

Regulação da Forma Urbana e Modelagem da Informação

Mariana Costa Lima, Clarissa Freitas

Centro de Tecnologia, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Ceará

Avenida da Universidade, 2890, Telefone/fax: 8533667491

marianaqcl@gmail.com, clarissa@arquitetura.ufc.br

Resumo

O presente trabalho parte de um questionamento central: como qualificar a forma urbana construída se ela é composta majoritariamente por edificações privadas e, portanto, dificilmente influenciadas por projetos urbanos de natureza pública, sobretudo em tecidos urbanos consolidados? Para avançar neste desafio, propomos uma reflexão sobre a normativa urbanística vigente e o planejamento tradicional, e sua capacidade de regular a forma urbana em favor do interesse coletivo. Assim, com objetivo de avançar no potencial dos instrumentos de controle urbano para a atividade de projetar a cidade, adotamos um novo método, que regula a forma através de indicadores de densidade. Como ferramenta para efetivação desse método, optamos pelo *Esri CityEngine™*, um *software* de modelagem tridimensional especializado na geração de ambientes urbanos a partir de um conjunto de regras pré-definido. Com a utilização do *software*, modelamos três cenários: dois descritivos, ilustrando a situação existente e a aplicação da legislação vigente no bairro, e um exercício projetual alternativo, a partir da elaboração de diferentes conjuntos de regras do *CityEngine™* e sua aplicação nas áreas edificáveis.

Palavras-chave

Forma urbana edificada, parâmetros urbanos, regulação urbana, modelagem da informação, densidade.

Abstract

*This paper presents a central question: how to qualify the built urban form if it is mostly composed of private buildings and therefore hardly influenced by public urban designs, especially in consolidated urban fabric? To progress in this challenge, we propose a reflection on the current urban rules and the traditional planning, and their capacity to regulate the urban form in favor of the collective interest. Thus, in order to evolve in the potential of the urban control instruments for the activity of designing the city, we have adopted a new method, which regulates the urban form through density indicators. As a tool to actualize this method we chose to use the *Esri CityEngine™*, a tridimensional modeling software specialized in urban environment generation from a set of predefined rules. Using the software, we modeled three scenarios: two descriptive ones, illustrating the existing situation and the neighborhood's current legislation application and a alternative design exercise from the elaboration of different sets of *CityEngine™* rules and their application on buildable areas.*

Keywords

Built urban form, urban parameters, urban coding, information modeling, density.

Introdução

A cidade é a expressão espacial das relações econômicas, políticas e culturais de uma sociedade. É território de disputas, desequilíbrios e desigualdades. O espaço da cidade, posto que é reflexo da sociedade e pura expressão da vida urbana, revela-se como “organismo vivo”, dinâmico, pulsante, em constante transformação.

E porquanto pensa a cidade, dinâmica e imprevisível, o planejamento urbano nunca termina. Essa noção primordial convida-nos – e porque não, convoca-nos – a abordar o planejamento urbano enquanto processo.

O presente trabalho parte, então, de um questionamento central: Como qualificar a forma urbana construída se ela é composta majoritariamente por edificações privadas e, portanto, dificilmente influenciadas por projetos urbanos de natureza pública, sobretudo em tecidos urbanos consolidados? Para avançar neste desafio, propomos uma reflexão sobre a normativa urbanística vigente, e sua capacidade de regular a forma urbana em favor do interesse coletivo. Por meio da análise dos indicadores urbanísticos vigentes em um tecido urbano central na cidade de Fortaleza, buscamos relacionar as diretrizes definidas para a macroescala do planejamento urbano com a microescala do projeto.

Procuramos investigar aqui a capacidade do planejamento urbano tradicional e estancado de edificar um espaço que expresse as necessidades sociais, econômicas e culturais dos seus fruidores. No contexto brasileiro atual, o plano encontra-se distanciado do projeto. Partimos do princípio que a legislação urbana é o elemento mediador entre o planejamento urbano, como processo decisório, e o processo operativo da intervenção física na cidade para problematizar a normativa urbanística como agente modelador da forma urbana.

A importância de se projetar através de códigos normativos é ilustrada por Stephen Marshall, editor do livro *Urban Coding and Planning*:

Os códigos são parte da 'linguagem oculta da produção do lugar'. Eles têm uma influência direta sobre “a estrutura do comum” - onde comum conota não algo insignificante, mas algo que representa a grande maioria do tecido urbano. Códigos urbanos são, portanto, de suma importância porque eles moldam significativamente o caráter de nossas áreas urbanas - para melhor ou pior. (MARSHALL, 2011, p. 1, tradução nossa)

No que diz respeito ao contexto brasileiro, Sampaio (2005) discorre:

No sistema brasileiro o controle do uso e ocupação do solo é exercido pelo poder público, principalmente municipal, através de normas urbanísticas – leis e decretos.

Torna-se necessário conhecer o potencial e as limitações da normativa, [...]. E com isso, compreender de que modo a forma urbana é configurada pela legislação urbanística e qual o impacto deste mecanismo de controle do uso e ocupação do solo na forma da cidade. (SAMPAIO, 2005)

Nesse sentido, acreditamos que a reflexão sobre a morfologia urbana carece de discussão mais aprofundada a respeito do potencial dos instrumentos regulatórios em direcionar o seu desenvolvimento.

