



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO – FAU**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PPGFAU**

**LOUYSE GUIDE VEIGA ARBOÉS**

**ANÁLISE DO PLANO DIRETOR LOCAL VISANDO AUXILIAR NA DECISÃO DE  
PARÂMETROS URBANÍSTICOS MAIS ADEQUADOS EM RELAÇÃO À  
VENTILAÇÃO NATURAL - ESTUDO DE CASO: SETOR PARK SUL - GUARÁ - DF**

Brasília - DF

2017

**ANÁLISE DO PLANO DIRETOR LOCAL VISANDO AUXILIAR NA DECISÃO DE  
PARÂMETROS URBANÍSTICOS MAIS ADEQUADOS EM RELAÇÃO À  
VENTILAÇÃO NATURAL - ESTUDO DE CASO: SETOR PARK SUL - GUARÁ - DF**

**LOUYSE GUIDE VEIGA ARBOÉS**

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marta Adriana Bustos Romero

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

Brasília - DF

2017

**LOUYSE GUIDE VEIGA ARBOÉS**

**ANÁLISE DO PLANO DIRETOR LOCAL VISANDO AUXILIAR NA DECISÃO DE  
PARÂMETROS URBANÍSTICOS MAIS ADEQUADOS EM RELAÇÃO À  
VENTILAÇÃO NATURAL - ESTUDO DE CASO: SETOR PARK SUL - GUARÁ - DF**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

Brasília, 30 de junho de 2017.

BANCA EXAMINADORA:

---

Orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marta Adriana Bustos Romero  
Universidade de Brasília – UnB

---

Prof. Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro  
Universidade de Brasília – UnB

---

Prof. Dr. Leonardo Pinto de Oliveira  
Centro Universitário de Brasília – UniCEUB (membro externo)

Dedico a Deus, por seus planos  
para minha vida serem sempre maiores do  
que meus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

---

A Deus, por possibilitar mais essa conquista, por sua direção e o seu agir em minha vida.

À minha orientadora, Professora Marta, pela paciência e incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

Ao coordenador do curso, Professor Marcos Thadeu, pelo apoio e pela compreensão.

Ao meu grande amor, meu esposo Humberto Júnior, por sua presença em todos os momentos, por seu companheirismo, por sua compreensão e por ser meu maior incentivador. Sem você eu não teria nem começado esse curso!

Aos meus doces e preciosos filhos, Jônatas e Giovanna, presentes de Deus para minha vida!

Aos meus pais, Abimael e Lucilda, e minha segunda mãe, Ivete, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços e fizeram o meu papel cuidando dos meus filhos durante minha ausência.

Aos meus cunhados Rodrigo e Habner, que dedicaram seu tempo para me ajudar. Vocês foram fundamentais!

Aos meus familiares que me deram forças para continuar.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos a mim se esforçando para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

## RESUMO

---

Esta dissertação aborda a eficiência da ventilação natural para diferentes parâmetros urbanísticos em geral contidos no Plano Diretor Local que definem a forma urbana e do edifício por meio de atributos morfológicos como afastamento entre as construções, verticalidade, porosidade, rugosidade, tomando como estudo de caso o Setor Park Sul, localizado na Região Administrativa do Guará, Distrito Federal. Foram coletados dados e valores relativos aos parâmetros urbanísticos tais como coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação, área do lote, altura máxima permitida, afastamentos obrigatórios, definida uma malha de análise e em seguida aplicado o método de avaliação na situação existente (cenário A – Edifícios verticalizados de até 11 pavimentos muito próximos uns aos outros com área central do lote livre). Logo após, foram criados novos cenários substituindo valores de coeficiente de aproveitamento (Cenário B – Edifícios na mesma disposição, porém mais baixos, totalizando 6 pavimentos) e taxa de ocupação (Cenário C – Edifícios de 4 pavimentos distribuídos uniformemente no lote) e então analisados e comparados. Os cenários B e C apresentaram os melhores resultados em relação à ventilação natural comparativamente ao Cenário A, pois assim o vento consegue recuperar a velocidade e permear em todas as partes do lote. Dessa forma, foi constatado que a substituição de um parâmetro do Plano Diretor Local pode modificar completamente a configuração espacial de determinada porção urbana podendo ser utilizada como estratégia de aproveitamento da ventilação natural.

**Palavras-chave: Ventilação natural; Plano Diretor Local; Parâmetros Urbanísticos.**

## ABSTRACT

---

This dissertation addresses the importance of efficient natural ventilation to establish different urban parameters taken into consideration by local master plans. They shape urban settings and buildings through morphological attributes such as building offsets, height limits, porosity, and rugosity. Setor Park Sul was chosen for the case study in question, located in Guar, an administrative region in Distrito Federal, where we collected data and values related to urban parameters, namely utilization coefficient, density, plot area, maximum allowable building height, and minimum offsets. An analysis grid was then defined to evaluate, analyze, and compare the three proposed conditions: Scenario A: high-rise buildings (up to 11 stories), all placed in close proximity to an open central area; Scenario B: mid-rise buildings (maximum 6 stories) distributed in an identical layout and density; Scenario C: low-rise (4 stories) buildings distributed evenly on the available plot; Scenarios B and C presented the best natural ventilation results with a wind speed capable of permeating all parts of the plot. Thus, it was found that the replacement of a single parameter can completely transform the spatial configuration of a given urban setting, which can be deployed as a strategy to maximize the benefits inherent to natural ventilation.

**Keywords: Natural ventilation; Local Master Plan; Planning Parameters.**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

---

Figura 1 - Relação entre os afastamentos e a recuperação da velocidade do vento.....	24
Figura 2 - Relação de percepção dos edifícios e seus entornos imediatos .....	24
Figura 3 - Atmosfera sob influência urbana .....	25
Figura 4 - Estruturação da CLA .....	26
Figura 5 - Gradiente de velocidade influenciado pela rugosidade. ....	27
Figura 6 - Representação da Mesoescala .....	28
Figura 7 - Representação da Escala local .....	29
Figura 8 - Representação da Microescala .....	29
Figura 9 - Vantagens e Desvantagens da alta e baixa densidade .....	33
Figura 10 - Densidades semelhantes para tipologias diferentes.....	33
Figura 11 - A ventilação no interior do tecido urbano.....	38
Figura 12 - Estrutura Normativa do Plano Diretor .....	46
Figura 13 - Instrumentos da Política Urbana. ....	47
Figura 14 - Esquema demonstrando afastamentos .....	50
Figura 15 - Esquema demonstrando gabarito.....	50
Figura 16 - Esquema demonstrando taxa de ocupação. ....	51
Figura 17 - Esquema demonstrando Coeficiente de aproveitamento. ....	51
Figura 18 - Localização da RA do Guará em relação ao Distrito Federal .....	54
Figura 19 - Foto de satélite da Região Administrativa do Guará.....	54
Figura 20 – Morfologias da RA do Guará que possuem predominância de uso do solo para fins residenciais. ....	55
Figura 21 – Foto de Satélite do Setor Park Sul.....	56
Figura 22 - Setor Park Sul .....	57
Figura 23 - Frequência de ocorrência dos ventos em Brasília.....	58
Figura 24 - Representação dos ventos dominantes no Setor Park Sul.....	58
Figura 25 - Empreendimentos do Setor Park Sul .....	61
Figura 26 - Mapa de Noli - cheios e vazios.....	66
Figura 27 - Desenho esquemático - Efeitos Aerodinâmicos do vento aplicados à zona urbana estudada – Situação atual .....	68
Figura 28 - Mapa de Noli - cheios e vazios.....	70
Figura 29 - Desenho esquemático - Efeitos Aerodinâmicos do vento aplicados à zona urbana estudada CA = 1,7.....	72
Figura 30 - Cheios e vazios com Taxa de ocupação próximo a 70% .....	74
Figura 31 - Desenho esquemático - Efeitos Aerodinâmicos do vento aplicados à zona urbana estudada TO = 70%.....	76

