

A Shape Grammar Implementation: The Case of Fishing Villages in Santa Catarina

Sara Dotta Correa¹, Carlos Eduardo Verzola Vaz¹, Pedro Oscar Pizzetti Mariano¹, Mirian Aparecida Maia²

¹ Federal University of Santa Catarina, Brazil

dottadottynha@gmail.com

cevv00@gmail.com

pedro.pm@hotmail.com

² Federal University of Ouro Preto, Brazil

mirian.maia@aluno.ufop.edu.br

Abstract. The fishing villages of the Santa Catarina state, in Southern Brazil, have been suffering from a process of transformation that accompanies the replacement of the activities related to artisanal fishing in order to insert the dynamics of tourism. Aiming to preserve the underlying logic responsible for generating these self-built settlements, a shape grammar was elaborated and implemented in a visual programming environment to test its efficiency in reproducing the compositional language of the villages. The method involved the historical context and constructive typologies analysis, which made it possible to extract the corresponding rules regarding the spatial configuration of the corpus. The result emerged as a descriptive grammar, which later was implemented in a parametric modeling environment, algorithms in C# were used to generate the compositions with the aid of computational strategies based on random numbers, stochastic research and object-oriented programming.

Keywords: Shape Grammar, Computational Implementation, Fishery Villages, Urban Form.

1 Introdução

As comunidades pesqueiras do litoral de Santa Catarina, em sua grande maioria, vivem um processo de desconfiguração das características urbanísticas tradicionais, tanto por fatores relacionados à pressão do mercado imobiliário, novas atividades relacionadas ao crescimento do turismo na região,

quanto pela busca por outras formas de geração de renda pelas famílias de pescadores (LAGO, 1961; 1967). Com o objetivo de preservar e resgatar o estilo característico dessas comunidades, foi elaborado um conjunto de regras baseadas na lógica da configuração histórica destes sítios, estabelecendo-se uma gramática da forma. Para testar sua eficiência em reproduzir a linguagem compositiva das vilas de pescadores, implementou-se esta gramática em ambiente de programação visual. Dessa forma, o método de elaboração do estudo foi conduzido em três etapas, sendo que a primeira envolveu a coleta de dados referente ao contexto histórico, tipologias construtivas e condicionantes ambientais a partir de plataformas digitais, visitas de levantamento e entrevistas com membros das diferentes comunidades. Em seguida, as regras da gramática correspondente à configuração espacial do corpus de análise foram estabelecidas, considerando aspectos de composição urbana e dados obtidos na etapa anterior e, por fim, a implementação envolveu utilização de linguagem de script e editor de algoritmo visual para o formato urbano.

Este estudo trata da implementação da gramática e visa observar se a programação visual e seus parâmetros de restrição são congruentes à linguagem presente nos estudos de caso. A geração das composições deu-se por meio do auxílio de estratégias computacionais baseadas em números aleatórios no contexto da busca estocástica e programação orientada a objetos em um ambiente de modelagem paramétrica.

2 Investigação teórica

A gramática da forma é um sistema de geração de formas baseado em regras, que foi desenvolvido por George Stiny e James Gips, em 1971. Esse formalismo teve origem no sistema de produção do matemático Emil Post (1943) e na gramática generativa do linguista Noam Chomsky (1957). Foram consideradas as constatações de Chomsky, o qual elaborou regras sob a lógica dos morfemas, criando uma série de modelos e caracterizando as linguagens naturais como linguagens generativas (STINY E GIPS, 1971).

Os elementos da linguagem (representação) contribuem para o resgate da lógica e do conhecimento utilizado para a organização do espaço, e, por isso, as gramáticas da forma são aplicadas a estudos urbanos para melhores análises espaciais. Muitas pesquisas têm se desenvolvido, especialmente aquelas voltadas para estilos arquitetônicos e a conformação urbana, dos quais podemos citar o estudo das Vilas Palladianas, proposta por Stiny e Mitchell (1978); Queen Anne Houses, por Flemming (1987); Medina Marrakesh, segundo Duarte (2007), além dos recentes trabalhos desenvolvidos por Abdulraheem e Rayis (2016) para as antigas casas tradicionais da cidade de Suakin no Sudão, e Ena (2018), que utilizou a

gramática da forma para decodificar a linguagem de ocupação das Favelas do Rio de Janeiro.

