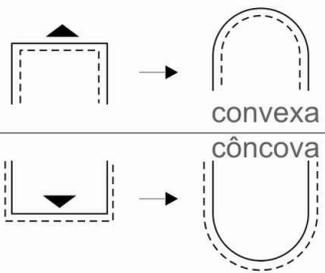
**Figura 108:** Regras para a definição de sobreposição.

#### 5.3.4 Quarta etapa – inserção das formas semicirculares

A elaboração dos lados formados por semi-circunferências é realizada em duas etapas. Na primeira, são adicionados marcadores triangulares externos à composição (**regras 4.2 e 4.3** na **figura 109**). Estes marcadores podem apenas ser adicionados nos retângulos que apresentam proporção entre comprimento e largura adequados para a troca de lado e em lados de formas complexas que respeitem as restrições quanto à proporção. A **regra 4.1** deve ser aplicada antes da inserção dos marcadores para evitar que estes sejam utilizados na parte interna da composição.

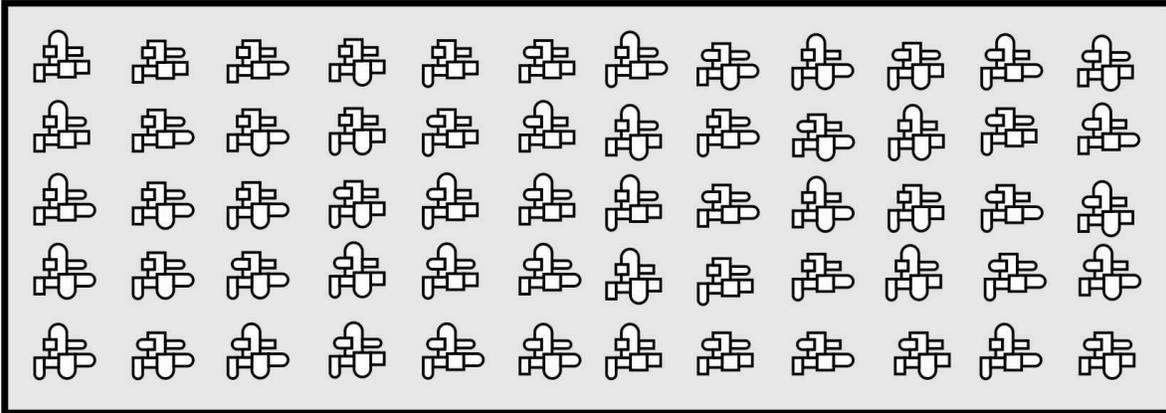
Existem dois tipos diferentes de regras para a inserção de lado em semi-circunferência. No primeiro caso, a adição da semi-circunferência transforma um dos lados do canteiro em uma forma cônvexa. Existe a adição de mais área de canteiro, sendo assim o comprimento do

retângulo primitivo (tanto originalmente pertencente à forma complexa como simples) aumenta em metade de sua largura (caso representado pela **regra 4.4**). No segundo caso, a semi-circunferência modifica um dos lados do retângulo, de modo que esta seja côncava em relação ao retângulo primitivo, ocorrendo assim uma significativa redução da área do canteiro (caso representado pela **regra 4.5**). Neste caso, a regra apenas pode ser aplicada em formas complexas. A diferenciação de cada caso é realizada na etapa anterior, quando os marcadores são adicionados, ora apontando para o sentido externo da composição (côncavo), ora apontando para a parte interna (convexo). A **regra 4.5** é apenas utilizada nas formas complexas. Caso a composição não tenha nenhuma das formas que fazem parte da família de “h’s”, torna-se automaticamente obrigatório o uso apenas da **regra 4.4**.

4.1		<b>Regra 4.1</b> para apagar linhas duplas internas, evitando que as próximas regras sejam aplicadas internamente à composição.
4.2		4.4
4.3		4.5 

**Figura 109:** Regras para a definição de semi-circunferências.

As regras responsáveis por criar os lados em semi-circunferência, apesar de causarem uma mudança, aparentemente pouco significativa na composição, possibilitam a geração de novas instâncias a partir de um mesmo núcleo compositivo. Caso uma composição tenha, por exemplo, cinco possibilidades de aplicação da regra de inserção da semi-circunferência, ela terá ao todo **32** instâncias diferentes.



**Figura 110:** Conjunto de variações possíveis com a aplicação da regra de inserção do lado em semi-circunferência (25 das 32 opções plausíveis).

### 5.3.5 Quinta etapa - regras de finalização

A etapa de conclusão é composta por uma regra opcional e duas obrigatórias. A regra opcional é de inserção da circunferência. Ocorre quando um canteiro, com um dos lados formados por uma semi-circunferência, recebe um canteiro com forma circular com o mesmo centro da semi-circunferência. A inserção apenas pode ocorrer nos casos em que houve aplicação das **regras 4.2 e 4.4**, ou seja, em composições nas quais foram adicionados lados cônvexos.

A primeira regra obrigatória é responsável por apagar as linhas tracejadas que ajudaram a definir as sobreposições e quais os lados que seriam modificados para receberem uma curva.

A regra de finalização das composições, também obrigatória, aumenta a espessura das linhas que formam as composições, permitindo que estas fiquem com a mesma largura das muretas que dividem os canteiros das ilhas. A **figura 111** apresenta as últimas regras da gramática.

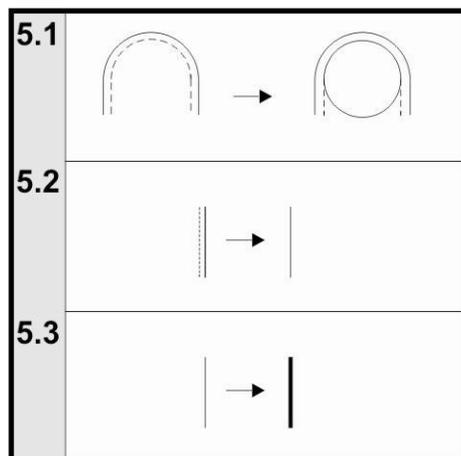


Figura 111: Regras para a etapa de finalização.

### 5.3.6 Processo de reconstrução das composições

Após a elaboração da gramática foi realizado um trabalho de reconstrução das composições utilizando a gramática da forma desenvolvida (**figura 112**). Durante esse processo percebeu-se que ela funcionava muito bem para a maior parte das composições presentes nos espelhos d'água dos três projetos, contudo não era possível construir algumas das composições. Sua análise mostrou que elas podem ser consideradas variações da linguagem principal, ou seja, composições relativamente “atípicas”. Por exemplo, a composição **i6**, diferentemente das demais, apresenta duas formas complexas sobrepostas a um retângulo. Esta poderia ser considerada uma nova relação espacial e para sua construção seria necessária a elaboração de outras regras para prosseguir o processo de construção. Já a composição **i12** do Tribunal de Contas da União (**figura 88**) tem um dos canteiros totalmente cercado por outros três. Isto pode, também, ser considerado um caso “atípico” da linguagem, pois não existe nenhum outro caso semelhante nos projetos. Portanto, mais uma vez seria necessária a elaboração de novas regras, pois esta pode ser considerada uma nova relação espacial entre canteiros.

Deparou-se então com a seguinte dúvida: será que é viável sempre criar novas regras para poder gerar apenas uma composição do corpus? Ou é mais importante ter uma gramática enxuta, capaz de criar um grande número de instâncias, contudo sem cobrir necessariamente

todas as variações presentes na linguagem? Tendo em vista que o objetivo deste trabalho é descrever a linguagem típica do paisagista Burle-Marx, e que esta gramática descreve apenas uma pequena porção de sua obra, optou-se pela última alternativa.