## LISTA DE QUADROS

---

Quadro 1 – Avaliação de Atributos Morfológicos.....	16
Quadro 2 - Parâmetros de Avaliação .....	16
Quadro 3 - Parâmetros de ocupação do solo de edifícios residenciais construídos .	17
Quadro 4 - Classificação das escalas horizontais. ....	28
Quadro 5 - Classificação de formas urbanas capazes de causar impacto na ventilação....	31
Quadro 6 - Modelos de cidade em relação à densidade .....	34
Quadro 7 - Efeitos Aerodinâmicos do vento. ....	39
Quadro 8 - Avaliação de Atributos Morfológicos .....	43
Quadro 9 - Parâmetros de Avaliação .....	43
Quadro 10 - Planos Diretores Locais do Distrito Federal .....	48
Quadro 11 - Parâmetros de ocupação do solo de edifícios residenciais construídos	52
Quadro 12 - Direção dos ventos predominantes: .....	57
Quadro 13 - Escalas de Percepção.....	59
Quadro 14 - Parâmetros de Ocupação do Solo das áreas residenciais do Guará ....	62
Quadro 15 – Listagem de Endereços segundo os Parâmetros Urbanísticos .....	62
Quadro 16 - Parâmetros de ocupação do solo de edifícios residenciais construídos	63
Quadro 17 - Classificação em relação ao Fator W/H – Cenário A. ....	64
Quadro 18 - Classificação em relação à rugosidade – situação atual.....	65
Quadro 19 – Avaliação da situação existente .....	67
Quadro 20 - Classificação em relação ao Fator W/H – Cenário B - CA = 1,7 .....	69
Quadro 21 - Classificação à rugosidade - CA 1,7 .....	69
Quadro 22 - Alteração do Coeficiente de Aproveitamento de 3 para 1,7. ....	71
Quadro 23 - Classificação em relação ao Fator W/H – Cenário B - TO = 70%.....	73
Quadro 24 - Classificação em relação à rugosidade – TX Ocup = 70%.....	73
Quadro 25 - Alteração da Taxa de Ocupação 35% para 70%. ....	75
Quadro 26 - Comparativo das avaliações dos cenários A, B e C.....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

---

CA	Coeficiente de Aproveitamento
CCU	Camada de Cobertura Urbana
CF	Constituição federal
CLA	Camada Limite Atmosférica
CLU	Camada Limite Urbana
DF	Distrito Federal
E	Leste
EC	Estatuto da cidade
EPGU	Estrada Parque do Guará
EPIA	Estrada Parque de Indústria e Abastecimento
FVC	Fator de visão do Céu
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
LUOS	Lei de Uso e Ocupação do Solo
N	Norte
NW	Noroeste
PDL	Plano Diretor Local
PDOT	Plano Diretor de Ordenamento Territorial
PP	Plano Piloto
PPCUB	Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília
QE	Quadra Externa
QELC	Quadras Econômicas Lucio Costa
RA	Região Administrativa
RE	Residencial Exclusivo
RO	Residencial Obrigatório
SEGETH	Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação
SGCV	Setor de Garagens e Concessionárias de veículos
SMAS	Setor de Múltiplas Atividades Sul
TX Ocup	Taxa de Ocupação
UBL	Urban Boundary Layer
UCL	Urban Canopy Layer

# SUMÁRIO

---

<b>RESUMO .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
Tema 14	
Justificativa.....	14
Objetivo Geral .....	15
Objetivos específicos .....	15
Procedimentos Metodológicos .....	15
<b>CAPÍTULO 01 - REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
1.1. Estudos de Clima, conforto e morfologia .....	20
1.2. Classificação dos atributos morfológicos .....	40
1.3. Estruturação dos atributos em um quadro de avaliação .....	43
1.4. Breve histórico da Legislação urbanística.....	44
1.5. Planos Diretores.....	45
1.6. Estruturação dos parâmetros em quadro.....	52
<b>CAPÍTULO 02 .....</b>	<b>53</b>
2.1. Limites Territoriais do objeto de estudo .....	53
<b>CAPÍTULO 03 .....</b>	<b>64</b>
3.1. Aplicação do Sistema na situação existente – Cenário A .....	64
3.2. Aplicação do Sistema alterando o Coeficiente de Aproveitamento–Cenário B	69
3.3. Aplicação do Sistema alterando a Taxa de Ocupação – Cenário C .....	73
<b>CAPÍTULO 04 - ANÁLISES E CONSIDERAÇÕES .....</b>	<b>77</b>
4.1. Análise dos Cenários .....	77
4.2. Considerações acerca dos cenários .....	81
4.3. Considerações finais.....	81
4.4. Sugestões para trabalhos futuros .....	82
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>83</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>85</b>

O Brasil vivenciou um intenso processo de urbanização, especialmente na segunda metade do século XX. Simultaneamente aumentou a demanda por habitação nas cidades. Tal processo ocorreu, em geral, de forma acelerada e muitas vezes espontânea.

Enquanto as cidades brasileiras começaram a apresentar altas taxas de urbanização surgiu a necessidade de introduzir instrumentos urbanísticos e uma legislação que fosse capaz de estabelecer um mínimo de ordenamento ao crescimento das cidades. Afinal, como está expresso na Constituição Federal (CF) de 1988 (BRASIL, 1988), o acesso à habitação é um direito e garantia fundamental.

A Constituição de 1988, assim como o Estatuto da Cidade (EC), de 2001 (BRASIL, 2001), determina o Plano Diretor como o instrumento básico de expansão e desenvolvimento urbano. O Estatuto da Cidade, que regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, surgiu como um conjunto de normas de ordem pública e interesse social que regula o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º - O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º - A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

§ 3º - As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro.

§ 4º - É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

I - parcelamento ou edificação compulsórios;

II - imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;

III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais. (BRASIL, 1988)

Essas leis abriram espaço para uma atualização da legislação urbanística e, como resultado, o Plano Diretor passou a ser a principal ferramenta para a definição da função social da cidade.

No entanto, apesar de o Plano Diretor ser o instrumento que assegura o ordenamento territorial e define o uso do solo nas cidades, a ocupação do solo, mesmo planejada e obedecendo toda a legislação urbanística vigente, não está resultando em espaços urbanos desejáveis e confortáveis.

Um novo conceito de urbanismo, pelo qual a legislação urbanística deveria ser elaborada, precisa contemplar a questão ambiental. Isto porque a crescente expansão urbana observada nas cidades brasileiras reafirma o papel do planejamento local como importante instrumento para organização das ações governamentais, visando o bem-estar coletivo. Cabe ao Plano Diretor a função de intervir no processo de desenvolvimento local a partir da compreensão integradora dos diversos fatores que influenciam na dinâmica citadina, dentre eles os fatores ambientais. Portanto, se faz necessário o entendimento dos efeitos climáticos originados pelas modificações das configurações urbanas para estabelecer medidas de mitigação do desconforto ambiental local.

Uma legislação urbana bioclimaticamente adequada deveria trazer diretrizes para as variáveis mais significativas do meio urbano, entre as quais citamos aquelas que dependem da gestão do espaço:

- Quanto à estrutura do tecido urbano: densidade construída e configuração da estrutura urbana.
- Quanto à cobertura urbana: cobertura do solo e seus materiais
- Quanto ao metabolismo urbano: Tipo de atividades, produção de calor, de água e poluentes. (ROMERO, 2011. p. 72)

No entendimento de que princípios bioclimáticos, são princípios de desenho, como explica Romero (2000), que buscam fazer uma interação de vários elementos; climáticos, do lugar, de uma cultura, com a finalidade de criar ou recriar ambientes urbanos. Um conceito que deve ser premissa para projeto em todas as escalas do espaço urbano e do edifício.

É o próprio ambiente construído que atua como mecanismo de controle das variáveis do meio através de sua envoltura (paredes, pisos, coberturas), seu entorno (água, vegetação, sombras, terra) e, ainda, através do aproveitamento dos elementos e fatores do clima para melhor controle do vento e do sol. (ROMERO, 2000. p. 86)

Então, o adequado tratamento das variáveis climáticas no planejamento urbano, a partir da compreensão de suas interações com o meio urbano é fundamental para a garantia do conforto ambiental.

Muitos problemas causados pelo processo de urbanização estão intimamente relacionados ao microclima, o que tem feito crescer o número de pesquisas sobre o desempenho climático dos espaços urbanos.

Mesmo tendo o conhecimento da existência de diversas variáveis climáticas e fatores que influenciam no conforto ambiental e levando em conta a complexidade da apreciação do conforto térmico esta pesquisa tem como foco a ventilação natural, pois “este elemento climático possui a particularidade de ser o mais modificado pela urbanização, sendo o que mais pode ser controlado e modificado pelo desenho urbano” (SOUZA; ROMERO, 2007, p. 82).

Em regiões quentes como no Distrito Federal, a ventilação colabora para o conforto térmico em diversas situações.

