

ARTEFATO METODOLÓGICO DO *CITY PATTERN*: TRADUÇÃO COMPUTACIONAL PARAMÉTRICA DE PRINCÍPIOS DE CHRISTOPHER ALEXANDER SOBRE FORMA E VIDA URBANA

METHODOLOGICAL ARTIFACT OF THE CITY PATTERN: PARAMETRIC COMPUTATIONAL TRANSLATION OF CHRISTOPHER ALEXANDER'S PRINCIPLES ON URBAN FORM AND LIFE

Isabella Eloy Cavalcanti¹, Leticia Teixeira Mendes¹, Mauro N. M. Barros Filho ²

RESUMO:

O *design* computacional, especificamente a modelagem paramétrica, tem desempenhado um papel importante no alcance de formas complexas, otimizações e automatizações de processos de *design*. Além de usar a tecnologia paramétrica como ferramenta para gerar forma, este artigo tem como objetivo discutir o potencial da programação computacional como uma conexão entre a teoria e a atividade projetiva. Para ilustrar isso, este artigo apresentará a metodologia desenvolvida para traduzir a obra do arquiteto Christopher Alexander como base para o desenvolvimento de instrumentos computacionais de tomada de decisão que lidem com a complexidade entre a forma e a vida urbana. Para tanto, serão apresentados o problema, o método *Design Science Research* como importante referência, a aplicação da metodologia de tradução dos padrões de Alexander e, por fim, o formato genérico das etapas, aplicável para tradução de outras bases teóricas.

PALAVRAS-CHAVE: projeto urbano; modelagem paramétrica; design computacional; Christopher Alexander.

ABSTRACT:

Computational design, specifically parametric modeling, has played an important role in reaching complex forms, optimizations and automations of design processes. In addition to using parametric technology as a tool to generate form, this article aims to discuss the potential of computational programming as a connection between theory and design activity. To illustrate that, this paper will present the methodology developed used to translate the work of the architect Christopher Alexander as a basis for the development of decision-making instruments that deal with the complexity between form and urban life. The paper will present the problem, the DSR method as an important reference, the application of the methodology for translating Alexander's patterns and finally the generic format of the steps, applicable for translation from other theoretical bases.

KEYWORDS: *urban design; parametric modeling; computational design; Christopher Alexander.*

¹ Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

² Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Fonte de Financiamento:
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Conflito de Interesse:
Declara não haver.

Ética em Pesquisa:
Não há necessidade.

Submetido em: 24/03/2021
Aceito em: 07/08/2021

How to cite this article:

CAVALCANTI, I. E.; MENDES, L.T.; BARROS FILHO, M. N. M. Artefato metodológico do *City Pattern*: tradução computacional paramétrica de princípios de Christopher Alexander sobre forma e vida urbana. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v17, n1, 2022. <https://doi.org/10.11606/gtp.v17i1.183534>



INTRODUÇÃO

Os meios digitais, nas últimas décadas, trouxeram mudanças não apenas no modo social de relacionamento com o outro como também na maneira de lidar com os processos de *design*, desde os menores artefatos até os maiores, na materialidade da cidade. Com o uso dessas atualizações de mídia e desenvolvimento de processos digitais, abrem-se cada vez mais caminhos e diferentes pontos de vista teóricos e práticos de projeto (ALVES e TRUJILLO, 2015).

Para Terzidis (2006), pela primeira vez o *design* arquitetônico e, adicione, urbanístico devem estar alinhados não a um formalismo ou racionalismo definido, mas a uma forma inteligente, criativa, flexível e complexa. A noção de que algum estilo específico ou medida fixa é capaz de fornecer soluções prontas para os problemas projetuais está gradativamente menos presente nos processos de planejamento e de tomada de decisão.

Diante disso, Batty e Longley (1997) afirmam que a capacidade limitada de lidar com a dinâmica não linear de crescimento espacial também foi concebida como a crise de planejamento racional, que usa apenas análises newtonianas e probabilidades estatísticas lineares. O *modus operandi*, que antes era baseado na tentativa de adequar realidades às soluções quantitativamente elaboradas, torna-se cada vez mais a busca de solução para as especificidades e variáveis de cada contexto.

Tratando especificamente do *design* urbano, além da complexidade, Beirão (2012) destaca que este é diferente de processos convencionais de projeto arquitetônico e de produto uma vez que o objeto do projeto não é um elemento único, mas um conjunto de partes envolvidas em relações econômicas e simbólicas complexas. Nesse sentido, Ayoub (2016) destaca como o planejamento urbano estabelece bases que moldam nossas vidas e que todas as variáveis em constante interação necessitam ser consideradas nos processos de tomada de decisão.

Enquanto um projeto de edificação tem um escopo de influência visível e razoavelmente limitado, as decisões na escala urbana podem gerar consequências desastrosas adiante, mesmo que inicialmente não apresente seus efeitos (KOU e ZAUSINGER, 2010).

Posta a seriedade e a dimensão dos processos decisórios na escala urbana, buscar modos dinâmicos, mais poderosos de processamento, para além do cérebro humano, e mais abertos à contribuição multidisciplinar faz-se cada vez mais necessário. Orfanos *et al.* (2015) destacam ainda que a disponibilidade atual de ferramentas computacionais fornece uma oportunidade sem precedentes para aumentar a consciência dos projetistas em busca da otimização de decisões projetuais no espaço urbano.

Sobre essas possibilidades, Chaillou (2019) aponta que a máquina - que em um momento foi extensão do lápis -, atualmente pode ser utilizada para mapear conhecimento e ser treinada para auxiliar o processo de criação de opções de *design* mais adequados.

Ao utilizar tecnologias computacionais, tal como a parametrização, os problemas de cognição e computação de variáveis podem ser amenizados uma vez que se cria um sistema de multivariáveis rapidamente computáveis. A tecnologia paramétrica mostra-se, assim, capaz de alterar não apenas a instrumentalidade do processo, otimizando cálculos e visualizações, como contribuir para a mudança no fluxo projetual, tornando-o mais aberto e claro.

O pensamento computacional - inerente à utilização dessas tecnologias - está diretamente ligado, primeiramente, ao modo de olhar e lidar com o problema, seja ele qual for e, portanto, está totalmente relacionado aos processos de projeto. Celani (2002) assinala que a computação tem sido usada na arquitetura na síntese de projetos (geração), em sua modelagem (representação) e análise (avaliação).

Além dessas importantes inserções, defende-se e investiga-se neste artigo que a tecnologia computacional também é capaz de tornar prático um saber, ou seja, ser utilizada como meio para tradução e visualização de conhecimento. Conhecimento esse aqui utilizado como instrumento para colaborar na tomada de decisão no que tange a forma e vida urbanas.

Ao traduzir algum conhecimento para uma linguagem computacional, outro nível de interação é estabelecido entre a mente humana e o computador, uma relação a nível de pensamento. Como aponta Wing (2008), um pensamento computacional mais profundo nos ajudará não apenas a lidar com sistemas mais complexos, mas também analisar a enorme quantidade de dados e variáveis disponíveis.

Semelhantemente à tradução de saberes teóricos consagrados para a geração de formas urbanas por meio de um processo computacional, a experiência compartilhada por Cheddadi *et al.* (2021), de tradução de um saber prático de construção e ocupação do espaço urbano, demonstra os avanços no estabelecimento de relações entre a tecnologia computacional e outros campos de conhecimento.

Diante da possibilidade de tradução de conhecimento para o meio digital, ampliando a visualização e atualizando a plataforma de trabalho, este artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa que propõe a união entre princípios da obra “*A Pattern Language*” (ALEXANDER *et al.* 1977) e a tecnologia computacional paramétrica, buscando desenvolver modos de experimentação que tomam uma base teórica projetual consagrada e a traduzi-la de uma linguagem natural (escrita) para uma linguagem formal (computacional).

A escolha dessa obra fez-se primeiramente por sua relevância na historiografia arquitetônica e urbanística. Como apontam Kuo e Zausinger (2010), paralelamente ao desenvolvimento na teoria da complexidade e na tecnologia computacional, *A Pattern Language* (1977), mostrava uma mudança de paradigma no campo teórico ao defender que as organizações urbanas não são como uma árvore de progressão escalar linear, mas que envolve diferentes escalas de *design*, interligadas, ao mesmo tempo que detêm autonomia.

