PROPOSTA DE INSERÇÃO DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS EM HABITAÇÕES AUTO CONSTRUÍDAS, COM O USO DA GRAMÁTICA DA FORMA[1]

LOCHE, I. M. C. F. W., Universidade Federal de Viçosa, e-mail: iris.loche@gmail.com; FONSECA, L. P. G., Universidade Federal de Viçosa, e-mail: ligiana.fonseca@ufv.br; CARLO, J. C., e-mail: joycecarlo@ufv.br

ABSTRACT

Facing a Brazilian scenario of housing deficit and failed social politics created for providing housings in a quantitative way and guaranteeing quality, the needs for mass customization are clear. A method for designing this type of housing is proposed based on the use of shape grammar and the insertion of bioclimatic strategies for improving thermal comfort for Fortaleza: shading and ventilation. The goal of this research was to modify the rules of an informal settlement shape grammar in order to improve natural ventilation and minimize solar radiation incidence on the houses. Satisfying results were achieved for the customization and for the adopted thermal comfort criteria. A potential for generation of new houses and refurbishment was confirmed. Furthermore, this design process method can be replicated to other communities with the adoption of different shape grammars and strategies, as the context and local climate are considered.

***Keywords**: Shape grammar. Thermal comfort. Mass customization. Bioclimatic strategies*

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que em 2014, o déficit habitacional brasileiro correspondia a 6,068 milhões de domicílios, sendo 85,7% localizados nas áreas urbanas e 83,4% na faixa de renda de até 3 salários mínimos (FJP, 2016). Porém, as políticas habitacionais não têm conseguido atender às demandas sociais em termos quantitativos e qualitativos, reproduzindo um modelo estático cuja prioridade é o baixo custo de habitações para construção em massa. Tendo em vista que usuários de habitações de interesse social apresentam um perfil heterogêneo de formação familiar, são necessários programas mais flexíveis para o alcance de melhores resultados (TILLMANN, 2008). O conforto térmico da edificação foi identificado como um dos três itens que geram maior insatisfação nas habitações do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), sendo os outros dois a localização da construção/entorno e o aumento do custo de vida (IPEA, 2014).

A ampliação das unidades habitacionais, ocupações irregulares e autoconstrução são algumas respostas espontâneas à política de habitação social. O número de habitantes das favelas e assentamentos irregulares no país vem crescendo nos últimos 20 anos: 4,48 milhões de pessoas em 1991, para 11,42 milhões em 2010, correspondendo a 6% da população nacional (IBGE).

[1] LOCHE, I., FONSECA, L., CARLO, J. Proposta de inserção de estratégias bioclimáticas em habitações auto construídas, com o uso da gramática da forma. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

A partir de 1992, com a inclusão da proposta de implementação de um programa global de integração das favelas à cidade no Plano Diretor do Rio de Janeiro (LEITÃO; DELECAVE, 2013), a assimilação da favela como parte do cenário urbano vem apresentando certa evolução. Entender favelas e habitações sociais como uma produção que exige customização, é essencial para que se compreenda a identidade que representam para determinada sociedade. Assim, interpretar essas estruturas por meio de uma gramática da forma torna possível buscar soluções que mantenham a linguagem original, porém inserindo critérios pré-estabelecidos de qualidade.

A Gramática da Forma foi desenvolvida no início da década de 1970 por Stiny e Gips (1972) como um sistema de geração de formas baseado em regras para a geração de geometrias na pintura e na escultura (CELANI *et al.*, 2006). Ao decorrer dos anos, essa técnica mostrou-se útil para traduzir uma linguagem arquitetônica já existente, como estrutura capaz de descrever uma tipologia de habitação por meio de regras (VAZ *et al.*, 2012).

Uma gramática é formada por quatro elementos básicos: um vocabulário constituído por formas geométricas; conjunto de relações espaciais – que manipulam e modificam as formas a partir de transformações euclidianas e operações booleanas; conjunto de regras - especificam como as formas devem ser combinadas e o tipo de relação espacial a ser aplicado em uma forma inicial; e os marcadores de orientação - utilizados para determinar o local de aplicação da regra (KNIGHT, 1994).

De acordo com Celani (2015) as regras da gramática isolam as relações espaciais comuns em projetos de um estilo, descrevendo como essas relações unem-se para formar um espaço. Assim, essa abordagem projetual apresenta grande potencial para customização de habitações, pois a gramática descreve formalmente um programa, identificando e preservando características formais e simbólicas de uma tipologia, e permitindo que a organização dos espaços corresponda ao modo de viver de determinado usuário. Mororó (2012), desenvolveu uma gramática da forma para analisar os processos de autoconstrução e ampliação de habitações de baixa renda de uma comunidade em Fortaleza, Ceará, caracterizando morfologicamente a tipologia da habitação desse grupo social. A gramática proposta por Mororó (2012) é uma das bases para esse estudo.

2 OBJETIVO

Propor a inserção de estratégias bioclimáticas em habitações autoconstruídas com uso da gramática da forma de Mororó (2012) para melhoria do conforto térmico nas habitações.