A ventilação contribui para o conforto térmico em regiões com clima quente-úmido e na estação úmida do clima composto, por facilitar a troca térmica entre a pessoa e o meio. Em regiões com clima quente-seco a ventilação deve ser controlada para propiciar a renovação do ar e evitar os momentos de desconforto por causa do vento frio. Disso resulta que as regiões com clima tropical de altitude, que possuem clima quente-seco no inverno e quente-úmido no verão, requerem o aproveitamento da ventilação natural para conforto térmico no verão e, controle da mesma no inverno. (SOUZA; ROMERO, 2007, p. 82)

Por outro lado, a expansão da malha urbana do Distrito Federal, associada à verticalização e adensamento das estruturas da cidade decorrente da especulação imobiliária, condiciona o clima urbano e, conseqüentemente, impacta as condições de conforto térmico da população. Dessa forma, o aproveitamento da ventilação natural passa a ser comprometido.

Um local que exemplifica essa situação é a Região Administrativa do Guará. Sua posição privilegiada em relação ao Plano Piloto atrai a população, pois a demanda por moradia tornou-se cada vez maior, em função da baixa oferta de imóveis e do seu alto custo. A região, portanto, se tornou alvo de pressão imobiliária, tendo parte de seu território destinado a comércio e serviços sendo transformado em local de uso residencial: o Setor Park Sul.

## **Tema**

Desta forma, este trabalho se propõe a estudar o Plano Diretor Local do Guará e as possíveis formas de utilizá-lo a fim de potencializar a ventilação natural no espaço urbano.

## **Justificativa**

No Distrito Federal,  possível perceber que as transformações econmicas e espaciais ocorrem de forma acelerada. Tais mudanças fomentam o aumento de fenmenos climáticos característicos de centros urbanos.

Em todo o território surgem novos assentamentos e empreendimentos imobiliários repentinamente. Na Região Administrativa do Guará não foi diferente. Em um curto espaço de tempo surgiram três grandes condomínios residenciais em meio a hipermercados, centros de compras e concessionárias de veículos e garagens de operadoras de transporte público, um local tido antes como exclusivamente de uso comercial e de serviços.

Além de modificar a configuração espacial anterior, os empreendimentos possuem tipologia bem distinta em relação aos edifícios do Plano Piloto: blocos altos com mais de dez pavimentos em oposição aos blocos com apenas seis pavimentos. Os modelos de ocupação com edificações altas são frequentemente apontados como obstáculos para a ventilação.

Assim sendo, é preocupante a forma como foi alterada a legislação para possibilitar esse tipo edificação.

Existem outros locais no Distrito Federal que possuem características semelhantes e que podem ser alvo de ações equivalentes. Dessa forma,  necessário compreender como a intervenção na legislação urbanística da área, em especial nos parâmetros urbanísticos contidos no PDL, pode influenciar na ventilação urbana e assim, futuramente, realiz-la de forma mais consciente em relação às consequências.

## **Objetivo Geral**

Procura-se, com este trabalho, contribuir para a melhoria da habitabilidade do espaço urbano a partir da aplicação consciente dos parâmetros urbanísticos contidos na legislação, relacionados à ventilação natural na escala do lugar.

## **Objetivos específicos**

- i. Analisar os aspectos gerais da ventilação natural no estudo de caso;
- ii. Verificar no estudo de caso a relação entre ventilação e parâmetros urbanísticos contidos no PDL que definem a forma urbana e do edifício, tais como afastamento entre as construções, verticalidade e porosidade;
- iii. Elaborar cenários mais favoráveis para o setor Park Sul, escolhido como estudo de caso, aplicando valores diferentes para os parâmetros urbanísticos contidos no PDL.

## **Procedimentos Metodológicos**

Com o intuito de fazer tais análises e responder aos objetivos propostos, este trabalho utilizou a pesquisa teórica e qualitativa como forma de investigação que permite compreender as potencialidades dos parâmetros urbanísticos, para o controle do uso e ocupação do solo, expressos no Plano Diretor Local.

O método deste trabalho pode ser descrito e estruturado em quatro etapas principais que corresponderão aos capítulos desta dissertação:

### **I. Capítulo 1 – Referencial Teórico**

#### **i. Apresentação do Referencial teórico**

Realizar uma revisão de literatura sobre o desempenho da ventilação natural nos espaços urbanos, a fim de identificar os principais indicadores e atributos da morfologia urbana que apresentam impacto significativo na ventilação urbana.

ii. Classificação dos atributos morfológicos

Baseando-se nos conceitos apresentados no referencial teórico, elencar quais atributos serão utilizados para avaliação dos espaços urbanos e explicitar o motivo de terem sido escolhidos.

iii. Estruturação dos atributos morfológicos em um quadro de avaliação

Estruturar um quadro para avaliação das questões referentes à ventilação urbana a partir da seleção dos atributos morfológicos. Conceder valores para cada atributo identificando os itens de maior e menor impacto na ventilação natural (Quadro 1). Em seguida, organizar os possíveis resultados em uma tabela de parâmetros de avaliação (Quadro 2). Assim, o produto é um diagnóstico da situação encontrada na área estudada.

Quadro 1 – Avaliação de Atributos Morfológicos

ATRIBUTO MORFOLÓGICO	VALORES ANALÍTICOS	AVALIAÇÃO
<b>ATRIBUTO 1</b>	Item 1a	0
	Item 1b	1
	Item 1c	2
	Item 1d	3
<b>ATRIBUTO 2</b>	Item 2a	0
	Item 2b	1
	Item 2c	2
	Item 2d	3
<b>ATRIBUTO 3</b>	Item 3a	0
	Item 3b	1
	Item 3c	2
	Item 3d	3
<b>ATRIBUTO 4</b>	Item 4a	0
	Item 4b	1
	Item 4c	2
	Item 4d	3

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

Valor Máximo de pontos = \_\_\_\_

Valor Mínimo de pontos = \_\_\_\_

Quadro 2 - Parâmetros de Avaliação

INTERVALO DE PONTUAÇÃO	DIAGNÓSTICO
De ____ a ____ pontos	Péssima ventilação urbana
De ____ a ____ pontos	Ventilação Urbana regular
De ____ a ____ pontos	Ventilação Urbana Satisfatória

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

iv. Visão geral sobre a legislação urbanística no Brasil.

Realizar uma contextualização histórica da Legislação Urbana e em seguida identificar no Plano Diretor Local os parâmetros urbanísticos que definem a forma urbana e do edifício e que podem influenciar na ventilação urbana. Logo depois, organizar esses atributos em um quadro de parâmetros de ocupação do solo dos lotes (Quadro 3).

Quadro 3 - Parâmetros de ocupação do solo de edifícios residenciais construídos

PARÂMETROS	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3	LOTE ...
Parâmetro 1				
Parâmetro 2				
Parâmetro 3				
Parâmetro ...				

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

II. Capítulo 2

v. Definição dos limites territoriais a serem estudados

Determinar o local (Região Administrativa, Setor, Quadra, entre outros) que será objeto de estudo. Em seguida, justificar a escolha. Logo depois, estabelecer a escala de análise urbana e produzir uma malha na qual será inserida a porção urbana objeto de estudo.

Depois, levantar os valores dos parâmetros urbanísticos especificados e permitidos no PDL, como também os que foram utilizados pelo construtor nos edifícios já edificadas dos lotes que estão compreendidos na malha de análise e inserir esses dados no quadro de Parâmetros de ocupação do solo.

### III. Capítulo 3

#### vi. Procedimento de diagnóstico

Aplicar o sistema na situação existente com o intuito de exemplificar sua utilização

#### vii. Substituição de valores de parâmetros urbanísticos

Substituir parâmetros urbanísticos do PDL buscando simular cenários mais adequados em relação à ventilação urbana. Em seguida, aplicar o sistema novamente e comparar resultados da situação existente e o cenário simulado.

### IV. Capítulo 4 - Análises e considerações

Apresentar os resultados das comparações e fazer as considerações finais referentes à influência dos parâmetros urbanísticos em relação à ventilação natural no local de estudo.

Compreende-se que existem outras metodologias de avaliação de espaços construídos para verificação da ventilação natural, como por exemplo, medições *in loco*, modelos físicos em túnel de vento, simulações computacionais e até mesmo Avaliação Pós-Ocupação (APO). No entanto, não farão parte do escopo dessa dissertação.

## CAPÍTULO 01 - REFERENCIAL TEÓRICO

---

Este capítulo está dividido em duas partes bem definidas: a primeira versa sobre atributos morfológicos e a segunda sobre a legislação urbanística.

- Primeira parte:

Consiste em apresentar considerações gerais sobre ventilação natural nos espaços urbanos, conforto térmico e atributos morfológicos da cidade. Os conceitos foram levantados na bibliografia de autores como ROMERO (2011), CÂNDIDO e BITTENCOURT (2005), GIVONI (1976), GRIMMOND (1998), MONTEIRO e ALUCCI (2007), OKE (1987), OLGAY (1963), SANTAMOURIS (2001), SALAT (2011), entre outros. Inicia-se com a conceituação de clima e tempo, avança para o conceito de conforto térmico e ventilação natural e em seguida parte para a apresentação de alguns atributos da morfologia urbana que podem influenciar na eficiência da ventilação natural: geometria urbana com relação W/H, Rugosidade, Densidade e Porosidade.