Tal tradução computacional, a partir da identificação de variáveis, características e condicionantes, é um processo que se inicia com bastante antecedência à programação propriamente dita. Ela deve ser a consolidação de uma série de decisões, definições de intenções e objetivos do código; e sua existência é tão importante quanto o próprio exercício mental de implementação computacional.

Neste sentido, o objetivo principal deste artigo é apresentar o artefato de caráter metodológico desenvolvido para a implementação computacional de princípios teóricos, especificamente da obra do arquiteto, urbanista e matemático Christopher Alexander, para a aplicação e visualização de diretrizes na prática contemporânea de projeto urbano.

Além da importância teórica, a produção científica de Christopher Alexander influenciou o desenvolvimento da área de ciências da computação (DAWES e OSTWALD, 2017). O caráter sistêmico e aproximado a teorias base para a Era Digital como a Teoria dos Sistemas, Cibernética e Pesquisa Operacional (P.O.) também justificam a escolha dessa obra para o início de um instrumento computacional.

A fim de apresentar os resultados obtidos na pesquisa, este artigo é estruturado a partir da: (i) fundamentação metodológica; (iii) metodologia; (iv) resultados e discussões; e (v) considerações finais.

FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Diante do caráter exploratório e propositivo da pesquisa aqui apresentada, tomou-se como base o método *Design Science Research* para estruturação das etapas de desenvolvimento do artefato computacional e metodológico anterior à implementação.

O *Design Science Research*, segundo Van Aken (2004), busca desenvolver conhecimento para o *design* e sua realização, ou seja, resolver problemas ou melhorar o desempenho de sistemas e entidades existentes.

O Design Science Research é uma investigação sistemática cujo objetivo é o conhecimento ou a incorporação da configuração, composição, estrutura, propósito, valor e significado nas coisas e sistemas artificiais. (ARCHER, 1981 apud BAYAZIT, 2004, p.16 – tradução livre dos autores)

Järvinen (2007) destaca que o método atua e refere-se a três tipos de *design*: (i) de objeto, o projeto da intervenção ou do próprio artefato; (ii) um projeto de realização, para a implementação da intervenção ou materialização real do artefato; e (iii) o *design* do processo, o desenvolvimento do plano para a solução do problema. A pesquisa aqui apresentada em muito se alia com o primeiro e terceiro tipo, uma vez que propõe um artefato, o código paramétrico, ao mesmo tempo que apresenta o caminho metodológico até ele. No caso deste artigo, o processo metodológico será mais detalhado a fim de explorar a fase pré-implementação, igualmente fundamental quanto o momento de programação computacional.

Semelhantemente, Hubka e Eder (1996) veem o *Design Science Research* como um grande conjunto de conhecimentos que abrange quatro principais categorias: (i) teoria dos sistemas técnicos; (ii) teoria do *design* e teoria dos processos de *design*; (iii) informações técnicas especiais e conhecimentos aplicados de recursos naturais; e (iv) metodologia de projeto (CANTAMESSA, 2003, p.2).

De maneira aplicada, a definição das etapas para o desenvolvimento do artefato metodológico tomou, como base, parte dos passos apontados por Peffers *et al.* (2008) referentes ao método mencionado anteriormente:

- (i) Identificação do problema e motivação;
- (ii) Definição dos objetivos para a solução;
- (iii) *Design* e desenvolvimento;
- (iv) Demonstração;
- (v) Avaliação;
- (vi) Comunicação.

O primeiro passo correspondeu à definição da problemática da relação entre forma urbana edificada, vida urbana, questões necessárias e presentes na obra *A Pattern Language* (ALEXANDER *et al.* 1977). Sua definição foi feita a partir da ‘seleção dos *patterns*’, fase a ser detalhada juntamente com o artefato metodológico no próximo tópico.

O segundo passo infere os objetivos de uma solução, partindo da definição do problema e do conhecimento do que é possível. No terceiro, os artefatos (como são referidos os produtos para a busca de solução) são criados. Eles podem ser de natureza conceitual, modelos, métodos ou novas propriedades de recursos técnicos, sociais ou de informação. Ambos os passos foram desenvolvidos nas fases de ‘conexões entre *patterns*’ e ‘construção do sistema’.

No quarto momento, a metodologia desenvolve o artefato computacional, um código construído na janela de programação *Grasshopper*, *plug-in* do *software* Rhinoceros3D. Tendo em vista o objetivo deste artigo, o artefato computacional não será detalhado em profundidade, mas o processo metodológico de tradução da teoria, que fundamenta sua programação.

METODOLOGIA

Tendo posto a referência para o desenvolvimento do artefato, este tópico destina-se a descrever as etapas da metodologia utilizada que ao mesmo tempo, fazem parte do processo de construção do código paramétrico denominado *City Pattern*. Como são partes do produto metodológico, essas etapas criaram juntas o sistema com o mesmo nome. Para isso, esta seção estrutura-se em quatro subtópicos: (i) embasamento teórico e definição do problema; (ii) seleção dos *patterns*; (iii) conexões entre *patterns*; e (iv) construção do sistema teórico.

(I) EMBASAMENTO TEÓRICO E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Como já mencionado, no primeiro momento foi feita a definição de quais problemáticas e temas seriam discutidos e levados posteriormente para o ambiente computacional. Assim, de maneira breve, o tema explorado por esta pesquisa foi a materialidade da cidade com foco na forma edílicia e sua relação com o não edificado. Nesse sentido, Rossi (1995) afirma que a forma da cidade é sempre a forma de um tempo da cidade, e existem muitos tempos na forma da cidade. Ela é também a parte do mundo que o Homem altera diretamente, que pode projetar novas formas e propor soluções para problemas sociais existentes ou que são provocados pela materialidade do urbano. Segundo Moughtin (2007), a forma urbana é a expressão física da cultura, materializada no espaço físico da cidade.

No entanto, a forma da cidade por si só não é um problema, mas sim como essa forma edificada, a edificação em uma escala individual e em conjunto, é capaz de afetar negativamente aspectos da vida urbana. O conceito de “vida urbana”, foi considerado nesta pesquisa como reprodução social da vida dos indivíduos e das coletividades em suas múltiplas dimensões que derivam das condições fornecidas pelo ambiente construído (SOUZA, 2001).

Logo, a relação entre aquilo que é material e as vivências da cidade era o objeto de questionamento e discussão principal. Diante da complexidade do tema e das amplas possibilidades de abordar tal questão, foram escolhidas as obras da segunda teoria de Christopher Alexander, publicada na década de 1970, mais especificamente o seu livro ‘*A Pattern Language*’, de 1977.

Além da obra supracitada, foi construído um quadro teórico conceitual de autores com diversos pontos de vista e em diferentes décadas do século XX até os dias atuais. Foram levantadas mais de cinquenta obras de quarenta autores que abordam os temas: forma, vida e *design* urbano, projeto digital e *design* paramétrico; possibilitando um maior entendimento e atualização da teoria de Alexander formulada na década de 1970. A seleção dos autores foi feita de maneira a conhecer a evolução das discussões sobre as temáticas, procurando autores consagrados no decorrer das décadas, até o estado atual da arte.

Por fim, foi definido que seria estudado a possibilidade de integração computacional paramétrica com os princípios relativos à forma urbana e à relação com aspectos da vida urbana.

(II) SELEÇÃO DOS PATTERNS

Após a clareza da problemática e definição dos temas a serem explorados, a primeira etapa de aprofundamento na base teórica escolhida foi feita por meio da leitura aprofundada dos *patterns* - estruturas da obra de Alexander *et al.* (1977) - e da seleção daqueles que se adequam à temática, da relação entre a forma edilícia e dinâmica da vida urbana, e que potencialmente embasam o processo de tomada de decisão em projeto urbano.

Os *patterns* estruturam a obra de Alexander e somam 253, divididos em três grandes grupos: cidade (*town*), edificação (*building*) e construção (*construction*). Cada um atua em determinada escala e aponta uma situação, um problema e um possível núcleo de solução.

Algo bastante interessante na estrutura dos *patterns* é a possibilidade de conectá-los, ao mesmo tempo que cada um é independente e tem sua contribuição específica. Alexander (1979) afirma que a linguagem gerada pode ser usada de maneira diferente de acordo com cada projetista, e para atender a cada contexto específico.

