



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Bianca Ilha Pereira

**ALGORITMOS URBANOS:
POTENCIALIDADES E APLICAÇÃO NO DISTRITO FEDERAL**

Orientador: Prof. Dr. Neander Furtado Silva

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, em atendimento aos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

Brasília, DF

2016

BIANCA ILHA PEREIRA

ALGORITMOS URBANOS:
POTENCIALIDADES E APLICAÇÃO NO DISTRITO FEDERAL

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, em atendimento aos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Neander Furtado Silva – Orientador
Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. Francisco Leite Aviani
Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. David Rodney Lionel Pennington
Universidade de Brasília – UnB

A cidade não tem fórmula.
É dinâmica, transmutável, indefinida.
O espaço urbano reflete uma sociedade.
Reflete o que somos.
Projeções, concessões, construções.
O verde-cinza das ocupações.
A cidade é a verdade.
Veridicidade.

RESUMO

Algoritmos, como sequência finita de passos, possuem ampla e genérica aplicabilidade. A prática do urbanismo, como ato de projeção, demanda a interpretação das variáveis presentes no território e considera a legislação vigente para a elaboração de planos de ocupação. Este estudo utiliza algoritmos para gerir uma problemática urbana, de forma a propor uma solução matemática para a interpretação de elementos determinados do espaço existente e, a partir dela, modelar cenários urbanos. O algoritmo urbano elabora um passo a passo das etapas a serem realizadas para a proposição urbanística considerando equipamentos comunitários, eixos viários existentes e parâmetros urbanísticos. Tal método utiliza o Grasshopper®, editor gráfico de algoritmos que funciona como *plugin* integrado ao Rhinoceros® para a elaboração dos três cenários resultantes desse processo. A área selecionada para a elaboração dos planos de ocupação é o Setor Habitacional Jôquei Clube, na Região Administrativa do Guará, no Distrito Federal. Os cenários mostram possibilidades de configurações urbanísticas utilizando o método proposto e considerando o parâmetro da densidade como limitante. O primeiro cenário se distribui em toda a poligonal, o segundo abre áreas verdes e adensa lotes residenciais e o terceiro se desenvolve em edifícios altos de uso misto, ocupando uma poligonal menor. O resultado demonstra a versatilidade e a possibilidade de manipulação dos dados por meio de curvas e parâmetros editáveis presentes na base algorítmica paramétrica, e considera a aplicação do método no âmbito acadêmico e profissional para a elaboração de cenários prospectivos.

Palavras-chave: algoritmo; algoritmos urbanos; urbanismo; plano de ocupação; Grasshopper®; Distrito Federal.

ABSTRACT

Algorithms as finite sequences of steps have broad and general application. Laying out cities, as a design process, demands the interpretation of variables linked to the territory and takes into account the current legislation in order to develop urban plans. This research uses algorithms to manage urban issues in order to propose a mathematical solution for interpreting the existing space, and from it, to model urban scenes. The urban algorithm draws up a step by step of the stages to be taken for urban designing considering community facilities, existing road networks and urban parameters. This work used the algorithm graphic editor Grasshopper® which works as a plug-in to Rhinoceros® to deliver three different scenarios. The urban area chosen for study is the residential neighborhood Setor Residencial Jóquei Clube, in the Guará administrative area, Distrito Federal. The scenarios show possibilities of urban settings using the proposed method and considering the density parameter as a limit. The first scenario is distributed throughout the polygonal, the second open green areas and thickens residential plots, and the third is developed in high mixed-use buildings, occupying a smaller polygonal. The result demonstrates the method versatility and the possibility of tailoring data through editable curves and parameters from the parametric algorithmic base. It also shows the applicability of the method in both the academic and professional fields for building prospective scenarios.

Keywords: algorithm, urban algorithms, urbanism, master planning, Grasshopper®, Federal District.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ruínas preservadas de Mohenjo-Daro.....	23
Figura 2 - Plano de Mohenjo-Daro.....	24
Figura 3 - Projeção do plano de Kahun - malha retilínea como fim em si mesma.....	25
Figura 4 - Simulação de Kahun, modelo reliníneo sem indícios de planejamento urbano.....	25
Figura 5 - Ruínas de Megara Hiblea.....	26
Figura 6 – Plano de Mileto, tradução dos ideais de Hipodamos.....	27
Figura 7 - Vista aérea de Timgad com malha regular.....	28
Figura 8 - Rua leste-oeste principal de Timgad.....	29
Figura 9 - Planta de Timgad, com edificações públicas fora da malha.....	29
Figura 10 - Verona, com fórum fusiforme (ao centro) marcando as vias de maior importância à época.....	30
Figura 11 - Bastides de Algues-Mortes, França, 1240.....	31
Figura 12 - Bastides de Winchelsea, Inglaterra, 1288.....	31
Figura 13 - Palmanova, por Scamozzi - ideal renascentista.....	32
Figura 14 - Centro histórico de Lima, Peru.....	33
Figura 15 - Centro histórico de Santiago, Chile.....	34
Figura 16 - St. Augustine, Flórida, EUA.....	35
Figura 17 - Projeto para Pensilvânia - EUA.....	35
Figura 18 - Ilha de Manhattan, Nova Iorque, EUA.....	36
Figura 19 – Plano de Chicago, 1909, de Daniel Burnham e Edward Bennet.....	36
Figura 20 - Paris de Haussmann.....	37
Figura 21 - Projeto de Cerdá para Barcelona, com a cidade medieval à esquerda na parte inferior.....	38
Figura 22 - Plano de Le Corbusier para Chandigarh.....	40
Figura 23 - Mapeamento do crescimento populacional das principais aglomerações urbanas.....	44
Figura 24 – Ocupação urbana em 1960.....	46
Figura 25 – Ocupação urbana em 1970.....	47
Figura 26 – Ocupação urbana em 2000.....	47
Figura 27 - Mapa axial de Brasília e entorno (integração Rn).....	52

Figura 28 - 1,6km (1 milha) em um bairro compacto e em um subúrbio espraiado.	61
Figura 29 – Esquema de cidades compactas.	65
Figura 30 – Regras para geração de quadriculas com simetria bilateral.	73
Figura 31 – Plantas esquemáticas com simetria bilateral geradas pela gramática.	74
Figura 32 – Vocabulário, regras e derivação de uma gramática da forma.	75
Figura 33 – Alguns dos exemplares estudados das casas de pradaria de Frank Lloyd Wright	75
Figura 34 – Diagrama de variações compositivas das casas de pradaria.....	76
Figura 35 - Sequência do trabalho: demarcação das áreas existentes e linhas mestres; áreas de exceção; marcos do território; visualização de densidade; perspectiva; e planta.	83
Figura 36 - Distribuição do uso residencial de acordo com os atratores predefinidos.	84
Figura 37 - Projeto renderizado para Tianjin, China.....	86
Figura 38 - "Geometrical inputs".	87
Figura 39 - Resultados do estudo. Na página anterior, à esquerda, três modelos de malha; à direita e acima, a interface de manejo dos dados separados em escalas e abaixo, a distribuição dos usos comercial e residencial no plano. Após, o fluxograma do projeto.....	88
Figura 40 - Interface do Rhinoceros®.	90
Figura 41 - Interface do Grasshopper.....	91
Figura 42 - Área de trabalho do Grasshopper® com componentes inseridos por arrasto e janela de pesquisa por texto.	92
Figura 43 – Componentes e ligações do Grasshopper®.	93
Figura 44 - Desenho esquemático - em vermelho, o polígono de estudo; em preto pontilhado, a área de abrangência; e em azul, as linhas dos eixos viários adjacentes.	96
Figura 45 - Desenho esquemático com a adição dos eixos viários dentro da poligonal.....	96
Figura 46 - Desenho esquemático com o mapeamento dos equipamentos.	97
Figura 47 - Desenho esquemático dos raios de influência dos equipamentos e o alcance das quadras.	97
Figura 48 - Desenho esquemático com o lançamento dos novos equipamentos.	98
Figura 49 - Desenho esquemático da divisão das superfícies.	98
Figura 50 - Quadras após o <i>offset</i>	99
Figura 51 - Quadras subdivididas com a seleção das superfícies mais próximas aos pontos de equipamentos.....	99

Figura 52 - Quadras divididas de acordo com a área do equipamento, com a seleção do lote mais próximo.	100
Figura 53 - Desenho esquemático com os lotes de equipamentos e os demais lotes.	100
Figura 54 - Desenho esquemático com os lotes e a seleção por distância da curva manipulável, em vermelho.	100
Figura 55 - Setor Habitacional Jóquei Clube.	103
Figura 56 - Mapa da área de estudo com eixos viários em azul escuro, polígonos de saúde em vermelho, educação em amarelo, educação infantil em azul claro e espaços públicos em verde.	106
Figura 57 - <i>Inputs</i> da malha urbana e visualização com os eixos viários da lateral esquerda selecionados (em verde).	108
Figura 58 - Divisão vertical conforme critério de dimensionamento de quadras (na visualização do Rhinoceros e do Grasshopper, respectivamente).	109
Figura 59 - Divisão da malha no sentido vertical e horizontal, conforme visualização no Rhinoceros e no Grasshopper, respectivamente.	110
Figura 60 - Mapeamento dos equipamentos existentes ou projetados nas áreas contíguas ao projeto.	112
Figura 61 - Mapa com a representação de cores de abrangência e algoritmos no Grasshopper®, com os cores vermelho, azul, amarelo e verde demonstrando as áreas dentro do raio de abrangência e branco nas áreas mais distantes.	113
Figura 62 – Algoritmo no Grasshopper® para a visualização dos raios de abrangência dos equipamentos de saúde.	114
Figura 63 – Algoritmo dos equipamentos considerados no estudo, no Grasshopper®.	114
Figura 64 – Visualizações no Rhinoceros®, Grasshopper® e Galápagos (primeira imagem) e detalhe da tela do Galápagos (segunda imagem) realizando o cálculo de otimização da distribuição dos espaços públicos na poligonal de projeto.	115
Figura 65 – Mapas com abrangência dos equipamentos projetados.	116
Figura 66 - Visualização obtida no Rhinoceros das superfícies das quadras, com as quadras que conterão equipamentos destacadas.	117
Figura 67 - Detalhe com os offsets de calçada e via com raio de giro e mapa geral da poligonal.	118
Figura 68 - Visualização do Grasshopper® com o método 01 de divisão por área.	119

Figura 69 - Visualização da divisão da quadra no Rhinoceros®.....	119
Figura 70 - Visualização do Grasshopper® com o método 02 de divisão por área.....	120
Figura 71 - Visualização do Rhinoceros do método 02 de divisão de quadra.....	120
Figura 72 - Algoritmo com a segunda divisão da área para obtenção do lote (destacado em verde).....	121
Figura 73 - Visualização da segunda divisão no Rhinoceros, com o destaque do lote do equipamento.	121
Figura 74 - Algoritmo de divisão da quadra com mais de um equipamento.....	122
Figura 75 - Visualização da divisão da quadra no Rhinoceros.....	122
Figura 76 - Grasshopper com os componentes de divisão das áreas restantes.	123
Figura 77 - Visualização do Rhinoceros com as quadras divididas.....	124
Figura 78 - Mapa com os usos no Rhinoceros, com a linha que define o uso 'comercial' destacada em verde.	125
Figura 79 - Algoritmo com os <i>inputs</i> de curvas e definição de usos, com a curva 'comercial' destacada em verde.	126
Figura 80 - Parâmetros urbanísticos estipulados por uso.....	127
Figura 81 – Vista de topo da poligonal com a distribuição de usos e volumetria.....	128
Figura 82 - Volumetria resultante dos parâmetros urbanísticos estipulados.....	129
Figura 83 - Algoritmo no Grasshopper para o cálculo dos índices urbanísticos.	130
Figura 84 - Cenário 01 - Parâmetros urbanísticos.	131
Figura 85 - Cenário 01 - Visualização de topo com as quadras permeáveis.	132
Figura 86 - Cenário 01 - Vistas aéreas da volumetria do plano de ocupação.	133
Figura 87 - Cenário 01 - Índices urbanísticos.....	134
Figura 88 - Cenário 02 – Parâmetros urbanísticos.	135
Figura 89 - Cenário 02 - Vista de topo com a área parcelada e o restante permeável.....	136
Figura 90 - Cenário 02 - Vista de topo do plano de ocupação.	137
Figura 91 - Cenário 02 - Vista aérea da volumetria.	137
Figura 92 - Cenário 02 - Índices urbanísticos.....	138
Figura 93 - Cenários dos planos de ocupação.	141
Figura 94 - Vistas aéreas dos cenários.....	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo de urbanização das regiões do Brasil.....	42
Tabela 2 – Parâmetros para o estudo urbanístico	95
Tabela 3 - Parâmetros urbanísticos dos cenários.....	140
Tabela 4 - Índices urbanísticos dos cenários.	140

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problemática.....	13
1.2	Hipótese.....	18
1.3	Objetivos.....	19
1.4	Procedimentos metodológicos.....	19
2	CIDADES, URBANIZAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO	22
2.1	Histórico.....	22
2.1.1	Cidades indianas	23
2.1.2	Cidades-estado gregas	26
2.1.3	Império romano	28
2.1.4	Idade Média	30
2.1.5	Idade Moderna.....	32
2.1.6	Modernismo.....	39
2.2	O Distrito Federal.....	41
2.2.1	Evolução urbana.....	46
2.2.2	Plano Diretor de Ordenamento Territorial	48
2.2.3	Considerações sobre a análise diacrônica do DF.....	51
3	CIDADES INTELIGENTES.....	54
3.1	Desenvolvimento urbano em Viena	55
3.2	A vitalidade urbana e o planejamento global.....	58
3.3	Mobilidade.....	60
3.4	Calçadas vivas	62
3.5	Múltiplos usos.....	64
3.6	Densidade e gabarito.....	65
3.7	Cidade flexível.....	67
4	A EVOLUÇÃO DOS MÉTODOS COMPUTACIONAIS	70
4.1	Gramática da forma.....	71
4.2	Parâmetros	77
4.3	Algoritmos.....	79
5	ALGORITMOS NO URBANISMO	81

5.1	GIS, CAD e grasshopper	82
5.2	Para-Form	85
5.3	Citymaker	86
6	MATERIAIS E MÉTODOS	89
6.1	Equipamentos e softwares utilizados.....	89
6.1.1	Equipamento utilizado	89
6.1.2	Rhinoceros®	89
6.1.3	Grasshopper®	90
6.2	Aplicação dos métodos.....	94
6.2.1	Parametrização	94
6.2.1.1	Parâmetros urbanos	95
6.2.2	Algoritmo para a malha urbana	95
6.2.3	Algoritmo para o plano de ocupação.....	98
7	EXPERIMENTO URBANÍSTICO	102
7.1	Área de estudo.....	102
7.1.1	Caracterização da área.....	102
7.1.2	Condicionantes	104
7.1.3	População Estimada.....	105
7.1.4	Mapeamento	106
7.2	Malha urbana.....	107
7.3	Plano de ocupação.....	117
7.4	Outros cenários.....	130
7.4.1	Cenário 01	131
7.4.2	Cenário 02	134
7.5	Discussão dos resultados.....	138
7.5.1	Limitações	138
7.5.2	Comparativos	140
8	CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	144
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145

1 INTRODUÇÃO

Diante das mais diversas aplicabilidades tecnológicas em apoio aos processos de pesquisa e de projeto, este trabalho é resultado de uma busca por justificativas matemáticas para a produção urbanística que consiga, ainda que de forma sutil, considerar a dinâmica da cidade. Utilizamos o conceito do algoritmo na elaboração de uma sequência de etapas que gerarão planos de ocupação de uma área em estudo. Tal algoritmo é chamado de generativo, pois produz a forma a partir dos parâmetros de entrada, componentes, equações, e tudo mais que compõe o algoritmo.

Sem a intenção de simplificar sobre o contexto da produção de projetos de urbanismo, a tentativa de análise do território é aqui estabelecida através da perspectiva do usuário, com a interpretação de características implantadas, como eixos viários, distribuição de usos e equipamentos que compõe o rol de serviços básicos, cuja importância é decorrente de observações realizadas ao longo do processo de projeto urbano e pelos problemas e críticas sociais advindos da ocupação do espaço.

Propõe-se o estudo da cidade, mas somos conscientes de que a cidade é bem mais do que o espaço projetado. As interações sociais que acontecem no espaço urbano tem o poder de potencializar ou de degradar o ambiente, tanto quanto a falta de exploração espacial ou de planejamento.

No que tange às proposições da cidade, foi elaborado um repertório teórico sobre a vitalidade urbana, os elementos, as disposições deles e as características que os espaços vivos e ativos possuem. Para isso, utilizaram-se conhecimentos obtidos em curso sobre “Cidades inteligentes” na Áustria, com um riquíssimo repertório acerca do planejamento urbano em Viena, e outras fontes de ampla aceitação como Jane Jacobs, Yan Gehl e Christopher Alexander. Dessas fontes extraíram-se elementos mínimos necessários ao bom funcionamento da cidade, que foram aproveitados como elementos base para a elaboração da estrutura algorítmica a ser utilizada no plano de ocupação urbanístico.

Beirão e Duarte (2011) elaboraram diversos estudos sobre a questão da utilização de métodos matemáticos no processo de elaboração de projetos urbanísticos. Eles relatam que, no decorrer do crescimento das cidades, a incerteza e a complexidade são paradigmas

dominantes. São tantos os fatores que interferem na gestão e no desenvolvimento do território que suas características ao longo do tempo são difíceis de serem previstas.

Conforme Beirão e Duarte,

Com o objetivo de progredir para sistemas de projeto mais eficientes, precisamos desenvolver plataformas muito flexíveis e interativas que sejam capazes de acessar a complexidade dos sistemas urbanos sem interferir com o típico procedimento de exploração de projeto indeterminado que os projetistas adotam. [...] Projetar planos urbanos com gramática da forma (STINY e GIPS, 1972) estabelece sistemas de planejamento que contém flexibilidade explícita e implícita que pode ser utilizada como características adaptáveis em uma implementação no “mundo real” aonde essas características tornam-se extremamente importantes (BEIRÃO e DUARTE, 2011, p. 74, tradução nossa).

A utilização do algoritmo permite a construção de uma base teórica consistente para articular as propostas do novo estudo urbanístico, além de possibilitar o teste e a verificação de alternativas de projeto de modo ágil e em tempo real. Tal abordagem traz à tona a discussão sobre as práticas urbanas possíveis através da tecnologia computacional, que torna viável a manipulação de grande quantidade de informações.

Este trabalho questiona a forma atual de se elaborar projetos urbanísticos e lança mão das novas ferramentas para uma nova proposição na forma de se ver e se pensar o urbanismo através do sistema generativo. O arquiteto urbanista incorpora a utilização da matemática e dos algoritmos para elaborar uma estrutura lógica de leitura do espaço e trabalha como analista na escolha de soluções adequadas à realidade do projeto.

1.1 Problemática

O planejamento urbano, por definição, é o “processo de escolher um conjunto de ações consideradas as mais adequadas para conduzir a situação atual na direção dos objetivos desejados” (SABOYA, 2008). Originada da Inglaterra e dos Estados Unidos, essa expressão mostra a “mudança na forma de encarar a cidade e seus problemas”. Conforme Hall (2002, apud SABOYA, 2008), a mudança de pensamento ocorreu

[...] da velha ideia de planejamento como a produção de projetos para cidade desejada do futuro para uma nova ideia de planejamento como uma série continua de controles sobre o desenvolvimento de uma área, auxiliados por mecanismos que buscam simular o processo de desenvolvimento de forma que esse controle possa ser aplicado.

Essa visão de continuidade do planejamento compactua com a visão sistêmica exposta por McLoughlin (apud SABOYA, 2008), que retrata a cidade como “um sistema composto por

partes (atividades humanas e os espaços que as suportam) intimamente conectadas (fluxos e canais de circulação)”. O desenho urbano torna-se, então, “um processo cíclico, no qual os resultados alcançados pelas ações passam a servir de objeto de análise que gera retroalimentações para as outras fases do processo” (SABOYA, 2008).

Em sua concepção, o planejamento busca ter visão em longo prazo, ajustando as demandas sociais para prever cidades com infraestrutura e miscelânea de usos satisfatórias. Porém a constante mudança econômica e política das cidades faz com que muitos projetos sejam elaborados com agilidade e sem critérios mínimos de qualidade dos espaços, gerando projetos pobres e ineficientes desenhados para o atendimento focado na demanda habitacional, em detrimento de outros quesitos que são inerentes à promoção do direito à cidade¹. Não são vistas, portanto, as características do planejamento.

Tal afirmação pode ser observada na criação de condomínios fechados alienados à integração urbana e ao convívio social. Pode ser visto, também, na implantação de parcelamentos urbanos impressos no território, sem o cuidado com a interligação de áreas existentes e ainda com deficiência de infraestrutura de saneamento, equipamentos, comércio e transportes. Essas configurações criam áreas residenciais extremamente dependentes das áreas vizinhas.

A questão da urbanização acelerada no Distrito Federal provém de sua história. O adensamento populacional do DF se deu com o estabelecimento da capital da República no quadrilátero Cruls, delimitado em 1955. A construção da cidade de Brasília motivou muitos construtores, os candangos, a se estabelecerem em acampamentos, locais nos quais diariamente havia ônibus para levar os trabalhadores ao canteiro de obras. A situação perdurou-se não somente até a inauguração de Brasília, como alguns desses assentamentos se fixaram e geraram cidades-satélites (BARROS, 1998).

¹ O direito à cidade é fruto da interpretação do Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001) no que diz respeito à função social da cidade e da propriedade urbana. O art. 2º da referida lei versa sobre o objetivo da política urbana e estabelece, no inciso I, a garantia às presentes e futuras gerações do que chamamos aqui do direito à cidade, quer seja o direito à “cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer”.

As variáveis sopesadas à época da transferência da capital – geopolíticas, ambientais, geográficas e econômicas –, falharam na elaboração de projeto para redirecionar os imigrantes. “Por essa falha no pensar o todo urbano, Brasília teve um aporte de pessoas superior à oferta de trabalho e moradia para todos” (PAVIANI, 2010). Criaram-se então núcleos residenciais sem condições socioeconômicas para a retenção dos trabalhadores, mantendo a ligação desses com o núcleo central do Plano Piloto, concentrador de empregos e causando excessivo impacto na infraestrutura viária pelo congestionamento de automóveis derivados do movimento pendular.

Essas características permanecem na atual leitura do território do Distrito Federal. As ocupações irregulares – em força-tarefa para regularização –, a concentração de empregos, o transporte coletivo precário e a falta de planejamento das ocupações são predominantes. As cidades satélites, cidades-dormitórios, geridas pelo processo de urbanização acelerado e amplamente criticadas por estudiosos, são uma das consequências do processo de apropriação do território, e os transportes públicos ainda se baseiam no percurso moradia-trabalho. Mas o maior problema é a interpretação da demanda por moradia e a tentativa de saná-la com a persistência desse modelo, construindo mais cidades-dormitórios.

A discussão de projetos urbanísticos no caso do Distrito Federal, que possui muitas áreas públicas não-parceladas e sob a ação de grileiros de terras e de oportunistas, se dá sempre no intuito de atender demandas imediatas, para atender órgãos públicos e interesses governamentais. Como ocorre um replanejamento de todas as ações governamentais, devido à duração de quatro anos dos mandatos, há prejuízo na gestão das áreas públicas e na ocupação do território.

Os projetos de urbanismo são elaborados aleatoriamente, oriundos de demanda pontual como gerar habitações ou equipamentos públicos, por exemplo, sem se considerar as potencialidades presentes no território para justificativa da proposta elaborada, e se resumem na replicação de projetos habitacionais em terrenos ociosos, ainda que essas áreas implantadas já tenham refletido deficiências de planejamento. As deficiências citadas podem ser vistas na sobrecarga dos equipamentos públicos, nos congestionamentos do sistema viário, na deficiência de polos de comércio, serviços e empregos que culminam na predominância do movimento pendular com sentido único.

Richard Rogers (2001, p. 153) diz que

atualmente estamos construindo cidades que segregam e brutalizam em vez de emancipar e civilizar. Mas a recente evolução em nossas atitudes em direção a um ambiente natural nos proporciona um modelo útil. [...] Estamos acostumados a pensar sobre a natureza como sendo um valor essencial, precisamos agora pensar no âmbito público de maneira similar e investir nas vidas e espaços públicos de nossos cidadãos.

Passamos a pensar na vitalidade urbana como questão inerente ao bem-estar da sociedade. Revisando os exemplos de espaços urbanos degradados e subutilizados, percebemos que, além da dinâmica natural da cidade, que altera o uso dos espaços e requer adaptações para a reativação de certas áreas, necessitamos requisitos básicos para a promoção do urbanismo funcional e colaborativo. Nesses termos, entendemos que a cidade deve ser palco a todas as manifestações de interesse dos cidadãos, e deve promover encontros e suporte para a urbanidade.

Na exploração de características do planejamento urbano de Viena, percebe-se que foi elaborada uma extensiva análise do perfil populacional de cada lugar, para definir questões como equipamentos públicos necessários, raios de ação, largura de calçadas, etc. A interpretação do espaço descentralizado, polinucleado, considera como ponto crucial a mobilidade nos percursos corriqueiros, como entre os equipamentos públicos, as residências e os locais de trabalho, considerando as distâncias em raios máximos a serem alcançados a pé ou de bicicleta. Os espaços públicos devem atender em tamanho e função as características da localização e do bairro em que se inserem (MA 18, 2013).

O departamento de urbanismo da Cidade de Viena entende, também, que a concentração de vias de circulação com terminais de transportes públicos propiciam a criação de centros comerciais de caráter local com prestadores de serviços, benéficos à vida dos moradores. Richard Rogers (2001, p. 125), diz que “o projeto de cidades vizinhas começa com um sistema integrado de transportes”. A consolidação de eixos viários carrega consigo a concentração de atividades comerciais, que precisam exatamente dessa dinâmica de circulação para terem sucesso.

O convite para as pessoas utilizarem a cidade vem, também, da diversidade de usos e de calçadas seguras. As calçadas para serem seguras dependem do olhar dos moradores e transeuntes sobre ela, com a presença de comércio, com a abertura de janelas voltadas para a rua, com a diminuição dos muros e dos bloqueios visuais. A cidade pensada na

dimensão do pedestre adquire outros significados, outra percepção, e outra abrangência. O raio de ação se contrai, os percursos diminuem, e a velocidade de passagem também (JACOBS, 1961; GEHL, 2010).

Beirão (2004) considera as preexistências como condicionadoras das linhas mestras do plano, orientando uma malha que estrutura e hierarquiza a área de intervenção, e que as principais regras que devem ser seguidas para a vitalidade urbana são o alinhamento de fachadas, a caracterização dos espaços públicos, as volumetrias e arranjos e a densidade, de forma que a cidade não se traduza em dispersão.

A locomoção é o fator primordial para a vida urbana, portanto os eixos de transportes necessariamente precisam de continuidade e interligação com outros eixos para que sejam efetivos na mobilidade de pessoas e mercadorias. Quando é realizado o estudo urbanístico de uma área intersticial a outras já implantadas, o critério mínimo que se deve estabelecer é a conexão com as demais áreas, para que possa haver esse intercâmbio.

A multiplicidade de usos e, conseqüentemente, a proximidade entre a moradia e o trabalho, resguardam o convívio familiar e criam pequenos núcleos de trabalho, que devem ofertar atividades variadas. Podem ser dispostos em praças ou em ruas de pedestres, que sejam contíguas às vias de acesso veicular (ALEXANDER, 2013). Rogers (2001, p. 166) sintetiza que

é o sistema de transportes que tornará uma cidade sustentável ou não. Comunidades compactas de uso misto devem ser agrupadas em torno de núcleos de transporte público, com a comunidade planejada em torno de distâncias capazes de serem vencidas a pé ou de bicicleta.

Dana Cuff, arquiteta e fundadora do CityLAB na UCLA – Universidade da Califórnia, Los Angeles – entende que o problema de projetos urbanos é que eles desenham cidades que retratam a visão de um único momento no tempo, desconsiderando as inevitáveis mudanças econômicas, sociais e políticas (In VEREBES, 2013, p.23-27). As cidades são dinâmicas, transmutáveis. Mais que uma plotagem de um desenho no território, o espaço urbano é fruto da interação da sociedade no território. A cidade não tem fórmula. Ao invés de se lançar mão de um projeto acabado, pode-se utilizar como estratégia um ponto de partida, um eixo, um norte.

Verebes (2013, p. 23, tradução nossa) diz que “ainda precisamos projetar para o futuro e gerenciar as mudanças efetivamente”. Ele acredita que “as ferramentas de projeto urbano

convencionais são incapazes de gerir a indeterminação fundamental da maneira como as cidades se desenvolvem, crescem e mudam”.

A discussão em torno dos projetos urbanísticos realizados da forma tradicional considera que o processo de tomada de decisões ocorre de cima para baixo – “*top-down*” –, com o projetista tomando as decisões que acha cabíveis conforme o conhecimento obtido, enquanto que o papel da utilização de ferramentas computacionais generativas, paramétricas e algorítmicas leva a uma abordagem de baixo para cima – “*bottom-up*” –, na qual, a partir da definição de parâmetros de base pelo projetista, o computador toma as grandes decisões (TERZIDIS, 2006; VEREBES, 2013).

A posição assumida é simplesmente que aparentemente estamos apenas à beira de uma mudança de paradigma, que vai finalmente permitir a concepção e o planejamento de infraestrutura urbana de grande escala para abraçar tanto a exploração do desenho paramétrico e a correlação com sistemas multivalentes quanto a exploração de comportamentos emergentes em sistemas dinâmicos altamente complexos e acoplados. Em suma, como urbanistas das cidades do futuro, seremos capazes de, com mais precisão, com mais ‘ingenuidade formal’ e confiança, quebrar a monotonia e a homogeneidade do modo de planejamento do século XX e começar a engendrar e permitir vitalidade urbana através da incorporação de uma complexidade emergente e inteligente, heterogênea, e da fluidez urbana, como modelado e testado através de ambos os processos generativos e paramétricos (GERBER, In VEREBES, 2013, p. 186, tradução nossa).

Com esta reflexão, nos perguntamos: “há um método de projeto algoritmo-paramétrico que pode aliar a interpretação da malha urbana implantada com os quesitos de vitalidade urbana para gerar traçados urbanísticos prospectivos e generativos?”

1.2 Hipótese

Entendemos que a utilização de parâmetros em uma base algorítmica permite a elaboração de uma sequência de ações que considere a malha urbana existente e os parâmetros de vitalidade urbana para promover estudos urbanísticos justificados em áreas vazias inseridas na malha. Tal procedimento possibilita a substituição dos elementos originais, admitindo a aplicação do modelo algorítmico em diversas situações, e a manipulação de variáveis, para adequar as opções-resposta e gerar alternativas de projeto.

A proposta é elaborar uma estrutura algorítmica que leia a malha urbana existente no entorno do polígono estipulado para o estudo urbanístico (Jóquei Clube, no Distrito Federal, seção 7.1) através de duas tipologias de representação: as linhas, que conterão os eixos

viários implantados e a delimitação do polígono de projeto; e os pontos, que representarão as edificações que possuem uso de equipamento público ou coletivo e as áreas abertas que se configurem como espaços públicos. A essa base serão incorporadas as variáveis que foram levantadas com o estudo de quesitos que promovem a vitalidade urbana nas cidades, e, com esse conjunto, verificaremos se é possível criar um sistema generativo para a elaboração de estudos urbanísticos em áreas intersticiais.

1.3 Objetivos

O objetivo desta pesquisa é explorar os potenciais descritivos e generativos dos métodos algorítmicos para a elaboração de estudos urbanísticos.

Busca-se, especificamente:

- Discutir a contribuição dos algoritmos como método de produção de urbanismo generativo;
- Definir uma base algorítmica que promova a leitura do território implantado;
- Desenvolver essa base para a inserção de parâmetros e elementos manipuláveis a serem utilizados para tornar possível a elaboração de diferentes planos de ocupação;
- Entender a contribuição que tal método pode gerar na produção urbanística.

1.4 Procedimentos metodológicos

Todo tipo de pensamento [...] é baseado em informação ou evidência que [...] devem ser retiradas diretamente ou indiretamente do meio e que são utilizadas em uma tentativa de satisfazer alguma exigência da ocasião em que o pensamento ocorre. (BARTLETT, 1958, p. 11-12, tradução nossa)

Para a elaboração dos estudos, optamos por utilizar o *plugin* Grasshopper® como ferramenta. Ele é um editor gráfico de algoritmos integrado ao software de modelagem 3D Rhinoceros, que pode ser trabalhado com os componentes já desenvolvidos para ele ou podemos utilizar linguagem de programação – como Visual Basic, C# (componentes presentes na versão padrão do Grasshopper) e Python (componente ‘GhPython’, desenvolvido pela McNeel para a plataforma do Grasshopper) – para tarefas específicas ou repetitivas.

Optou-se por essa ferramenta pela facilidade e versatilidade de se trabalhar com a interface do Grasshopper, e a associação da visualização dos resultados no Rhinoceros facilita a compatibilidade do desenho final com outros aplicativos CAD.

Apresentamos a seguir as etapas realizadas, de forma resumida. Para o detalhamento e exemplificação do processo concretizado, ver capítulo 6.

a. Definição da poligonal de estudo e da área de influência

Demarcação da poligonal do estudo urbanístico, desocupada, e proposição da área de ação, que é composta pela malha urbana existente contígua ao polígono de projeto. O polígono foi ser desenhado em ambiente CAD (*computer-aided design*), em polilinha fechada.

b. Mapeamento da área de influência

Levantamento de dados da área de influência da malha urbana existente contígua ao polígono de estudo (item a) e mapeamento de dados, com a leitura dos eixos viários existentes como elementos lineares e dos equipamentos e espaços públicos como elementos pontuais. Essa etapa é única para cada nova área de influência, uma vez que se trata da leitura do território implantado. Tal mapeamento pode ser realizado em qualquer ambiente CAD ou, idealmente, ser elaborado dentro Rhinoceros. É importante que cada categorização de linhas e pontos esteja em uma camada específica de dados; p. ex.: linha de eixos viários na camada “EIXOS”, pontos de espaços públicos categorizados em camadas como “ESPAÇOS PUBLICOS”, “CENTROS DE SAÚDE”, etc.

c. Grasshopper®

O *Grasshopper*, editor gráfico de algoritmos (ver seção 6.1.3), possui diversos componentes e plug-ins desenvolvidos para as mais variadas tarefas, que foram utilizados conforme a especificidade deste estudo. A base algorítmica gera a interpretação da malha urbana existente para o lançamento do traçado preliminar, e, a partir dessa malha, é produzido o modelo do plano de ocupação, com a inserção de variáveis que permitem a manipulação das características do território, como o número máximo de pavimentos, a densidade populacional e o coeficiente de aproveitamento do cenário aplicado ao território.

d. Algoritmo para a malha urbana – sistema viário

O algoritmo foi elaborado considerando os elementos mapeados no item 'b' de forma a gerar o traçado do novo sistema viário, interconectando os eixos existentes e incorporando parâmetros de dimensionamento de quadras.

e. Algoritmo para a malha urbana – equipamentos

Foram incorporados os equipamentos públicos considerados para esta pesquisa: postos de saúde, escolas infantis, escolas de ensino fundamental e espaços públicos abertos. Tais equipamentos foram equalizados através da utilização de um solucionador evolutivo, o Galápagos, para otimizar o lançamento dos novos equipamentos dentro da poligonal de estudo, considerando o raio de influência de cada equipamento.

f. Algoritmo para o plano de ocupação

Com a malha urbana lançada, delimitou-se as quadras e procedeu-se às divisões em lotes, de forma a resguardar os lotes dos novos equipamentos. Após a divisão, fez-se a distribuição de usos do solo, que ocorreu através da criação de curvas de atração parametrizadas. Tem-se, então, a inserção de parâmetros urbanísticos, como gabarito e taxa de ocupação, e o cálculo de áreas construídas e densidade populacional resultante.

g. Cenários e avaliação do resultado

Foram elaborados cenários através da matriz algoritmo-paramétrica, com a exposição de modelos diferenciados para a mesma poligonal de estudo. Ocorreu, por fim, a análise crítica do produto obtido, com possibilidade de replicação do método em outras poligonais de estudo (áreas ociosas e passíveis de parcelamento do solo), e a discussão da viabilidade dos produtos obtidos com essa metodologia.

2 CIDADES, URBANIZAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO

2.1 Histórico

As origens da urbanidade permanecem em grande parte inacessíveis, e existem raros restos físicos anteriores às civilizações da Mesopotâmia e do Egito. Esse relato é menos preocupado com a análise e reconstrução da base de civilizações antigas do que nas razões do seu aparecimento, seu crescimento, e seu desaparecimento. A resistência da civilização é um equívoco, evidente na história dos sucessivos fracassos dos impérios e civilizações (VEREBES, 2013, p. 8, tradução nossa).

Na temporização do surgimento das cidades, parte-se da base que o desenvolvimento da agricultura foi um requisito essencial para o nascimento dos assentamentos urbanos. Jane Jacobs, em “A economia das cidades” (1969, apud KOSTOF, 1991), se opõe a esse pensamento ao afirmar que a agricultura e a pecuária surgiram nas cidades, que se conformaram como mercados nodais e foram alimentadas pela intensificação da agricultura. Com o cultivo sistemático de espécies de plantas e sementes comestíveis e a domesticação de animais do Período Selvagem, houve uma revolução econômica e científica que converteu o homem em sócio ativo da natureza e, com a revolução agrícola neolítica, Morris (1984) discorre que a unidade social se ampliou até alcançar a estrutura do clã.

Se aceita geralmente que as condições favoráveis para a revolução agrícola se deu inicialmente ao sul e ao leste do Mediterrâneo, na área conhecida como Crescente Fértil. [...] Em 5500 a.C., depois de ao menos três mil anos de lento desenvolvimento, existiam comunidades agrícolas firmemente estabelecidas nas terras mais elevadas, comunidades que foram descendo gradualmente em direção aos vales do Tigre e do Eufrates, a medida que secavam os depósitos de chuva e que melhoravam as técnicas de drenagem. (MORRIS, 1984, p. 16-17, tradução nossa)

Entende-se que a cidade constitui-se de uma densidade populacional que se baseia em tarefas não agrícolas, incluindo a isto uma elite culta. A produção e armazenagem de alimentos provenientes da agricultura e outras matérias primas deu, de alguma forma, o primeiro requisito para a “revolução urbana”, conforme Morris (1984). O segundo conta com a existência de alguma forma de escrita, permitindo o desenvolvimento das ciências e matemática.

Com o desenvolvimento dos aglomerados e modificação da estrutura social, foram desenvolvidos métodos de canalização e drenagem para tornar possível a manutenção das plantações em áreas menos favorecidas em comparação às margens do Nilo.

A formação da Mesopotâmia arcaica se dava através da constituição de tells, que eram construções de adobe de curta duração - aproximadamente 75 anos - que, após o desmoronamento provocado pelos agentes atmosféricos, eram reconstruídas e, por vezes, dava lugar a uma reconstrução total da cidade, depois de destruição ou desocupação. Na cidade de Ur, encontrou-se a constituição de uma cidade amuralhada, um recinto sagrado e uma cidade exterior.

A civilização suméria foi organizada no reinado de Nabucodonosor em alinhamentos retilíneos. O restante da cidade intramuros era densamente edificada com vivendas, o que justifica a tipologia das casas com pátios - local de refúgio e intimidade doméstica para se contrapor à densidade urbana. As cidades eram consideradas de crescimento orgânico, com a descoberta recente de poucos exemplos planejados.

2.1.1 Cidades indianas

Na Índia, as inundações naturais permitiram, com o controle das águas, o estabelecimento de diversas comunidades às margens do Ganges, em meados do século VI a.C. Semelhante à ocupação da Mesopotâmia, a civilização se estabelecia nas planícies mais elevadas até o desenvolvimento de tecnologia de cultivo para controle das águas dos rios. A civilização que produziu os principais centros urbanos conhecidos foi Harappa, sendo que, de seus centros, o mais documentado foi Mohenjo-Daro (Figura 1).



Figura 1 - Ruínas preservadas de Mohenjo-Daro.

Fonte: <<http://www.nationalgeographic.com/history/ancient/enlarge/mohenjo-daro.html>>

As cidades constituíram-se por uma cidadela imponente completamente separada da cidade baixa, o núcleo urbano principal (Figura 2). As cidadelas eram elevadas por ladrilhos e com muralhas de adobe que as protegiam da elevação do rio e de inimigos, sendo consideradas “refúgios” para a população nos períodos de cheias dos rios. A forma urbana na cultura de Harappa se expressava em cidadelas com retícula mais ou menos regular, com o alinhamento principal se direcionando ao centro afastado. Sugere-se que o traçado em retícula tenha sido derivado do desenho de mandalas que incluíam formulas retilíneas (KOSTOF, 1991).

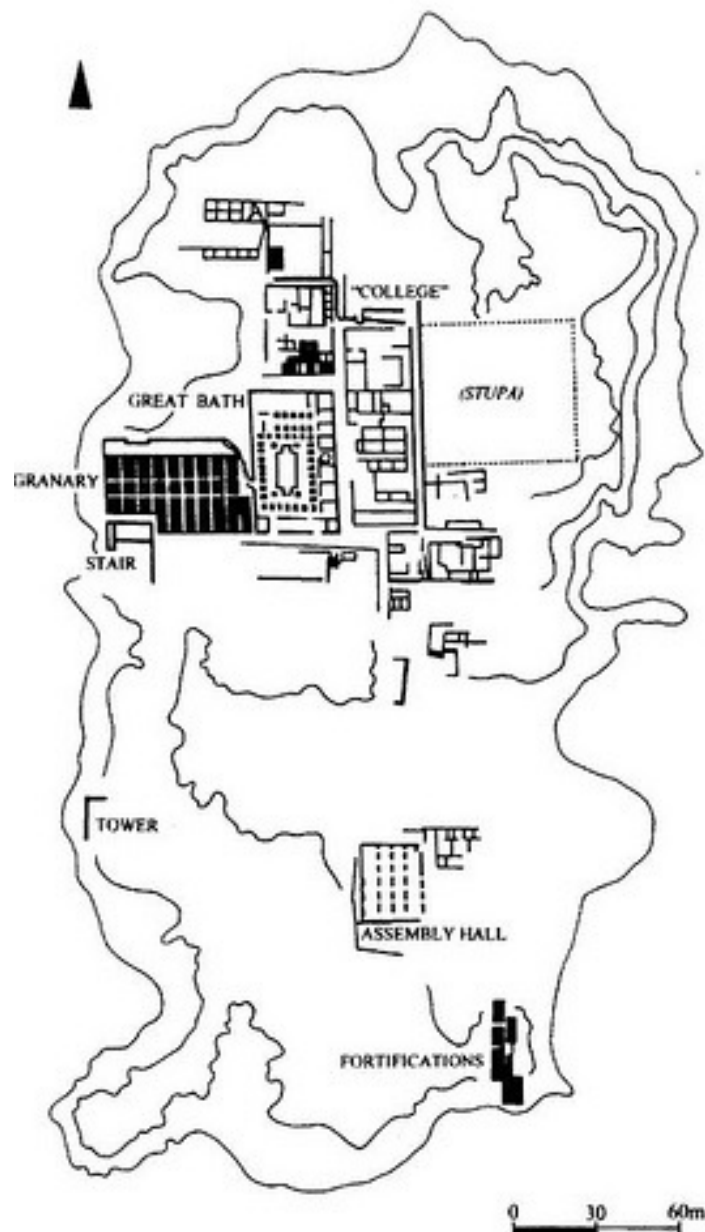


Figura 2 - Plano de Mohenjo-Daro.

Fonte: <<https://www.flickr.com/photos/quadralectics/8423997648/>>

Há de se considerar que a suposição de um planejamento, derivada das características expostas mais adiante, diferencia essa tipologia da disposição orgânica comum à época e também da composição em retícula vista em Kahun, no Antigo Egito (Figura 3 e Figura 4), cujo alinhamento construtivo é justificado pela simplicidade e facilidade na disposição dos edifícios (MORRIS, 1984).



Figura 3 - Projeção do plano de Kahun - malha retilínea como fim em si mesma.
Fonte: <<http://www.touregypt.net/featurestories/kahun.htm>>

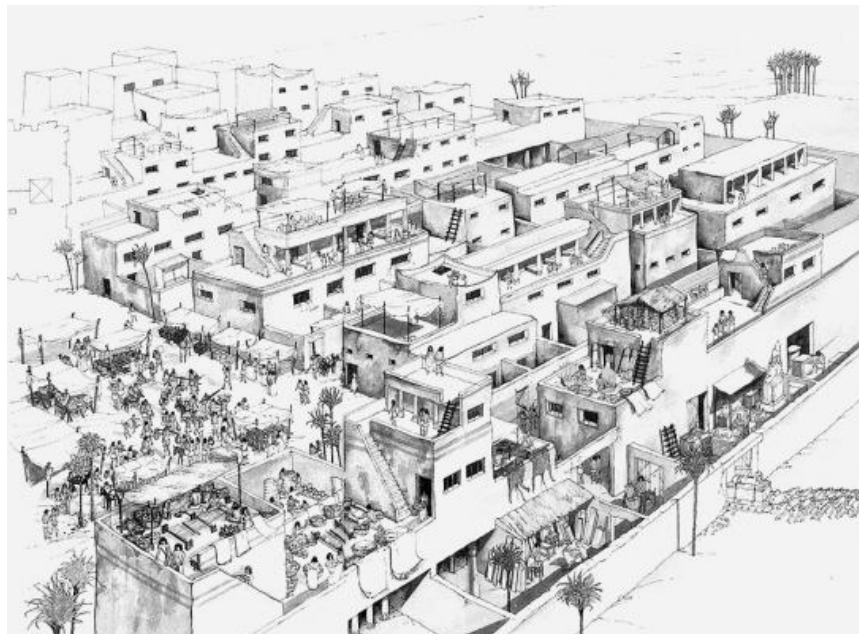


Figura 4 - Simulação de Kahun, modelo reliníneo sem indícios de planejamento urbano.
Fonte: <<http://architektonator.blogspot.com.br/2013/04/kahun-al-lahun-miasto-starozytny-egipt.html>>

As descobertas na cidade consideram a existência de diferentes tipologias construtivas, e a conformação urbana entende como talvez um dos primeiros modelos de planejamento

urbano, talvez pela composição ou ainda pela necessidade de reconstrução dos espaços ao longo do tempo, que, com a ação desastrosa das inundações, levava à substituição parcial ou total das construções e do traçado urbano. As residências eram acessíveis por ruas menores, dispostas em ângulo reto em relação às principais, e foram identificadas vias comerciais com clara hierarquia.

2.1.2 Cidades-estado gregas

A cidade grega, com seus limites claramente definidos, sua forma urbana compacta e – ao menos aparentemente – sua vida social integrada, apresenta conquistas sem paralelo no urbanismo moderno.

Kostof (1991) entende que nenhum desses exemplos de utilização da grelha pode ser considerado um sistema coordenado: edificações públicas e residências não foram trabalhadas juntamente. O foco foram as ruas principais e os espaços públicos, com o arranjo posterior das residências.

As cidades da China e da Grécia podem ser consideradas unidades formais de planejamento. Cidades chinesas, compostas em diagramas, configuram a malha urbana com o contexto da inserção do palácio principal em relação à cidade. A Grécia, com o surgimento de novos núcleos urbanos como consequência da colonização, propiciou a criação de um sistema traçado com base geométrica, utilizado no século VIII a.C. em Megara Hiblea (Figura 5).

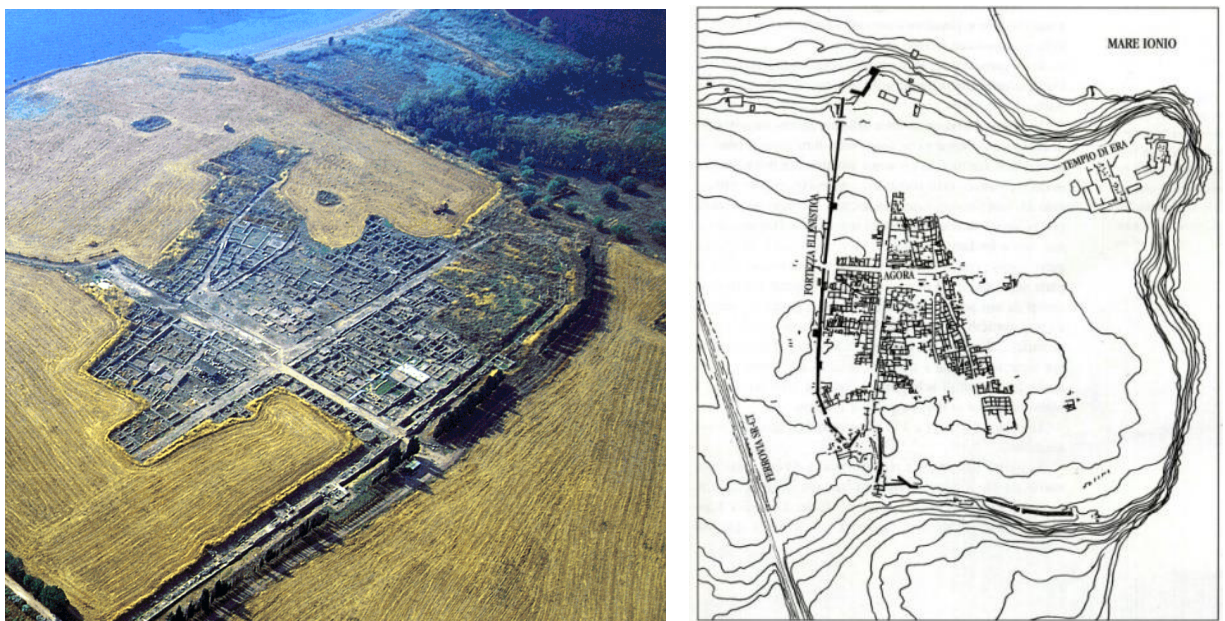


Figura 5 - Ruínas de Megara Hiblea.

Fonte: <<http://www.cabiancav.it/PARCHI%20ARCHEOLOGICI/Parchi%20Archeologici.htm>>

Ao longo do século V a.C., desenvolveram-se mais cidades segundo as teorias urbanísticas de Hipodamos. Sendo considerado um dos primeiros urbanistas, ele entendia que a cidade ideal deveria ser dividida em três porções: a sagrada, a pública e a privada (KOSTOF, 1991). Hipodamos observava também a orientação, o posicionamento da ágora como espaço cívico isolado e considerava o dimensionamento das ruas de acordo com os usos inseridos nelas. Foi a princípio considerado um dos primeiros pensadores da malha regular em grelha, antes da descoberta das cidades indianas de Harappa e Mohenjo-Daro.

Uma das cidades projetadas por Hipodamos foi Mileto (Figura 6), que, depois de destruída com o saque dos persas, foi reconstruída seguindo a grelha e os estudos urbanísticos do arquiteto grego. No plano, observa-se que a quadrícula regular ignora o relevo e se destina basicamente à habitação, sendo que os edifícios e lugares públicos se distribuem fora da malha e separam a cidade nas três classes pregadas por Hipodamos: artesã, fazendeira e operária.