De acordo com Beirão (2012), ao implementar um formalismo, são construídos meios de extrair e codificar regras subjacentes às linguagens de um desenho ou arranjo espacial. O autor conclui que, por conseguinte, as gramáticas da forma podem ser extraídas e determinadas analiticamente partindo do ambiente, por meio dos estudos de caso, por exemplo. (BEIRÃO, 2012). Segundo enfatiza Abdelsalam (2012), todos os componentes das gramáticas de forma (vocabulários, relações espaciais, parâmetros, atributos, regras, transformações e formas iniciais) fornecem uma base para uma ciência da criação de formas e para uma teoria de design arquitetônico sistemático e metodologia de composição por meio de algoritmos que realizam cálculos aritméticos em formas geométricas.

Para além da análise de linguagens pré-existentes, a gramática da forma torna possível, ainda, desenhar novos arranjos espaciais, ou modelos de intervenção para renovação urbana, dentro de uma mesma determinada linguagem local. Considerando Alexander et. al, (1977) e suas afirmações quanto a existência de padrões e linguagens compositivas, o autor enfatiza que todos os atos de construção no espaço são governados por uma linguagem de padrões de algum tipo, que infere formas geométricas no espaço, por meio de ações comuns moldadas por um povo (ALEXANDER et. al, 1977). Aponta ainda que, a linguagem é, portanto, como uma semiologia, é o sistema genético que confere poder a pequenos atos para que estes formem um todo e que evolui constantemente. Contudo, é possível notar que, com o passar dos anos, a linguagem intrínseca dos lugares pode sofrer alterações, evoluções ou descaracterização, conforme a própria comunidade vincula-se a outras dinâmicas, como é o caso das vilas pesqueiras catarinenses

2.1 Corpus de análise

No que compete ao reconhecimento de vilas pesqueiras e seus constituintes principais, Lago (1961; 1967) afirma que é possível perceber que a evidência material mais imediata que sinaliza a presença de um núcleo pesqueiro, segundo sua configuração prevalecente, dá-se pela presença de número significativo de ranchos/galpões (usados para guardar canoas e petrechos), que se enfileiram junto a orla, sem uniformidade e com espaçamentos variáveis entre eles. Os espaçamentos entre galpões ou ranchos eram, com frequência, utilizados para a instalação de varais destinados à secagem de redes. Atrás dos ranchos, em uma disposição desordenada, localizam-se as moradias. (LAGO, 1961; 1967). As Figuras 1 e 2 ilustram as vistas aéreas das vilas pesqueiras da Praia Central, em Garopaba (1), e Fazenda da Armação, em Governador Celso Ramos (2).



Figure 1. Vila de Garopaba.
Fonte: SIGSC/ 2021.



Figure 2. Vila da Fazenda da Armação.

O corpus de análise, trata-se, portanto, do conjunto de formas que compõem o segmento do tecido urbano costeiro correspondente à instauração de uma vila pesqueira, no litoral catarinense.

2.2 Definições da gramática

A gramática da forma foi elaborada por meio do agrupamento lógico dos elementos do vocabulário e as respectivas relações espaciais existentes nas vilas, realizando-se ajustes nos arranjos espaciais estabelecendo-se regras e restrições. (STINY, 1980, 2006; MITCHELL, 2008; KNIGHT, 2015). Dessa forma, ampliou-se a possibilidade da gramática ser representativa de diferentes situações morfológicas costeiras, conectando os padrões possíveis dentro do conjunto gerenciável de regras inferidas, uma vez que o corpus trata de diferentes vilas pesqueiras catarinenses com uma caracterização física semelhante.

Utilizou-se, portanto, uma abordagem *bottom-up*, ou seja, descreveu-se o arranjo de forma ascendente, acompanhando a dinâmica de instauração da ocupação, adicionando formas que representam edificações, consequentemente, definindo caminhos (DUARTE, 2007; BARROS, 2013; ABDULRAHEEM E RAVIS, 2016; VERNIZ E DUARTE, 2019).