Logo, a escolha de quais *patterns* formariam o sistema paramétrico foi feita inicialmente de acordo com o tema abordado. Já no primeiro momento de leitura da obra foi identificado que alguns *patterns* têm potencial de se tornarem algoritmos, enquanto outros são essencialmente abstratos e aplicáveis como princípios de gestão.

O *pattern* “#58 Carnaval”, por exemplo, tem como princípio incentivar e apontar os benefícios da realização de atividades sociais entre os moradores. Sem dúvida, o princípio é relevante e pode contribuir para uma vida urbana mais ativa; no entanto, para uma tradução computacional, ela não é explícito suficiente para tornar-se diretamente um elemento do sistema em desenvolvimento, uma vez que aborda o contexto subjetivo da ação (realização de atividades).

Além dos *patterns* de gestão, decidiu-se que os que tratavam de elementos relativos ao sistema viário também não seriam incluídos na primeira tradução computacional. A relação intrínseca entre a forma edificada e o espaço ocupado pelo sistema viário é indiscutível, mas, por questões de recortes do objeto para esta primeira experiência, eles não seriam escolhidos.

Isto posto, foi feita a primeira classificação de *patterns* relacionados ou não à temática da pesquisa e, conseqüentemente, potenciais de serem traduzidos em algoritmos. Para tal, dividiu-se em categorias temáticas. Foram elas: (a) *patterns* de gestão; (b) de mobilidade e sistema viário; (c) subjetivos e comportamentais; e (d) potenciais. Ao final foram identificados 28 potenciais (Figura 1).

Primeira escolha de patterns		
Considerando a relação com a temática		
#3 BRAÇOS DE ZONA URBANA NO CAMPO	# 1-7 para região	#60 PRAÇAS ACESSÍVEIS
#9 LOCAIS DE TRABALHO BEM DISTRIBUÍDOS		#61 PRAÇAS PÚBLICAS PEQUENAS
#10 A MÁGICA DA CIDADE GRANDE		#67 ÁREA EXTERNA COLETIVA
#14 BAIRO IDENTIFICÁVEL	# 8-27 para uma cidade	#95 EDIFICAÇÃO COMO COMPLEXO
#21 LIMITE DE QUATRO PAVIMENTOS		#96 NÚMERO DE PAVIMENTOS
#22 NOVE POR CENTO EM ESTACIONAMENTOS		#100 RUA DE PEDESTRES
#28 NÚCLEOS EXCÊNTRICOS		#103 ESTACIONAMENTOS PEQUENOS
#29 ANÉIS DE DENSIDADE		#106 ESPAÇO EXTERNO POSITIVO
#30 NÓS DE ATIVIDADE		#108 EDIFICAÇÕES CONECTADAS ENTRE SI
#31 PROMENADE	#28-48 para vizinhanças e bairros	#109 CASA LONGA E ESTREITA
#35 DIVERSIDADE DE DOMICÍLIOS		#121 FORMA DOS PASSEIOS
#37 AGRUPAMENTO DE MORADIAS		#124 BOLSÕES DE ATIVIDADE
#38 MORADIAS EM FITA		#164 JANELAS PARA A RUA
#48 INSERÇÃO DE MORADIAS EM ÁREAS		#165 ABERTURA PARA A RUA

#49-74 para áreas públicas em um bairro

#95-126 para layout dos edifícios

#159-178 para os jardins e os caminhos entre edifícios

Figura 1. Primeira escolha dos patterns.

Fonte: dos autores, 2020.

Apesar da significativa diminuição da quantidade de *patterns* a serem trabalhados, fez-se ainda necessário analisar a adequação de utilizá-los como princípios de projeto no contexto brasileiro atual de planejamento e projeto urbano. Para isso, foi feita uma análise de viabilidade a partir de uma ficha resumo e análise das características específicas de cada um (Figura 2). Analisou-se cada *pattern* e a provável relação, direta ou indireta, com os temas da pesquisa, quais objetivos, no sentido algorítmico, eram os direcionamentos e se já existia alguma ideia de como aplicar, individualmente, um código paramétrico.

Análise primária de viabilidade

1_Nível de utopia*

2_Aplicação direta ao tema? Sim Não

3_Objatividade do algoritmo

4_Alguma ideia de como aplicar? Sim Não

5_Descrição da possível aplicação:

ECCENTRIC NUCLEUS.

Representação gráfica do pattern

Figura 2. Exemplo de ficha resumo dos patterns.

Fonte: dos autores, 2020

Os resultados das análises foram compilados em um quadro resumo (Figura 3) que além de avaliar a aplicabilidade e clareza, identificava o(s) principal(is) temas abordados dentro ‘morfologia urbana’, ‘forma urbana edificada’ e ‘vida urbana’.

Figura 3. Quadro resumo de análise dos patterns escolhidos

Fonte: dos autores, 2020.

Quadro análise inicial dos patterns			
PATTERNS	TEMA ABORDADO	APLICABILIDADE*	CLAREZA**
#3 BRAÇOS DE ZONA URBANA NO CAMPO	■	■	■
#9 LOCAIS DE TRABALHO BEM DISTRIBUÍDOS	■	■	■
#10 A MÁGICA DA CIDADE GRANDE	■	■	■
#14 BAIRRO IDENTIFICÁVEL	■	■	■
#21 LIMITE DE QUATRO PAVIMENTOS	■	■	■
#22 NOVE POR CENTO EM ESTACIONAMENTOS	■	■	■
#28 NÚCLEOS EXCÊNTRICOS	■	■	■
#29 ANÉIS DE DENSIDADE	■	■	■
#30 NÓS DE ATIVIDADE	■	■	■
#31 PROMENADE	■	■	■
#35 DIVERSIDADE DE DOMICÍLIOS	■	■	■
#37 AGRUPAMENTO DE MORADIAS	■	■	■
#38 MORADIAS EM FITA	■	■	■
#48 INSERÇÃO DE MORADIAS EM ÁREAS REMANESCENTES	■	■	■
#60 PRAÇAS ACESSÍVEIS	■	■	■
#61 PRAÇAS PÚBLICAS PEQUENAS	■	■	■
#67 ÁREA EXTERNA COLETIVA	■	■	■
#95 EDIFICAÇÃO COMO COMPLEXO	■	■	■
#96 NÚMERO DE PAVIMENTOS	■	■	■
#100 RUA DE PEDESTRES	■	■	■
#103 ESTACIONAMENTOS PEQUENOS	■	■	■
#106 ESPAÇO EXTERNO POSITIVO	■	■	■
#108 EDIFICAÇÕES CONECTADAS ENTRE SI	■	■	■
#109 CASA LONGA E ESTREITA	■	■	■
#121 FORMA DOS PASSEIOS	■	■	■
#124 BOLSÕES DE ATIVIDADE	■	■	■
#164 JANELAS PARA A RUA	■	■	■
#165 ABERTURA PARA A RUA	■	■	■