Atributos morfológicos tais como orientação solar, permeabilidade do solo, áreas aquíferas, vegetação, materiais constituintes das superfícies, uso do solo não fazem parte do escopo desta pesquisa, pois pouco influenciam na questão da ventilação, foco desta dissertação.

Em outro momento, dentre os atributos apresentados, demonstra-se como podem ser obtidos e classificados. Dessa forma esses atributos comporão um quadro de avaliação em relação à ventilação.

- Segunda parte:

Esta parte surge como uma etapa natural na busca por parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo que definem a forma urbana e conseqüentemente influenciam nas características dos atributos morfológicos.

Os conceitos foram levantados na bibliografia de autores como ROLNIK (2000), AZEVEDO (2014) e LACERDA (2005), entre outros.

Inicia-se com um breve histórico da legislação urbanística no Brasil desde a Constituição Federal até o Estatuto das Cidades e seu principal instrumento de planejamento: o Plano Diretor. Em seguida passa para a conceituação dos seus parâmetros e logo depois a organização em um quadro, compilando os dados.

## **1.1. Estudos de Clima, conforto e morfologia**

### **1.1.1. Clima e conforto térmico**

O clima se destaca como primeiro grande fator a ser observado no planejamento urbano, visando favorecer o conforto térmico, por meio da ventilação natural.

O clima é importante para o planejamento urbano visto que apropriar o ambiente construído ao clima de um determinado local significa adequar a expansão urbana às características do meio físico de modo que os efeitos adversos sejam minimizados e possibilitando melhores condições de conforto. (BARBIRATO, 2007)

Para dar início a esse assunto é necessário fazer a distinção entre “clima” e “tempo”. A definição do tipo de clima é baseada no levantamento das características da atmosfera inferidas de observações durante um longo período, já o “tempo” é o que está acontecendo na atmosfera em qualquer momento em determinado local. Nas palavras de AYOADE (1996. p. 2):

Por “tempo” nós entendemos o estado médio da atmosfera numa dada porção de tempo e em determinado lugar. Por outro lado, “clima” é a síntese do tempo num dado lugar durante um período de aproximadamente 30-35 anos. O Clima, portanto, refere-se às características da atmosfera, inseridas de observações contínuas durante um longo período.

O clima é resultado de diversos fatores atmosféricos (sol, latitude, ventos, massas de terra e água, topografia, vegetação, solo e outros) que atuam na atmosfera da terra, e é caracterizado de acordo com alguns elementos: temperatura do ar; umidade do ar; movimentos das massas de ar e precipitação, assim como explica ROMERO (2011, p. 73):

Diversos fatores determinam o clima urbano, entre eles: topografia, revestimento do solo, vegetação presença de obstáculos naturais e artificiais, que alteram o aporte da radiação solar, e ventilação do lugar.

A análise desses fatores climáticos é fundamental para estabelecer diretrizes para a implantação do ambiente construído, tendo em vista que as edificações e demais elementos construídos produzem mudanças nas características naturais do lugar.

Aponta-se a necessidade de analisar esses fatores individualmente e entender de forma mais abrangente seus impactos. Para esta pesquisa, o foco concentra-se na questão da ventilação natural do espaço urbano com vistas ao conforto térmico.

Compreende-se que conforto térmico está diretamente ligado ao conforto humano, ou seja, busca-se uma sensação de bem-estar com o ambiente em relação à temperatura. (ASHRAE, 1993).

Segundo MONTEIRO (2008) conforto térmico é um conceito que depende de diversos aspectos tais como:

a. Variáveis ambientais:

- Temperatura do ar;
- Velocidade do ar;
- Umidade relativa;
- Temperatura radiante.

b. Variáveis individuais:

- Vestimenta;
- Metabolismo.

c. Fisiológicas

- Temperatura do corpo;
- Temperatura da pele;
- Fluxo sanguíneo;
- Taxa de suor;
- Fração de pele coberta por suor.

d. Variáveis subjetivas:

- Percepção;
- Preferência

Diferentes características da forma urbana afetam os elementos climáticos influenciando assim o conforto não só em ambientes internos como em espaços externos. Assim, como aborda MONTEIRO e ALUCCI (2007. p. 44):

Dessa forma, ainda que a maior parte das pesquisas de conforto térmico seja desenvolvida para espaços fechados, há também relevante produção adaptada ou desenvolvida especificamente para espaços abertos. A consideração desses espaços implica fatores adicionais, comumente não encontrados em ambientes internos, que trazem maior complexidade para a análise termofisiológica: radiação solar, ventos, atividades físicas diferenciadas, possibilidade de taxas de suor significativas, entre outros.  
Ventilação Natural

A ventilação natural pode ser definida como o movimento do ar causado pela diferença de pressão e/ou diferença de temperatura.

A influência e importância da ventilação natural no conforto térmico já foi extensamente discutida nas últimas décadas. Desde estudos clássicos como os de OLGAY (1963) e GIVONI (1976), por exemplo, até os conjuntos de estudos publicados recentemente por autores como ALLARD (2006); SANTAMOURIS (2001); MONTEIRO e ALUCCI (2007), ROMERO (2000 a 2011); CANDIDO e BITTENCOURT (2005); entre outros, que apontam o importante papel da ventilação natural na obtenção dos níveis adequados de conforto.

No caso do conforto térmico, as características das tipologias das configurações urbanas são decisivas na identificação do potencial de utilização da ventilação natural.

Podemos enunciar as seguintes características da forma urbana como influenciadoras, especialmente da ventilação natural urbana: tamanho (altura e dimensão horizontal) da estrutura urbana, relação W/H, preconizada por ROMERO (2011); a rugosidade (altura e forma dos edifícios) compreendida por OKE (1987); a porosidade (relação de espaços abertos por onde o vento permeia e fechados), ocupação do solo (proporção de áreas vazias) e densidade urbana demonstrada por SALAT (2011).

A eficácia da ventilação urbana depende da interação do vento em diversas escalas e das características naturais e artificiais das cidades, cujo planejamento

urbano deve intervir para criar condições propícias à promoção de ventilação, visando o conforto térmico dos usuários da cidade. Nesse sentido as palavras de ROMERO (2000) mostram-se adequadas quando dizem:

O aproveitamento do vento para a ventilação urbana nos climas das regiões tropicais é fundamental e vai depender do meio que pode alterar as características próprias do vento dominante. O movimento do ar no meio urbano está em relação direta com as massas edificadas, a forma destas, suas dimensões e sua justaposição. (ROMERO, 2000, p. 51)

Logo a seguir serão tratados conceitos tais como Fator W/H, camadas urbanas, Rugosidade, Densidade, Porosidade e Efeitos dos ventos.

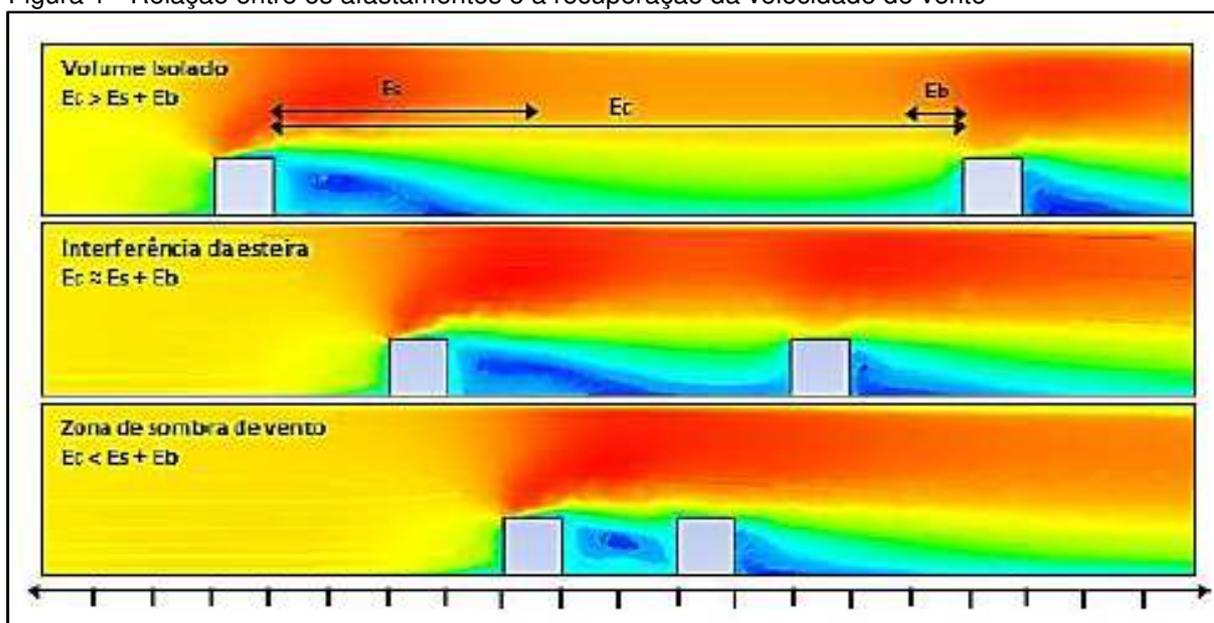
Esses conceitos são importantes pois definem, entre outros, os atributos morfológicos que dão forma à cidade e estão relacionados à ventilação natural. O fator W/H corresponde às distâncias entre edifícios em proporção à sua altura e permite avaliar o comportamento, o fluxo e a velocidade do vento na cavidade urbana. Nas camadas urbanas é possível verificar o nível de perturbação do vento em cada nível (gradientes) e o seu desempenho em todas as zonas da superfície (rural, suburbana e urbana). Já a rugosidade tem como aplicabilidade a questão das atividades e desenvolvimento da cidade relacionado à altura e configuração dos edifícios. No caso da densidade verifica-se o padrão de dispersão ou compacidade da cidade. E por fim, a porosidade demonstra a correspondência entre os cheios e vazios do local em estudo.

