



XIV del 1 al 5 de diciembre de 2008
CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ANIVERSARIO
44
cujae
2008



Gráfica Digital
Integración y Desarrollo

La Habana
1 al 5
Diciembre
2008

A study about facades from historical brazilian town using shape grammar

Giovana de Godoi e Gabriela Celani

giovana@godoi@yahoo.com.br; celani@fec.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Abstract— Shape grammars have been used in architecture for analysis and synthesis - in the first case, mainly for the characterization of styles and in the later for the generation of novel compositions. The present research proposes the use of shape grammars for establishing guidelines for the requalification of historical areas that have lost their original characteristics due to improper renovations. In order to develop and test the proposed method, a study will be carried out in a small Brazilian town called Monte Alegre do Sul. The town was chosen because its original urban morphology, developed in the XIXth century, is still relatively well preserved, although part of the original façades have been transformed. The objective of the research is to develop a shape grammar to set guidelines for the re-adaptation of the already renovated façades in Monte Alegre do Sul.

Key Words— Façades; Generative design systems; Rule-based design; Shape grammar.

I. INTRODUÇÃO

Um dos sistemas generativos mais utilizados na pesquisa em arquitetura é a Gramática da Forma (em inglês Shape Grammar), desenvolvida na década de 70 por George Stiny e James Gips, representada por um método sistemático de geração de formas baseado em regras, podendo ser utilizada de maneira analítica ou sintética.

A aplicação analítica da gramática da forma consiste no estudo de obras arquitetônicas já estabelecidas a partir das quais podem ser determinadas regras de composição e

conseqüentemente a geração de novos indivíduos baseados na mesma linguagem, como já realizado com as obras das vilas de Palladio (STINY; MITCHELL, 1978), dos jardins do Taj Mahal (STINY; MITCHELL, 1980), das casas tradicionais da China (CHIOU; KRISHNAMURTI, 1995), de Taiwan (CHIOU; KRISHNAMURTI, 1996) e da Turquia (CAGDAS, 1996), das casas da Bósnia (ÇOLAKOGLU, 2003), 2003), das casas de chá japonesas (KNIGHT, 1981), das casas em estilo Queen Anne (FLEMMING, 1987), das casas da pradaria de Frank Lloyd Wright (KONING; EIZENBERG, 1981) que foi a primeira a utilizar formas tridimensionais, e das casas da Malagueira de Álvaro Siza (DUARTE, 2005) que foi implementada em um sistema computacional.

Nesses exemplos, o objetivo da geração de novos exemplares é o de verificar se a gramática está correta. Contudo, há também alguns exemplos na literatura de gramáticas analíticas que foram desenvolvidas para servir como base para novos projetos. Nesse caso, a gramática não busca reproduzir a linguagem existente com todos os seus detalhes, mas apenas descrevê-la em sua essência, servindo como base para o projeto de novos edifícios que convivam de maneira harmônica com os existentes, sem copiá-los diretamente, o que resultaria em um “pastiche”. Um exemplo de gramática desse tipo foi desenvolvido por Duarte et al (2006) para as medinas de Marrakech.

Já a aplicação sintética consiste na definição de novas regras para a produção de uma nova linguagem arquitetônica.

No presente trabalho foi desenvolvida uma gramática da forma capaz de reproduzir a tipologia das fachadas da área central de uma típica cidade do interior de São Paulo, Brasil, consolidada no final do século XIX.

A cidade de Monte Alegre do Sul foi escolhida como objeto de estudo, pois o centro da cidade, local onde se iniciou o desenvolvimento urbano do município, encontra-se relativamente bem preservado, sem grandes interferências urbanísticas ou arquitetônicas. Além disso, trata-se de um conjunto pequeno de construções, o que viabilizou este estudo.

O uso da shape grammar neste trabalho consistiu na definição de regras de composição a partir do levantamento das dimensões das fachadas das casas da cidade e das proporções de suas aberturas, com finalidades analíticas. Essas regras poderão ser usadas para a readequação de edifícios alterados de maneira inadequada, para que haja uma harmonização do centro histórico.

A utilização da gramática da forma na definição de regras para locais históricos pode facilitar a identificação dos ritmos e proporções encontrados nas fachadas e desta maneira revelar a lógica subjacente de sua estrutura compositiva.

O período de construção da área estudada nesta pesquisa compreende os anos entre 1868 a 1930, época da formação do núcleo central da cidade.

A arquitetura paulista desse período caracterizava-se pelo ecletismo, com influência também do Art Nouveau, porém na região do estado de São Paulo onde se encontra Monte Alegre do Sul houve a permanência da utilização de elementos neoclássicos na decoração das construções. Lemos (1989) e Lima (2001) descrevem este tipo de arquitetura como sendo um tipo de obra não projetada por arquitetos, mas por construtores, pedreiros e mestre de obras que passavam os ensinamentos de um para o outro. Esses construtores utilizavam manuais de construção vindos da Europa que eram traduções dos tratados dos grandes arquitetos renascentistas, especialmente o de Vignola.