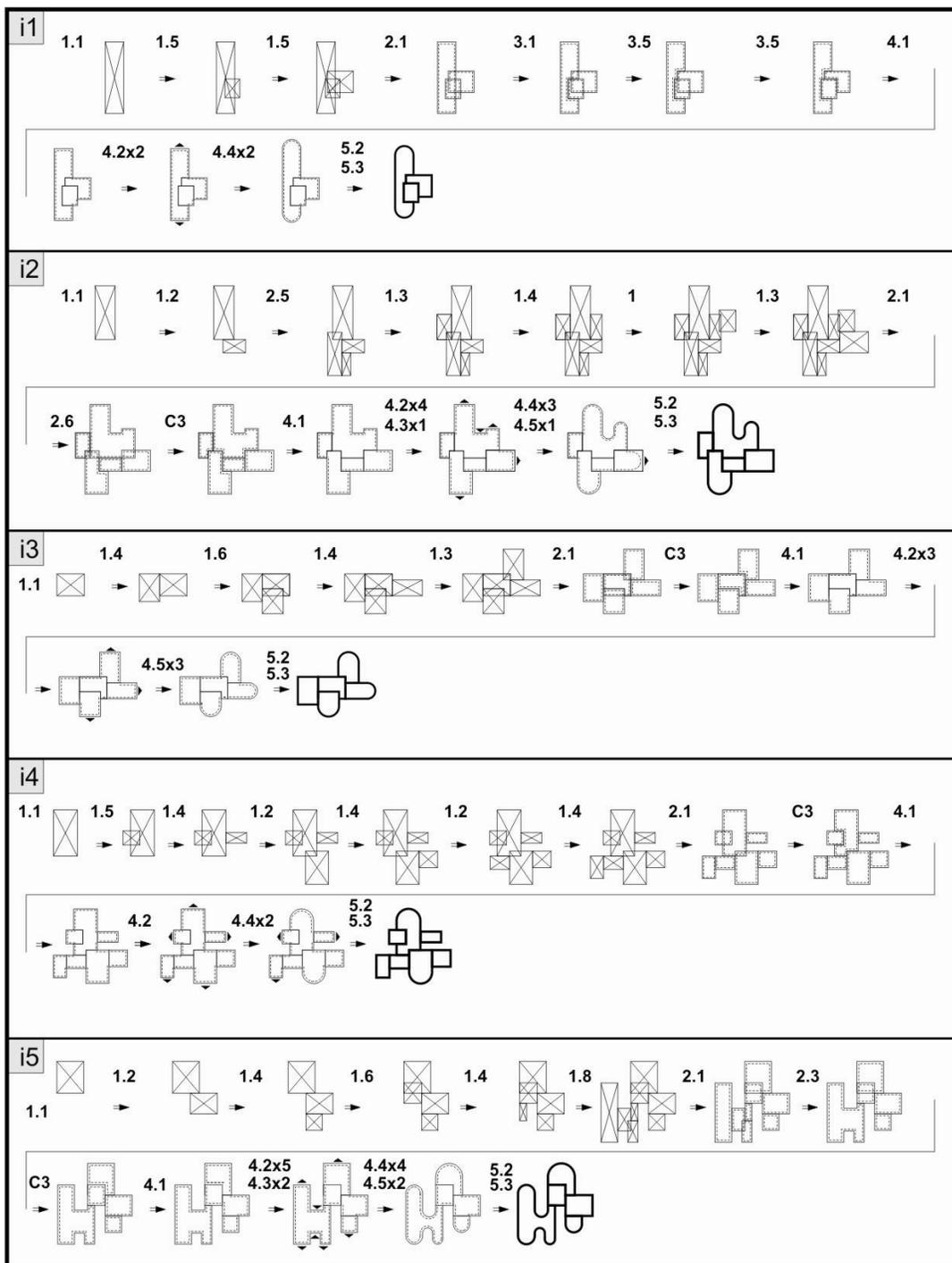
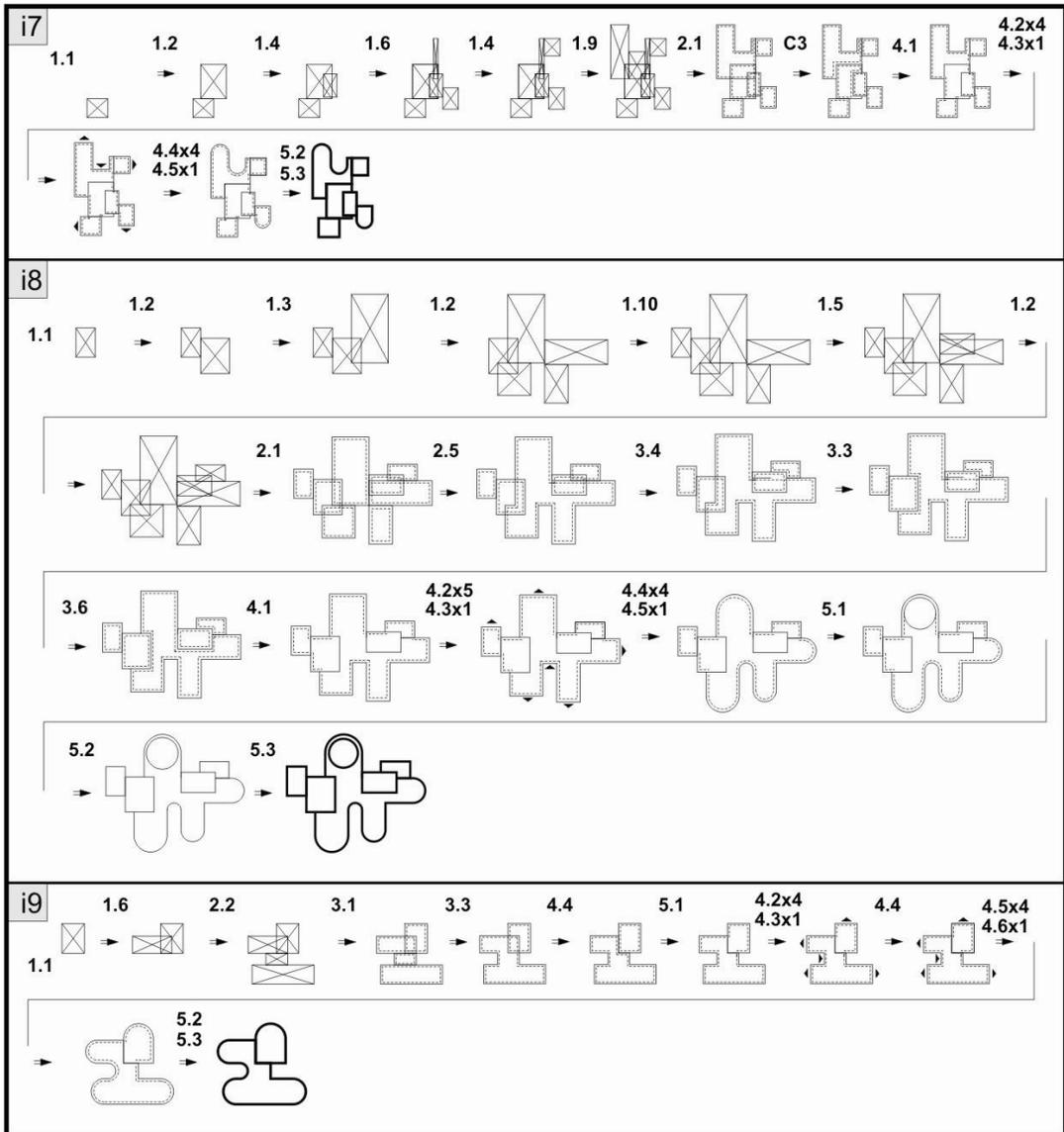


Figura 112: Reconstrução com a gramática das composições existentes De Burle Marx.



Continuação da figura 112.

## **Capítulo VI - Os testes da gramática**

Foram realizados ao todo três testes diferentes com os alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O primeiro deles foi dividido em três partes. A intenção foi a de coletar material para compreender se a gramática da forma ou, principalmente, se o processo de construção básico das composições funcionava adequadamente e se era de fácil entendimento. Adicionalmente, buscava-se descobrir se haveria realmente diferenças entre o que seria construído pelos alunos sem e com a gramática da forma. O segundo e terceiro testes foram apenas de reconhecimento das composições, elaborados para averiguar a eficiência da gramática. Neles foram comparadas composições de Burle Marx com as que os alunos elaboraram no primeiro teste com e sem a gramática da forma.

Como nesta etapa final do trabalho a intenção era aplicar diferentes testes e estes não poderiam ser realizados com os mesmos alunos, para evitar a familiarização com a linguagem, deu-se preferência para que os alunos de graduação participassem das atividades. Estes são em maior número e mais fáceis de serem reunidos que os alunos de pós-graduação. Definiu-se que o grupo da primeira bateria de testes seria mais homogêneo, com alunos do mesmo ano. A intenção neste caso era que os participantes tivessem o mesmo grau de formação e conhecimentos sobre arquitetura paisagística. O segundo e terceiro testes poderiam ser realizados por estudantes de diferentes anos do curso.

## 7.1 Primeiro teste

Participaram do primeiro teste apenas os alunos do quarto ano do curso de arquitetura, pois estes já haviam completado o ciclo básico do curso de paisagismo na universidade, apresentando, assim, mesma formação na área de estudos. Durante esta bateria de testes participaram 15 alunos, sendo que para eles foi apresentada uma versão simplificada da gramática (**Apêndice I**), na qual foram mantidas as regras para:

- 1) A montagem básica das composições, identificação da forma “h” e suas variantes;
- 2) Definição de quais formas devem ser sobrepostas pelas outras;
- 3) Troca do lado de um retângulo por um lado em semi-circunferência;
- 4) Opção de inserção de um canteiro circular dentro de uma forma que apresenta um dos lados em semi-circunferência.

Os motivos pelos quais se optou por uma gramática simplificada relacionam-se à falta de conhecimento dos alunos sobre a metodologia utilizada nesta pesquisa. O teste teve duração de aproximadamente uma hora e quarenta e cinco minutos. Nele foram apresentados dois exercícios e uma série de questões a respeito do uso de métodos que visem à compreensão da lógica subjacente a uma linguagem projetual.

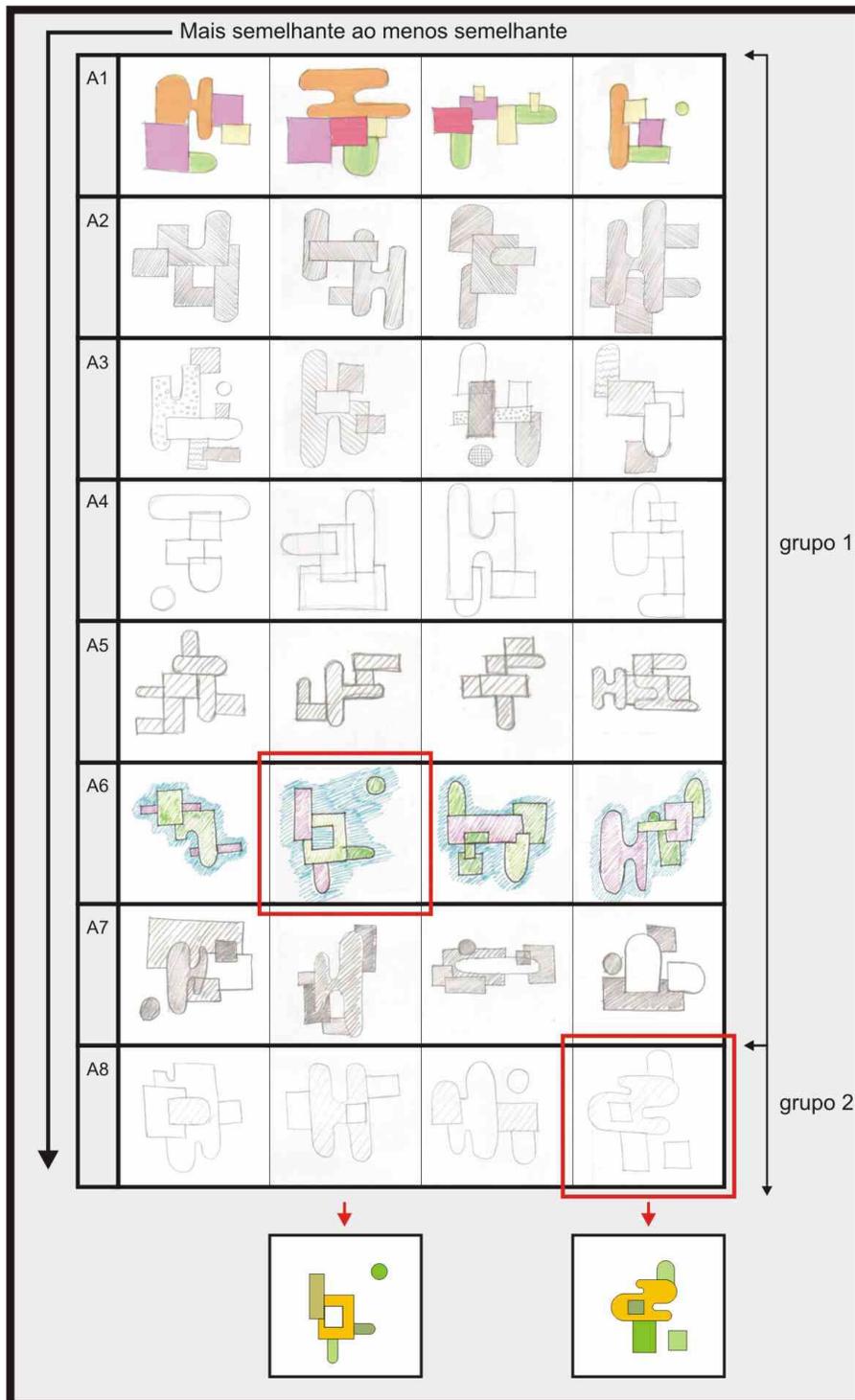
### 7.1.1 Exercício de instanciamento – sem a gramática

O primeiro destes exercícios foi realizado após uma breve apresentação sobre o trabalho de Roberto Burle Marx e o conjunto de composições que foram escolhidas para serem analisadas por meio da gramática da forma. Nele pediu-se que os alunos, a partir de composições existentes no espelho d’água do Palácio do Itamaraty, tentassem reproduzir a linguagem em quatro novos exemplares criados por eles mesmos. Os resultados deste exercício estão apresentados na **figura 113 e 114**.