#### 1.1.2. Fator W/H

A cavidade urbana é caracterizada, principalmente, pela proporção existente entre as alturas dos edifícios e os espaços criados entre eles. Essa proporção é chamada de fator W/H, proveniente das palavras largura e altura, em inglês (*Width* e *Height*, respectivamente). Neste aspecto, a relação W/H auxilia na leitura do espaço urbano sob as questões relativas às suas proporções (ROMERO, 2011) (Figura 1). SALES (2016, p. 53) explica a importância dessa relação:

Essa relação é importante para se identificar os afastamentos necessários entre os volumes construídos, com vistas à recuperação da velocidade e direção normal do fluxo do vento, tendo em vista que a formação de esteiras de vento reduz o potencial de aproveitamento da ventilação natural.

Figura 1 - Relação entre os afastamentos e a recuperação da velocidade do vento



Fonte: SALES, 2016. P. 53. apud BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2005)

Para Romero (2011), essa proporção gera sensações diferenciadas para os usuários (Figura 2). “O resultado da proporção entre a distância dos prédios e suas alturas possibilita uma classificação tripartida dos espaços urbanos: claustrofóbicos, de recolhimento e expansivos” (ROMERO, 2011, p. 92).

Figura 2 - Relação de percepção dos edifícios e seus entornos imediatos

ESPAÇOS CLAUSTROFÓBICOS	ESPAÇOS DE RECOLHIMENTO	ESPAÇOS EXPANSIVOS
<p><math>W=1/8H</math> <math>W=1/4H</math> <math>W=1/2H</math></p>	<p><math>W=1H</math> <math>W=2H</math> <math>W=3H</math></p>	<p><math>W=4H</math></p>
Densidade Alta	Densidade Média	Densidade Baixa

Fonte: ROMERO, 2011, p. 93 (Adaptado)

Dessa forma, nas edificações separadas com  $W > 4H$  (com grandes distâncias entre si) o fluxo de ar e os edifícios não interagem. No entanto, à medida e que este espaço diminui o fluxo passa a ser alterado em função do arranjo dos edifícios.

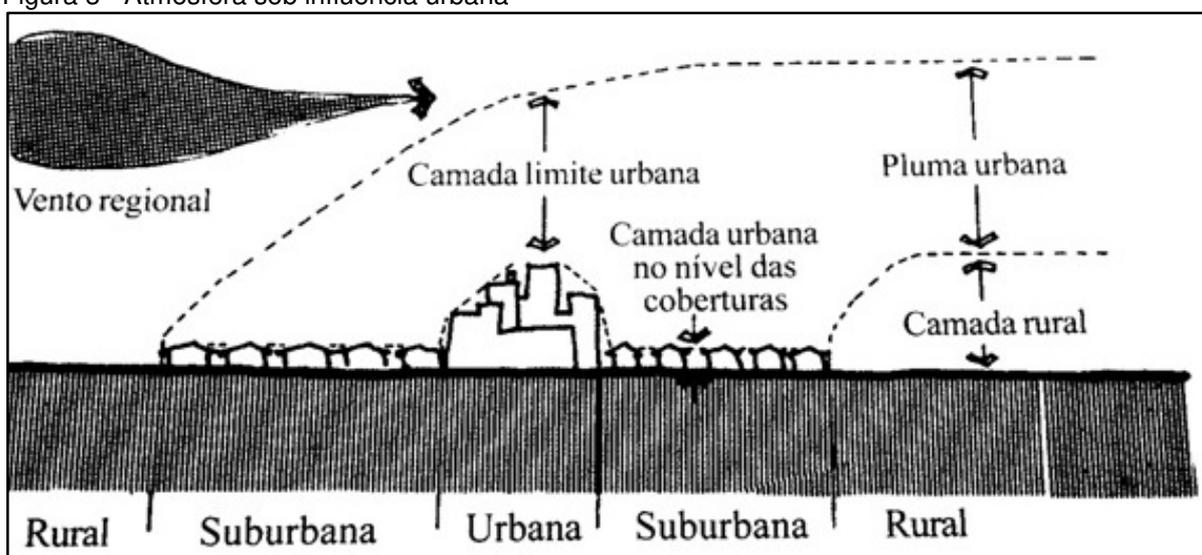
### 1.1.3. Camadas Urbanas

Para a compreensão do efeito do vento no meio urbano é necessário entender a configuração da Camada Limite Atmosférica - CLA. Essa camada, de acordo com OKE (1987), se subdivide em duas camadas: a Camada Limite Urbana –

CLU (*Urban Boundary Layer - UBL*) e a Camada Interurbana ou Camada de Cobertura Urbana – CCU (*Urban Canopy Layer – UCL*).

OKE (1987) define que a CLU (Figura 3) é a camada de ar acima da linha imaginária formada pelos edifícios mais altos, cujas características climáticas são modificadas pela presença da cidade. E a CCU é a camada que começa no solo e estende-se até a linha limite da outra camada, sendo especialmente importante para análise da ventilação, pois essa variável climática é impactada pela rugosidade da tipologia urbana.

Figura 3 - Atmosfera sob influência urbana



Fonte: ROMERO, 2001. p. 47

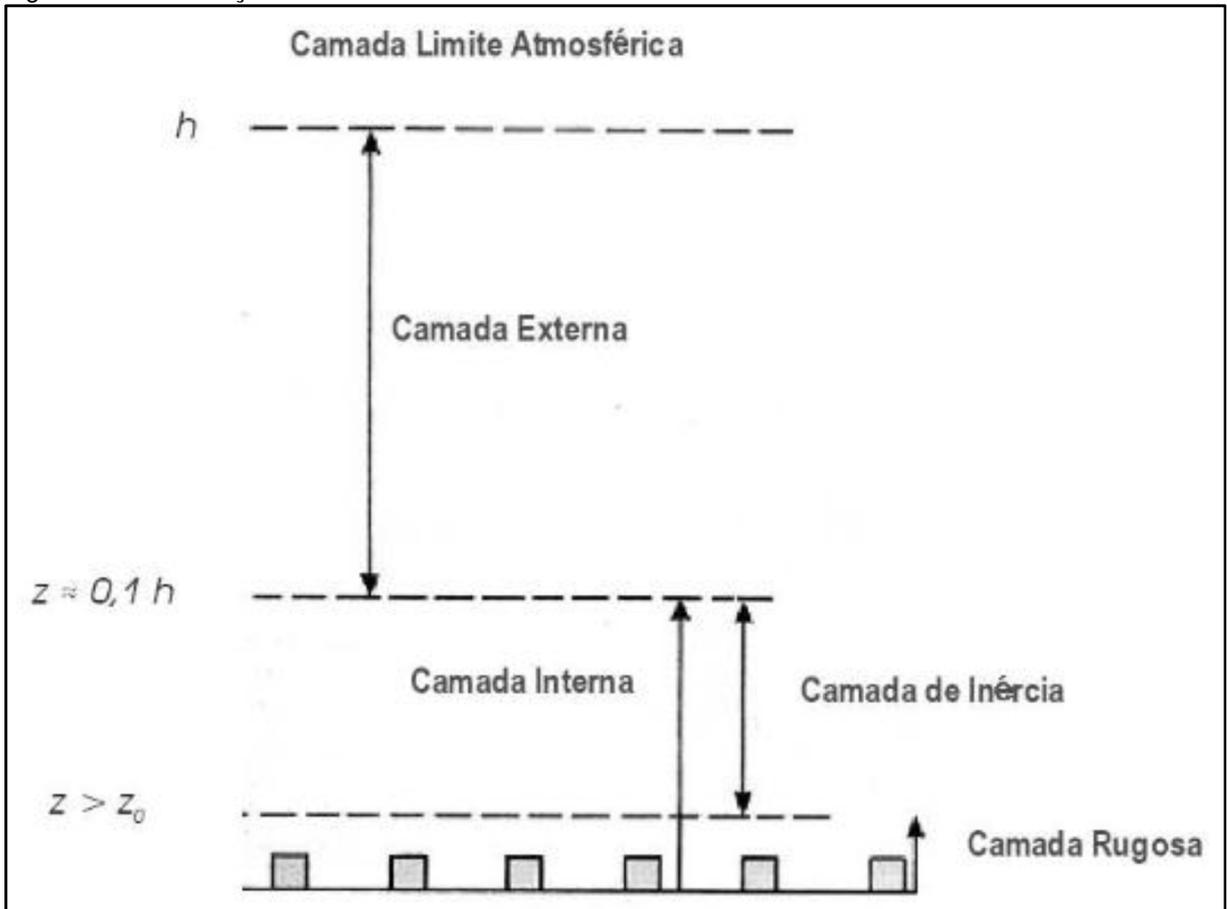
“Dentro da camada da cobertura urbana (CCU) os infinitos microclimas existentes são determinados pelas características do entorno imediato, sua geometria, materiais e propriedades” (ROMERO, 2008, p. 19).