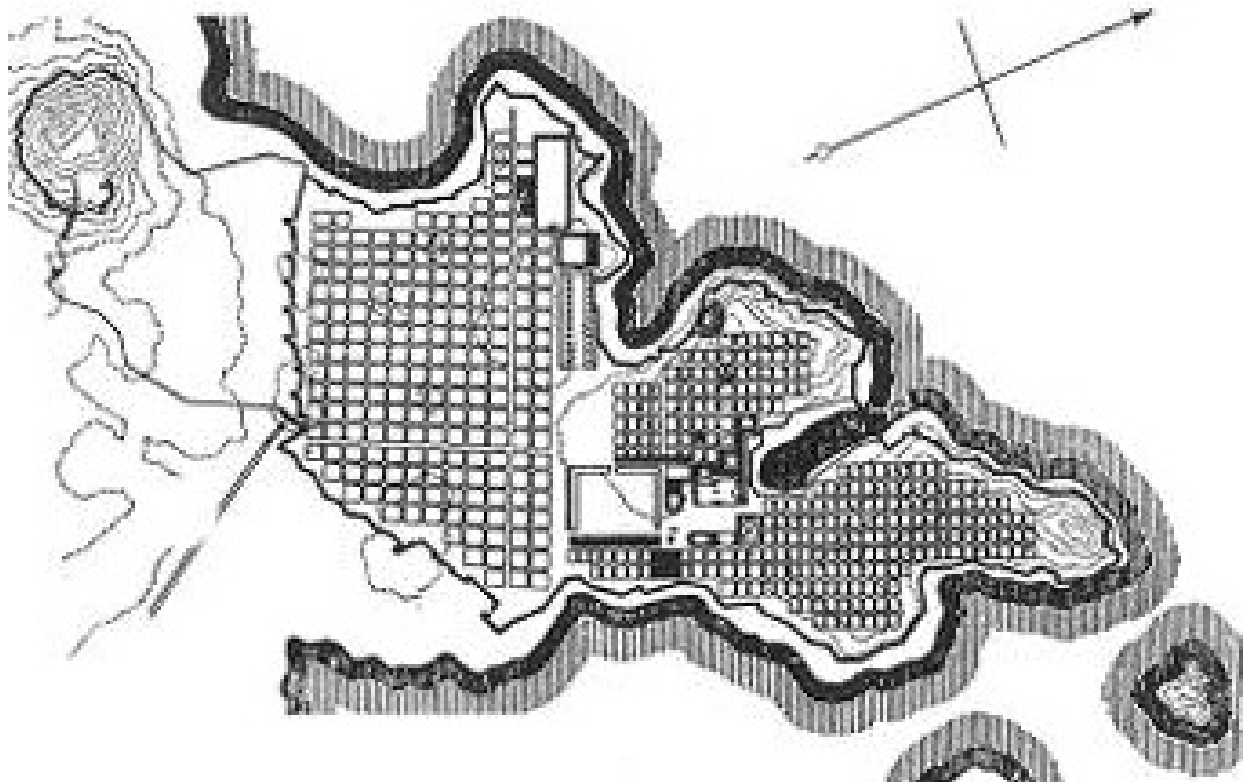


Figura 6 – Plano de Mileto, tradução dos ideais de Hipodamos.

Fonte: <http://elartedelurbanismo.wordpress.com/2012/02/17/hipodamo-de-mileto/>

2.1.3 Império romano

Ainda que tenha havido o desestimo da obra romana que foi considerada cópia da grega, é inegável que os romanos possuíam uma capacidade de organização traduzida na constituição do império. Os engenheiros romanos adotaram traçados simples nos assentamentos urbanos planejados nas províncias, com a formação da “castra”, que funcionava como centro provisional para atividades militares locais, composta por um fórum localizado na confluência de vias com hierarquia de maior fluxo.

Timgad, cidade com uma das formas mais puras e cujas ruínas estão bem preservadas (Figura 7), possui malha de 355m de largura. Nos planos romanos, o fórum ocupa lugar de destaque próximo ao cruzamento de ruas importantes hierarquicamente (Figura 8), e o anfiteatro se situa do lado de fora das muralhas. Kostof (1991) discorre ainda que os edifícios públicos adicionais que se fizeram necessários foram construídos fora da malha (Figura 9), em uma distribuição menos rigorosa que a primeira. Verona, na Itália, fundada em 89 a.C., ainda mantém a malha romana, com o fórum fusiforme na confluência de vias de maior fluxo.



Figura 7 - Vista aérea de Timgad com malha regular.
Fonte: <<http://notes-from-the-waitingroom.com/tag/timgad/>>



Figura 8 - Rua leste-oeste principal de Timgad.

Fonte: <http://traveltripjourney.blogspot.com.br/2013/02/timgad-batna-algeria.html>

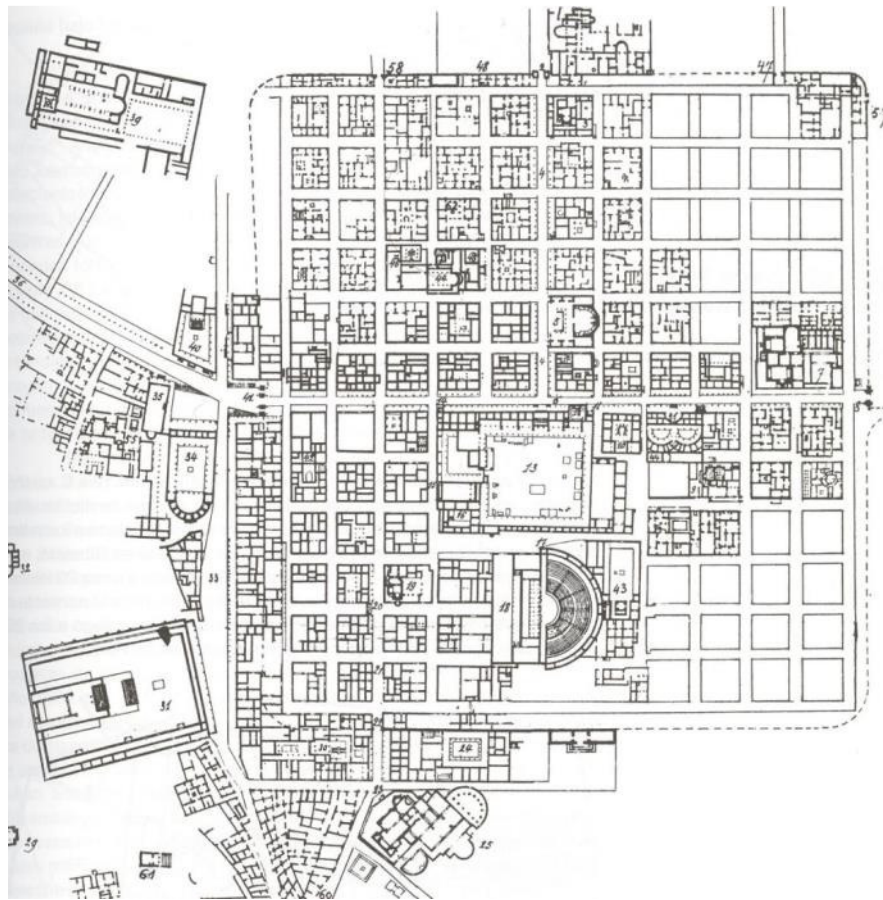


Figura 9 - Planta de Timgad, com edificações públicas fora da malha.

Fonte: http://composicionurbana.blogspot.com.br/2012_03_01_archive.html

Na república tardia no início do Império Romano, a malha regular em grelha foi considerada a “Nova Ordem”, e passou a ser obrigatória em cidades-capitais ou de destaque, sendo mantido o traçado orgânico das cidades pequenas nas províncias. Esse padrão era repetido algumas vezes, como em Verona (Figura 10) e Pavia. Os romanos utilizaram a urbanização e a perspectiva comercial como ferramenta de domínio de território e conquista dos povos, na busca pela expansão do império. Segundo Morris (1984), outras cidades foram fundadas por motivos econômicos e políticos.



Figura 10 - Verona, com fórum fusiforme (ao centro) marcando as vias de maior importância à época.
Fonte: Google Earth

2.1.4 Idade Média

Com o final da era Clássica, o traçado xadrez se perdeu por alguns séculos e muitas cidades greco-romanas perderam sua integridade ou foram desaparecendo. A Era Medieval destacou a existência de muralhas e a constituição de cidades orgânicas com traçados irregulares, tendo sido referência urbanística por muito tempo. Perto de 1100d.C. a ortogonalidade urbana retorna à Europa, na constituição de cidades novas e na expansão de cidades orgânicas.

Uma das categorias de cidades da Idade Média apresentada por Morris (1984) era a das *bastides* e as ‘cidades de nova planta’. Assentadas com “status urbano imediato”, as *bastides* (Figura 11 e Figura 12) foram construídas segundo planejamento, assim como parte das

‘cidades de nova planta’. Normalmente as bastides apareciam fortificadas, como era comum à época.



Figura 11 - Bastides de Alguès-Mortes, França, 1240.
Fonte: Google Earth



Figura 12 - Bastides de Winchelsea, Inglaterra, 1288.
Fonte: Google Earth

2.1.5 Idade Moderna

Segundo Lamas (2004), no Renascentismo, anos de 1400 a 1600, houve desejo de mudança ao estilo medieval e inspiração nas culturas romana e grega. A descoberta de estudos do Vitrúvio e a invenção da imprensa que facilitava a difusão das ideias permitiu a produção intelectual acerca do urbanismo e das teorias aplicáveis. Mais do que implantar novas cidades, o Renascimento expandiu as ocupações existentes, traçando novas vias e ultrapassando as muralhas contidas do período medieval. Florença, construída para fins comerciais e militares, é considerada o berço do Renascimento italiano, pois foi expoente nas artes do período, e seus muros deram lugar à expansão típica do período Renascentista – em malhas regulares, sem a existência de barreiras, e com criação de praças, espaços públicos e arruamentos retilíneos.

Como havia muitos núcleos urbanos, a necessidade de criação de novas cidades foi pontual. As muralhas nesse período, ainda segundo Lamas (2004), são complexos sistemas que incluíam fossos, rampas e baluartes para manter o assaltante longe da cidade propriamente dita. Essa composição gerou uma situação intransponível, culminando no aumento de densidade das cidades.

Palmanova, criada por motivos militares, é uma fortificação com características de cidade ideal da época (Figura 13). Projetada por Scamozzi e realizada em 1593, foi o único dos modelos a ser construído.



Figura 13 - Palmanova, por Scamozzi - ideal renascentista.
Fonte: <<http://www.turismofvg.it/Locality/Palmanova>>

O traçado renascentista direcionou, também, as cidades da América do Sul, como Quito, Lima (Figura 14), Buenos Aires, Bogotá e Santiago (Figura 15), fundadas entre 1534 e 1544 (KOSTOF, 1991). Chamadas de “pueblos” ou “villas”, essas novas cidades eram projetadas conforme diretrizes da corte espanhola. Em 1573, essas diretrizes deram origem ao documento chamado de “Lei das Índias”, reflexo dos pensamentos clássicos de Vitrúvio.



Figura 14 - Centro histórico de Lima, Peru.
Fonte: Google Earth

A Lei das Índias foi instituída por Filipe II, no ano de 1573, como a primeira legislação urbanística da idade moderna, consagrando a planta ortogonal que estava sendo praticada. Suas diretrizes destacam o papel da praça como elemento principal e central da malha, da qual partem as ruas principais, direcionadas aos pontos cardeais pela questão dos ventos estudada por Vitruvius, possuindo dimensões retangulares proporcionais ao número de habitantes considerando seu crescimento, com características específicas de dimensões da praça e das ruas das novas cidades. Outros pontos ressaltados são o posicionamento da igreja em local elevado, para que os fiéis precisassem subir bastante para alcançá-la, e a propriedade dos lotes lindeiros à praça central, que deveriam ser de uso da igreja, aos edifícios reais e municipais, ao comércio e, por último, aos colonos mais ricos (DANTAS, 2004).

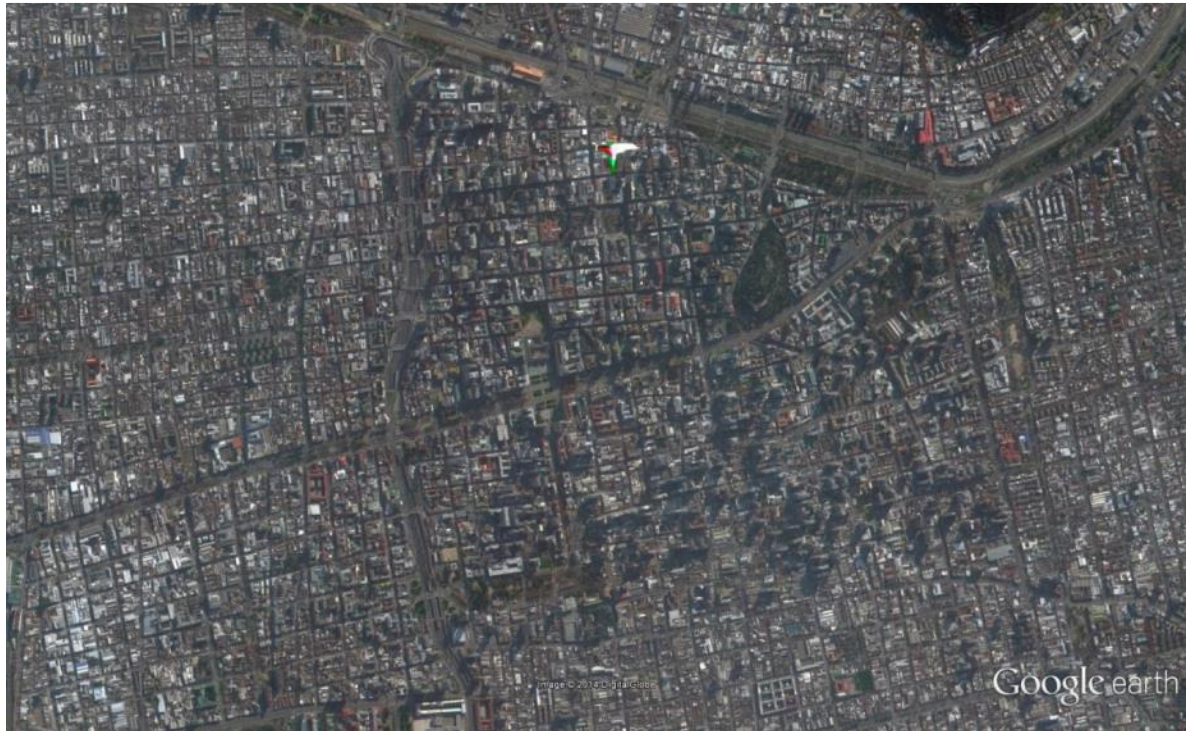


Figura 15 - Centro histórico de Santiago, Chile.
Fonte: Google Earth

A colonização inglesa do Novo Mundo não utilizou expressamente a malha regular. No entanto, no século XVIII, a resistência a centros urbanos enfraqueceu, originando a decisão do Congresso, estimulada por Thomas Jefferson, a conduzir uma descoberta de terras, expandindo a malha retilínea para novos territórios (KOSTOF, 1991). A divisão igualitária de terras e a necessidade de lucro viram na malha regular a alternativa mais rápida e eficaz para exploração das terras, que virou sinônimo de cidade andável e do menor custo de produção de casas em ângulos retos, mais convenientes para se morar. Áreas públicas e parques foram excluídos primeiramente, por constituírem desperdício de terras vendáveis e diminuindo lucro. A regularidade urbana teve significado ainda de soberania denotando planejamento e organização frente à composição muitas vezes orgânica dos assentamentos temporários, tendo sido utilizada como expressão de poder.

A cidade de Santo Agostinho, Flórida, nos Estados Unidos da América, foi tomada e colonizada pelos espanhóis após a expulsão dos franceses. Seu plano, de 1770 (Figura 16), provavelmente foi obtido através de instruções precisas de detalhamento, ainda que a Lei das Índias fosse anterior à sua implantação.



Figura 16 - St. Augustine, Flórida, EUA.

Fonte:

<http://www.nps.gov/nr/travel/american_latino_heritage/St_Augustine_Town_Plan_Historic_District.html>

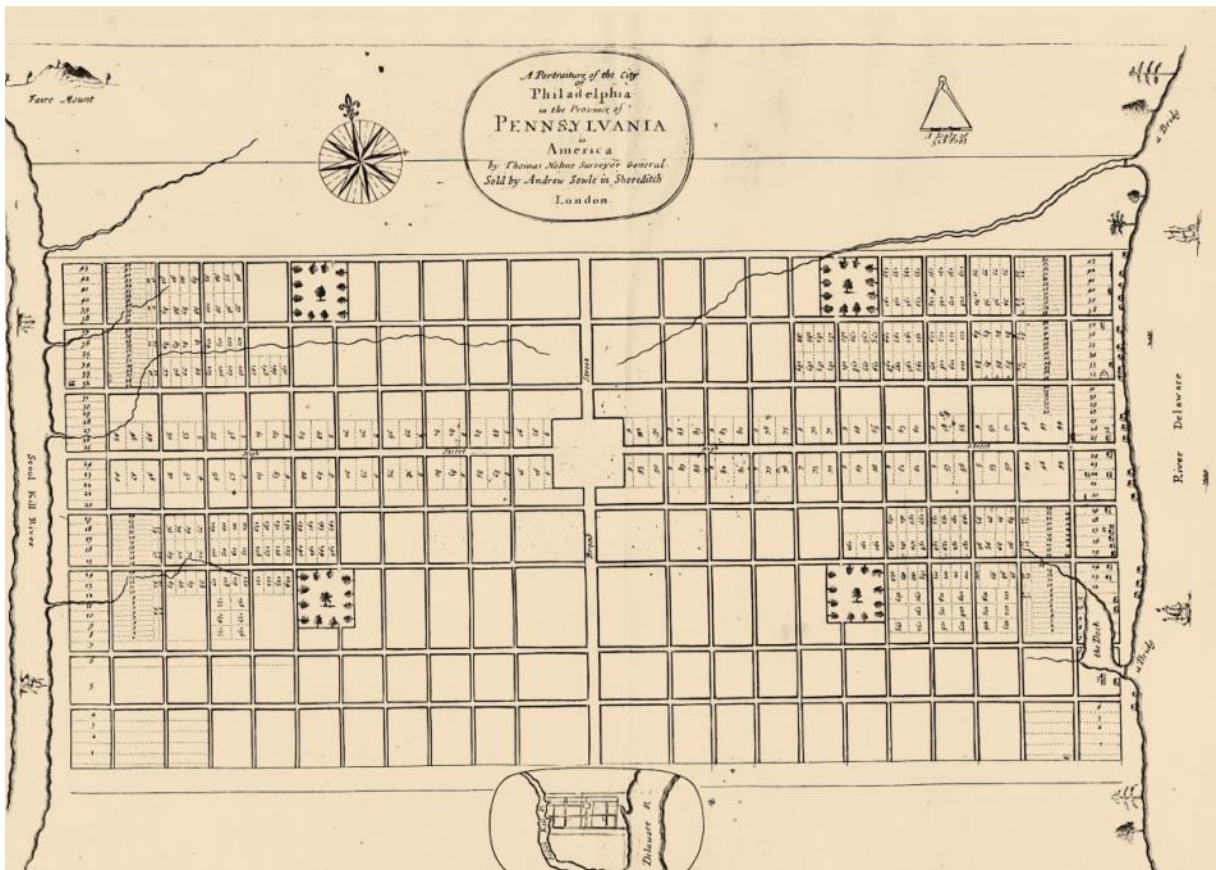


Figura 17 - Projeto para Pensilvânia - EUA.

Fonte: <<http://www.thegreatamericangrid.com/archives/2711>>



Figura 18 - Ilha de Manhattan, Nova Iorque, EUA.
Fonte: Google Earth

O barroco introduziu certa dinamicidade à ocupação do solo, com inserção de ruas diagonais que vencem grandes distâncias e que permitem a visibilidade sem obstáculos de certos edifícios e monumentos. Tal característica pode ser observada no plano de Chicago, com as ruas diagonais culminando no obelisco central da praça (Figura 19).

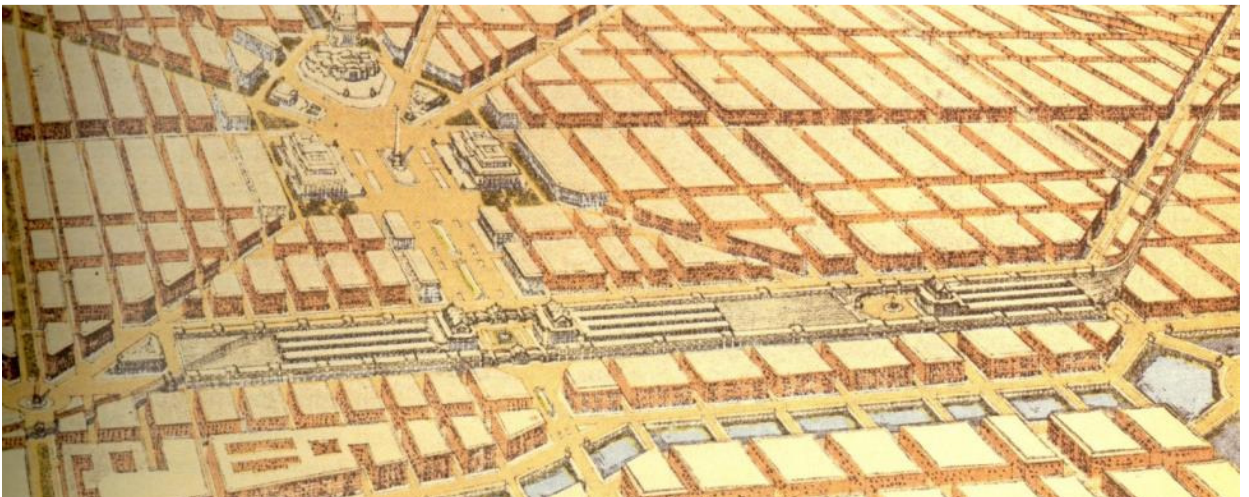


Figura 19 – Plano de Chicago, 1909, de Daniel Burnham e Edward Bennett.
Fonte: <<http://burnhamplan100.lib.uchicago.edu/node/2295/>>

Ainda nesse período despontam as capitais com apelo cultural. Destaca-se a linha de pensamento que percebe que as maiores cidades são aquelas que concentram o consumo, como Nápoles, que não teve império que a sustentasse, nem porto, nem terras férteis.

Segundo Sposito (2004), na primeira fase do capitalismo, era nas cidades comerciais europeias que se acumulavam capitais provenientes do mercantilismo, espaço também do poder econômico e político. Tomou forma o comércio, uma vez que trabalhadores que tiveram de se afastar da produção no campo se tornaram consumidores dos elementos necessários à sua sobrevivência.

Com estrutura formada, essas cidades atraíram para perto de si o desenvolvimento industrial, impondo, então, a necessidade de transformação dessas cidades. O capitalismo industrial precisou concentrar a população e a infraestrutura para diminuir os custos de produção, gerando grande impulso ao processo de urbanização. Algumas cidades se originaram em locais ainda inabitados, de fácil escoamento da produção, por quesitos logísticos e de transporte, tendo originado cidades tipicamente industriais.

A reforma de Paris, determinada por Napoleão III, foi promovida por Georges-Eugène Haussmann, alterou substancialmente a área construída e remodelou-a, criando bulevares e geometrizando a malha, promovendo a gentrificação da região (Figura 20). Os objetivos de fácil circulação, eliminação da insalubridade e degradação dos bairros e revalorização dos monumentos, inserindo-os nas perspectivas características do barroco, deu vida ao centro turístico que a cidade de Paris oferece atualmente.



Figura 20 - Paris de Haussmann.

Fonte: <<http://biblio.alloprof.qc.ca/ImagesDesFiches/7000-7499-Histoire-premier-cycle/7098/7098i8.jpg>>

O urbanismo, como disciplina, surgiu como ciência e teoria da cidade no final do século XIX. Com diversos expoentes históricos distintos que demonstram modos de se interpretar a concepção de cidades como espaço urbano de vivência social, como um sistema aberto e dinâmico, o planejamento urbano foi essencialmente ligado à distribuição de terra e população. O termo “urbanização” foi utilizado pela primeira vez por Ildefonso Cerdá, engenheiro urbanista, no contexto do projeto para expansão de Barcelona, na Espanha, cujo objetivo foi a elaboração de um plano em quadrículas que se desenvolveria sem limites (LATHOURI, In VEREBES, 2013, p. 20-21).

A Barcelona de Cerdá rompeu os limites da antiga cidade medieval, orgânica, para expandi-la através dos quarteirões, cortados por grandes diagonais que atravessam a cidade. No cruzamento delas, há uma grande praça, e o recorte viário se faz presente também na parte antiga, interligando a malha através de alguns eixos. No estudo para a cidade, Cerdá aponta propostas diferenciadas para ocupação do quarteirão, constituindo variabilidade tipológica e regradora das ocupações, que acabaram por adotar o padrão tradicional (LAMAS, 2004) (Figura 21).



Figura 21 - Projeto de Cerdá para Barcelona, com a cidade medieval à esquerda na parte inferior.

Fonte: <http://densityatlas.org/user-images/92-3.jpg>

O capitalismo financeiro, por sua vez, originou fenômenos urbanos de junção de cidades através da expansão periférica da malha urbana ou pela plena integração socioeconômica comandada pelo processo de industrialização.

2.1.6 Modernismo

A cidade moderna surgiu no pós-guerra, no contexto de sanar as consequências da revolução industrial. Abandonaram-se as formas preexistentes de urbanismo e buscou-se, embasado na necessidade técnica e administrativa de organizar as cidades, a simplicidade estética propagada claramente na arquitetura edílicia. Os quarteirões deram lugar a blocos, e a mistura funcional foi substituída pelo conceito do zoneamento.

O déficit de habitações para abrigar a população urbanizada promoveu a aplicação de torres, blocos e conjuntos habitacionais, em detrimento do planejamento do espaço urbano. As ruas passam a ser meros corredores de circulação e serviços, e, conforme Kostof (1991), a cidade foi pensada em função da unidade básica – a moradia. A lógica funcionalista difundida com a Carta de Atenas de 1933 – habitar, trabalhar, divertir-se e circular – rompeu bruscamente com a complexidade distributiva observada na cidade “tradicional”, “gerando monotonia visual e a falta de significação de espaços” (LAMAS, 2004, p. 304).

Le Corbusier, arquiteto e urbanista francês, desenhou a cidade de Chandigarh, na Índia, fundada em 1951 e construída para ser a capital, centro político de Punjab. Dividida em grandes quadras, cada uma é autossuficiente, constituindo a ideia de “unidade de vizinhança”. Assim, a cidade pode crescer para qualquer direção, pois possui os serviços básicos incluídos em cada quadra.

No plano original de Chandigarh, o Capitólio – complexo governamental – situa-se fora da malha principal, na área superior do parcelamento (Figura 22). Apesar de ter sido construída para não possuir favelas, a cidade apresenta atualmente ocupação orgânica às margens da malha expandida.

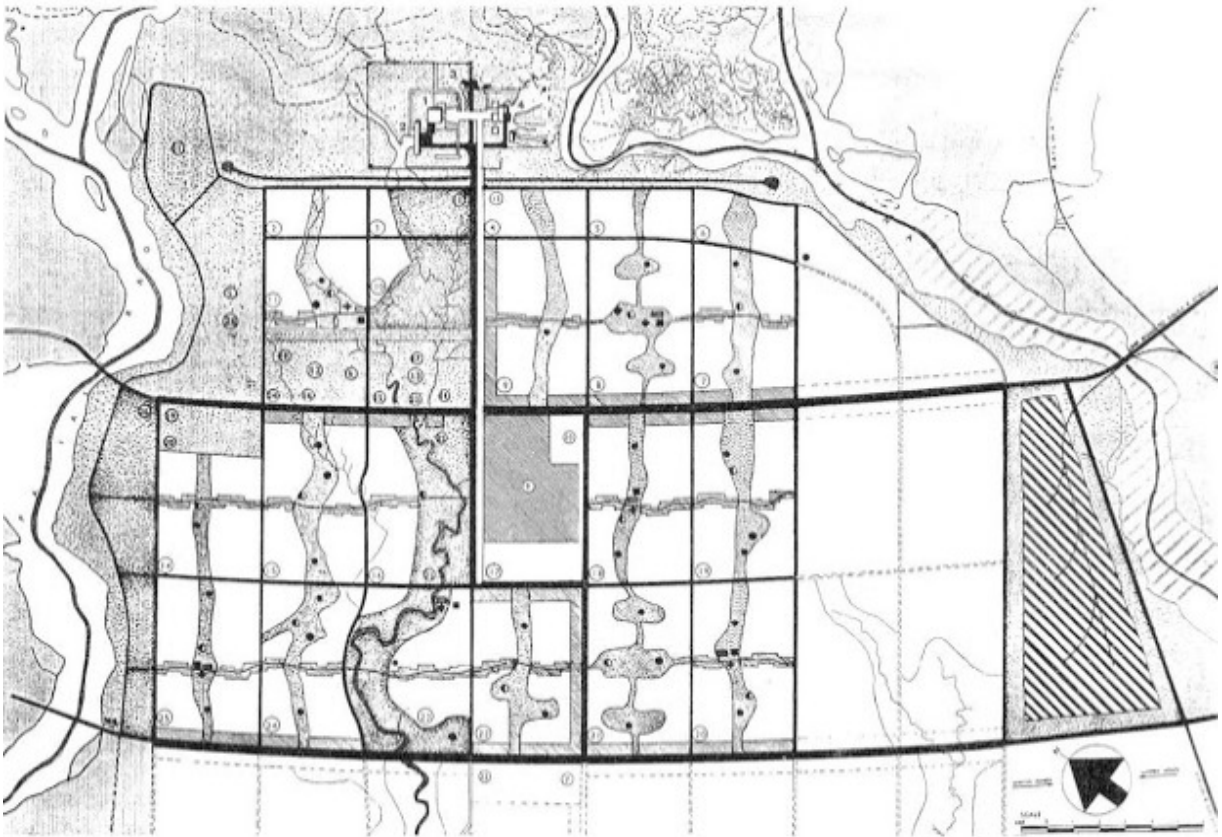


Figura 22 - Plano de Le Corbusier para Chandigarh.

Fonte: <http://www.thepolisblog.org/2013/02/planning-karma-in-chandigarh.html>

Brasília, em 1960, registrou o mesmo pensamento na formulação das superquadras e na unidade de vizinhança. A cada junção de superquadras, uma faixa comercial se destaca para fornecer os serviços comerciais básicos, nas entrequadras há equipamentos públicos e todas as quadras possuem área para escola, jardim de infância e quadras para lazer.

O modernismo do século XX acarretou na monotonia das cidades proveniente da produção e reprodução em massa, que culminou na desilusão do processo que sustentou o movimento. Verebes (2013, p. 57) diz que “a padronização, como resultado de uma racionalização presumida e da redução da diferença, dirigiu a arquitetura modernista em direção à proliferação da homogeneidade, da vastidão, do apagamento e do espraiamento”.

A repetição do modernismo exigiu singularidades para caracterizar as cidades. Marshall (apud VEREBES, 2013, p. 63), pontuou que “alguns urbanismos tradicionais podem ter ordem funcional sem planejamento, enquanto alguns urbanismos modernistas planejados são desprovidos de função apesar do planejamento”. O planejamento, por si só, não leva à funcionalidade e ao bem-estar social nas cidades. As cidades tradicionais são provenientes

de agregados, “emergindo de intervenções arquitetônicas locais, de pequena escala, que coletivamente formaram o todo” (VEREBES, 2013, p. 63).

Verebes (2013, p. 10, tradução nossa), diz que

as cidades globais, de acordo com Castells, ‘não podem ser reduzidas a alguns poucos núcleos urbanos no topo da hierarquia’, ao invés disso, cidades e seus territórios regionais e locais estão conectados em um nível global. Em outra escala, cidades agora são vulneráveis às forças da economia global. Uma crise em uma parte do mundo pode rapidamente afetar cidades em outros lugares. A partir dessa perspectiva, as técnicas de planejamento urbano atuais não podem prever ou resistir à derrocada econômica e seu impacto sobre a cidade. Convenientemente, quando o crescimento urbano e econômico coincidem, o planejamento leva o crédito e valida o regime.

Hoje, o termo ‘planejamento urbano’ é multidisciplinar e abrangente, e engloba características sociais, culturais, econômicas, políticas, de infraestrutura e de logística com o objetivo de melhorar a qualidade de vida de uma comunidade. Farret (1985, p. 11) diz que “em uma destas dimensões, a *espacial*, o planejamento urbano pode ser entendido como uma tentativa de, em forma sistemática, prever e, portanto, controlar o desenvolvimento físico da cidade”. E complementa que, para que o planejamento seja coerente,

este controle deve ser consistente com e/ou dirigido para a manipulação adequada dos determinantes sociais, econômicos, políticos e tecnológicos para os fins sociais almejados. A interação destes determinantes, na medida em que todo o social se realiza no espaço, resulta em ordens ou padrões de uso do solo que representam, em cada momento, o efeito cumulativo de decisões, ações (e omissões) de um grande número de agentes individuais e institucionais. O conhecimento destes processos e padrões constitui-se, portanto, num suporte teórico-conceitual fundamental às ações sobre o espaço urbano. (FARRET, 1985, p. 11)

No Brasil, o tema é tratado através de diretrizes federais expostas pelo Estatuto da Cidade, definido pela Lei Federal 10.257 de 10 de julho de 2001, que se destribe em planos que levam em conta as peculiaridades locais, definindo os planos de ordenamento territorial (de caráter regional) e os planos diretores locais (de caráter municipal). A proposta do presente trabalho se estabelece devido à complexidade das integrações e dos fatores que levam à concepção de projetos em áreas urbanas desocupadas.

2.2 O Distrito Federal

Historicamente, o desenvolvimento do capitalismo industrial gerou o aumento nos índices de crescimento dos núcleos urbanos. “As disparidades regionais e os desequilíbrios setoriais típicos do padrão de desenvolvimento do país levaram a que as cidades atraíssem contingentes migratórios crescentes” (DINIZ, 1981, p. 9). A insuficiente expansão da oferta

de emprego e dos serviços de infraestrutura, em contraste com o fluxo populacional para os espaços urbanos, acarretou a alteração de foco dos analistas da realidade brasileira do contexto rural para o contexto urbano. Os problemas sociais e econômicos advindos desse cenário geraram o que chamamos de “problemática urbana”.

Assim, a problemática urbana, em suas diferentes dimensões, viria a adquirir visibilidade cada vez maior, aumentando o número de estudos e pesquisas particularmente sobre os aspectos mais salientes do desenvolvimento urbano, tais como migração, transporte, habitação, marginalidade social e mercado de trabalho. (DINIZ, 1981, p. 9-10).

Contudo, o processo de urbanização do Distrito Federal foi diferente da maioria das cidades brasileiras no que tange à motivação que resultou na atração populacional. Através da mudança da capital, surgiram os assentamentos dos candangos, conhecidos por trabalharem na construção da nova capital. A cidade de Planaltina data de 1900, único registro de ocupação urbana antes do projeto de Brasília.

Conforme o Censo do IBGE, a urbanização teve salto significativo nos últimos 50 anos. Em 1960, 45% dos brasileiros viviam em áreas urbanas, com índice de 84% em 2010. Na região Centro-Oeste, a taxa de urbanização elevou-se de 34% para 89% no mesmo período, considerando que nesse intervalo houve a instalação e o desenvolvimento da capital do país na região. Nesses 50 anos, foi a região que, percentualmente, mais se urbanizou (Tabela 1).

Região	1940	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2007	2010
Brasil	31,24	36,16	44,67	55,92	67,59	75,59	81,23	83,48	84,4
Norte	27,75	31,49	37,38	45,13	51,65	59,05	69,83	76,43	73,5
Nordeste	23,42	26,4	33,89	41,81	50,46	60,65	69,04	71,76	73,1
Sudeste	39,42	47,55	57	72,68	82,81	88,02	90,52	92,03	92,9
Sul	27,73	29,5	37,1	44,27	62,41	74,12	80,94	82,9	84,9
Centro Oeste	21,52	24,38	34,22	48,04	67,79	81,28	86,73	86,81	88,8

Tabela 1 - Comparativo de urbanização das regiões do Brasil.
Fonte: IBGE, Censo demográfico 1940-2007.

Com o caráter fortemente administrativo do DF devido à instalação da capital e, com isso, tendo atraído um fluxo considerável de pessoas, o DF e sua zona de influência compõe o maior expoente dos índices do Centro Oeste (Gráfico 1).

Evolução da população nas principais aglomerações urbanas Região Centro-Oeste - 1970/2010

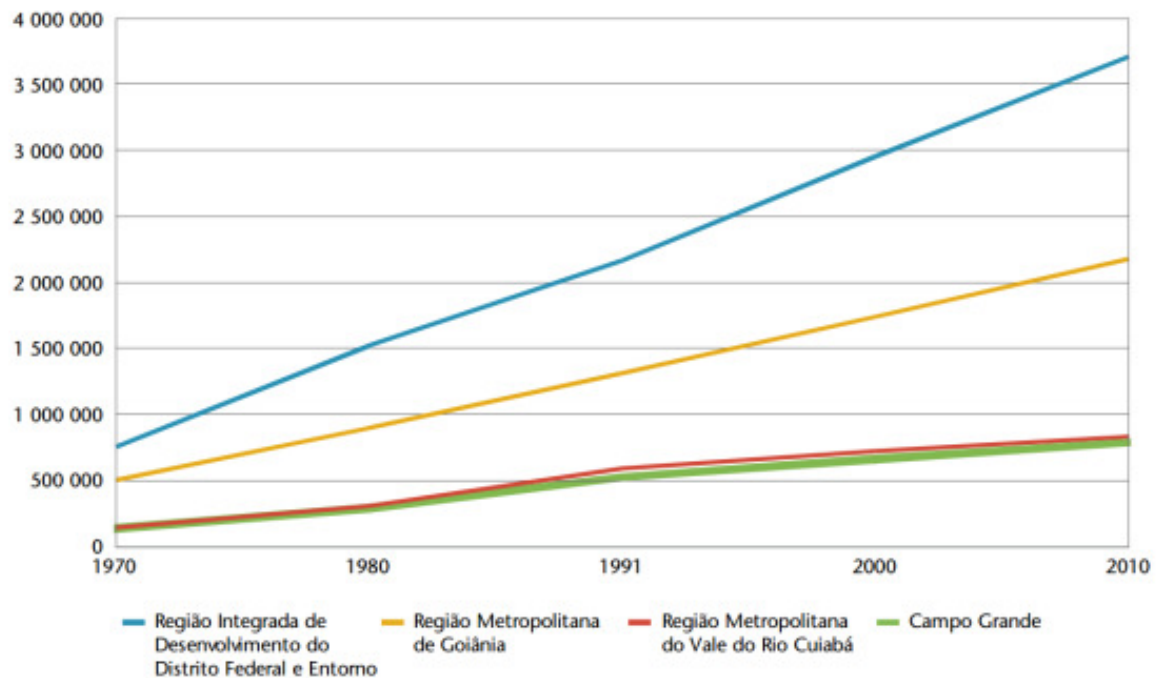


Gráfico 1 - Evolução da população no Centro Oeste.
Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1970/2010.

O Distrito Federal cresceu, entre 2000 e 2012, 29,6%. Segundo o Censo 2010, da população total de 2.482.210 habitantes, 96,58% habitam zona urbana, com 3,42% habitantes na zona rural. No Estado de Goiás, diretamente afetado pela zona administrativa do DF e também com crescimento demográfico elevado pela região metropolitana de Goiânia, a população de 5.420.714 é 90,29% urbana, acima da média nacional. O mapa da Figura 23 mostra a taxa percentual de crescimento nas regiões, onde pode ser visualizado o destaque do DF e de Goiás.

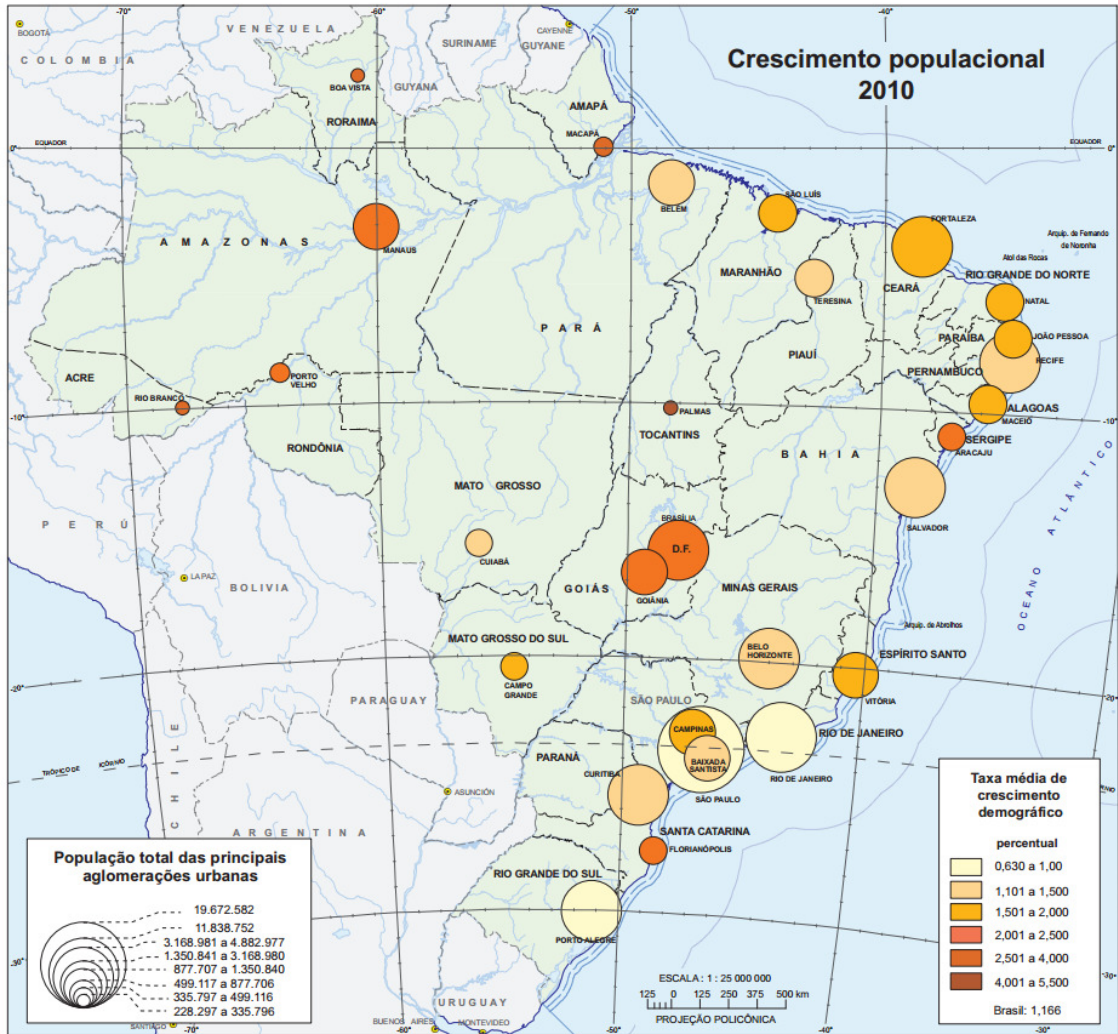


Figura 23 - Mapeamento do crescimento populacional das principais aglomerações urbanas.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1970/2010

Esses índices culminam na instalação do quadro de déficit de moradia, de falta de infraestrutura em assentamentos urbanos, de falta de transporte público que atenda à expansão da zona urbana, além da ausência de programas que melhorem e facilitem a vida da população que se encontra longe dos centros urbanos.

Tal déficit levou à expansão urbana informal, problema presente na maioria das cidades brasileiras e com grande destaque no Distrito Federal. As ocupações irregulares estão presentes antes mesmo da inauguração da nova capital, tornando-se um entrave para as políticas de planejamento e gestão do território do DF, além de trazer sérios problemas ambientais e urbanos (SENA, 2013).

Outra questão, que é particular ao DF, é a forma como se deu a desapropriação do território para implantação da capital. O processo fundiário, iniciado em 1956, foi acelerado e

incompleto, resultando na configuração de terras desapropriadas (públicas), privadas e de propriedade em comum (públicas e privadas). As irregularidades fundiárias e as ocupações sem o planejamento do Estado estão presentes em todo o território do Distrito Federal, e abrange todos os estratos sociais. De um lado têm-se as ocupações ilegais (invasões de baixa renda), geralmente, reprimidas e removidas e, por outro lado, tem-se os parcelamentos irregulares (“condomínios”² de alta renda) que crescem e se desenvolvem com a conivência do governo (SENA, 2013).

De acordo com a Constituição Federal de 88, art. 30, compete aos municípios “VII – promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso do solo, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”, a fim de atender a toda a população.

Os municípios são estruturados política e administrativamente pelas suas leis orgânicas, que funcionam como constituições ao nível municipal. [...] A não criação de condições para exercer o poder de polícia, através das leis orgânicas, das leis municipais e dos planos diretores, queda o Município inerte diante da desorganização das atividades e uso do solo em áreas urbanas e rurais. (FIGUEIREDO, 2003, p. 33-34).

No âmbito local, o Distrito Federal e sua zona de desenvolvimento sofrem com os efeitos do atraso no parcelamento urbano em relação à atratividade de pessoas, que estabeleceram moradia em áreas que ainda não possuem equipamentos básicos. Faz-se necessário, portanto, a elaboração de programas que desenvolvam condições de habitabilidade³ para que o desenvolvimento da região possa alavancar.

Considerando a característica estrutural da informalidade urbana no Brasil e sua associação, quase que umbilical, aos processos políticos que levaram à precarização urbanística, ambiental e social, a regularização fundiária assume um papel central nos esforços para promoção de um desenvolvimento urbano socialmente mais justo e ambientalmente menos predatório nas cidades brasileiras.

² Neste contexto, o significado “condomínio” vai além do conceito definido pela Lei nº 4.591/64 e pelo Código Civil de 2002, que delimita como condomínio um conjunto de edificações com partes exclusivas e partes comuns, é a propriedade simultânea e concorrente de mais de uma pessoa sob uma coisa. Neste caso, “condomínio” é utilizado como qualquer tipologia de habitação urbana de alta e média renda cercada onde se tem controle de acesso.

³ Utiliza-se aqui o termo “habitabilidade” como agregador das condições mínimas para que seja propiciado o princípio da dignidade da pessoa humana no contexto urbano, considerando-se o direito ao lazer, ao trabalho, à moradia e à circulação, com infraestrutura para garantir a eficiência e a permanente aplicação desses direitos.

Entretanto, é importante destacar que as políticas e programas de regularização que visam a promoção dessa 'habitabilidade' possuem uma natureza essencialmente curativa, ou seja, atuam sobre uma situação a posteriori, condicionada por uma ampla conjuntura socioeconômica que extrapola seus alcances. Dessa forma, é fundamental que estejam associadas a um conjunto de políticas públicas, diretrizes de planejamento e estratégias de gestão, para efetivamente impactarem sobre os padrões excludentes de desenvolvimento urbano (FERNANDES, 2007).

O sucesso dos programas de regularização depende de uma cooperação sistemática entre todos os agentes sociais – instituições públicas, privadas e sociedade civil. O caráter multidimensional da problemática fundiária, que envolve questões jurídicas, ambientais, sociais e urbanísticas, demanda uma integração entre as ações dos atores empenhados, para que o processo não seja inviabilizado e para que se torne mais célere.⁴

2.2.1 Evolução urbana

Os primeiros aglomerados de trabalhadores surgiram nas regiões da Candangolândia e Núcleo Bandeirante, seguidos por Taguatinga e Cruzeiro. Brazlândia, Sobradinho e Gama têm seus traços de 1960 (Figura 24).

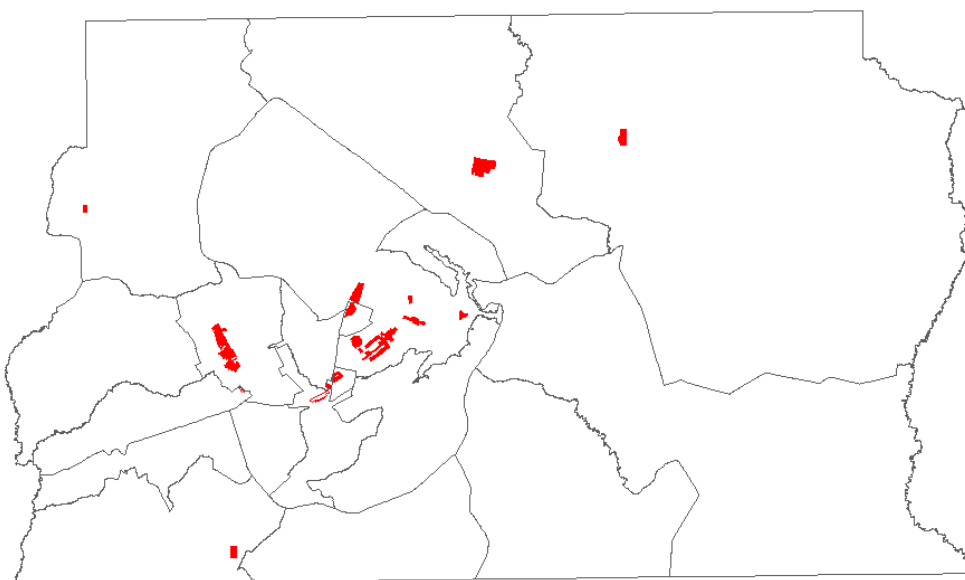


Figura 24 – Ocupação urbana em 1960.

Fonte: Apresentação do prof^o Frederico de Holanda, PPG-FAU UnB.

⁴ Texto retirado de artigo elaborado para a disciplina Planejamento Urbano e Regional – FAU/UnB, sob orientação do professor Benny Schvarsberg, com a participação dos alunos Alberto Malta, Bianca Ilha Pereira, Henrique Rabelo e Luciana Moraes, ocorrida no 2º semestre de 2015.

Em 1964 teve início a construção de Brasília. Os núcleos existentes se desenvolveram e a região administrativa do Guará tomou forma (Figura 25).

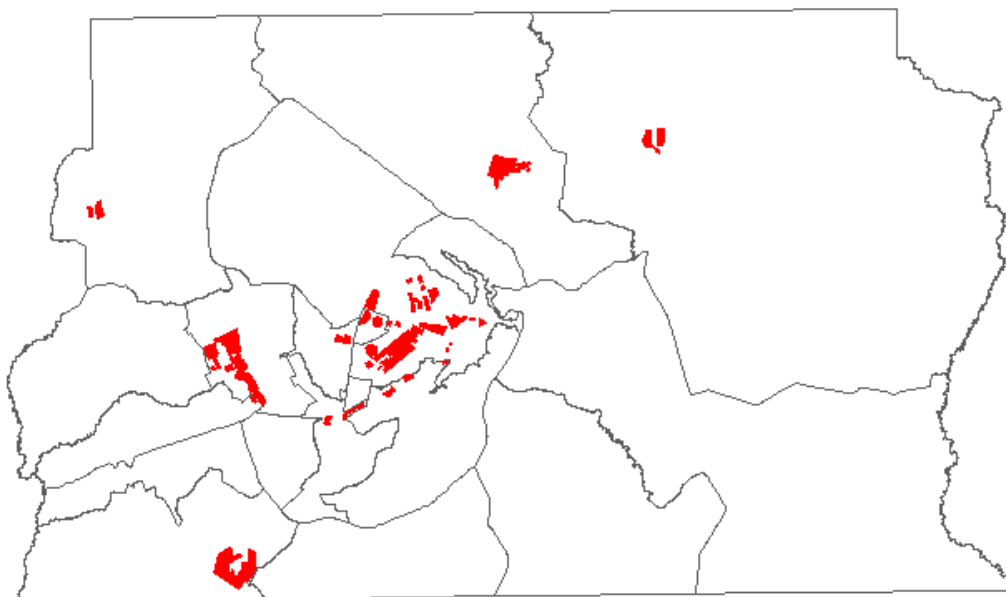


Figura 25 – Ocupação urbana em 1970.

Fonte: Apresentação do prof^o Frederico de Holanda, PPG-FAU UnB.

Em seguida, surgiram as regiões de Ceilândia, Samambaia, Paranoá, Santa Maria, São Sebastião, Recanto das Emas e Riacho Fundo, datado de 1993 (Figura 26). O Distrito Federal encontra-se hoje em franca expansão urbana, com ocupação de áreas vazias próximas a núcleos maiores, grande parte tomado por programas de moradia do Governo.