Esta pesquisa procurou estudar apenas as fachadas das construções, pois as plantas sofreram modificações significativas durante o século XX, a fim de atender aos novos programas residenciais.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa desta pesquisa consistiu-se em um estudo sobre a cidade de Monte Alegre do Sul, seguido de levantamento de dados da região central da cidade. Após estudos sobre conceitos de ocupação urbana, análise da formação histórica da cidade e pesquisa de trabalhos específicos sobre a região abordada, foi realizado um levantamento de dados das principais ruas e construções que serviu de base para a análise e definição da gramática da forma na etapa final do trabalho.

O primeiro nível do levantamento consistiu na coleta de fotos antigas e mapas da cidade. Embora não existam mapas do período de formação da cidade, as fotos da época de sua

consolidação comparadas às atuais demonstram que o traçado urbano pouco se modificou, podendo-se considerar a formação atual como original para efeitos da análise.

No segundo nível, foi feita a identificação das ruas em que há mais fachadas preservadas, seguida de levantamento fotográfico e análise métrica das fachadas. Através desse levantamento pôde-se averiguar também a dimensão das aberturas e o uso de elementos decorativos.

Após a análise detalhada de todos os levantamentos foi desenvolvida a última fase da pesquisa, que consistiu-se no desenvolvimento de uma gramática da forma paramétrica capaz de reproduzir as características principais das tipologias das fachadas da região central de Monte Alegre do Sul. Essa gramática foi desenvolvida nas seguintes etapas:

- Definição do fluxograma do processo de projeto das fachadas;
- Definição das regras de composição das fachadas existentes a partir do corpus de análise;
- Definição de regras de detalhamento.

III. DESENVOLVIMENTO DA GRAMÁTICA

A seguir é apresentado o processo de desenvolvimento da gramática.

A) Definição do Corpus de análise

O primeiro passo para a seleção do corpus foi a delimitação da área central da cidade. Deste modo foram selecionadas as ruas Capitão José Inácio, João da Serra e Joaquim de Oliveira, por serem as ruas de formação da área central e que contêm o maior número de edificações e fachadas preservadas (Figura 1).

O estudo das fachadas foi realizado através de levantamento fotográfico atual e comparação com fotos antigas (Dois exemplos mostrados nas Figuras 2 e 3) e através de relato dos moradores.

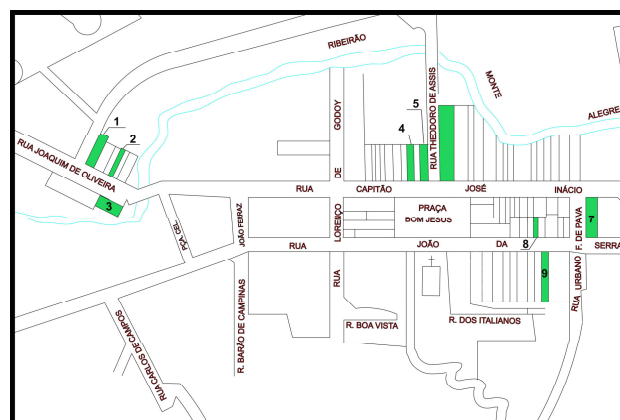


Fig.1 Mapa da área central com destaque para as casas que mantêm as principais características da fachada preservadas



Fig. 2 Comparação de imagem do prédio da Rua Capitão José Inácio, 91 com fotos da década de 20 e foto atual (2008)

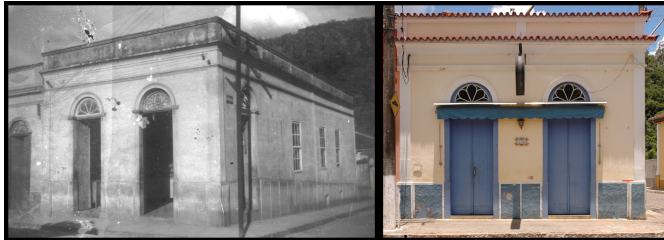


Fig. 3 Comparação de imagem do prédio da Rua Capitão José Inácio, 230 com fotos da década de 20 e foto atual (2008)

A partir desse levantamento, nove fachadas foram selecionadas para o desenvolvimento da gramática (Figura 4).