Lamas (1992, p.48) defende que a forma urbana seja reconduzida ao foco da produção da cidade, constituindo "uma solução para o conjunto de problemas que o planejamento urbanístico pretende organizar e controlar", de modo a reverter a tendência do planejamento de gerir a apropriação do espaço independentemente da forma física. Para Sampaio (2005), adaptando para a prática normativa, essa recondução "significa regular a arquitetura a partir de normas urbanísticas, ao invés de regular a forma urbana a partir de normas arquitetônicas". Trata-se da necessidade de prever e visualizar não apenas as consequências na macroescala das escolhas espaciais feitas no nível do projeto, mas sobretudo os impactos dos programas em macroescala na microescala do projeto.

É importante ressaltar que, ao tomar como ponto de partida a forma da cidade, este tipo de análise não deixa de reconhecer a contribuição de outros campos disciplinares, mas não admite uma relação determinista em que a cidade é mero produto dos contextos econômicos, políticos e sociais (PEREIRA, 2012) e sim uma relação dialética em que é condicionante e condicionada por esses fatores.

A primeira parte do trabalho trata-se de um questionamento da capacidade do planejamento tradicional e das normas urbanísticas vigentes em assegurar qualidade urbana e com a problematização da abordagem tradicional de projeto, ancorados nos pressupostos teóricos de alguns autores. Em seguida, apresentamos novos métodos: os estudos do livro de Berghauer Pont e Haupt (2009), em que a regulação da forma é feita através de indicadores de densidade, e o conceito de modelagem paramétrica, com a qual é possível gerar, diversas alternativas a partir da alteração de valores de indicadores pré-definidos.

Por fim, propomos a aplicação de uma metodologia baseada nos métodos mencionados, utilizando como ferramenta o *Esri CityEngine™*, um *software* de modelagem especializado na geração de ambientes urbanos a partir de um conjunto de regras pré-definido, com o qual modelamos 3 cenários. O primeiro, ilustra a situação existente, a partir de informações coletadas em restituições aerofotogramétricas, e observações *in loco*. O segundo cenário corresponde à aplicação da legislação vigente no bairro. Em seguida, construímos um terceiro cenário correspondente a um exercício projetual alternativo.

Crítica ao Planejamento Tradicional

Verifica-se a existência de um modelo predominante de instrumentos de regulação urbanística incidente sobre a maior parte das cidades brasileiras, dominado pelas leis de zoneamento, que, muitas vezes, resumem-se a consolidar os usos existentes e apenas legitimam a exclusão (CYMBALISTA, 1999).

O zoneamento, justificado como instrumento para controlar a densidade de ocupação do solo e para evitar conflitos entre usos incompatíveis, acaba por ser usado como elemento segregador de classes sociais impedindo a desvalorização dos bairros nobres. Além disso, essa abordagem fundamenta-se na presumida relação de causalidade entre regras e seus impactos sobre a cidade, numa visão que desconsidera a complexidade da organização urbana e as dinâmicas espaciais provocada pelos diversos agentes produtores da cidade.

É comprovada a dificuldade na imposição de usos e densidades através da geometria poligonal típica do zoneamento tradicional, que acaba por consolidar os problemas existentes, provocando impactos no que tange às interações na cidade. Há ainda, muitas vezes o “risco de tais definições sequer influenciarem o real desenvolvimento da cidade, por apresentar incoerência com sua dinâmica.” (NETTO; SABOYA, 2010). Mais uma vez, podemos perceber que o planejamento que não se relaciona de maneira intrínseca com os problemas da cidade não passa de mera regra e torna-se ficção.

É flagrante a dificuldade dos instrumentos de intervenção tradicionais no enfrentamento do complexo padrão de urbanização brasileiro vivido. Mais que isso, esses instrumentos são bastante falhos no que diz respeito a guiar e prescrever a forma e as dinâmicas da cidade. Alguns autores apontam para os problemas do processo tradicional de planejamento e para a necessidade de se planejar soluções flexíveis usando processos flexíveis.

Para Acioly e Davidson (1998, p. 75), “quanto mais realista é um plano de desenvolvimento urbano, ou seja, quanto mais flexível ele é com relação às demandas do mercado, maiores são suas chances de ter uma implementação bem sucedida”.

Segundo Beirão (2005), planos urbanos são frequentemente centrados na definição de parâmetros urbanísticos, que sendo muito ligados a procedimentos burocráticos, fazem do projeto uma mera representação de tais parâmetros. Para o autor, a legislação e os procedimentos burocráticos *a priori* não restringem a flexibilidade do projeto. A rigidez projetual, na prática, deriva de uma repetição inconsciente de procedimentos, em vez de um ajustamento dos métodos a contextos específicos. Projeta-se cada vez mais sem dados sobre o lugar, quando a informação deveria ser o *input* básico do processo decisório.

Novos métodos

O importante papel de indicadores urbanos em planejamento e projeto urbano foi extensamente abordado por Berghauser Pont e Haupt (2009). Esses autores baseiam-se em parâmetros bem definidos para gerar indicadores precisos de densidade que, isoladamente, não produziriam uma morfologia urbana específica, mas que em conjunto o fazem: a densidade construtiva, a taxa de ocupação e a densidade de sistema viário. Pelo desenvolvimento de uma matriz (*Spacematrix*), redefiniram a densidade como um fenômeno multivariável e multiescalar, compatível com uma cidade e uma sociedade contemporâneas, complexas e mutáveis.