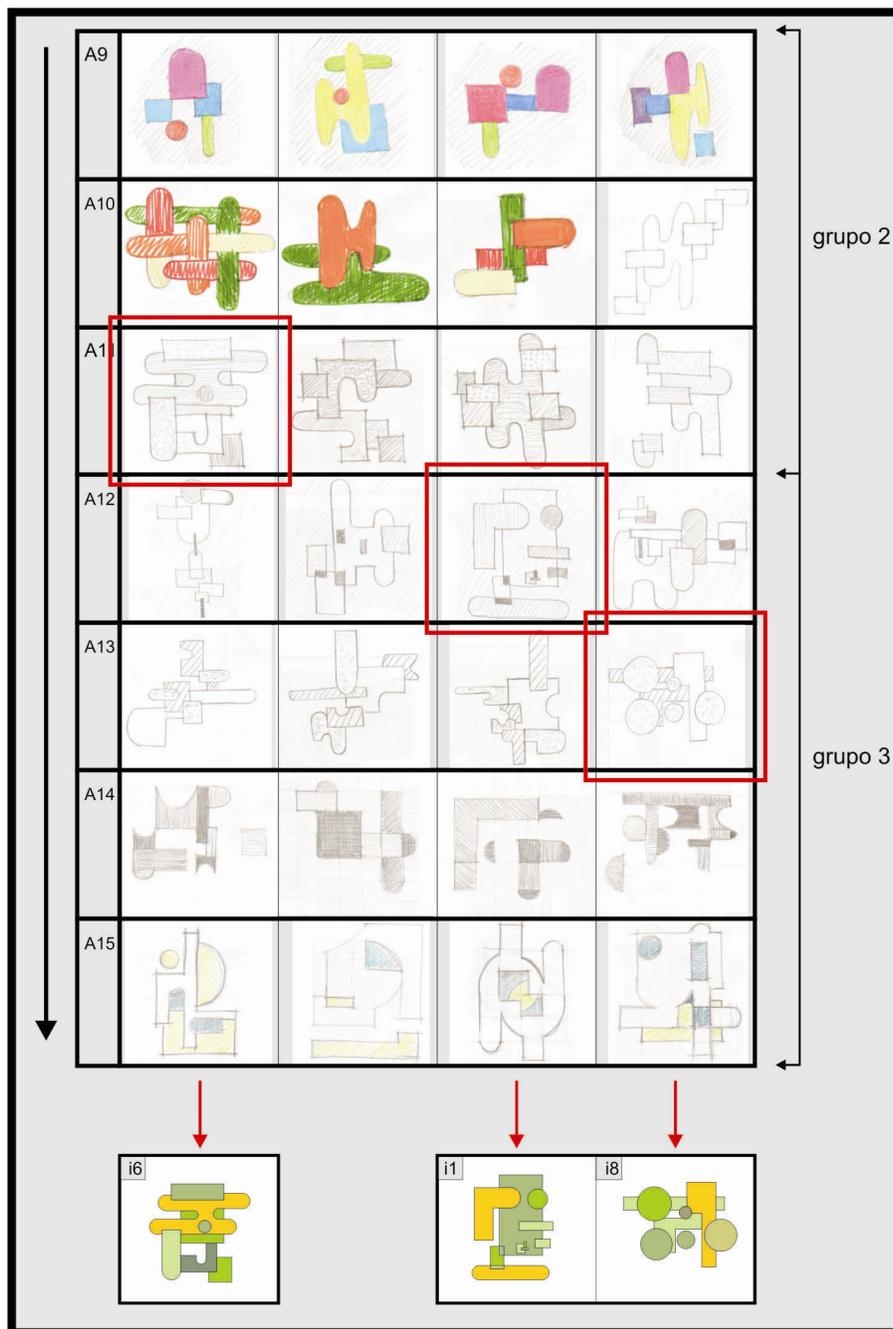
Observam-se três classes de casos distintos. O **primeiro grupo (A1 a A7)** é constituído de alunos que conseguiram entender qual era o vocabulário básico que Roberto Burle Marx utilizou em suas composições. Contudo, não souberam relacionar as formas entre si de modo a chegar a composições semelhantes às do Palácio do Itamaraty. Relações espaciais que não existem nas composições de paisagismo foram utilizadas, o que acabou por descaracterizar as composições. Podem ser citadas como exemplos de relações espaciais inadequadas:

- 1) A utilização de retângulos totalmente inseridos em outros retângulos ou em formas compostas;
- 2) Formas que apenas se tocam por um ponto;
- 3) Áreas em que a água ficou aprisionada entre canteiros.

Outro caso foi dos alunos que modificaram as formas, principalmente compostas, mas que mesmo assim foram capazes de manter, parcialmente, suas composições semelhantes às geradas por Burle Marx. Nestas composições também é comum haver as mesmas variações encontradas nos casos anteriores. As composições geradas pelos alunos e pertencentes a este grupo são as que vão da **A8 a A11**.



**Figura 113:** Composições elaboradas pelos alunos sem a gramática. As composições destacadas por um quadrado vermelho são as que foram utilizadas na etapa de reconhecimento.



**Figura 114:** Composições elaboradas pelos alunos e escolhidas para os testes de identificação. As composições destacadas por um quadrado vermelho são as que foram utilizadas na etapa de reconhecimento.

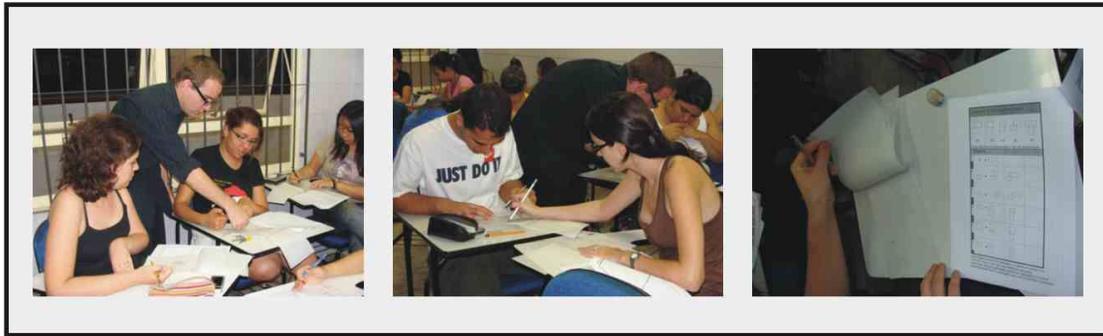
Finalmente, alguns alunos acabaram criando variações tão grandes em suas composições que não era possível notar semelhanças com a linguagem das ilhas isoladas no espelho d'água. Nesses casos não houve, provavelmente, a incapacidade de compreender a linguagem, mas uma dificuldade em relação ao enunciado do exercício ou certa resistência em seguir um procedimento para chegar a composições de linguagem semelhante às das composições produzidas por Burle Marx. Ou seja, talvez para estes alunos a liberdade de criação era mais importante. Estas composições estão reunidas no **grupo 3 (A12 a A15)**.

Analisando as composições geradas pelos alunos também foi possível perceber que em boa parte dos casos as proporções não foram respeitadas. Mesmo com uma tabela em suas mãos, com todas as composições presentes nos jardins, os alunos utilizaram retângulos de tamanhos diferenciados, sendo alguns deles muito pequenos em relação aos outros, o que não ocorre nas ilhas do projeto analisado. Podem ser citadas como exemplo as composições criadas pelo autor da linha **A12**.

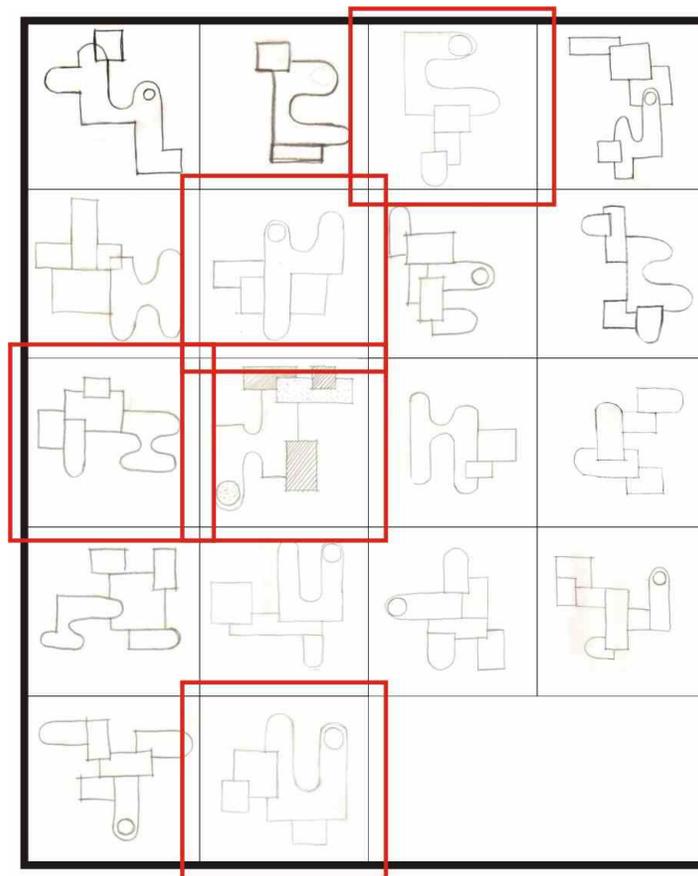
### **7.1.2 Exercício de instanciamento com a gramática**

A apresentação da regras foi precedida por uma explicação sobre a gramática da forma, que durou aproximadamente 15 minutos. Após a explicação de seu funcionamento e de quais eram as etapas necessárias para chegar a uma composição semelhante à linguagem dos canteiros, foi apresentada uma derivação passo a passo, como forma de exemplificação do processo.

O segundo exercício apresentado aos alunos pedia que fossem realizadas, em um bloco de papel vegetal, derivações segundo as regras da gramática. Para este exercício, pediu-se aos alunos que formassem grupos com quatro a cinco integrantes, de modo que um colaborasse com o outro caso houvesse dúvidas.



**Figura 115:** Alunos trabalhando com a gramática.



**Figura 116:** Composições elaboradas pelos alunos com a gramática simplificada. As composições destacadas por um quadrado vermelho são as que foram utilizadas na etapa de reconhecimento.

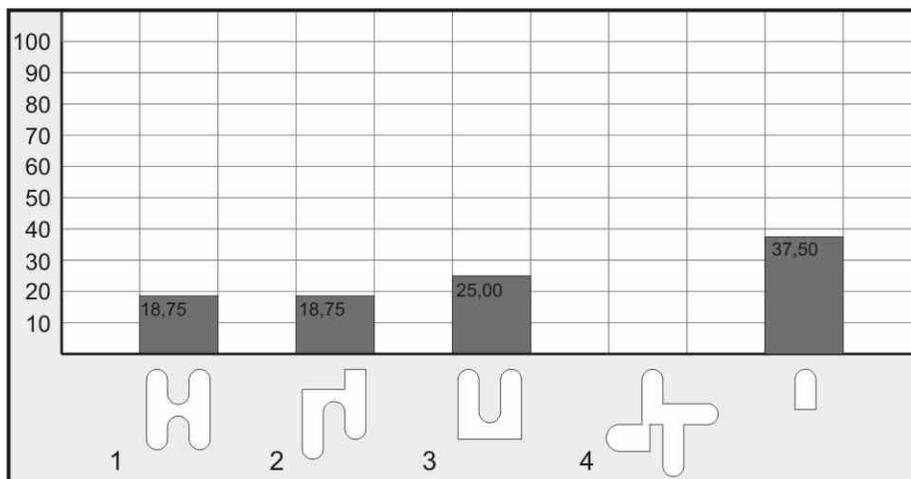
A análise do material obtido mostrou que, de fato, a gramática apresentada funcionava, mesmo que parcialmente. Muitos alunos desenvolveram composições semelhantes às elaboradas por Burle Marx. O fato de a gramática ter sido simplificada permitiu que

algumas composições fugissem um pouco da linguagem. Também, foi possível notar que houve a preferência, por parte dos alunos, por certas regras, principalmente em relação à inserção de formas específicas do vocabulário.