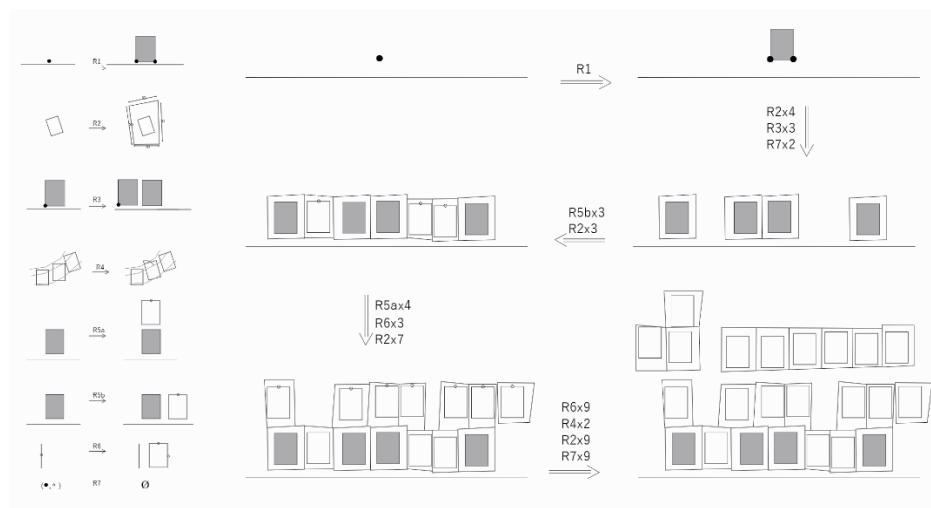


Figura 3. Série de regras da gramática (esquerda); Derivação das regras formando a composição da vila pesqueira (direita). Fonte: Os autores, 2021

A Figura 3 evidencia a série de regras elaborada para a gramática das vilas pesqueiras (esquerda), junto do processo de derivação (direita) referente ao processo de estabelecimento da forma urbana referente a uma vila de pescadores catarinenses. A linha reta representa uma linha média de ocupação na orla, e o marcador em ponto preto assinala uma área de interesse para ocupação. Polígonos com preenchimento em cinza referem-se aos galpões de pesca que são alocados em frente ao mar, já polígonos vazios representam as moradias dos pescadores, alocadas atrás ou ao lado dos galpões. Conforme a vila cresce, mais edificações tipo habitação são inseridas incrementalmente orla à dentro, formando, também, novos lotes.

3 Metodologia

Inicialmente, para o estabelecimento da metodologia, investigaram-se métodos e estratégias existentes já implementados em outras pesquisas voltadas a forma urbana. Dentre esses, destacam-se, White e Engelen (1993), Almeida et al. (2003) e, Mas et al. (2015).

White e Engelen (1993), realizaram a criação de um autômato celular, em uma matriz para verificação de padrões básicos urbanos. Para valores de parâmetro realistas, o modelo produz uso da terra fractal ou bifractal baseado em mapas de cidades americanas com formato próximo do modelo fractal base. Almeida et al. (2003), realizaram uma simulação de transições de uso da terra usando métodos probabilísticos inspirados na teoria de Bayes e na abordagem de 'pesos de evidência' relacionados à atividade socioeconômica

da cidade de Bauru - São Paulo. A simulação do design englobou Houdini, Maya e Python. Por sua vez, Mas et al. (2015) desenvolveram um autômato celular a partir de *Geographical Information Systems* (GIS). A modelagem histórica e geométrica é referente a evolução da antiga cidade de Girona, Itália, em uma análise levou em consideração a construção dos castelos, e outros eventos históricos, os quais fomentaram a formação urbana da região. Estes são, portanto, exemplos de estratégias computacionais implementadas junto a análises urbanas, nos quais foram evidenciadas as estratégias e ferramentas abordadas para estabelecer padrões de ocupação e crescimento junto às dinâmicas urbanas.

A partir da revisão metodológica baseada nos exemplos descritos, partiu-se para a definição de duas etapas para este estudo. A primeira etapa da programação foi desenvolvida em linhas de código utilizando a linguagem C#, no componente de modelagem paramétrica *Grasshopper*, dentro do programa de modelagem tridimensional *Rhinoceros*.

Utilizou-se um modelo algorítmico chamado "busca estocástica", que permitiu o lançamento de diferentes coordenadas parametrizadas, de forma que elas não coincidisse pontualmente. Os parâmetros poderiam ser modificados permitindo-se controlar as proximidades e a área em que eram inseridas. Essa etapa foi implementada a partir de um timer que controlava a velocidade em que os pontos eram dispostos.