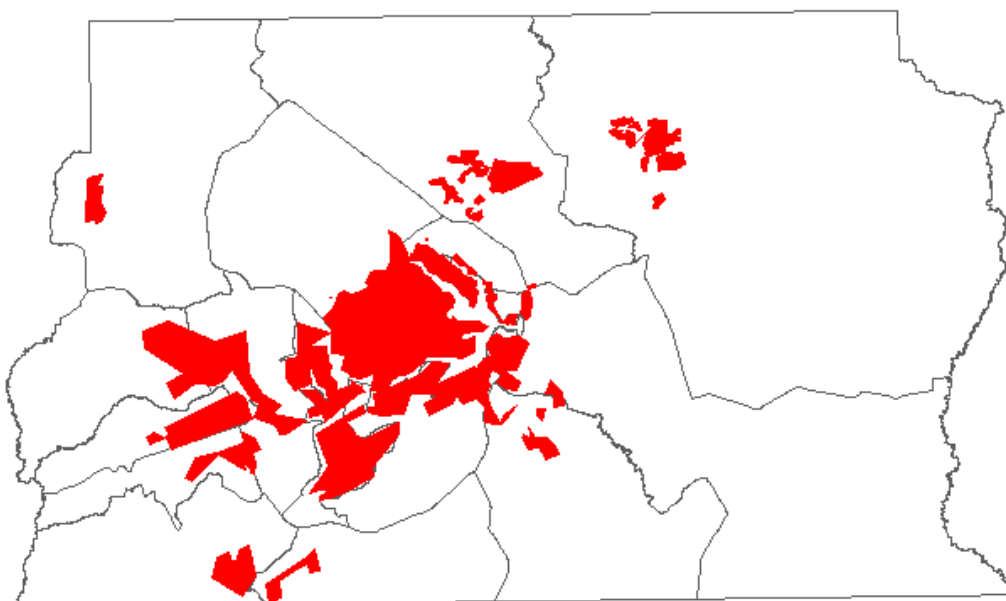


Figura 26 – Ocupação urbana em 2000.

Fonte: Apresentação do prof^o Frederico de Holanda, PPG-FAU UnB.

Um dos principais problemas e tema que motivou este trabalho é o projeto de novas áreas basicamente residenciais e sem planejamento integrado, ou seja, ocorre somente a implantação das moradias a fim de atender o déficit habitacional e não há desenvolvimento de transporte, equipamentos e tampouco a análise da inserção na malha urbana.

Ainda que haja déficit de moradia acessível a famílias de renda média e baixa e a urgência no atendimento a esse extrato social, não há que se falar em um processo coerente de urbanização sem a contextualização, interligação e oferta de serviços a essas moradias. A promoção da urbanidade dá-se através da utilização dos princípios e diretrizes do direito urbanístico sobre as áreas passíveis de ocupação.

2.2.2 Plano Diretor de Ordenamento Territorial

O Plano Diretor de Ordenamento Territorial, Lei Complementar nº 803, de 25 de abril de 2009, revisado pela Lei Complementar nº 854, de 15 de outubro de 2012, discorre sobre as políticas e diretrizes a serem aplicadas no Distrito Federal.

Dentre os princípios do plano, vê-se como primordiais no processo de redistribuição de usos e densidades, bem como equalização do território para melhoria das condições que proporcionem a vitalidade urbana, a “promoção da sustentabilidade do território, a partir da convergência das dimensões social, econômica e ambiental, com reconhecimento do direito de todos à cidade sustentável”, a “distribuição justa e equilibrada das oportunidades de emprego e renda no Distrito Federal” e a “visão sistêmica e integrada do processo de desenvolvimento urbano e rural, considerando as dimensões social, econômica, ambiental, cultural e espacial”.

Como objetivos gerais, pontua-se a “distribuição equilibrada de áreas destinadas a equipamentos urbanos e comunitários”, a “otimização e priorização da ocupação urbana em áreas com infraestrutura implantada e em vazios urbanos das áreas a serem consolidadas, respeitada a capacidade de suporte socioeconômica e ambiental do território”, e a “promoção do desenvolvimento de novas centralidades no território do Distrito Federal”.

Ainda que busquemos, pelo caráter dessa pesquisa, itens que possibilitam a exploração do território do Distrito Federal, há que se considerar os quesitos ambientais que são condicionantes limitadores à ação urbanística.

O PDOT segue diretrizes do Estatuto da Cidade – Lei 10.527/2001 – em prol do bem coletivo para a “garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer” (BRASIL, 2001). Prioriza, portanto, o transporte coletivo e o transporte não motorizado em relação ao motorizado individual, especialmente na circulação urbana.

Destacamos, no contexto do desenvolvimento econômico, a diretriz para “adotar o uso misto [...] como forma de consolidação e potencialização do desenvolvimento econômico e melhoria da escala de aproveitamento da infraestrutura instalada e da relação entre oferta de empregos e moradia”.

No Capítulo VI – “Da urbanização, do uso e da ocupação do solo”, dispõe-se que:

Art. 37. São diretrizes da urbanização, do uso e da ocupação do solo:

I – o estabelecimento de áreas urbanizadas mais compactas no território;

II – a urbanização estruturada ao longo das principais infraestruturas de conexão, com o aumento das densidades demográficas ao longo da rede viária estrutural;

III – a expansão do solo urbano em continuidade com os núcleos urbanos existentes e na transição com as áreas rurais que sofrem pressão urbana, observada a capacidade de suporte socioeconômica e ambiental do território;

IV – evitar a segregação de usos, promovendo-se a sua flexibilização, de modo a reduzir os deslocamentos e equilibrar a distribuição dos locais de emprego e trabalho no Distrito Federal;

V – promover a integração dos parcelamentos residenciais distribuídos de forma dispersa e fragmentada no território entre si e com os núcleos urbanos consolidados vizinhos;

VI – estimular a ocupação dos vazios residuais das áreas urbanizadas dotadas de serviços, infraestrutura e equipamentos, preferencialmente à criação de novas áreas urbanas, de forma a otimizar a capacidade da infraestrutura instalada e reduzir os custos de urbanização, observadas as condicionantes ambientais do território;

VII – propor e admitir novas formas de urbanização;

[...]

Parágrafo único. Somente será permitida a ocupação de áreas que não possuam restrições ambientais, observada a legislação específica para licenciamento ambiental.

No que tange aos parâmetros e as composições urbanísticas recomendadas no PDOT, há a definição percentual de 15% da gleba para equipamentos públicos e comunitários e espaços livres de uso público; área mínima de lote igual a 125m² e frente mínima de 5m; e área máxima de 10.000m² para habitação unifamiliar e 60.000m² para habitação coletiva ou condomínio urbanístico. A lei delimita ainda os coeficientes de aproveitamento máximos e a densidade populacional média por zona.

O Plano Diretor de Ordenamento Territorial, em seu título IV, “Dos instrumentos de ordenamento territorial e de desenvolvimento urbano”, capítulo I, cita dispositivos de política urbana que podem ser utilizados “para o planejamento, controle, gestão e promoção do desenvolvimento territorial e urbano” (BRASIL, 2012, art. 148). Tais instrumentos podem e devem ser utilizados para recomposição dos espaços urbanísticos, principalmente em áreas de regularização que são carentes por equipamentos e áreas de uso comum do povo.

Os dispositivos tributários, como o IPTU progressivo, e jurídicos, como a desapropriação, a concessão de uso, as outorgas onerosas do direito de construir e da alteração de uso e as OUC’s – operações urbanas consorciadas – são exemplos de mecanismos pouco utilizados para regulação das cidades e que trazem impactos significativos à urbanidade, podendo ser considerados no plano de execução de planejamentos e projetos de áreas já implantadas.

Francisconi (2013, p. 213) elabora uma leitura crítica de planos diretores e expõe que

ao longo de décadas, o Plano Diretor foi sinônimo de planejamento e ordenamento urbano, com métodos que incluíam a territorialidade, governança e o conhecimento multidisciplinar, a partir de objetivos compatíveis com os valores dos poderes dominantes. Hoje o conceito foi colocado sob a égide político-ideológico e criou-se o paradoxo do planejamento e a gestão do solo urbano seguem vagos princípios gerais e estarem desvinculados de diretrizes de uso e ocupação do território. [...] Por ora, as leis municipais de Planos Diretores são de pouca serventia administrativa, embora sirvam como certidão documental de atendimento a exigências da burocracia estadual e federal.

A divergência de interesses e a utilização política estratégica do plano diretor para valorização de áreas de particulares através da conversão de áreas rurais para urbanas, sem critérios coerentes com a análise das condições socioambientais de implantação de tais mudanças, promovem a desconfiança da máquina pública e o desvirtuamento de mecanismos que deveriam, em sua essência, legislar pelo bem comum.

Maricato (2000, p. 124) comenta que “não é por falta de planos urbanísticos que as cidades brasileiras apresentam problemas graves. [...] Além dos grupos locais, o capital imobiliário e as empreiteiras contam sempre na definição dos investimentos que não obedecem nenhum plano explícito”. O poder do capital é tamanho que consegue, com a conivência do governo, a alteração de normas urbanísticas e de parâmetros de uso do solo desligadas do contexto

ecológico e econômico; mudanças que trazem consigo uma porção de problemas de ordem urbanístico-ambiental.

Tal análise foi também exposta pelo Movimento de Reforma Urbana, que avalia o “Plano Diretor como instrumento do poder das elites e adotam métodos onde Planos Diretores perdem a territorialidade e, por serem vagos e desligados dos instrumentos de gestão local, são inúteis para o planejamento e a gestão urbana” (FRANCISCONI, 2013, p. 216-217).

A indignação popular ganha voz para cobrar as expectativas sociais e econômicas, tenta o resgate das ferramentas de planejamento urbano e cobra a participação daqueles que são diretamente influenciados com as decisões, os moradores e usuários dos bairros e cidades. A imposição de mudanças perde força, e vê-se aí uma esperança, sob a égide de novas tecnologias, que o plano diretor de ordenamento territorial seja de fato um mecanismo efetivo.

2.2.3 Considerações sobre a análise diacrônica do DF⁵

Métodos analíticos e sintéticos do projeto são amplamente aceitos no campo do urbanismo, como exemplificado por um dos mais notórios métodos de avaliação da conectividade urbana, a sintaxe espacial. O livro de Bill Hillier de 1996, “Space is the machine”, documentou como o fluxo de pedestres é canalizado ao longo da cidade, criando redes entre os fragmentos urbanos. Sintaxe espacial, tanto a teoria analítica quanto o serviço comercial desenvolvido por Hillier, é um método com o qual se analisa a conectividade relativa, ou a integração e segregação de ruas específicas, mas tem limitações. É baseado na quebra de construções complexas em elementos espaciais geométricos, como corredores e praças da cidade, e as conexões entre esses elementos podem ser apresentados como uma rede de diferentes opções de decisão de navegação, no entanto, é limitada a topografias planares bidimensionais (VEREBES, 2013, p. 147)

A análise diacrônica urbana permite observar o processo evolutivo das cidades e a interligação que constituem e qualificam as redes estruturantes. Conforme Holanda (2003, apud MEDEIROS, 2006), a análise sintática do espaço é um sistema de barreiras e permeabilidades, que define as áreas acessíveis ou inacessíveis ao movimento, seja ele realizado por um pedestre, um veículo particular ou uma rede de transporte ferroviário.

A apropriação do espaço no Distrito Federal é demandada pelo aumento populacional em curso. Via de regra, a ocupação de novas áreas parte de demandas específicas e, conforme a

⁵ Trabalho elaborado na disciplina Estudos Especiais em Desenho Urbano, ministrada pelo professor Valério Medeiros, 1º semestre de 2014, reestruturado para inclusão neste texto.

urgência, não são necessariamente articuladas com a malha de mobilidade acessível existente.

Nesse contexto, verifica-se na Figura 27 o mapa axial de integração Rn do Distrito Federal. A ferramenta utilizada no processamento dos mapas axiais é o Dephtmap®, e a análise é realizada com base na Teoria da Lógica Social do Espaço ou Sintaxe Espacial (HILLIER e HANSON, 1984).

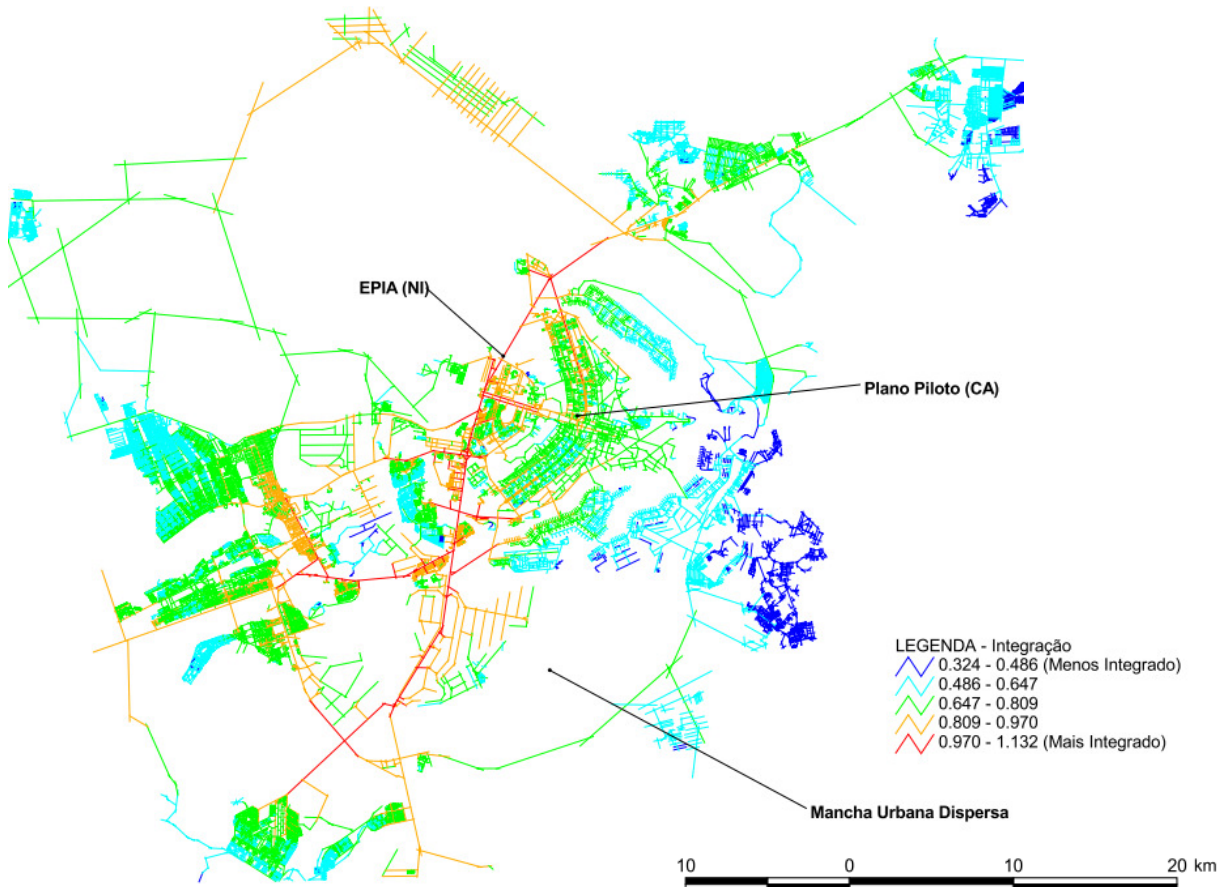


Figura 27 - Mapa axial de Brasília e entorno (integração Rn).

Fonte: DIMPU/UnB (adaptado por Medeiros)

O mapa axial nos mostra a constituição da EPIA – Estrada Parque de Indústria e Abastecimento – como eixo integrador no âmbito do quadrilátero do DF. Em análise local, pode ser observado o aumento gradual na concentração de comércio e serviços na área limítrofe à via, cuja forma de uso do solo depende basicamente de grande facilidade de acesso e de um fluxo considerável de pessoas. Há ainda um vetor de crescimento a Sudoeste que pode ser observado na análise do território do distrito e que provavelmente afetará a análise do eixo integrador, expandindo seu potencial para a área situada ao Sul. Acredita-se

ainda que, em uma análise local de integração, esse polo se destacará em relação aos demais.

Para a melhoria do desempenho urbanístico e social do Distrito Federal em áreas a serem prospectadas, torna-se imprescindível analisar os exemplos morfológicos encontrados para avaliar características locais que podem ser aplicáveis em novas porções, a fim de dirimir problemas de urbanização desregrada ou desconectada com a infraestrutura e os parcelamentos vizinhos.

3 CIDADES INTELIGENTES

Precisamos desenhar linhas no chão e dizer, 'O concreto para aqui.' Isso obriga as pessoas a construir para dentro e para cima, em vez de construir para fora – e não há nada de errado com ambientes urbanos altos e densos desde que eles estejam planejados corretamente. Eles podem ser extremamente habitáveis. Eles tendem a exigir menos transporte, menos linhas de esgoto, menos linhas de energia, menos estradas e estruturas mais compactas, que são em si mesmas mais eficientes em termos energéticos. (Discurso de Patrick Moore, co-fundador do Greenpeace)

O conceito de cidade inteligente possui ampla abordagem: desde o uso de sistemas de informação integrados para análise em tempo quase real de todo o território urbano até diretrizes de projetos. Neste estudo, tratamos o assunto como uma forma coerente de se avaliar o urbanismo e a urbanidade. Podemos utilizar a ideia de cidade inteligente sendo uma cidade com mobilidade facilitada ou com uso misto, que permita a utilização dos espaços em diferentes horas do dia e que, exatamente por possuir usos diversificados, diminui as distâncias mais comumente percorridas, podendo-se utilizar de métodos não motorizados para locomoção.

Não pretendemos discutir com afincos as variáveis para composição do espaço urbano, uma vez que a aplicação nesse estudo se dá a partir de parâmetros que podem ser manipulados, podendo ser alterados sem esforço. Busca-se uma revisão bibliográfica sintética para a análise de diretrizes de desenho urbano, deixando a discussão desses parâmetros para outro momento.

Em tempos em que radares permitem a visualização em 3D de espaços reais e em que é possível simular virtualmente comportamentos de resposta a terremotos ou a evacuação de hospitais, como exemplificado nas palavras de Poole (2014), a discussão da tecnologia na sociedade leva a entendimentos complexos e contraditórios. “Talvez a mais esperta das cidades inteligentes não dependam exclusivamente – ou mesmo em nada – de sensores e computadores” (POOLE, 2014, tradução nossa).

Em 2013, a cidade de Medellín na Colômbia, que passou recentemente por um processo de reestruturação social por conta da criminalidade e pobreza que assolou certas cidades do país, ganhou o título de cidade mais inovadora pelo Urban Land Institute que, através de financiamento público, implementou instalações desportivas e teleférico ligando as comunidades das favelas à cidade. Essa reforma urbana teve origem na Lei de Reforma

Urbana da Colômbia, de 1989 e de 1997, e foi levada a cabo com planejamento tradicional, gestão pública efetiva e financiamento (VERÍSSIMO, 2012).

Cidades e lugares para prosperar são requisitos de projeto e para alcançar uma vitalidade sustentável de visão e identidade a questão talvez seja: A que grau é necessária a assinatura e a que grau é o plano do arquiteto flexível e inteligente o suficiente para permitir uma estrutura urbana regenerativa e responsiva? Se nós vamos “projetar” e, portanto, implementar algum grau de cima para baixo, a questão é como, onde e quanto podemos incorporar a noção de complexo, biológico e aspectos de auto-organização da dinâmica de projeto socioeconômico complexo. Para mim, aqui reside a oportunidade de problema para o futuro. O planejamento permanece cheio de perigo no que diz respeito ao próprio processo de criação e, mais ainda, no que diz respeito ao fornecimento de estruturas urbanas regenerativas e responsivas (VEREBES, 2013, p. 191).

3.1 Desenvolvimento urbano em Viena⁶

A cidade de Viena, na Áustria, através de seu departamento de desenvolvimento urbano, elaborou um interessante trabalho que partiu do estudo social dos habitantes para análise e prospecção de diversos quesitos envolvidos no urbanismo.

O planejamento integrado demanda o estudo da faixa etária dos habitantes, da idade laboral, dos modais de mobilidade escolhidos e quais os propósitos dos deslocamentos, das necessidades especiais e do número de idosos. Tal análise, quando posta em gráficos, permite uma série de conclusões a respeito da dinâmica da cidade considerando uma situação corriqueira.

O Plano de Desenvolvimento Urbano da Cidade de Viena considera a visão da estrutura urbana policêntrica como elemento-chave de planejamento (MA 18, 2013). Para reforçar tal modelo, discorre que

O objetivo é preservar e/ou desenvolver uma distribuição descentralizada de instalações baseada tanto em um sistema hierárquico de ruas comerciais e centros locais quanto em medidas que promovam a implantação de serviços e instalações de infraestrutura próximo a paradas transporte público de grande fluxo. (MA 18, 2013, PG 25)

A interpretação do espaço polinucleado considera as menores distâncias a serem percorridas, o atendimento à população com equipamentos públicos, a possibilidade de

⁶ Fala-se especificamente em Viena devido à oportunidade de realização do Curso *Public Management Training For Competitive And Innovative Cities*, realizado no âmbito do programa “Brasília sem fronteiras”, em junho de 2014.

chegar aos locais a pé ou de bicicleta, e, portanto, a acessibilidade para que todos participem da vida social e cultural. Essa discussão inclui a análise de densidade adequada, a distribuição de usos, a infraestrutura de transporte, que culmina na eficiência dos sistemas e espaços públicos diante das necessidades dos usuários.

Os espaços públicos, por sua vez, devem ser dimensionados considerando as características do bairro e da distribuição espacial. A variabilidade desses espaços atende a mais propósitos, podendo se diferenciar em espaços verdes, em áreas de circulação para compras, em praças pavimentadas, que se distribuam harmonicamente no território e que atendam à densidade demográfica do contexto no qual se inserem.

Outra questão que merece destaque é a implantação de centros comerciais de caráter local. A criação de tais centros é benéfica à vida cotidiana por prover a população local com locais para compras e prestadores de serviços. “Este processo é apoiado pela implantação de terminais de transportes públicos, concentrando-se vias de circulação e garantindo desenho urbano eficiente” com orientabilidade e marcadores visuais (MA 18, 2013, p. 37, tradução nossa). O departamento entende também que

a abordagem de uso misto desejada pode ser promovida pela flexibilidade, em particular das zonas do piso térreo. Alturas adequadas de pé direito ou restrições de utilização (por exemplo, proibição de acesso / saída por veículos a motor) pode ser implementada através do uso do solo e plano de desenvolvimento. Outras intervenções de planejamento potenciais incluem a designação de áreas como bairros comerciais ou a afetação de zonas do piso térreo para fins específicos. No entanto, o planejamento urbano só pode criar as condições de desenho e pré-requisitos para as qualidades; é sobretudo incapaz de preservar formas concretas de utilização. Isto resulta na principal questão de saber se a estrutura de uma área ou prédio permite ou fomenta o aparecimento de tais instalações, se a sua viabilidade económica é conhecida (MA 18, p. 37, tradução nossa).

Tal plano de desenvolvimento também elenca algumas premissas e dimensionamentos a serem considerados no lançamento urbanístico, que foram trabalhados em Viena (MA 18, 2013):

- Estações de metrô devem estar dispostas em raios de 500m e trens e ônibus em raios de 300m, acessíveis, com estações e pontos de paradas convidativos, agradáveis, e com o intervalo de serviço adequado à demanda, considerando frequência constante com aumento de oferta nos horários de pico;

- Em um raio de 300m de paradas de transporte público de massa, se houver condições arquitetônicas suportando usos mistos e espaços públicos abertos, há o fomento de centros locais. É possível utilizar pavimentos com pé-direito mais altos para a flexibilização de usos;
- Para novas construções, é essencial que haja infraestrutura e instalações adequadas, além de conexão entre quadras novas e pré-existentes. A falta dessas conexões podem criar cidades independentes, dificultando posteriores melhorias urbanísticas. A acessibilidade de destinações-chave em viagens diárias por transporte público, a pé ou por bicicleta é levada em conta;
- Desenhos diferenciados de bairros apresentam características e comportamentos individuais. Especialmente em centros locais, a tipologia arquitetônica deve ser adequada à instalação de lojas e serviços e ainda permitir estruturas de uso misto, estando sensivelmente distribuídas de acordo com os tipos nas novas quadras;
- Para a implantação de mercearias e supermercados, há uma demanda de 400 a 600m², com alturas mais generosas de pavimentos. Segundo o encarte “Gender Mainstreaming” (MA 18, 2013), a implantação de um supermercado demanda uma área de influência de 1250 habitações, enquanto um shopping center local abrange 2000 habitações. Com esse parâmetro, é necessária uma densidade de 100 habitações por hectare para implantação de supermercado em um raio de 300 metros, e de 400 metros para centro comercial local;
- Os centros locais e as lojas devem estar situados em um raio de 600m das habitações, em rotas acessíveis e atendidas por percursos lógicos, que possam ser percorridos a pé, de bicicleta ou próximos às paradas de transporte público;
- Os estacionamentos devem ser, sempre que possível, instalados em garagens coletivas para reduzir o número de carros estacionados nas ruas. O espaço público deve servir para promover condições para o tráfego não motorizado e transporte público;

- Medidas alternativas ao uso do veículo particular pode ser o compartilhamento de carros, os pontos de apoio com bicicletário para permitir a conexão entre a bicicleta e os outros meios de transporte públicos e ainda os pontos de aluguel de bicicletas;
- Alternativas para a disposição das vagas legais de garagem podem ser a acessibilidade da edificação por outros meios de transporte coletivos e a existência de infraestrutura de suporte e estímulo para ciclistas e pedestres, além do atendimento do número de vagas em um raio (no caso, 500m) em garagens comunitárias.
- Blocos com mais de 150m de extensão podem fazer barreiras muito grandes – recomenda-se de 3 a 5 m² de área pública por habitante, e os lotes mais densos podem se situar mais próximos a espaços públicos, como forma de compensação.

3.2 A vitalidade urbana e o planejamento global

Entende-se como vitalidade urbana o cuidado com os cidadãos e a oferta de condições para que eles possam transitar na cidade e manter conexão com os demais. Tema bastante explorado por Jane Jacobs (1961) ao analisar os problemas provenientes do formato de subúrbio norte-americano e do planejamento urbano moderno, as calçadas e a diversidade de usos aparecem como elementos importantes para a promoção de movimento e dinamismo na cidade.

Interpretando Gehl (2010), ao explorar os formatos de cidades, considera-se que para se produzir uma cidade animada, segura, sustentável, e saudável, é importante o convite às pessoas para caminhar, pedalar, circular e permanecer nos espaços públicos. A cidade pensada a partir da visão do usuário pedestre toma outros significados, deixados de lado no formato rodoviário da maioria das cidades modernistas. Aproxima-se de uma melhor qualidade urbana ao se compreender a necessidade de se aproximar da dimensão humana, cujo custo é menor do que se investir em infraestrutura automobilística, por exemplo.

No contexto do planejamento global, L. Martin, em 'The Grid as Generator', defende o recurso à malha ortogonal como capaz de gerar espaço urbano vivo. O conceito de rua está subjacente à malha ortogonal (BEIRÃO, 2004, p. 59). Porém, ainda que a malha possua

traçado que a permita ser ampliada e interligada infinitamente, a hierarquização viária, a utilização de marcos edifícios e as relações visuais com elementos da paisagem são necessários para a boa apreensão dos sistemas que compõe o urbanismo, a fim de facilitar a locomoção das pessoas.

Considerando a interferência em espaços urbanos implantados, Beirão (2004, p. 72) relata que as “preexistências condicionam os grandes traçados e ‘linhas mestras’ do plano, e em simultâneo, recebem e orientam uma malha que estrutura e hierarquiza o território de intervenção”. E diz também que, para se alcançar a vitalidade urbana (BEIRÃO, 2004, p. 72),

as principais necessidades a ordenar que [...] devem ser mais rigidamente regradadas, são, os alinhamentos de fachadas como forma de garantir a definição de rua, a caracterização dos espaços públicos através da definição das principais vocações dos espaços (definição de usos), as volumetrias dominantes, arranjos exteriores e, acima de tudo, o critério de densidade utilizado. A definição de um critério de densidade conjugado [...] são os aspectos mais importantes do plano para garantir a visão de desenvolvimento pretendida, pois é sobre estas definições que se estabelece a distinção base entre um modelo de cidade disperso e um modelo de cidade compacto.

A habitação, sendo a demanda primordial para a crescente população e como sinônimo de ocupação quase que imediata, pode ser utilizada para a consolidação e recuperação de bairros e de regiões abandonadas. Tal uso deve constituir áreas “densas, compactas e multifuncionais em torno de núcleos de transporte público” (ROGERS, 2001, p. 118). Como define Rogers (2001, p. 118), “se queremos reforçar nossos bairros e vizinhanças e crescer de forma sustentável, então precisamos criar comunidades de fácil acesso e com qualidade de vida”.

Outra questão essencial para levar as pessoas à utilização da rua é a articulação de espaços públicos na malha urbana. Rogers (2001, p. 152-153) diz que

Um espaço público seguro e não excludente, em todas as suas formas desde os grandiosos até os mais íntimos, é fator essencial para a integração e coesão social. A democracia encontra sua expressão física nos espaços multifuncionais de domínio público, na vitalidade de suas ruas. E no centro de tudo isso está a forma como os edifícios contêm ou atuam como pano de fundo para a encenação espontânea e caótica da vida cotidiana. [...] A liberdade do espaço público deve ser defendida tão fortemente como a liberdade de expressão. Precisamos reconhecer que o âmbito público inclui nossas instituições semiprivadas – escolas, universidades, prefeituras, shopping centers – e temos que garantir que tais espaços sejam acessíveis a todos e desenhados para atender aos mais altos padrões.

A ampla utilização do carro como veículo locomotor aumenta as distâncias percorridas, contribui para o sustento da baixa densidade habitacional e, quando utilizado excessivamente para percorrer pequenas distâncias, ainda diminui a interação social, afastando as pessoas, esvaziando as áreas públicas e degenerando o convívio e a vivência urbana (ALEXANDER, 2013).

Rogers (2001, p. 35) cita o automóvel como “o principal responsável pela deterioração da coesa estrutura social da cidade”, ao destruir a “qualidade dos espaços públicos” e estimular “a expansão urbana para bairros mais distantes”; ao mesmo tempo, entende que o carro é objeto de desejo, sinônimo de liberdade e praticidade, além de outorgar glamour e status ao dono.

Ele viabilizou a compartimentação das atividades cotidianas, segregando escritórios, lojas e casas. E quanto maiores as cidades, mais antieconômico era expandir o sistema de transporte público, e mais dependentes de seus carros ficavam os cidadãos. Em todo o mundo, as cidades estão sendo transformadas para facilitar a vida dos carros, mesmo que sejam eles, e não as indústrias, os responsáveis pela maior parcela de poluição do ar, a mesma poluição que expulsou os moradores para bairros residenciais distantes”. (ROGERS, 2001, p. 35)

“A separação dos locais de moradia, compras e trabalho, e a deterioração do transporte público tornaram o automóvel um meio de transporte indispensável”. A indústria automobilística é financiada e estimulada pela política atual, e o afastamento das lojas, dos shoppings centers e dos condomínios residenciais propicia a dependência do automóvel e os congestionamentos, abolindo das ruas a vividez do comércio e dos negócios (ROGERS, 2001, p. 120-122)

Portanto, faz-se necessário o estímulo para contração das distâncias entre residências, equipamentos públicos, comércios e estações de transportes públicos, evitando ainda a implantação de eixos viários de maior hierarquia, ou seja, com grande número de vias, que atravessem áreas despovoadas, por acarretar em custo de infraestrutura sem a utilização do potencial investido.

3.3 Mobilidade

O tema da mobilidade permeia todo estudo urbanístico e é vital para a sustentabilidade e para a dinâmica das cidades. A transição entre os locais de moradia e de trabalho, os espaços públicos e os equipamentos coletivos, o ir e vir diário de e para qualquer lugar se traduz em mobilidade. A mobilidade urbana sustentável é o grande desafio para as cidades

brasileiras, que possuem uma herança econômica e política para o estímulo na utilização de veículos particulares.

Pesquisas na área de mobilidade a pé em bairros dizem que a possibilidade de vencer distâncias a pé “oferece benefícios surpreendentes para a saúde, para o ambiente, para as finanças e à comunidade”⁷:

- Um morador de um bairro ‘andável’ pesa, em média, 3 a 5kg a menos que alguém que vive em um bairro espraiado;
- As cidades com bom transporte público e facilidade de acesso aos serviços promovem a felicidade;
- 82% das emissões de CO2 são da queima de combustíveis fósseis, que pode ser diminuída com o aumento dos percursos andáveis;
- Os carros são a segunda maior despesa das famílias nos EUA e a localização da casa aumenta em até U\$3.000,00 o valor da propriedade;
- Estudos mostram que para cada 10 minutos gastos em um trajeto de carro, o tempo gasto em atividades comunitárias cai em 10%.
- O percurso em uma estrutura de ruas em malha com misto de residências e escritórios abraça maior número de localidades do que a mesma distância em um subúrbio espraiado, com ruas sem saída - *cul-de-sac* e poucas lojas (Figura 28).

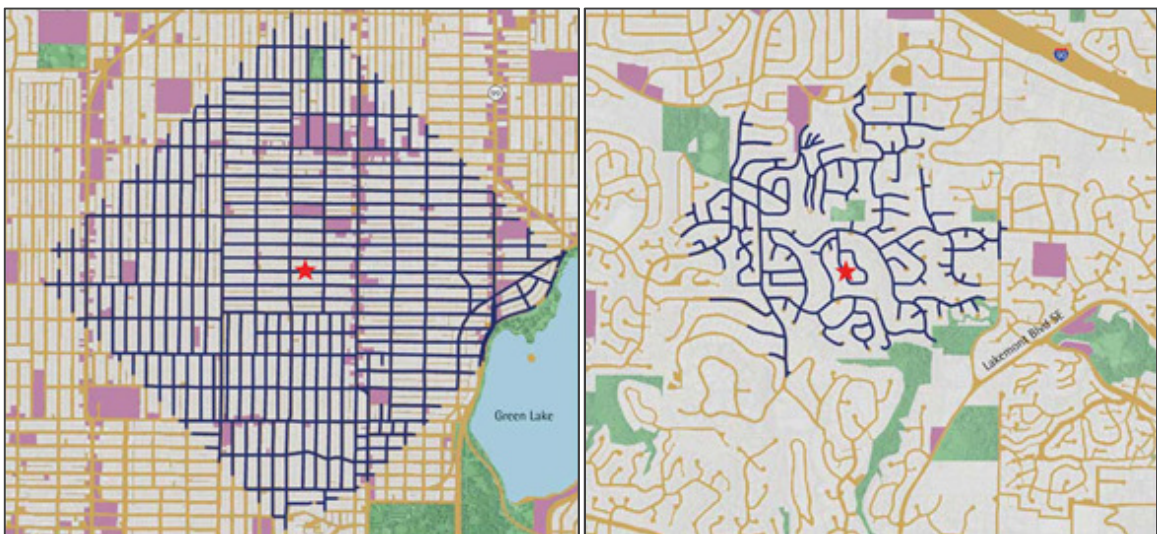


Figura 28 - 1,6km (1 milha) em um bairro compacto e em um subúrbio espraiado.
 Fonte: <<https://www.walkscore.com/walkable-neighborhoods.shtml>>.

⁷ Dados retirados do link <<https://www.walkscore.com/walkable-neighborhoods.shtml>>.

O estudo lista, ainda, características para um bairro ser 'andável', quais sejam: a existência de um centro, que pode ser uma rua principal ou um espaço público; o número de pessoas de forma a sustentar o comércio e a estimular o trânsito frequente do transporte público; uso misto que mescle habitações e negócios (escritórios ou comércios); parques e áreas públicas para o lazer e o descanso; desenho para pedestres, no qual as edificações se aproximam das ruas e os estacionamentos ficam em segundo plano; escolas e locais de trabalho acessíveis a pé; ruas completas com trânsito de veículos motorizados, bicicletas e pedestres.

“A ideia da eficácia espacial, econômica e social da distribuição territorial e estruturação urbana sempre esteve ligada à ideia de mobilidade e conectividade” (LATHOURI, In VEREBES, 2013, p. 21). A mobilidade tem sido ponto chave e de partida para estudos e questões de reconfiguração e revitalização urbanísticos, sendo crucial para o bom desempenho das funções econômicas e sociais da cidade.

Rogers (2001) comenta que a transformação na forma de pensar o transporte já está acontecendo nas grandes regiões urbanas, sendo a agilidade e a eficiência os focos para o sistema de transporte. Também vislumbra que

Os carros no futuro serão 'limpos', mas será mais barato, mais rápido, e mais divertido locomover-se nos meios de transporte público. O carro será visto como componente menor de uma rede complexa e flexível de sistemas de transporte. Os cidadãos terão acesso ao transporte pela Internet, que instantaneamente irá analisar toda a rede, mapear as vias mais rápidas. (ROGERS, 2001, p. 166-167)

3.4 Calçadas vivas

Uma calçada por si só não é nada. Uma calçada, além de ser o local legalmente reservado ao trânsito seguro de pedestres, “serve como área de vendas, passeio, ponto de encontro, rota de corrida, área de alimentação, playground, área de descanso, local de trabalho e entrada a estabelecimentos” (MIKOLEIT e PÜRCKHAUER, 2011, p. 44, tradução nossa). Se a calçada não servir a outra função primária e a funções suplementares além de simplesmente circular, ela não terá transeuntes, conotará o abandono.

Jane Jacobs (1961) lista três principais qualidades para ruas seguras: É necessário haver uma clara demarcação entre espaços públicos e privados, as ruas devem ser vividas e habitadas (através das premissas de uso do solo) e as edificações e janelas devem ser voltadas para a rua (olhos que vigiam). Calçadas devem ser dimensionadas de acordo com a ocupação: para

duas pessoas circularem, ou para um adulto que acompanha uma criança poderem circular tranquilamente, a largura das calçadas e os percursos devem ser adequados.

A segurança da cidade se faz coletivamente, com constantes olhares sobre as áreas de passagens, despretensiosos ou não. A presença de diferentes tipos de comércio nas ruas, que funcionem durante o dia e à noite, atrai pessoas para o local promovendo a sensação de espaço vigiado.

Outro dispositivo que aumenta a conexão entre as passagens são as fachadas com janelas voltadas para a rua. As calçadas tornam-se instintivamente mais seguras quando se sabe que pode haver alguém olhando para aquele caminho, assim como as casas ou comércios se conectam com a vivência da cidade, levando benefícios a ambos. Como diz Alexander (2013, p. 768), “uma rua sem janelas é cega e assustadora”.

Jacobs (1961) diz que planejadores de cidades operam na premissa de que as pessoas da cidade buscam locais organizados, calmos e vazios, se contrapondo com a realidade na qual pessoas atraem pessoas. Gehl (2010) ressalta que o ato de caminhar necessita alguma motivação, e, a partir dele, uma multiplicidade de oportunidades sociais e recreacionais surgirão. Gehl (2010, p. 19, tradução nossa) ainda considerou:

[...] mais estradas convida mais tráfego. Melhores condições para ciclistas convidam mais pessoas a pedalar, mas melhorando as condições para pedestres, nós não somente reforçamos o tráfego de pedestres, como também – e mais importante – reforçamos a vida na cidade.

No manual MA 18 (2013), os autores estabelecem, para a promoção de calçadas utilizáveis, conforme critérios normais, pelo menos dois metros de largura. Como mínimo admissível, estabelece-se um metro e meio e, no caso de haver instituições públicas implantadas, sugerem-se calçadas de três metros e meio, para facilitar o fluxo de pedestres e não intimidar o uso das calçadas.

Os critérios mínimos de dimensionamento de calçadas devem considerar, sempre, a utilização demandada em cada contexto urbanístico e a necessidade de ampliação desses espaços. É necessário quebrar o padrão automobilístico de locomoção, tirar os carros dos espaços destinados às calçadas, à circulação de bicicletas, e retomar hábitos saudáveis com a mobilidade não motorizada. Deve-se restringir a circulação de veículos em caixas viárias

subdimensionadas, adotar mão única de circulação de automóveis e restabelecer as calçadas, de forma que o urbanismo possa contribuir para as boas práticas sociais.

3.5 Múltiplos usos

A problemática que envolve a utilização das calçadas é intrinsicamente ligada à multiplicidade de usos, outro ponto que contribui substancialmente para a vitalidade urbana. Jacobs (1961, p. 152, tradução nossa) disse:

O distrito, e de fato tantas de suas partes internas quanto possível, deve servir a mais de uma função primária; preferencialmente mais que duas. Elas devem garantir a presença de pessoas que saiam ao ar livre em diferentes horários e que estejam no local para diferentes propósitos, mas que são capazes de usar muitas instalações em comum.

Já no entendimento de criação de nós de atividades, Alexander (2013, p. 166) pontua que, para criar intensidade de uso, “os equipamentos reunidos em volta de um nó devem funcionar de maneira cooperativa e atrair o mesmo tipo de pessoas nos mesmos horários do dia”, e devem estar bem distribuídos na malha urbana de forma que tanto áreas tranquilas quanto áreas agitadas sejam acessíveis em algumas centenas de metros.

A separação existente entre moradia e trabalho, padrão nas cidades modernas e justificada pela necessidade de se criar residências em espaços tranquilos e seguros, gera questões de transporte e acúmulo de tráfego no ir-e-vir pendular.

Alexander (2013) defende, numa análise social e psicológica do sentimento entre “trabalhar” e “morar”, que a casa e o trabalho devem estar a 20 ou 30 minutos de distância, de forma a resguardar o convívio familiar nos intervalos do trabalho, criando pequenos grupos de trabalho descentralizados. Esses grupos de trabalho devem se constituir de atividades distintas, e sustentar atrações como lojas, cafés e restaurantes, idealmente dispostos em pequenas praças ou pátios ao ar livre e de uso comum. As residências, por sua vez, devem ocupar espaços remanescentes, seja em edificações cujo térreo existam lojas, seja dispostas em fita ou recuadas em relação à via de acesso, mas mantendo a área comercial e de serviços habitada, para que não se transformem em áreas urbanas degradadas.

A metropolização das cidades leva à necessidade de criação de centros urbanos menores, afastados, com potencialidades globais específicas, de forma a manter a atratividade do centro e diminuir o afastamento das residências provocado pela expansão da ocupação

metropolitana sem infraestrutura de serviços. Tais centros são fundamentais para o atendimento da demanda gerada pelos moradores afastados do centro.

As ruas de comércio devem favorecer o acesso por carros e tornar agradável a utilização por pedestres, podendo se desenvolver em ruas de pedestres dispostas ortogonalmente às ruas de grande circulação de veículos com estacionamentos atrás das lojas ou no subsolo, ajudando também na saída de veículos diretamente no fluxo principal. (ALEXANDER, 2013). A maior atividade urbana costuma acontecer em locais aonde existe ambos os fluxos, tanto de pedestres como de veículos, como pode ser observado na Times Square (EUA) e no Champs Elysées (Paris). A Figura 29 mostra esquematicamente como os núcleos mistos e compactos favorecem o promoção de bairros vivos e sustentáveis enquanto reduzem as necessidades de deslocamentos.

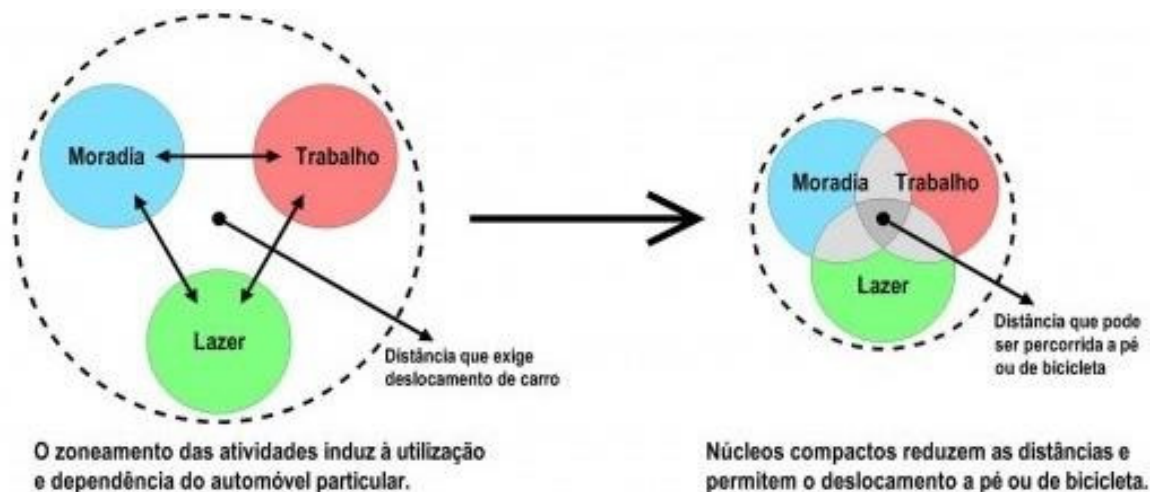


Figura 29 – Esquema de cidades compactas.
Fonte: Rogers, 2001, adaptado por Silva e Romero, 2011.

Beirão conclui que, na elaboração de um projeto urbano, “os parâmetros mais importantes a respeitar são a área de construção e o uso”, pois a alteração desses “interfere com as cargas urbanas e portanto implica a implementação de áreas urbanas com custos de manutenção e impacto ambiental diferentes.” (BEIRÃO, 2004, p. 28) Os demais fatores, se considerados dependentes desse, são mais flexíveis e reagirão com menos impacto ao ambiente.

3.6 Densidade e gabarito

Alexander (2013) interpreta a cidade através do número de habitantes: uma cidade com 300 mil habitantes terá um diâmetro entre 3km e 13,5km, dependendo da sua densidade, sendo de 32mil hab/km² ou 2mil hab/km², respectivamente. O autor cita pesquisas realizadas com

o intuito de delimitar o número de habitantes em relação aos serviços ofertados e suportados, e chegou-se ao entendimento de que uma população de 100 a 200 mil habitantes consegue viabilizar um centro de grande escala, “com uma variedade de serviços profissionais e lojas de lazer, além de atividades recreativas e culturais” (ALEXANDER, 2013, p. 60).

A definição da densidade populacional máxima para uma área estipulada deve considerar o impacto ambiental na região, considerando a disponibilidade de recursos naturais e ambientais e a demanda necessária, para que não haja sobrecarga e possíveis danos irreversíveis que levem os problemas ambientais a um raio de abrangência maior. É sabido que a disponibilidade de recursos hídricos é um dos fatores mais limitantes, cuja compensação com soluções técnicas é consideravelmente mais onerosa do que a questão dos rejeitos, da drenagem e de energia elétrica.

A escala da cidade e das edificações nela existentes é discutida por Gehl (2010). Escalas menores permitem uma percepção calorosa e intensa da cidade, e espaços e edificações grandes transmitem a sensação de impessoalidade, formalidade e ambiente frio.

Em estudos da dimensão humana na caracterização da cidade, tem-se que a visão distingue objetos a partir de aproximadamente 100m, sendo que detalhes são vistos com 25m de afastamento entre o observador e o objeto. Ajustando-se à média do ângulo de visão do homem moderno, esse parâmetro leva à associação do gabarito de cinco pavimentos como limite adequado à visão, e à criação de quadras com dimensões máximas de aproximadamente 100m. “De fato a conexão entre o plano da rua e edificações altas é efetivamente perdida depois do quinto pavimento” (GEHL, 2010, p. 42, tradução nossa).

A respeito da altura das edificações, Alexander (2013) apresenta pesquisas que relacionam a interação social de moradores e trabalhadores com o espaço público em relação ao gabarito dos prédios: quanto mais altos, menor a interação.

Em um edifício com três ou quatro pavimentos, os usuários ainda conseguem caminhar com facilidade até a rua e se sentem parte da paisagem urbana por meio de suas janelas: elas conseguem discernir os detalhes da rua – as pessoas, seus rostos, as plantas, as lojas. A partir de quatro pavimentos, este contato deixa de existir. [...] A conexão com o chão e a malha urbana se torna tênue; as edificações se tornam um mundo à parte, com seus próprios elevadores e suas cafeterias. (ALEXANDER, 2013, p. 118)

Apesar de estabelecer uma média ideal de quatro pavimentos, Alexander ressalta que a variação de altura é importante para a diferenciação entre bairros e para a inteligibilidade das regiões. Locais altos, principalmente, que se destaquem na malha e que convidem as pessoas a observarem o bairro como um todo, são importantes para a cidade e devem ser bem distribuídos.

No decorrer da malha urbana, há de se lembrar da necessidade de pequenas praças públicas, que forneçam um momento de lazer e contemplação às atividades e moradias do lugar. Essas praças devem estar distribuídas de forma a contemplar o máximo de pessoas possível, e serem pequenas para que seu uso não seja desestimulado por aparentarem um vazio urbano.

A preocupação de Gehl apresenta-se na constituição de áreas cada vez maiores para pouquíssimas pessoas, em despeito à escala humana. Ele diz que “o corpo, os sentidos e a mobilidade humana são a chave para um bom planejamento urbano para pessoas” (GEHL, 2010, p. 59, tradução nossa). Ele defende a utilização de edificações de até seis pavimentos para não retirar a conexão da unidade autônoma com o espaço público que a cerca.

3.7 Cidade flexível

A dinâmica inerente às cidades leva à percepção dos sistemas urbanos como entidades mutáveis, que não aceitam a formalização perene. O planejamento urbano, que antes era estático, plotado no território tal qual projetado, necessita agora da ação dos arquitetos e urbanistas na prospecção e na simulação de crescimento e mudanças. Os projetistas devem agir no intermédio entre o projeto tradicional e o ativismo cidadão, entre os extremos de imposição de normas e da completa ausência delas. “Isso envolve trabalhar com diferentes forças de interesse, incluindo economia, ecologia, ou demografia, como forma de determinar cenários prováveis que poderiam surgir em uma cidade particular” (CUFF, In VEREBES 2013, p. 24).

Rogers (2001, p. 163-164) expõe que “as instituições têm vidas cada vez mais curtas – estações de trem são convertidas em museus, usinas de força em galerias de arte, igrejas em danceterias, armazéns em habitações.” As edificações se tornaram “continentes flexíveis para uso de uma sociedade dinâmica”, de forma que se permitam adaptações e polivalência.

A definição não pode mais ser perene, em longo prazo. Não há mais lugar a uma ordem estática da arquitetura e do simbolismo dos espaços. As interações sociais demandam a existência de eixos norteadores nos aspectos urbanísticos, mas se contrapõem ao engessamento edilício.

Verebes concorda com Rogers ao dizer que “em relação à caducidade inerente e inevitável de edifícios e cidades, pode ser necessário renunciar em algum grau a suposição de que toda arquitetura deve ser permanente e completamente funcional para sempre” (VEREBES, 2013, p. 2, tradução nossa). As mudanças políticas, econômicas, ambientais e demográficas foram e continuam sendo fatores de abandono e morte de bairros e cidades.

“Devemos construir cidades com flexibilidade e honestidade, trabalhando com, e não contra, o inevitável processo de transformação das cidades.” (ROGERS, 2001, p. 165). Devemos perceber as tentativas de monopolização das mudanças pela política e pelo mercado, e elaborar planos diretores flexíveis, a exemplo da tentativa que se estabelece na cidade de São Paulo, quando aprovada a Lei 16.050/2014, que trata do Plano Diretor Estratégico daquela cidade.

Arquitetos internacionais e planejadores do mais alto calibre deveriam ser convidados para apresentar planos diretores flexíveis – incluindo análise de impacto ambiental – que cobrissem a maior parte dessas áreas para recuperação ou renovação. [...] A coerência e beleza do todo deveria ser o objetivo do plano, sem sacrificar a flexibilidade de qualquer empreendimento em particular. (ROGERS, 2001, p. 114)

Rogers faz uma leitura no processo de desenvolvimento e da economia das cidades, e desenha o que chama de ‘nova economia’:

A cidade industrial do século XIX evoluiu ao redor da ferrovia ou do abastecimento de carvão e aço. A cidade do final do século XX foi planejada e desenvolveu-se ao redor de zonas com uma única atividade. Na cidade do século XXI, a confiança da economia nos empregos de pequena escala e na troca criativa criará necessidades pessoais muito diferentes. As pequenas empresas são menos dependentes de instalações em grande escala e mais dependentes da infraestrutura da cidade e dos serviços locais. (ROGERS, 2001, p. 162-163)

Nesse contexto da nova economia, Rogers entende que ela acontecerá em locais que estejam predispostos à implantação, “cidades com a correta mistura de vida pública, mobilidade, educação permanente e equipamentos culturais acessíveis”, e que considerem a flexibilidade de usos como meio de atender ao desenvolvimento econômico.