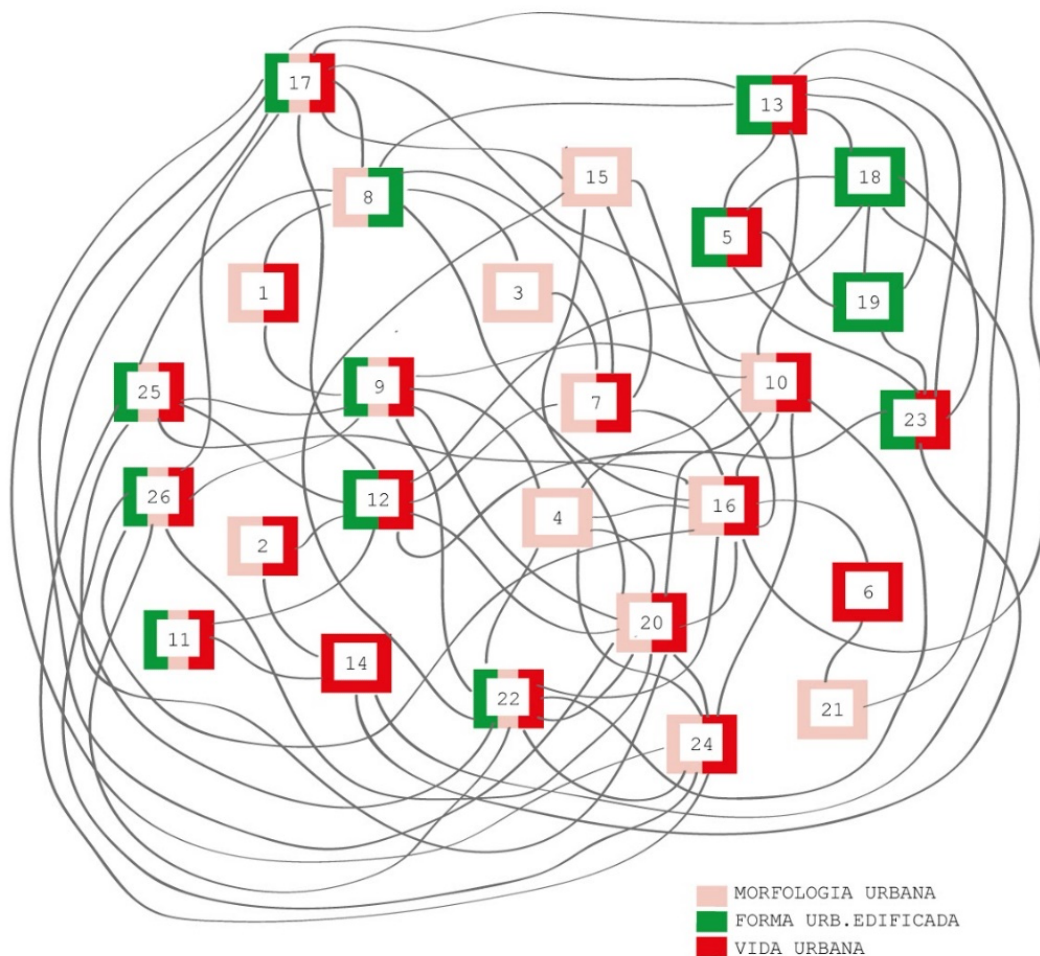
■ MORFOLOGIA URBANA *NÍVEL DE APLICABILIDADE AO DESIGN URBANO
■ FORMA URB.EDIFICADA **POSSIBILIDADE EM TRADUZIR COMO ALGORITMO
■ VIDA URBANA

(III) CONEXÕES ENTRE PATTERNS

A organização dos *patterns* no formato de quadro foi essencial para iniciar o processo de entendimento de como eles poderiam ser agrupados e trabalhados em conjunto para o posterior desenvolvimento do artefato tecnológico - a implementação computacional.

Com a mesma finalidade de facilitar a visualização e embasar a tomada de decisão das conexões, esta etapa da metodologia desenvolvida utilizou uma representação gráfica das conexões observadas entre os *patterns* selecionados, a fim de ter uma perspectiva mais ampla de todos (Figura 4), assim como identificar qual(is) estabelecia(m) uma maior quantidade de relações. Essas conexões foram feitas a partir da leitura aprofundada e dos apontamentos feitos pelos autores da obra (ALEXANDER *et al.* 1977).

CONEXÕES ENTRE OS PATTERNS
A partir da análise dos princípios



- | | |
|---|---|
| 1) BRAÇOS DE ZONA URBANA NO CAMPO #3 | 14) INSERÇÃO DE MORADIAS EM ÁREAS REMANESCENTES #48 |
| 2) LOCAIS DE TRABALHO BEM DISTRIBUÍDOS #9 | 15) PRAÇAS ACESSÍVEIS #60 |
| 3) A MÁGICA DA CIDADE GRANDE #10 | 16) PRAÇAS PÚBLICAS PEQUENAS #61 |
| 4) BAIRRO IDENTIFICÁVEL #14 | 17) ÁREA EXTERNA COLETIVA #67 |
| 5) LIMITE DE QUATRO PAVIMENTOS #21 | 18) EDIFICAÇÃO COMO COMPLEXO #95 |
| 6) NOVE POR CENTO EM ESTACIONAMENTOS #22 | 19) NÚMERO DE PAVIMENTOS #96 |
| 7) NÚCLEOS EXCÊNTRICOS #28 | 20) RUA DE PEDESTRES #100 |
| 8) ANÉIS DE DENSIDADE #29 | 21) ESTACIONAMENTOS PEQUENOS #103 |
| 9) NÓS DE ATIVIDADE #30 | 22) ESPAÇO EXTERNO POSITIVO #106 |
| 10) PROMENADE #31 | 23) EDIFICAÇÕES CONECTADAS ENTRE SI #108 |
| 11) DIVERSIDADE DE DOMICÍLIOS #35 | 24) FORMA DOS PASSEIOS #121 |
| 12) AGRUPAMENTO DE MORADIAS #37 | 25) BOLSÕES DE ATIVIDADE #124 |
| 13) MORADIAS EM FITA #38 | 26) ABERTURA PARA A RUA #165 |

Figura 4. Teia de conexões entre os patterns.

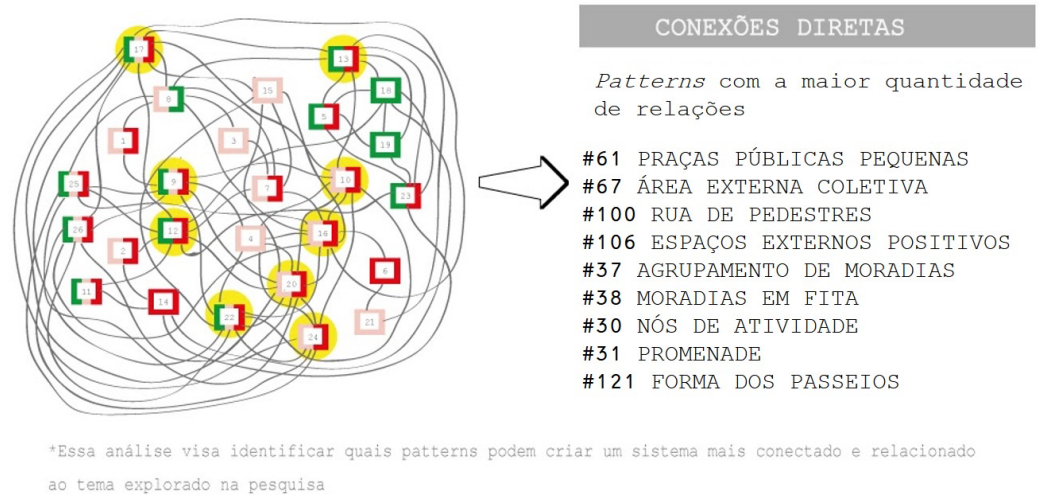
Fonte: dos autores, 2020

Por meio dessa teia, foi possível identificar os *patterns* que conectam com uma maior quantidade de princípios e que potencialmente poderiam exercer um maior impacto na criação do sistema (Figura 5). A quantidade de conexões variou entre duas e onze. Os *patterns*

identificados de maior impacto relacionam-se com nove a onze outros princípios, demonstrando assim, maior conectividade e potencial para interligar e estruturar os princípios utilizados no sistema. De forma esperada, notou-se que aqueles *patterns* que abordavam apenas um dos três principais temas escolhidos, por consequência, tinham uma menor quantidade de conexões com os demais.

Figura 5. Seleção dos *patterns* âncora

Fonte: dos autores, 2020



Após a criação da teia de relações, foi feita mais uma análise e redução da quantidade de *patterns*, tendo como critério de seleção a conexão entre eles e a maior aplicabilidade ao tema. O *pattern*, “#3 Braços de zona urbana”, por exemplo, aborda a morfologia urbana, ao discutir o espraiamento e a tendência de crescimento; mas, principalmente pela escala de ordenamento territorial que atua, não trata de aspectos de forma urbana edificada, o que o distancia deste importante tema recortado para a pesquisa. Após as análises, percebeu-se que alguns *patterns* poderiam ter maior impacto no desenvolvimento de um sistema que relaciona a forma urbana edificada, esses *patterns* então foram chamados de “âncoras”.

Percebeu-se que os *patterns* âncora influenciam a forma edificada no espaço urbano em diferentes escalas e que a criação de diferentes interações - interligadas, mas independentes - seria a melhor maneira de explorar diferentes aspectos dos temas trabalhados.

Estabeleceu-se que a escala 1 alteraria aspectos a nível da edificação, a escala 2 relacionaria a edificação com as demais no nível da quadra, possibilitando a simulação de diferentes configurações de quadras e, por fim, a escala 3 trabalharia com elementos a nível de conjunto de quadras até recortes urbanos de grande dimensão.