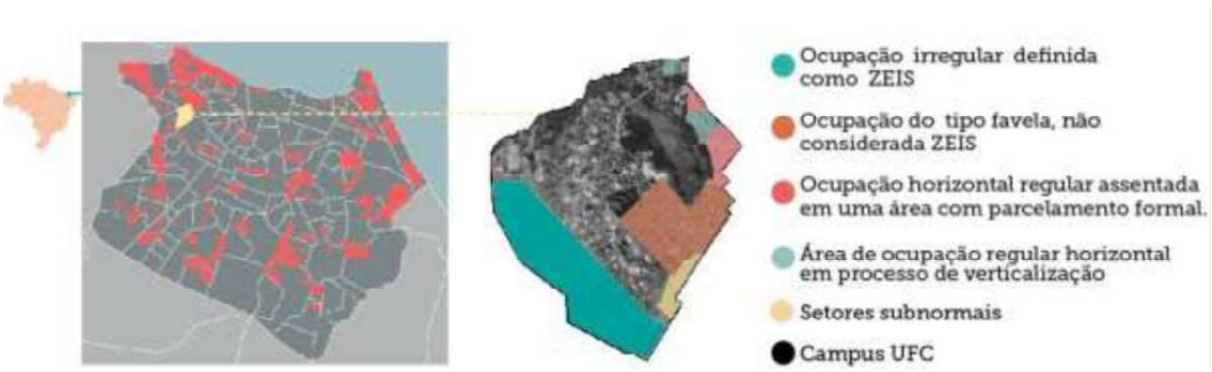
3 MÉTODOS

3.1 Fortaleza e o Planalto Pici

Fortaleza é o quarto município com maior número de aglomerados subnormais, onde vivem 16,18% de seus habitantes – superando a média nacional de 6% segundo o censo do IBGE (2010). O local de estudo e de

aplicação da gramática da forma de Mororó (2012) é o bairro Planalto Pici, identificado em amarelo na Figura 1, cujo recorte em verde indica a localização de uma ocupação irregular definida como Zona Especial de Interesse Social (ZEIS).

Figura 1 - O Planalto Pici



Fonte: Mororó (2012), adaptado

O processo de ocupação informal dessa área deu origem a quadras de diversos tamanhos e formas, predominantemente constituídas de lotes estreitos, gerando alta densidade e falta de afastamento entre as habitações (Figura 2).

Figura 2 - Área e conformação das quadras



Fonte: Mororó, 2012, adaptado

A orientação predominante das quadras é nordeste-sudoeste. Foi selecionada uma quadra representativa (Figura 3) para analisar a relação das habitações com o entorno.

Figura 3 - Quadra Representativa da área em estudo



Fonte: As autoras

As habitações são predominantemente construídas em todo o lote, sem afastamentos, o que impossibilita a criação de aberturas que promovam a ventilação cruzada (Figura 4). As áreas do fundo do lote que ainda estão vazias correspondem a construções de apenas um pavimento, que ainda não se expandiram ou iniciaram processo de verticalização.

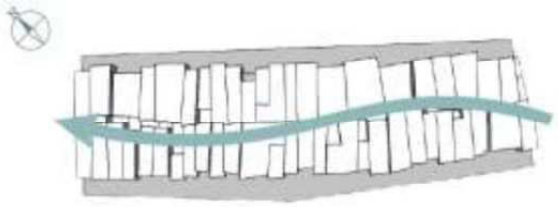
Figura 4 - Possibilidades de aberturas nas fachadas



Fonte: As autoras

A cidade de Fortaleza, Ceará, pertence à Zona Bioclimática 8, com 98% do ano em desconforto por calor (PROJETEE, 2018). Com ventos predominantes a sudeste, a falta de afastamentos é prejudicial para a circulação do vento nas habitações e quadras (Figura 5) em um local cuja radiação é intensa e as edificações não dispõem de dispositivos de sombreamento.

Figura 5 - Direção predominante dos ventos na área



Fonte: As autoras

Assim, foram adotadas duas estratégias bioclimáticas para melhorar o conforto térmico das habitações: sombreamento e ventilação. Para promover ventilação cruzada e aumentar a iluminação natural, foram criados pátios internos e aberturas zenitais, além de cobogós. Para garantir o sombreamento, foram utilizadas proteções solares e marquises - no caso de edificações de

múltiplos pavimentos, o segundo andar da habitação ultrapassa os limites do andar inferior, proporcionando sombreamento da calçada e das aberturas do térreo.

3.2 Modificação das Regras da Gramática

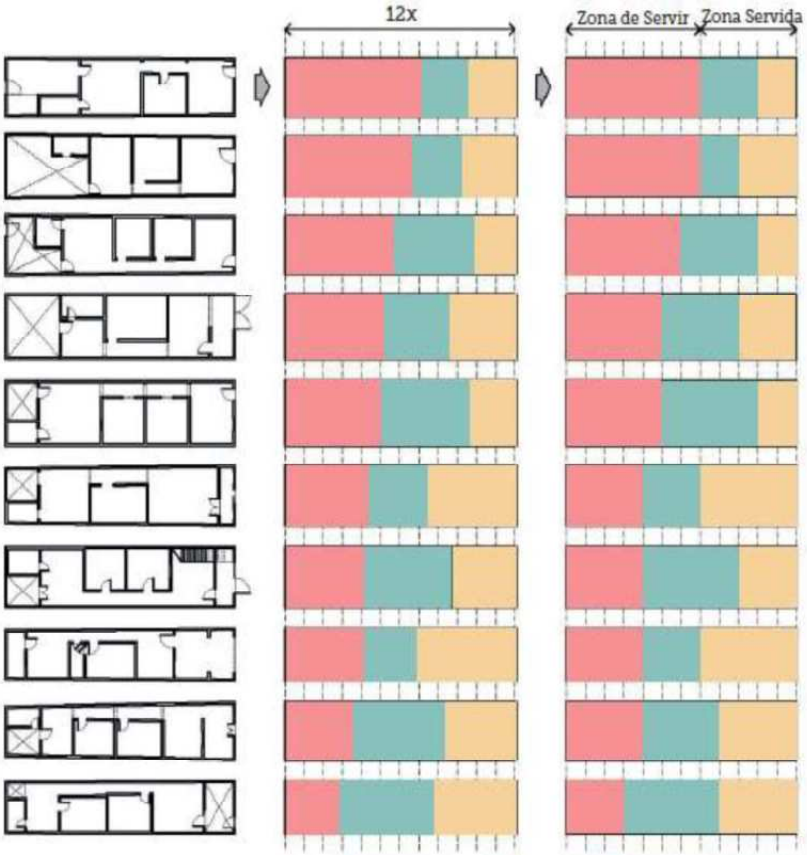
Para a inserção das estratégias bioclimáticas à tipologia das unidades habitacionais, algumas regras das 32 de Mororó (2012) foram excluídas, modificadas ou adicionadas. Quase todas as regras se baseiam em uma modulação do terreno, a qual irá gerar diferentes plantas-baixas (Figura 6). Os lotes possuem áreas variáveis e, para definição do tamanho do módulo x, o tamanho da lateral do lote é dividido em 12 partes (Quadro 1).