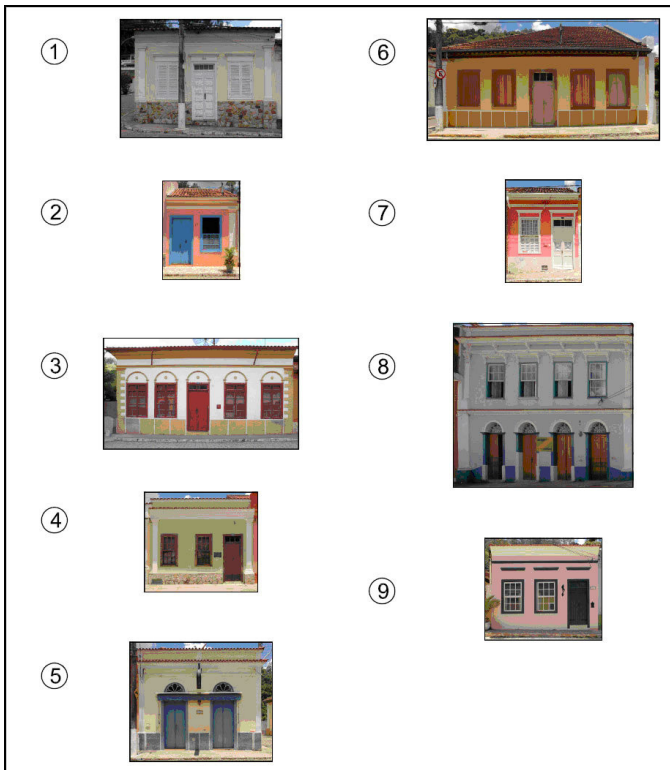


Fig. 4 Fachadas selecionadas para compor o corpus de análise da pesquisa

B) Coleta de dados das fachadas

As fachadas selecionadas foram redesenhadas e tiveram todas as suas dimensões levantadas metricamente, por meio de recursos de fotogrametria.

A descrição dos principais elementos que compõem a

fachadas foi disposta em tabelas. A Figuras 5 mostra um exemplo dessa catalogação realizado para a casa 01.

Foram identificados os principais elementos necessários para a composição como das fachadas como portas, janelas, pilastras, cornijas, barrados, ornamentos sobre aberturas, bandeiras nas portas e janelas, platibanda e beiral.

Casa 01 - Rua Joaquim de Oliveira, n. 34



Tipo	Térrea
Largura do Terreno	8,00 m
N. de módulos (aberturas)	3
Tipo de Porta	Retangular sem arco
Tipo de Janela	Retangular sem arco
Pilastra	Sim
Barrado	Sim
Cornija	Sim
Platibanda	Não

Levantamento Métrico

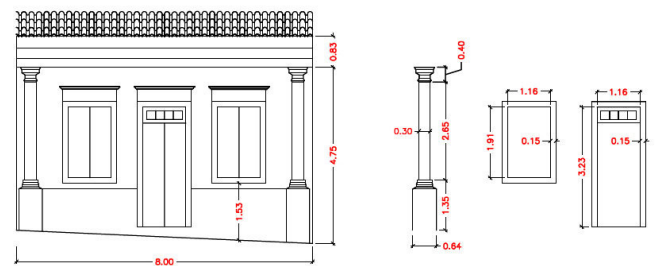


Fig. 5 – Tabela de catalogação Casa 01

Os resultados desta análise dimensional foram organizados em tabelas, estabelecendo assim um intervalo de variação das dimensões e proporções das fachadas que foram resumidos na Tabela 1. Esses valores serviram de base para a definição dos intervalos de valores que devem ser utilizados juntamente com as regras paramétricas de composição.

TABELA 1 – Dimensões dos elementos da fachada

Elemento	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média
Fachada (LF)	4,00	12,00	6,4
Porta - Altura (AP)	2,00	4,10	3,04
Porta - Largura (LP)	2,00	3,00	2,50
Janela - Altura (AJ)	1,50	2,10	2,10
Janela - Largura (LJ)	2,00	3,00	2,40
Janela - Barrado (BJ)	0,50	1,40	1,00
Pilastra - Altura (PA)	2,00	3,00	2,44
Pilastra - Largura (PL)	0,50	1,00	0,60
Cornija - Altura (CA)	0,20	0,50	0,30
Platibanda - Altura (PA)	0,20	0,50	0,30
Beiral - Largura (LB)	0,50	1,75	0,90
Módulo	1,40	1,60	1,50

* Valores em metros, exceto onde indicado, em metros quadrados, para as respectivas áreas construídas e áreas totais.

C) Definição das Regras

A primeira etapa para o desenvolvimento da gramática foi estabelecer os passos necessários para a composição de uma fachada para que fosse determinada a ordem de inserção de seus elementos. Os fluxogramas apresentados nas Figuras 6 e 7 descrevem esse processo.