A cidade que apresenta um perfil de rugosidade maior que os arredores rurais pode alterar as características do fluxo de ventilação natural, tanto na intensidade quanto na direção. Em tradução livre, SANTAMOURIS (2001) diz que de forma geral, a velocidade do vento na camada de cobertura diminui seriamente em comparação com a velocidade do vento não perturbada e sua direção pode ser alterada. Isso se deve principalmente à rugosidade específica de uma cidade.

A Camada Limite Atmosférica (CLA), região onde o escoamento caracteriza-se pela existência de um gradiente vertical de velocidade (OKE, 1987). A delimitação desta camada depende da topografia local, das dimensões e forma dos

obstáculos naturais e artificiais (rugosidades) até uma cota vertical na qual se atinge uma velocidade constante (Figura 4).

Figura 4 - Estruturação da CLA



Fonte: Adaptado de GARRATT, 1994. p. 02

Na CCU, o fluxo de ar depende das características físicas da superfície. Esta camada subdivide-se em duas subcamadas: a rugosa e a de inércia. A camada rugosa é formada pelos elementos construídos (rugosidades) que originam fluxos complexos à sua volta, denominados vórtices ou turbilhões (GARRATT, 1994).

Segundo VILLAS BOAS (1983), a fricção produzida pelo ar em movimento, quando em contato com obstáculos, faz com que sua velocidade de deslocamento inicial seja reduzida, devida à perda de energia no atrito, e seu modelo de circulação seja alterado.

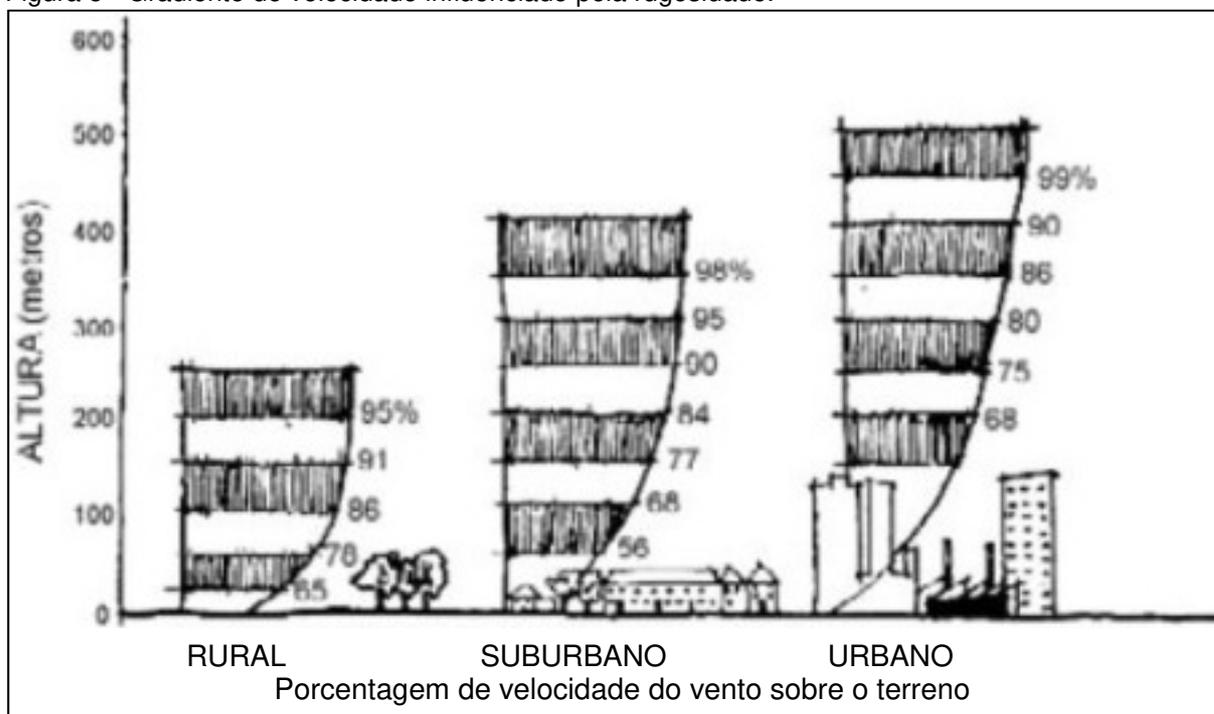
Em termos práticos, à proporção que se vai afastando do topo dos edifícios, a interferência no escoamento do ar fica cada vez menor, e o escoamento cada vez menos perturbado, até que chega um ponto em que a rugosidade deixa de influenciar no escoamento.

O parâmetro de rugosidade determina o quanto este é efetivo na transformação da energia média do vento, que flui sobre a superfície, em turbulência na camada superior dos elementos que constituem o solo.

O vento distante dos efeitos superficiais, apresenta um perfil de velocidade vertical aproximadamente constante, ao se aproximar do solo tem sua velocidade reduzida, criando assim um gradiente de velocidade (MASCARÓ, 2004.)

Assim, a camada limite rural, existente nas zonas agrárias, possui um gradiente de velocidade do vento menor (altura) em relação à zona urbana, pois nessa o vento não sofre alteração da superfície rugosa da tipologia urbana (Figura 5).

Figura 5 - Gradiente de velocidade influenciado pela rugosidade.



Fonte: Adaptado de MASCARÓ (1996), Apud SILVA, ALVARES, 2013a. p. 27.

#### 1.1.4. Rugosidade

##### 1.1.4.1. Escalas de análise climática

Nos estudos de GRIMMOND e OKE (1998) são propostas duas escalas climáticas que devem ser consideradas: a horizontal, junto ao solo e a vertical, que se refere a alturas das camadas de cobertura urbana. A escala horizontal de análise climática pode ser dividida em três categorias: mesoescala, escala local e microescala. Cada uma dessas escalas gera dados climáticos específicos, pois sofrem influências de naturezas diferentes (Quadro 4).