Quadro 1- Intervalo das medidas dos terrenos recorrentes no local em estudo.

VARIÁVEIS GEOMÉTRICAS	MÍNIMO	MÁXIMO
Frente do lote (FT)	3,5m	4,5m
Área do lote (A)	50m²	70m²
Lateral do lote (LT)	LT= A/FT	
Valor modulação (x)	x=LT/12	

Fonte: As autoras

Figura 6 - Exemplo de aplicação da modulação





Fonte: Adaptado de Mororó (2012)

Neste trabalho, as regras são apontadas, mas apenas duas apresentadas parcialmente para fins de exemplificação do método. As regras alteradas são:

Regra 6 (adicionada) – Inserir pátio interno

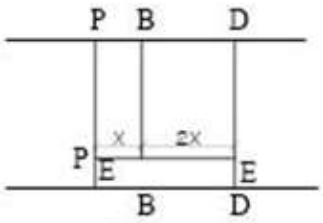
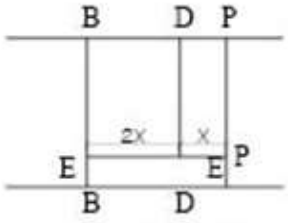
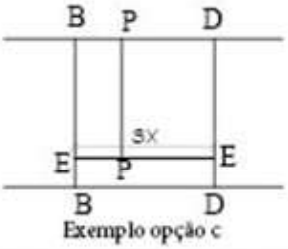
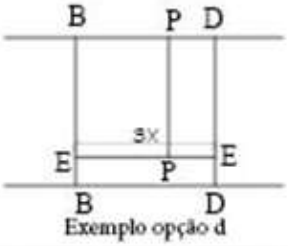
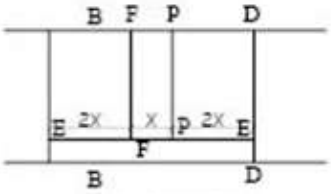
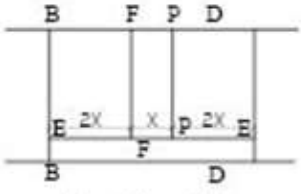
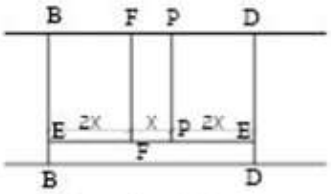
Regra 10 e 11 (modificadas) - Inserir banheiro

Regra 22 e 23 - (modificadas) - Amplia sacada, área de varanda ou sala

Detalhamento da Regra 6 (adicionada) – Inserir pátio interno

Possibilita a inserção dos pátios internos. Após a compartimentação da zona de dormir (regra 5), o pátio interno é inserido com largura de 1x, ocupando parte da zona prévia de servir, estar ou dormir.A escolha do ambiente a ser subdividido se baseia na análise da sua modularização (o de maior módulo - por exemplo, 4x - é o escolhido para ser subdividido). Essa escolha leva em consideração modulações mínimas definidas por Mororó (2012) para os ambientes (Quadro 2).

Quadro 2 - Regra 6 - Inserir pátio interno

a)Se BD= 2x: inserir segmento na Zona de Servir, em uma distância 1x de BB. Estender circulação até o novo segmento e adicionar marcador PP.	b)Se BD= 2x: inserir segmento na Zona de Estar, em uma distância de 1x de DD. Estender circulação até o novo segmento e adicionar marcador PP.
 Exemplo opção a	 Exemplo opção b
c)Se BD= 3x: inserir segmento na Zona de Dormir, em uma distância de 1x de BE e adiciona marcador PP.	d)Se BD= 3x: inserir segmento na Zona de Dormir, em uma distância de 1x de DE e adiciona marcador PP.
 Exemplo opção c	 Exemplo opção d
e) Se BD=4X: inserir segmento na Zona de Dormir à uma distância x de FF à esquerda. Para compensar a perda de um módulo no quarto, avançar o quarto à uma distância x na área de servir.	f) Se BD=4X: inserir segmento na Zona de Dormir à uma distância x de FF à direita. Para compensar a perda de um módulo no quarto, avançar o quarto à uma distância x na área de estar.
 Exemplo opção e	 Exemplo opção f
g) Se BD= 5X, inserir segmento na Zona de Dormir à uma distância x de FF no quarto de maior tamanho.	
 Exemplo opção g	

Fonte: As autoras

3.3 Inserção das regras de aberturas

A Gramática da Forma de Mororó (2012), é uma gramática formal e não abrange as aberturas de janelas e portas. Desse modo, além das regras da forma, criou-se regras para aberturas como parte da inserção das estratégias bioclimáticas nessa tipologia, que consistem na criação de dez regras:

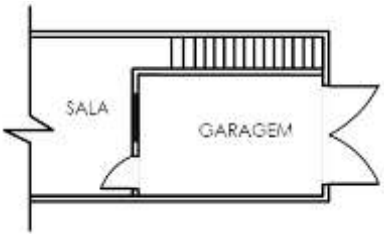
Regra 1: Inserir aberturas na fachada principal

Inserir porta e janela. Sempre que houver espaço, a porta deve ser obrigatoriamente acompanhada de uma janela.

a) Se o ambiente da fachada principal for garagem:

Inserir obrigatoriamente portão de garagem e, se couber, inserir uma janela. Se o ambiente for seguido de uma sala de estar, inserir uma porta e uma janela (Figura 7).