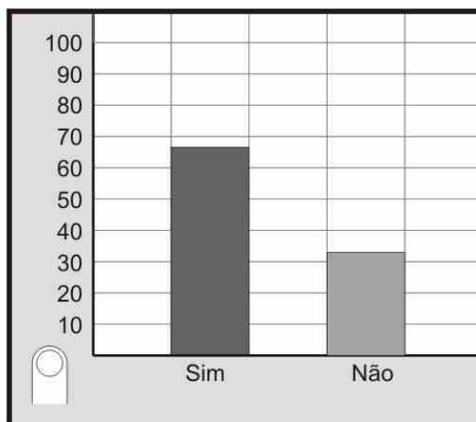
Isto se deve ao fato de algumas formas serem mais complexas que outras, sendo mais difíceis de serem utilizadas. Por exemplo, a forma complexa **número 4** apresentada no **gráfico 117** não foi usada em nenhuma composição entregue pelos alunos. As demais formas complexas puderam ser observadas, sendo que houve uma predominância da forma **número 3** (equivalente à **regra 2.4** da figura **107** na gramática completa).

Contudo, aproximadamente **40%** das composições eram constituídas apenas por retângulos ou retângulos com um lado trocado por uma semi-circunferência. A preferência dos alunos por este tipo de composição pode ter ocorrido porque, neste caso, o processo de geração da composição era ainda mais simples. Na maioria delas observou-se também a utilização da regra que insere uma circunferência em um dos lados em semi-circunferência em formas complexas (**gráfico 118**).

Em relação à utilização das formas complexas, também foi interessante constatar que muitos dos alunos utilizaram na primeira etapa do exercício, de reprodução da linguagem sem a gramática, os retângulos com dois lados em semi-circunferência. Na segunda etapa, com as regras à disposição, nenhum aluno empregou essa forma, apesar de ela estar presente em uma das composições de Burle Marx. Isto comprova, mais uma vez, que os alunos compreenderam bem o funcionamento da gramática da forma, não inserindo formas que não faziam parte do vocabulário da linguagem dos canteiros em suas composições.



**Figura 117:** Utilização de formas complexas por casos de “H’s”.



**Figura 118:** Porcentagem de composições com canteiro em circunferência.

Mantendo ainda a comparação entre as atividades, no primeiro exercício a maioria dos alunos inseriu formas isoladas em suas composições, apesar disto ocorrer em apenas um caso, dos nove analisados de Burle Marx. Já no processo de derivação segundo a gramática, não são mais utilizadas formas, segundo esta relação com a composição, porque a gramática não apresentava regras capazes de inseri-las. Este é um fato interessante, pois demonstra que os alunos compreenderam o segundo exercício e como se dá o processo de derivação de uma forma. Nenhum aluno criou formas segundo regras que não existem.

As proporções foram mais respeitadas, contudo não completamente. Foi explicado aos alunos que os retângulos simples e com apenas um dos lados trocados por uma circunferência deveriam apresentar relação entre o comprimento e a largura menor que 2,00 e os retângulos que são responsáveis por gerar formas complexas uma relação superior a 2,00. Mesmo assim podem ser identificados retângulos que possuem relação entre largura e comprimento maior que 2,00 nas composições.

Também, existiram dificuldades em relação à maneira com que os retângulos deveriam se relacionar com os lados em semi-circunferência das formas complexas. Isso ocorreu porque as regras, que foram apresentadas, simplificavam o processo de construção das formas complexas em duas etapas, sem definição de quais e como deveriam ser feitos os lados em semi-circunferência. Isto apenas foi apresentado verbalmente. Alguns alunos conseguiram perceber como estas relações deveriam se dar e modificaram as composições, aproximando-as da linguagem analisada, mesmo sem que houvesse regras que exemplificassem o processo.

### **7.1.3 Questionário**

Ao final do segundo exercício todos os alunos preencheram um questionário respondendo sobre o que pensavam da utilização de processos lógicos para a análise de projetos e se a gramática da forma seria uma ferramenta interessante no processo de ensino de paisagismo. Também, questionou-se se a metodologia colaborou para a compreensão de como Burle Marx processava as formas no caso desta linguagem. Para estas perguntas, as respostas afirmativas foram superiores a **80%**. Uma quarta indagava se o processo era de fácil compreensão. Apesar de todos os alunos terem conseguido realizar os exercícios, pouco mais da metade respondeu que teve dificuldades em entender o processo.

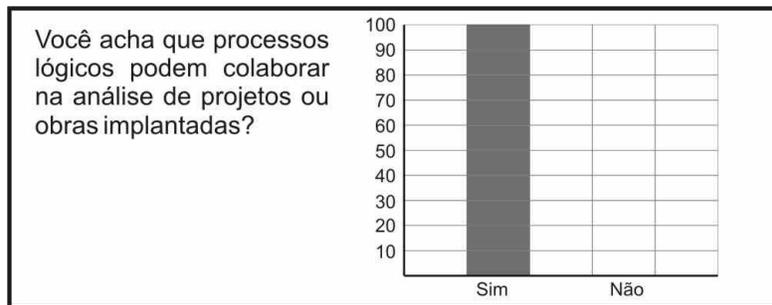


Figura 119: Respostas primeira questão.

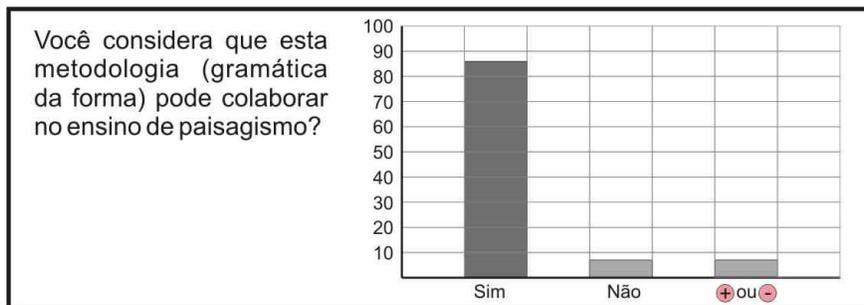


Figura 120: Respostas segunda questão.

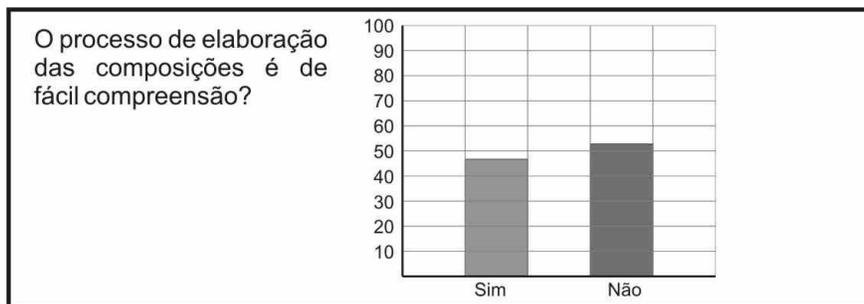


Figura 121: Respostas terceira questão.

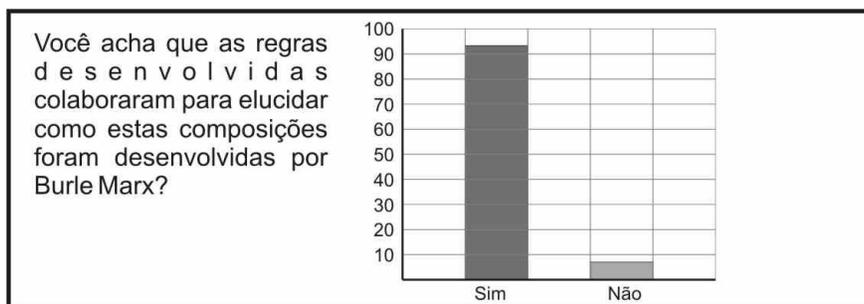


Figura 122: Respostas para a quarta questão do questionário.

Finalmente, a última questão que os alunos tiveram que responder, em apenas um parágrafo, era o que tinham achado da atividade realizada. No **Apêndice II** são apresentados os comentários dos alunos integralmente.

A maioria dos alunos concluiu que a atividade foi positiva e que as regras colaboraram para o entendimento de como as composições foram construídas. Contudo, a maioria deles completou reforçando que tiveram alguma dificuldade em entender como as regras deveriam ser aplicadas e as restrições para sua utilização. Alguns dos alunos acharam interessante o teste, pois entender a lógica segundo a qual as formas foram construídas levou a uma melhor compreensão de algumas questões que envolvem o projeto paisagístico.

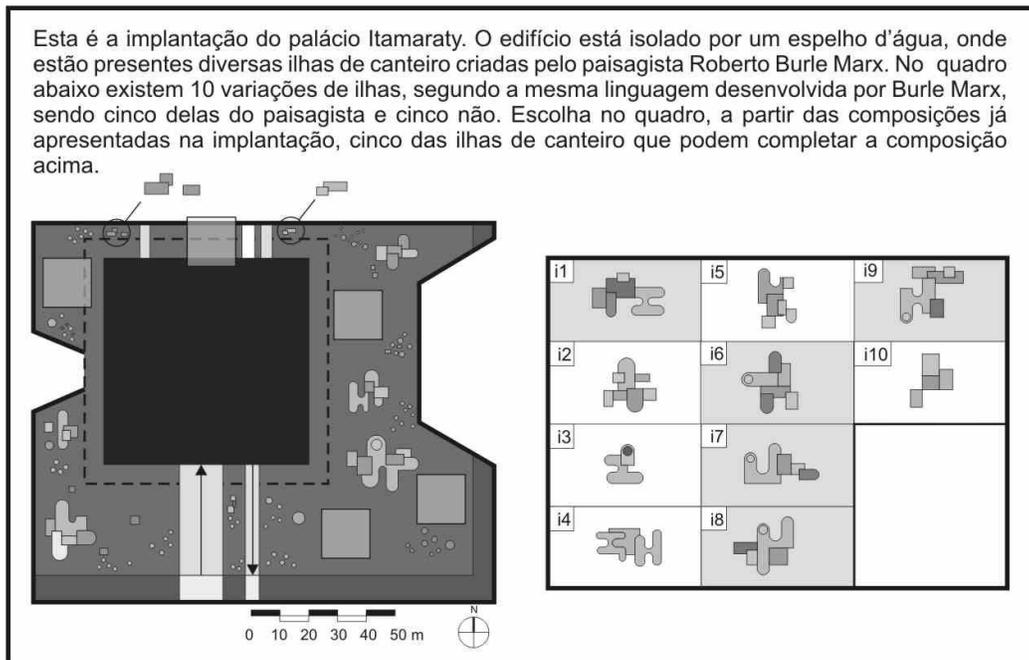
Podem ser citados como exemplos os casos das reentrâncias e das áreas de águas cercadas por canteiros. A explicação para não ocorrerem, segundo uma lógica compositiva, é que no paisagismo existe uma grande preocupação com o que o usuário está compreendendo ao ver o jardim. Não adianta criar uma composição que seja impossível de ser entendida em sua completude. Claro que a ambigüidade pode ser uma importante ferramenta. Mas ela não existe, ou não tem sentido, quando uma das partes que fazem parte deste jogo não pode ser notada pelo usuário. Um caso, apesar de um pouco diferente, que pode ser citado seria o da Praça Demóstenes Martins de autoria de Elídio Pinheiro Filho, em Campo Grande (**figura 114**). O desenho de piso na escala do pedestre é formado por ondas, sendo que as atividades ocorrem internamente a esta pavimentação. Contudo, observando a implantação do projeto vê-se que o desenho da parte interna da praça remete à forma de um peixe. O arquiteto paisagista trabalhou com uma forma que não pode ser identificada pelo usuário, ou seja, que não influencia em nada o modo como ele compreende o espaço.