A dificuldade das normas em atender ao dinamismo da cidade e às mudanças temporais tem provocado os planejadores. Percebe-se uma mudança de paradigma, no qual a norma perde sua força em prol do desenvolvimento mais permissivo e orgânico da cidade. No Distrito Federal, estão em curso as câmaras técnicas para discussão da Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS)⁸, ainda em forma de minuta. A LUOS aparece como mecanismo substitutivo às normas de gabarito (NGBs) e aos planos diretores locais (PDLs). Ao simplificar o excessivo número de planos diretores e normas de gabarito que por vezes se sobrepõem, estuda a composição urbanística, contrapõe às normas vigentes e regulariza usos que foram impostos pelo dinamismo da cidade. Percebe-se que já não é mais possível ser rígido quanto à composição de usos do solo, uma vez que o mercado e as demandas se alteram ou não se constituem puramente de decisões técnicas. A LUOS define usos mais genéricos para as regiões, na tentativa de atender às necessidades estabelecidas e implantadas e às vocações observadas na atual composição do território.

⁸ Fonte: <http://www.segeth.df.gov.br/preservacao-e-planejamento-urbano/lei-complementar-de-uso-e-ocupacao-do-solo-do-df.html>. Link disponível em julho de 2016, PLC 79/2013.

4 A EVOLUÇÃO DOS MÉTODOS COMPUTACIONAIS

A união das funções de arquiteto e de construtor existente até o início da Alta Idade Média fazia pouco necessária a representação gráfica de ideias, uma vez que era o mesmo profissional que idealizava, projetava e coordenava a construção, encaminhando o desenvolvimento da obra a seu critério (ROBBINS, 1997).

Com a progressiva separação das funções de projetista e construtor, passou-se a utilizar em maior escala o desenho como ferramenta de comunicação de projeto. A era industrial permitiu a aplicação da produção em massa para o atendimento aos critérios de urgência e urbanização da sociedade. Com o passar do tempo, o poder aquisitivo obtido com o acréscimo econômico advindo da urbanização exigiu adequações nos padrões existentes. Essas adequações muitas vezes demandavam mais tempo do que novas construções, e tornavam-se cada vez mais frequentes.

Após a Revolução Industrial, período no qual a demanda de projetos de equipamentos e a necessidade de precisão do produto final cresceram, tornou-se recorrente a utilização da linguagem gráfica como meio de expressão entre os diversos profissionais (ROBBINS, 1997). Em 1960, com o início da revolução digital, houve uma transformação “que tem irreversivelmente transformado quase todos os escritórios, institutos e escolas em todo o mundo” (VEREBES, 2013, tradução nossa).

Nós estamos testemunhando uma mudança da computação como intenção de projeto, através do desenho assistido por computador (CAD), para a computação mais emergente, inesperada, com resultados imaginativos; do mais barato e rápido para trabalhos mais exploratórios. [...] O uso de computadores em projeto, gerenciamento e construção levou à sistematização de processos manuais e repetitivos, uma vez que essas ferramentas também tem a capacidade de organizar, através da codificação, vasta informação que se aproxima da complexidade do mundo fora do computador (VEREBES, 2013, p. 168-169, tradução nossa).

O desenho auxiliado pelo computador foi difundido, e esse meio digital se tornou a principal ferramenta de desenho do século XXI. Apesar de ser o computador amplamente utilizado na representação gráfica das ideias de projeto, o potencial tecnológico nos processos de concepção e projeção ainda não é, na realidade brasileira, intensamente explorado como instrumento de estudo, descoberta e desenvolvimento de soluções (STACEY *et al*, 2004, p. 6-7 e KOLAREVIC e KLINGER, 2008).

Uma vez que o tempo tende a ser cada vez mais escasso conforme o comportamento e a evolução do capitalismo e com a evolução da técnica e com a manutenção da demanda por produtos rápidos, estudam-se formas de “customizar em massa”. Nesse termo, busca-se incluir desde a utilização de programas BIM que facilitam alterações de projeto e adaptações em versões diferentes sem precisar redesenhar todo o projeto novamente, como o emprego de algoritmos para a geração de formas seguindo regras estabelecidas. A gramática da forma explora as variações e as possibilidades adquiridas ao se trabalhar em um mesmo conjunto de parâmetros, para resultar em produtos diferentes, em curto espaço de tempo.

Com as ferramentas algorítmicas, percebemos o alcance das ferramentas atuais de projeção. David Jason Gerber (In VEREBES, 2013, p. 186) diz que “como projetistas de cidades do futuro, seremos capazes de, com mais precisão e com mais engenhosidade formal e confiança, quebrar a monotonia e homogeneidade do planejamento do século XXI”, e considera que os processos generativos e paramétricos serão utilizados como modelos e testes para permitir a vitalidade urbana “através da incorporação da complexidade emergente e inteligente, de heterogeneidade e fluidez urbana”.

4.1 Gramática da forma

A gramática da forma teve seus estudos iniciados por Stiny e Gips (Gips & Stiny, 1972) através da aplicação na pintura e na escultura. A intenção era desenvolver regras de composição para as obras e, através delas, obter resultados diferentes segundo uma mesma “gramática”, aumentando a produção e as possibilidades de arranjos. O trabalho de Stiny e Gips utilizou tanto a forma 2D quanto a 3D para a determinar, através de relações materiais e estruturais, as especificações algorítmicas geradoras que resultarão nos trabalhos artísticos, com a finalidade de produzir bons trabalhos e de desenvolver o entendimento do que faz com que estes trabalhos sejam considerados bons. Algoritmo, conforme descrição do dicionário eletrônico Houaiss, é o “conjunto das regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos que levam à solução de um problema em um número finito de etapas”.

A aplicação da gramática da forma aconteceu em projetos como um meio de criar variações formais e compositivas através de regras explícitas, de modo a produzir derivações

geométricas utilizando escalonamento, transformações, rotações ou imagens espelhadas. Pode-se, portanto, obter resultados no escopo de uma linguagem semelhante aquela que a gerou e, por vezes, até variações diferentes dos casos existentes a partir dos quais a gramática foi inicialmente desenvolvida.

Mitchell (1996) apresenta, sob a análise da Villa Malcontenta, o desenvolvimento de uma gramática destinada a gerar plantas de vilas no estilo paladiano. Conforme Mitchell (1996), “Palladio foi um dos primeiros arquitetos a explorar variações de plantas por meio do desenho de inúmeras alternativas. Por esse motivo, a gramática paladiana desenvolve-se em um mundo projetual de linhas bidimensionais”.

A gramática paramétrica paladiana deriva suas plantas em uma tendência descendente, partindo da definição de uma quadrícula e do contorno da planta. Seu desenvolvimento segue com a distribuição dos ambientes internos, o alinhamento das paredes internas, a definição das entradas principais e a presença de pórticos e inflexões das paredes externas, a ornamentação externa com colunas, a inserção de janelas e portas e a finalização do modelo de projeto.

“A forma inicial, a partir da qual todas as plantas são geradas, consiste em um ponto identificado com a letra A na origem do sistema de coordenadas.” (Mitchell, 1996). A distribuição das quadrículas é pressuposta como simétrica bilateralmente, e as linhas de dimensionamento (com flechas nas pontas) indicam a ocorrência de parâmetros de dimensionamento que se conjectura que utilizem as regras de proporção de Palladio (Figura 30).

Após o contorno externo da planta, os eixos se definem em paredes ou vazios, e os ambientes surgem com salões em formato de I, T e +. As regras de alinhamento são úteis para definição das proporções dos ambientes. As entradas principais são definidas por um “extenso vocabulário de soluções”, devido às suas diversas apresentações. Para a disposição das aberturas há poucas regras, e algumas etapas, como o detalhamento das entradas, exigem uma maior complexidade de análise.

Quanto mais unidades possuir a matriz-base das quadrículas, tanto mais alternativas de plantas se produzirão. Essa gramática pode gerar muitas villas de Palladio que apresentam simetria bilateral, além de poder produzir obras que se entendam paladianas (Figura 31).

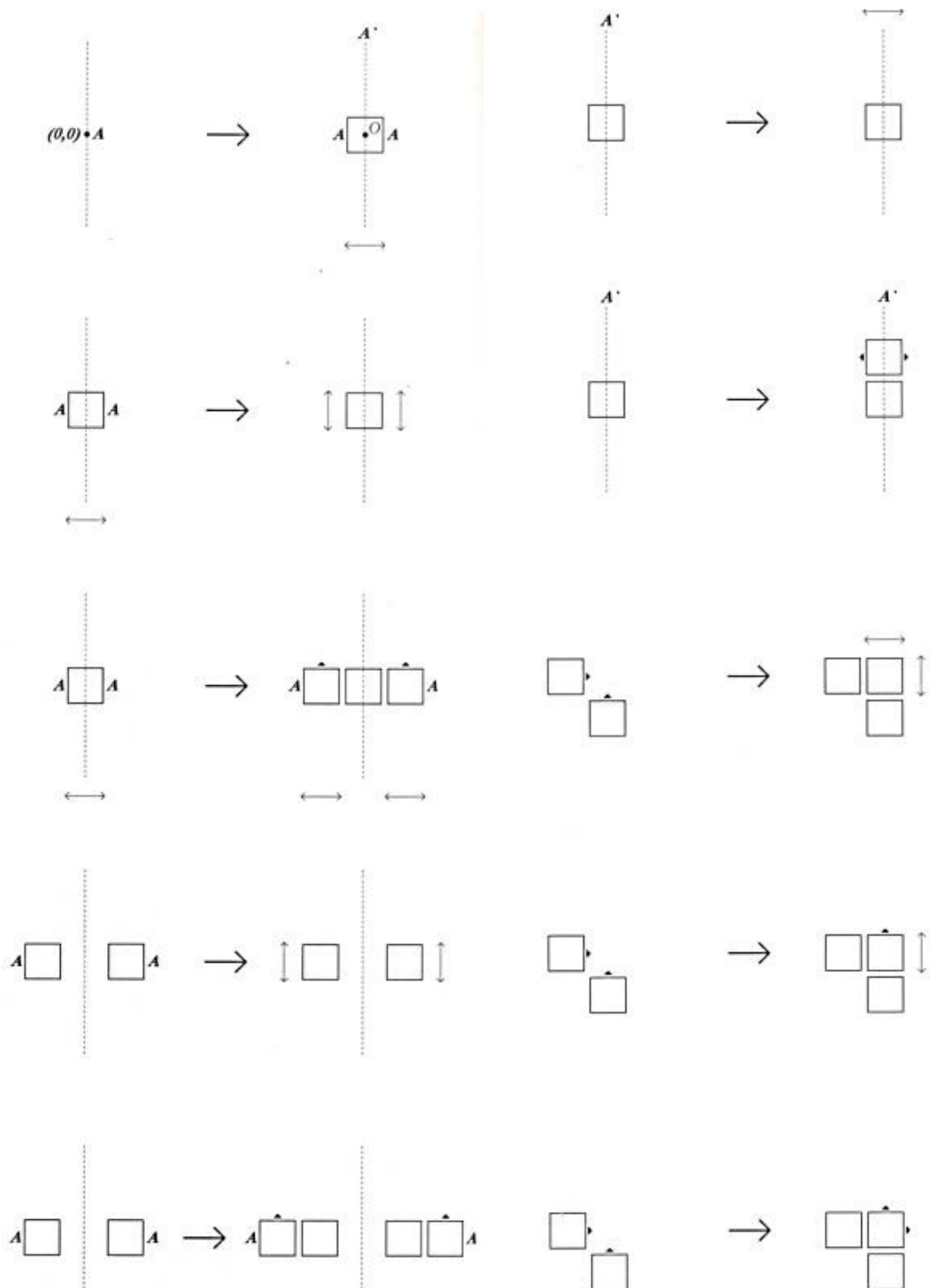


Figura 30 – Regras para geração de quadrículas com simetria bilateral.
Fonte: Mitchell, 1996.

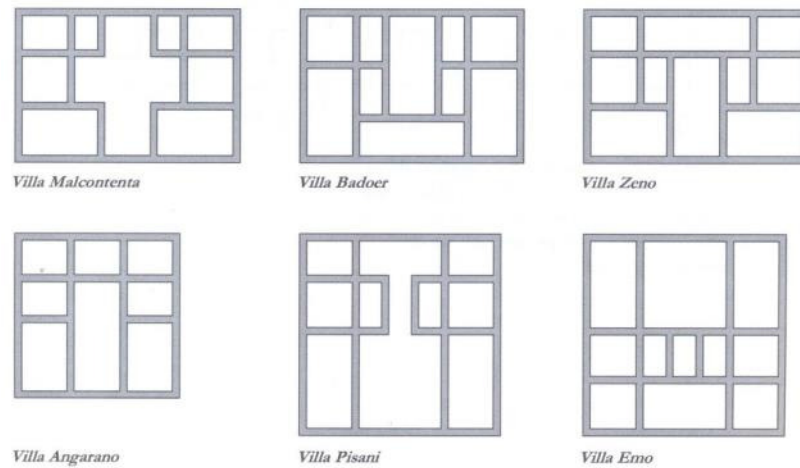


Figura 31 – Plantas esquemáticas com simetria bilateral geradas pela gramática.
Fonte: Mitchell, 1996

Gramáticas da forma são sistemas de produção gráfica que promovem um mecanismo formal para geração de composições baseadas em formas e suas relações espaciais pela especificação de métodos para substituir partes de formas com outras (LIEW, 2002). Elas têm sido utilizadas nos últimos 30 anos desde as primeiras publicações de Stiny e Gips (1972). Uma forma é composta por uma coleção finita de pontos, linhas, planos, áreas ou sólidos. Uma regra na gramática da forma pode ser escrita na forma AB aonde A e B são formas. Quando esta regra AB é aplicada, uma instância de forma A é substituída pela forma B . Há também gramáticas da forma paramétrica que possuem parâmetros que podem ser ajustados (STINY, 1980).

Segundo Celani (2008, p. 283), A gramática da forma (tradução para '*shape grammar*') é um

Sistema de produção baseado na gramática generativa de Noam Chomsky, que utiliza formas bidimensionais ou tridimensionais no lugar de palavras. Uma gramática da forma é definida a partir de um vocabulário básico de formas, um conjunto de regras de transformação dessas formas, e uma forma inicial, à qual as regras são aplicadas recursivamente, até que se chegue à forma desejada. A esse processo dá-se o nome de derivação. O sistema, que foi criado pelos pesquisadores americanos George Stiny e James Gips na década de 1970, tem sido aplicado à análise e à síntese de obras de arte e arquitetura.

Ainda de acordo com Celani (2008, p. 283), “gramática da forma paramétrica (*parametric shape grammar*) [é a] versão da gramática da forma em que as dimensões das formas não são determinadas a priori, sendo representadas por variáveis que recebem valores concretos ao final da derivação” (Figura 32).

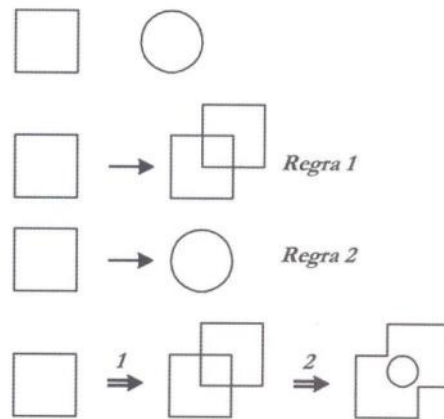


Figura 32 – Vocabulário, regras e derivação de uma gramática da forma.
Fonte: Celani, 2008.

Gramáticas da forma podem ser divididas em duas categorias: analítica e original. Gramáticas analíticas são desenvolvidas para descrever e analisar um estilo histórico. Gramáticas originais são concebidas com a criação de projetos novos e originais.

Uma interessante pesquisa realizada por Koning e Eizenberg (1981) utilizou a gramática da forma paramétrica na geração de formas compositivas e zonas funcionais das casas de pradaria de Frank Lloyd Wright, estilo que sempre foi considerado misterioso e difícil de decifrar. A lareira tornou-se o ponto-chave para o estabelecimento das composições básicas que originam as casas de pradaria.

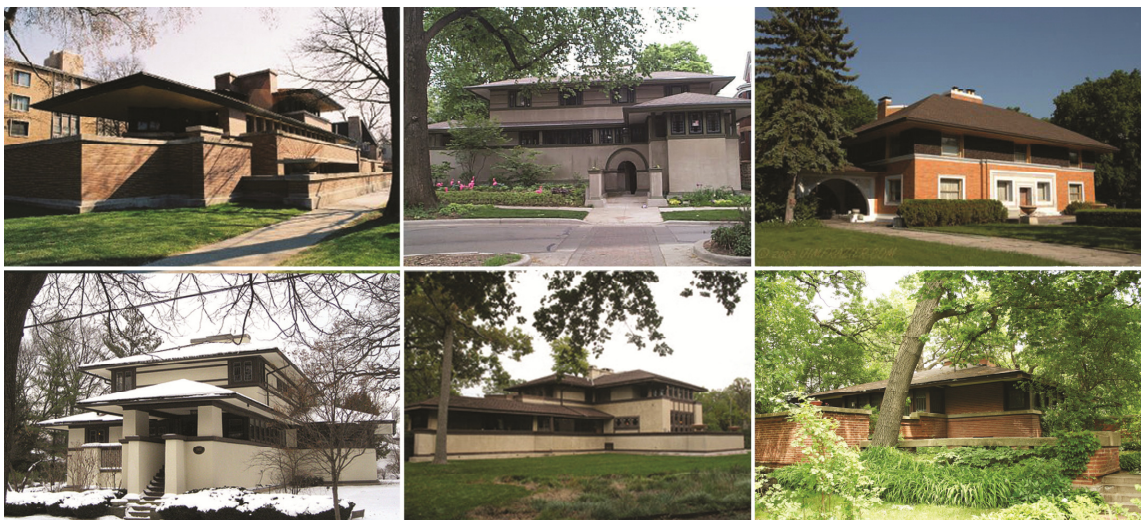


Figura 33 – Alguns dos exemplares estudados das casas de pradaria de Frank Lloyd Wright

Para a criação das regras utilizaram-se onze casas, desde a casa Winslow, precursora evolucionária do estilo, até a casa Robie, considerada como obra culminante da fase estudada. O diagrama a seguir representa o produto do trabalho, com diversos arranjos

obtidos através das mesmas regras extraídas de casas projetadas por Frank Lloyd Wright (Figura 34).

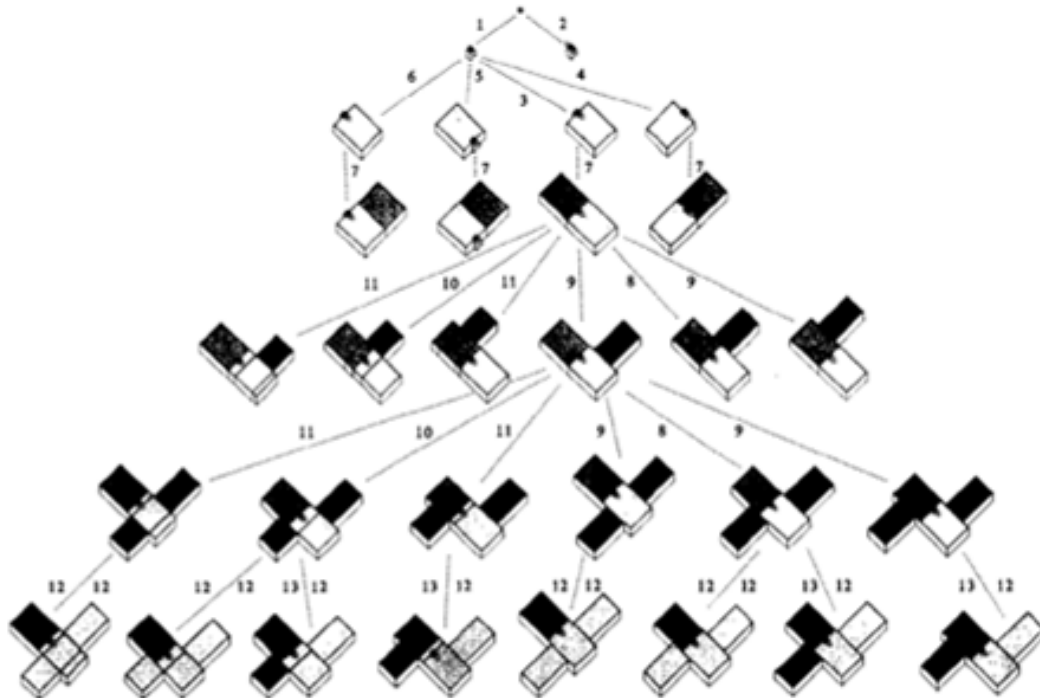


Figura 34 – Diagrama de variações compositivas das casas de pradaria.
Fonte: Koning e Eizenberg (1981)

O diagrama apresenta uma composição básica das casas de Wright, demonstrando a geração das instâncias de projeto. O esquema de regra formal é aplicado à forma inicial para estabelecer a unidade central do desenvolvimento. Extensões são adicionadas ao centro fixado, e funções são designadas aos novos espaços ligados a esse núcleo, articulados de tal forma que cada variável possui características próprias.

Posteriormente articulam-se salas com pé-direito duplo, pórticos nas entradas, terraços e coberturas. Além de clarear as características compositivas e o processo de geração formal lançados por Frank Lloyd Wright, a gramática da forma estudada estabelece o trabalho tridimensional e sua aplicação direta no projeto de arquitetura.

Beirão (2004) cita que “em torno do tema da arquitetura, várias gramáticas surgiram como sistema analítico de compreensão e representação e uma linguagem arquitetônica”. Dentre elas, o autor destaca (2004, p. 35)

gramáticas sobre a arquitetura de Giuseppe Terragni, Glenn Murcutt, Christopher Wren, Irving Gill, para as casas de chá tradicionais japonesas, os ‘bungalós’ de

Buffalo, as casas Queen Anne, as casas tradicionais de Taiwan, o sistema construtivo tradicional chinês Yingzao Fashi e as casas da Malagueira de Álvaro Siza.

Ainda em suas palavras (BEIRÃO, 2004, p. 41), o autor relata, a partir da observação dos resultados das experiências, que

fica clara a noção de que, as qualidades que levam à elaboração de uma boa gramática como criação de um universo de soluções, são as mesmas que permitem a elaboração de um bom projeto. Por outras palavras, o recurso a gramáticas de forma não é garantia de obtenção de um projeto ou universo de soluções de qualidade, mas uma ferramenta que conduz a um conjunto de soluções dentro de uma linguagem. A qualidade das soluções depende da qualidade intrínseca na gramática criada. A capacidade de produzir soluções alternativas num universo específico é a qualidade que pretendemos salientar como potencial a explorar com vista à obtenção de planos urbanos com cariz mais flexível.

Conforme Beirão (2004), a gramática da forma no urbanismo permite, no âmbito da análise territorial, “identificar os processos padrão dos traçados urbanos naturais [...] percebendo suas características específicas e relação com o local”. Esse auxílio permite o uso analítico para gerir resultados potencialmente aplicáveis no desenho urbano. No âmbito da gestão do território, Beirão entende que a gramática pode “indicar quais os traçados admissíveis para um dado território quer a uma macroescala (aglomerado urbano) quer a uma microescala (bairro, urbanização)”. No âmbito do desenho urbano, “o plano deixa as regras de desenho como regulamentação da geração formal, ficando à decisão do promotor a definição da solução final dentro das soluções admitidas pela aplicação das regras”, função que permite a justificativa de planos urbanísticos e não tira a manipulação do urbanista na interpretação e no ajuste das variáveis.

4.2 Parâmetros

O desenvolvimento dos programas CAD – *computer-aided design* – e a criação de parâmetros definidos por variáveis permitem que sejam feitas adaptações, redimensionamentos e/ou criações a partir de um projeto parametrizado, com o intuito de gerar uma extensa gama de variações a partir do mesmo. As variações provenientes de uma mesma base paramétrica podem ser exploradas a fim de se obter resultados otimizados, por exemplo, em relação a quesitos como percurso mais curto entre acessos a edificações em áreas públicas, volume de pessoas proveniente dos transportes de massa, estudo de drenagem dos solos e a disposição das ocupações, etc.. Essas variáveis são controladas pelo

projetista, que fará a gestão dos itens a serem analisados e estudados para obter projetos urbanísticos coerentes com a realidade em que se inserem.

No projeto paramétrico, os parâmetros de um projeto particular são inicialmente declarados, não são modelados ou formalizados. Pela atribuição de diferentes valores aos parâmetros, diferentes configurações geométricas emergem. [...] Além disso, equações podem ser usadas para descrever as relações entre objetos, através da definição de uma geometria associativa e interligada. Dessa forma, interdependências entre objetos são estabelecidas, e os comportamentos do objeto sob transformação são definidos. [...] Como aquelas interdependências são estruturadas e reconfiguradas depende da extensão considerável nas habilidades do projetista para criar essas relações precisamente. (KOLAREVIC, 2008, p. 121, tradução nossa)

Os parâmetros de um objeto são, segundo Bridges (1993), as variáveis independentes que substituem as constantes numéricas no sistema de equações que definirá uma estrutura. Quando determinados os valores a esses parâmetros ter-se-á uma instância particular especificada, que possuirá seu variante com o estabelecimento de novos valores para as variáveis.

Sistemas paramétricos estão desafiando o uso dos tradicionais sistemas computacionais para representação de projetos com modelos inteligentes capazes de interagir e responder a variáveis locais e globais impostas pelo ambiente e pelo projetista segundo sua vontade (EMDANAT, VAKALO e BIRMINGHAM, 1999). Esses sistemas representam um desafio para expandir o processo de projeto para além das atuais limitações dos sistemas CAD tradicionais por:

- Oferecerem maior flexibilidade para projetar partes e conjuntos de natureza complexa;
- Fornecerem sistemas confiáveis para testar as instâncias do projeto a partir de um modelo único;
- Expandirem a exploração de projeto nos estágios iniciais do processo.

De acordo com Kolarevic e Klinger (2008), os parâmetros são inter-relacionados, então numerosas oportunidades de projeto são exploradas através de inúmeras interações informadas por ciclos de revisão entre projeto e produção.

Christopher Alexander (2013, p. X), diz que “cada padrão descreve um problema que ocorre diversas vezes no nosso meio, e então descreve o cerne da solução para aquele problema,

de tal forma que você pode utilizar esta solução um milhão de vezes, sem nunca fazê-lo da mesma forma duas vezes”.

O desenho paramétrico representa uma mudança de paradigma entre a plotagem de projetos repetidos e a permissão de variabilidade sem custos adicionais. “Os modelos paramétricos possuem nós, alguns independentes e outros dependentes. É das cadeias de dependência entre os nós que se propaga o fluxo de dados [...] para que possam agir globalmente”. Essa diversidade de respostas derivada das interações entre os dados transforma o papel do arquiteto, que organiza e avalia as “dependências e interdependências do projeto com a formulação complexa de um problema de projeto e uma estratégia de solução para o projeto” (VEREBES, 2013, p. 145).

4.3 Algoritmos

“Um algoritmo é um processo de abordar um problema em um número finito de etapas. [...] É uma busca estocástica no sentido de possíveis soluções para um problema parcialmente conhecido” (TERZIDIS, 2006, p. 15, tradução nossa). Fazem parte de uma sequência de etapas, finita, articulada, com resultados esperados ou com soluções potenciais. O projeto algorítmico é derivado das regras e códigos que o formam, gerando resultados diferenciados de acordo com os elementos de entrada e a formulação do projeto. (VEREBES, 2013)

Esse método está sendo amplamente utilizado para exploração formal, para estudos e eficiência de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Apresenta-se como uma ferramenta que facilita diversas análises, por possuir rápido *feedback* com a inserção de novas variáveis, de forma a gerar panoramas diferentes em tempo reduzido. Os dados podem ser inseridos em diferentes camadas, o que gerará análises integradas de potenciais distintos através de “indexings”. O conceito de *indexing* é trabalhado como uma forma de “dar valor” aos pontos, avaliando potenciais, fluxos de pessoas, volume de água, alturas de edificações, entre outros, que serão analisados em mapas gráficos indexados – os *indexings*.

Como sabido, as regras de forma (STINY, 1980) tem o potencial de completar o intervalo entre as técnicas de desenho tradicionais e os métodos modernos de desenho urbano. Seguindo esse potencial, é possível elaborar um método algorítmico para a organização de

dados numéricos e, com eles, gerar automaticamente gráficos e *indexings* para a análise de sistemas urbanos.

A avaliação do território através de gráficos indexados visa analisar as vocações adquiridas do território e, a partir do trabalho algorítmico desses dados, elaborar propostas que visam à otimização e contextualização da utilização do espaço. Essa abordagem busca, também, apoiar conceitualmente um novo modo de aplicar e ensinar a pensar o urbanismo: como pontos de atração, como potencialidades geradoras de um desenho urbano contemporâneo.

Sugere-se que o conhecimento e as ferramentas computacionais agregam muito no ensino e no aprendizado da morfologia urbana. Como diz Verebes (2013, p. 42, tradução nossa), “nossas novas ferramentas podem simular qualidades através de processos maquinais controlados parametricamente e algorítmicamente”.

A evolução da tecnologia tem acarretado uma mudança de grandes proporções na elaboração de projetos urbanísticos, e na forma de se analisar a concepção da infraestrutura urbana com seus sistemas físicos, sociais, políticos, econômicos e biológicos. O presente e futuro próximo na era da computação infinita traz o algoritmo e os conjuntos abstratos de regras como questão crucial (VEREBES, 2013).

5 ALGORITMOS NO URBANISMO

A temática da computação inicialmente como suporte e atualmente como geradora de pensamentos, traçados, análises e interpretações urbanísticas, é cada vez mais estudada e analisada por interessados no assunto.

“A história do urbanismo pode ser compreendida através de padrões diagramáticos, códigos e convenções. [...] a cidade é o resultado da associação de vários sistemas que negociam entre si; [...] é inerentemente um produto de processos paramétricos.” (VEREBES, 2013, p. 106). Com a intenção de explorar os conceitos de algoritmos e parametrização, observamos que há explorações no campo do urbanismo que já consideram a contribuição da computação como meio que gerencia esses sistemas tão complexos para a visualização de resultados prospectivos.

Nesse contexto, Dana Cuff (In VEREBES, 2013, p. 27) se pergunta se é possível “construir incerteza e contingência suficientes no urbanismo computacional para evitar que isso se torne uma estratégia de jogo, por exemplo?” Essa discussão nos leva a crer que, ainda que a finalidade da abordagem da computação no urbanismo seja discutível, ela traz um debate importantíssimo sobre a cidade, e imprime novas formas de se pensar e analisar o espaço construído. Talvez mais prospectivos que planos urbanísticos prontos, os resultados criticam a forma como a proposição de sistemas urbanos tem sido imposta e artificial.

A pergunta passa a ser sob quais aspectos pode se obter a complexidade, a flexibilidade e evolução do espaço, na elaboração de estudos urbanísticos. Verebes diz que “parece que o potencial para criar ordens complexas inerentes aos sistemas computacionais de desenho pode ser correlacionado com os padrões de urbanismo evolutivo” (VEREBES, 2013, p. 106, tradução nossa).

Os discursos em torno de sistemas de coleta de dados eletrônicos, sistemas de detecção e de feedback, materiais inteligentes, inteligência, interatividade e responsividade, pertencem a uma "sociedade de controle", na qual a informação é 'imediatamente alimentada volta para o sistema', em tempo real. O planejamento urbano como um regime regulatório precisa urgentemente alcançar este modelo de controle em rede, tecnologicamente proficiente, mais flexível e adaptável. (VEREBES, 2013, p. 14, tradução nossa)

Verebes cita que “para Aristóteles, a idealidade da cidade ‘não é uma forma abstrata racional que será arbitrariamente imposta à comunidade: é mais uma forma já potencial na

natureza das espécies, precisando apenas ser exposta e desenvolvida””. O desafio passa a ser a especificação e a instrumentalização do repertório teórico e prático para “confrontar a mudança urbana massiva, e traçar novas e ainda imprevisas trajetórias” (VEREBES, 2013, p. 14-15, tradução nossa).

Os sistemas urbanos possuem uma capacidade de auto-organização, que demandam algum auxílio para que se mantenham ativos e não caiam em abandono e esquecimento. A cidade sofre a interferência do homem, seja no planejamento, seja na ocupação espontânea, e essa busca por resultados algorítmicos e paramétricos visa buscar a lógica associativa dos sistemas naturais e biológicos (VEREBES, 2013).

O urbanismo paramétrico para alguns se tornou um esforço estilístico e formal, mas deve ser discutido e compreendido mais complexamente como destinado a romper com o plano ‘de cima para baixo’ e infundi-lo com uma estratégia de crescimento e sinergia altamente correlativa, que também intensifica a importância da complexidade e da fluidez urbana. O urbanismo paramétrico não teria sido possível sem o uso de ferramentas digitais e técnicas que, no passado, envolveu muita modelagem manual e contagem de dados em tabelas. Embora muitas dessas tarefas agora possam ser em parte automatizadas [...] e parametrizadas, ainda há trabalho a ser feito, até mesmo além das definições de desenho paramétrico mais sofisticadas de hoje (GERBER, In VEREBES, p. 187, tradução nossa).

Beirão relata que esses processos “podem revolucionar completamente o modo de instruir um plano urbano”, uma vez que “produzem um sistema que gera traçados dentro de uma linguagem estruturada predefinida, contendo os requisitos considerados imprescindíveis e admitindo um vasto universo de soluções alternativas dentro da linguagem” (BEIRÃO, 2004, p. 38). Entende, ainda, que há “força implícita nas estruturas urbanas preexistentes” que se constituem como “organizadoras de novas geometrias e diretrizes de projeto”. Como diria Siza, “A ideia está no ‘sítio’, mais do que na cabeça de cada um, para quem souber ver (...)”⁹.

Em busca de referências, foram encontrados estudos elaborados com o auxílio de editor de algoritmo gráfico (Grasshopper), nos quais se vê a preocupação tanto na criação de um método de projeto dinâmico quanto na pré-análise das questões de inserção urbanística e integração de novas ocupações.

5.1 GIS, CAD e grasshopper

⁹ In BEIRÃO, José Nuno. Tese de Mestrado. Cita SIZA, Álvaro, “Plano de pormenor para a zona da Malagueira, Évora”, in *Revista Arquitectura*, [s.1]: [s.n.], [s.d.].

Beirão, Arrobas e Duarte (2012) elaboraram uma proposta de exploração e projeto urbanístico baseando-se na utilização de dados GIS no ambiente do CAD, para conseguir um estudo paramétrico do desenho urbano referenciado ao indicador de densidade. Os autores acreditam que aumentar a interatividade do modelo de projeto e das ferramentas analíticas vai certamente aumentar a percepção do projetista para as decisões e possibilidades de projeto (Figura 35).

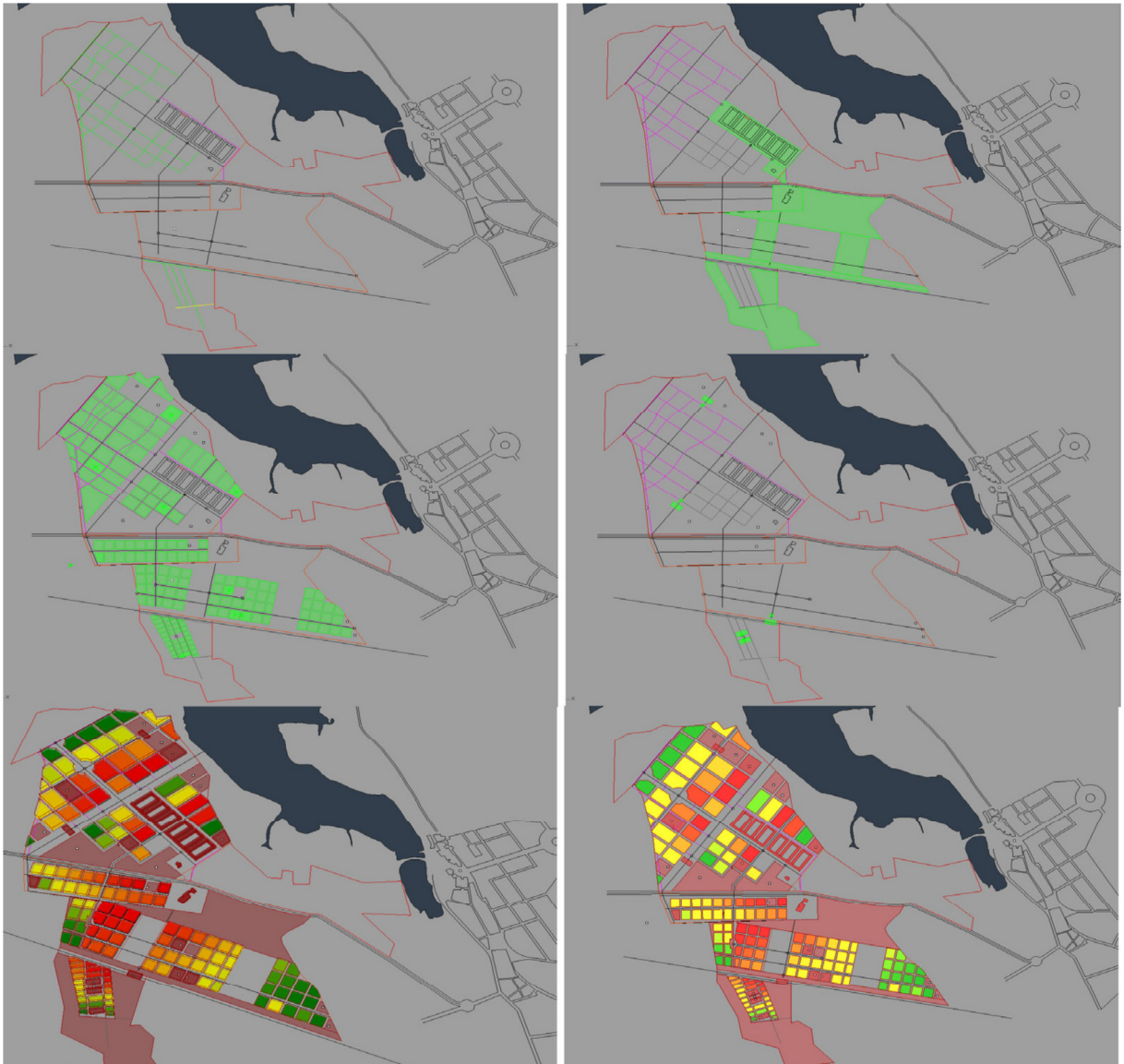


Figura 35 - Sequência do trabalho: demarcação das áreas existentes e linhas mestres; áreas de exceção; marcos do território; visualização de densidade; perspectiva; e planta.

Fonte: BEIRÃO, ARROBAS e DUARTE, 2012.

A ferramenta paramétrica realiza a leitura de um banco de dados que contém informações acerca do território, e, através de metas a se atingir, ela realiza a leitura do banco de dados e de geometrias manipuláveis. Essas geometrias são definidas pelo projetista, que lança mão

da representação de linhas, pontos e polígonos para estabelecer especificidades do território, como, por exemplo, uma área que necessita ser destinada a espaço público ou áreas preexistentes. Para alcançar a exploração contínua de possibilidades, foram utilizados o Rhinoceros e o Grasshopper, e a estrutura foi elaborada para poder ser aplicada em outros contextos de projeto. As variações são obtidas com a alteração das geometrias ou com a manipulação dos parâmetros variáveis (Figura 36).

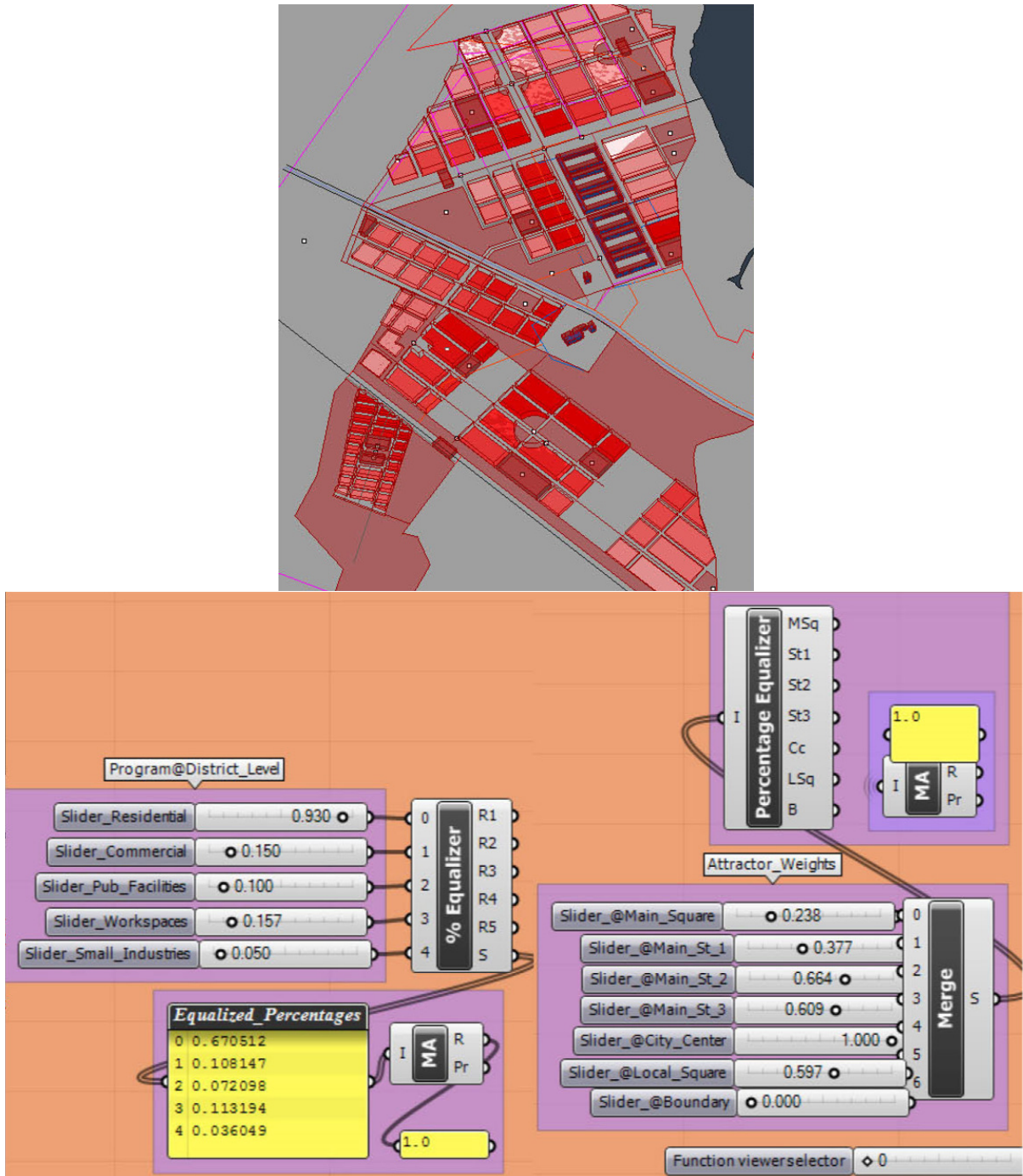


Figura 36 - Distribuição do uso residencial de acordo com os atratores predefinidos.
Fonte: BEIRÃO, ARROBAS e DUARTE, 2012.

Na pesquisa, o objetivo foi o relacionamento “das mudanças na forma com informações relacionadas com todos os tipos de dinâmicas urbanas [...] através da ligação da forma, topologia e todo o tipo de dados sociais em uma plataforma de design interativo” (BEIRÃO, ARROBAS, DUARTE, 2012, p. 173, tradução nossa). Tal processo melhora a discussão entre pares, uma vez que a plataforma é abrangente e fornece resposta momentânea às alternativas considerando diferentes visões do problema.

5.2 Para-Form

A AECOM, conforme citado no blog ‘Connected cities’, relata a preocupação na interpretação do território frente a tantas necessidades sociais e ambientais e interpretam as cidades como locais que devem ser sustentáveis, possuir alto desempenho, e serem agradáveis.

Diante de tal demanda, foi elaborado um software que expõe a interpretação do território de forma ágil e simplificada. Ele combina o software de modelagem Rhinoceros, a plataforma de modelagem paramétrica Grasshopper e o software Microsoft Excel para a avaliação de desempenho do território em tempo real.

Os parâmetros específicos de projeto são ligados diretamente a modelos 3D, permitindo aos usuários efetivamente gerenciar dados e considerar várias opções de projeto, juntamente com as suas maiores implicações nas escalas do edifício e da cidade. Começando com um conjunto de parâmetros de projeto, o aplicativo usa ferramentas embutidas de cálculo avançado para avaliar os critérios de desempenho, tais como relações de área de piso, área bruta, alturas do edifício, população, número de unidades de habitação e estacionamento (APARICIO, 2013, tradução nossa).

A ferramenta desenvolvida considera todos os sistemas complexos e permite ao arquiteto e ao cliente a execução da função de analista, uma vez que as alterações e os impactos no ambiente podem ser simulados e visualizados através da interação dos dados (Figura 37). O objetivo é a obtenção de opções de desenho urbano com controle de custos, bom desempenho, e considerando aspectos viáveis ambientalmente e socialmente, além da estética da composição da cidade.



Figura 37 - Projeto renderizado para Tianjin, China.

Fonte: <http://blogs.aecom.com/connectedcities/parametric-future-cities/>

5.3 Citymaker

Como Beirão (2012, p. 207) expõe em seu trabalho intitulado “Citymaker – Designing grammars for urban design”, o uso de sistema de desenho paramétrico (PDS) produz somente uma solução de desenho com uma ampla variabilidade de parâmetros (Figura 38).

A partir da análise da estrutura urbana básica no intuito de gerar parâmetros para o estudo, Beirão (2012) lista alguns dados obtidos de autores bastante populares:

- Muitos autores concordam com uma média de 5.000 a 10.000 pessoas por bairro ou comunidade como partes de distritos com 20.000 a 100.000 pessoas.
- Esta dimensão contém uma massa crítica suficiente para abastecer pelo menos uma escola e um edifício público, uma rua principal com lojas, uma praça central e uma praça local.
- A vizinhança deve ter usos mistos, tanto vertical quanto horizontalmente. A mistura aumenta à medida que se aproxima ao centro do bairro.
- O tamanho da quadra varia entre 4.000m² e 10.000m². No entanto, há muitos exemplos alternativos de sucesso com quadras maiores (por exemplo, Berlim, Amsterdã).
- Praças apresentam variações ainda maiores. Praças menores parecem ser frequentemente associadas com cidades não planejadas (informais e orgânicas) e praças maiores com o desenvolvimento formalmente planejado (autoritário/imposto). Embora a quantidade de exemplos alternativos seja consideravelmente maior que no caso das quadras, a mesma gama entre 4.000m² e 10.000m² é aceitável. (Alexander et al., 1977); (Barton, Grant, and Guise, 2003); (Marshall, 2005); (Moughtin, 2003); (Moughtin and Shirley, 2005); (Jacobs, 1961); (Steiner and Butler, 2007, apud BEIRÃO, 2012, p. 208-209, tradução nossa).

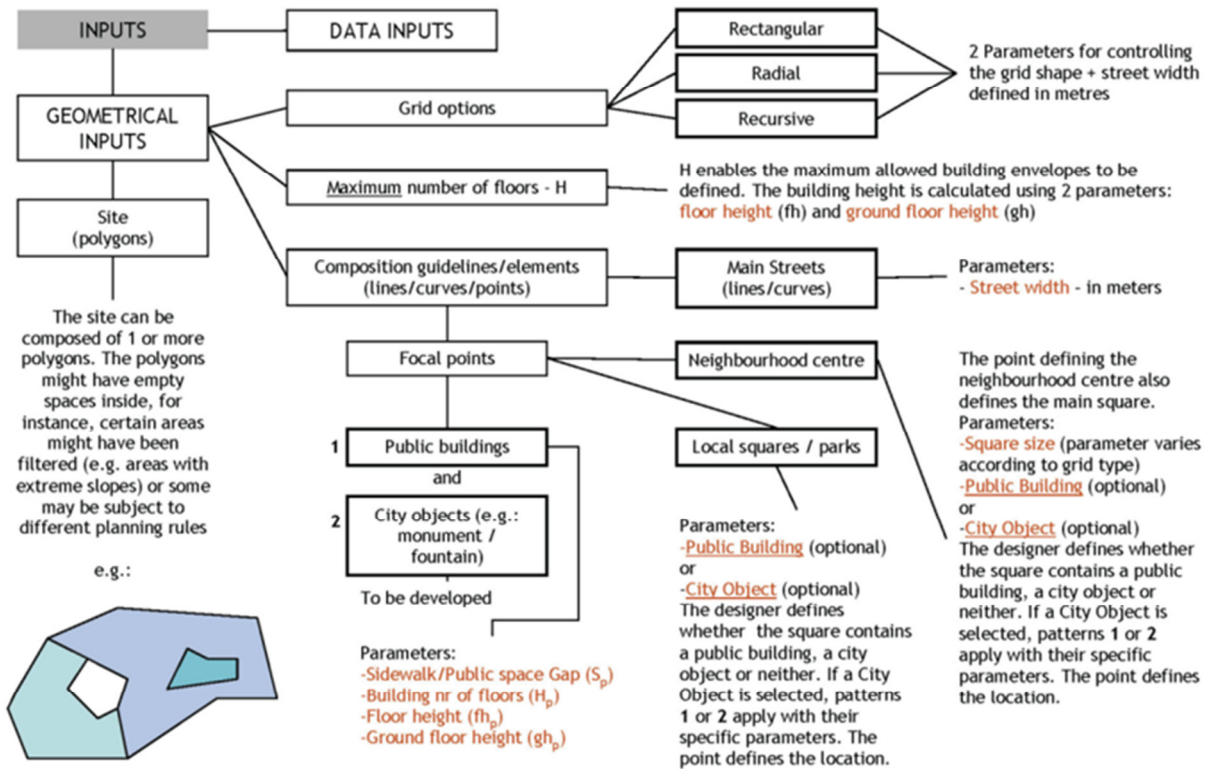
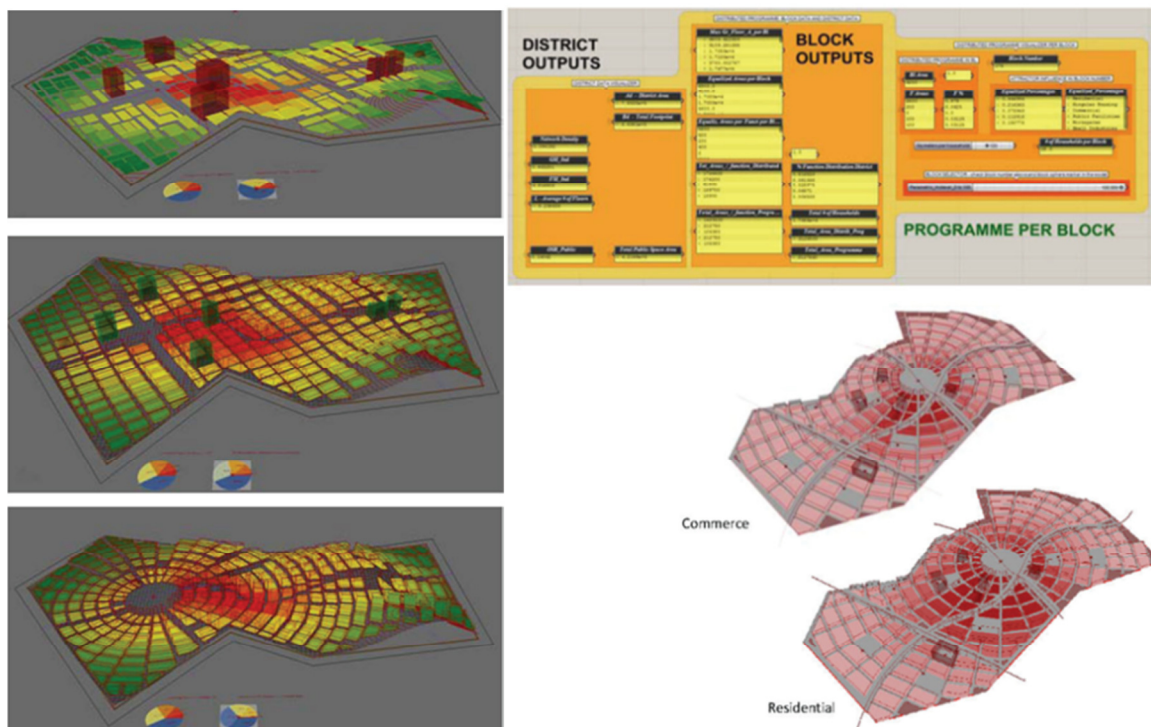


Figura 38 - "Geometrical inputs".
 Fonte: BEIRÃO, 2012, p. 212.