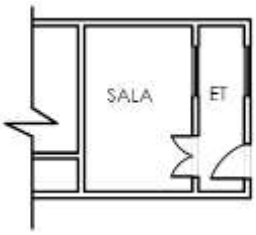
Figura 7 - Regra 1 para inserção de aberturas quando houver garagem



Fonte: As autoras

b) Se o ambiente for um espaço de transição seguido por sala de estar: inserir uma porta e uma janela, nos dois espaços(Figura 8).

Figura 8 - Regra 1 para inserção de aberturas quando não houver garagem



Fonte: As autoras

As regras para inserção de aberturas na fachada principal se extendem de a) a e). As demais regras propostas são para inserir:

Regra 2: aberturas nos quartos

Regra 3: aberturas no pátio interno

Regra 4: aberturas no banheiro

Regra 5: aberturas na área de refeição

Regra 6: aberturas na sala de estar

Regra 7: brises nas janelas

Regra 8: cobogós no fundo do lote

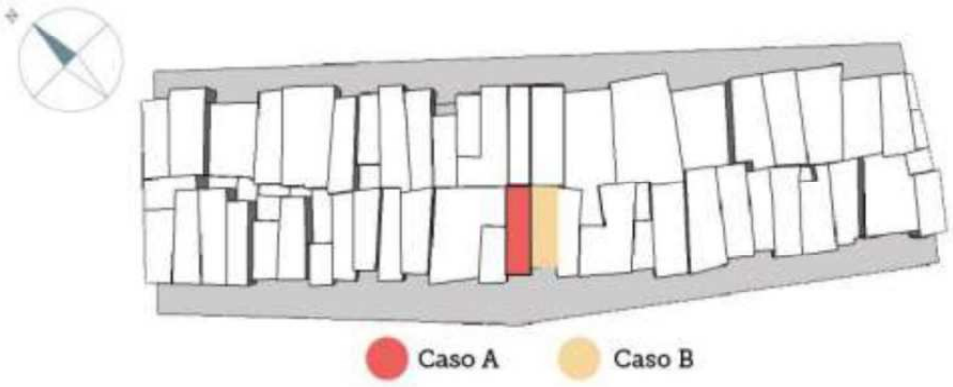
Regra 9: cobogós na escada

Regra 10: ventilação zenital

4 RESULTADOS

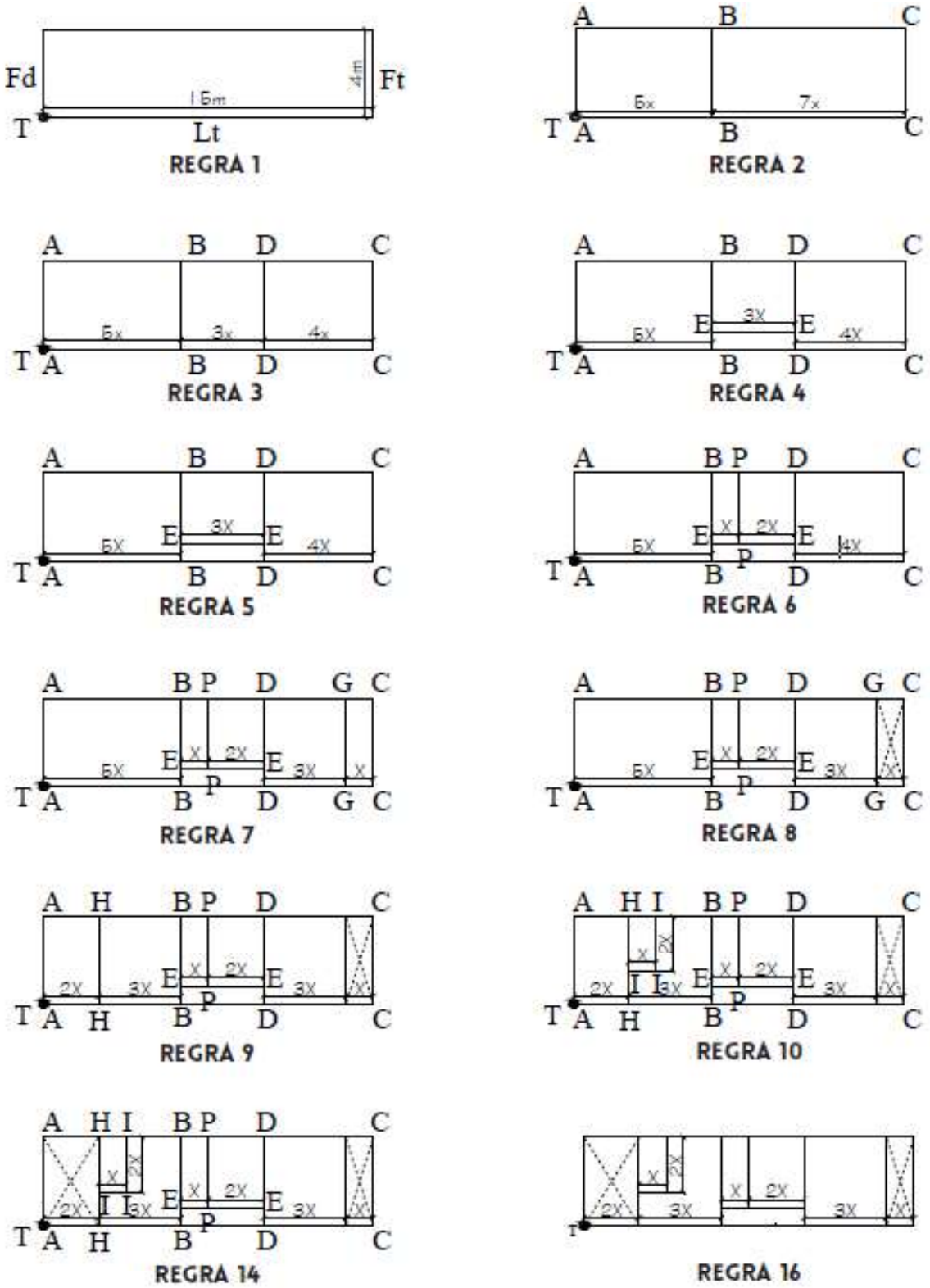
As regras modificadas e de aberturas foram aplicadas para a criação de alguns casos, sendo dois aqui apresentados. As medidas utilizadas para obtenção do valor do módulo x foram baseadas na média dos mínimos e máximos indicados na gramática, para gerar casos representativos. O caso A é uma unidade habitacional térrea de um quarto, conforme Figuras 10, 12 e 14, que, ao se verticalizar, deu origem ao caso B, conforme Figuras 11, 13 e 15), localizados na quadra, conforme Figura 9.