**Figura 123:** Praça Demóstenes Martins, Campo Grande.  
**Fonte:** Quapá (Quadro do paisagismo no Brasil).

## 7.2 Teste de identificação (Burle Marx x Alunos com gramática)

De todas as composições desenvolvidas pelos alunos, cinco delas foram selecionadas para um teste de identificação. Estas foram adicionadas a um quadro com outras cinco composições que foram elaboradas por Roberto Burle Marx. Aos alunos coube, por meio da análise das demais composições presentes no projeto, identificar quais tinham sido realizadas pelo paisagista.



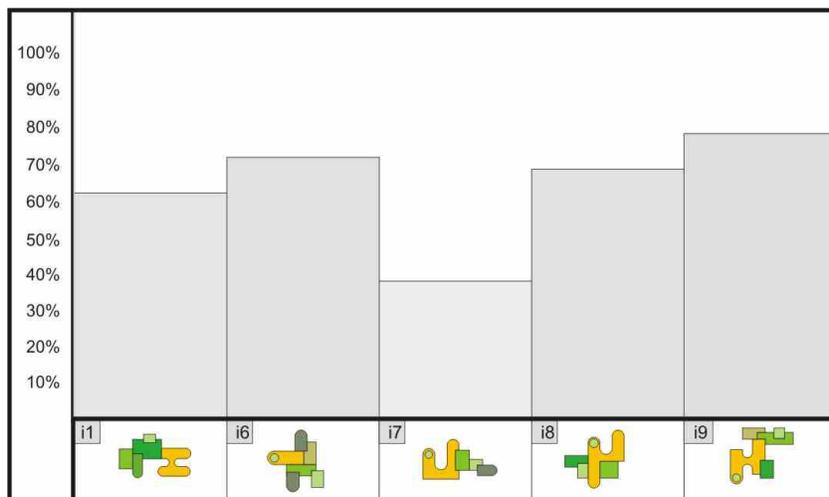
**Figura 124:** Exemplo de material entregue para o primeiro teste de identificação.

Os resultados foram interessantes em vários sentidos. Primeiro, porque a maioria das composições reconhecidas como sendo realizadas por Burle Marx não haviam sido elaboradas por ele. São elas as composições de numeração **i1**, **i6**, **i7**, **i8** e **i9**. A ilha de canteiros que, corretamente, foi a mais apontada como tendo sido criada pelo paisagista foi a **i3**, obtendo **53,3%** de indicações. A composição **i7**, que não era de Roberto Burle Marx, foi assinalada como sendo dele **40,0%** das vezes, o menor índice entre as que não tinham sido feitas por ele. A composição com maior índice de reconhecimento entre todas as apresentadas, sendo dele ou não, foi a **i9** com **80,0%** das indicações. Fato interessante, pois, na realidade, esta havia sido criada por um aluno que realizou os exercícios iniciais.

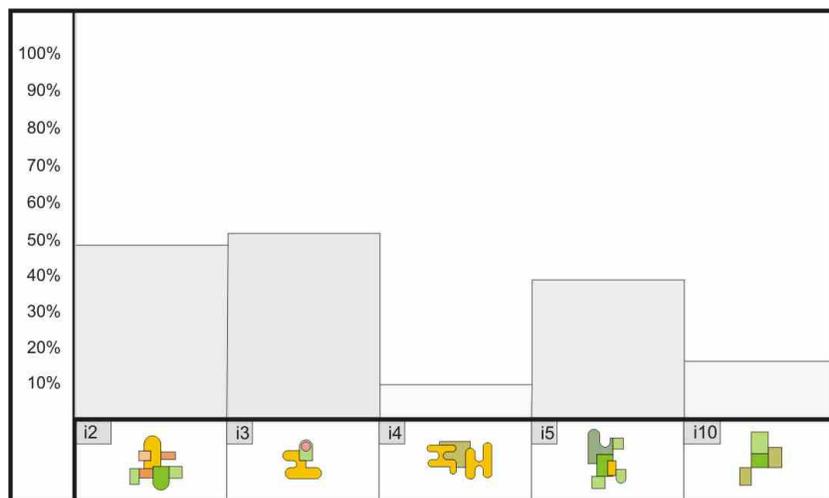
Duas composições de Burle Marx obtiveram indicações bem abaixo das demais. São elas as ilhas de canteiro **i4** e a **i10**. Estas foram apontadas como pertencentes a Burle Marx **10,0%** e **17,0%** das vezes, respectivamente. Contudo, este fato pode ser explicitado por meio da comparação com as demais ilhas de canteiro elaboradas pelo autor da linguagem. No caso da ilha de canteiros **i4**, comparando esta com as demais, é possível notar que nenhuma das outras apresenta mais de uma forma complexa. Neste caso, poder-se-ia dizer que esta ilha está fora do padrão em relação às demais, sendo este o motivo pelo qual não havia sido escolhida. Já a ilha **i10**, formada apenas por retângulos justapostos, acabou por confundir os alunos, pois nenhuma outra composição presente no espelho d'água baseava-se apenas na justaposição de formas simples do vocabulário.

Finalmente, em média foram escolhidas as composições de autoria de Burle Marx **34,1%** das vezes, enquanto as que eram de autoria dos alunos foram selecionadas **65,9%** das vezes. De certo modo, pode-se concluir que as composições dos alunos, para os entrevistados, eram mais “Burle Marxianas” que as do próprio paisagista.

Isto ocorreu porque a análise permitiu a construção de um sistema de regras que exemplificava muito bem as principais características das composições elaboradas por Burle Marx. Quando o próprio autor (Burle Marx), gerava uma composição um pouco fora do padrão da linguagem, os alunos conseguiam notar estas diferenças.



**Figura 125:** Composições elaboradas pelos alunos com a gramática e reconhecidas como sendo de Burle Marx.



**Figura 126:** Composições de Burle Marx.

### 7.3 Teste de identificação (Burle Marx x Alunos sem gramática)

Outro teste, que visava comprovar a eficácia da gramática, foi realizado novamente com trinta estudantes de arquitetura. As composições desenvolvidas pelos alunos do quarto ano, sem a gramática da forma, foram confrontadas com as composições de Burle Marx em um teste semelhante ao apresentado no item anterior. Foram selecionadas desde composições bem distintas às do paisagista, com significativa variação de vocabulário e relações espaciais, até composições que apresentavam um grau maior de semelhança, com alterações mais sutis na linguagem. Não pertencem ao paisagista, novamente, as composições **i1**, **i6**, **i7**, **i8** e **i9**.

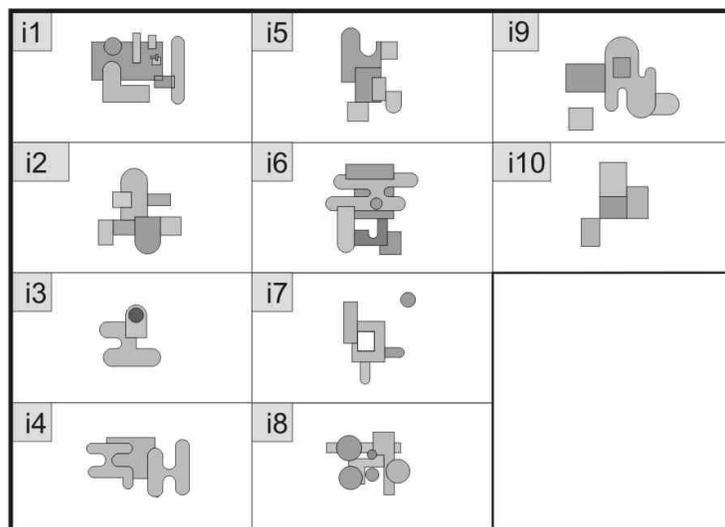


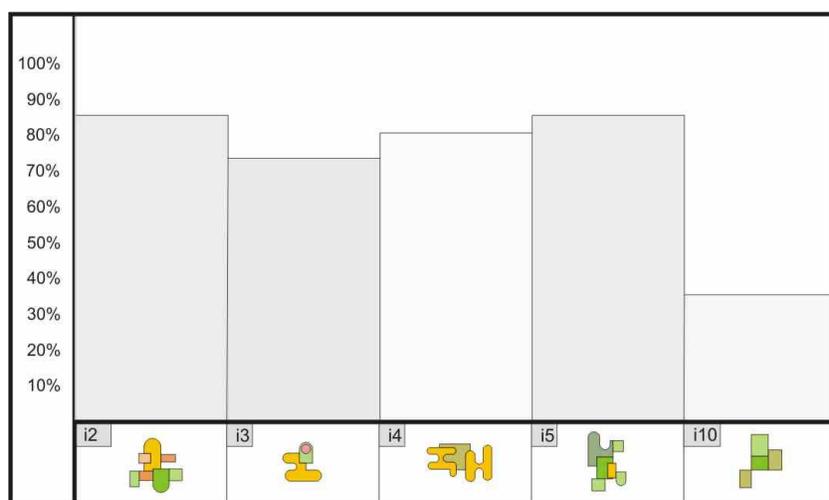
Figura 127: Quadro com composições do segundo teste.

Neste teste, os acertos em relação a quais seriam as composições do paisagista foram maiores. Os alunos conseguiram, de modo mais satisfatório, comparar e descobrir padrões compositivos nas ilhas apresentadas na implantação. Três das composições desenvolvidas pelos alunos foram citadas menos de **20%** das vezes, sendo que uma delas, a **i8**, não foi indicada nenhuma vez como sendo de Burle Marx. Isto pode ser considerado natural, pois esta foi a composição inserida no teste que menos tinha relações espaciais semelhantes às das ilhas de canteiros de Burle Marx e um vocabulário de formas bem diferente. Por outro lado, a composição **i9**, que apresentava linguagem compositiva bem mais parecida, com

vocabulário de formas e relações espaciais capazes de confundir os alunos foi citada mais de **80,0%** das vezes. Eles não conseguiram notar a sutil variação, principalmente no emprego de um retângulo completamente inserido na forma complexa, o que não ocorre em nenhum caso nas composições de Burle Marx.

Em relação às composições que haviam sido desenhadas por Burle Marx, quatro delas foram citadas pelos alunos como sendo do paisagista entre **70,0%** e **90,0%** das vezes (**i2**, **i3**, **i4** e **i5**). A ilha de canteiros menos citada foi a **i10**, lembrada como sendo do paisagista **37,5%** das vezes. Após a apresentação das respostas corretas aos alunos, vários citaram como algo que consideraram como sendo destoante nesta composição era o emprego de dois retângulos que apresentavam apenas um dos vértices coincidentes com o outro.