(III) CONSTRUÇÃO DO SISTEMA TEÓRICO

A partir das conexões, da seleção dos *patterns* âncora e da definição das escalas, a construção do sistema propriamente dito aconteceu de maneira mais fluida e clara. Estabelecidos os âncoras, os demais *patterns* foram postos nas escalas que lhe eram adequadas, criando uma conexão temática e com objetivos específicos.

A escala 1 denominada ‘formato da edificação’ atua a nível de edificação e tem como âncora o *pattern* #109 Casa longa e estreita (*Long thin house*). Nesse *pattern*, Alexander *et al.* (1977) discutem qual formato, dado um valor de área, é capaz de resultar em uma maior sensação de amplitude espacial (Figura 6).

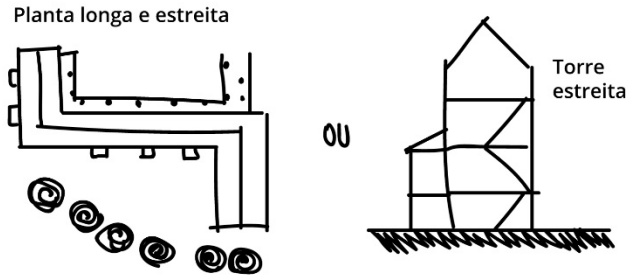


Figura 6. Pattern #109 Casa longa e estreita'

Fonte: dos autores, 2021.
Com base em Alexander et al. (1977, p.537)

Além do âncora, os princípios dos cinco *patterns* '#21 Limite de quatro pavimentos' (*Four-story limit*), '#95 Edificação como complexo' (*Building complex*), '#96 Número de pavimentos' (*Number of stories*); '#108 Edificações conectadas entre si' (*Connected buildings*) e '#164 Janelas para a rua' (*Street Windows*) também fazem parte da primeira escala de atuação.

A maneira que os *patterns* se relacionam para embasar a tomada de decisão do formato da edificação também é diversa. O '#21 Limite de quatro pavimentos', por exemplo, atua questionando a extrema verticalização e necessidade ou não de limite de gabarito em situações específicas, influenciando assim a tomada de decisão. Já o '#164 Janelas para a rua' aborda a importância da interação entre o interior da edificação e a rua, atuando como um possível parâmetro da forma - longa e estreita - da edificação.

A fim de facilitar a compreensão da relação entre os *patterns* e o elemento âncora, elaborou-se um esquema estrutural para visualizar os tipos de relações estabelecidas entre os mesmos. (Figura 7). Tal estrutura pode ser lida da seguinte maneira: a escala 1 de atuação compreende os *patterns* que atuam diretamente na definição da geometria edilícia. O '#109 Casa Longa e estreita', neste sentido, foi escolhido como *pattern* âncora por discutir a relação proporcional entre as dimensões da edificação. Já os *patterns* #21 e #96 tratam da verticalização da construção de maneiras distintas: enquanto o primeiro discute a necessidade de se estabelecer limites de gabarito em determinados contextos urbanos, o segundo atua como parâmetro (variando a quantidade de pavimentos) na configuração da forma. O '#164 Janelas para a rua' também devem ser traduzidos como parâmetros: automatizando a identificação de qual fachada tem acesso direto para a rua principal, sendo base para a tomada de decisão. Por fim, os *patterns* #108 e #95 discutem a conexão entre essas formas edilícias, e são resultantes da manipulação do *pattern* âncora porque as dimensões e proporções dos lados da forma fazem parte da discussão feita pelo #109.

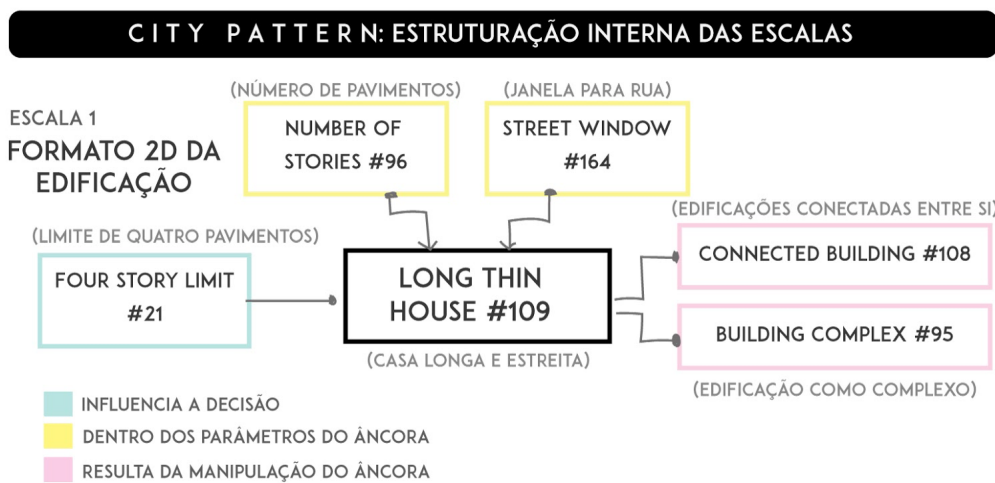


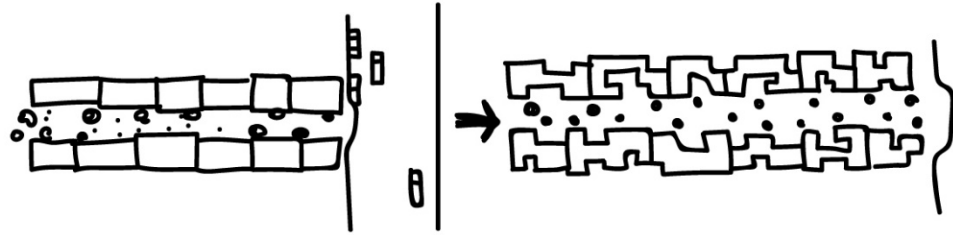
Figura 7. City Pattern: estrutura da escala 1

Fonte: dos autores, 2020

A segunda escala de atuação lida com a maneira como as edificações se configuram no recorte urbano. O *pattern* âncora desta escala é o '#38 Moradias em fita' (*Row houses*) e discute a organização das edificações para gerar passeios de pedestres, potencializando a vida urbana e o espaço compartilhado, ao mesmo tempo que se criam configurações diferentes e variadas com as edificações (Figura 8).

Figura 8. *Pattern* '#38 Moradias em fita'

Fonte: dos autores 2021. Com base em Alexander et al. (1977, p.205-206)

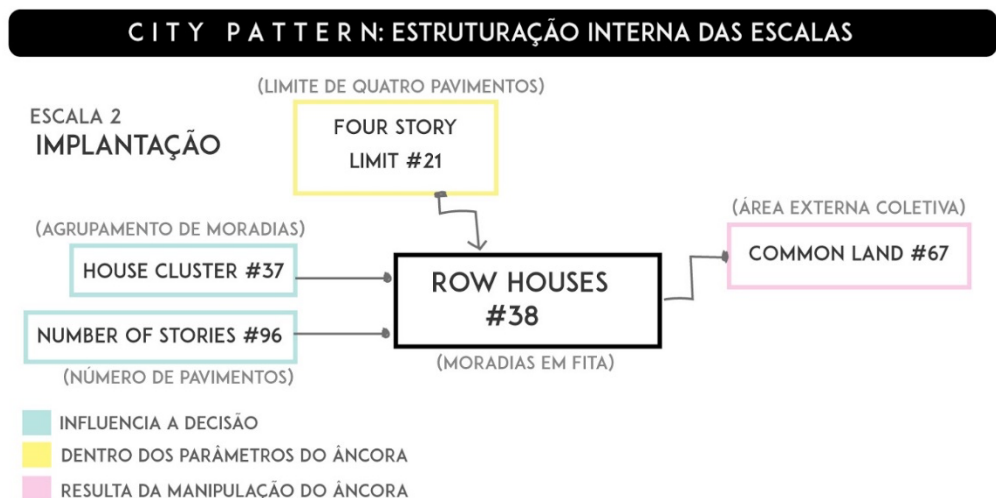


Embasando as decisões sobre as diversas maneiras de implantação edilícia em prol de uma melhor vivência urbana e abordando assuntos relacionados, os *patterns* '#37 Agrupamento de moradias' (*House cluster*), '#67 Área externa coletiva' (*Common land*) e o '#96 Número de pavimentos' (*Number of stories*) também fazem parte da escala 2, sendo que esse último faz uma conexão com a escala anteriormente descrita. As conexões entre esses *patterns* podem ser melhor compreendidas pelo esquema da Figura 9.