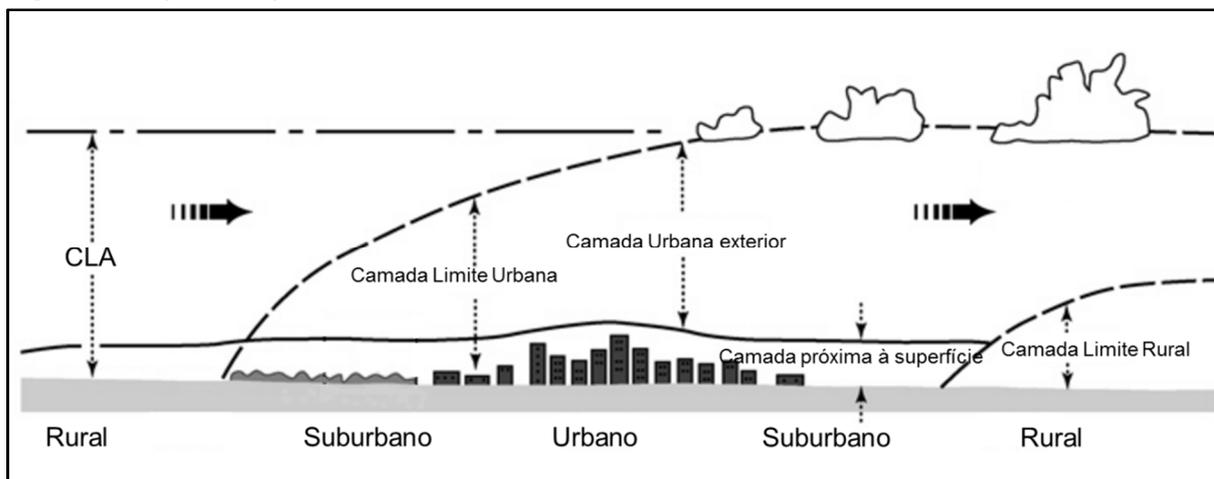
Quadro 4 - Classificação das escalas horizontais.

ESCALA	EXTENSÃO	CARACTERÍSTICA	EXEMPLO
Mesoescala	$X > 10$ km	-	Cidade
Local	$1 \text{ km} < X < 10$ km	Mesmo tipo de cobertura do solo, atividade, tamanho e distância entre prédios.	Bairros
Micro-escala	$1 \text{ m} < X < 1 \text{ km}$	Superfícies e objetos; temperatura do ar superficial diferentes.	Edifícios, estradas, árvores, pátios, ruas.

Fonte: Adaptado de OKE, 2004, p. 03, Apud SILVEIRA, 2007, p. 43.

A mesoescala corresponde à influência integrada da cidade e compreende vários climas locais. Nessa escala os dados como insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade do ar e ventos são obtidos em estações meteorológicas e descrevem o clima geral de uma determinada região (Figura 6).

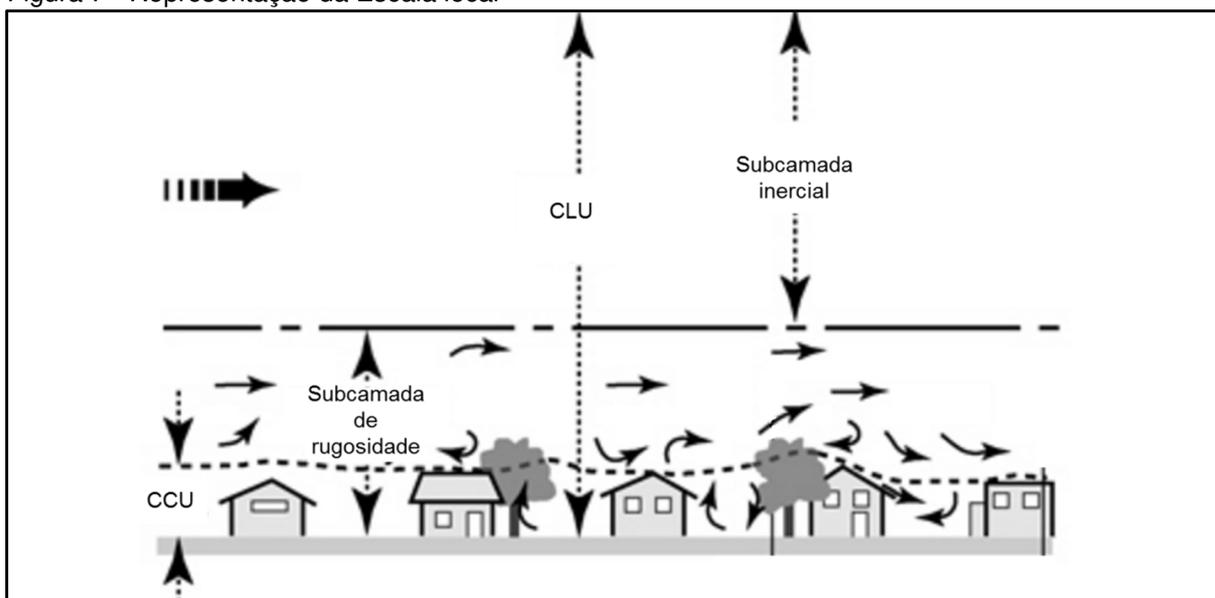
Figura 6 - Representação da Mesoescala



Adaptado de OKE (2006) p. 3.

A escala local corresponde a uma combinação característica de elementos, podendo corresponder a um tipo diverso de ocupação urbana, como bairros, parques, dentre outros; ou ainda a condições topográficas específicas, tais como vales e colinas. Sendo assim, um clima local engloba um mosaico de microclimas (Figura 7).

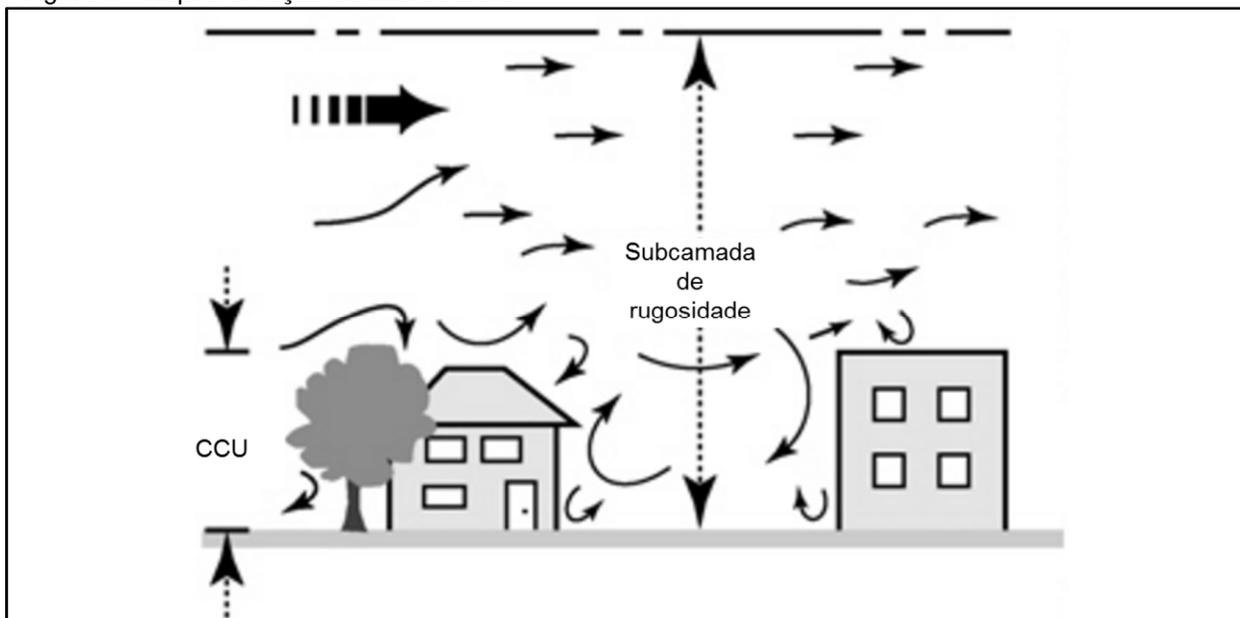
Figura 7 - Representação da Escala local



Adaptado de OKE (2006) p. 3.

A microescala é a menor escala climática e reflete a influência de elementos urbanos individuais e dos seus arranjos básicos, como os edifícios e as suas partes constituintes; e trechos de ruas e praças (SILVA; ALVAREZ, 2013b), e é nessa escala que se concentram os estudos desta pesquisa (Figura 8). Sendo assim, os diversos microclimas de uma cidade são responsáveis por formar o clima local.

Figura 8 - Representação da Microescala



Adaptado de OKE (2006) p. 3.

De acordo com ROMERO (2008, p. 51). “dentro da camada da cobertura urbana (CCU) os infinitos microclimas existentes são determinados pelas características do entorno imediato, sua geometria, materiais e propriedades”

“O movimento do ar numa escala microclimática afeta especificamente os pedestres e as edificações.”, explica ROMERO (2000, p. 19).

OKE (1987) analisa as formas urbanas em relação à rugosidade, porcentagem de área impermeável, relação altura/largura das edificações, para classificar as diferentes áreas urbanas em função da sua morfologia e atividades (Quadro 5).

Quadro 5 - Classificação de formas urbanas capazes de causar impacto na ventilação.