Consistindo em um dos mais importantes parâmetros de desenho urbano a ser utilizado no processo de planejamento, a densidade urbana contém informações valiosas sobre propriedades espaciais, com potencial de articular aspectos quantitativos e qualitativos da forma urbana (BERGHAUSER-PONT & HAUPT, 2009). A densidade surge, então, como instrumento para condicionar as performances do tecido urbano, isto é, os aspectos que, juntos, definem a forma da cidade e qualidade do ambiente urbano, como por exemplo a relação entre espaço público e área construída. Aparece também como guia que não prescreve soluções ou formas edificadas específicas, mas define princípios ou critérios para a forma da cidade, como processo de planejamento. Além dessas funções normativas, a densidade também é eficaz como instrumento descritivo, para verificar que os projetos estão cumprindo as diretrizes dos planos.

A regulação da forma através de parâmetros, como por exemplo a relação entre espaço livre e população, aparece como uma ferramenta útil no processo de projeto, capaz de induzir e monitorar as características urbanísticas positivas, como por exemplo a alta densidade, a vitalidade, a mistura de usos, entre outros aspectos. A modelagem paramétrica, que surgiu como conceito nas indústrias aeroespacial e automotiva e começa a se estabelecer no campo da arquitetura, tem sido gradativamente introduzido no urbanismo, diante das vantagens que esse sistema possibilita no sentido de gerar, rapidamente, diversas alternativas a partir da alteração de valores de um parâmetro (SILVA; AMORIM, 2010).

Para Silva e Amorim (2010), o parametricismo consiste numa abordagem sistêmica, bem diferente da tradicional,

uma vez que possibilita a criação de relações entre os diversos elementos de um sistema, permitindo construir um verdadeiro complexo de elementos em interação - um todo que se caracteriza através das inter-relações entre as diversas partes constituintes.

Através de ferramentas paramétricas, é possível não apenas realizar um processo sistemático de desenho, mas também avaliar os prós e contras de cenários com diferentes ajustes para cada indicador,

tornando a regulação da forma mais flexível e acessível à participação dos diversos atores na produção da cidade.

Aplicação do método

Como ferramenta para efetivação de um processo de planejamento flexível, optou-se pelo *Esri CityEngine™*, um software de modelagem tridimensional urbana. Utiliza metodologia processual e gera automaticamente os modelos através de um conjunto de regras pré-definido, as quais são definidas através de uma linguagem de programação chamada CGA (*Computer Generated Architecture*) e podem ser alteradas tanto quanto necessário para dar espaço para novas possibilidades de projeto. Assim, o modelo de cidade pode ser ajustado alterando parâmetros ou o próprio conjunto de regras.

A área escolhida para a aplicação do método corresponde ao bairro José Bonifácio (**figura 1**), em Fortaleza, localizado imediatamente ao sul do Centro. Trata-se de um bairro de morfologia relativamente homogênea, bem localizado e servido de infraestrutura, cujo potencial de adensamento é subaproveitado, apresentando baixas densidades e tendências a futuros problemas morfológicos importantes, não abordados pelos instrumentos normativos em vigor.

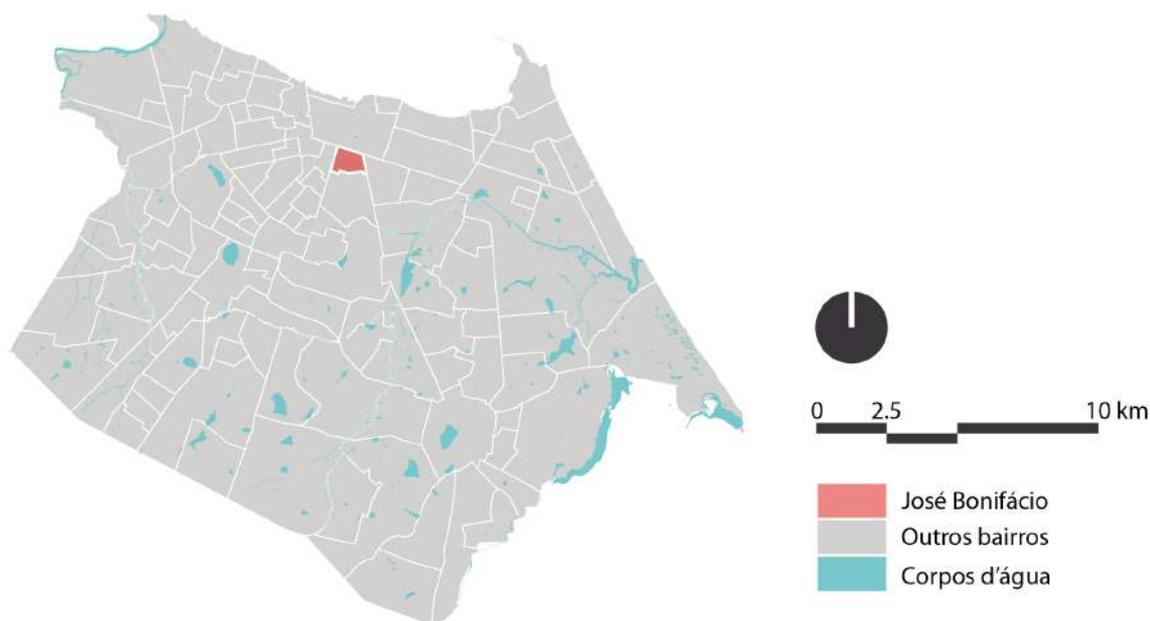


Figura 1. Localização do bairro em Fortaleza.