Figura 9 - Localização dos casos A e B



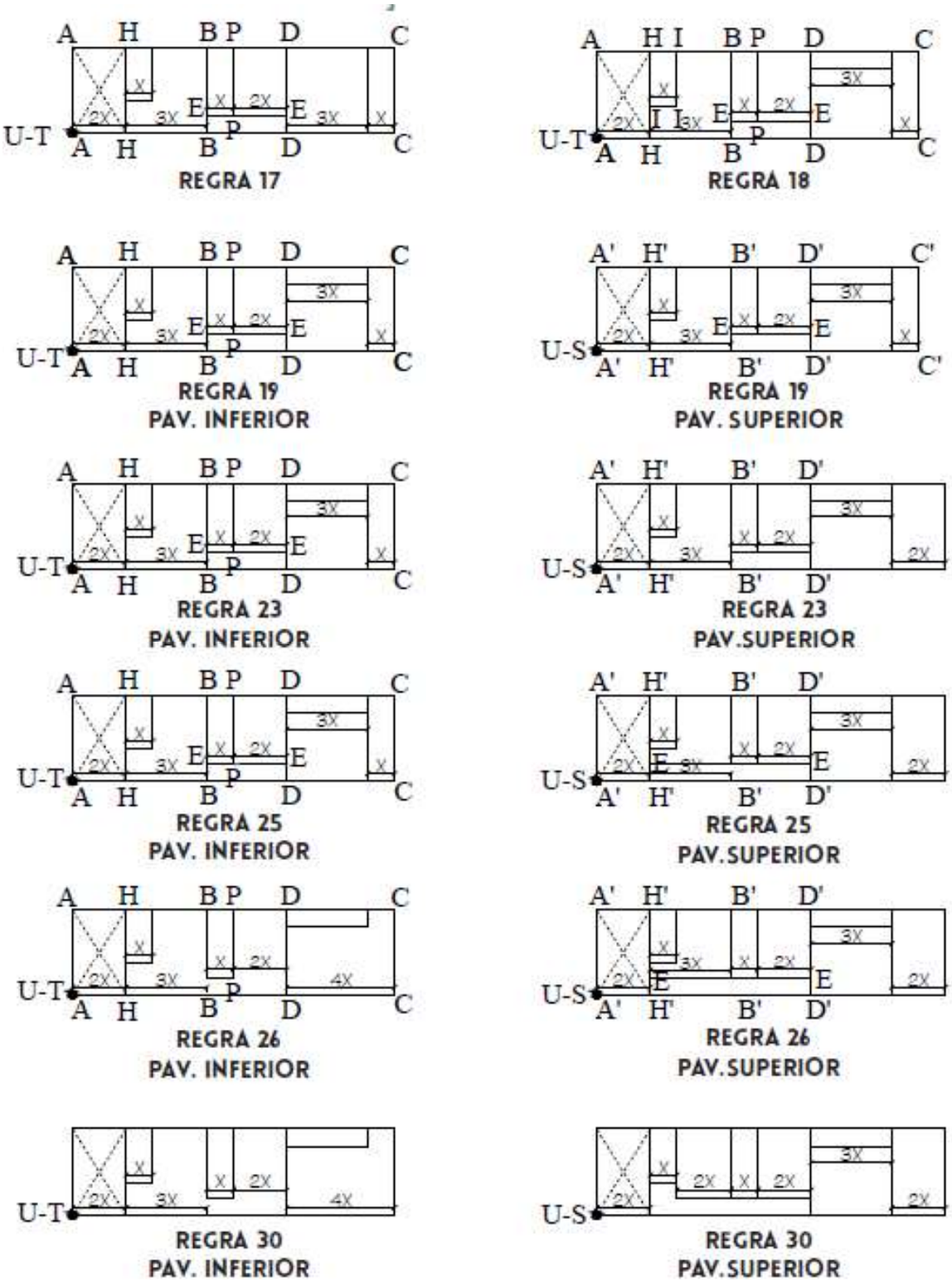
Fonte: As autoras

Figura 10 - Regras para geração do primeiro pavimento (Caso A)