Assim como na escala 1, o esquema estrutural da Figura 9 visa ilustrar como foram pensadas as relações entre os *patterns* que constituem a escala 2. Uma vez que ela visa estabelecer parâmetros e embasamento para a implantação edilícia e suas relações, o *pattern* âncora escolhido, #38 Moradias em fita, discute os arranjos; o #21, conectando as duas escalas, considera o impacto da edificação no seu entorno imediato e aborda questões de limites de altura; já os #37 e #96 funcionam mais como um embasamento para a manipulação do arranjo das edificações e o *pattern* '#67 Área externa coletiva', ao discutir sobre as dinâmicas sociais no espaços de convívio não edificadas, são resultantes da proposição de organização dessas edificações.

Figura 9. *City Pattern*: estrutura da escala 2

Fonte: dos autores, 2020



Por fim, a escala que atua em uma área de maior dimensão aborda a distribuição de densidades construtivas. Os aspectos da forma urbana edificada atuam em um nível de várias unidades de quadras ou um recorte urbano maior que aqueles trabalhados nas escalas anteriores.

Importante mencionar que a densidade urbana é um tema amplo e lida com vários tipos de variáveis e aspectos do urbano (tais como: densidades demográficas, habitacional e construtiva) e seus valores absolutos não caracterizam totalidade da forma urbana (BERGHAUSER PONT e HAUPT, 2009).

Assim, o estudo da densidade construtiva na pesquisa apresentada neste artigo não visa apontar um valor único e ideal, mas uma configuração de densidade que varia de acordo com as características culturais, geográficas e de ocupação de cada contexto urbano.

Como *pattern* âncora estabeleceu-se o '#29 Anéis de densidade' (*Density rings*). Ele recomenda que a intensidade da ocupação varie de densidade de acordo com a distribuição de serviços e infraestruturas urbanas, fornecendo opções de maior ou menor valor, criando um gradiente de densidade (Figura 10).

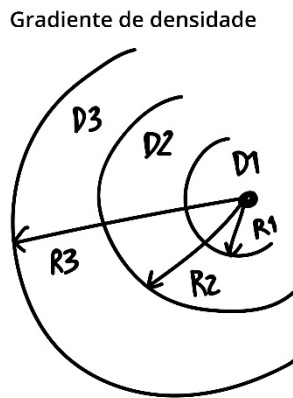


Figura 10. Pattern #29 Anéis de densidade

Fonte: dos autores, 2021.
Com base em Alexander et al. (1977, p.157-162)

Outros três *patterns* também relacionam-se e discutem aspectos de ocupação na escala dos gradientes de densidade. São eles: '#28 Núcleos excêntricos' (*Eccentric Nucleus*), '#67 Área externa coletiva' (*Common land*) e o '#106 Espaço externo positivo' (*Positive outdoors space*). A maneira como os espaços abertos devem ser considerados no processo de ocupação urbana também é uma importante discussão feita por esses *patterns*. Sua estrutura pode ser compreendida pela Figura 11.

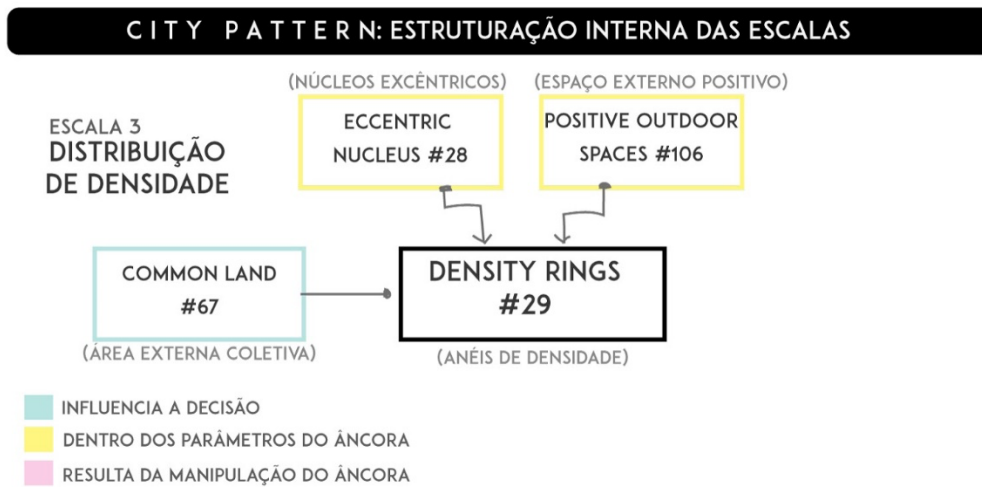


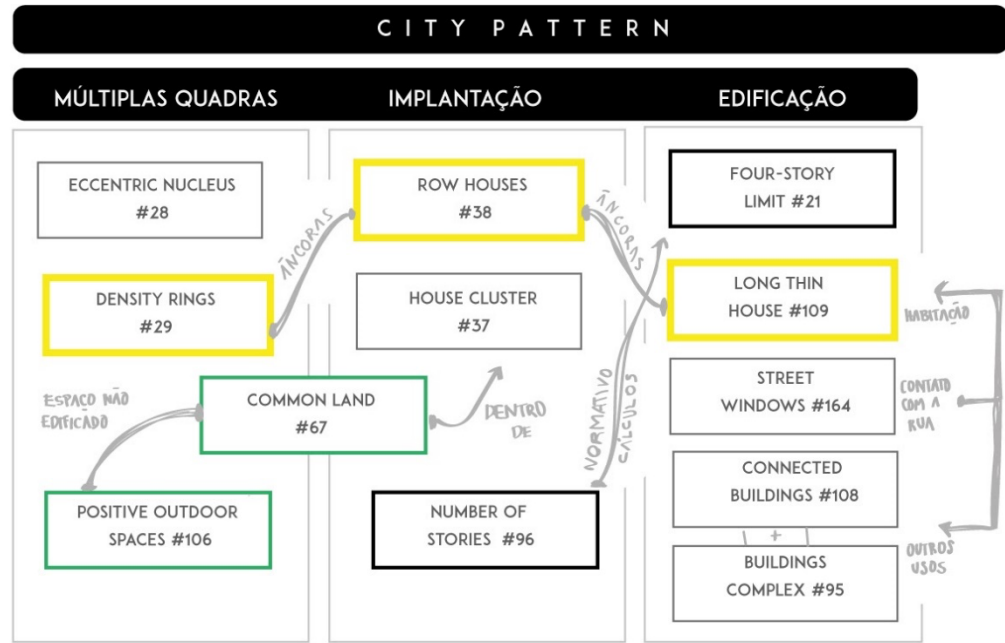
Figura 11. City Pattern: estrutura da escala 3

Fonte: dos autores, 2020

Entendendo que as escalas de atuação estão em interação constante e necessitam ser pensadas em paralelo, a Figura 12 esquematiza todo o sistema metodológico e na fase pré-computacional do *City Pattern*.

Figura 12. *City Pattern*: estrutura resumo do sistema

Fonte: dos autores, 2020



A estrutura resumo do sistema sumariza as três escalas de atuação, apresentando no eixo vertical os *patterns* presentes em cada uma e no sentido horizontal, as relações transversais entre os elementos que compõem o sistema teórico formado para a posterior tradução computacional.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Posto o processo de desenvolvimento do artefato metodológico para a tradução computacional de princípios teóricos da obra de Christopher Alexander relativos à forma e vida urbana, este tópico destina-se a apresentar resumidamente a metodologia desenvolvida a fim de potencialmente ser utilizada na preparação para a programação computacional de quaisquer outros princípios e diretrizes projetuais no campo teórico.

Como já mencionado neste texto e apontado anteriormente por Wing (2006, p.33), o pensamento computacional “inclui uma gama de ferramentas mentais que refletem a amplitude do campo da ciência da computação”. No processo de preparação para a programação, seja ela visual ou por *scripting*, a intencionalidade talvez seja o elemento mais importante. O processo dialético e não cíclico de descoberta e identificação de variáveis para a programação não deve se desvincular de um objetivo maior e central da criação do código, seja ele qual for.