Antes de mais, procedeu-se a modelagem do bairro José Bonifácio existente (**figura 2**) e de um cenário a partir da legislação vigente (**figura 3**). Nesse último, simulamos uma aplicação randômica dos indicadores recorrentes na normativa urbanística brasileira, utilizando os valores limitrofes correspondentes à área de estudo: recuos, taxa de ocupação, índice de aproveitamento e gabarito.



Figura 2. Existente - Perspectiva aérea. As cores referem-se aos diferentes usos do solo.

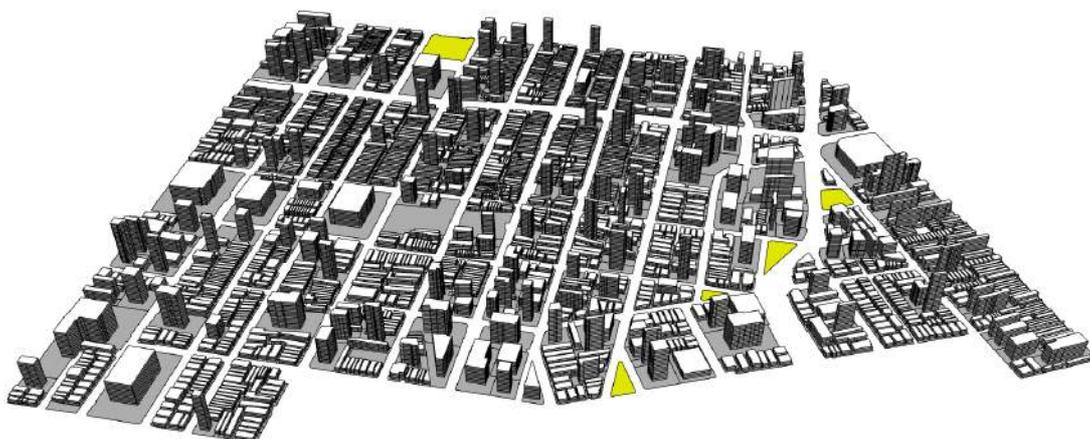


Figura 3. Aplicação da lei vigente - Perspectiva aérea.

Ao longo do processo de formulação do conjunto de regras, no qual foi necessário uma plena compreensão dos parâmetros urbanísticos e de suas relações, foram observadas algumas falhas e limitações, a partir das quais foram delineadas sugestões. Alguns autores que criticam as normas urbanísticas também apresentam recomendações para o estabelecimento dos parâmetros, que compiladas, serão apresentadas a seguir.

De uma maneira geral, durante a modelagem da lei vigente, comprovou-se a complexidade do número de parâmetros presentes na normativa urbanística brasileira e como eles se sobrepõem, gerando limitações redundantes. Nas legislações municipais, estes são frequentemente conceituados e aplicados de maneira isolada, desconsiderando-se as suas relações.

Quanto aos recuos mínimos (**figura 4**), pudemos observar a partir dessa simulação que esse modelo não só estimula como obriga a tipologia do edifício isolado no lote. As consequências disso, comprovadas por Netto, Vargas e Saboya (2012), são, entre outras coisas, dificuldades de implantação de atividade comercial e de

transição entre o interior das edificações e os espaços públicos, diminuição da apropriação do espaço público pelos pedestres, provocando ainda “efeitos potenciais de larga escala quanto ao desempenho urbano, tais como o aumento da dependência veicular” (NETTO; VARGAS; SABOYA, 2012, p. 266).

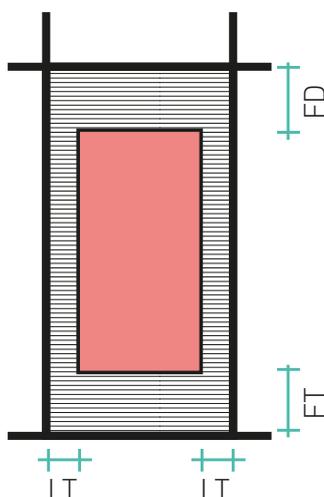


Figura 4. Recuos Mínimos - Esquema ilustrativo.

Já a taxa de ocupação (figura 5), definida como quociente entre a área de projeção da construção e a área total da parcela (que pode ser ou não o lote, de acordo com a escala), isto é, a relação entre o espaço construído e o não-construído, conforme Moretti (1997, p. 94), “[...] tem relação com a garantia de qualidade de vida e habitabilidade da cidade como um todo, ou seja, é uma limitação ao direito de propriedade [...], com o objetivo de garantir condições gerais de salubridade para toda a cidade”.

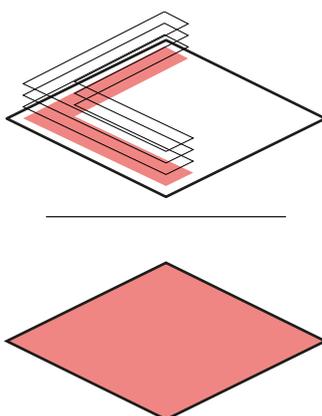


Figura 5. Taxa de Ocupação - Esquema ilustrativo.