Neste trabalho, foram dispostas três formas para malha viária, sendo retangulares, radiais ou recursivas, a partir das quais é possível explorar as variações com os parâmetros disponíveis (BEIRÃO, 2012, p. 212) (Figura 39).



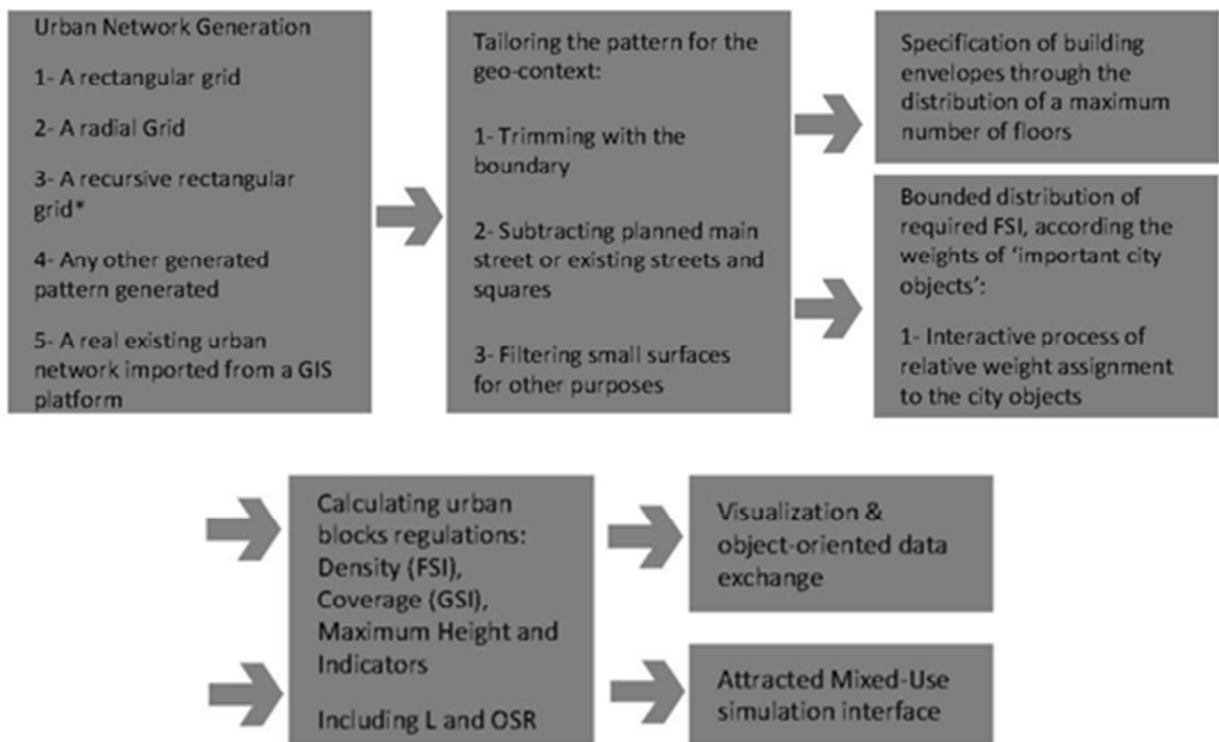


Figura 39 - Resultados do estudo. Na página anterior, à esquerda, três modelos de malha; à direita e acima, a interface de manejo dos dados separados em escalas e abaixo, a distribuição dos usos comercial e residencial no plano. Após, o fluxograma do projeto.

Fonte: BEIRÃO, 2012, p. 213.

O modelo construído permite a exclusão de certas áreas do estudo para inserção de prédios públicos, parques ou quadras, por exemplo, ou para aplicação diferenciada de regras. Beirão (2012, p. 216) comenta sobre a dificuldade de definir a proporção de usos na distribuição mista, pois depende de características locais e é dinâmico através do tempo. Uma das sugestões de tarefas que o autor expõe para trabalhos futuros é “ajustar a malha padronizada para o contexto existente, conectando novas ruas com as existentes”. Tal proposta é um dos focos desta dissertação de mestrado.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

Chama-se de método a ordem que o pensamento deve seguir para alcançar a sabedoria e conforme a qual ele pensa em certo momento que a alcançou. [...] as regras do método têm por objetivo descrever a maneira como o espírito pensa quando pensa matematicamente. (GILSON, 2007, in DESCARTES, 1989/ tiragem 2011).

Neste capítulo, apresentamos os materiais e métodos utilizados na elaboração da presente pesquisa.

6.1 Equipamentos e softwares utilizados

6.1.1 Equipamento utilizado

Para a elaboração dos mapas e estudos desta pesquisa, foram utilizados:

- CPU com processador Intel® Core™ i7-2600, 3.40GHz, com memória RAM instalada de 8,00GB, HD de 500GB com Windows® 7 Professional, Service Pack 1 em sistema operacional de 64 Bits.
- Ultrabook™ Dell Inspiron 14z, com processador Intel® Inside™ Core™ i5, memória de 8GB DDR3, Placa de vídeo dedicada de 1GB, disco rígido de 500GB e 32GB mSATA, com Windows® 8 em sistema operacional de 64Bits.

6.1.2 Rhinoceros®

Rhinoceros® é um aplicativo que “cria, edita, analisa, documenta, renderiza, anima, e traduz curvas NURBS¹⁰, superfícies, e sólidos, nuvem de pontos, e malhas poligonais, sem limite de complexidade ou tamanho” (RHINOCEROS, site.).

Por ser o *software* hospedeiro do Grasshopper® e de fácil utilização para usuários de outros aplicativos CAD – como o AutoCAD, de ampla utilização no mercado de trabalho –, foi escolhido para a elaboração desta pesquisa. A versão utilizada foi a Rhinoceros® *modeling tools for designers* versão 5 SR 12 64-bit.

¹⁰ NURBS é a sigla de *non-uniform rational b-splines*, que são representações matemáticas de geometrias com três dimensões que podem descrever com precisão qualquer forma a partir de uma simples linha de duas dimensões, círculo, arco ou curva até a superfície mais complexa de forma livre orgânica em três dimensões ou sólida. (Fonte: www.rhino3d.com/nurbs)

A interface do Rhinoceros (Figura 40) consiste, resumidamente, em uma janela com o título do arquivo (1), na barra de menu (2), na área de histórico de comandos (3), na barra de inserção de comandos (4), a área de visualização (5), nas janelas de exibição, cada qual com uma visualização diferente e modificável (6), e na barra de *status* (7) que mostra a coordenada de posicionamento do cursor, algumas funções ativas e o painel de janelas de exibição.

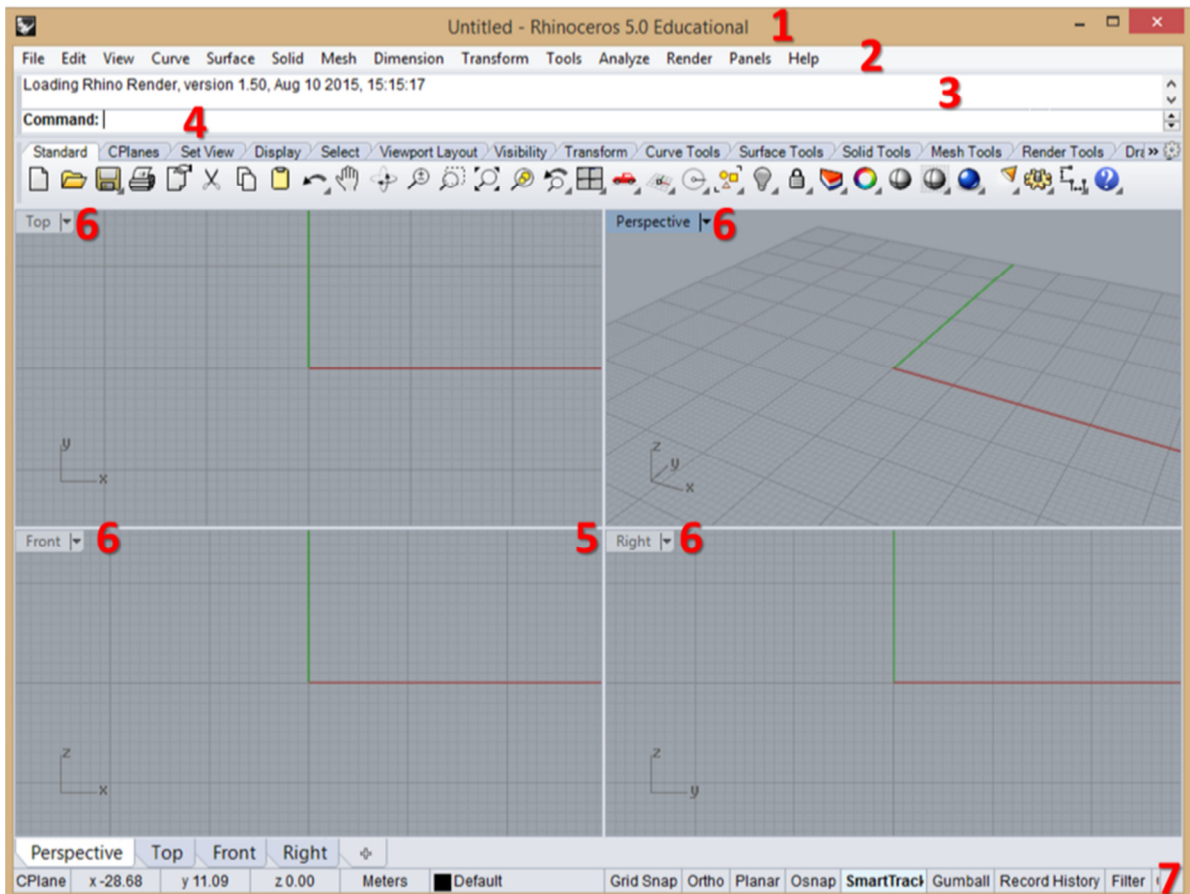


Figura 40 - Interface do Rhinoceros®.

Fonte: do autor.

Nesta pesquisa, a modelagem a ser utilizada no ambiente do Rhinoceros® é constituída pelo mapa base e por elementos simples, de fácil execução. As janelas exibirão basicamente a visualização da modelagem realizada dentro do Grasshopper®, quando este estiver em execução.

6.1.3 Grasshopper®

O Grasshopper® é um editor gráfico de algoritmo totalmente integrado com a ferramenta de modelagem 3D do Rhinoceros®. Não requer conhecimento de programação ou *scripting*,

ainda que permita a inserção de componentes com programação nas linguagens C#, VB e Python. Permite que projetistas construam projetos generativos através da matemática. É um *plug-in* em constante atualização, e conta com excelentes fóruns de discussão que ajudam no entendimento e na resolução de conflitos entre componentes. A versão utilizada é de 27 de agosto de 2014, *build 0.9.0074, work in progress*.

A interface do Grasshopper (Figura 41) apresenta, resumidamente, uma janela com o título do arquivo (1), a barra de menu (2), uma caixa de seleção dos arquivos abertos (3), as guias de componentes (4), os componentes inclusos em cada guia (5), uma barra de ferramentas (6), a área de trabalho (7) e o compasso (8) que indica a localização dos componentes na área de trabalho.

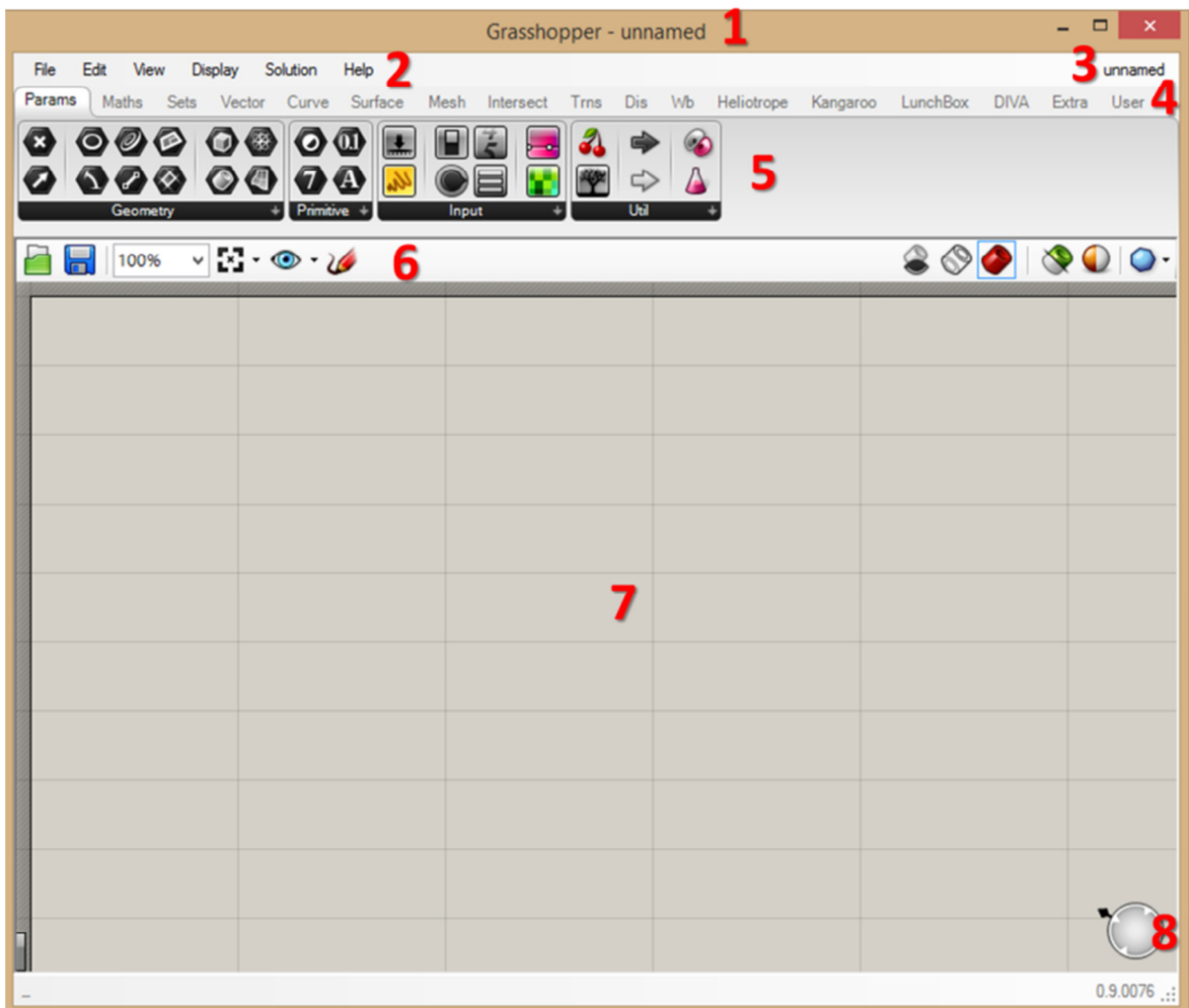


Figura 41 - Interface do Grasshopper.

Fonte: do autor.

Todos os componentes inseridos na área de trabalho do Grasshopper®, que geram geometria, são visualizados na tela do Rhinoceros®. Para inserir os componentes na área de

trabalho (Figura 42), pode-se selecionar na guia de componentes e arrastar (1), ou então dar duplo clique na área de trabalho que abrirá uma janela de inserção de texto, na qual é possível buscar os componentes por texto, palavra aproximada, ou nome do componente (2). O Grasshopper® mostrará, na inserção por texto, os comandos que se aproximam à busca, e após a seleção de um componente, a barra inferior mostra opções coerentes com o último componente inserido (3).

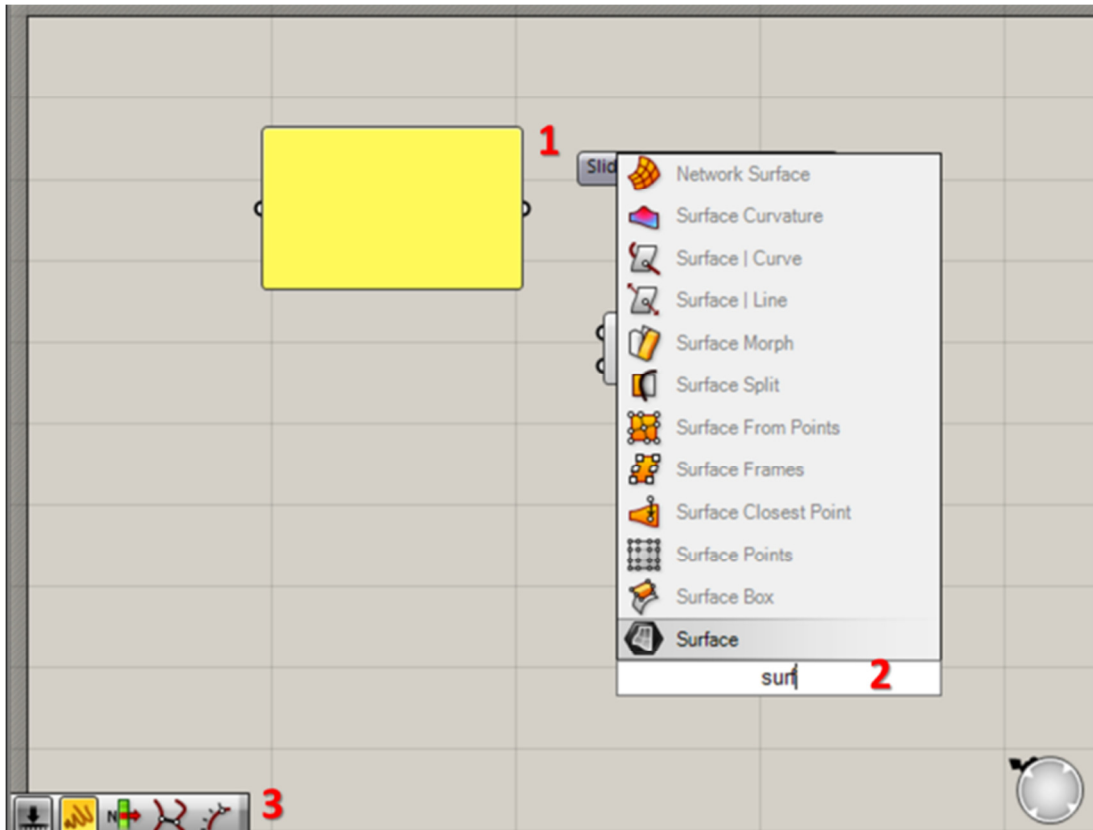


Figura 42 - Área de trabalho do Grasshopper® com componentes inseridos por arrasto e janela de pesquisa por texto.

Fonte: do autor.

Os componentes do Grasshopper® representam operações primitivas, geométricas, funções lógicas. Eles podem ser divididos em três categorias: os componentes padrões que executam operações, que são a maioria, com conectores para a inserção de dados de entrada e para entregar um ou mais resultados na saída; os componentes de entrada, que possuem conector somente na saída e se conectam aos componentes padrões, fornecendo-os número, cor, geometria ou outro elemento para a operação; e os componentes de armazenamento de dados, representados por um hexágono preto, que funciona tanto como leitura de dados de saída, quanto como dado de entrada. (TEDESCHI, 2014)

A Figura 43 mostra um esquema resumido da forma de apresentação dos elementos no Grasshopper®. Veem-se componente de entrada (1), componente padrão (2), e componente de armazenagem de dados (3). As ligações obedecem três tipos de visualização: linhas tracejadas (a) para dados em forma de ‘árvore’, sem continuidade; linhas contínuas (b) para dados achatados – em uma mesma listagem corrida; e linhas escondidas com um símbolo de ‘ondas receptoras’ (c) que substituem ambas as anteriores, útil para não poluir a área de trabalho com linhas imensas. O Grasshopper® também utiliza cores nos componentes para facilitar a visualização do algoritmo: as caixas em cinza escuro (I) são elementos sem visualização, ou porque não a possuem, ou porque tiveram sua visualização desativada; as caixas em cinza claro/branco (II), são componentes com status normal, ativos e visíveis; a cor vermelha (III) alerta para a existência de erro no componente, retornando resultado nulo ou vazio; a cor laranja (IV) significa que falta dado necessário para que o componente gere a resposta de saída; a cor cinza escuro com as informações do componente em pouco contraste (V) relata que o componente encontra-se inativo por decisão do usuário, portanto ele não fornece dado de saída, o que interrompe a sequência da operação; e, por fim, a cor verde (VI) mostra o componente que está selecionado, que passa a ser selecionado também na visualização do Rhinoceros®.

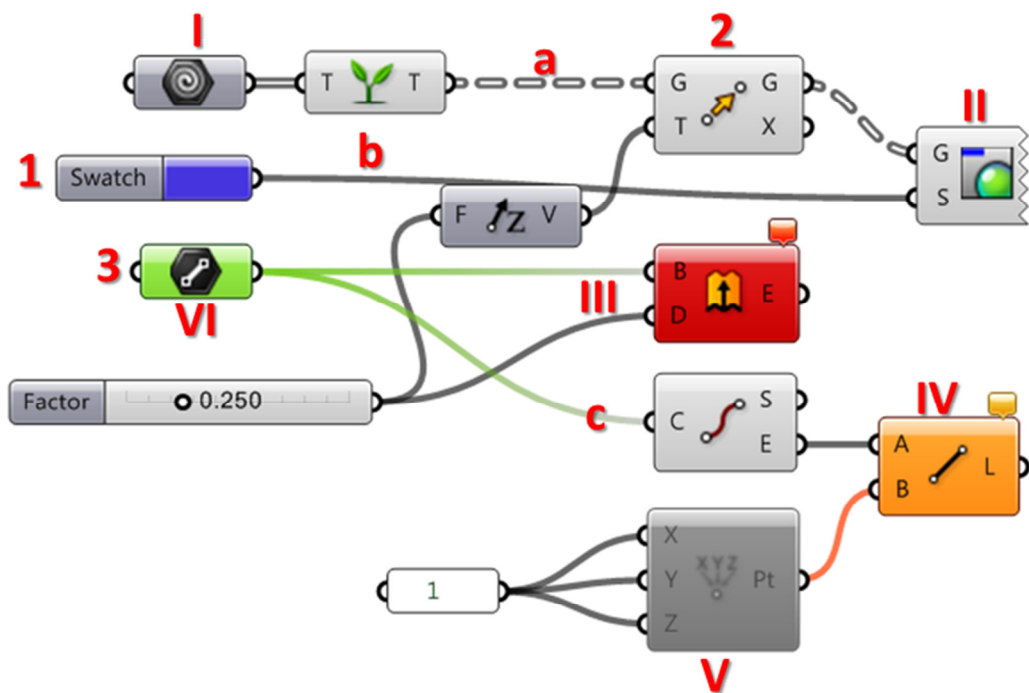


Figura 43 – Componentes e ligações do Grasshopper®.
Fonte: do autor.

A inserção de parâmetros variáveis no Grasshopper® dá-se por meio dos *sliders*, que aparece na Figura 43 com o nome de ‘Factor’ – ele adquire automaticamente o nome do parâmetro ao qual se conecta – e com valor de 0.250. Esse componente de entrada é versátil, uma vez que é possível alterar os limites mínimo e máximo, inclusive para valores negativos, o tipo de dados pode variar entre pontos flutuantes, inteiros, ímpares e pares, e o número de casas decimais também pode ser configurado. Além desse, há uma variação que chama “*MD slider*”, um *slider* multidimensional, com o parâmetro variável entre {0.0; 0.0} e {1.0; 1.0}. Qualquer alteração feita por deslizamento nesse componente interfere em todas as etapas posteriores, possibilitando o estudo de adequações e variabilidade dos resultados do algoritmo.

6.2 Aplicação dos métodos

Os métodos para a elaboração do estudo urbanístico foram divididos em duas etapas: a parametrização, que permeia todo o estudo, e elaboração do algoritmo que, em um primeiro momento, desenha a malha urbana a partir das condicionantes estipuladas – sistema viário, equipamentos públicos e critérios de dimensionamento de quadras – e, em um segundo momento, é articulado para a elaboração do plano de ocupação integrado aos coeficientes urbanos, de forma a gerar cenários diferenciados com a variabilidade dos parâmetros urbanísticos.

6.2.1 Parametrização

Parâmetro é, conforme verbete do Dicionário eletrônico Houaiss ligado à informática, “variável ou constante cujo valor é atribuído pelo usuário ou pelo próprio programa ou sistema capaz de modificar, regular ou ajustar o comportamento do programa ou sistema”. Neste estudo, utilizamos alguns *inputs* – parâmetros de entrada do sistema –, como *sliders* – elementos variáveis no Grasshopper® – ou como inserção de valores, através dos *panels* – painéis com informações, que podem ser utilizados tanto como parâmetro de entrada quanto para visualizar os parâmetros de saída do sistema.

A utilização dos parâmetros permite a manipulação de variáveis sem alteração da estrutura dos algoritmos (ver item 6.2.2), permitindo a variabilidade e a obtenção de composições diferenciadas de forma ágil e simplificada.

6.2.1.1 Parâmetros urbanos

Tendo em vista o foco teórico dessa pesquisa que, ao buscar novas formas de projetar generativamente, utiliza também critérios de vitalidade urbana teorizados no capítulo 3, ponderamos acerca dos dimensionamentos das quadras e da inserção dos equipamentos públicos. O antigo Instituto de Planejamento Territorial e Urbano do Distrito Federal (IPDF) elaborou, em 1994, a Norma Técnica nº 03, que estabeleceu índices e indicadores urbanísticos para serem utilizados nos projetos urbanísticos do Distrito Federal. Considerando a localização da poligonal de estudo e a necessidade de interpretação dos índices conforme características locais, serão utilizados os parâmetros sugeridos pela Norma Técnica nº 03, que atualmente está sendo revista pela Secretaria de Gestão do Território de Habitação – SEGETH.

Os parâmetros de entrada selecionados para inserção no estudo urbanístico são (Tabela 2):

Itens	Dimensões
a) Quadras-tipo	100 a 150m de lado
b) Parque de vizinhança	6.000m ² com raio de influência de 600m
c) Posto de saúde	360m ² com raio de influência de 1.000m
d) Educação infantil	3.000m ² com raio de influência de 300m
e) Ensino fundamental	8.000m ² com raio de influência de 1.500m

Tabela 2 – Parâmetros para o estudo urbanístico

Fonte: do autor.

6.2.2 Algoritmo para a malha urbana

A base definida para os estudos urbanísticos é, primeiramente, um algoritmo que utiliza parâmetros de entrada que foram estipulados durante a contextualização do projeto e que são compostos pelos eixos viários (com espaçamentos definidos em 'a', Tabela 2) e por equipamentos públicos existentes e projetados na malha urbana contígua à poligonal de projeto (itens 'b', 'c', 'd', e 'e', Tabela 2). Tal algoritmo produz o lançamento da malha urbana do novo parcelamento, conforme critérios moldados de acordo com o objetivo do projeto. As etapas utilizadas estão expostas a seguir:

Passo 01) Marcação dos eixos viários (linhas na cor azul claro) que se dirigem à poligonal (em vermelho), considerando a área de abrangência (linha pontilhada preta) (Figura 44):

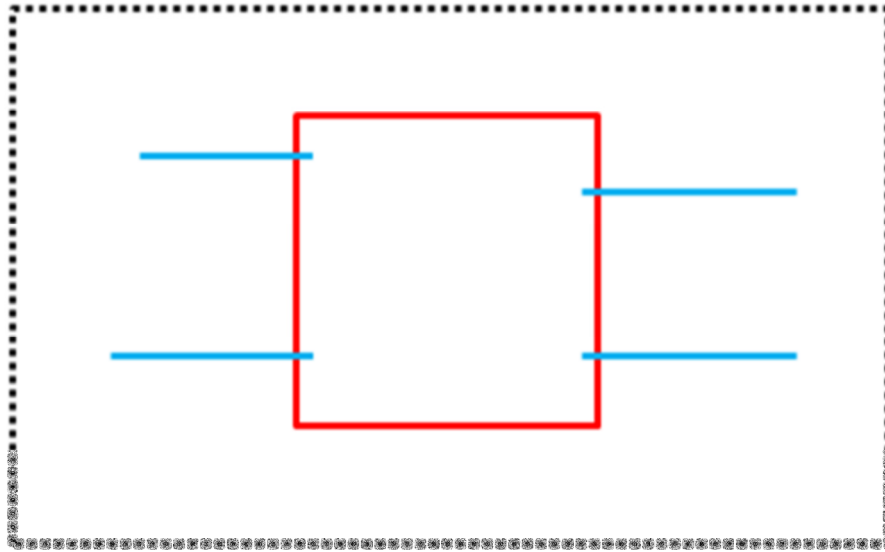


Figura 44 - Desenho esquemático - em vermelho, o polígono de estudo; em preto pontilhado, a área de abrangência; e em azul, as linhas dos eixos viários adjacentes.

Fonte: do autor.

Passo 02) Lançamento dos eixos viários da malha urbana a partir das interligações das vias adjacentes ao novo parcelamento, considerando uma malha regular com dimensões variáveis por meio de parâmetros, de forma a permitir a interligação dos sistemas viários (Figura 45):

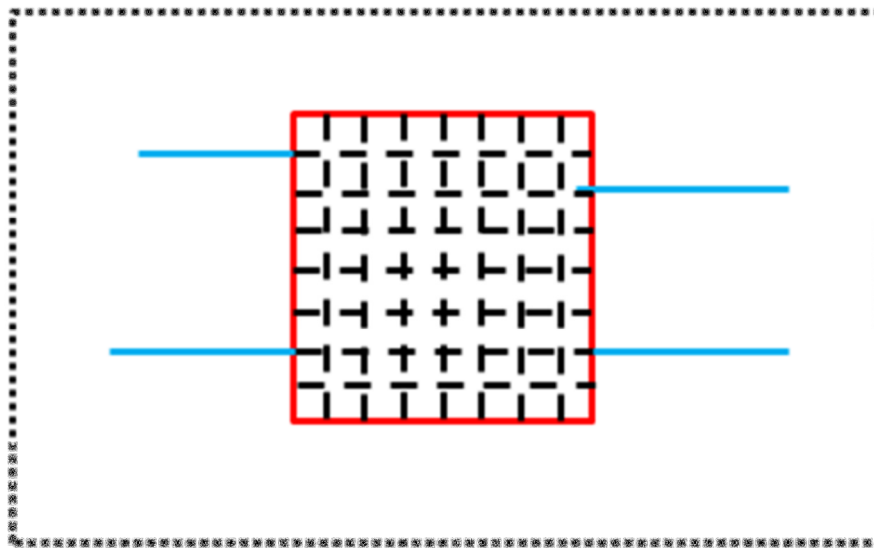


Figura 45 - Desenho esquemático com a adição dos eixos viários dentro da poligonal.

Fonte: do autor.

Passo 03) Categorização (cor e camada) dos equipamentos públicos existentes na malha urbana existente e adjacente à poligonal de estudo (Figura 46):

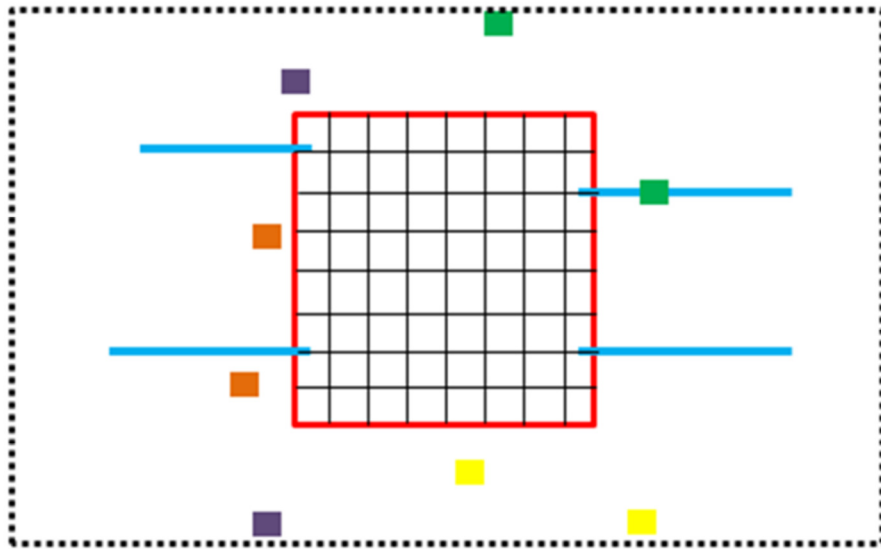


Figura 46 - Desenho esquemático com o mapeamento dos equipamentos.
Fonte: do autor.

Passo 04) Mapeamento dos raios de abrangência de cada equipamento, por tipo, para possibilitar a análise que precede a inserção de equipamentos adicionais no polígono de projeto (Figura 47):

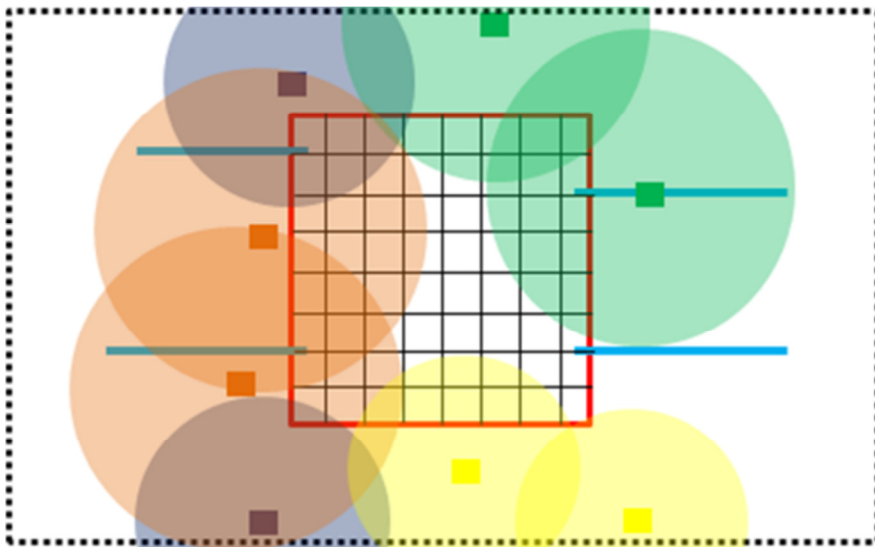


Figura 47 - Desenho esquemático dos raios de influência dos equipamentos e o alcance das quadras.
Fonte: do autor.

Passo 05) Utilização do solucionador evolutivo Galápagos para a inserção de equipamentos adicionais no polígono de projeto, de acordo com a distância dos existentes em relação aos centros das quadras, considerando que todas as quadras devem estar no raio de abrangência de todos os tipos de equipamentos (Figura 48):

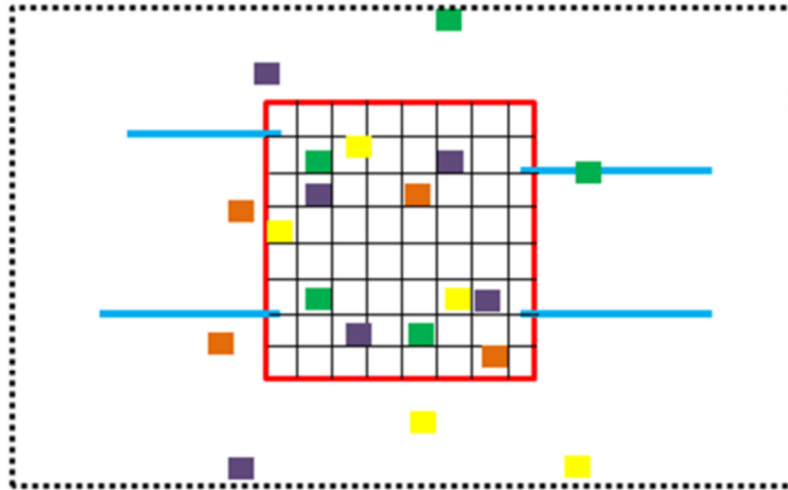


Figura 48 - Desenho esquemático com o lançamento dos novos equipamentos.
Fonte: do autor.

A malha urbana deste estudo se compôs pelos eixos viários, que consideraram as vias preexistentes, e pelos equipamentos públicos lançados no território através da otimização proporcionada pela utilização do solucionador evolutivo, o Galápagos. Esses dados serão utilizados para a segunda etapa, de lançamento do plano de ocupação.

6.2.3 Algoritmo para o plano de ocupação

O plano de ocupação foi idealizado como meio de elaboração de cenários e coerente com as práticas atuais do urbanismo. A base algorítmica formulada inclui parâmetros sempre que possível, de forma que, com o benefício do apoio computacional para o processamento de dados complexos, os quantitativos possam ser reavaliados e manipulados para a obtenção de novos cálculos urbanísticos. O raciocínio lógico do algoritmo deu-se conforme segue:

Passo 06) A superfície do polígono foi dividida nos eixos viários para gerar as superfícies das quadras (Figura 49);

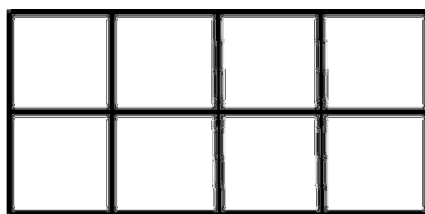


Figura 49 - Desenho esquemático da divisão das superfícies.
Fonte: do autor.

Passo 07) As quadras sofreram uma diminuição de área através do componente *offset* conforme a largura estipulada para o sistema viário, de forma a obtermos somente a área da malha que será parcelada (Figura 50);



Figura 50 - Quadras após o *offset*.
Fonte: do autor.

Passo 08) Utilizou-se uma área média para realizar a divisão das quadras. Quando a área da quadra é superior a quatro vezes a área estipulada, a quadra é, por padrão, dividida ao meio no menor sentido, para que a outra dimensão seja dividida posteriormente em mais partes. Essa divisão também gerou a divisão da superfície da quadra, de modo que cada quadra que atendeu ao critério da divisão por área, foi subdividida em duas partes.

Passo 09) Com as quadras separadas em superfícies e subdivididas, utilizou-se o critério de distância para selecionar as quadras que conterão os equipamentos, cuja referência em pontos foi obtida no passo 05 (Figura 51);

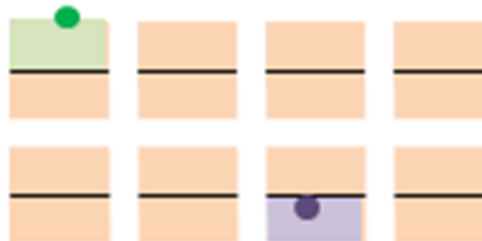


Figura 51 - Quadras subdivididas com a seleção das superfícies mais próximas aos pontos de equipamentos.
Fonte: do autor.

Passo 09) Ocorreu, então, a divisão da área da quadra que conterá o equipamento conforme a área demandada para o equipamento selecionado. Após, houve nova divisão de superfícies e a seleção do lote que será destinado ao equipamento, conforme critério de proximidade (Figura 52).



Figura 52 - Quadras divididas de acordo com a área do equipamento, com a seleção do lote mais próximo.
Fonte: do autor.

Passo 10) As superfícies restantes que não serão contempladas com equipamentos, foram redivididas com uma nova referência de área, média, para os demais usos (área de desenvolvimento econômico – ADE, misto, residencial e comercial) (Figura 53);

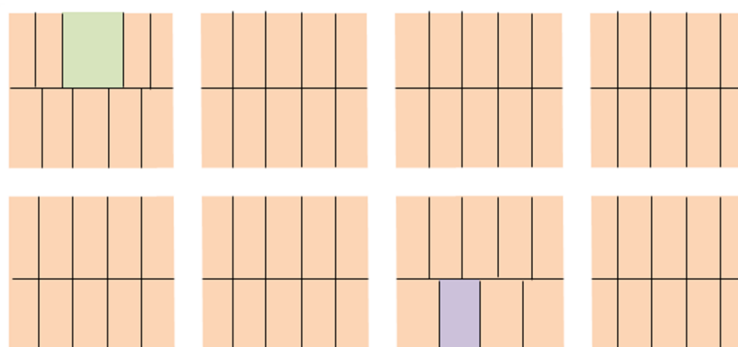


Figura 53 - Desenho esquemático com os lotes de equipamentos e os demais lotes.
Fonte: do autor.

Passo 11) Para a distribuição dos usos, houve a inserção de curvas de atração, que definirão os caminhos por onde os usos se distribuirão. Tal divisão pode ser elaborada através de critérios automatizados, que não foram utilizados nessa pesquisa tendo em vista que há diferentes formas de analisar o território, e a flexibilidade das curvas permite a manipulação das características da área (Figura 54);

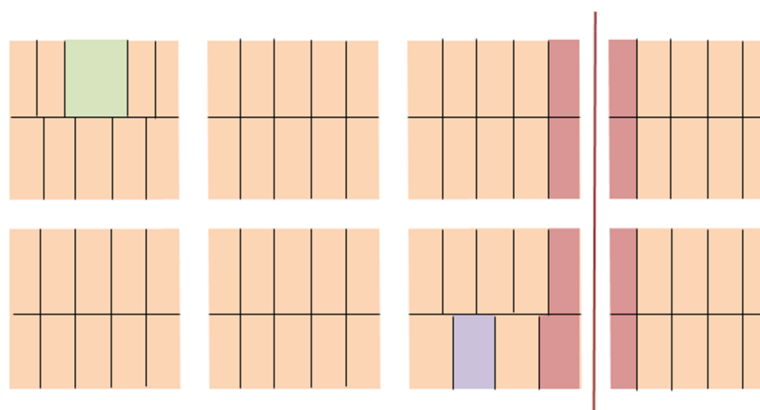


Figura 54 - Desenho esquemático com os lotes e a seleção por distância da curva manipulável, em vermelho.
Fonte: do autor.

Passo 12) Houve, então, inserção dos índices urbanísticos 'taxa de ocupação' e 'gabarito', compondo a volumetria do parcelamento urbanístico e ainda permitindo o cálculo da densidade populacional, da área construída por destinação e do coeficiente de aproveitamento do polígono. Tais índices são importantes para a elaboração de cenários, considerando os limites condicionantes da área e ainda permitindo a manipulação dos quantitativos em cada destinação, separadamente.

7 EXPERIMENTO URBANÍSTICO

[...] o planejamento, como uma disciplina do espaço, abraça diferentes escalas – tudo, desde a menor entidade física até um território inteiro, pode ser arranjado, colocado em ordem; pode-se afirmar que os efeitos de tal ordenação são potencialmente globais. [...] qualquer “disposição” é um processo ativo, não somente a análise do que acontece. Ou seja, é ao mesmo tempo uma análise do que acontece e um programa para o que deveria acontecer [...] ele acomoda a transferência de arranjos existentes (e velhas capacidades) em novas lógicas de organização (LATHOURI, In VEREBES, 2013, p. 20, tradução nossa)

O experimento teve como objetivo o alcance de um produto final para validar o método proposto nos ‘Procedimentos metodológicos’, seção 1.4, e detalhado na ‘Aplicação dos métodos’, seção 6.2. A resposta dessa pesquisa foi a obtenção de um estudo urbanístico com base nos elementos lineares e pontuais que foram obtidos através da leitura do território e nos parâmetros que foram inseridos para elaboração do plano de ocupação. Tal abordagem foi simplificada, tendo em vista a complexidade do presente estudo, e visa orientar pesquisas mais aprofundadas e que considerem a inserção de mais variáveis.

7.1 Área de estudo

A área eleita para a realização do exercício foi o chamado Setor Habitacional Jóquei Clube (SHJC), uma área de 228ha que está em prospecção e em vias de elaboração de projeto urbanístico no âmbito da Companhia Imobiliária de Brasília – Terracap. Tal terreno possui dimensões suficientes para a boa exploração do tema e está situado próximo a áreas de regularização, carentes de equipamentos públicos e de eixos conectores.

7.1.1 Caracterização da área

O Setor Habitacional Jóquei Clube – SHJC está situado na Região Administrativa X - Guará, apresentando nas suas divisas ao norte: a Estrada Parque Ceilândia – EPCL e a Vila Estrutural; ao sul: a Estrada Parque Taguatinga – EPTG, a Super Quadra Brasília – SQB e a Colônia Agrícola Águas Claras, a oeste: Estrada Parque Vicente Pires – EPVP e o Setor Habitacional Vicente Pires e a leste: o Setor de Transporte Rodoviário de Cargas – STRC, o Setor de Inflamáveis – SIN, (ambos pertencentes à RA XXIX - SIA), a Reserva Ecológica do Guará – Área 30, a linha férrea e as Quadras Econômicas Lúcio Costa (Figura 55).



Figura 55 - Setor Habitacional Jockey Clube.
Fonte: Google Earth.

A área onde se situa o setor habitacional em questão foi objeto de uma antiga concessão de direito real de uso firmada entre a Companhia Imobiliária de Brasília - TERRACAP e o Jockey Clube. Esta concessão foi retomada em 2005, o que possibilita o parcelamento da área, composta por dez glebas, registrada em nome da TERRACAP.

A poligonal apresenta declividade média corresponde à variação de 0,0 a 2,5% entre as cotas de nível 1096 e 1117. Encontra-se a um raio de 3 km da Área de Proteção Ambiental – APA – do Planalto Central, do Parque da Reserva do Guará, do Parque Nacional de Brasília e da Floresta Nacional de Brasília, está situada na região hidrográfica do Paranoá, Unidade Hidrográfica do Riacho Fundo, Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá, bem próximo ao conector ambiental Reserva do Guará/Riacho Fundo. Sua vegetação encontra-se descaracterizada devido à ação antrópica, que originalmente está associada à vegetação de cerrado e campos.

7.1.2 Condicionantes

O parcelamento da área deve cumprir as exigências legais contidas na Lei Federal Nº 6766/73 – Lei de Parcelamento do Solo – e suas alterações, no Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF – Lei Complementar nº 854 de 15 de outubro de 2012 –, e às diretrizes determinadas pelo Plano Diretor Local (PDL) do Guará – Lei Complementar nº 733 de 13 de dezembro de 2006, em seu Projeto Especial Integrador – PEI 17.

O PDOT de 2012 caracteriza a área como Macrozona Urbana, no polígono da Zona Urbana Consolidada (demanda EIV), sendo parte da Unidade de Planejamento Territorial III – Central Adjacente 2. O polígono de projeto destaca-se no PDOT como “oferta de áreas habitacionais”, constituindo um novo bairro na Região Administrativa X do Guará, e estando circundado à direita por parcelamento urbano registrado, à esquerda e acima por Área de Interesse Específico (ARINE) e Área de Interesse Social (ARIS), respectivamente.

As vias superior e inferior do parcelamento estão consideradas na rede estrutural de transporte coletivo do mesmo plano diretor. A densidade estipulada para a área é média, entre 50 a 150 habitantes por hectare, com coeficiente de aproveitamento igual a 2 (área construída com até duas vezes a área do parcelamento).

O estudo preliminar para a área deverá ser submetido a um estudo de impacto ambiental anteriormente ao desenvolvimento do projeto executivo de parcelamento. A área será também considerada no Zoneamento Ecológico Econômico, ainda em curso, que cobrará dos parcelamentos maior gestão e coadunação com os critérios ecológicos e econômicos, principalmente nos assuntos que competem à infraestrutura urbana como o fornecimento de água potável, saneamento básico, drenagem, energia elétrica e transporte coletivo.

O Plano Diretor Local do Guará elenca a área em tela entre os “Projetos Especiais Integradores”. O Projeto Especial Integrador – PEI 17 – prevê a elaboração de projeto de parcelamento urbano para a área do Jóquei Clube, criação do Setor Jóquei Clube considerando as diretrizes a seguir (BRASIL, 2006):

- a) adotar a altura máxima para edificações igual a 26m (vinte e seis metros);
- b) adotar o coeficiente de aproveitamento básico igual a 1 (um);
- c) observar parâmetros estabelecidos neste artigo para a definição de coeficientes máximos, em consonância com a área das glebas;

d) adotar os usos residencial, de atividades complementares de atendimento à população local e de lazer ecológico;

[...]

g) realizar estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV);

h) aplicar os instrumentos urbanísticos da parceria público-privada, concessão de direito real de uso mediante autorização legislativa, IPTU progressivo e transferência do direito de construir [...]

Dispõe, ainda, sobre os coeficientes de aproveitamento máximos (BRASIL, 2006):

I - para glebas ou lotes com área menor que 5.000 m² (cinco mil metros quadrados), o coeficiente de aproveitamento máximo será igual a 4 (quatro);

II - para glebas ou lotes com área entre 5.000 m² (cinco mil metros quadrados) e 20.000 m² (vinte mil metros quadrados), o coeficiente de aproveitamento máximo será igual a 3 (três).

III - para glebas ou lotes com área entre 20.000 m² (vinte mil metros quadrados) e 50.000 m² (cinquenta mil metros quadrados), o coeficiente de aproveitamento máximo será igual a 2 (dois).

IV - para glebas ou lotes com área maior que 50.000 m² (cinquenta mil metros quadrados), o coeficiente de aproveitamento máximo será igual a 1 (um).

§ 4º Quando do parcelamento, o Poder Público determinará parâmetros urbanísticos específicos, podendo ser reduzido o coeficiente de aproveitamento máximo estabelecido no parágrafo anterior e fixado o mínimo, em razão dos estudos técnicos, urbanísticos e ambientais realizados, na forma disposta em lei específica, a ser proposta pelo Poder Executivo.

7.1.3 População Estimada

- Densidade populacional permitida: média = 50 a 150 hab./ha (Art.39 do PDOT 2012)
- População por unidade domiciliar: 3,79 hab./unidade domiciliar (PDAD 2011 – CODEPLAN).
- Taxa de conforto por unidade domiciliar: 86m².

Para o cálculo da população a ser disposta no Setor Habitacional Jóquei Clube, verificou-se que as glebas 11 e 12 são ocupadas pela Vila Vicente Pires e possuem baixa densidade (aproximadamente 25 hab/ha). A fim de potencializar a capacidade da nova área, calculou-se o saldo habitacional dessas glebas para incorporação na densidade do SHJC.

Como as glebas de Vicente Pires possuem aproximadamente 41,7ha e acomodam 1.076 habitantes, a diferença ao potencial máximo da área é de 5.178 habitantes. Esses número de habitantes, se dividido pelos 228 ha da área do Setor Habitacional Jóquei Clube, aumentará a densidade em 22,71 habitantes por hectare. Teremos, portanto, como densidade máxima, 172,71 hab/ha.

7.1.4 Mapeamento

Para o lançamento da organização espacial macro, decorrente da análise do entorno do empreendimento, elaboramos um mapa com informações levantadas nos projetos lindeiros, desconsiderando a topografia para facilitar as análises a serem elaboradas na etapa a que cabe esta pesquisa. O mapa da Figura 56 apresenta o sistema viário existente, e os equipamentos públicos de saúde, de educação de jovens e adultos, de educação infantil – creche e pré-escola, e espaços públicos existentes e projetados nas áreas contíguas.