Nesse sentido, a primeira etapa da metodologia proposta é o estabelecimento dos objetivos e a clareza da problemática a ser trabalhada (Figura 13, item A). Tal etapa é importante não apenas para a implementação computacional, como também para validar a escolha da base teórica, no caso específico, da obra *A Pattern Language* (ALEXANDER et al. 1977).

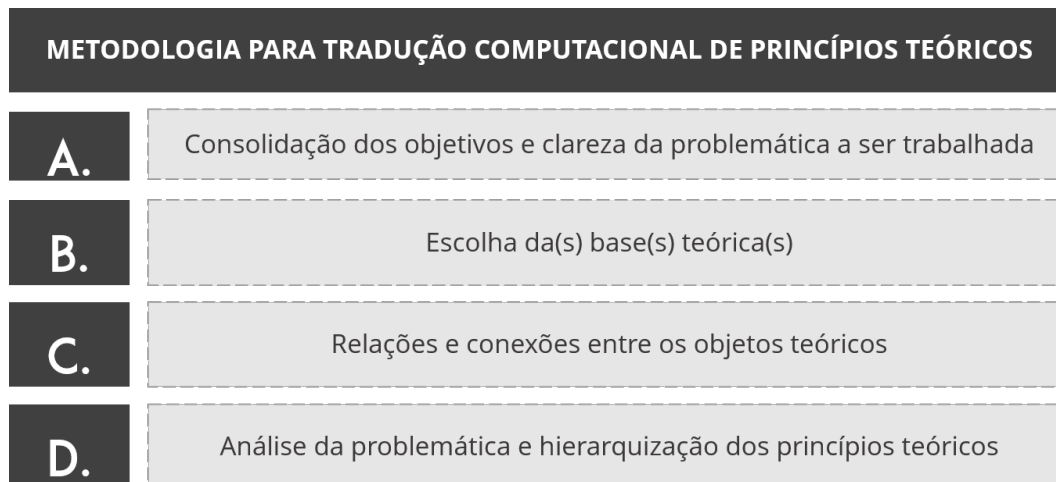


Figura 13. Síntese das etapas do artefato metodológico

Fonte: dos autores, 2021

Após o entendimento do que se deseja trabalhar, consolida-se o que já foi escolhido ou abre espaço para a procura de outras teorias formadas por princípios e/ou diretrizes que respondam às questões problema. Assim, a segunda etapa de trabalho corresponde à identificação e escolha da base teórica (Figura 13, item B). Os critérios para tal seleção devem seguir não apenas a correspondência temática, como também a potencialidade de se tornar algoritmo, primeiro passo para a implementação paramétrica, ou se relacionar com outras variáveis ou métricas concretas. Por exemplo: no sistema desenvolvido, o *pattern* ‘#164 Janelas para rua’ aponta a necessidade de ter uma troca entre o interior e exterior da edificação através de aberturas; a maneira pensada para a tradução deste princípio não métrico foi a identificação automática das fachadas voltadas para a rua selecionada, facilitando a proposição projetual.

Escolhido os princípios para embasar as escolhas e experimentações projetuais, a terceira etapa metodológica corresponde à observação e conexão entre os elementos teóricos (Figura 13, item C). Os *patterns* como elementos teóricos foram então estudados e estabeleceu-se relações para que fosse definida uma estrutura relacional e sistemática de conexão entre eles. Os princípios dos *patterns* ‘#21 Limite de quatro pavimentos’ e ‘#96 Número de pavimentos’, por exemplo, possuíam em comum a variável do gabarito das edificações, apesar de abordarem discussões próprias sobre o processo de verticalização.

Por fim, a quarta etapa finaliza a construção do sistema na linguagem natural ⁱⁱ. Deve-se analisar novamente a problemática à luz das relações e conexões feitas na etapa 3 (Figura 13, item D). A finalidade da análise é a identificação das métricas e princípios que mais diretamente respondem à(s) problemática(s) e a criação de hierarquias e funções específicas para os princípios. A principal função das hierarquias é fundamentar o ponto de partida da implementação computacional.

Apesar de não ter como foco o detalhamento do código, é importante mencionar que este foi desenvolvido e melhorado no decorrer da pesquisa. Experiências didáticas em disciplinas da pós graduação e em *workshop* realizado em um congresso possibilitaram testar seu funcionamento, bem como modificar sua estrutura inicial (Figura 14) para a melhor compreensão e interface com o usuário, bem como a adição de novas informações e funcionalidades (Figura 15).

Artefato metodológico do *City Pattern*: tradução computacional paramétrica de princípios de Christopher Alexander sobre forma e vida urbana

Figura 14. Primeira versão do código *City Pattern*.

Fonte: dos autores, 2020

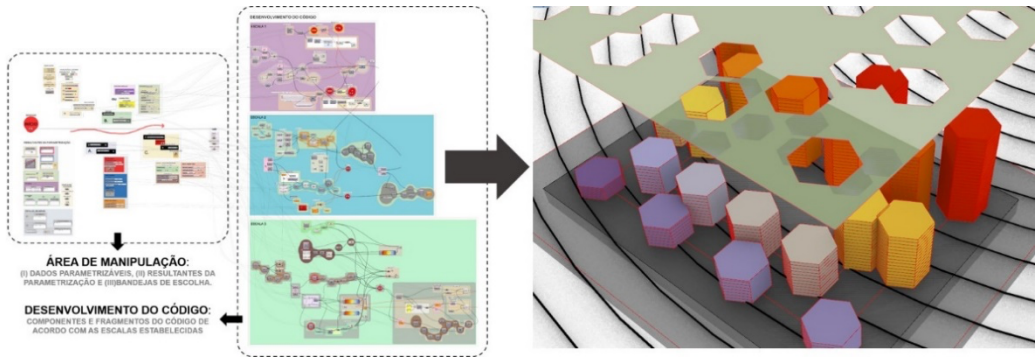
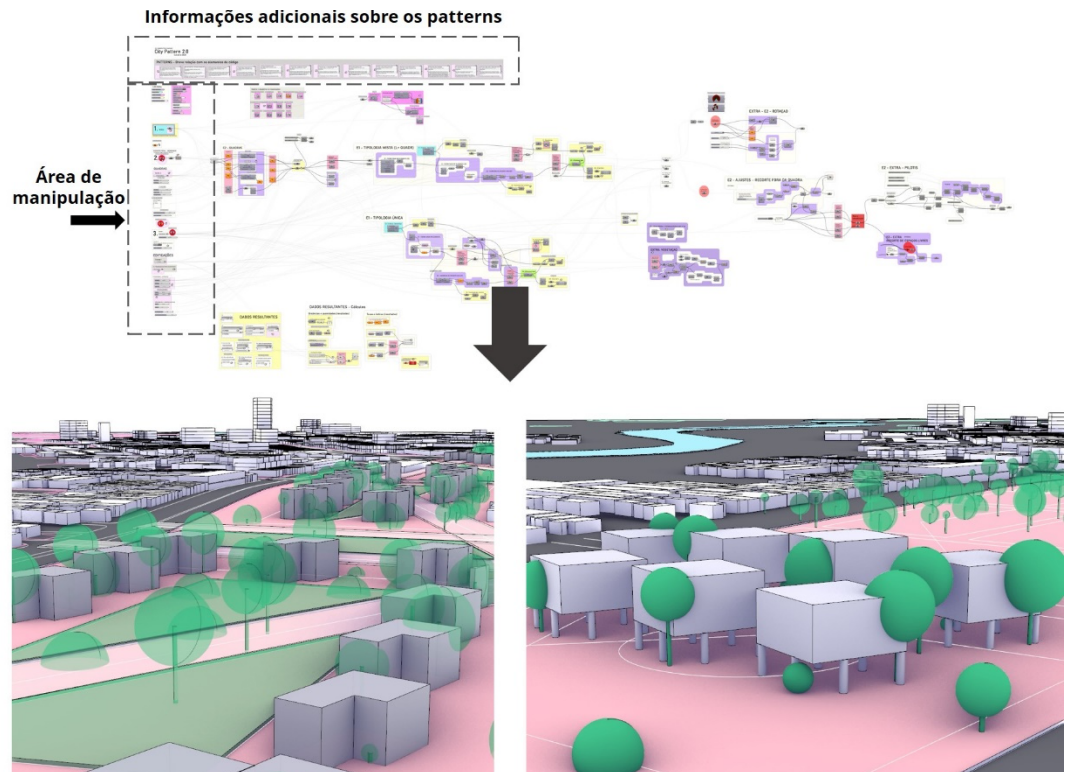


Figura 15. Código *City Pattern* após melhoramentos e adições

Fonte: dos autores, 2020



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da complexidade dos problemas projetuais contemporâneos e dos avanços no desenvolvimento de bases experimentais utilizando artefatos computacionais, a parte da pesquisa contida neste artigo teve como objetivo apresentar a estrutura metodológica de preparação e estruturação pré-algórica de um código computacional para tradução de diretrizes projetuais teóricas.