Neste terceiro e último teste, em média, os alunos reconheceram corretamente as composições elaboradas por Burle Marx **70,0%** das vezes, um índice bem maior em relação ao teste anterior, no qual os estudantes obtiveram sucesso em apenas **34,1%** das tentativas. O resultado foi praticamente o inverso do anterior, o que demonstra, em uma conclusão preliminar, que o uso da gramática da forma colaborou para que os estudantes chegassem a composições mais semelhantes, capazes de confundir outros alunos do curso de graduação.



**Figura 128:** Composições de Burle Marx.



**Figura 129:** Composições dos alunos sem a gramática e reconhecidas como sendo de Burle Marx.

#### 7.4 Comentários dos alunos em relação ao segundo e terceiro testes

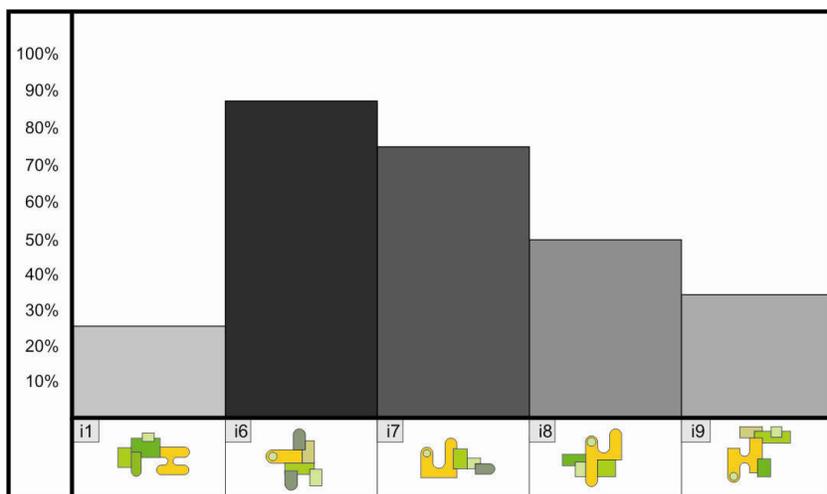
Alguns comentários foram anotados em relação ao que os alunos achavam dos testes de reconhecimento das composições de Burle Marx. A maioria se mostrou interessada, principalmente, em saber quais seriam as respostas corretas. Encararam o teste como um pequeno desafio e alguns ficaram até um pouco frustrados em saber que não haviam obtido muito êxito em citar quais foram desenvolvidas por Burle Marx. O teste também foi encarado com bom humor pelos alunos, que o chamaram diversas vezes de “psicotécnico do paisagismo” ou teste de “QI paisagístico”.

Interessante também foi notar o posicionamento dos alunos em relação ao procedimento de busca das respostas. Alguns tiveram real preocupação. Anotaram inicialmente as que achavam que não eram para, posteriormente, tentar identificar quais seriam as corretas. Uma das alunas criou uma lista e tentou, em um processo de exclusão, desvendar quais apresentavam a mesma linguagem das apresentadas na implantação. Muitos comentaram que se a pergunta fosse quais não seriam as de Burle Marx, o processo seria mais fácil e rápido. Provavelmente acreditavam que encontrar elementos fora do padrão linguístico fosse mais fácil.

## 7.5 Aplicação do teste de reconhecimento com professores e projetistas

O teste de comparação e reconhecimento das composições, que foram desenvolvidas por Burle Marx e pelos alunos com a gramática, foi repetido com acadêmicos e profissionais da área do paisagismo. Por ter sido realizado com um grupo pequeno de pessoas, nos resultados finais não foram diferenciados segundo a ocupação. Para o teste foi elaborada uma página em PHP que foi enviada por e-mail. Os resultados foram coletados por meio de um arquivo TXT, enviados para uma planilha eletrônica e estão apresentados abaixo. A página criada para a aplicação do teste está no Apêndice III.

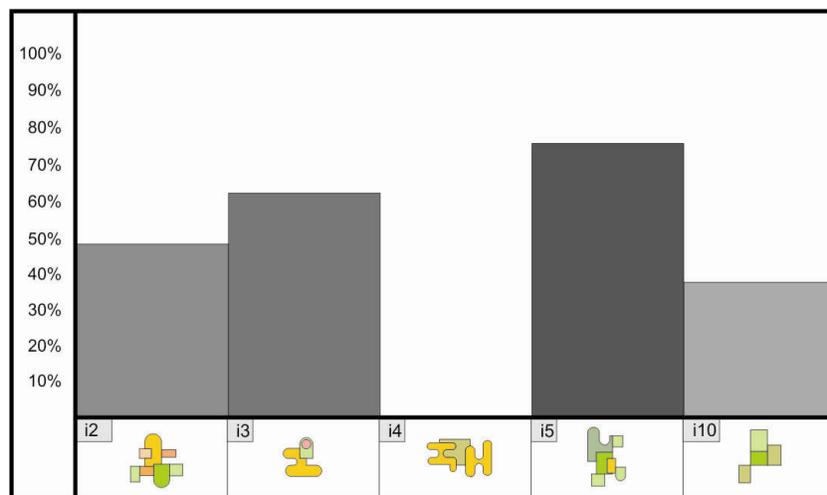
Ainda neste caso na maioria das vezes foram consideradas em média como sendo de Burle Marx as composições que não foram criadas por ele (**55%** das vezes). Contudo, houve grande variação nas indicações por composição. Ilhas elaboradas pelos alunos, como a **i1** foi escolhida **25%** das vezes, enquanto a **i6** foi assinalada como sendo do paisagista em **87,5%** dos casos. Sendo assim, todas foram indicadas ao menos uma vez, não ocorrendo a exclusão total de uma delas.



**Figura 130:** Composições dos alunos com a gramática e reconhecidas como sendo de Burle Marx.

No caso das composições que foram criadas por Burle Marx, ocorreu algo um pouco diferente. Uma das composições foi completamente excluída e não foi considerada como sendo dele. A variação entre a menos escolhida e a mais escolhida foi de **37,5%** a **75%** (**i10** e **i5**). A que foi nenhuma das vezes citada como sendo do paisagista foi a composição **i4**. Esta composição foi responsável por levantar a questão referente à produção de regras com a intenção de ampliar o conjunto de instâncias possíveis de serem geradas com a gramática. A partir dela optou-se por excluir a possibilidade de gerar composições semelhantes a i4 com o intuito de manter a gramática simplificada.

Este teste acabou por mostrar não apenas a eficácia da gramática, mas também comprovar que era correto retirar esta composição do corpos de análise nas etapas finais de elaboração da gramática. Ela apresenta o vocabulário, relações espaciais e dimensões semelhantes às desenvolvidas por Burle Marx. Contudo, a sobreposição das formas e a relação existente entre as formas complexas e o retângulo ocorrem de tal maneira que a sua configuração final não se assemelha com as demais composições.



**Figura 131:** Composições de Burle Marx.

## **Conclusões**

Quanto às questões inicialmente apresentadas na introdução, a primeira indagava se seria possível elaborar uma gramática da forma para um grupo de composições criadas por Burle Marx e a segunda questionava se esta metodologia de análise poderia ser utilizada para o estudo de linguagens complexas do paisagista.

Esta primeira experiência realizada comprovou que é possível elaborar não apenas uma gramática da forma para esta linguagem, mas inúmeras outras, dependendo de como é encarado o processo de construção da forma. Durante o processo de pesquisa foi feita uma viagem ao MIT (Massachusetts Institute of Technology), onde foram realizadas reuniões e o trabalho foi apresentado a alguns pesquisadores responsáveis pela criação e desenvolvimento desta metodologia de análise formal. Cada um deles sugeriu um diferente tratamento para o problema, o que resultaria em diferentes processos e regras para a construção das formas.

Por exemplo, a professora Terry Knight, do Departamento de Computação, defendeu o uso de cores para facilitar o processo de definição das sobreposições das formas. Já o professor George Stiny realizou uma abordagem diferente, propondo uma nova maneira de escrever as regras na gramática da forma, com a intenção de controlar melhor o processo. O professor William Mitchell propôs que se incluísse o estudo das primeiras composições de Burle Marx, baseadas na construção de formas orgânicas. Também considerou a hipótese de comparar as gramáticas com a arte abstrata produzida na época. O professor Leandro Medrano, que participou da banca examinadora de qualificação deste trabalho, já havia indagado sobre a mesma possibilidade. Ou seja, este é um tema que pode ser muito

discutido. Finalmente, também foram realizadas diversas reuniões com Sotirios Kotsopoulos, doutor pelo MIT, o qual propôs outras abordagens para corrigir problemas de controle do processo de inserção de novos retângulos à composição.

O interessante de ver que vários pesquisadores abordavam o mesmo problema de diferentes maneiras é que uma das críticas mais comuns em relação à utilização da gramática da forma pode ser considerada parcialmente verdadeira. Muitos afirmam que ela pode atrapalhar o processo criativo, pois se baseia em regras e em um sistema de construção das formas dividido em etapas. Este processo é ainda mais fechado quando a intenção é elaborar uma gramática da forma para um conjunto de composições existentes. Neste caso, a gramática da forma deve chegar a composições semelhantes às analisadas, não sendo possível criar ou modificar. No entanto, a possibilidade de abordagens diferentes para a construção de uma mesma linguagem pode ser considerada um processo criativo. Quando se cria uma gramática da forma a intenção não é reproduzir o processo de elaboração do autor, mas gerar uma ferramenta que, simplesmente, chegue à mesma linguagem. Portanto, quanto ao processo e elaboração das regras, não há muitas restrições. É um treino de raciocínio e criatividade na busca das regras mais apropriadas e nas maneiras mais criativas, econômicas e eficientes para solucionar o problema, chegando a um sistema simples e inteligente. Enfim, um processo de “engenharia reversa”, onde se parte de composições de uma linguagem existente, para compreender o processo e criar composições segundo a mesma linguagem ou “melhoradas”.

Os testes de construção de composições mostraram que esta ferramenta metodológica é um instrumento que pode ser facilmente aplicado em sala de aula, seja para a criação de novas linguagens projetuais, colaborando para que os alunos investiguem todas as possibilidades de composição, ou para a análise de linguagens pré-existentes. Isto já havia sido apontado por Flemming (1989) e os testes de elaboração de composições sem e com a gramática evidenciaram que este é um método aplicável. Partindo de uma gramática simplificada, que apresenta um pequeno número de regras, foi possível ensinar de forma satisfatória os alunos a elaborar suas próprias composições. Este é um campo que pode ser muito explorado, pois como afirmou Stiny, a gramática da forma pode ser uma ferramenta

interessante para dar início a uma idéia. Talvez o caminho para a utilização da gramática da forma durante o processo de ensino seja mais produtivo por meio da utilização de um sistema de regras e vocabulário simples e que não seja responsável apenas por elaborar composições formais, mas que seja capaz de explicar conceitos de projeto.

Por outro lado, os testes de reconhecimento mostraram que a comparação das composições originais com as que foram elaboradas com a gramática possibilita não apenas verificar a eficiência da mesma na produção de novas instâncias de uma linguagem, mas avaliar variações no próprio corpus de linguagem. Isto nos mostra como sutis diferenças no vocabulário, relações espaciais, posicionamento das formas, dimensões e suas relações podem alterar as composições, tornando-as uma variação. Ou seja, dentro de um mesmo projeto de Burle Marx, por mais simples que sejam as composições presentes no mesmo pode haver modificações de parâmetros gerando sutis alterações na gramática.