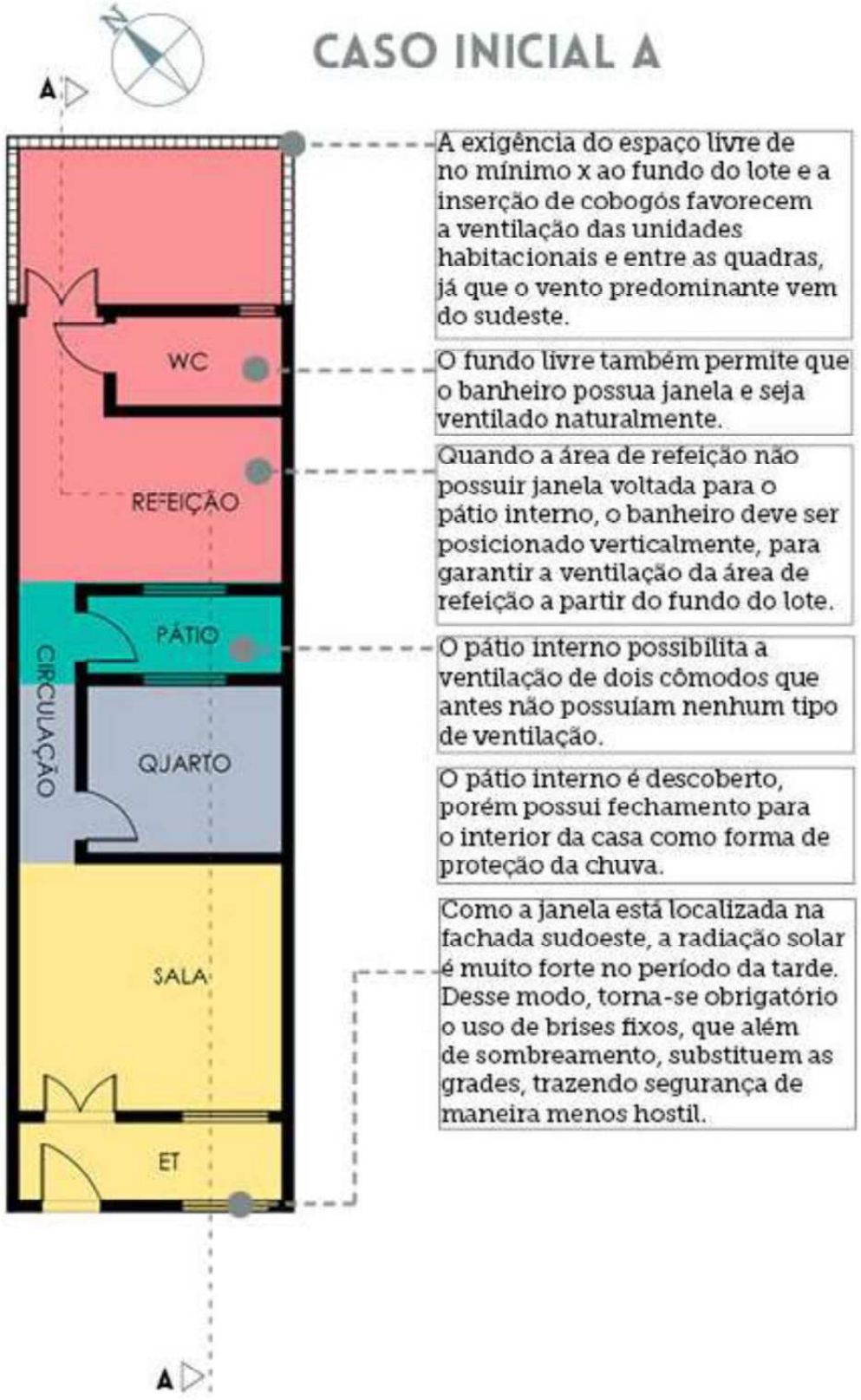
Fonte: As autoras

Figura 11 - Regras para geração do segundo pavimento (Caso B)