Como objeto de estudo principal, tomou-se os princípios teóricos de Christopher Alexander relativos a aspectos de forma urbana edificada e a sua interface com a rua. A partir do compartilhar do processo metodológico, quis-se fomentar as discussões e apresentar os procedimentos de preparação da teoria em linguagem natural para a formal.

É importante mencionar que tais procedimentos foram embasados no método *Design Science Research* e que as etapas e procedimentos podem e devem se adequar às particularidades

teóricas de cada objeto. Assim como os *patterns* traduzidos para o ambiente computacional podem ou não serem aplicados a diferentes situações projetuais que lidam com a problemática levantada, o instrumento metodológico também é passível de alteração para melhor preparar as variáveis, princípios e diretrizes da atividade de implementação computacional.

Reconhece-se também que os processos de escolha poderiam ter sido diferentes e uma série de outros *patterns* poderiam ter sido incluídos na construção desta pesquisa. Da mesma maneira que a tradução computacional é um processo que está diretamente relacionado com a experiência prévia de programação e construção particular de cada projetista, os critérios de seleção dos *patterns* poderiam resultar em escolhas diferentes para diferentes contextos. Tal fato apenas corrobora a necessidade de se trabalhar de maneira multidisciplinar e direcionada para cada contexto. A disponibilidade de muitas variações e adaptabilidade são duas características basilares e intrínsecas nos processos digitais e, principalmente, paramétricos.

Como mencionado, o código desenvolvido, um dos produtos da pesquisa em questão, foi testado em experiências de ensino e de projeto, sendo duas delas como base para atividades de ocupação urbana em disciplinas de pós-graduação e outra em um *workshop* organizado pelos autores deste artigo em um congresso internacional.

A partir das experiências utilizando o código desenvolvido, foi possível não apenas identificar pontos de melhora, como perceber diferentes e interessantes resultados projetuais por meio da união entre a teoria e a prática por meio de um artefato tecnológico.

Como possíveis desdobramentos, aponta-se a possibilidade de replicar tal metodologia para a tradução de outros *patterns* da obra de Christopher Alexander e discutir sua experimentação em ateliês de projetos nos cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo, dada a relevância de introduzir diferentes metodologias projetuais aliadas à tecnologia digital para atualização do ensino – e reflexão – arquitetônico e urbanístico. A característica algorítmica da obra trabalhada sem dúvida contribuiu para a sua tradução computacional. Isto posto, é importante que se avance no estudo da aplicabilidade do método em diferentes teorias.

Agradecimentos

Esse artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa de mestrado que contou com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por isso, agradecemos.

Agradecemos também a todos os graduandos, pós-graduandos, professores e profissionais que participaram de alguma das experiências didáticas realizadas pelos autores e que contribuíram significativamente para o melhoramento e validação do código implementado e da metodologia desenvolvida.

Referências Bibliográficas

ALEXANDER, Christopher, *et al.* **A Pattern Language: towns, buildings, construction**. Oxford university press, 1977.

ALEXANDER, Christopher. **The timeless way of building**. New York: Oxford University Press, 1979

ALVES, Gilfranco; TRUJILLO, Juliana. *Design Cibersemiótico: uma proposta metodológica para o ensino de Processos Digitais de Projeto*. In: **XIX Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital-SiGraDI**, 2015.

CHEDDADI, Aqil; HOTTA, Kensuke; IKEDA Yasushi. *Exploring the Self-Organizing Structure of the Moroccan Medina: A Simulation Model for Generating Urban Form*. In: **Architecture in the Age of**

Disruptive Technologies: Transformations and Challenges [9th ASCAAD Conference Proceedings ISBN 978-1-907349-20-1] Cairo (Egypt) [Virtual Conference] 2-4, pp. 672-685, 2021.

AYOUB, Mohammed. *Associative Parametric Urbanism-A computational approach to parameterization of conceptual design phase*. In: **Parametricism Vs. Materialism: Evolution of Digital Technologies for Development** [8th ASCAAD Conference Proceedings ISBN 978-0-9955691-0-2] Londres (Inglaterra), pp. 207-216, 2016

BAYAZIT, Nigan. *Investigating design: A review of forty years of design research*. **Design issues**, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004.

BATTY, Michael; LONGLEY, P. A. *The fractal city*. **Architectural Design**, v. 67, p. 74-83, 1997.

BEIRÃO, José. ***CityMaker: Designing grammars for urban design***. TU Delft, 2012.

BERGHAUSER PONT, Meta Yolanda; HAUPT, Per André. ***Space, density and urban form***. Delft University of Technology, 2009.

CANTAMESSA, Marco. *An empirical perspective upon design research*. **Journal Engineering Design**, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2003. <http://dx.doi.org/10.1080/0954482031000078126>

CELANI, Maria Gabriela Caffarena. **Beyond analysis and representation in CAD: a new computational approach to design education**. MIT, 2002.

CHAILLOU, S. **AI + Architecture towards a new approach**. Tese de doutorado. Harvard University Graduate School of Design, Estados Unidos. 2019

DAWES, Michael J.; OSTWALD, Michael J. *Christopher Alexander's A Pattern Language: analysing, mapping and classifying the critical response*. **City, Territory and Architecture**, v. 4, n. 1, p. 1-14, 2017.

HUBKA, Vladimir; EDER, W. Ernst. ***Design Science***. London: Springer-Verlag, 1996

JÄRVINEN, Pertti. *Action research is similar to design science*. **Quality & Quantity**, v. 41, n.1, p. 37-54, 2007

KUO, Jeannette; ZAUSINGER, Dominik. **Scale and Complexity: Multi-layered, multi-scalar agent networks in time-based urban design** / ISBN 978-0-9541183-9-6, 2010.

MOUGHTIN, Cliff. ***Urban design: street and square***. Routledge, 2007

ORFANOS, Yannis; PAPADOPOULOS, Dimitrios; ZWERLEIN, Cory. *An integrated performance analysis platform for sustainable architecture and urban infrastructure systems*. **Proceedings of the 33rd eCAADe Conference - Volume 1**, Vienna University of Technology, Vienna, Austria, 16-18 September 2015, pp. 315-324, 2015.

PEFFERS, Ken *et al.* *A design science research methodology for information systems research*. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

ROSSI, Aldo. **A arquitetura da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1995 [ed. orig. *L'Architettura Della Città*, 1966].

SOUZA, Marcelo José Lopes. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. Bertrand Brasil, 2001.

TERZIDIS, Kostas. ***Algorithmic Architecture***. Oxford: Architectural Press, 2006

VAN AKEN, Joan E. *Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules*. **Journal of management studies**, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

WING, Jeannette M. *Computational thinking and thinking about computing*. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 366, n. 1881, p. 3717-3725, 2008.

WING, Jeannette M. *Computational thinking*. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

Notas

ⁱ *Grasshopper* é um editor de algoritmo gráfico, desenvolvido por David Rutten, da Robert McNeel e Associados. Ele utiliza linguagem visual baseada em *inputs* e *outputs* associados à lógica computacional e matemática.

ⁱⁱ Termo utilizado nas ciências da computação para diferenciar a linguagem que as pessoas falam, desenvolvida naturalmente daquela construída para a máquina, a linguagem formal.

Isabella Eloy Cavalcanti
Isabellaeloy.be@gmail.com

Leticia Teixeira Mendes
Leticiamendes.edu@gmail.com

Mauro Normando Macêdo
Barros Filho
mbarrosfilho@gmail.com