Em seguida, a segunda etapa evolui para que, a partir das linhas de código, as coordenadas fossem localizadas, gerando dois contornos, o primeiro correspondendo a uma edificação e o segundo a um lote. Ambas características poderiam ser alteradas por meio de controladores, possibilitando modificar as dimensões da edificação e o terreno ocupado pela mesma. Caso o espaço dos terrenos fosse compartilhado este era dividido a partir de um ponto médio entre as coordenadas. Essas duas etapas do algoritmo poderiam ser executadas em diferentes espaços e tempos. Para este estudo, essas ações foram repetidas mais duas vezes, movendo-se cada uma delas em uma distância parametricamente ajustável. Essa ação possibilitou controlar a distância das vias horizontais, além de permitir aplicar tempos diferenciados, o que proporcionou observar a formação das vilas de um modo mais correspondente a realidade. A Figura 4 resume o processo paramétrico desenvolvido.

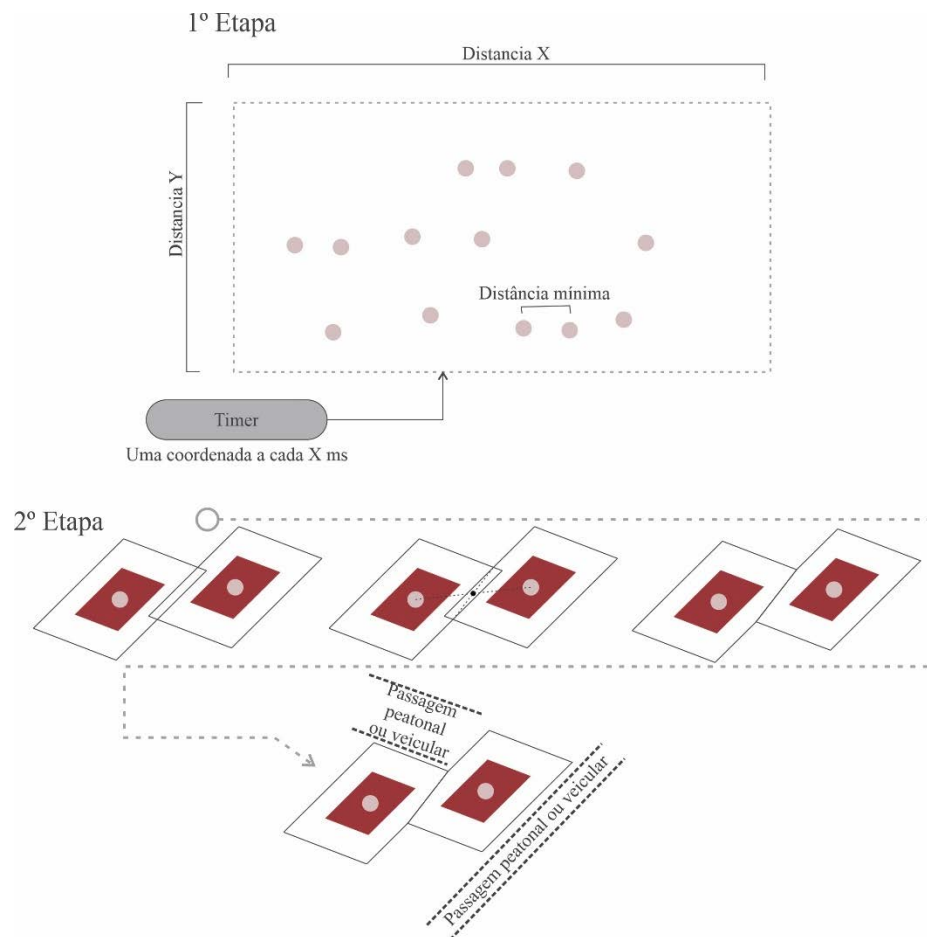


Figura 4. Resumo do desenvolvimento da estrutura da programação. Fonte: Os autores, 2021.