No Brasil, altas taxas de ocupação passaram associadas à superutilização dos lotes, sobretudo em habitações populares coletivas, e esta associada à doença, à imoralidade e à pobreza, numa visão sanitária e extremamente distorcida que permanece até hoje da legislação urbana brasileira:

O componente ideológico do movimento sanitário – a teia que ligava a alta densidade à pobreza da imoralidade e a rejeição genérica a essa forma de moradia expressa na

lei e tolerada na prática – foi um dos elementos constantes mais fortes da ordem urbanística das cidades brasileiras. (ROLNIK, 1997, p. 42)

Foi nos anos 60 que essa visão de que o bom desenho urbano possui baixas taxas de ocupação começou a mudar. Jacobs (2011) defende que altas taxas de ocupação são de grande importância na compatibilização entre altas densidades e diversidade de edifícios, visto que as primeiras quando são altas demais passam a dificultar a diversidade ao invés de estimulá-la, sobretudo devido à padronização. A autora aponta taxas de ocupação entre 60 e 80% para permitir um uso do solo eficiente.

O Índice de Aproveitamento (**figura 6**), denominado também de coeficiente de aproveitamento, é entendido como quociente entre a soma da área construída de todos os pavimentos do edifício e a área total do terreno. É atualmente adotado pela legislação municipal como o principal parâmetro de controle da densidade demográfica, mas, na prática, seu papel é muito mais de valorização dos terrenos. Nas zonas em que índices maiores são adotados, verifica-se um aumento no preço da terra, mas não se comprova o adensamento demográfico pretendido (HISSA, 2005).

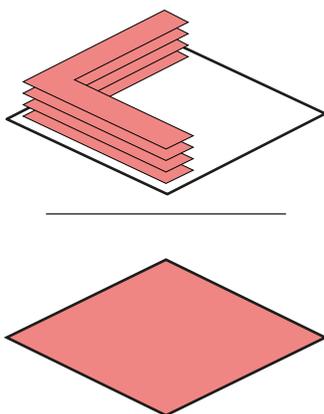


Figura 6. Índice de Aproveitamento - Esquema ilustrativo.

No Brasil, a área total construída é substituída pela área total privativa, tendo como justificativa o estímulo à adoção de áreas coletivas pelo mercado imobiliário, o que, a princípio seria algo positivo. No entanto, tem-se observado recentemente em Fortaleza uma profusão de áreas coletivas privadas – *Fitness Place*, *Espaço Zen*, *Espaço Kids*, *Pet Place* são algumas das denominações utilizadas – e uma gradual redução da superfície da Unidade Habitacional (U.H.) nos empreendimentos imobiliários. Com isso, os empreendedores podem construir mais unidades, amparados pelo Índice de Aproveitamento, e ao mesmo tempo cobrar mais por unidades menores, tendo como justificativa as áreas coletivas, que valorizam o edifício, mas que, em geral, acabam subutilizadas pelos moradores. Em suma, constrói-se mais, produz-se unidades habitacionais de pior qualidade, e cria-se uma grande quantidade de áreas coletivas privadas que, além de serem superdimensionadas para os seus utilizadores, criam uma falsa impressão de que não se necessita de áreas públicas de qualidade.

A limitação da altura máxima dos edifícios (**figura 7**), segundo Moretti (1997), em geral, tem objetivos relacionados sobretudo à iluminação e à insolação e ao confinamento provocado por prédios de altura elevada em ruas estreitas. Apesar dessas justificativas, o Plano Diretor Participativo de Fortaleza estabelece como altura máxima das edificações no bairro em estudo 72 metros, o que corresponde a cerca de 24 andares. Esse máximo já tem sido atingido em alguns exemplares multifamiliares do José Bonifácio, contrastando com a morfologia predominantemente horizontal do bairro.

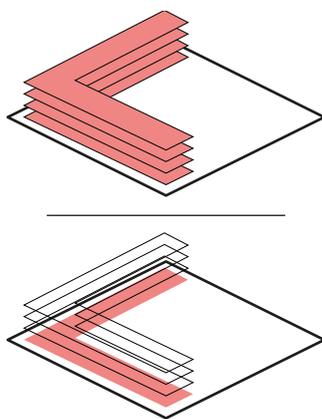


Figura 7. Altura máxima (Gabarito) - Esquema ilustrativo.

É importante ressaltar que o estabelecimento desses indicadores não foi capaz de adensar o bairro até hoje, que continua com uma população muito baixa a despeito de ser bem dotado de serviços e infraestrutura, confirmando a hipótese de Cymbalista (1999) de que os indicadores vigentes são usados como mecanismos de valorização imobiliária, impedindo portanto o adensamento do bairro pela população de baixa renda que constitui a maior demanda habitacional da cidade.

Essa discussão rápida de 4 indicadores urbanísticos, da forma como eles se apresentam na legislação e da sua incapacidade de estimular soluções urbanísticas adequadas nos levou a gerar um terceiro cenário de ocupação para o bairro, um exercício projetual de um modelo possível de ocupação para o bairro através de mudanças nos parâmetros urbanísticos.

Exercício Projetual

Primeiramente, foram traçados os objetivos de planejamento para o bairro. Em seguida, a partir das informações obtidas em um diagnóstico da área de estudo, foram mapeadas as permanências e as oportunidades do bairro (**figura 8**), isto é, as edificações que dificilmente serão substituídas, mesmo a longo prazo, e aquelas que podem vir a ser substituídas naturalmente em um plano que induza ao adensamento.