A criatividade de Burle Marx foi sempre ressaltada neste trabalho. Estas mudanças sutis na linguagem nos mostram sua capacidade de modificar suas composições, o que é, como afirma Kneller (1973), uma característica de uma mente criativa segundo a teoria de Guilford. A flexibilidade semântica de Burle Marx, ou seja, sua capacidade de produzir idéias pode ser não apenas entendida em sua obra globalmente, pela mudança de uma linguagem projetual para outra, mas por meio da compreensão das alterações internas a uma mesma linguagem.

Este primeiro estudo é, portanto, a evidência de que existe um grande potencial a ser explorado em duas áreas distintas. A primeira delas é prosseguir os estudos sobre a obra de Burle Marx, com a intenção de compreender melhor como se davam as mudanças em suas linguagens projetuais. A outra seria tentar aliar estes estudos ao ensino do processo de projeto na área da arquitetura paisagística. Sendo Burle Marx um ótimo exemplo de mente criativa, os métodos de investigação e estudo contínuo que marcaram sua carreira podem se tornar um ótimo estudo de caso, tendo em vista sua importância internacional, influenciando gerações de paisagistas.

Sendo assim, a gramática da forma mostrou ser eficiente não apenas para este trabalho, mas também mostrou um potencial para analisar outras questões que podem ainda estar escondidas na carreira paisagística de Burle Marx. Pode-se com ela entrar em outra dimensão do projeto do espaço livre, evidenciando não apenas a lógica de construção das composições, mas a lógica evolutiva das linguagens. Futuras pesquisas na área podem trazer para o ensino uma nova abordagem e compreensão não apenas de sua obra, mas de sua influência nos projetos de outros profissionais.

## Referências bibliográficas

ADAMS, W. H. *Roberto Burle Marx: the unnatural art of the garden*. Nova York: Museum of Modern Art, 1991.

ARIDA, Saeed. *Contextualizing generative design*. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) Massachusetts Institute of Technology, 2004.

BAR-HILLEL, Y.. *Language and Information: Selected Essays on their Theory and Application*, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1964.

BENEVOLO, Leonardo. *História da arquitetura moderna*. São Paulo: Perspectiva, 1998.

BUELINCKX, H. *Wren's language of City church designs: a formal generative classification*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n.20, p. 645-676, 1993.

CHOMSKY, Noam. *Aspects of the theory of Syntax*. Massachusetts: The MIT Press Cambridge, 1965.

COSTA, L. Roberto Burle Marx: senhor de Guaratiba. In: Queiroz, P. et alii. *Burle Marx: homenagem à natureza*. Petrópolis: Vozes, 1979.

CYPRIANO, Débora Zacharias. *Fachadas inclinadas da arquitetura moderna brasileira: uma caracterização formal com o uso da gramática da forma*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade de Campinas - UNICAMP, 2008.

DOURADO, Guilherme Mazza. *Modernidade verde: jardins de Roberto Burle Marx*. Dissertação (Mestrado em arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Carlos - USP, 2000.

DUARTE, J. P. *Customizing mass housing: a discursive grammar for Siza's Malagueira houses*. School of Architecture and Planning, MIT. Ph.D. dissertation, 2001.

ELIOVSON, Sima. *The gardens of Roberto Burle Marx*. New York: H.N. Abrams/Sagapress, 1991.

- FLEMING, Laurence. *Roberto Burle Marx: um retrato*. Rio de Janeiro: Editora Index, 1996.
- FLEMMING, Ulrich. *The secret of the Casa Giuliani Frigerio*. Environment and Planning: Planning and Design, Londres, n.8, p. 87-96, 1981.
- FLEMMING, Ulrich. *More than the sum of parts: the grammar of Queen Anne houses*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n.14, p. 323-350, 1987.
- FROTA, L. C. *Burle Marx: Landschaftsgestaltung in Brazilian*. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1994.
- GODOI, Giovana. *Sistemas generativos de projeto: um estudo de campo em Monte Alegre do Sul*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade de Campinas - UNICAMP, 2008.
- GRESSLER, Lori Alice. *Introdução à pesquisa: projetos e relatórios*. São Paulo: Editora Loyola, 2003.
- KALAY, Yehuda. *Architecture's New Media: principles, theories, and methods of computer aided design*. Boston: MIT press, 2004.
- KLIR, G. J. & YUAN, B. *Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications*. New Jersey: Prentice Hall, 1995.
- KNELLER, George F. *Arte e ciência da criatividade*. São Paulo: IBRASA, 1973.
- KIRSCH, J L; KIRSCH R A. *The structure of paintings: formal grammar and design*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 7, p. 227-238, 1980.
- KNIGHT, Terry W. *The generation of Hepplewhite-style chair back designs*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 7, p. 227-238, 1980.
- \_\_\_\_\_. *Transformations of languages of designs: part 1*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 21, p. 125 – 128, 1983.
- \_\_\_\_\_. *Transformations of languages of designs: part 2*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 21, p. 129 – 154, 1983.
- \_\_\_\_\_. *Transformations of languages of designs: part 3*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 21, p. 155 – 177, 1983.
- \_\_\_\_\_. *Color grammars: designing with lines and colors*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 16, p. 417-449, 1989.
- \_\_\_\_\_. *Mughal gardens revisited*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 17, p. 73-84, 1990.

\_\_\_\_\_. *Transformations in Design: a Formal Approach to Stylistic Change and Innovation in the Visual Arts*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

\_\_\_\_\_. *Shape grammars and color grammars in design*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 21, p. 705-735, 1994.

\_\_\_\_\_. *Shape grammars: Six types*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 26, v.1, p. 15-31, 1999.

KNIGHT, Terry W; STINY, George. *Classical and Nonclassical computation*. Architectural Research Quarterly, v.5, p.355-372, 2001.

KIRSCH, J. L.; KIRSCH, R. A. The structure of paintings: formal grammars and design. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 13, p. 163-176, 1986.

KONING, H.; EIZEMBURG, J. *The Language of the Prairie: Frank Lloyd Wright's Prairie Houses*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n.8, 1981.

LYONS, Jonh. *As idéias de Chomsky*. Tradução de Octanny Silveira da Mota e Leônidas Hegenberg. São Paulo: Cultrix, 1970.

MACEDO, Sílvio Soares. Roberto Burle Marx and the founding of modern Brazilian landscape architecture. In: Vaccarino, R. et alii. *Roberto Burle Marx: landscapes reflected*. New York: Princeton Architectural Press, with Harvard University, Graduate School of Design, 1998.

MACEDO, Sílvio Soares. *Quadro do paisagismo no Brasil*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

MARX, Roberto Burle. *Jardim e ecologia*. In: TABACOW, José. *Roberto Burle Marx arte & paisagem: (conferências escolhidas)*. São Paulo: Studio Nobel, 2004.

MARX, Roberto Burle. *Paisagismo e devastação*. In: TABACOW, José. *Roberto Burle Marx arte & paisagem: (conferências escolhidas)*. São Paulo: Studio Nobel, 2004.

MAYER, Rosirene. *A Linguagem de Oscar Niemeyer*. 2004. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MITCHELL W. J. *The Logic of Architecture*. Cambridge: MIT Press, 1990.

MONTERO, Marta Iris. *Burle Marx: paisajes líricos*. Buenos Aires: Iris, 1997.

MOSSER, Monique; TEYSSOT, Georges. *The history of garden design: the Western tradition from the Renaissance to the present day* / editado por Monique Mosser and Georges Teyssot. London : Thames and Hudson, 1991.

OLIVEIRA, Ana Rosa de. *Bourlemarx ou Burle Marx? vitruvius, arquitextos* 2001  
[http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq013/arq013\\_01.asp](http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq013/arq013_01.asp)

POST, Emil. *Formal Reductions of the General Combinatorial Decision Problem*. American Journal of Mathematics n.65, p. 197-215, 1943.

RUWET, Nicolas. *Introdução à gramática gerativa*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001.

SEGAWA, Hugo. *Arquiteturas No Brasil 1900-1990*. São Paulo: EDUSP, 1998.

SEVERINO, Antônio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico: diretrizes para o trabalho didático-científico na universidade*. São Paulo: Cortez & Morales, 1979.

SERGIOS, Theodoridis. *Pattern Recognition*. 3. ed. USA: Academic Press, 1999.

STINY, George. *Pictorial and Formal Aspects of Shapes and Shape Grammars*. Suíça: Birkhauser, 1975.

\_\_\_\_\_. *Two exercises in formal composition*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n.3, p. 187-210, 1976.

\_\_\_\_\_. *Ice-ray: a note on Chinese lattice designs*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 4, p. 89-98, 1977.

\_\_\_\_\_. *Introduction to Shape and Shape Grammars*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n.7, p. 343-351, 1980.

\_\_\_\_\_. *Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n.7, p. 409-462, 1980.

\_\_\_\_\_. *Weights*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 19, p. 413-430, 1992.

STINY, George; GIPS, J. *Algorithmic Aesthetics*. Berkeley: University of California Press, 1978.

STINY, George; MITCHELL, Willian J. *The grammar of paradise: on the generation of Mughal gardens*. Environment and Planning B: Planning and Design, Londres, n. 7, p. 209-226, 1980.

TERZIDIS, K. *Algorithmic Architecture*. Cambridge: MIT Press, 2006.

- RANKIN, Bunyan Kirk. *A Linguistic Study of the Formation of Chinese Characters*. Tese de doutorado (linguística), University of Pennsylvania, 1965.
- ROBBA, Fábio; MACEDO, Silvio Soares. *Praças Brasileiras*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- WHITESITT, J. Eldon. *Boolean algebra and its applications*. Londres: Addison – Wesley publishing, 1962.
- UHR, L. *Pattern recognition, learning and thought: computer-programmed models of higher mental processes*. New Jersey: Prentice-Hall, 1973.
- VACCARINO, Rossana. Roberto Burle Marx and the founding of modern Brazilian landscape architecture. In: Vaccarino, R. et alii. *Roberto Burle Marx: landscapes reflected*. New York: Princeton Architectural Press, with Harvard University, Graduate School of Design, 1998.
- WATT, W. C. *Morphology of the Nevad cattle brands and their blazons*. Report 9050 (out of print), National Bureau os Standards, Washington, DC, 1966.
- WEBBER, Raquel. *A linguagem da estrutura de Vilanova Artigas*. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ZEVI, Bruno. A arquiteto no jardim. In: Queiroz, P. et alii. *Burle Marx: homenagem à natureza*. Petrópolis: Vozes, 1979.