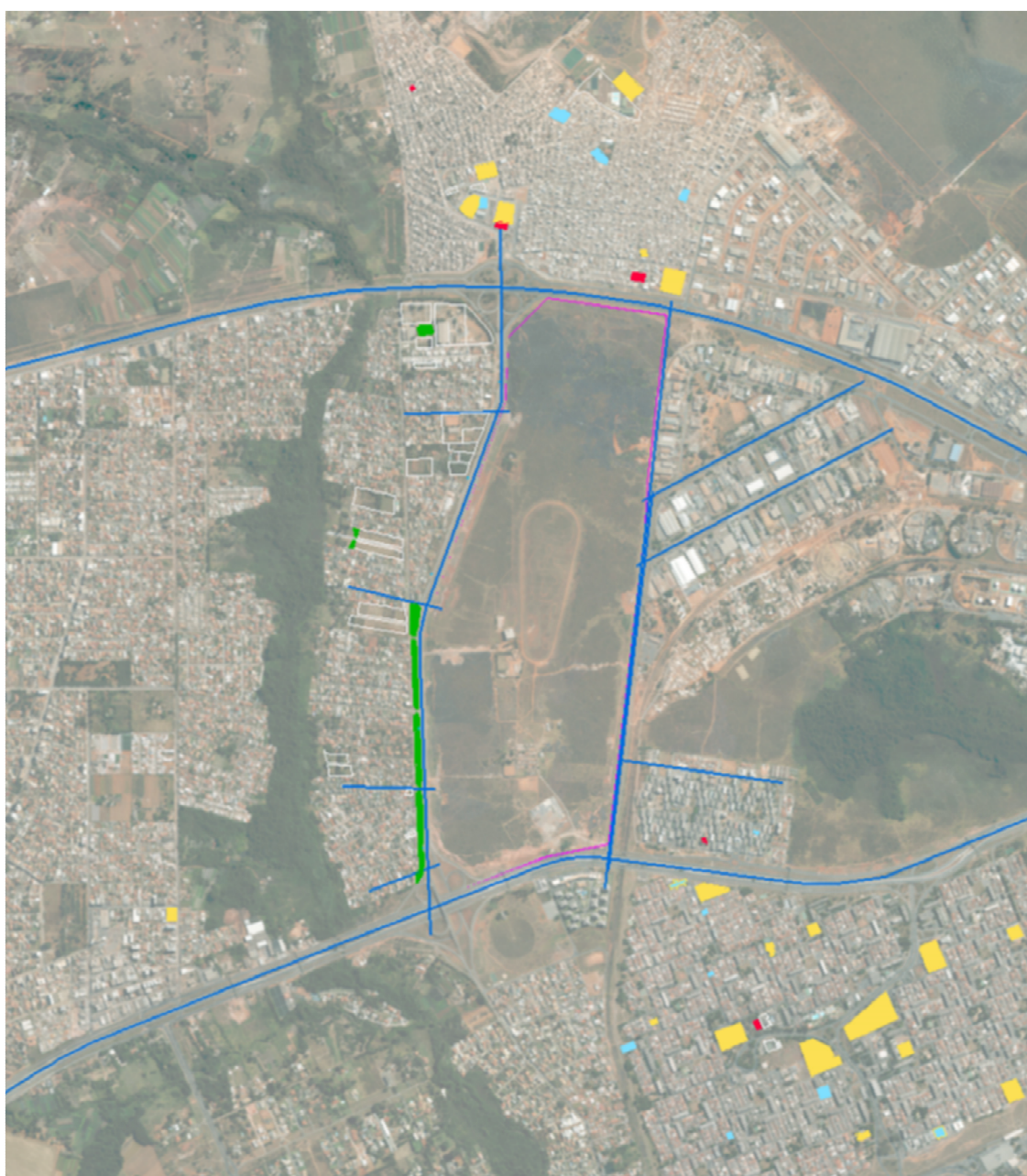


Figura 56 - Mapa da área de estudo com eixos viários em azul escuro, polígonos de saúde em vermelho, educação em amarelo, educação infantil em azul claro e espaços públicos em verde.

Fonte: do autor.

Estes são os dados que serão utilizados como base do estudo que chamamos de “malha urbana”, que trará o lançamento básico do estudo urbanístico através da interpretação desses elementos. As alternativas de conexão e articulação do território serão obtidas a partir de algoritmos urbanos – conjunto de regras necessárias para a solução de um problema, no caso, urbanístico –, considerando a conexão dos eixos existentes e os raios de abrangência dos equipamentos.

O mapa base e os projetos das áreas adjacentes foram obtidos em formato digital, com a extensão ‘.dwg’. Tal formato permite a importação pelo Rhinoceros, programa utilizado nesta pesquisa. A seleção dos imóveis destinados a equipamentos públicos deu-se de forma manual, conforme as informações obtidas nos memoriais descritivos e nas plantas dos projetos urbanísticos adjacentes. Os eixos viários constituem-se de qualquer via limítrofe que se aproxima da poligonal de projeto, desconsiderando-se a existência de canteiro central entre essa via e a área de estudo.

Para facilitar a manipulação dos elementos, realizamos a distribuição em camadas de acordo com a seguinte categorização: eixos viários; centros de saúde; centro educacional; educação infantil; e espaços públicos.

7.2 Malha urbana

O lançamento inicial do estudo prevê a interligação das vias existentes e criação de um critério que mede o distanciamento entre elas e uma variável de valor máximo, que, se ultrapassado, gerará uma nova linha conectora. Tal valor máximo foi estipulado, no sentido vertical, em 100m, e, no sentido horizontal, em 150m devido às dimensões estudadas de quarteirões, não obstante tais dimensões são inseridas com parâmetro deslizante – o ‘*slider*’, que pode ser manipulado para nova conformação.

A partir do mapa urbano, executamos as etapas do método demonstradas na seção 6.2.2:

Passo 01)

Marcação dos eixos viários que circundam a poligonal e separação das linhas que formam a poligonal de estudo conforme o posicionamento (‘curva superior’, ‘curva inferior’, ‘curva esquerda’ e ‘curva direita’), para facilitar o lançamento da malha.

a) Marcação dos eixos viários dos parcelamentos adjacentes à poligonal (Figura 57);

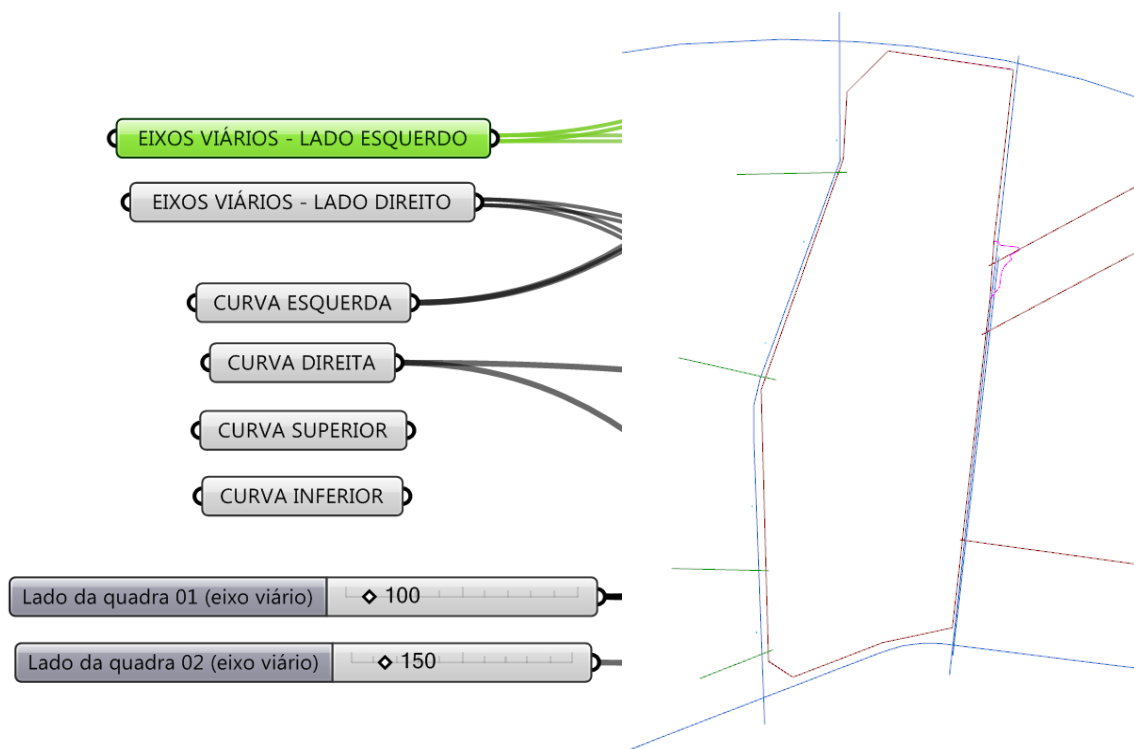


Figura 57 - Inputs da malha urbana e visualização com os eixos viários da lateral esquerda selecionados (em verde).

Fonte: do autor.

Passo 02)

- b) Extensão das linhas dos eixos viários para interceptar os eixos periféricos da poligonal de estudo;
- c) Extração dos pontos de interceptação desses eixos;
- d) Medição do comprimento de linha entre os pontos de interseção;
- e) Divisão desses comprimentos de modo a seguir o dimensionamento estipulado no capítulo 3 como tamanho adequado de quadras – lado entre 100 e 150m (Figura 58);
- f) Criação de linhas conectando os pontos provenientes da divisão das curvas esquerda e direita, resultando na divisão vertical do polígono de estudo;
- g) Divisão das linhas horizontais criadas em 'f' conforme o critério de 'e';
- h) Conexão dos pontos para criação das linhas verticais conforme índice. Cada elemento de uma lista de dados possui um índice correspondente, numeral e crescente, partindo do 0, 1, 2, etc, até o último ponto, que totaliza o comprimento da lista de números. A utilização dos índices dos pontos para a proposição dos eixos verticais advém da necessidade de ajuste da forma da poligonal, para que não houvesse sobras de áreas que

fugiriam a um critério único. Passou-se à seleção dos índices no sentido padrão da lista e também na lista invertida, de forma que a poligonal do estudo urbanístico fosse dividida em ambos os sentidos, até que todos os pontos estivessem interligados (Figura 59);

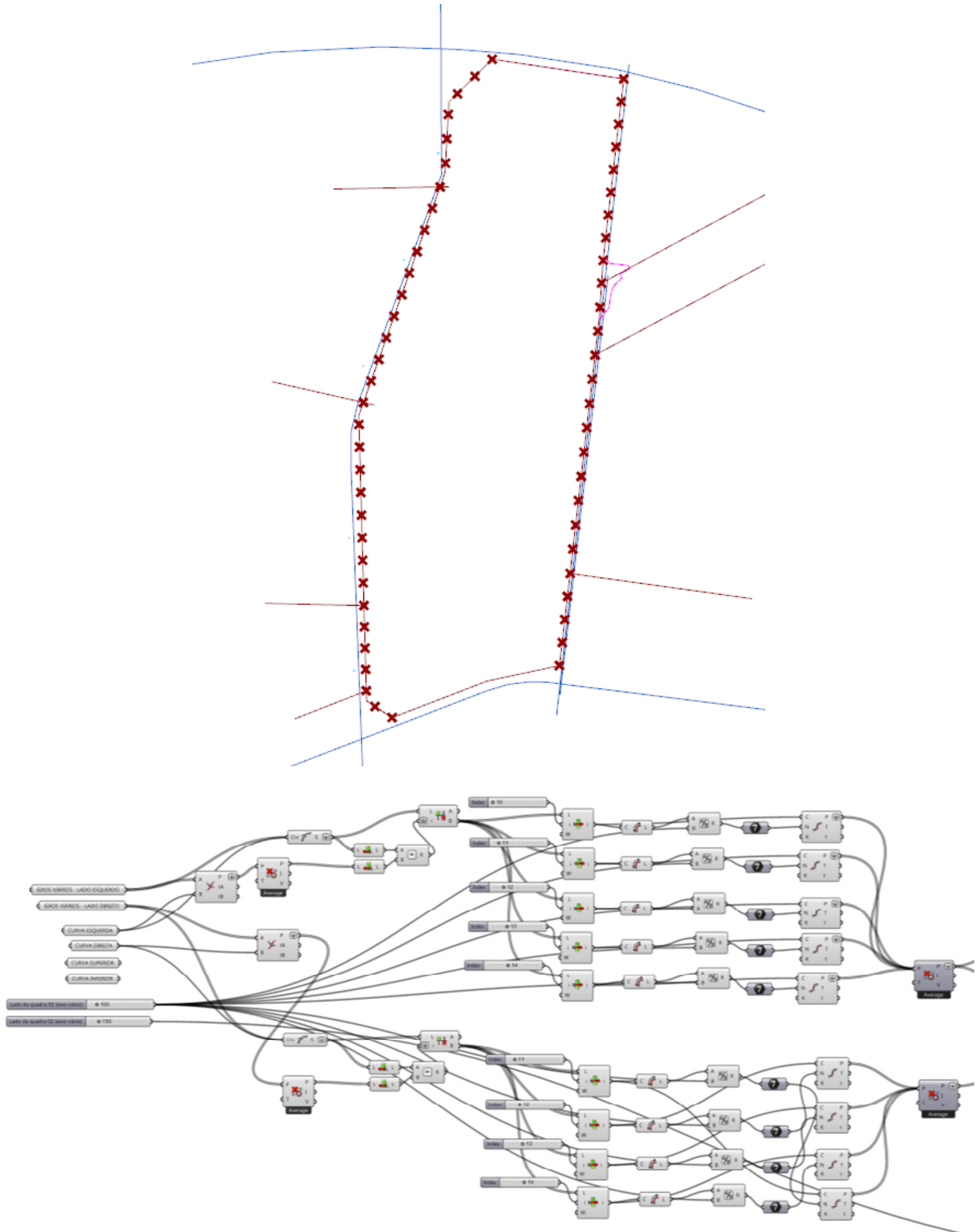


Figura 58 - Divisão vertical conforme critério de dimensionamento de quadras (na visualização do Rhinoceros e do Grasshopper, respectivamente).

Fonte: do autor.

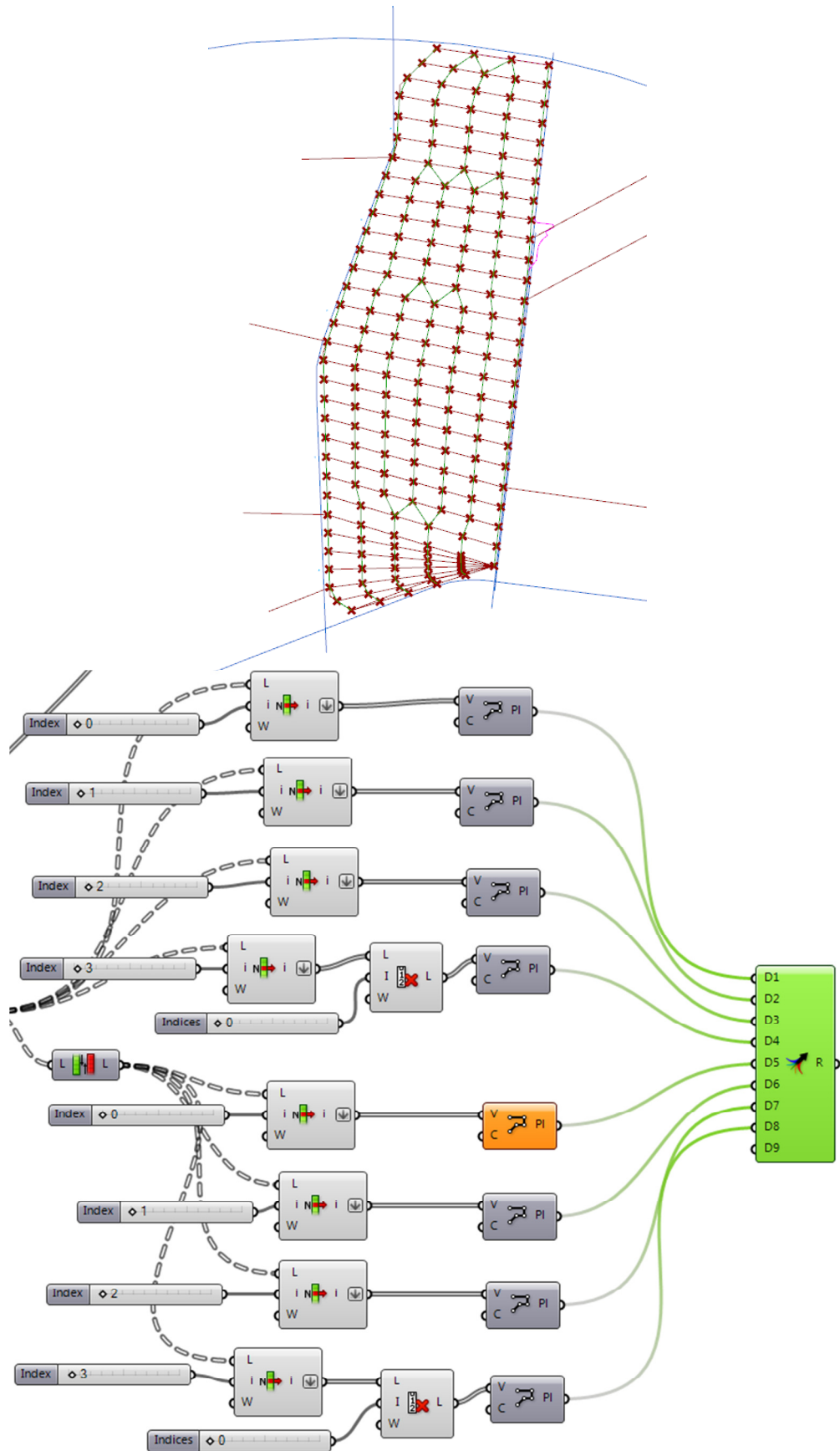


Figura 59 - Divisão da malha no sentido vertical e horizontal, conforme visualização no Rhinoceros e no Grasshopper, respectivamente.

Fonte: do autor.

O método generativo utilizado para a malha urbana gerou algumas áreas triangulares devido à compensação nas divisões verticais da poligonal. Entendemos que essas quadras podem funcionar como marcos visuais no parcelamento, conforme visto na seção 3.2.

Após, elaboramos mapas com a disposição dos equipamentos de acordo com o uso, com o raio de abrangência equivalente de acordo com cada destinação. Utilizou-se um critério simplificado para a inserção de novos equipamentos no polígono de estudo, considerando a distância do equipamento até o centro das novas quadras, de forma que todos os equipamentos fossem acessíveis de acordo com os critérios de destinação e raio de alcance. Foi reducionista, pois, como se trata de um lançamento básico do estudo preliminar, não há as distâncias reais a serem percorridas, considerando o sistema viário e as conversões de direção que um trajeto necessita.

Passo 03)

- i) Mapeamento dos equipamentos existentes ou projetados das áreas adjacentes à poligonal (Figura 60);

Passo 04)

- j) Leitura e interpretação dos polígonos de equipamentos e espaços públicos, com a criação de raio de influência sobre a malha gerada. As quadras que estão em distância ideal dos equipamentos se destacam em cores conforme tipo de equipamento, e os tons mais próximos ao branco representam maior distanciamento dos equipamentos, que dificultam a locomoção a pé (Figura 61, Figura 62 e Figura 63).

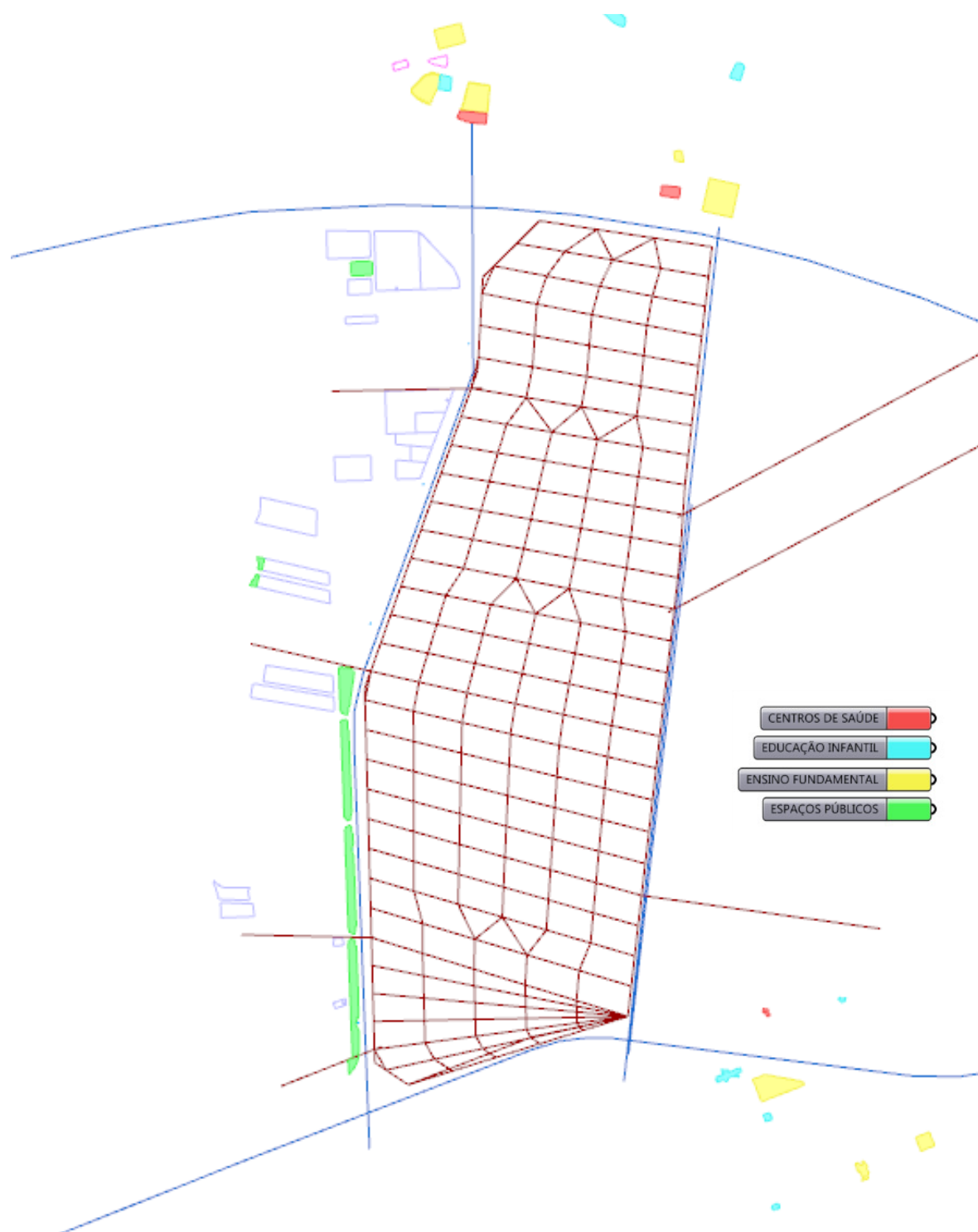


Figura 60 - Mapeamento dos equipamentos existentes ou projetados nas áreas contíguas ao projeto.
Fonte: do autor.

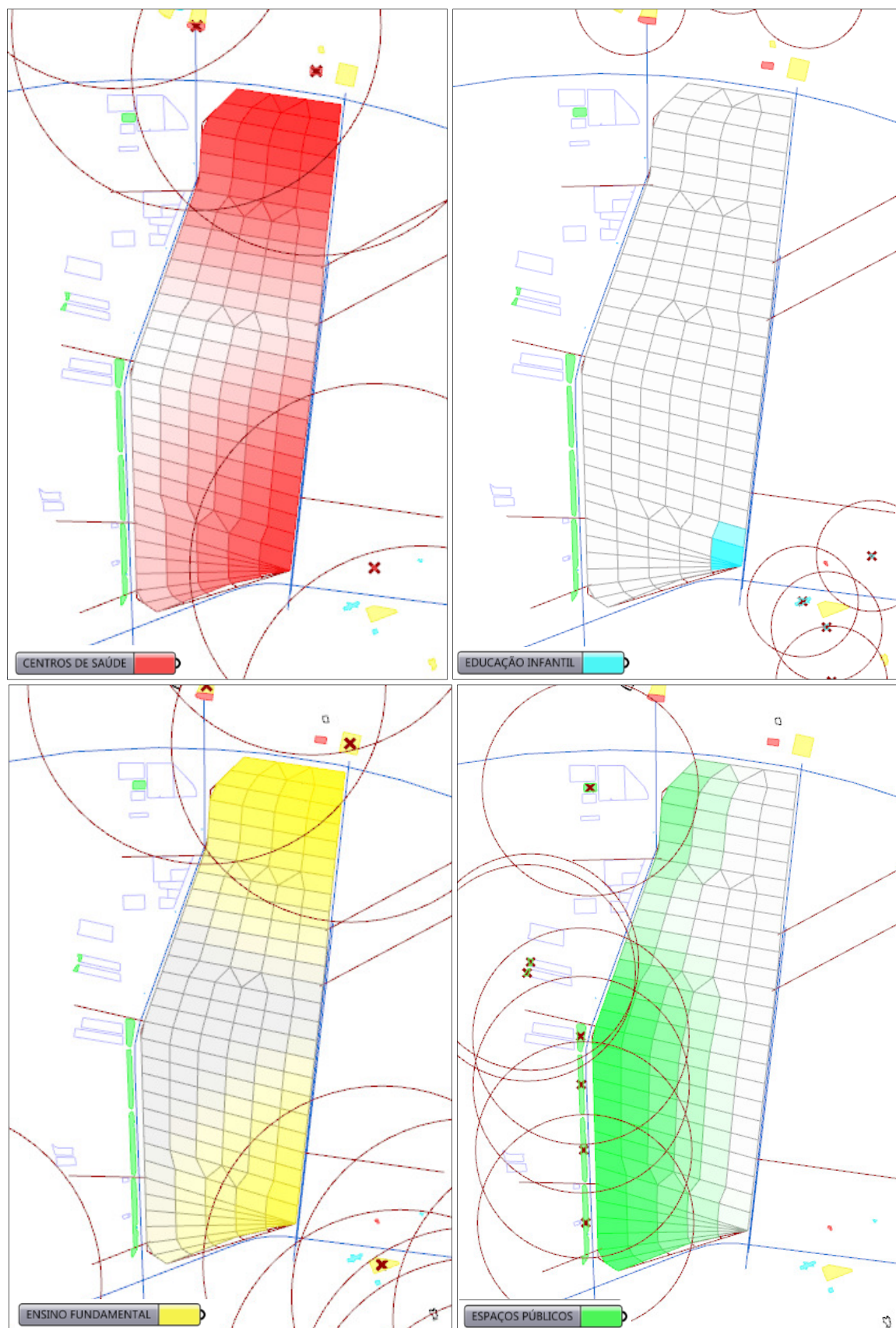


Figura 61 - Mapa com a representação de cores de abrangência e algoritmos no Grasshopper®, com os cores vermelho, azul, amarelo e verde demonstrando as áreas dentro do raio de abrangência e branco nas áreas mais distantes.

Fonte: do autor.

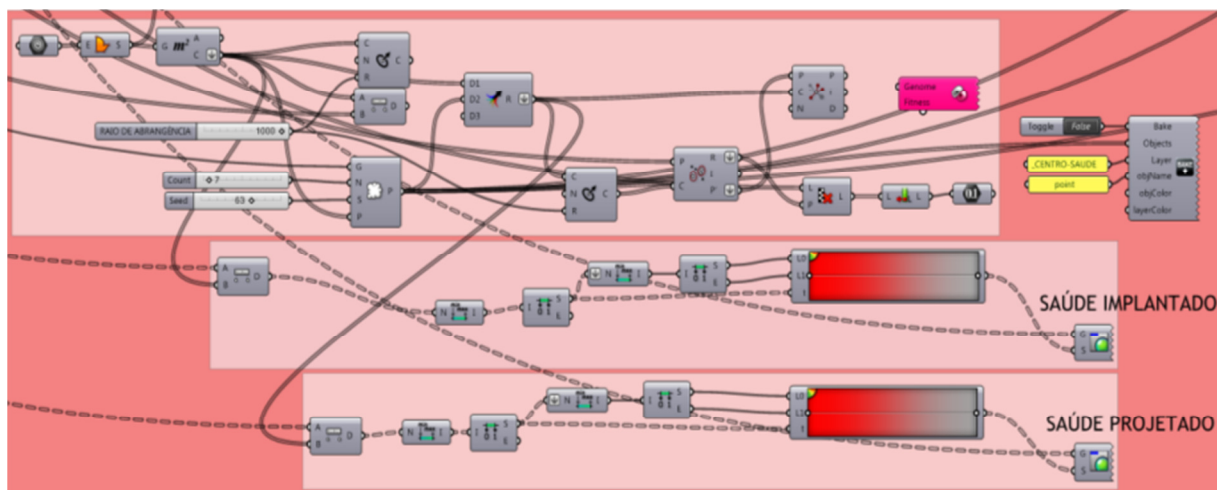


Figura 62 – Algoritmo no Grasshopper® para a visualização dos raios de abrangência dos equipamentos de saúde.

Fonte: do autor.

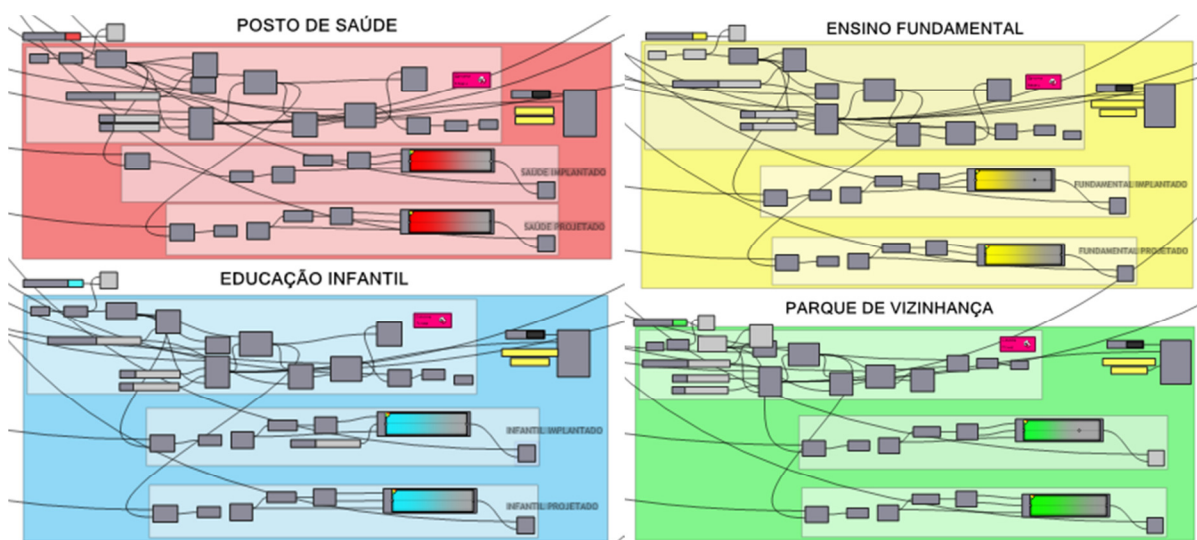


Figura 63 – Algoritmo dos equipamentos considerados no estudo, no Grasshopper®.

Fonte: do autor.

Passo 05)

- k) Utilização do Galápagos, chamado de solucionador evolutivo (do inglês *evolutionary solver*), que utiliza as variáveis inseridas no Grasshopper® para buscar matematicamente a solução mais adequada, de melhor desempenho (Figura 64). O Galápagos foi utilizado para equacionar a inserção de novos equipamentos, considerando cada um dos tipos em estudo. Através da equalização do número de equipamentos e de um índice de entrada de arranjos possíveis – chamado de *seed* –, o Galápagos retornou como resultado a opção com menor número de equipamentos possível de forma que, considerando o raio

de abrangência de cada equipamento (item 6.2.1.1), todas as quadras fossem atendidas (Figura 65).

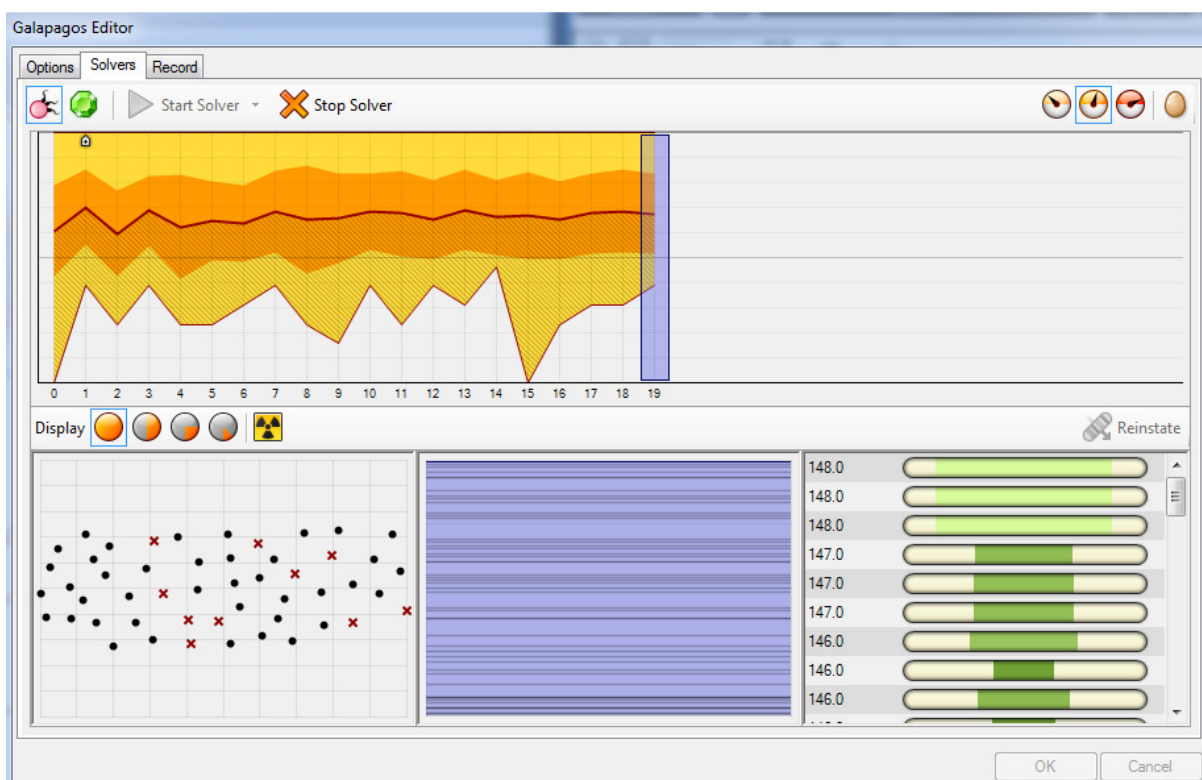
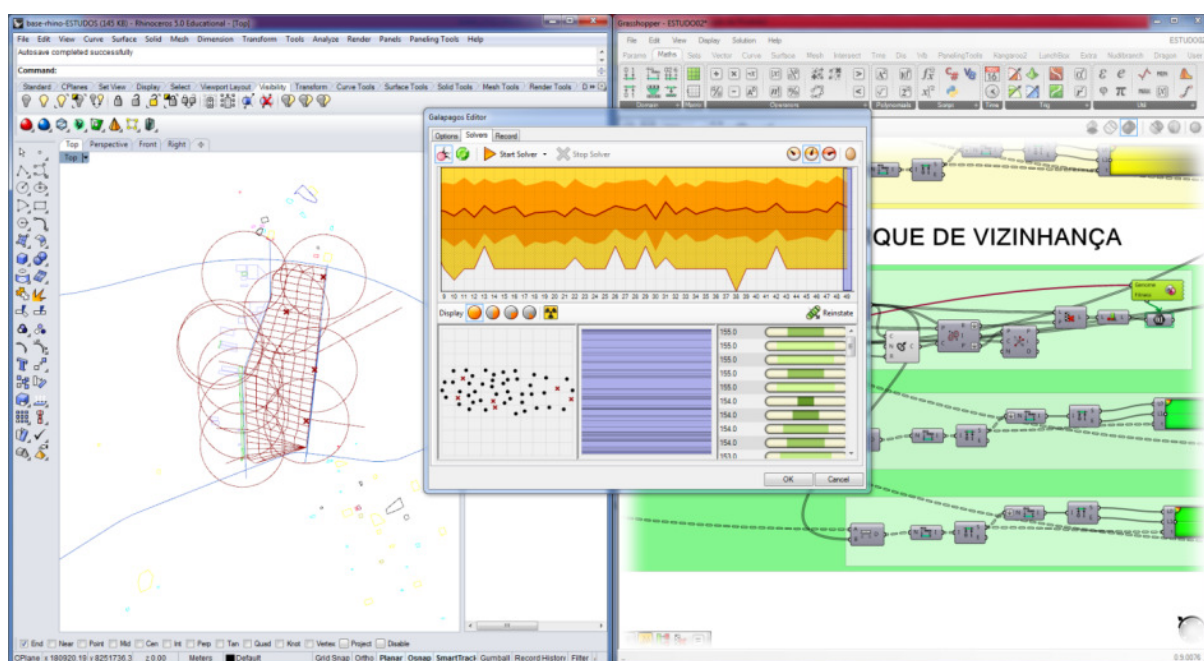


Figura 64 – Visualizações no Rhinoceros®, Grasshopper® e Galápagos (primeira imagem) e detalhe da tela do Galápagos (segunda imagem) realizando o cálculo de otimização da distribuição dos espaços públicos na poligonal de projeto.

Fonte: do autor.

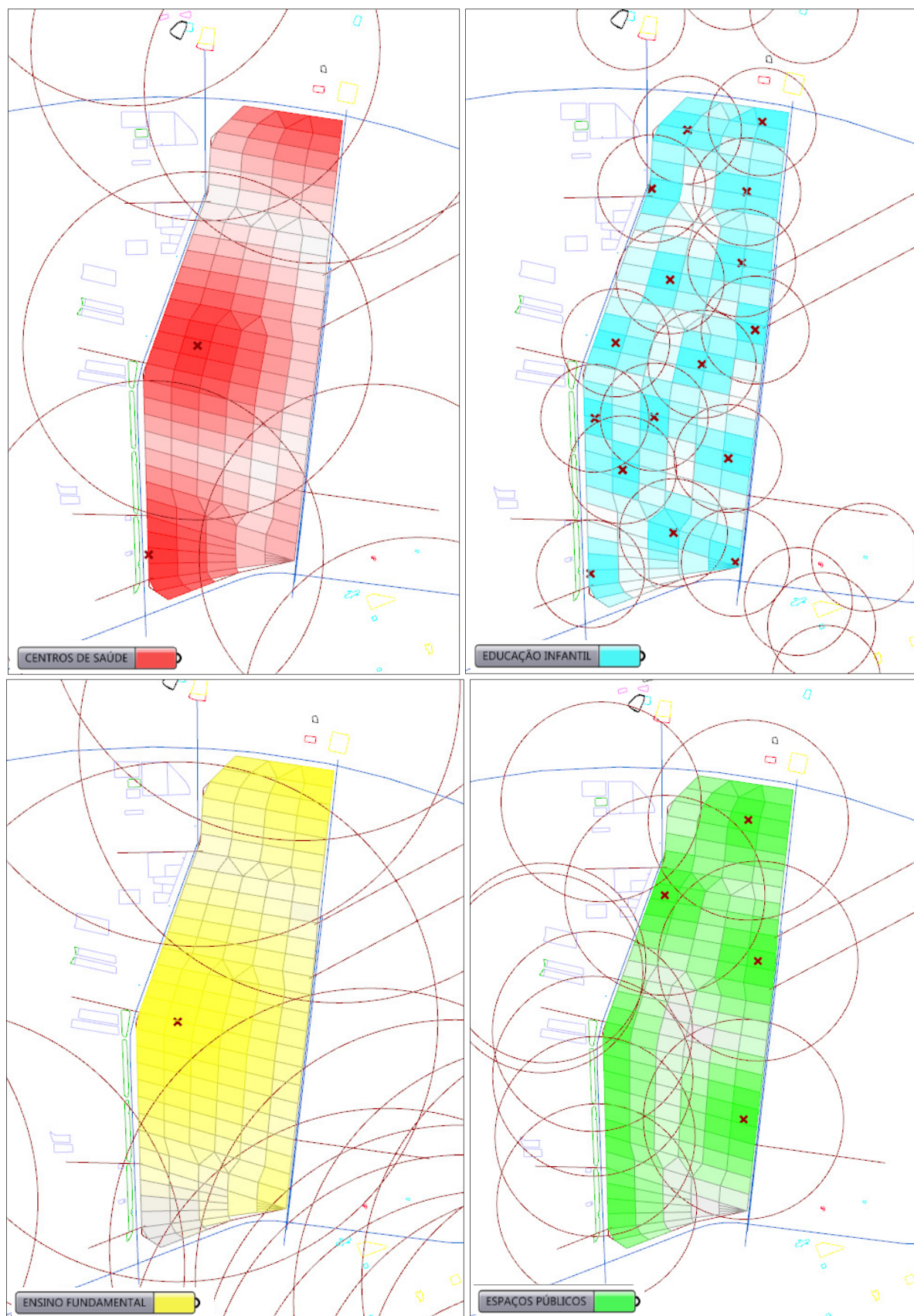


Figura 65 – Mapas com abrangência dos equipamentos projetados.
Fonte: do autor.

Com essas etapas, conclui-se a leitura dos elementos presentes no entorno do polígono de estudo e inicia-se a elaboração do plano de ocupação.

7.3 Plano de ocupação

Passo 06)

- a) A partir do lançamento dos eixos viários, foi realizada a subdivisão da área da poligonal de forma a separar as quadras, com o destaque daquelas que conterão os equipamentos públicos projetados nas etapas anteriores (Figura 66).

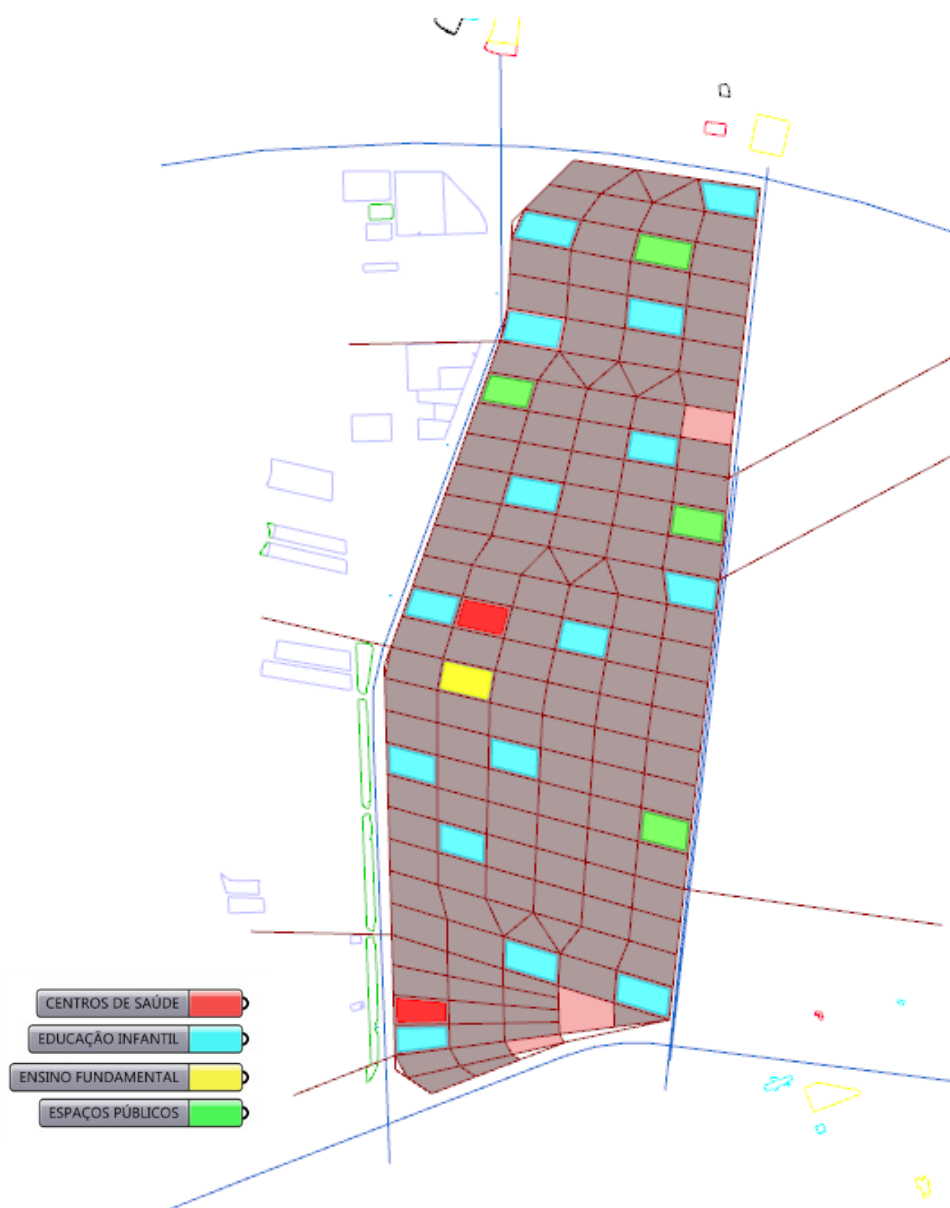


Figura 66 - Visualização obtida no Rhinoceros das superfícies das quadras, com as quadras que conterão equipamentos destacadas.

Fonte: do autor.

Passo 07)

b) Utilização do *offset* como componente no Grasshopper® para a inserção do sistema viário, considerando a largura final do conjunto via + ciclovia + calçada. Tal passo é importante para destacar as novas quadras do sistema de circulação. Para facilitar a leitura, utilizou-se um *slider* com a inserção da largura da via, cujo valor foi dividido por dois para ser o parâmetro de entrada de distância do *offset*. O raio de giro foi inserido na visualização, que mostra a calçada e o restante do sistema viário. O resultado dessa etapa gerou os polígonos que foram utilizados para as próximas subdivisões (Figura 67).

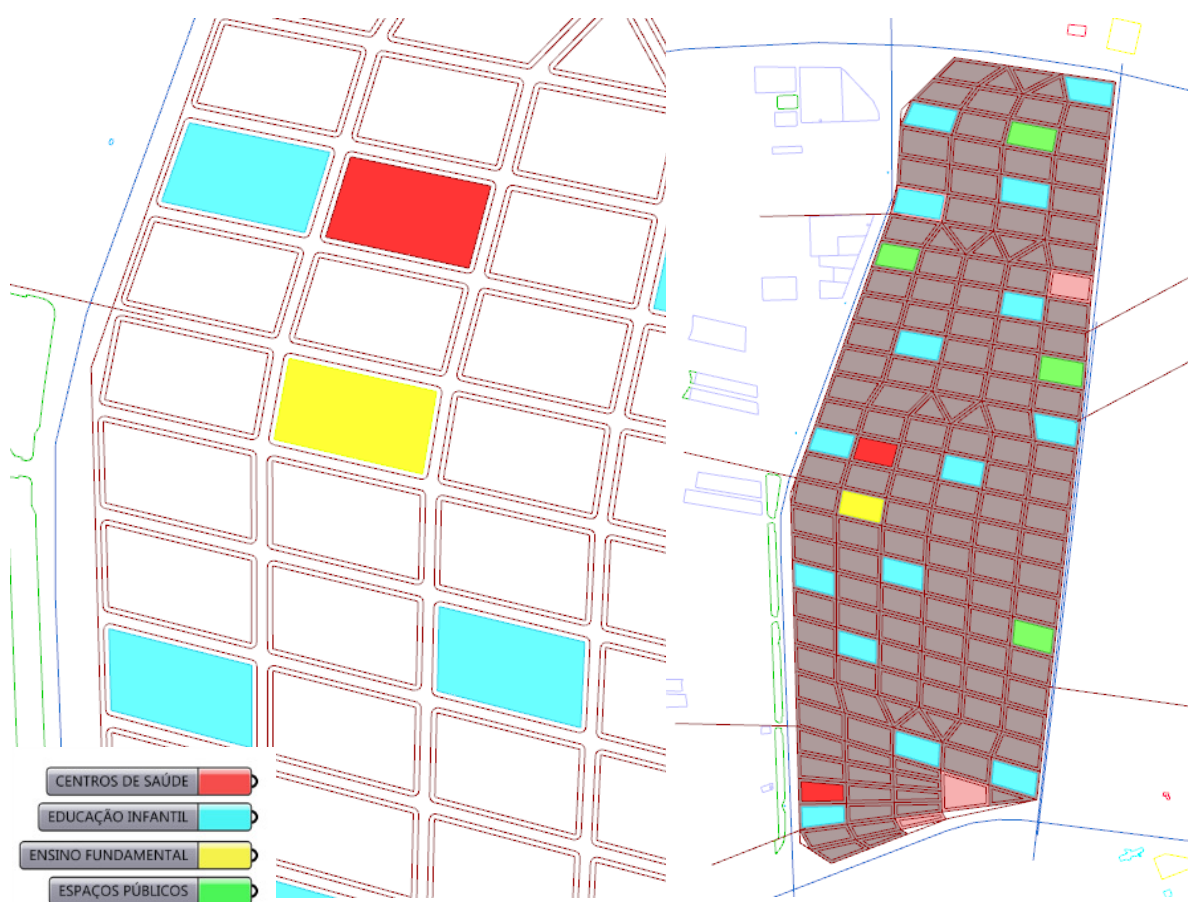


Figura 67 - Detalhe com os offsets de calçada e via com raio de giro e mapa geral da poligonal.

Fonte: do autor.

Passo 08)

c) Começou-se a divisão das quadras para obtenção dos lotes. As quadras com equipamentos públicos, destacadas em cores, sofreram tratamento diferenciado em virtude das áreas específicas que cada equipamento demanda.

- d) As divisões das quadras foram separadas em dois métodos, conforme critério de metragem por área: lotes cuja área prospectada é maior do que um $\frac{1}{4}$ (um quarto) da área da quadra (Figura 68), e lotes cuja área prospectada é menor do que $\frac{1}{4}$ (um quarto) da área da quadra. Essa categorização pela área permite melhor inserção e disposição dos lotes na quadra, uma vez que, quando o lote é maior do que $\frac{1}{4}$ da quadra, o encaixe de lotes em metade da largura da quadra torna-se desproporcional (vide item e).

Método 01: Divisão dos lotes com área maior do que $\frac{1}{4}$ da área:

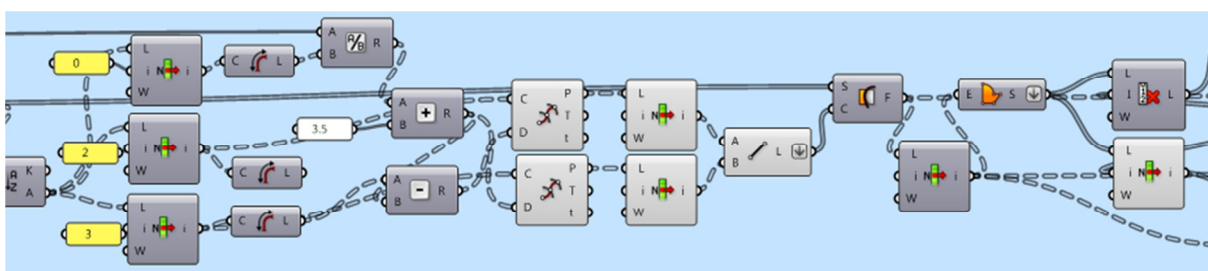


Figura 68 - Visualização do Grasshopper® com o método 01 de divisão por área.

Fonte: do autor.

- e) O algoritmo computou a área da quadra e a área estimada para o lote, que, no caso, é para 'educação infantil', de 3.000m². A área em questão possui cerca de 11.000m², menos de quatro vezes a área do lote. Fez-se a extração da lateral menor da quadra, pela qual se dividiu a área do futuro lote. Com a divisão, definiu-se a dimensão para as outras laterais que compõem o lote, com o lançamento dos pontos de divisão pelo critério da distância (Figura 69).