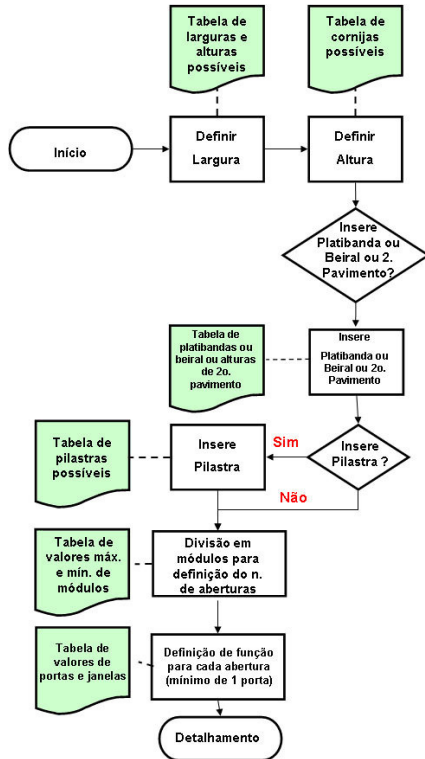


Fig. 6. Fluxograma para geração de forma básica

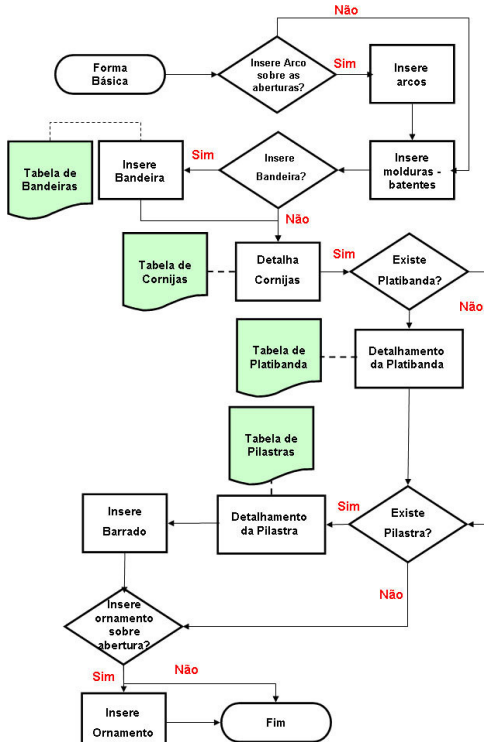


Fig. 7 Fluxograma de regras de detalhamento

D) Descrição das regras – elaboração da gramática

A seguir são apresentadas as descrições regras da gramática com seus detalhes.

Regra 01: Insere área da fachada – Forma inicial

A derivação do projeto tem início com a introdução da forma inicial retangular correspondente à área da fachada. A largura da fachada (LF) corresponde à largura do terreno. Os valores de terrenos que poderão ser utilizados são os mesmos encontrados na área central de Monte Alegre do Sul: 4,00 m, 6,00 m, 7,00 m, 8,00 m, 10,00m, 11,40m, 12,00m. Os valores de altura de fachadas de 1 pavimento podem variar de 3,58m a 4,75m. Deve-se inserir também a label A que permitirá aplicação da Regra 2.

Regra 02: Insere cornija

Ao identificar um retângulo com a label A, deve-se inserir a cornija que é um elemento obrigatório em todas as fachadas. Sua largura será a mesma do retângulo e a altura (HC) poderá variar de 0,30 m a 0,97 m. Insere-se a label C que permitirá a inserção de outros elementos e DC que permitirá o posterior detalhamento da cornija.

Regra 03: Insere platibanda sobre cornija

Ao identificar o retângulo com a label C é possível inserir sobre ele o elemento platibanda cuja largura será a mesma do retângulo anterior e a altura (HPb) poderá ser 0,61m ou 0,63m. Apaga-se a label C e insere-se a label DP que permitirá o posterior detalhamento da platibanda.

Regra 04: Insere Beiral sobre Cornija

Ao identificar o retângulo com a label C é possível inserir sobre ele o elemento Beiral. Apaga-se então a label C.

Regra 05: Insere 2º Pavimento sobre cornija

Ao identificar o retângulo com a label C é possível inserir sobre ele um 2º pavimento que deverá ter a mesma largura do retângulo anterior e altura (HF2) igual a 3,03m. Insere-se a label A' que determina que todas as regras que forem aplicadas na label A também sejam aplicadas na label A'.

Regra 06: Insere Pilastras

Ao identificar um retângulo com a label A (LF x HF), pode-se inserir pilastras nas laterais cuja largura (Lpl) pode variar de 0,31 m a 0,75 m. Após a inserção das pilastras, deve-se trocar a label A por D. Notar que as pilastras são inseridas dentro do retângulo existente, sendo assim, a nova largura do retângulo que possui a label D será igual a $LF - 2 * LPI$.

Regra 07: Insere pilastra em apenas 1 lado da fachada.

Ao identificar um retângulo com a label A (LF x HF), pode-se inserir pilastra em apenas um dos lados do retângulo cuja largura (Lpl) pode variar de 0,31 m a 0,75 m. Inserir label Pl. Após a inserção das pilastras, deve-se trocar a label A por D. Notar que a pilastra é inserida dentro do retângulo existente, sendo assim, a nova largura do retângulo que possui a label D será igual a $LF - LPI$.

Regra 08: Substitui label A por D

Esta regra permitirá a aplicação das regras seguintes sobre a label D em composições sem pilastras.

Regra 09: Divisão da área útil da fachada em módulos

As regras 9A a 9E mostram as divisões em módulos possíveis.

O valor médio da largura de um módulo é igual 2,18m. Sendo assim, o número de módulos para cada fachada deve ser aproximadamente igual a divisão da largura do retângulo D por 2,18m. A opção de arredondamento para mais ou menos fica a critério do projetista ao aplicar esta regra.