Figura 8. Permanências e Oportunidades.

Nesse cenário, utilizamos um novo indicador de densidade, que não está presente nas legislações municipais brasileiras, apresentado por Berghauer Pont e Haupt (2009), com o qual pretendemos dispensar os indicadores índice de aproveitamento (IA) e taxa de ocupação (TO): estes surgiriam como consequência desse terceiro parâmetro.

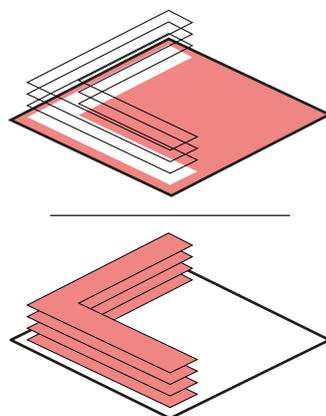


Figura 9. Amplitude - Esquema ilustrativo.

Por definição, a amplitude (tradução livre de *Spaciousness*), ou a taxa de espaços livres (**figura 9**), é:

a medida da quantidade de área não-construída no terreno pela área total construída. Esse parâmetro fornece uma indicação da pressão no espaço livre. Quanto maior a área construída (com a mesma projeção), menor a amplitude e maior o número de pessoas que vai utilizar a área livre. (BERGHAUSER PONT & HAUPT, 2009, tradução nossa)

Com esse indicador de densidade, apresentado por Berghauser Pont e Haupt (2009), pretende-se dispensar os indicadores índice de aproveitamento (IA) e taxa de ocupação (TO) da norma: estes surgiriam como consequência desse terceiro parâmetro. Ao determinar um valor fixo (ou faixa de valores) para esse indicador, o índice de aproveitamento passa a ser diretamente proporcional à quantidade de espaços livres. A lógica é simples: justifica-se o adensamento pela quantidade de áreas livres. Pode-se estabelecer que parte da área livre ou toda a área livre seja pública, de forma a ir de encontro às altas quantidades de áreas livres privadas, em detrimento das áreas livres públicas.

Para efeito de cálculo, o conceito de índice de aproveitamento adotado será não o da lei brasileira, supracitado, mas o que abrange toda a área construída, visto que o estímulo às áreas coletivas (e públicas) será feito mediante a adoção da Amplitude. Além disso, será considerado o índice de aproveitamento mais rentável aquele que corresponde à taxa de ocupação multiplicada pelo número de pavimentos do edifício.

Quanto ao gabarito, mantendo o valor da amplitude fixo – e isso vale também para a lei vigente se mantivermos a área construída constante – a cada pavimento acrescentado numa edificação o ganho percentual de área livre diminui, tornando-se irrisório a partir de 7 pavimentos. Em suma, a partir de um certo número de pavimentos, o ganho em verticalização não é devidamente compensado em quantidade de áreas livres.

Sob outro aspecto, Ian Gehl (2013) faz um estudo sobre campo de visão e verticalização, a partir do qual ele conclui que o contato visual entre os edifícios e a rua é possível nos primeiros cinco andares. “O contato com a cidade rapidamente se dissipa a partir do quinto andar, com a interface de contato passando para vistas, nuvem e aviões.” (GEHL, 2012, p. 41). Esse contato faz parte do que Jane Jacobs (2013) chama de “olhos da rua”, essenciais para a manutenção da segurança, e mutuamente da vitalidade urbana, da rua. Nesse sentido, adotamos como gabarito máximo na maioria dos cenários 5 pavimentos e em um deles 10 pavimentos, para efeito comparativo.

Foi, então, elaborado um novo conjunto de regras do *CityEngine*TM aplicado nas áreas não consolidadas e que poderão ter seus lotes lembrados e/ou suas edificações substituídas seja a curto, seja a longo prazo. Dentro da lógica de construção do bairro, partiu-se do princípio que as edificações de menor porte só seriam substituídas por edificações multifamiliares e não por outras unifamiliares. Como consequência dessas regras, foi construído um modelo possível de ocupação do bairro. A partir do modelo base, diferentes cenários possíveis – de acordo com o valor adotado para os parâmetros pré-definidos – foram experimentados e suas formas e indicadores consequentes visualizados (**tabela 1**).