## **Apêndices**

## APÉNDICE A - Comentários integrais dos alunos sobre os exercícios realizados.

“O exercício foi bem interessante, pois em aproximadamente 1 hora foi possível aprender uma metodologia e aplicá-la. Metodologia esta que se baseia em regras que se articulam formando uma linguagem que é capaz de criar diversas variáveis e combinações. Este método, aplicado ao ensino de urbanismo, torna-se ainda mais relevante à medida em que no desenho urbano muitas vezes o projetista tem de criar “formas” inúmeras e diversas, mas todas juntas devem configurar um desenho coerente, não só formalmente como funcionalmente.” (Bianca Iemi Kubagawa)

“O exercício apresentado ajudou a entender o desenvolvimento das composições de Burle Marx. O processo lógico, com uma metodologia e regras, faz com que se crie composições segundo uma mesma linguagem, e composições viáveis, sem perder seu caráter criativo, já que você possui inúmeras maneiras de utilizar as regras.” (Heloise Pelatieri Rodrigues do Vale)

“O exercício ajuda na compreensão do porque algumas formas não são possíveis no paisagismo. Cria-se uma lógica que facilita a concepção de canteiros e jardins. As regras dão uma razão para a colocação das formas, tornando o processo mais lógico e interessante de ser feito.” (Christine Reinesch)

“Acredito que tal exercício elucida preocupações importantes que se deve ter no desenvolvimento de um projeto paisagístico. Ainda aprende-se, quase que de maneira intuitiva conceitos estéticos para o desenvolvimento de jardins. Quanto mais regras, surpreendentemente, instiga-se a criatividade e as possibilidades aumentam.” (Maira de Camargo Barros)

“Como há várias regras o processo pode ficar complicado ou confuso, mas é aplicável. Se houvesse mais tempo para assimilar e por em prática mais vezes essa metodologia, o processo poderia se tornar mais compreensível. Além disso, essas regras ajudam a direcionar um caminho (possibilidades, início).” (Natália Mayumi Uozumi)

“Quanto mais regras existem melhor a compreensão da gramática e menor é a margem de erro.” (Fernanda Rafael de Souza Cruz)

“O exercício apresentado nos mostrou que a composição formal não necessita ser um processo majoritariamente abstrato. O uso da lógica e da regra nas composições formais pode ajudar no processo projetual, sobretudo em sua fase inicial, quando as linguagens podem ajudar na colaboração, por exemplo, de diretrizes de implantação.” (Renata Maria Geraldini Beltramin)

“A partir do momento em que as regras foram apresentadas o desenvolvimento da composição passou a evoluir de forma mais fácil para usar as “unidades” de forma. No entanto, tive de ter mais cuidados para que o resultado final fosse satisfatório.” (Felipe Lopes de Paula)

“Exercício bastante diferenciado que leva ao entendimento de algo mais que a forma, mas sim conceito. É um exercício produtivo e importante para o desenvolvimento da criatividade.” (Natália Ometto)

“Embora apresente um resultado compositivo próximo ao modelo original (Burlle Marx), a metodologia do exercício é complexa, e as regras não são tão claras.” (Daniel Rocha de Souza)

“É legal para elucidar questões paisagísticas (como reentrâncias de água, ou “cantos” em ângulo agudo). Porém, é algo que prende as formas (que talvez sejam muito pessoais) demais. Quanto a regras, eu não tive muita facilidade (talvez pela preocupação). A criatividade x regras. Mas isso seja talvez pela falta de familiaridade com todo o processo.” (Juliana Kraneck Sumida)

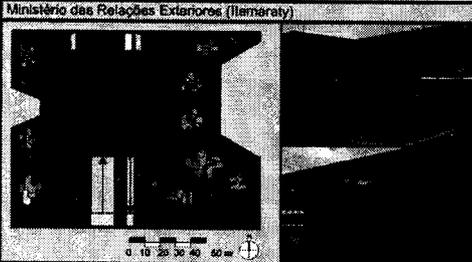
“A gramática da forma possibilita uma abordagem sistemática do trabalho de Burlle Marx e das composições em geral. Foi possível compreender que existem lógicas e ordens num desenho e que elas não ocorrem aleatoriamente na nossa mente. Ao mesmo tempo, a gramática da forma é uma maneira de criar outras formas, podendo gerar composições mais equilibradas no desenho.” (Juliana Ritsuko Matsubara)

“O conhecimento das regras de forma bem estabelecidas favorecem a composição de formas dentro de uma linguagem definida.” (Bruna Spagnol Soares)

APÉNDICE B - Material entregue aos alunos para os testes de construção de composições.

Exercícios sobre Burtel Marx e Gramática da forma  
 Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Ministério das Relações Exteriores (Itamaraty)




1

Primeiro exercício: Tentar reproduzir a linguagem das composições de canteiros

V1	V2
V3	V4

2

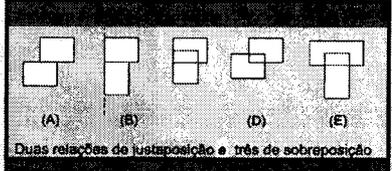
Processo de simplificação

Composição dos canteiros que formam as ilhas

Composição apenas com formas primitivas

11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

3



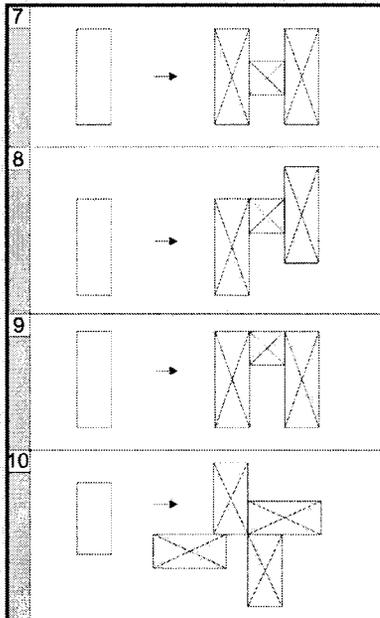
Quas relações de justaposição e três de sobreposição

1		Ou	
2		Ou	
3		Ou	
4		Ou	
5		Ou	

Estas regras podem ser aplicadas no máximo 8 vezes e no mínimo 6 vezes, caso não haja retângulo alongado. Caso exista a

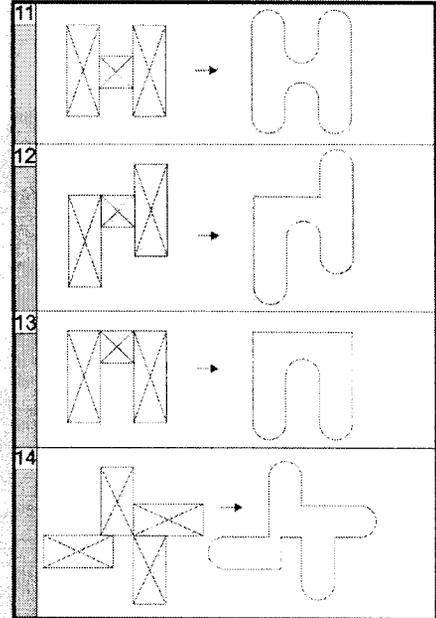
4

### Regras para formas compostas

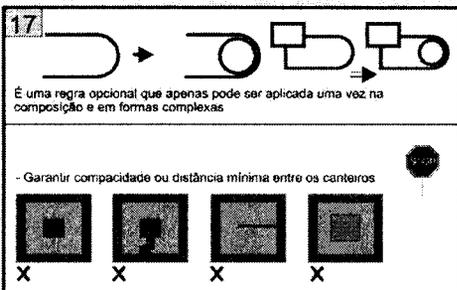
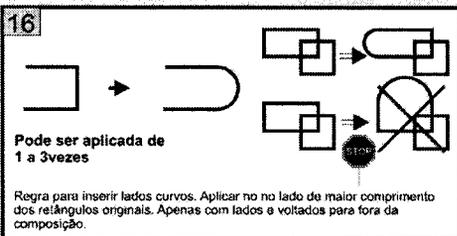
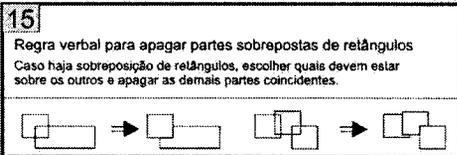


Em uma composição é possível que haja apenas duas formas compostas. As regras 1,2,3,4,5 e 6 podem ser aplicadas no máximo

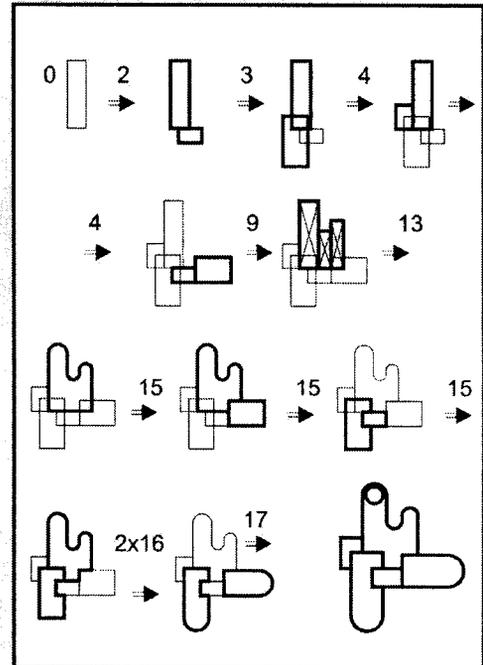
### Regras para formas compostas



Em uma composição é possível que haja apenas duas formas compostas. As regras 1,2,3,4,5 e 6



### Derivação



## Opinião

Você acha que processos lógicos podem colaborar na análise de projetos ou obras implantadas?

Sim     Não

2 | Você considera que esta metodologia (gramática da forma) pode colaborar no ensino de paisagismo?

Sim     Não

3 | Você acha que as regras desenvolvidas colaboram para elucidar como estas composições foram desenvolvidas por Burle Marx?

Sim     Não

4 | O processo para elaboração das composições é de fácil compreensão?

Sim     Não

Em um parágrafo, dê uma opinião sobre o exercício apresentado.

APÉNDICE C - Página em PHP desenvolvida para o testes com professores e profissionais da área do paisagismo.



### Teste para verificação das composições elaboradas por Roberto Burle Marx.

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Campinas (UNICAMP).

Este teste foi desenvolvido como complemento à pesquisa que está sendo desenvolvida sobre as composições desenvolvidas por Roberto Burle Marx. A ferramenta metodológica que está sendo utilizada na pesquisa permite a construção, por meio de um sistema de regras, de composições semelhantes as desenvolvidas por Burle Marx. A intenção aqui é tentar comprovar a eficácia deste método.

#### Primeira etapa do teste - reconhecimento de composições

1- Palavra chave de controle.:

2- Nome Completo.:

O Palácio do Itamaraty faz parte de uma série de projetos paisagísticos, desenvolvidos por Roberto Burle Marx, para a cidade de Brasília. Este projeto é do Ministério da Justiça e Tribunal de Contas da União, apresentam um mesmo conceito básico. Os edifícios, nestes casos, estão isolados por um espelho d'água, onde estão implantadas diversas composições de ilhas de canteiro, que foram geradas segundo uma mesma linguagem projetual.

No quadro abaixo estão inseridas a implantação do Palácio do Itamaraty do lado direito e a esquerda estão representadas uma série de 10 composições visuais. Da implantação foram retiradas cinco ilhas de canteiros e estas foram misturadas com outras cinco, que não foram desenvolvidas por Burle Marx.

3- Por favor, assinale sim para as 5 composições que considera ser de Burle Marx e não as que você acha que não são?

Composição i1.	Composição i2.	Composição i3.	Composição i4.	Composição i5.	
Composição i6.	Composição i7.	Composição i8.	Composição i9.	Composição i10.	

4- Indique qual seu principal ramo de atuação:

Profissional

Acadêmico

Ambos