Regra 9A – Ao identificar o retângulo D, realizar a divisão em módulos e inserir no mínimo uma label M0 no eixo do módulo da lateral esquerda e nos demais inserir label M+1, M+2... sucessivamente conforme a quantidade de módulos.

Regra 9B – Ao identificar o retângulo D, realizar a divisão em módulos e inserir no mínimo uma label M0 no eixo do módulo da lateral direita e nos demais inserir uma label M-1; M-2... sucessivamente conforme a quantidade de módulos.

Regra 9C – Ao identificar o retângulo D, realizar a divisão em módulos e inserir uma label M0 no eixo do módulo central. Nos módulos à esquerda do módulo central inserir label M-1, M-2 etc e nos módulos à direita inserir label M+1, M+2 etc.

Regra 9D - Ao identificar o retângulo D, realizar a divisão em módulos e inserir uma label M0 em todos os módulos.

Regra 9E - Ao identificar o retângulo D, realizar a divisão em módulos e inserir uma label M0' em todos os módulos.

Regra 10: Inserir Janelas

Ao identificar uma label M {... -1; +1...}, inserir elemento janela cujas alturas (HJ) podem variar entre 1,69m e 2,05m, as larguras (LJ) podem variar entre 0,96m a 1,22m e peitoril (PT) entre 0,89m e 1,53m. Inserir label ab na parte superior do elemento janela. Notar que todas as janelas inseridas devem ser iguais de modo a manter a harmonia da fachada.

Regra 11: Inserir Portas

Ao identificar uma label M0, inserir elemento porta com label P, cuja altura (HP) pode variar entre 2,50m e 3,23m e a largura (LP) pode variar entre 0,96m a 1,41m. Inserir label ab na parte superior do elemento porta. Notar que no caso de haver mais de 1 porta, todas devem ser iguais de modo a manter a harmonia da fachada.

Regra 12: Inserir Janela no 2º Pavimento

Ao identificar uma label M0' inserir elemento janela com label J, cujas alturas (HJ) podem variar entre 1,69m e 2,05m, as larguras (LJ) podem variar entre 0,96m a 1,22m e peitoril (PT) entre 0,89m e 1,53m. Notar que todas as janelas inseridas no 2º Pavimento devem ter a mesma largura das aberturas inseridas no 1º pavimento.

Regra 13: Espelhar fachada

Ao identificar um retângulo com labels M0, M1 e Pl, pode-se aplicar a regra de espelhamento da fachada.

Regra 14: Inserir arco sobre abertura

Ao identificar label ab, inserir arco sobre abertura com label aa e apagar label ab.

Regra 15: Inserir moldura em abertura sem arco

Ao identificar label ab, inserir moldura com espessura de 0,15m e label bd.

Regra 16: Inserir moldura em abertura com arco

Ao identificar label aa, inserir moldura com espessura de 0,15m e label bd. Apagar label aa.

Regra 17: Inserir bandeira em portas

Ao identificar porta com label bd e P, inserir bandeira com altura (Hbd) com valor possível entre 0,38 m e 0,60 m e apagar labels bd e P.

Regra 18: Inserir bandeira em janelas

Ao identificar janela com label bd e J, inserir bandeira com altura (Hbd) com valor possível entre 0,38 m e 0,60 m e apagar labels bd e J.

Regra 19: Detalhamento de cornija

Ao identificar retângulo com label DC, inserir detalhamento de acordo com os modelos pré-existent

Regra 20: Detalhamento de platibanda

Ao identificar retângulo com label DP, inserir detalhamento de acordo com os modelos pré-existent

Regra 21 e 22: Detalhamento de pilastra

Ao identificar retângulo com label Pl, inserir detalhamento de pilastra de acordo com os modelos pré-existent e apagar label Pl. Se a pilastra for no 1º Pavimento inserir também label BR.

Regra 23: Inserir Barrado

Ao identificar label BR, inserir linha sobre a label de modo que atravesse toda a fachada para formar o barrado.

Regra 24: Apagar label Br.

Apagar label Br

Regra 25: Apagar barrado que atravessar abertura

Apagar linha do barrado que atravessar uma abertura

Regra 26: Inserir ornamento retangular sobre abertura

Ao identificar abertura retangular, com moldura, inserir ornamento retangular.

Regra 27: Inserir ornamento em arco sobre abertura

Ao identificar abertura retangular, com moldura, inserir ornamento em arco.

Regra 28: Apagar labels bd, J, P

Apaga labels Bd, J e P.

Nas Figuras 08 a 14 são apresentadas as regras gráficas da gramática da forma desenvolvida.