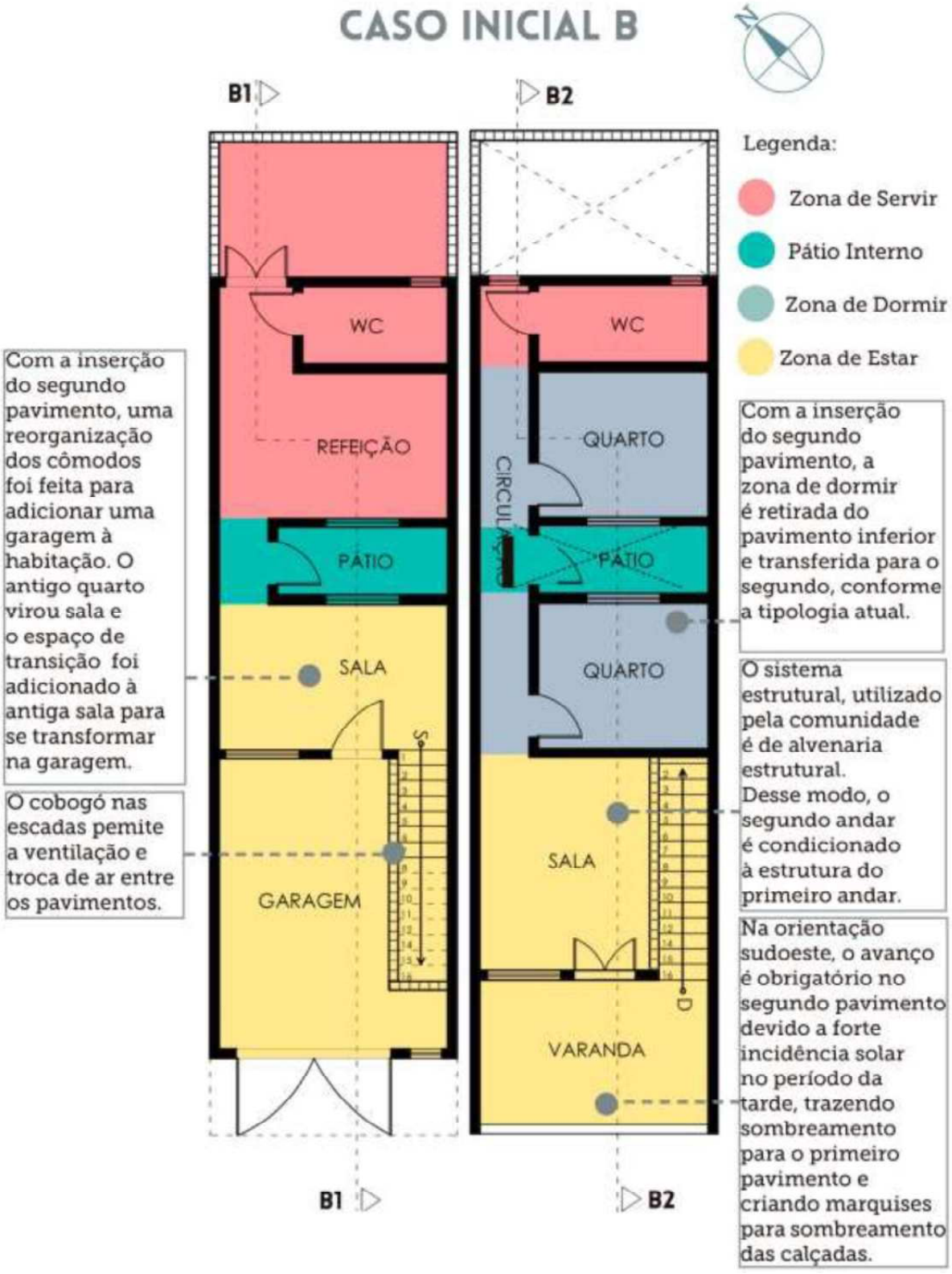
Fonte: As autoras

Figura 12 - Caso A obtido após aplicação das regras



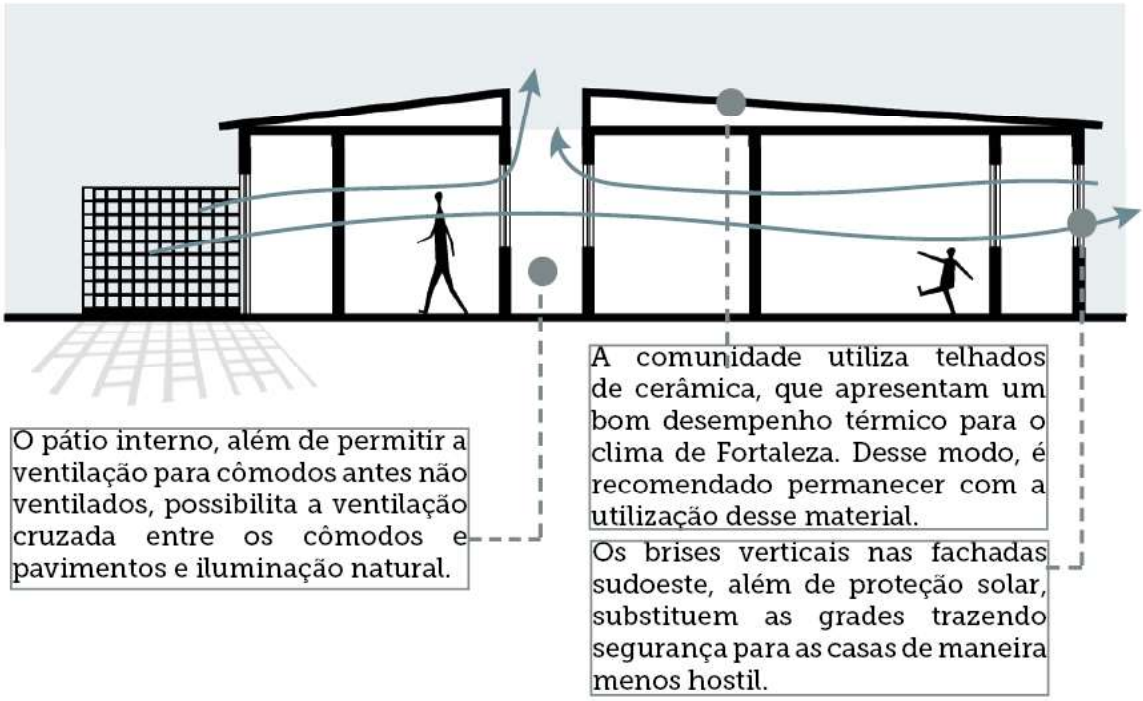
Fonte: As autoras

Figura 13 - Caso B obtido após aplicação das regras de verticalização



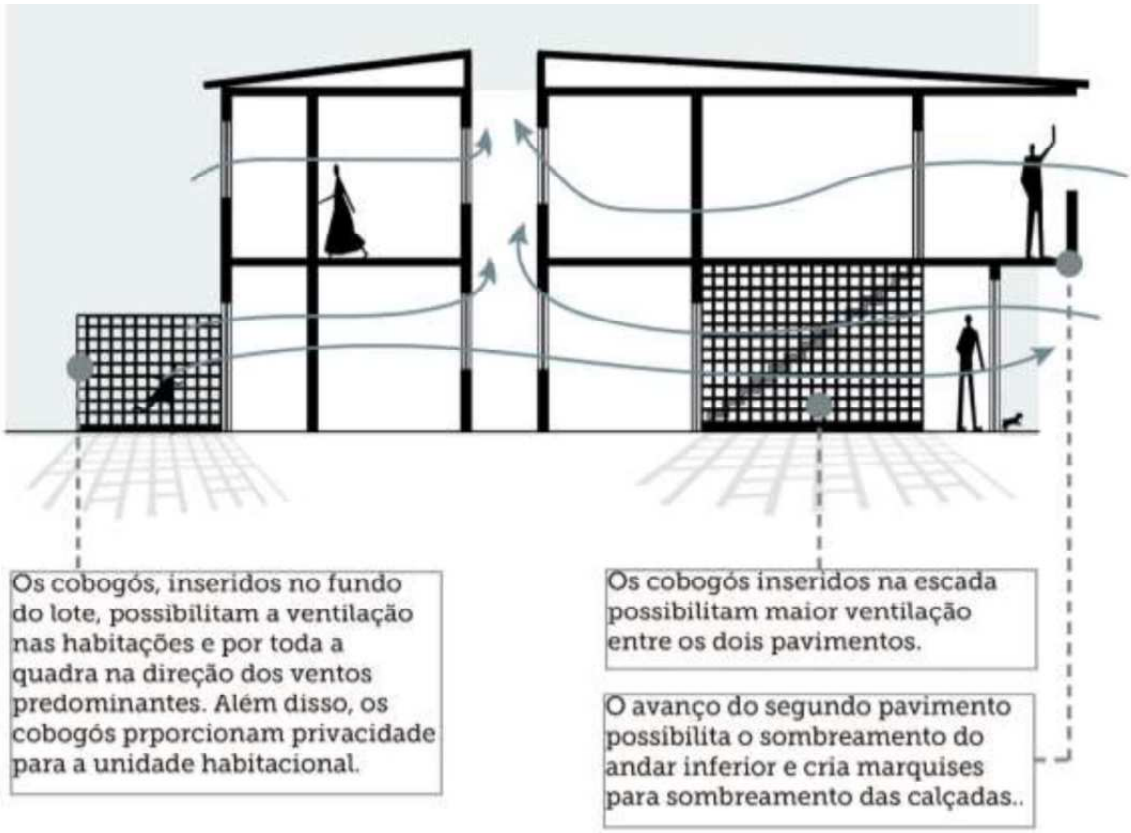
Fonte: As autoras

Figura 14 - Corte esquemático do Caso A



Fonte: As autoras

Figura 15 - Corte esquemático do caso B



Fonte: As autoras

5 CONCLUSÕES

Com este trabalho, pôde ser identificado o potencial da customização em massa de habitações por meio da aplicação da gramática da forma. Nocaso das habitações de interesse social, verificou-se a adequabilidade da gramática criada por Mororó (2012) para se adequar às necessidades da população local e às suas técnicas construtivas, reconhecendo na moradia auto construída um potencial de tipologia que pode ser replicado. A contribuição e relevância deste trabalho foi inserir e modificar regras à gramática para melhoria da qualidade térmica das habitações com possibilidade de reprodução em massa. Com isso, reafirma-se a importância do papel do arquiteto no projeto de habitações de interesse social que leve em consideração os costumes e técnicas construtivas da população local e, ao mesmo tempo, agregando estratégias que garantam qualidade às habitações em terrenos com diversas limitações físicas, contribuindo assim para diminuição do consumo de energia. Com a utilização de programas computacionais de modelagem paramétrica, o processo de projeto apresentado apresenta potencial para a produção em massa de habitações customizadas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao CNPQ pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BENROS, D., GRANADEIRO, V., DUARTE, J., E KNIGHT, T., (2011) **Automated Design and Delivery of Relief Housing : The Case of post-Earthquake Haiti**, in: CAAD Futures 2011: Designing Together, p. 247-264.