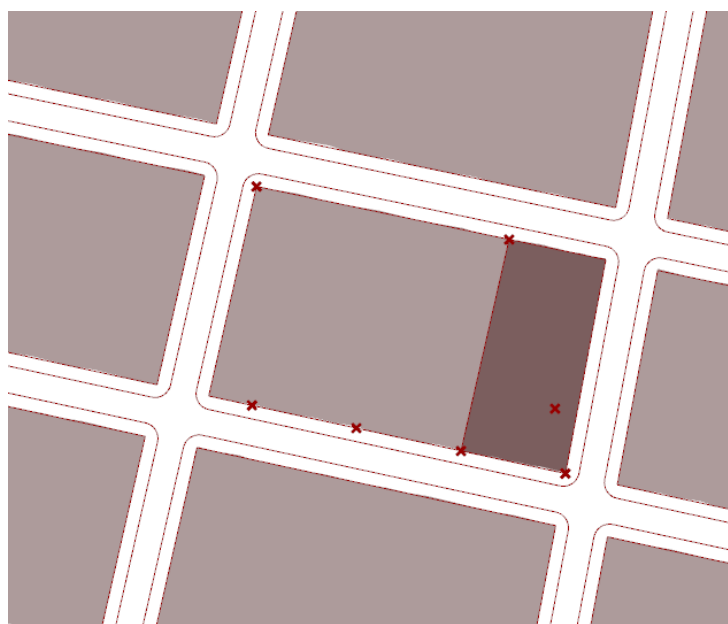


Figura 69 - Visualização da divisão da quadra no Rhinoceros®.

Fonte: do autor.

Método 02: Divisão dos lotes com área menor do que $\frac{1}{4}$ da área:

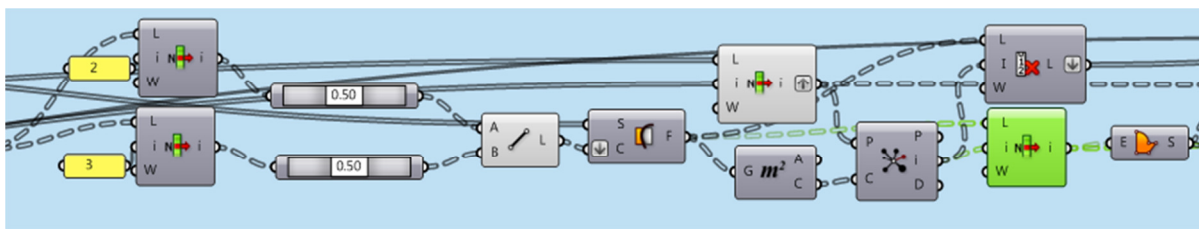


Figura 70 - Visualização do Grasshopper® com o método 02 de divisão por área.
Fonte: do autor.

- f) Ao considerar a área menor do que $\frac{1}{4}$ da área da quadra, o algoritmo dividiu a quadra pela metade, nas laterais menores, e selecionou o retângulo mais próximo ao ponto projetado para o novo equipamento (marcado na visualização do Rhinoceros como um 'X' vermelho) (Figura 70 e Figura 71).

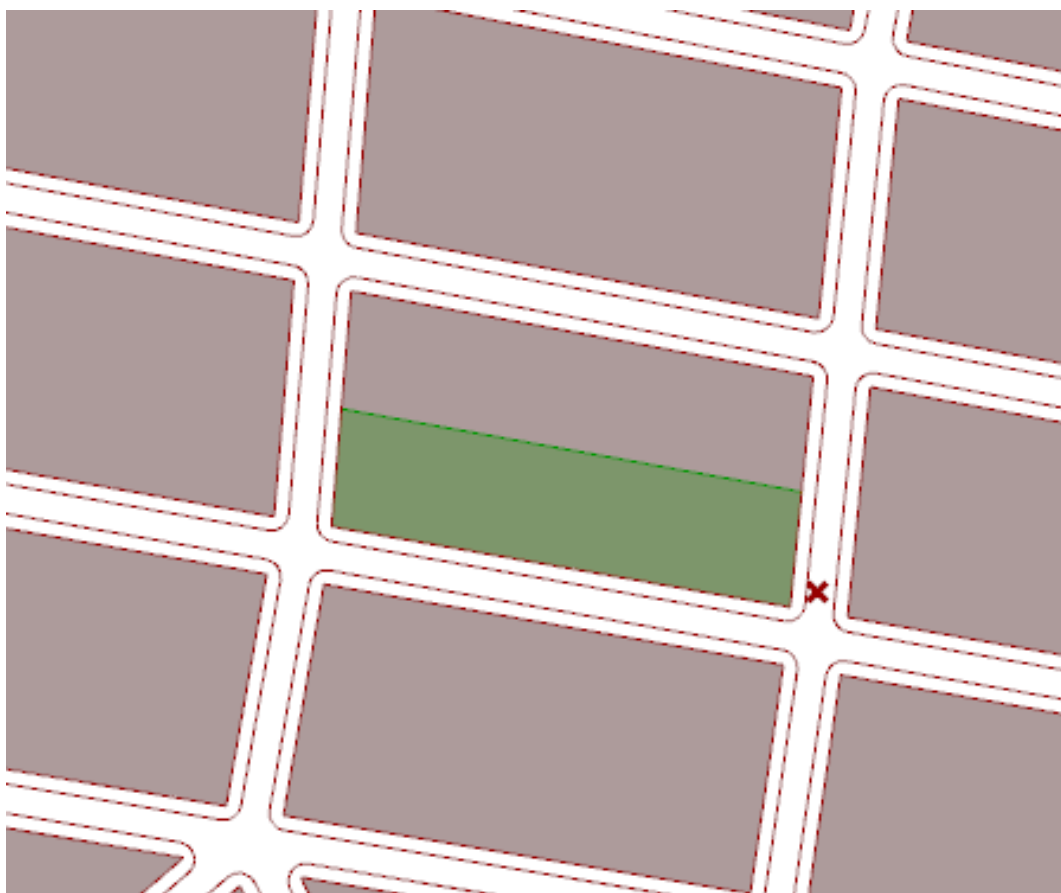


Figura 71 - Visualização do Rhinoceros do método 02 de divisão de quadra.
Fonte: do autor.

Passo 09)

- g) O método 02 exigiu uma nova subdivisão, que definiu a formatação final do lote do equipamento. Essa etapa consistiu na divisão em número inteiro da área resultante, que

é metade da área da quadra, pela área prospectada para o lote. No caso, a área selecionada foi dividida em duas entidades iguais, resultando em áreas maiores que 3.000m^2 , que é o mínimo exigido para instalação do equipamento público (Figura 72).

- h) É utilizado novamente o critério de proximidade para seleção do lote mais próximo ao ponto resultante do Galápagos, definindo, por fim, o lote do equipamento (Figura 73).

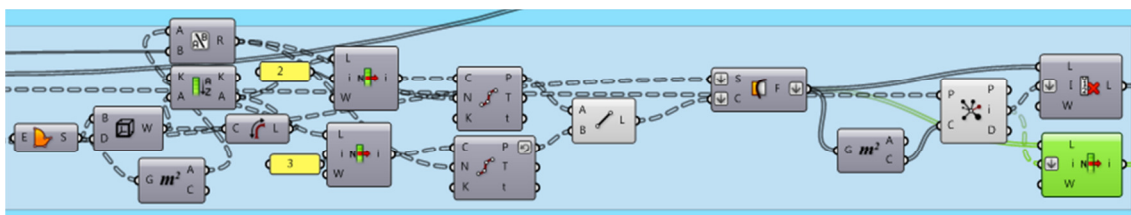


Figura 72 - Algoritmo com a segunda divisão da área para obtenção do lote (destacado em verde).
Fonte: do autor.

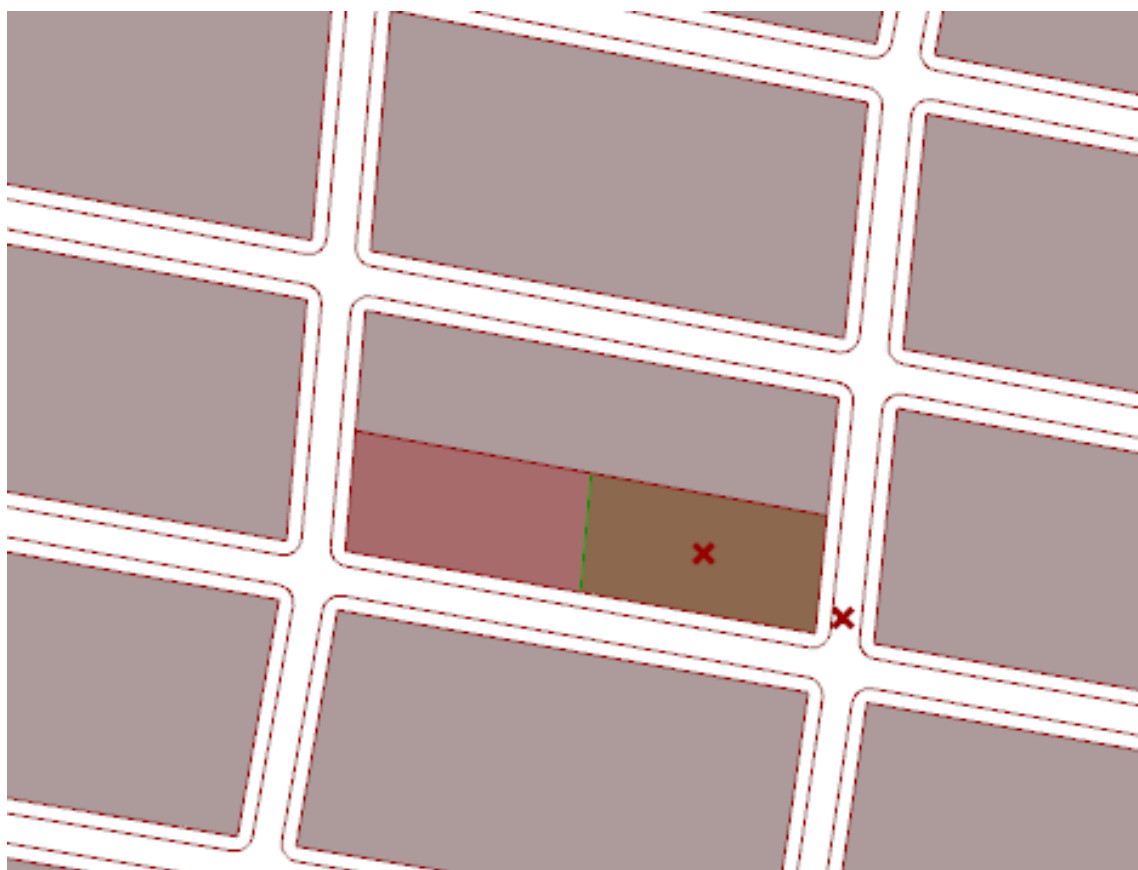


Figura 73 - Visualização da segunda divisão no Rhinoceros, com o destaque do lote do equipamento.
Fonte: do autor.

- i) Ocorreu um caso a parte que foi o lançamento de dois equipamentos em uma mesma quadra, necessitando um trabalho diferenciado de forma a melhor local os equipamentos através da utilização de algoritmos. Com o critério de seleção de valor

maior e menor dentro de uma listagem, que, no caso, era da área necessária para cada um dos dois tipos de equipamentos, obteve-se a maior área.

- j) Por se tratar de equipamento com mais de $\frac{1}{4}$ da área da quadra, seguiu-se à divisão conforme método 01, item 'e', que já culmina no lote do equipamento. A área restante sofreu novo processo de divisão, agora conforme método 02. O resultado foi de uma quadra com dois equipamentos e ainda com uma área restante para outros usos (Figura 74 e Figura 75).

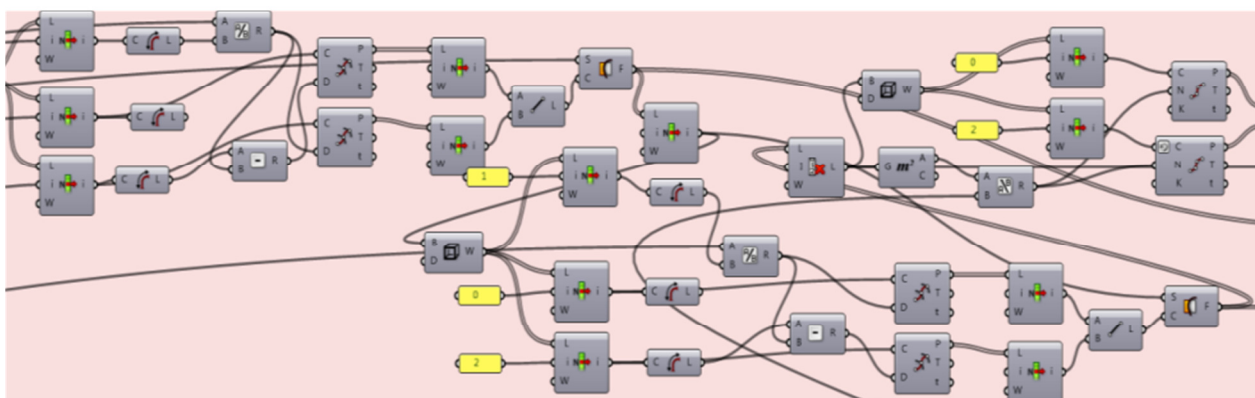


Figura 74 - Algoritmo de divisão da quadra com mais de um equipamento.

Fonte: do autor.

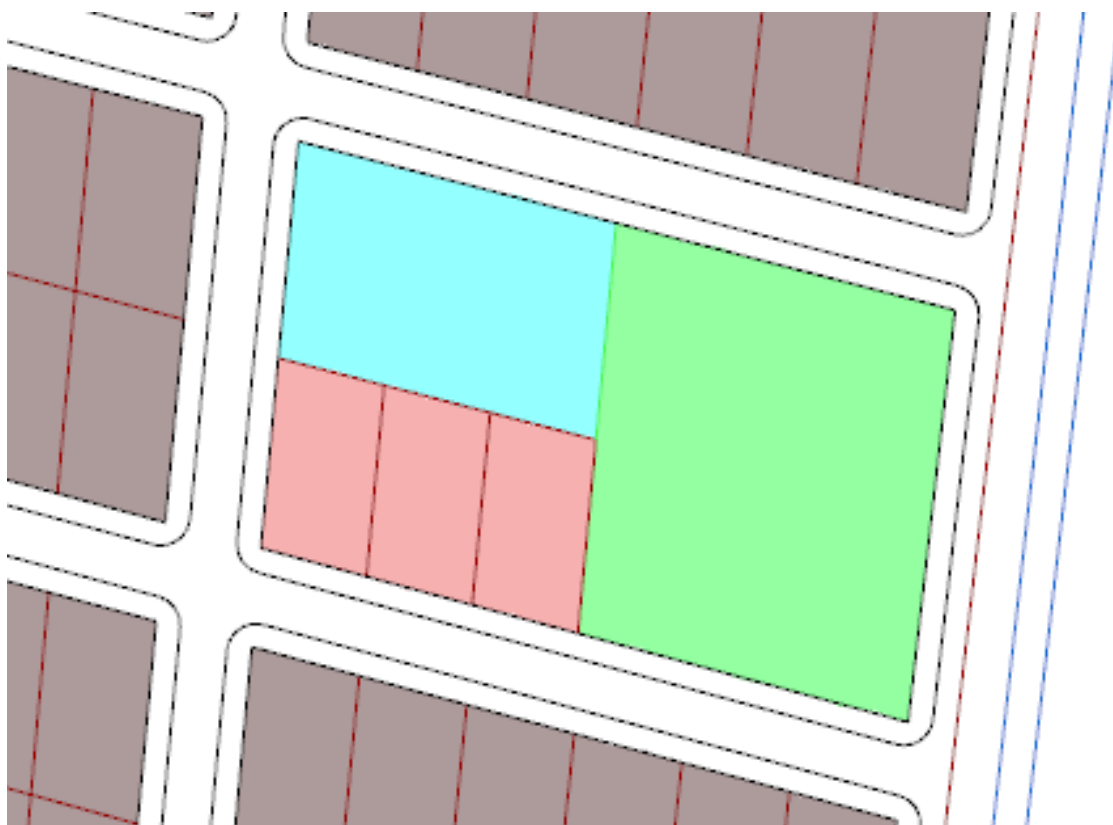


Figura 75 - Visualização da divisão da quadra no Rhinoceros.

Fonte: do autor.

Passo 10)

- k) Passou-se então para a divisão das demais áreas. As quadras que ainda não haviam sido divididas pela metade, que são as quadras sem equipamentos e as quadras com equipamentos que seguiram o método 01, passaram pela divisão, da mesma forma que ocorreu em 'f' porém sem a seleção de uma ou outra parte.
- l) Como todos os lotes necessitam obrigatoriamente de uma face voltada para a via pública, as linhas de borda foram categorizadas para que, no menor comprimento das linhas, essas fossem divididas em duas partes, e no maior, tantas vezes quanto necessário para atender à metragem estipulada. Portanto, o critério foi dividir as laterais menores de cada quadra pelo ponto do meio, com a utilização do componente *brep wireframes* que extrai as linhas de borda.
- m) As áreas restantes das quadras com equipamentos que seguiram o método 02, que já estão divididos pela metade, se juntaram às obtidas no item K e todas seguiram o mesmo processo de divisão por área, conforme item 'g' (passo 09), porém sem a seleção de lotes. Todos os novos lotes possuíram a mesma área como parâmetro de divisão em números inteiros, podendo apresentar pouca diferença conforme a disposição dos lotes (Figura 76 e Figura 77). Tal área foi inserida como um *slider* que permite a variabilidade e adequação do quantitativo, que, ao ser modificado, atualiza automaticamente todas as divisões de quadras. Os lotes triangulares foram mantidos sem divisão para estudo posterior de marcos simbólicos na paisagem.

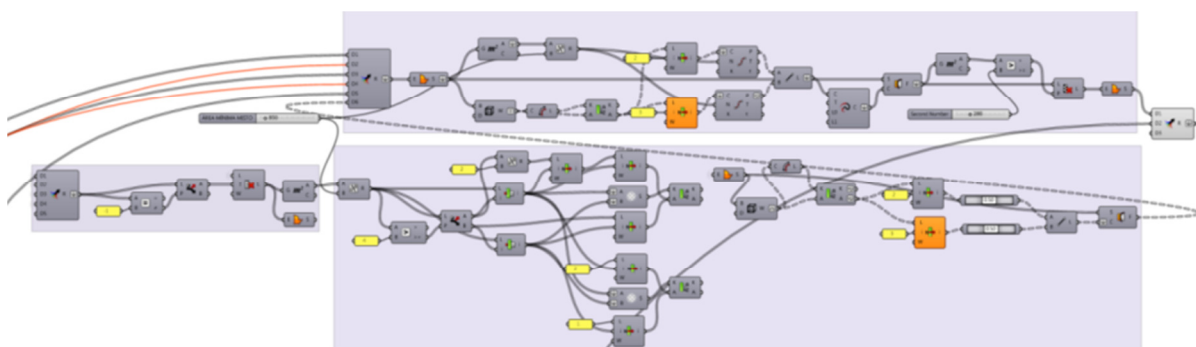


Figura 76 - Grasshopper com os componentes de divisão das áreas restantes.
Fonte: do autor.

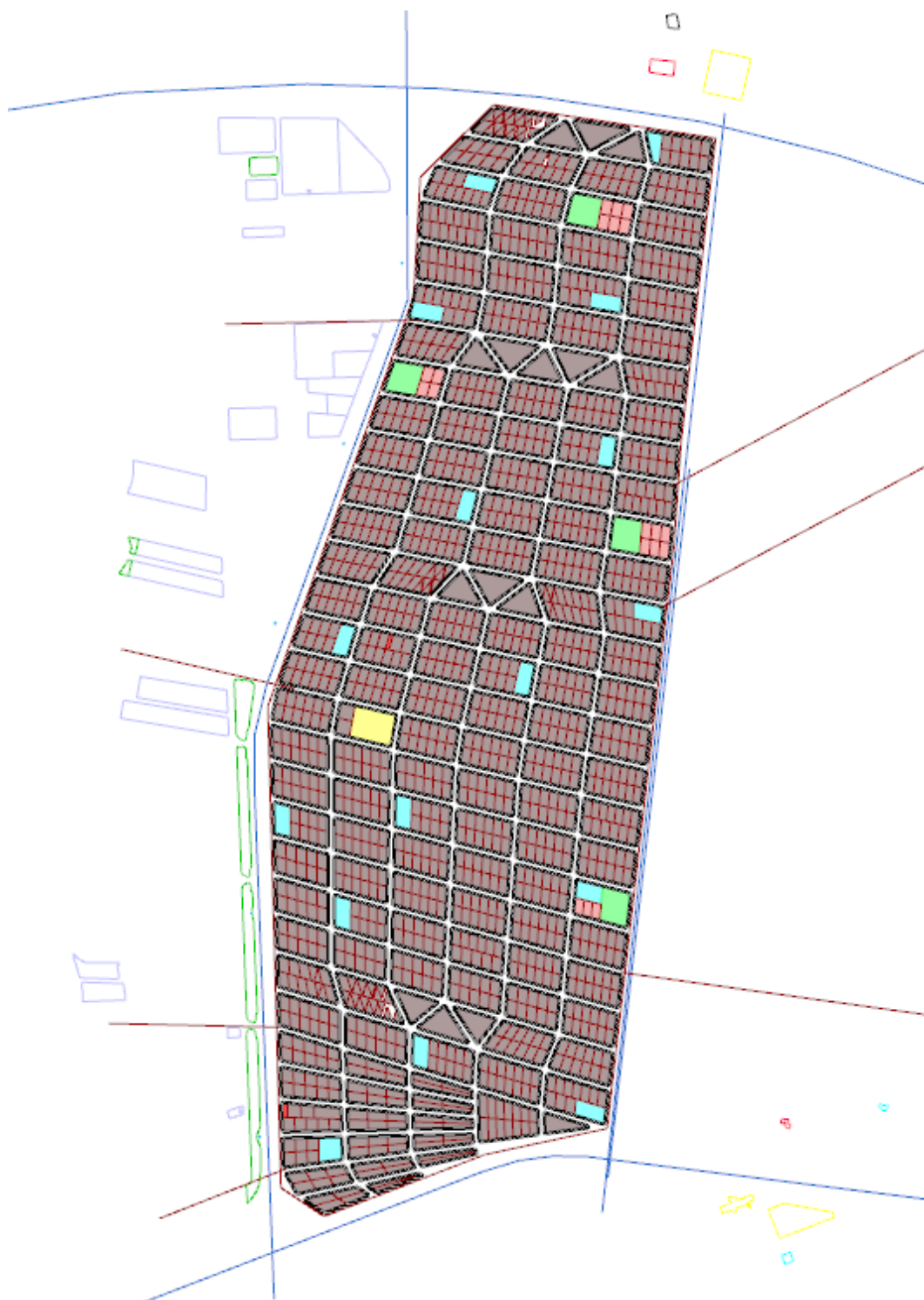


Figura 77 - Visualização do Rhinoceros com as quadras divididas.

Fonte: do autor.

Passo 11)

n) Após elaborada a malha e divididos todos os lotes, foi pensado uma forma de distribuição de usos que pudesse ser manipulada para atender a interesses diferentes. Foram categorizados quatro usos básicos, que seriam para área de desenvolvimento

econômico (ADE), uso comercial, uso misto (com ocupação comercial no térreo e mezanino e com residência nos demais pavimentos) e lotes de uso residencial.

- o) Para cada uso, foi elaborada uma curva de atração, a partir da qual se utilizou o critério de distância da curva para seleção dos lotes obtidos no passo 10. Para eixos múltiplos, considerou-se a limitação do componente do Grasshopper®, que não lê mais de uma curva, e utilizou-se uma polilinha articulada, com resultado satisfatório. As curvas foram desenhadas no Rhinoceros® pela facilidade de desenho e manipulação, e inseridos no Grasshopper® através de um componente de entrada, também chamado de *'input'*. Os pontos podem ser editados no programa, e a visualização do resultado é atualizada automaticamente pelo Grasshopper® (Figura 78 e Figura 79).

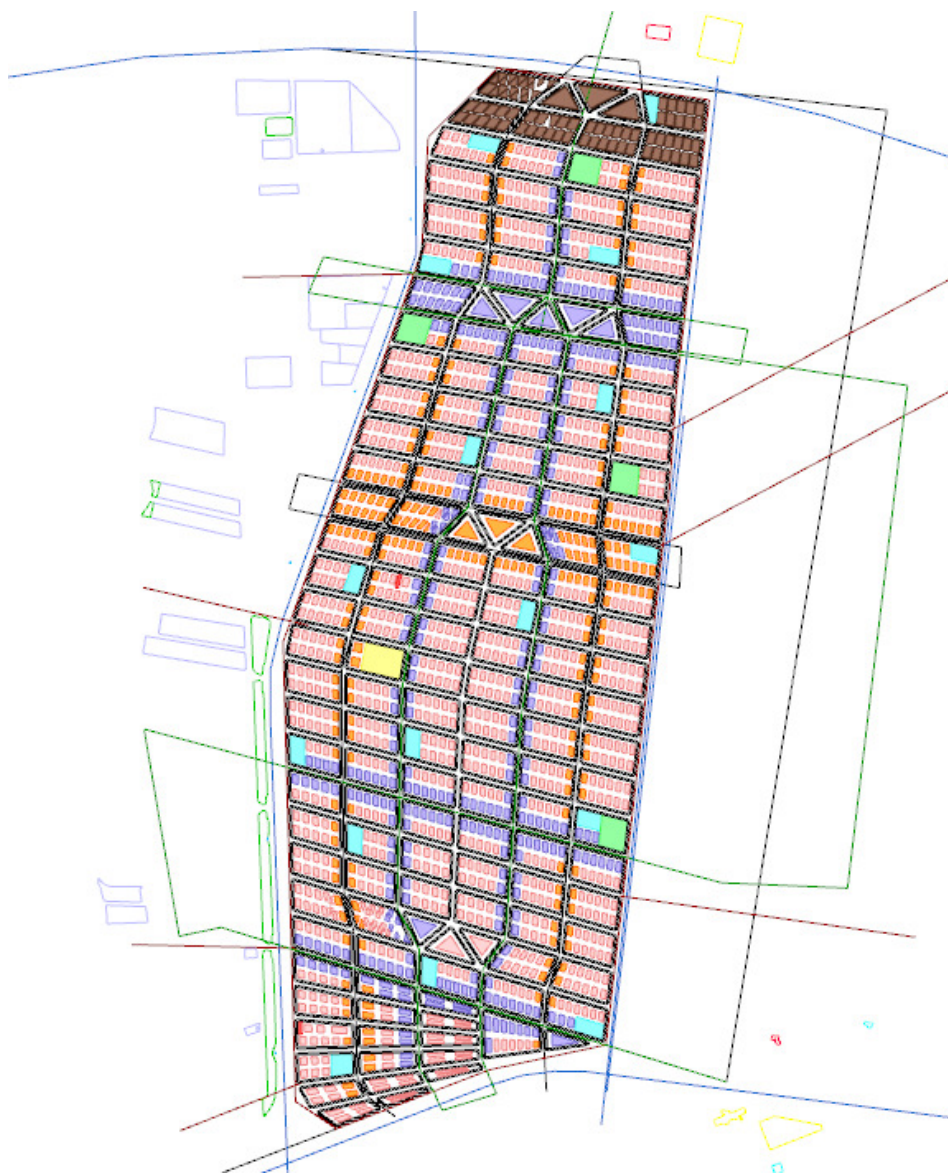


Figura 78 - Mapa com os usos no Rhinoceros, com a linha que define o uso 'comercial' destacada em verde.
Fonte: do autor.

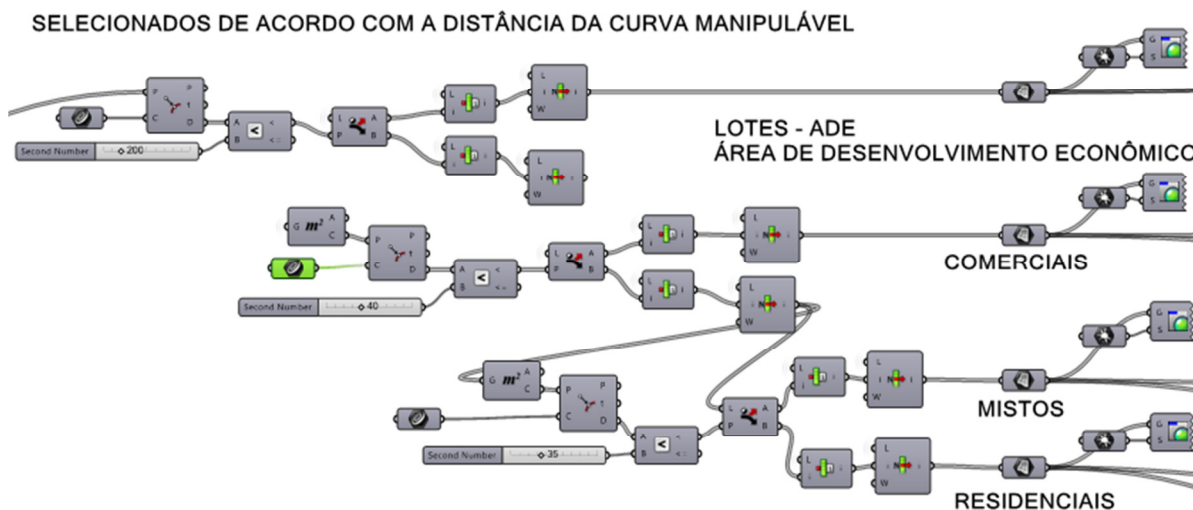


Figura 79 - Algoritmo com os *inputs* de curvas e definição de usos, com a curva 'comercial' destacada em verde.
Fonte: do autor.

Passo 12)

Uma vez que a malha já possui as quadras delimitadas, coube a inserção dos parâmetros urbanísticos para a elaboração de cenários e perspectivas do plano de ocupação. Os parâmetros inseridos neste estudo definem a taxa máxima de ocupação do terreno (T.O.), o gabarito máximo das edificações (número de pavimentos) e a altura de cada pavimento como parâmetro para visualização da volumetria. Com esses parâmetros, é calculada a taxa de permeabilidade, que representa o oposto da T.O. e o coeficiente de aproveitamento da ocupação projetada para o lote.

Destaca-se que os parâmetros utilizados para a presente simulação foram extraídos das leis vigentes, conforme seção 7.1, que estabelece densidade habitacional, coeficiente de aproveitamento e gabarito máximos para a área.

- p) Utilização do componente *scale* para a aplicação da taxa de ocupação no lote, com multiplicador de 100 vezes no parâmetro de entrada do escalonamento para que a T.O. seja inserida em porcentagem;
- q) Inserção do número de pavimentos (gabarito) e altura de cada pavimento para a obtenção da volumetria do plano de ocupação, que aparece como parâmetros de entrada no algoritmo criado no Grasshopper® (Figura 80), e cuja volumetria resultante pode ser visualizada na tela do Rhinoceros® (Figura 81 e Figura 82);

- r) Utilização da subtração para obtenção da taxa de permeabilidade e utilização do multiplicador entre a taxa de ocupação e o número de pavimentos para o cálculo da área construída.

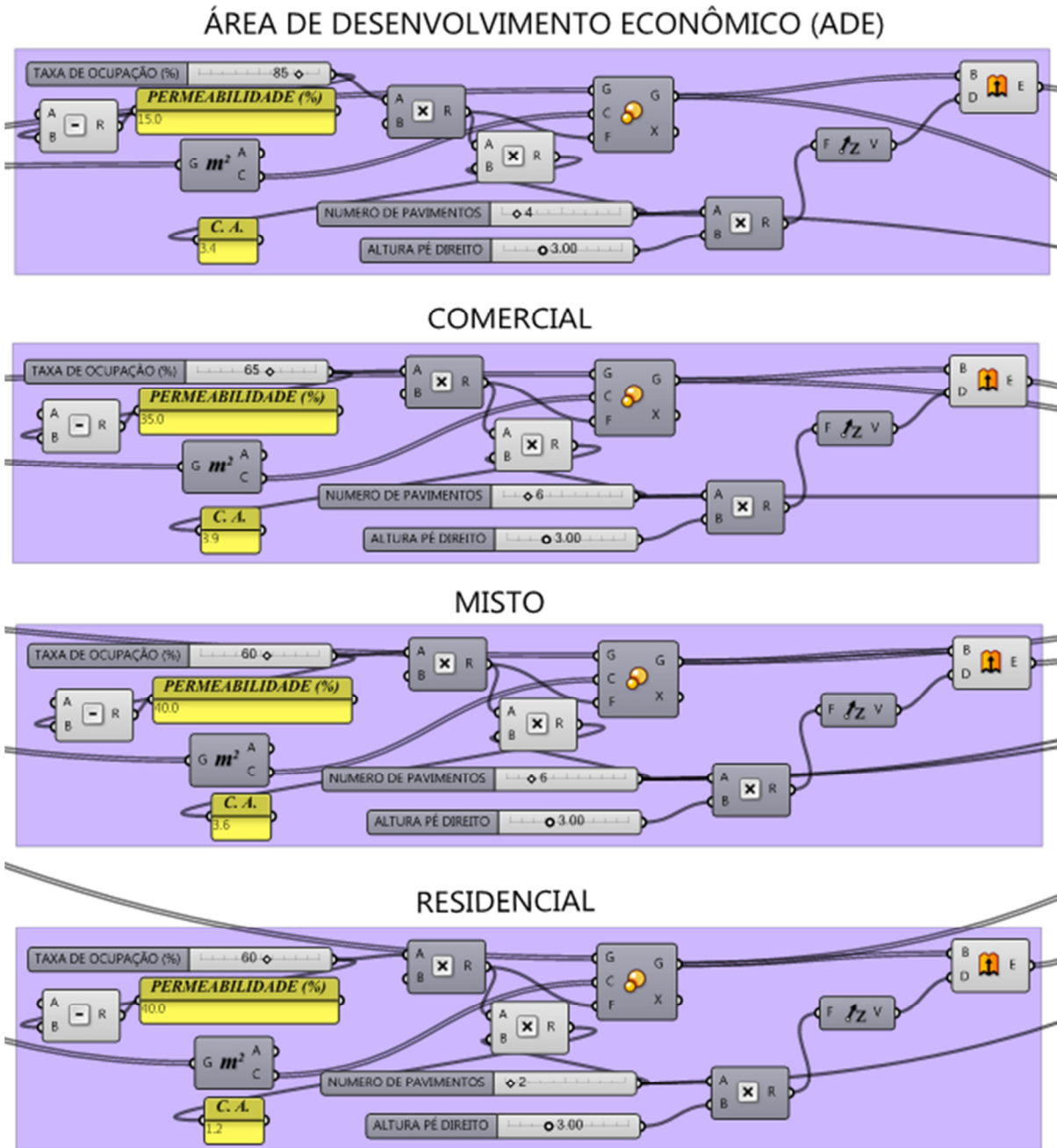


Figura 80 - Parâmetros urbanísticos estipulados por uso.
Fonte: do autor.

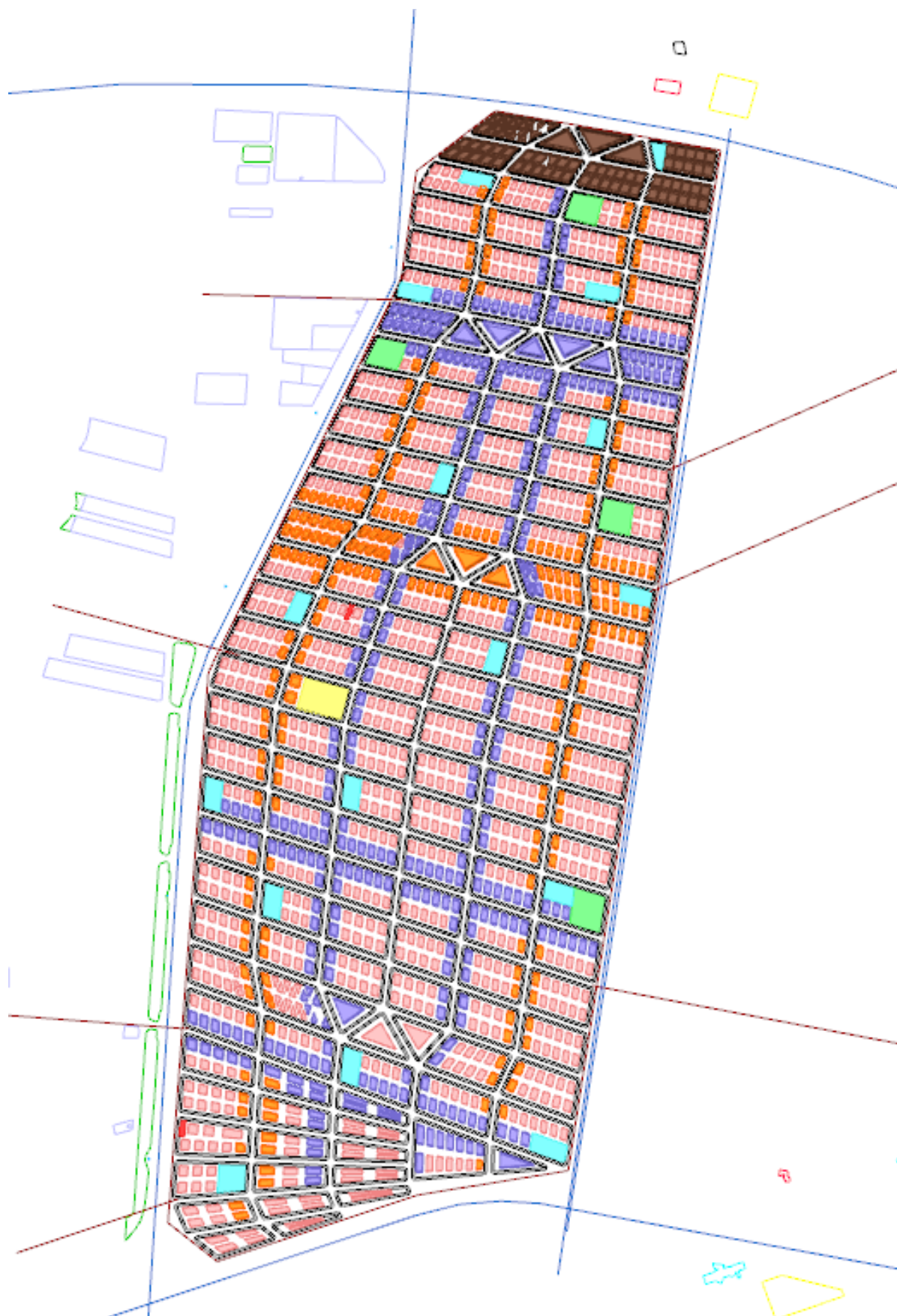


Figura 81 – Vista de topo da poligonal com a distribuição de usos e volumetria.
Fonte: do autor.

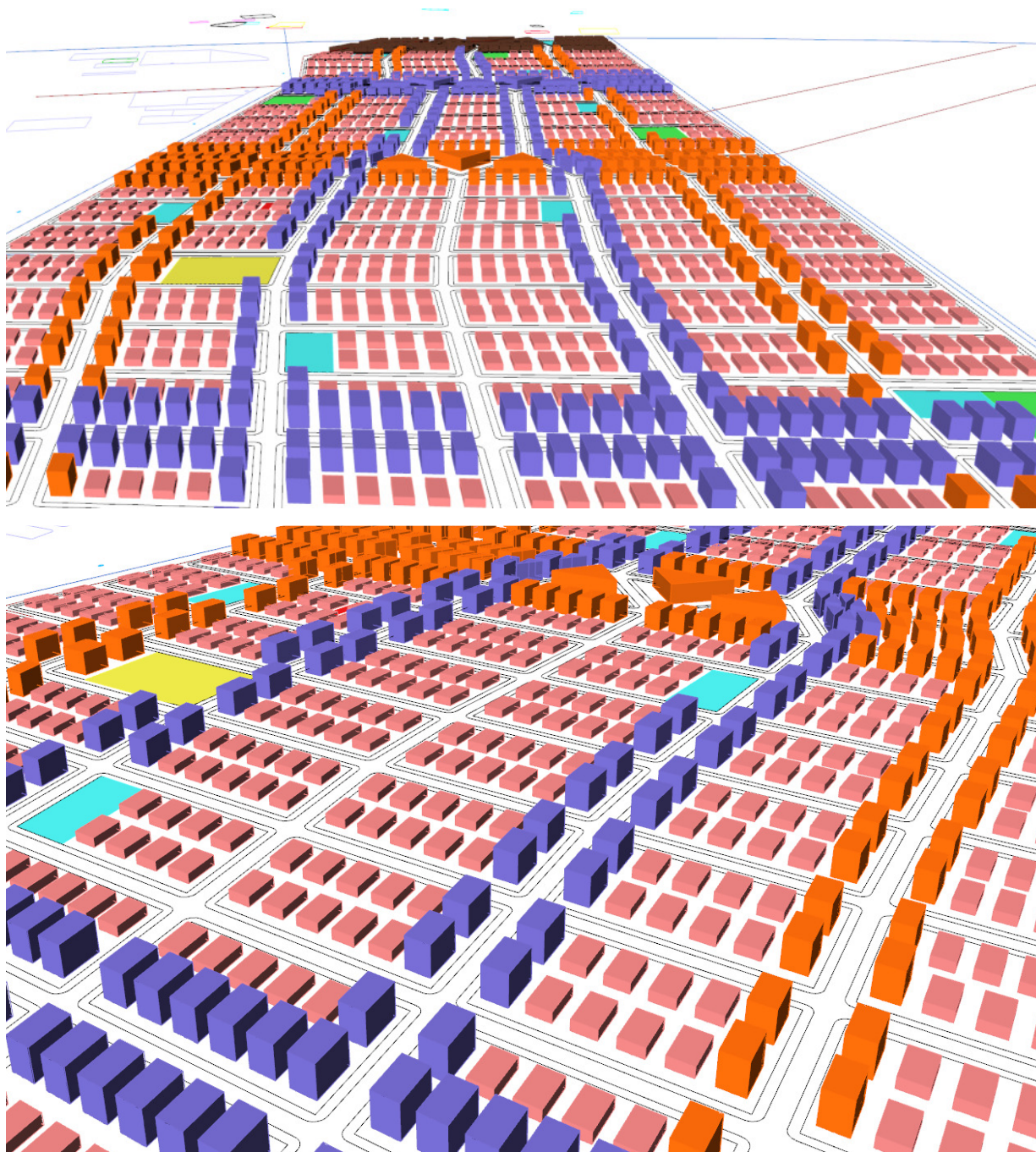


Figura 82 - Volumetria resultante dos parâmetros urbanísticos estipulados.

Fonte: do autor.

- s) Com o uso de equações, obteve-se, a partir dos parâmetros urbanísticos, os índices urbanísticos do plano de ocupação da poligonal, quais sejam: a área permeável da proposta, a área construída por uso, a área de residências (residencial e misto), o cálculo de densidade (em habitantes por hectare) e o coeficiente de aproveitamento (área construída total dividida pela área da poligonal). Os parâmetros urbanísticos dessa proposta foram estipulados conforme os limites definidos em legislação e expressos no capítulo 7.1, área de estudo (Figura 83).

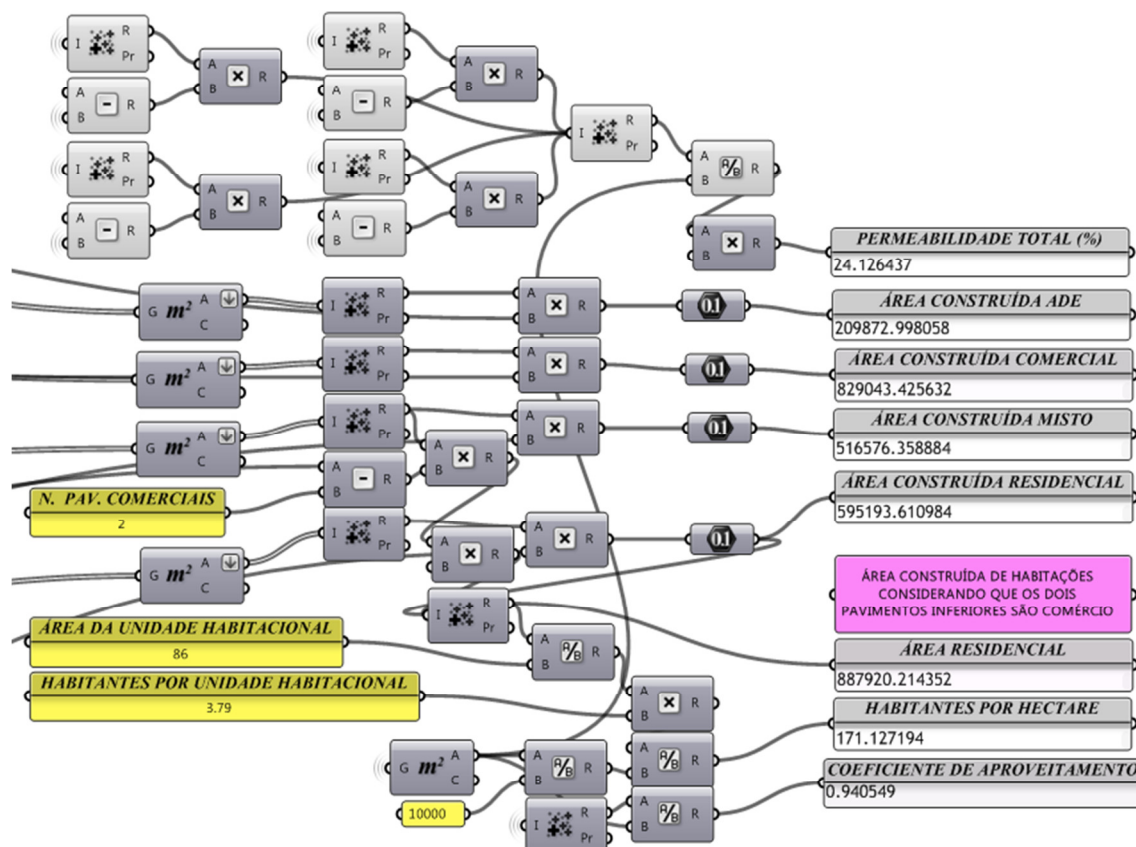


Figura 83 - Algoritmo no Grasshopper para o cálculo dos índices urbanísticos.

Fonte: do autor.

7.4 Outros cenários

A partir da base algorítmica paramétrica elaborada, é possível alterar os parâmetros, desde o dimensionamento das quadras até os parâmetros urbanísticos, para obter a prospecção de cenários diferentes e variabilidades que permitam a discussão dos resultados e a análise técnica e política do melhor resultado.

É possível utilizar o Galápagos, solucionador evolutivo, e obter solução com melhor desempenho utilizando, por exemplo, a densidade habitacional máxima. Porém, considerando que as decisões políticas norteiam a elaboração de projetos e não correspondem necessariamente a critérios técnicos, optou-se por uma estrutura que gere um plano de ocupação que permita ser manipulável tanto nos parâmetros quanto na distribuição dos usos.

A título de investigação, utilizamos a mesma base da malha urbana e alteramos alguns parâmetros para elaborar os cenários seguintes.

7.4.1 Cenário 01

O primeiro cenário levou em consideração as mesmas leis vigentes do lançamento anterior, mas optou pela distribuição residencial em prédios de cinco pavimentos, como uma média entre as recomendações de Gehl (2010) e Alexander (2013), expostas na seção 3.6. Tal distribuição em prédios de habitação coletiva, em desfavor à versão anterior que se dividiu em habitações unifamiliares, visa à concentração da densidade em menor número de prédios, de modo a proporcionar maior permeabilidade de solo e mais espaços públicos para a cidade. A Figura 84 mostra a distribuição de parâmetros conforme uso.

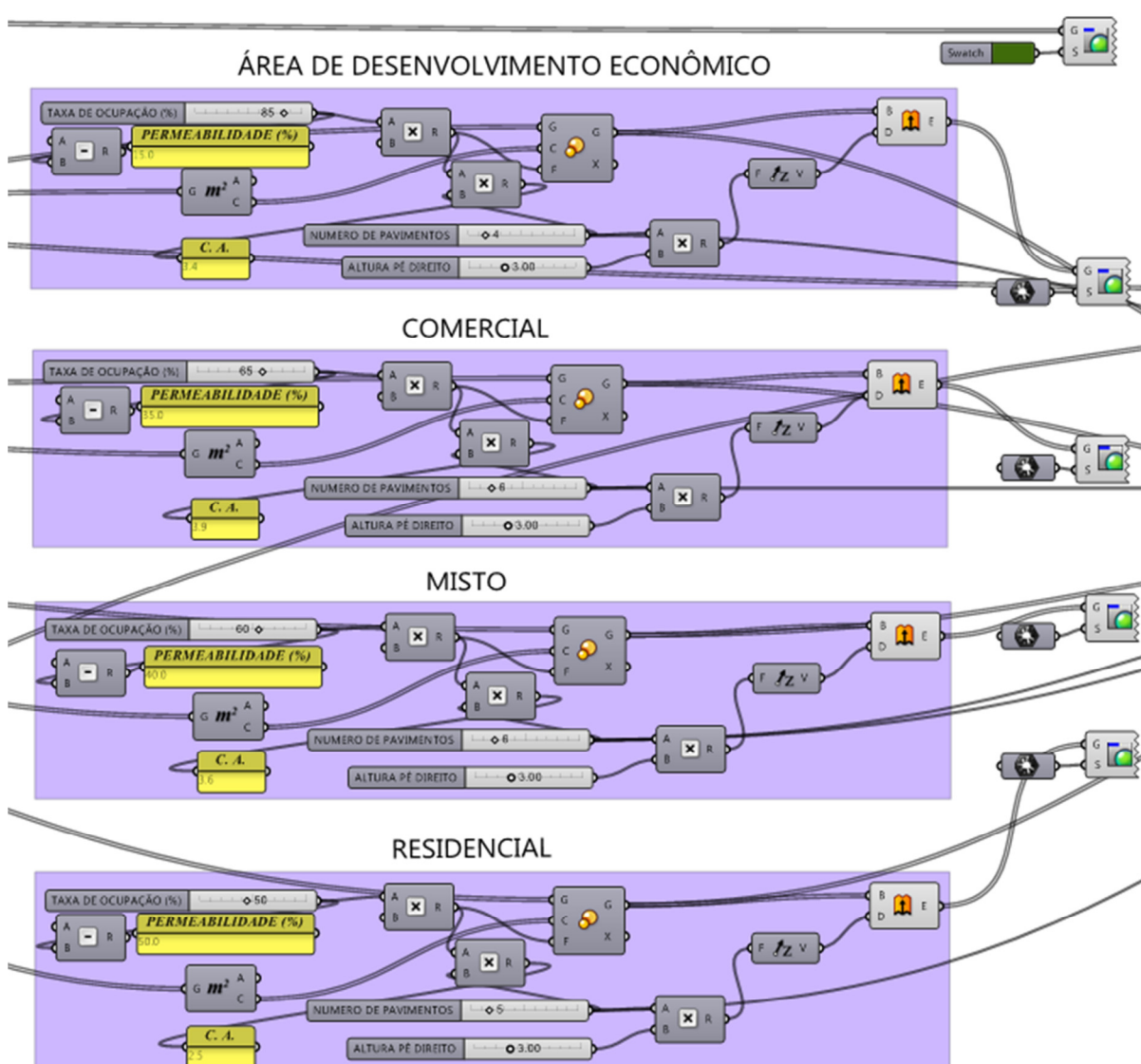


Figura 84 - Cenário 01 - Parâmetros urbanísticos.
Fonte: do autor.

Para equacionar a densidade habitacional, ampliada com o aumento do coeficiente de aproveitamento dos lotes residenciais, inserimos uma seleção randômica de quadras, em um percentual pré-definido em 40% que pode ser modificado. Tais quadras selecionadas não sofrerão a divisão em lotes, e se constituirão de espaços permeáveis para o desenvolvimento de atividades diversas como parque e praças em prol do convívio social. Na Figura 85 é possível visualizar a composição do parcelamento com as quadras permeáveis.