REGRAS PARA DETALHAMENTO

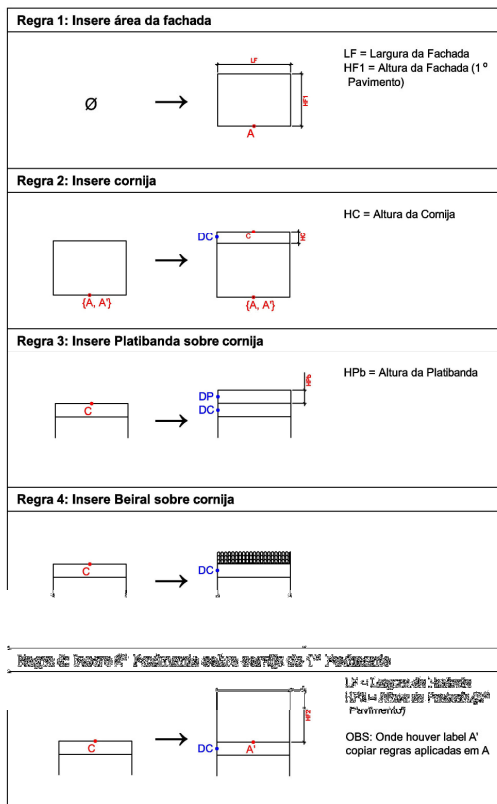


Fig. 8 Regras de 1 a 5

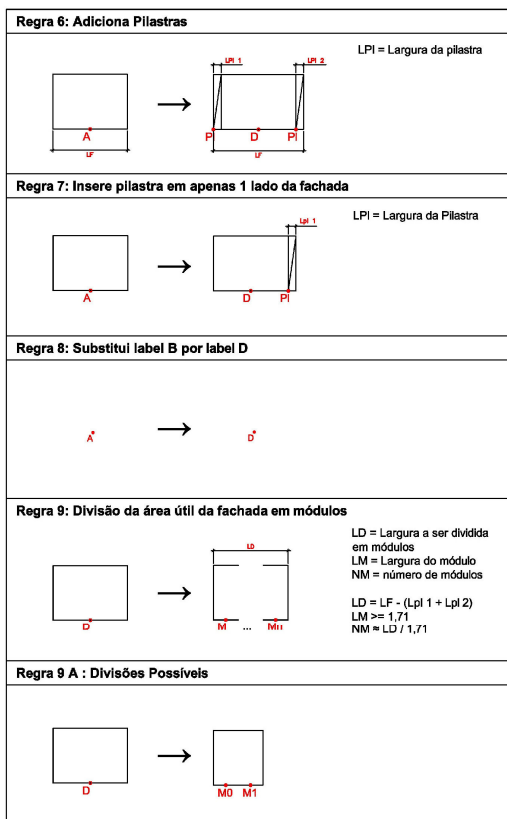


Fig. 9 Regras de 6 a 9A

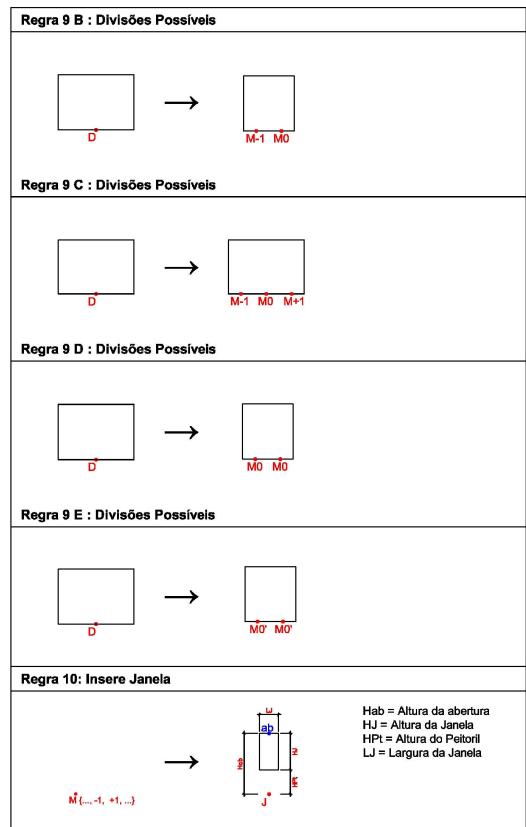


Fig. 10 Regras de 9B a 10

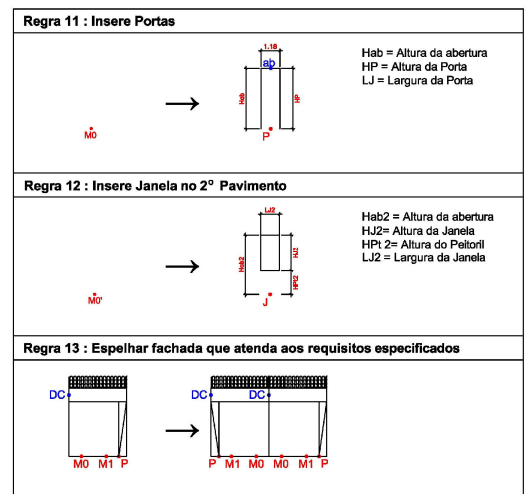


Fig. 11 Regras de 11 a 13

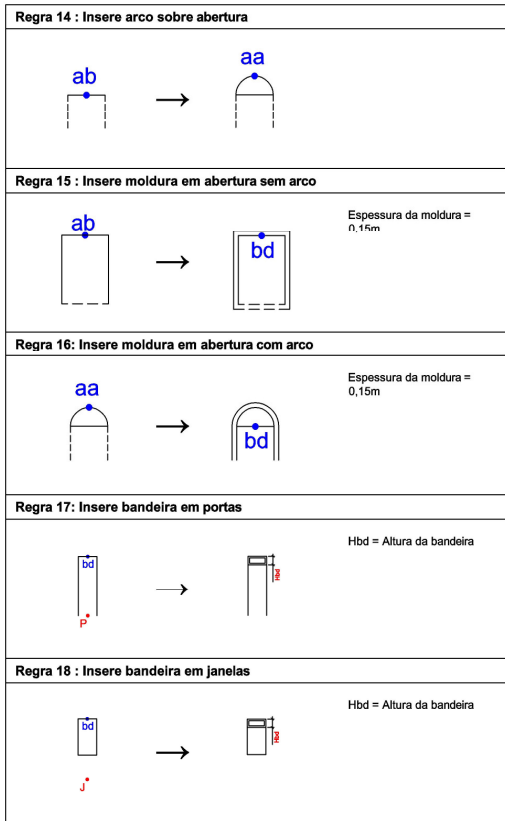


Fig. 12. Regras de 14 a 18

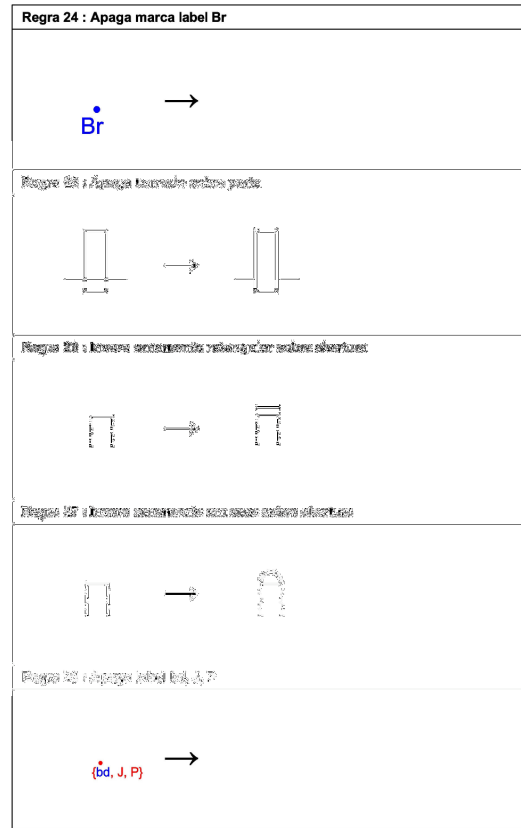


Fig. 14. Regras de 24 a 28