INDICADORES	EXISTENTE	LEI VIGENTE	PERMANÊNCIAS	CENÁRIO 1		CENÁRIO 2		CENÁRIO 3		CENÁRIO 4	
				NOVOS	TOTAL	NOVOS	TOTAL	NOVOS	TOTAL	NOVOS	TOTAL
ÁREA DA GLEBA	886759	886759		886759	886759	886759	886759	886759	886759	886759	886759
ÁREA TOTAL DOS LOTES	539068,38	539068,38		539068,38	539068,38	539068,38	539068,38	539068,38	539068,38	539068,38	539068,38
ÁREA LIVRE TOTAL*	233218,57	353552,25	70802,76	339896,64	410699,4	339896,64	410699,4	339896,64	410699,4	339896,64	410699,4
ÁREA LIVRE PÚBLICA	10699,87	10699,87	10699,87	339896,64	350596,51	339896,64	350596,51	339896,64	350596,51	339896,64	350596,51
ÁREA LIVRE PRIVADA	222518,7	342852,38	60102,89	0	60102,89	0	60102,89	0	60102,89	0	60102,89
ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL	704548,38	1260237,08	193674,31	820980,7	1014655,01	889281,6	1082955,91	937401,62	1131075,93	1203471,91	1397146,22
ÁREA CONST. HABITAÇÃO	454020,14	809286,848	103497,21	679484,10	782981,31	747785,00	851282,21	795905,02	899402,23	1061975,31	1165472,52
ÁREA CONST. OUTROS USOS	250528,24	446564,06	90177,1	141496,6	231673,7	141496,6	231673,7	141496,6	231673,7	141496,6	231673,7
ÍNDICE DE APROVEITAMENTO MÁXIMO	-	2,80	-	2,08	-	2,44	-	2,93	-	3,98	-
ÍNDICE DE APROVEITAMENTO MÉDIO	1,07	1,97	-	1,53	-	1,68	-	1,79	-	2,25	-
ÍNDICE DE APROVEITAMENTO MÍNIMO	-	0,25	-	0,56	-	0,56	-	0,56	-	1,11	-
DOMÍLIOS	2842	10116		9787	10641	10641	11243	11243	11243	11243	14568
POPULAÇÃO	8811	31360		30341	32987	32987	34852	34852	34852	34852	45162
DENSIDADE (HAB/HA)	99,36	353,65		342,15	372,00	372,00	393,02	393,02	393,02	393,02	509,29
CENÁRIO 1 > Amplitude = 0.4 Nº de pavimentos máx. = 5											
CENÁRIO 2 > Amplitude = 0.3 Nº de pavimentos máx. = 5											
CENÁRIO 3 > Amplitude = 0.2 Nº de pavimentos máx. = 5											
CENÁRIO 4 > Amplitude = 0.3 Nº de pavimentos máx. = 10											

*fora o sistema viário

Tabela 1. Indicadores resultantes dos cenários.

A tabela 1 compara não somente os indicadores apenas entre os cenários testados, mas também entre estes e o modelo da lei vigente aplicada e o existente. Algumas considerações podem ser feitas a partir da tabela e das imagens:

- A lei vigente não só estimula, mas obriga o tipo isolado no lote;
- A quantidade de áreas livres da proposta é cerca de 15% maior que a da lei vigente, porém visualmente a discrepância parece muito maior, visto que a primeira possui áreas livres concentradas e a segunda áreas livres pulverizadas. A quantidade de áreas livres públicas, por outro lado, é cerca de 32 vezes maior na proposta que com a lei vigente;
- A verticalização é bem mais limitada nos cenários propostos, porém ainda assim a área construída total prevista com a aplicação da lei vigente é pouco maior;
- Quando comparados os Índices de Aproveitamento máximo e médio resultantes, os valores de lei vigente são um pouco maiores que o Cenário 2 e menores que os Cenários 3 e 4, porém, nos cenários propostos, a contrapartida do Índice de Aproveitamento para a população é direta e imediata, através da criação de espaços livres e públicos;
- Entre os diferentes cenários da proposta, a área construída cresce de à medida que a Amplitude é diminuída e ainda mais quando o número de pavimentos é aumentado, assim como a densidade populacional, calculada considerando a média do bairro de 3,1 habitantes por Unidade Habitacional e cada U. H. de área média 80 m²;
- Para efeito de cálculo, estimou-se que a área construída total prevista com a aplicação da lei vigente seria dividida em habitação e outros usos na mesma proporção existente (no cenário mais otimista, visto que a tendência apresentada é de aumento da quantidade de outros usos). Por isso, apesar da área construída total prevista com a aplicação da lei vigente ser maior que as dos Cenários 2 e 3, os últimos, que não preveem novos usos não-residenciais isolados, produzem uma densidade maior.

Diante das experimentações empreendidas e seus resultados, poderíamos então optar pela adoção dos parâmetros de uma das soluções (**figuras 10 e 11**). Reitera-se ainda que graças à metodologia flexível, esses parâmetros poderiam ser revistos com o passar dos anos, compatibilizando o planejamento e a regulação às necessidades dinâmicas do bairro.



Figura 10. Cenário 2 - Perspectiva aérea.

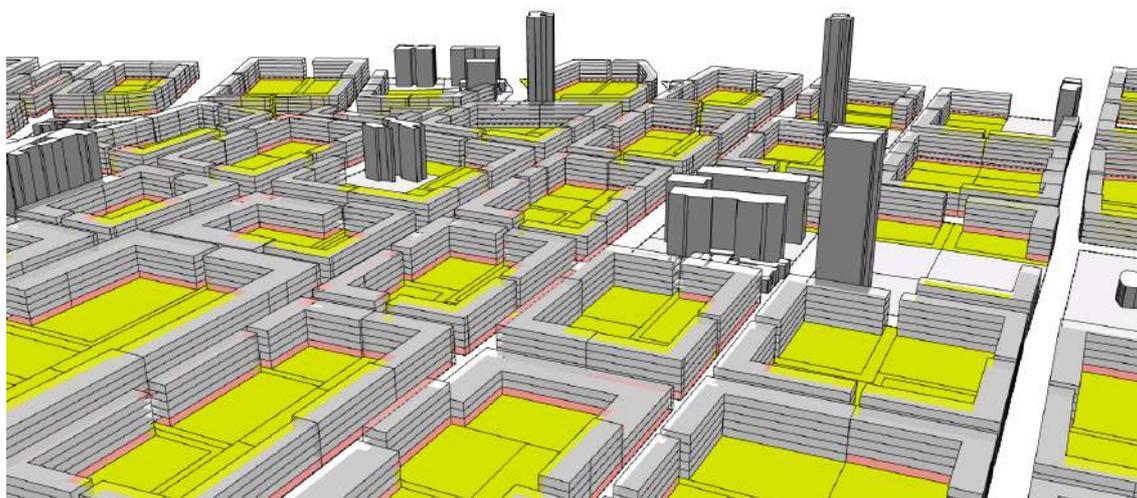


Figura 11. Cenário 2 - Perspectiva aérea aproximada.