4 Resultados

As regras da gramática são parcialmente traduzidas em um algoritmo, que executa instâncias gerando uma composição visual semelhante à identificada nas vilas pesqueiras. A programação foi capaz de gerar uma ocupação com características parametricamente ajustáveis e outras, em que, em um primeiro momento, são lançadas ocupações de forma randômica, após organizadas por meio de um conjunto de regras. A estratégia randômica é utilizada para gerar padrões variáveis, diferente de quadras uniformes, ou seja, é possível criar variabilidade utilizando outros parâmetros de restrição que irão guiar a formação urbana. Também, por funcionar a partir de contadores temporais,

sendo possível observar o processo de formação da composição, sendo que as formas geométricas que representam os galpões de pesca são inseridas inicialmente, e, a partir deles os demais lotes são ocupados, formando espaços que se assemelham a quadras urbanas. A programação inferiu um design de ocupação com características parametricamente ajustáveis e outras aleatórias. A Figura 5 evidencia a programação desenvolvida no componente de modelagem paramétrica *Grasshopper*, dentro do programa de modelagem tridimensional *Rhinoceros*.

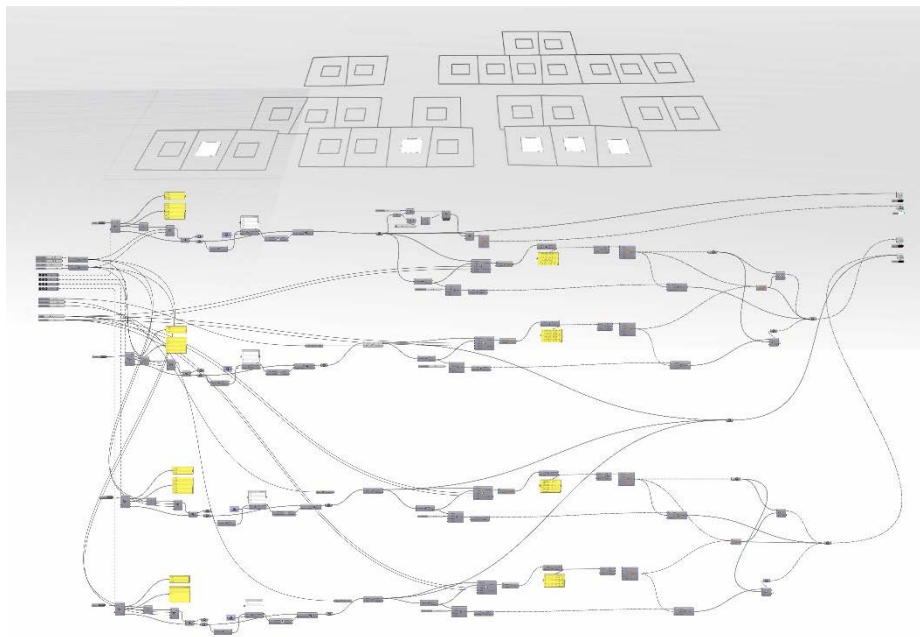


Figura 5. Interface da programação em *Grasshopper*. Fonte: Os autores, 2021

O uso de estratégia randômica, foi capaz de gerar padrões variáveis, que, diferente de quadras uniformes, cria variabilidade utilizando outros parâmetros de restrição que irão guiar a formação urbana, tentando replicar a organicidade do tecido urbano. Ainda, os contadores temporais, proporcionaram observar o processo de formação da composição, nos quais as formas geométricas que representam os galpões de pesca são inseridas inicialmente, e, a partir deles os demais lotes são ocupados, formando espaços que se assemelham a quadras urbanas. A Figura 6 apresenta as diferentes modificações feitas desde a primeira versão da programação até a última validada para esse estudo, sendo possível observar as diferentes estratégias utilizadas pela programação, como a separação dos lotes pelo ponto médio entre as residências, a busca estocástica que evita o compartilhamento de um mesmo espaço por duas edificações e a utilização de blocos com tempos de ocupação diferentes. Por funcionar de modo randômico, mas baseado em um conjunto de regras, foi

possível recriar diferentes composições que se assemelham aos espaços nas comunidades tradicionais. Há inúmeras possibilidades de compor essas ocupações, que podem ter algumas de suas características alteradas por parâmetros controláveis, e com isso modificarem significativamente o conjunto. A 8ª linha da Figura 6 apresenta os resultados finais adotados, provenientes da programação.