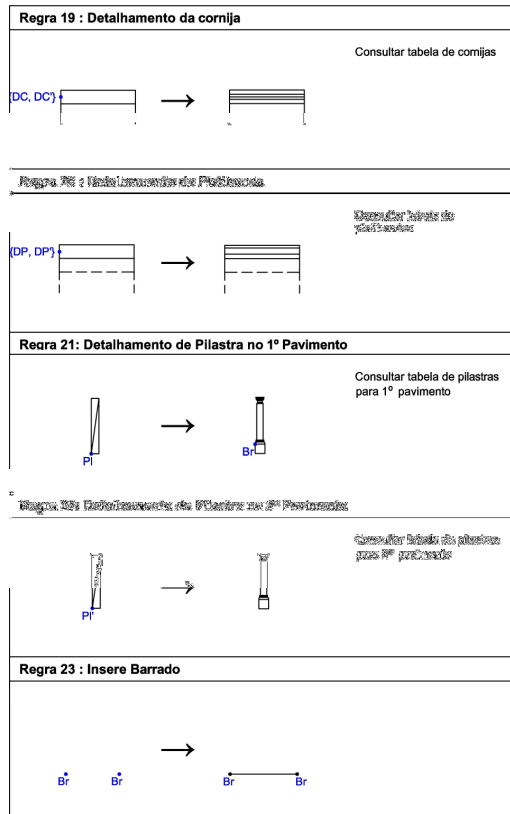


Fig. 13. Regras de 19 a 23

E) Exemplo de derivação

Depois da elaboração das regras da gramática e do estabelecimento das tabelas de parâmetros possíveis, foram realizadas as derivações das 9 casas do corpus para testar se a gramática desenvolvida realmente era capaz de reproduzi-las.

Neste artigo é apresentada como exemplo a composição da fachada da casa 01 após a aplicação da seqüência de regras mostradas na Figura 15.