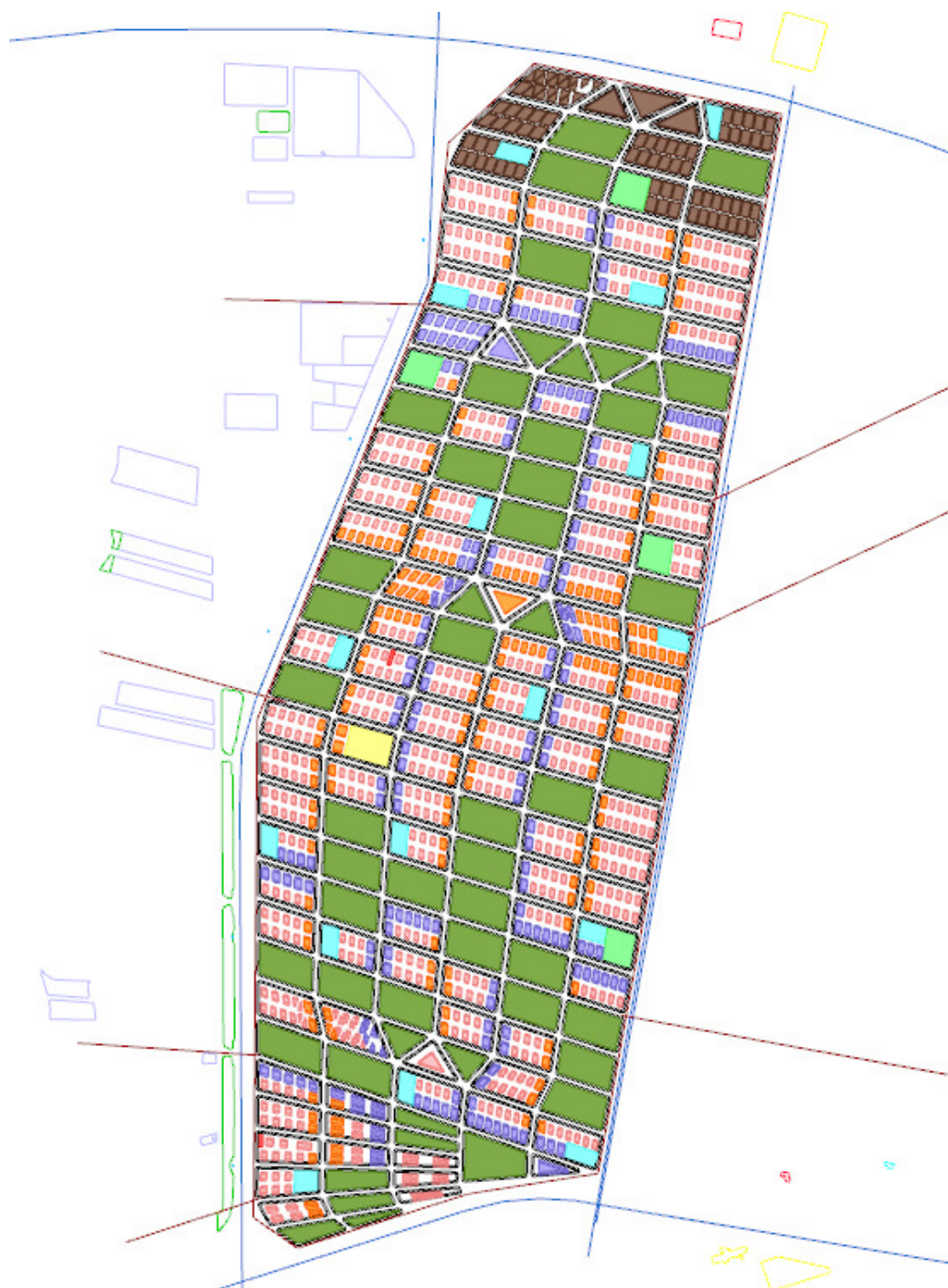


Figura 85 - Cenário 01 - Visualização de topo com as quadras permeáveis.
Fonte: do autor.

Obtivemos, portanto, um cenário (Figura 86) com a densidade habitacional semelhante (Figura 87), considerando a mesma malha urbana do lançamento anterior, porém com maior permeabilidade de solo e consequentemente com a promoção de áreas com vegetação preservada. As quadras permeáveis podem ser articuladas para comporem parques lineares e conexões ecológicas com as áreas vizinhas.

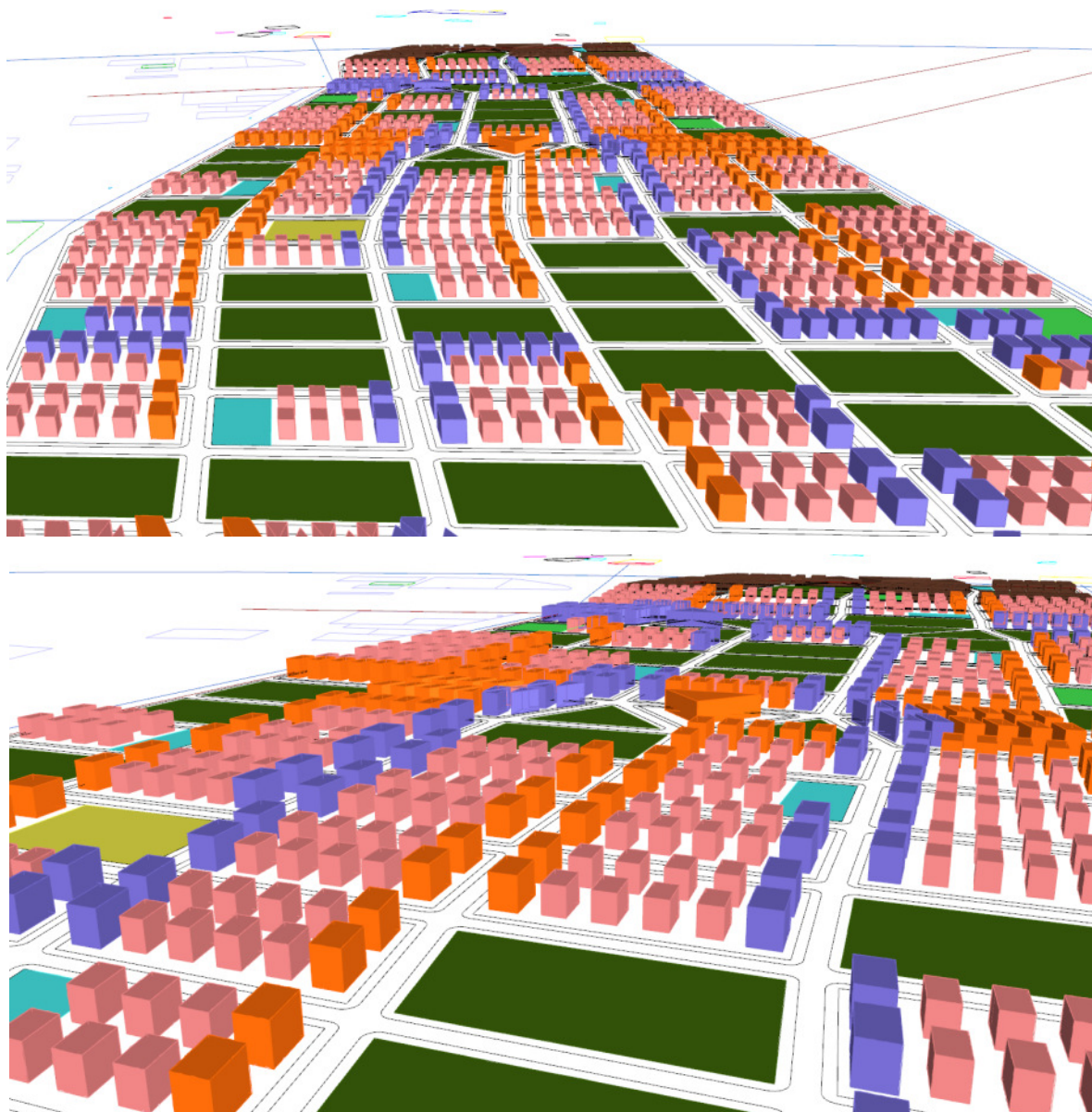


Figura 86 - Cenário 01 - Vistas aéreas da volumetria do plano de ocupação.
Fonte: do autor.

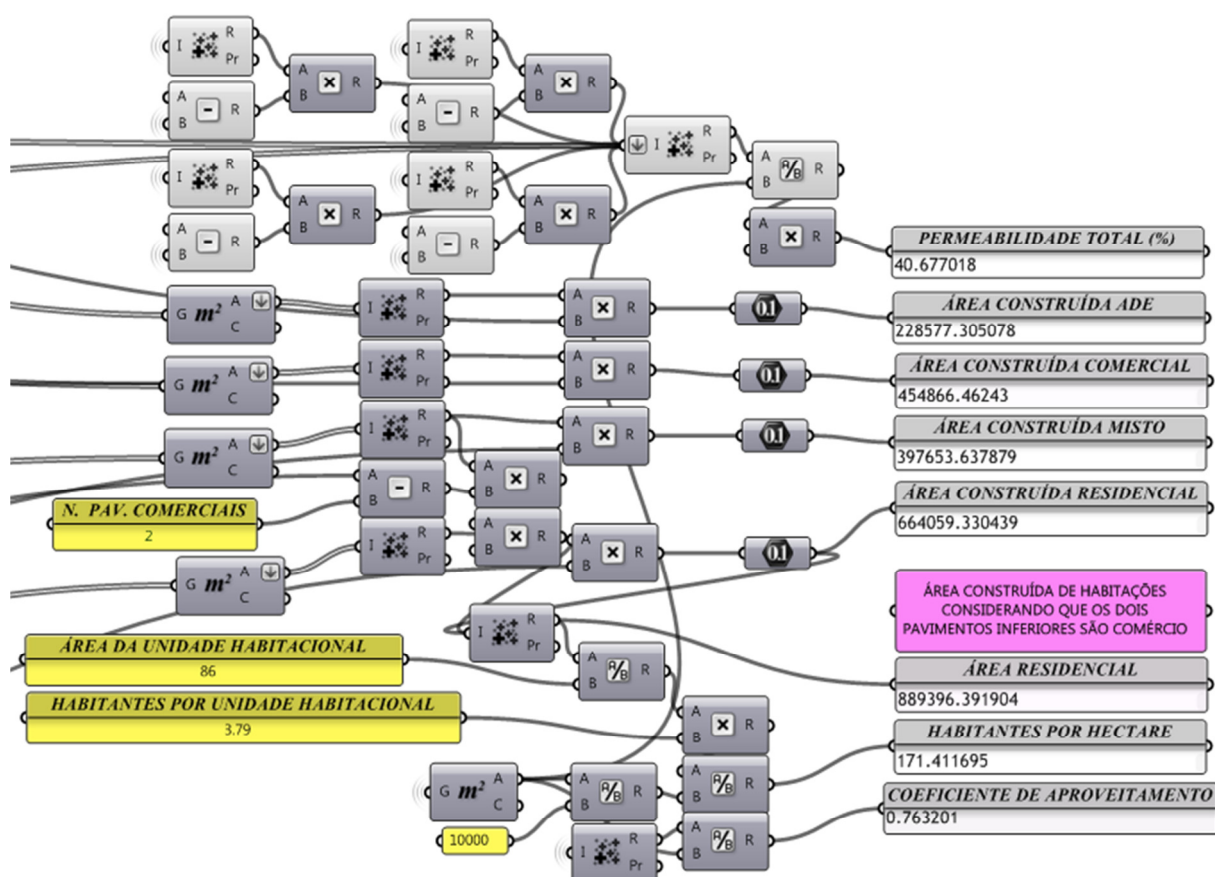


Figura 87 - Cenário 01 - Índices urbanísticos.

Fonte: do autor.

7.4.2 Cenário 02

Este cenário, de modo diverso do primeiro, aparece como um contraponto às leis vigentes. Vislumbramos o lançamento de edificações mais altas, simulando algo semelhante à verticalização ocorrida na Região Administrativa de Águas Claras, no Distrito Federal.

Tendo em vista a necessidade de manter a densidade habitacional dentro do limite estipulado, uma vez que a definição de tal parâmetro demanda informações a respeito de fornecimento de infraestrutura básica para os moradores, foi necessária uma compensação na verticalização com a diminuição da área de estudo. Optamos, então, por realizar um recorte na poligonal e trabalhar somente com parte dela, de forma a obter a mesma densidade dos estudos anteriores (seção 7.3 e 7.4.1). Tal opção tornou-se interessante no sentido de que é, também, um teste para validar a replicabilidade do procedimento.

Elaboramos um recorte da poligonal original, e inserimos os inputs no sistema para o lançamento da malha urbana, já automatizado com o desenvolvimento do algoritmo (seção

6.2.2). O Galápagos foi utilizado novamente para o lançamento dos equipamentos públicos na nova poligonal, e as quadras foram divididas em lotes conforme o algoritmo, porém, considerando a nova tipologia edilícia esperada para o plano de ocupação, aumentamos a área de referência para divisão das quadras, obtendo lotes de aproximadamente 2.000m².

O lançamento da volumetria considerou os três pavimentos inferiores comerciais, e acima desses as residências. Utilizaram-se taxas de ocupação diferenciadas para a parte comercial – embasamento – e para a torre de apartamentos. O coeficiente de aproveitamento máximo estipulado para os lotes ultrapassou o limite definido na legislação vigente, de modo a atender o objetivo dessa simulação (Figura 88).

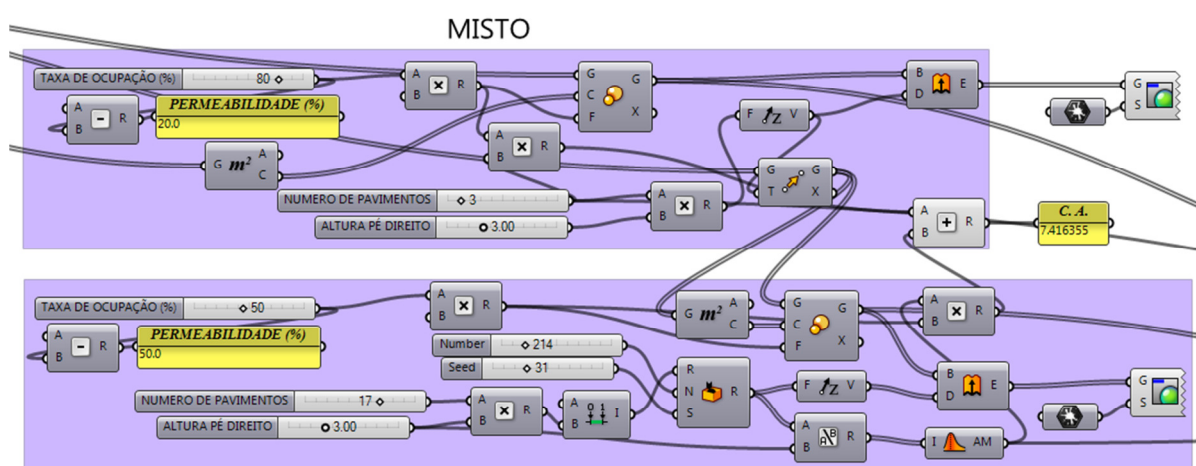


Figura 88 - Cenário 02 – Parâmetros urbanísticos.

Fonte: do autor.

O restante da área de estudo original foi considerado como superfície permeável (Figura 89) para efeito de cálculo, uma vez que, com a densificação, o limite de habitantes foi esgotado. Como a topologia é mista, desconsiderou-se neste cenário a distribuição de usos a partir das curvas de atração. Para o lançamento da volumetria, considerando a possibilidade de variabilidade no número de pavimentos das edificações, incorporamos a utilização de um componente randômico ao algoritmo para o lançamento do gabarito, sendo que, para os cálculos, foi utilizada a média aritmética das alturas resultantes (Figura 90, Figura 91 e Figura 92).

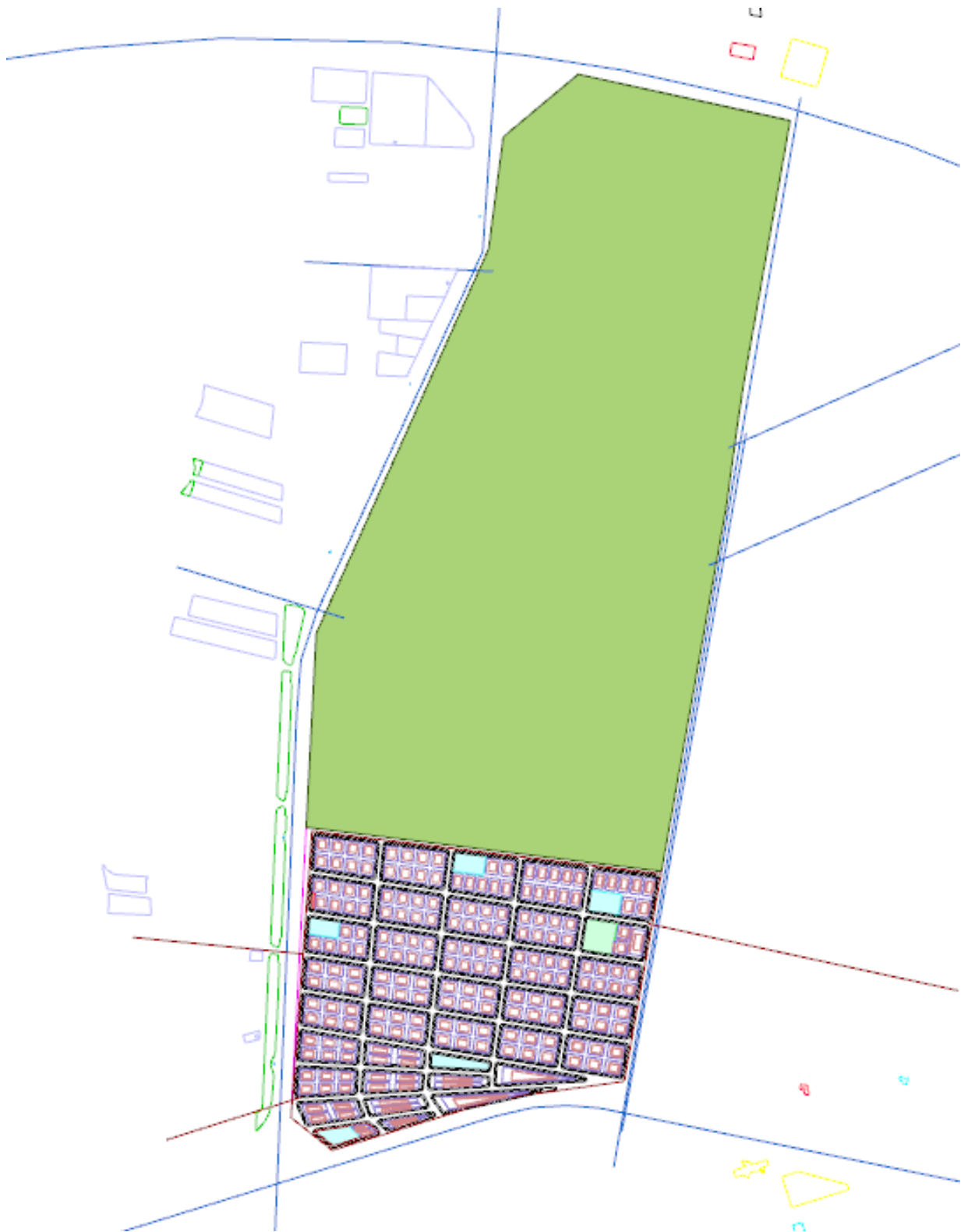


Figura 89 - Cenário 02 - Vista de topo com a área parcelada e o restante permeável.
Fonte: do autor.



Figura 90 - Cenário 02 - Vista de topo do plano de ocupação.
Fonte: do autor.

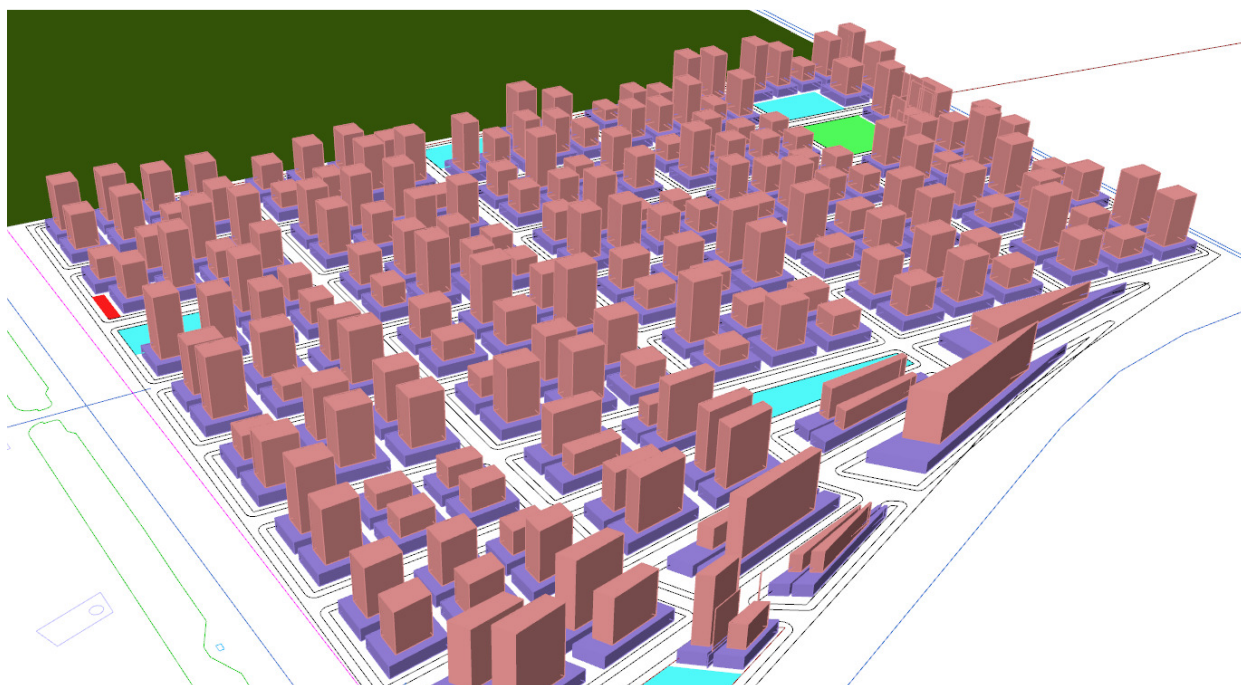


Figura 91 - Cenário 02 - Vista aérea da volumetria.
Fonte: do autor.

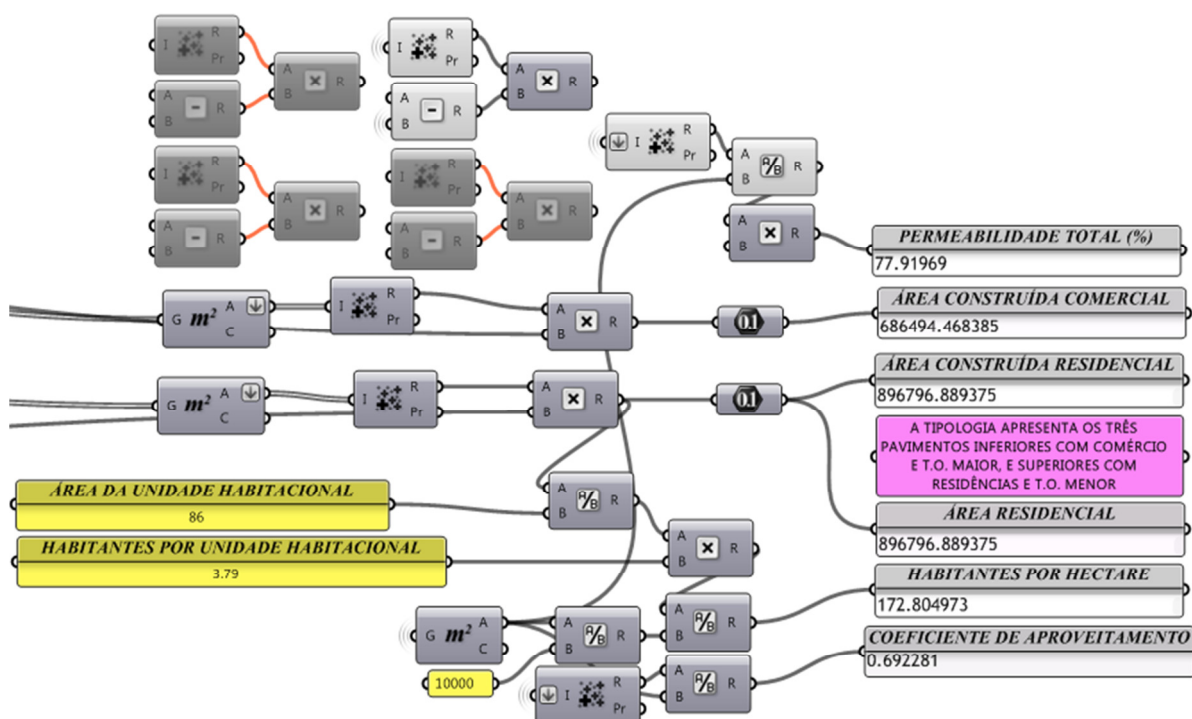


Figura 92 - Cenário 02 - Índices urbanísticos.

Fonte: do autor

7.5 Discussão dos resultados

A teoria explícita nessa pesquisa, que considera o histórico das cidades, as disposições sobre malhas regulares e principalmente o conteúdo que projeta a vitalidade urbana na cidade não constituem, juntos, a base do algoritmo aplicado nesse capítulo. Há de se levar em conta o caminho profissional do autor, que é carregado de convicções e permeia os resultados do estudo. Mesmo que haja controvérsias acerca dos aprendizados, aplicações e atitudes tomadas, esta metodologia pode servir de geratriz para variabilidades que contenham outras convicções, ainda que antagônicas a essas.

7.5.1 Limitações

As soluções exploradas mostram algumas limitações que podem ser contornadas com estudos específicos para determinados casos. Como parâmetro de metodologia com foco na replicabilidade, o lançamento da malha urbana segue etapas que permitem a variabilidade de parâmetros, porém fixa o desenho da malha, uma vez que entendemos que a malha urbana regular apresenta características que se adaptam mais facilmente a diferentes situações, além de favorecer a integração com outras áreas e a expansão do território.

No método desenvolvido para criação da malha urbana, houve quadras triangulares, que se constituíram como forma de compensar o formato da área de estudo. Entendemos que tais quadras podem ser trabalhadas de forma a contextualizar os usos distribuídos no projeto e a criar marcos simbólicos necessários à inteligibilidade do parcelamento, além de facilitar a orientação de quem circula na região, como recomendado por Alexander (2013) na seção 3.6.

Outra limitação é em relação à criação dos lotes nas quadras, quando o critério de divisão por área resulta em um divisor acima de quatro, ocorre sempre em números pares. Essa limitação, porém, é recorrente na prática do urbanismo, pois a regularidade no desenho das quadras é comum nos projetos, não sendo, portanto, um impeditivo ao bom desempenho dos resultados possíveis. Ainda, à exceção do lançamento dos equipamentos públicos, a divisão dos lotes ocorreu baseada em um único parâmetro de área para os diversos usos, o que pode ser manejado em etapa posterior ao plano de ocupação ou ser desenvolvido dentro do algoritmo com a utilização de programação.

Houve, também, no momento do *offset* para criação do sistema viário, uma questão que entendemos ser essencialmente da leitura das superfícies no programa, que dificultou e obrigou a inserção manual de uma categorização para as quadras. Quando inserimos o componente do *offset* para que todas as superfícies geradas pela malha se desenvolvam em sistema viário e quadras (passo 07, Figura 50), o sistema retorna algumas quadras com o *offset* no sentido desejado (para dentro das superfícies) enquanto outras quadras aparecem com o *offset* para fora da superfície, e tal acontecimento é aleatório. Observamos e tentamos, por meio de outros componentes de *offset* aprimorados do Grasshopper®, resolver o impasse, porém não encontramos padrão ou solução que pudesse ser automatizada. Inserimos, então, um painel com a categorização manual de todas as quadras que fugiam ao resultado esperado e, com diferenciação em “0” e “1”, obtivemos uma lista com um numeral correspondente a cada divisão de superfície, para, assim, podermos seguir as etapas.

A generalidade, inerente à possibilidade de replicação de métodos, e a síntese, necessária para o dimensionamento da pesquisa, podem deixar escapar especificidades importantes ao desenho urbano, que devem ser trabalhadas em etapa posterior ao plano de ocupação,

produto deste estudo. Há ainda questões de manejo do software, limitações e a possibilidade de programação, que acreditamos que possa eliminar alguns problemas na geração dos desenhos.

7.5.2 Comparativos

Os três cenários desenvolvidos nas seções 7.3 e 7.4 consideraram a mesma localização e densidades de ocupação semelhantes. Optamos pela variabilidade das propostas considerando o intuito especulativo, as possibilidades de simulação e a facilidade na obtenção de novas propostas, característica da metodologia adotada.

Os parâmetros urbanísticos utilizados nos cenários estão expostos na Tabela 3. Os cenários 00 e 01 divergem nos parâmetros da área residencial, com a adoção de habitações coletivas de cinco pavimentos no Cenário 01 em substituição às unifamiliares do Cenário 00. Tal opção deu-se pela teoria acerca da vitalidade urbana, considerando que o gabarito de cinco pavimentos ainda permite o contato dos moradores com a rua e concentra os moradores, gerando calçadas mais ativas, com mais pessoas (seções 3.4 e 3.6).

	ADE			COMERCIAL			MISTO			RESIDENCIAL		
	T.O. (%)	Nº PAV	C.A.	T.O. (%)	Nº PAV	C.A.	T.O. (%)	Nº PAV	C.A.	T.O. (%)	Nº PAV	C.A.
CENÁRIO 00	85	4	3,4	65	6	3,9	60	6	3,6	60	2	1,2
CENÁRIO 01	85	4	3,4	65	6	3,9	60	6	3,6	50	5	2,5
CENÁRIO 02	-	-	-	80	3	2,4	-	-	-	50	10,03	5,01

Tabela 3 - Parâmetros urbanísticos dos cenários.

Fonte: do autor.

A Tabela 4 mostra os valores resultantes do plano de ocupação, como permeabilidade total (PERM. TOTAL), área construída por uso (ADE, comercial, misto e residencial), os percentuais dos usos separados em uso comercial/ industrial – que incluem a ADE, os lotes comerciais e o embasamento do uso misto –, e uso residencial – composto pelos pavimentos superiores do uso misto e pelos lotes residenciais –, densidade e coeficiente de aproveitamento total.

	PERM. TOTAL (%)	ÁREA CONSTRUÍDA (ha)				%		DENSIDADE (hab/ha)	C. A.
		ADE	COM.	MISTO	RES.	ADE/C.	RES.		
CENÁRIO 00	24,12	20,98	82,90	51,65	59,51	59	41	171,12	0,94
CENÁRIO 01	40,67	22,85	45,48	39,76	66,40	49	51	171,41	0,76
CENÁRIO 02	77,91	-	68,64	-	89,67	43	57	172,80	0,69

Tabela 4 - Índices urbanísticos dos cenários.

Fonte: do autor.

O percentual ideal entre áreas comerciais e residenciais não foi teorizado nesta pesquisa, e é um tema que deve ser explorado em estudos futuros. Tal percentual é importante para a equalização da população moradora e tanto na oferta quanto na procura de comércio e serviços, de modo a fomentar a instalação de comércios que fornecerá os serviços que a população necessita.

A escolha pelos três partidos diferenciados para os planos de ocupação leva à discussão sobre o impacto no meio ambiente e das características de vitalidade urbana. Qual é o meio termo a coexistência de áreas permeáveis e moradores, de forma a permitir a drenagem natural do solo, criar áreas de convívio com a natureza sem causar vazios urbanos que provoquem o receio de circular nas áreas? Percebemos, na Tabela 4, a diferença entre os percentuais de permeabilidade de cada proposta. Na Figura 93 vemos essa diferença graficamente, e é latente a proporção na presença de verde dentro de cada cenário.

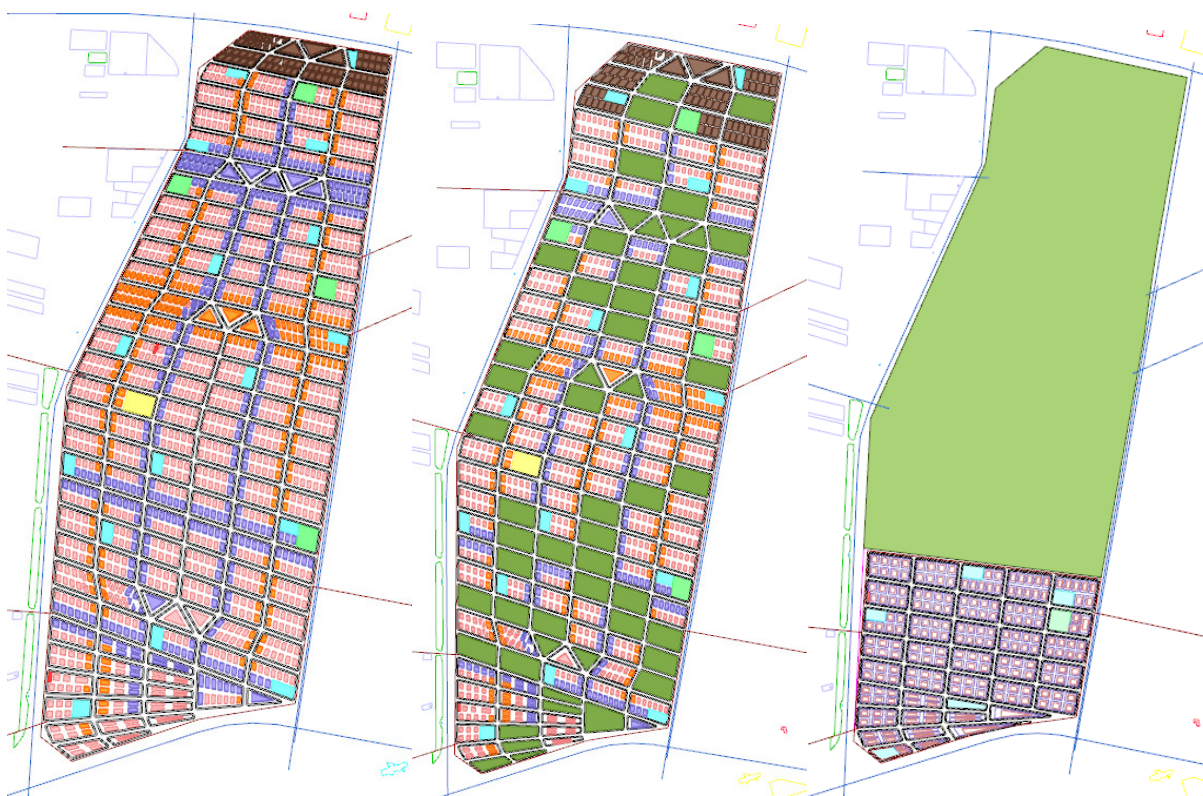


Figura 93 - Cenários dos planos de ocupação.
Fonte: do autor.

Os cenários foram desenvolvidos para atender critérios estabelecidos para verificar as possibilidades de leitura e apropriação do território, e os possíveis resultados positivos ou negativos de cada proposta (Figura 94). Os critérios foram:

Cenário 00 – Elaborar plano de ocupação com as normas vigentes, considerando a ocupação de dois pavimentos nas áreas residenciais (uni ou multifamiliares), equalizando a distribuição dos equipamentos públicos selecionados para o estudo e considerando, para a distribuição de usos, a teoria sobre vitalidade urbana;

Cenário 01 – Utilizar as normas vigentes, porém com o gabarito de cinco pavimentos nas áreas residenciais, equalizando a distribuição dos equipamentos públicos e considerando a teoria sobre vitalidade urbana na distribuição de usos;

Cenário 02 – Elaborar um plano de ocupação com maior densidade em menor poligonal, tendo por base a verticalização realizada na Região Administrativa de Águas Claras, no Distrito Federal, de forma a manter a densidade máxima permitida equalizando a concentração populacional com área não construída.

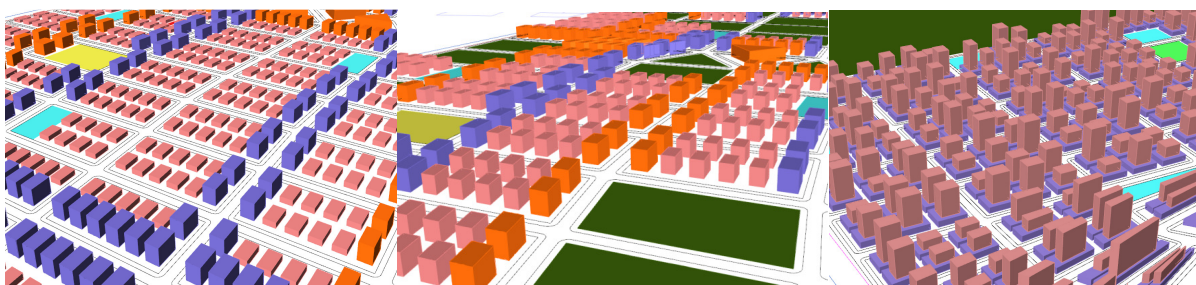


Figura 94 - Vistas aéreas dos cenários.
Fonte: do autor.

No cenário 01, observamos que toda a área foi ocupada, e os lotes residenciais, com gabarito mais baixo, distribuem a população em todo o território, que também é permeado por usos misto e comércios, além da criação de uma área de desenvolvimento econômico, que tem sido estratégica para a estruturação do ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico.

No cenário 02, optamos por adensar os lotes residenciais, de forma a liberar quadras como áreas permeáveis e de convívio. Entendemos que tal proposta permite o desenvolvimento de características que levam à vitalidade no parcelamento, e ainda favorecem a qualidade do meio ambiente. O adensamento residencial não é feito de forma nociva aos moradores, uma vez que respeita o gabarito máximo sugerido pelos teóricos (seção 3.6), e ainda aumenta o número de transeuntes nas ruas (seção 3.4). Vislumbramos, sobre essa proposta, a possibilidade de composição de corredores ecológicos com as quadras permeáveis, utilizando os mesmos parâmetros urbanísticos do cenário.

Já o cenário 03 segue diretrizes vistas em áreas que são utilizadas exatamente para o adensamento. Como crítica ao padrão bastante verticalizado e ao sentimento de desconexão dos moradores dos andares superiores com as atividades que ocorrem no nível do solo e consequentemente com a vida urbana (seção 3.6), a utilização de gabaritos mais altos pode ser benéfica na economia de infraestrutura básica e também na economia de solo parcelável, mas não é recomendada como padrão para a qualidade da vida nas cidades, ainda que a proposta viabilize a mescla de usos. Nessa proposta, seria adequado que os equipamentos públicos fossem dimensionados conforme a densidade populacional, e não apenas pelo raio de abrangência, método utilizado nesta pesquisa, uma vez que a concentração traz demandas que podem não ser absorvidas pelas unidades dispostas por raio de ação.

Esta pesquisa se baseou primeiramente na interpretação do território para o lançamento da malha urbana, questão que consideramos indispensável para a elaboração do estudo. Para a análise de outros critérios que interferem na vitalidade urbana e que também foram vistos no capítulo 3, a tipologia deve ser avaliada em conjunto com o plano de ocupação, e, dependendo da situação da poligonal de estudo, outros equipamentos devem ser levados em conta.

8 CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O uso do projeto algorítmico paramétrico se apresenta como meio viável de proposição de projeto urbanístico por permitir a inserção de diversos elementos presentes no território, como os eixos viários, equipamentos públicos e espaços públicos que serão equacionados para resultar em um lançamento generativo de partido urbanístico na área de projeto.

Tal meio possibilita, ainda, a substituição dos elementos originais, admitindo a aplicação do modelo algorítmico em diversas situações, e a manipulação de variáveis, para adequar as opções-resposta e gerar alternativas de projeto.

O estudo de características de cidades inteligentes e espaços com vitalidade urbana nos leva a crer que, com a utilização das distâncias, dos raios de ação, dos conceitos de distribuição espacial de usos e outras características parametrizáveis, podemos obter lançamentos urbanísticos com grandes possibilidades de se tornarem ativos.

Entendemos que os resultados deste estudo compõem planos de ocupação que são, por definição, lançamentos prospectivos direcionadores de projetos urbanísticos. Pretendemos levar a discussão para a academia e para o campo de trabalho, uma vez que tal metodologia se baseia essencialmente na leitura do território existente, o que sustenta uma justificativa coerente para os traçados dos espaços complementares à malha implantada.

A implementação de outros parâmetros, de um banco de dados consistente e completo e a melhoria desse estudo pode ser realizada em trabalhos posteriores, seguindo a base já formulada nessa etapa. As ferramentas podem ser utilizadas individualmente, como, por exemplo, o Galápagos, solucionador evolutivo, que possui ampla aplicação, e viabiliza principalmente a elaboração de macro estudos que utilizem grande número de variáveis.

Observamos que a elaboração de uma estrutura algorítmica, ainda que sintética, pode servir de base para um estudo com complexidade em nível de plano diretor, no qual será possível equalizar as densidades, prever coeficientes e alterar dados rapidamente, com resultados atualizados, gerando diferentes cenários plausíveis e com economia de tempo.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APARICIO, German. **Parametric future cities**. California, 13 jun. 2013. AECOM – Connected Cities. Disponível em: <<http://blogs.aecom.com/connectedcities/parametric-future-cities/>>.

Acesso em: 15 jun 2015.

ALEXANDER, Christopher [et al.]. **Uma linguagem de padrões: a pattern language**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BARROS, C. J. da S., SILVA, M. S. da, CARVALHO JÚNIOR, O. A. de. Dinâmica populacional e crescimento urbano no DF. **V Seminário de história da cidade e do urbanismo**. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, jun 1998.

BARTLETT, Frederic. **Thinking: an experimental and social study**. London: Allen and Unwin, 1958.

BEIRÃO, J. N. C. B. **Gramáticas urbanas: por uma metodologia de desenho urbano flexível**. Dissertação de mestrado, Lisboa, 2004. Disponível em: <http://www.bquadrado.com/paginas_web/targets/grammars/GrUr-p1MeDeUrFl-lowdef.pdf>. Acesso em: 01 de março de 2015.

BEIRÃO, J. N., ARROBAS, P. e DUARTE, J. P. **Parametric Urban Design: Joining morphology and urban indicators in a single interactive model**. Em eCAADe 30, 2012, Volume 1 – City Modelling. p. 167-175.

BEIRÃO, J. N. e DUARTE, J. P. **Creating specific grammars with generic grammars: Towards flexible urban design**. Nexus Network Journal, v.13, Nº 1, 2011.

BEIRÃO, J. N. e DUARTE, J. P. **Urban design with patterns and shape rules**. Disponível em: <<http://www.bquadro.com>>. Acesso em: 07 de setembro de 2013.

BRASIL. **Lei 10.257, de 10 de julho de 2001**, que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, Câmara dos Deputados, 2001.

BRASIL. Governo do Distrito Federal. **Lei Complementar nº 733, de 13 de dezembro de 2006**, Dispõe sobre o Plano Diretor Local da Região Administrativa do Guará – RA X, que

estabelece diretrizes e estratégias para seu desenvolvimento sustentável e integrado. Brasília, 2006.

BRASIL. Governo do Distrito Federal. **Lei Complementar nº 854, de 15 de outubro de 2012**, que aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal — PDOT e dá outras providências. Brasília, 2012.

BRIDGES, Alan. **The Challenge of Constraint**: a discussion of computer applications in architectural design. Glasgow: University of Strathclyde, 1993.

CELANI, Gabriela. A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura. **Universidade de Caxias do Sul**, 2006. ISSN 1677-0943. Disponível em: <<http://www.ucs.br/>>. Acesso em: 24 set 2010.

CELANI, Gabriela. Glossário. In: MITCHELL, W. J. **A lógica da arquitetura**: projeto, computação e cognição. Tradução de Gabriela Celani. Campinas: Unicamp, 2008. p. 283. ISBN 978-85-268-0798-3.

CHASE, S. C. Using logic to specify shapes and spatial relations in design grammars. **Fourth International Conference on Artificial Intelligence in Design**, USA, 22 jun 1996.

CUFF, Dana. Conversation 1. In VEREBES, Tom. **Masterplanning the adaptive city**: computational urbanism in the twenty-first century. Oxon: Routledge, 2013. p. 23-27.

DANTAS, Ana Claudia de Miranda. **Cidades coloniais americanas**. Arqtextos, Vitruvius, jul 2014. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/>>, acesso em 07 de outubro de 2014.

DINIZ, Eli. (Org.). **Políticas públicas para áreas urbanas**: dilemas e alternativas. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981. 4 v.

EMDANAT, S.; VAKALO, E. G.; BIRMINGHAM, W. **Solving Form-Making Problems Using Shape Algebras and Constraint Satisfaction**. Architectural Computing from Turing to 2000 [eCAADe Conference Proceedings]. Liverpool: UK. 1999. p. 620 - 625.

FERNANDES, E; **Regularização de assentamentos informais**: o grande desafio dos municípios, da sociedade e dos juristas brasileiros. In: ROLNIK, Raquel; et al. Regularização Fundiária Plena: Referências Conceituais. Brasília: Ministério das Cidades, 2007.

FIGUEIREDO, Rodolfo Antônio de. Elementos para a gestão ambiental urbana: Direito ambiental e urbanístico, políticas públicas e planejamento municipal. **Análise**, São Paulo, 2003, p. 29-37, ano IV, nº 7.

FRANCISCONI, Jorge Guilherme. A Capacitação do Urbanista. In: GONZALES, Suely F. N., FRANCISCONI, Jorge Guilherme e PAVIANI, Aldo. **Planejamento e Urbanismo na Atualidade Brasileira**: objeto teoria prática. 1 ed. São Paulo: Rio de Janeiro: Livre Expressão, 2013.

GEHL, Jan. **Cities for people**. London: Island Press, 2010.

GERBER, David Jason. Parametric urbanism redux. In: VEREBES, Tom. **Masterplanning the adaptive city**: computational urbanism in the twenty-first century. Oxon: Routledge, 2013. p. 186-192.

GIPS, J.; STINY, G. Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture. **Shape Grammars**, 1972. Disponível em: <<http://www.shapegrammar.org>>. Acesso em: 04 novembro 2010.

HILLIER, Bill, HANSON, Julienne. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

JACOBS, Jane. **The death and life of great american cities**. New York: Vintage books edition, 1961.

KOLAREVIC, B.; KLINGER, K. **Manufacturing Material Effects**: Rethinking Design and Making in Architecture. [S.l.]: Routledge, 2008. ISBN 0415775752.

KONING, H.; EIZENBERG, J. **The language of the prairie**: Frank Lloyd Wright's prairie houses, California, v. 8, p. 295, 323, 14 Dezembro 1981. ISSN 1472-3417.

KOSTOF, Spiro. **The city shaped**: urban patterns and meanings through history. Londres: Thames and Hudson, 1991.

LAMAS, José M. Ressano Garcia. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian/ Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2004.

LATHOURI, Marina. Projective architectures: the question of borders in a connected world. In: VEREBES, Tom. **Masterplanning the adaptive city**: computational urbanism in the twenty-first century. Oxon: Routledge, 2013. p. 20-22.

LIEW, Haldane. Descriptive Conventions for Shape Grammars. In **Thresholds - Design, Research, Education and Practice in the Space Between the Physical and the Virtual: Proceedings of the 2002 Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture**, 365-378. ACADIA. Pomona, California: Cal Poly, Pomona, 2002.

MA 18, Urban Development and Planning. **Manual for gender mainstreaming in urban planning and urban development**. Werkstattbericht nº 130A. Vienna, 2013.

MALÉ-ALEMANY, M.; SOUSA, J. P. Computational and Materiality. In: KOLAREVIC, B.; KLINGER, K. **Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture**. New York: Routledge, 2008. p. 130.

MARICATO, Ermínia. As ideias fora do lugar e lugar fora das ideias. In. ARANTES, Otília, B.F. MARICATO, Ermínia, VAINER Carlos. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Petrópolis, RJ. Ed. Vozes, 2000.

MEDEIROS, Valério. **Urbis Brasiliae ou sobre Cidades do Brasil**. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, PPG, FAU UnB. Brasília, 2006.

MIKOLEIT, Anne; PÜRCKHAUER, Morits. **Urban Code: 100 lessons for understanding the city**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2011.

MITCHELL, William. J. **The logic of architecture: design, computation, and cognition**. Cambridge: MIT Press, 1996.

MORRIS, A. E. J. **Historia de la forma urbana: desde sus Orígenes hasta la revolución industrial**. 1ª ed, Barcelona: GG, 1984.

PARNELL, S. Cecil Balmond: Uses mathematics to reshape our perception of the built environment. **Mark: Another Architecture**, v. nº 26, p. 200 a 205, Junho/Julho de 2010.

PAVIANI, Aldo. Transporte urbano: O nó metropolitano de Brasília e outras cidades brasileiras (1). **Minha cidade**, São Paulo, ano 10, n. 117.01, Vitruvius, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/10.117/3398>>. Acesso em 17 jun 2015.

POOLE, Steven. The truth about smart cities: 'In the end, they will destroy democracy'. **The Guardian**. 17 de dezembro de 2014. Disponível em: < <http://www.theguardian.com/>

cities/2014/dec/17/truth-smart-city-destroy-democracy-urban-thinkers-buzzphrase>. Acesso em 18 jun 2015.

PUPO, R. et al. A design teaching method using shape grammars. **Graphica**, Curitiba, 2007.

ROBBINS, E. **Why architects draw**. Cambridge: MIT Press, 1997.

ROGERS, Richard. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gill, 2001.

SABOYA, R. Surgimento do Planejamento Urbano. BLOG Urbanidades, mar 2008. Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/2008/03/o-surgimento-do-planejamento-urbano/>> acesso em 30 de setembro de 2010.

SENA, J. V.; **Análise das políticas de controle do uso do solo e de regularização fundiária no DF**. In: Asselegis – Associação dos Consultores Legislativos da Câmara Legislativa do Distrito Federal. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.asselegis.org.br/articles/analise-das-politicas-de-controle-do-uso-do-solo-e-de-regularizacao-fundiaria-no-df> . Acessado em 17 de novembro de 2015.

SILVA, Geovany J. A, e ROMERO, Marta A. B. O urbanismo sustentável no Brasil: a revisão de conceitos urbanos para o século XXI (Parte 02). **Arquitextos**, São Paulo, ano 11, n. 129.08, Vitruvius, fev. 2011. Disponível em: <http://vitruvius.es/revistas/read/arquitextos/11.129/3499>. Acesso em 31 jul 2015.

SPOSITO, Maria E. B. **Capitalismo e Urbanização**. Coleção Repensando a Geografia. São Paulo: Contexto, 2004. p. 50-60.

STACEY, M. **Digital Fabricators**. [S.l.]: Riverside Architectural Press, 2004. ISBN 1897001037.

STINY, G. Introduction to Shape and Shape Grammars. **Environment and Planning B**, v. 7, p. 343-351, 1980.

TEDESCHI, Arturo. **AAD – Algorithms-aided design: parametric strategies using Grasshopper®**. Potenza: Le Penseur, 2014.

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

VEREBES, Tom. **Masterplanning the adaptive city: computational urbanism in the twenty-first century**. Oxon: Routledge, 2013.

VERÍSSIMO, Antônio Augusto. **Porque fomos a Medellín e Bogotá**. Rio de Janeiro, 12 de março de 2012. Disponível em: <http://abeiradourbanismo.blogspot.com.br/2012/03/porque-fomos-medellin-e-bogota.html>. Acesso em 27 fev. 2016.

ZEVI, Bruno. O espaço, protagonista da arquitetura. In: ZEVI, B. **Saber ver a arquitetura**. 5a. ed. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1996. p. 17-28.