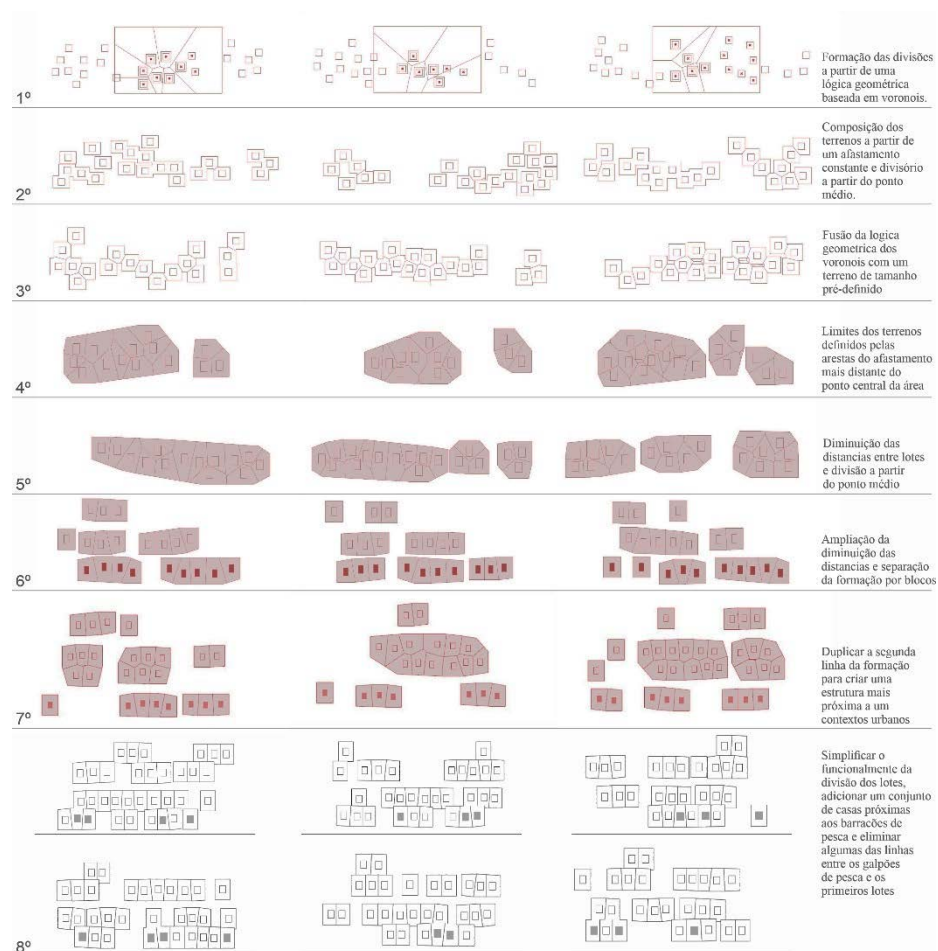


Figura 6. Resultados gerados pelas diferentes versões da programação desenvolvida. Fonte: Os autores, 2021.

5 Conclusão

O desenvolvimento da programação permitiu criar composições urbanas semelhantes à estrutura de comunidades pesqueiras tradicionais de Santa Catarina, e gerar diferentes discussões acerca do resultado da programação para os arranjos urbanos em comparação aos exemplos estudados. Até o presente momento, a programação já permite criar estruturas urbanas de comunidades pesqueiras com características semelhantes às reais, conforme se observa nos lotes com formas variadas e não completamente racionais, nas composições que recriam caminhos e trilhas utilizadas pela comunidade e as relações topológicas entre o corpo d'água e os galpões de pesca, bem como os galpões as moradias, as quais instauraram-se no ambiente costeiro. Discutiu-se, ainda, a aplicabilidade da programação, a verificação e a identificação das dificuldades e melhorias a serem implementadas em atualizações e pesquisas subsequentes.

A aplicabilidade dos resultados demonstrou ser uma ferramenta para a compreensão da formação das vilas, apresentando uma nova perspectiva urbana para a comunidade em geral e para os estudantes da área. A visualização das formações também pode ser utilizada como uma ferramenta de criatividade, simulando áreas ainda não ocupadas, e assim, auxiliando em projetos urbanos e de infraestrutura para locais onde há comunidades pesqueiras nas proximidades.