CELANI, G.; CYPRIANO, D.; DE GODOI, G.; VAZ, C. E. V. A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura. **Comunicação e Cultura**, Caxias do Sul, v. 5, n. 10, jul./dez. 2006, p. 180-197.

FJP, FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA, Ministério das Cidades. **Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida**. Relatório Técnico. Brasília, 2014.

KNIGHT, T. N. **Transformations in design: a formal approach to stylistic change and innovation in the visual arts.** Cambridge University Press, 1994.

LEITÃO, G.; DELECAVE, J. **O programa Morar Carioca: novos rumos na urbanização das favelas cariocas? O Social em Questão** - Ano XVI - nº 29 , p. 265-284, 2013.

MORORÓ, M.**Habitação Progressiva Autoconstruída: caracterização morfológica com uso da gramática da forma. 2012.** 182f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

PROJETEE. **Dados Climáticos de Fortaleza, CE**. Disponível em: <http://projeteee.mma.gov.br> Acesso em 30 set. 2017.
STINY, G.; GIPS, J. **Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture.** Amsterdam, 1972.

TILLMANN, P. J. **Diretrizes para a adoção da customização em massa na construção habitacional para baixa renda.** Mestrado (Dissertação). Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

VAZ, Carlos Eduardo Verzola; CELANI, Gabriela; DUARTE, José Pinto. **Uma ontologia representando as soluções de projeto de roberto burle marx.** Gestão & Tecnologia de Projetos, Brasil, v.6, n.2, fev 2012, p.30-42.