Conclusões

Deste trabalho, muito mais que um produto final, deriva uma metodologia processual, que se amparou em parâmetros urbanísticos para regular a forma de uma área específica da cidade, de modo a, entre outras coisas, adensá-la. O resultado dessa metodologia é um conjunto de soluções projetuais para alguns dos problemas encontrados, expressos através de um conjunto de regras, ao invés da tradicional solução fixa.

Retomando os questionamentos motivadores do trabalho, podemos afirmar que uma metodologia que regule a forma através de indicadores de densidade possuem grande potencial para assegurar uma tomada de decisão embasada e voltada para um contexto e seus objetivos específicos, o que foi confirmado por reflexões semelhantes de estudos baseados em outros contextos empíricos.

Longe do pretensioso intuito de encontrar a solução para os problemas da cidade contemporânea, o resultado, embora ainda apresente limitações, cumpre seus objetivos, na medida em que se logrou, através da regulação da forma e da simulação de parâmetros, antecipar cenários em que se promove o adensamento do bairro em estudo.

Porém, para que fosse possível formular esse conjunto de soluções dinâmicas e capazes de se adaptar a transformações foi necessário o enfrentamento de um desafio: o software de modelagem e simulação urbana. Ainda que tenham sido produzidos uma vasta coleção de artigos (e tutoriais) sobre o uso analítico da modelagem processual, poucos trabalhos foram produzidos sobre o seu uso prescritivo ou propositivo, daí a importância de dar continuidade a essa pesquisa.

Além disso, ainda que muito se tenha estudado sobre a necessidade de um planejamento mais flexível e sobre métodos de controle urbano quantitativo, pouco foi aplicado à realidade brasileira e questões de cunho prático ainda permanecem sem resposta: Como licenciar um plano que tem várias soluções flexíveis? Pode um conjunto de regras e um plano ilustrativo gerado por essas regras ser usado objetivamente para este fim?

Referências bibliográficas

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade Urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbana. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

BEIRÃO, J. N. ; DUARTE, J. P. **Urban Grammars: Towards Flexible Urban Design**. Congresso eCAADe'23, p. 491-500, 2005.

BEIRÃO, J. N. **CityMaker**: Designing Grammars for Urban Design. Dissertação (Mestrado em Urban Design) - TU Delft, Delft, 2012.

BERGHAUSER PONT, M. Y.; HAUPT, P. A. **Space, Density and Urban Form**. Netherlands: Technische Universiteit Delft, 2009.

CYMBALISTA, R. Regulação urbanística e morfologia urbana. In: ROLNIK, R. (coord.). **Regulação urbanística e exclusão territorial**. São Paulo, Instituto Pólis, 1999. (Publicações Pólis 32).

GEHL, J. **Cidades Para Pessoas**. Tradução Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva, 2013.

HISSA, F. N. **Legislação Urbana e ambiente construído: uma abordagem sistêmica dos parâmetros de controle de uso e ocupação do solo em Fortaleza - CE**, 122f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

LAMAS, J. M. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.

MARSHALL, S. (Org.). **Urban Coding and Planning**. Oxfordshire: Routledge, 2011. 272 p.

MORETTI, R. de S. **Normas Urbanísticas para habitação de interesse social**: recomendações para elaboração. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1997.

NETTO, V. de M.; VARGAS, J. C.; SABOYA, R. T. de. (Buscando) Os efeitos sociais da morfologia arquitetônica. In: urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, v. 4, n. 2, p. 261-282, jul./dez. 2012.

NETTO, V. de M.; SABOYA, R. T. de. **A urgência do planejamento**: a revisão dos instrumentos normativos de ocupação urbana. *Arquitextos - Vitruvius*, v. 125, 2010. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.125/3624>. Acesso em 14 de março de 2015.

PEREIRA, R. B. **Tipologia arquitetônica e morfologia urbana**. Uma abordagem histórica de conceitos e métodos. *Arquitextos*, São Paulo, ano 13, n. 146.04, Vitruvius, jul. 2012. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/13.146/4421>. Acesso em 07 de abril de 2015.

ROLNIK, R. **A Cidade e a Lei**: Legislação, Política Urbana e Territórios na Cidade de São Paulo. São Paulo: Studio Nobel: Fapesp, 1997.

SAMPAIO, A. R. **Ordenação da forma urbana**: um mal necessário? Salvador: XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR, 2005.

SILVA, R.C., AMORIM, L.M.E. **Urbanismo paramétrico**: emergência, limites e perspectivas de nova corrente de desenho urbano fundamentada em sistemas de desenho paramétrico. In *V!RUS*. N. 3. São Carlos: Nomads.usp, 2010. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus03/submitted/layout.php?item=2&lang=pt>. Acesso em 26 de abril de 2015.