Contudo, os resultados alcançados até o momento apresentaram dificuldades que ainda devem ser aprimoradas em atualizações da programação, como por exemplo, refinar a identificação entre as casas e os galpões pesqueiros, tornando as composições organizadas a partir do alinhamento da orla marítima e criar controladores para facilitar as mudanças de parâmetros dentro da programação escrita. Além dessas modificações, outros ajustes ainda precisam ser complementados, buscando que a programação se aproxime cada vez mais de exemplos de ocupações de vilas pesqueiras reais. Uma dessas melhorias é a possibilidade da incorporação de duas edificações para somente um lote, além de ajustes nas divisórias entre lotes e controle dos limites das quadras.

Referências

- Abdelsalam, M. M. (2012). The Use of Smart Geometry in Islamic Patterns - Case Study: Mamluk Mosques. In *6th International Conference Proceedings of ASCAAD*, 49-68, 21-23.
- AbdulRaheem, O. B., & Abdulwahab Rayis, O. (2016). Design of Generative Model for the Language of Traditional Suakin Using Parametric Shape Grammar. In *International Journal of Computer-Aided Technologies*, 3(2/3), 01–18. <https://doi.org/10.5121/ijcax.2016.3301>.
- Alexander, C.; Ishikawa, S.; Silverstein, M. (1977). *A pattern language: Towns, buildings, construction*. New York: Oxford University Press.
- Almeida, C., Batty, M., Monteiro, A., Câmara, G., Filho, B., Cerqueira, G., & Pennachin, C. (2003). Stochastic cellular automata modeling of urban land use dynamics: Empirical development and estimation. *Computers, Environment and Urban Systems*. 27. 481-509. 10.1016/S0198-9715(02)00042-X.
- Barros, P., Beirão, J., & Duarte, J. (2013). The Language of Mozambican Slums. Computation and Performance – *Proceedings of the 31st ECAADe Conference*, 2(1980), 715–724.
- CityMaker: *Designing Grammars for Urban Design* Ph.D. Thesis. Department of Urbanism Delft University of Technology, Faculty of Architecture.
- Duarte, P. (2007). Unveiling the structure of the Marrakech Medina: A shape grammar and an interpreter for generating urban form. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM*, 21(4), 317-349. <https://doi.org/10.1017/S0890060407000315>.
- Ena, V. (2018). De-coding Rio de Janeiro's Favelas - Shape grammar application as a contribution to the debate over the regularisation of favelas. The case of Parque Royal. In *Proceedings of the 36th eCAADe Conference. Computing for a better tomorrow*.
- Flemming, U. (1987). The Role of Shape Grammars in the Analysis and Creation of Designs. In *Computability of Design* (pp. 245–272).
- Knight, T. (2015). Shapes and Other Things. In *Nexus Network Journal*, 17(3), 963–980. <https://doi.org/10.1007/s00004-015-0267-3>.
- Lago, P. F. (1961). Contribuição geográfica ao estudo de pesca em Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 121-213.
- Lago, P. F. (1967). *Condições sociais e econômicas do pescador artesanal e aspectos da evolução da atividade pesqueira em Santa Catarina: resultados de pesquisas realizadas em 1966 sob o patrocínio do acordo de pesca*. Florianópolis.
- Mas, A., Martin, I., & Patow, G. (2020). Simulating the Evolution of Ancient Fortified Cities. In *Computer Graphics Forum*, 39(1), 650–671.
- Mitchell, W. J. (2008). *Logica da Arquitetura, A - Projeto, Computação e Cognição*. Tradução. Gabriela Celani. UNICAMP.

- Stiny, G. (1978). Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 7(4), 409–462. <https://doi.org/10.1068/b070409>.
- Stiny, G. (2006). *Shape: Talking about Seeing and Doing*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Stiny, G., & Gips, J. (1971). Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture. In *Proceedings of the IFIP Congress 1971*. Volume 2, 71(January), 1460–1465.
- Stiny, G., & Mitchell, W. J. (1980). The grammar of paradise: on the generation of Mughul gardens. 7, 209–226.
- Verniz, D., & Duarte, J. P. (2019). Santa Marta Urban Grammar: Unraveling the spontaneous occupation of Brazilian informal settlements. In *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1177/2399808319897625>.
- White, R., & Engelen, G. (1993). Cellular automata and fractal urban form: a cellular modelling approach to the evolution of urban land-use patterns. In *Environment & Planning A*, 25(8), 1175–1199. <https://doi.org/10.1068/a251175>.