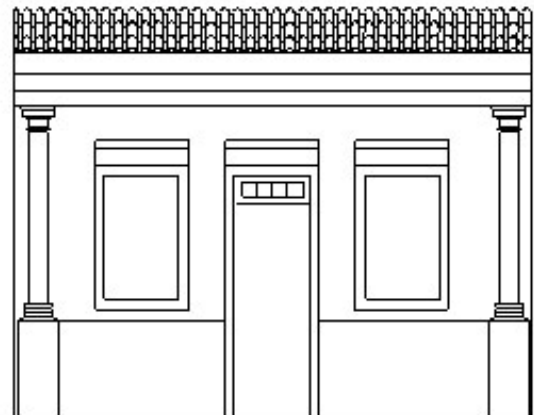


Fig. 15. Composição obtida com a aplicação das regras 1, 2, 4, 6, 9C, 11, 10, 10, 15, 15, 15, 15, 17, 19, 21, 21, 23, 24, 25, 26, 26, 26, 28.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, a gramática da forma desenvolvida se revelou capaz de gerar todos os elementos do corpus selecionado e ainda gerar novos indivíduos.

Conclui-se que a gramática desenvolvida pode ser utilizada na recomposição de fachadas descaracterizadas, pois foram aqui determinadas as dimensões e proporções de todos os elementos necessários para sua elaboração.

Pretende-se apresentar este trabalho à Prefeitura Municipal da cidade de Monte Alegre do Sul, como sugestão para que se desenvolvam diretrizes para a renovação e conservação dos edifícios existentes.

Como trabalhos futuros, pretende-se implementar esta gramática em computador para que seja possível a geração de uma quantidade maior de possibilidades para a readequação das fachadas descaracterizadas. Pretende-se, ainda, criar uma nova gramática, mais simplificada, que possa vir a orientar a construção de novos edifícios nos locais em que os antigos já não existem mais, mantendo as mesmas proporções das casas originais, porém sem a realização de uma cópia direta da arquitetura do séc. XIX, o que não faria sentido nos dias de hoje.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a Fapesp pelo apoio financeiro concedido a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] Cagdas, G. "A shape grammar: the language of traditional Turkish houses". *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 23, n. 4, 1996.
- [2] Chiou, S. C., Krishnamurti, R. "The grammatical basics of traditional Chinese architecture". *Languages in Design*, v. 3, p. 5-31, 1995.
- [3] Chiou, S. C.; Krishnamurti, R. "Example Taiwanese traditional houses". *Environment and Planning B*, v. 14, p. 323-350, 1996.
- [4] Çolakoglu, B. "Design by grammar: an interpretation and generation of vernacular hayat houses in contemporary context". *Environment and Planning B: Planning and Design 2005*, volume 32, pages 141 - 149
- [5] Duarte, J. P. "A discursive grammar for customizing mass housing". *Automation in Construction*, v. 14, n. 2, p. 265-275, 2005.
- [6] Duarte, J. P.; Rocha, J. "A grammar for the Patio houses of the Medina of Marrakech: towards a tool for housing design in Islamic contexts". In: *Conf. on education in computer aided architectural design in europe, ECAADE*, 24., 2006, Volos, Greece. *Anais...*, 2006. p. 860-866.
- [7] Flemming, U. "More than the sum of parts: the grammar of the Queen Anne houses". *Environment and Planning B*, v. 14, p. 323-350, 1987.
- [8] Koning, H.; Eizenberg, J. "The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses". *Environment and Planning B*, v. 8, p. 295-323, 1981.
- [9] Lemos, C. "Alvenaria Burguesa". 2ed. São Paulo: Nobel, 1989. 205 p.
- [10] Lima, R. P. T. "Modelos Portugueses e arquitetura brasileira". Campinas, 2001. Tese (Doutorado em História) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas.
- [11] Stiny, G., Mitchell, W. J. "The Palladian grammar". *Environment and Planning B*, v. 5, p. 5-18, 1978.

- [12] Stiny, G.; Gips, J. "Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture". In: *Information Processing*. Amsterdam: C.V. Freiman, 1972. v. 71. p. 1460-1465.
- [13] Stiny, G.; Mitchell, W. J. "The grammar of paradise: on the generation of Mughul gardens". *Environment and Planning B*, v. 7, p. 209-226, 1980.



Gabriela Celani nació en São Paulo, Brasil, en el año 1967. Estudió Arquitectura y Urbanismo en la Universidad de São Paulo (USP). Hizo el master en la misma universidad (1997), y el Ph.D. en Design & Computation en el Massachusetts Institute of Technology (2002) bajo la orientación de William Mitchell y Terry Knight. Es actualmente profesora adjunta en la Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), donde coordina el Laboratório de Automación y Prototipage para Arquitectura y Construcción (LAPAC).

Página web: www.fec.unicamp.br/~lapac. Dirección electrónica celani@fec.unicamp.br. Dirección: Av. Albert Einstein 951, CEP 13083-852, Campinas, SP, Brasil.



Giovana de Godoi nació en Serra Negra, São Paulo, Brasil, en el año 1981. Estudió Tecnología de la Construcción en la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP). Hizo el master en la misma Universidad (2008) en Ingeniería Civil, con el tema genérico de: Los sistemas de Proyecto: un estudio de campo en Monte Alegre do Sul, bajo orientación de Gabriela Celani. Dirección electrónica: giovanagodoi@yahoo.com.br.