ZONA CLIMÁTICA	IMAGEM	RUGOSIDADE	RELAÇÃO W/H	% ÁREA IMPERMEÁVEL
1. Área urbana intensamente desenvolvida, com edifícios altos separados, porém próximos, com revestimento (centro da cidade).		8	> 2	> 90
2. Área intensamente desenvolvida com alta densidade, com edifícios de 2 a 5 andares, geminados ou muito próximos, revestidos com tijolo aparente ou pedra (centro antigo).		7	1,2 – 2,5	> 85
3. Área altamente desenvolvida, com densidade urbana média, casas em fileiras ou isoladas com pequenos afastamentos (casas, lojas e apartamentos) (zona residencial).		7	0,5 – 1,5	70
4. Área altamente desenvolvida, com densidade urbana baixa, grandes edifícios baixos e estacionamentos pavimentados (shoppings, armazéns).		5	0,05 – 0,2	75 – 95
5. Área com médio desenvolvimento e baixa densidade, com casas de 1 ou 2 andares (subúrbios).		6	0,2 - 0,5 ou > 1 com árvores altas	35 – 65
6. Área de uso misto com grandes edifícios em áreas abertas (hospitais, universidades, aeroportos).		5	0,1 – 0,5 depende das árvores	< 40
7. Área semi-rural com casas dispersas numa área natural (fazendas, propriedades rurais).		4	> 0,05 depende das árvores	< 10

Fonte: SILVEIRA, 2007, p. 45 e ROMERO, 2011a, p. 82, adaptado de OKE, 2004, p. 11.

#### 1.1.5. Densidade

A densidade das edificações é outro ponto relevante da forma urbana. ACIOLY e DAVIDSON (2011) afirmam que a densidade urbana é um dos mais importantes indicadores e parâmetros de desenho urbano a ser utilizado no processo de planejamento e gestão dos assentamentos humanos. Está diretamente relacionada à taxa de ocupação dos lotes e aos recuos das edificações, ou seja, está interligada ao conceito de forma, tamanho e altura das edificações. Essas características atuam como barreiras para a circulação do ar, modificando a velocidade e direção dos ventos, mas também os canalizam, criando os chamados corredores de vento, possivelmente aumentando sua velocidade.

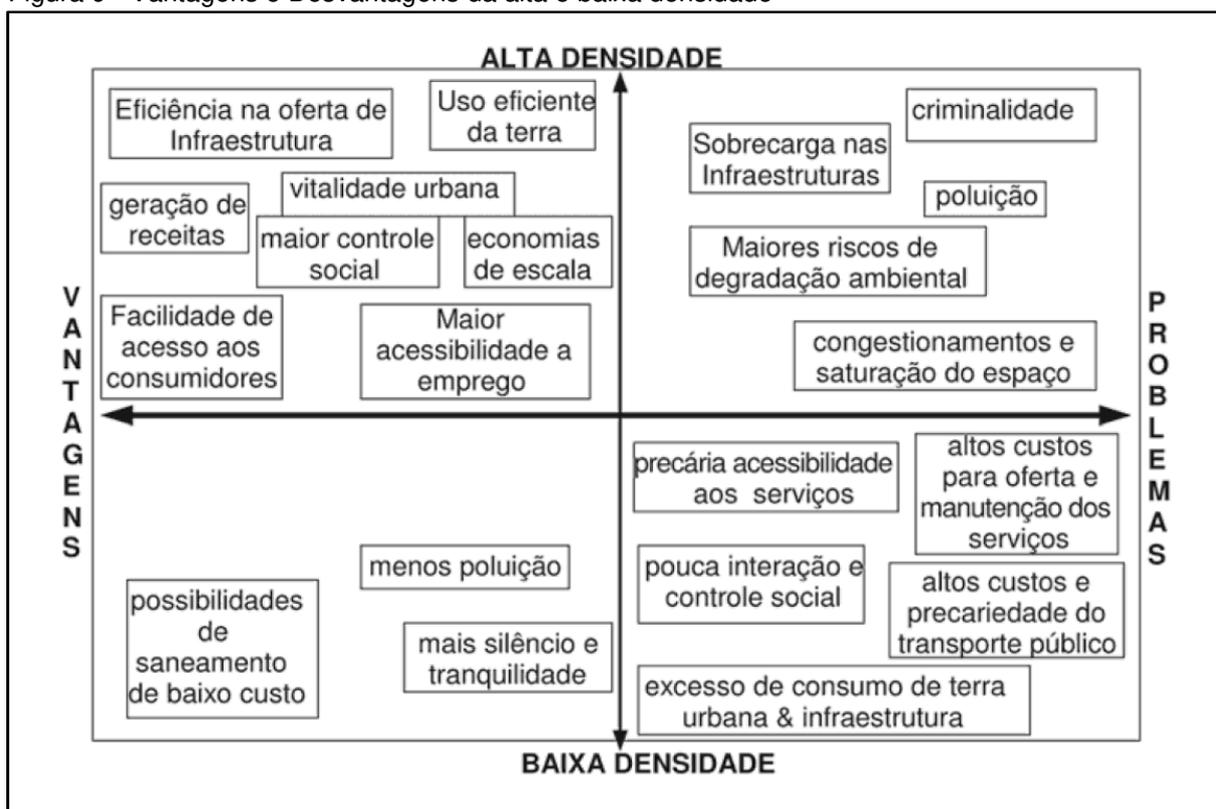
Assim, quanto maior for a densidade de ocupação no trecho urbano onde o projeto é desenvolvido, maior será a interferência dos volumes construídos no fluxo do vento.

Segundo ACIOLY e DAVIDSON (2011), existem vantagens e desvantagens da densidade mais alta ou mais baixa para cidades (Figura 9). Os autores reconhecem que a alta densidade apresenta como vantagens o uso mais eficiente do solo urbano e maior eficiência da infraestrutura, maior controle social e economia de escala e, como desvantagens, destacam a degradação ambiental, congestionamentos e a poluição. Já a baixa densidade traz desvantagens e problemas, tais como, o acesso aos serviços públicos e a insuficiente interação social, porém, são consideradas como vantagens a menor degradação do meio urbano e a possibilidade de saneamento de baixo custo entre outros. Nesse sentido, as palavras de ACIOLY e DAVIDSON (1998) assim o exemplificam:

Por um lado, densidades urbanas afetam diretamente processos de desenvolvimento urbano tanto ao nível da cidade quanto do bairro como por exemplo o congestionamento, a falta de espaço de lazer, a baixa qualidade ambiental, etc. Por outro lado, são também afetadas por imperfeições das políticas de habitação e fundiária urbana, por ineficiências de gestão e planejamento urbano, standards e regulamentações obsoletas, e por parâmetros de desenho urbano que ao final limitam a oferta e disponibilidade de espaço residencial e aumentam excessivamente os custos e valores do espaço urbano. (ACIOLY, DAVIDSON, 1998, p. 4)

Muitos assuntos introduzidos acerca das vantagens e desvantagens de alta e baixa densidades não serão tratados nessa dissertação, atendo-se unicamente na questão da ventilação urbana

Figura 9 - Vantagens e Desvantagens da alta e baixa densidade



Fonte: ACIOLY e DAVIDSON (2011). p. 6

O parâmetro densidade pode ser construído a partir de relações diversas, entre as quais se insere o número de habitantes, o número de habitações, as áreas construídas e pavimentadas e as funções da ocupação do solo, e a elas podem estar associados modelos de ocupação distintos e até mesmo morfotipologias diferentes podem apresentar valores de densidade semelhantes (Figura 10 - Densidades semelhantes para tipologias diferentes).

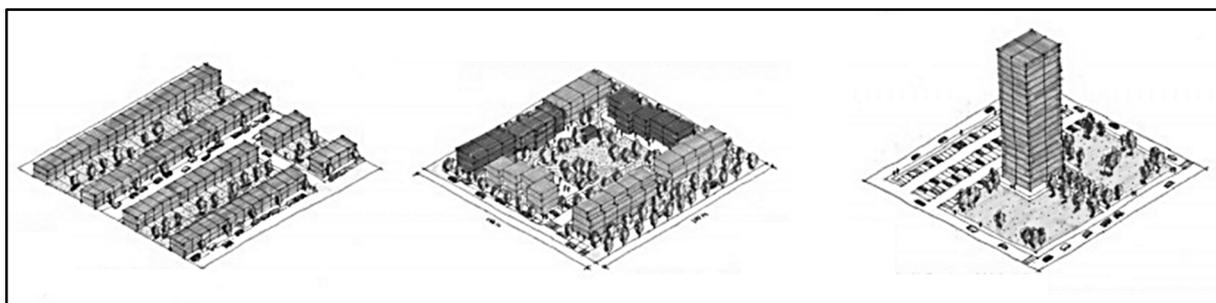
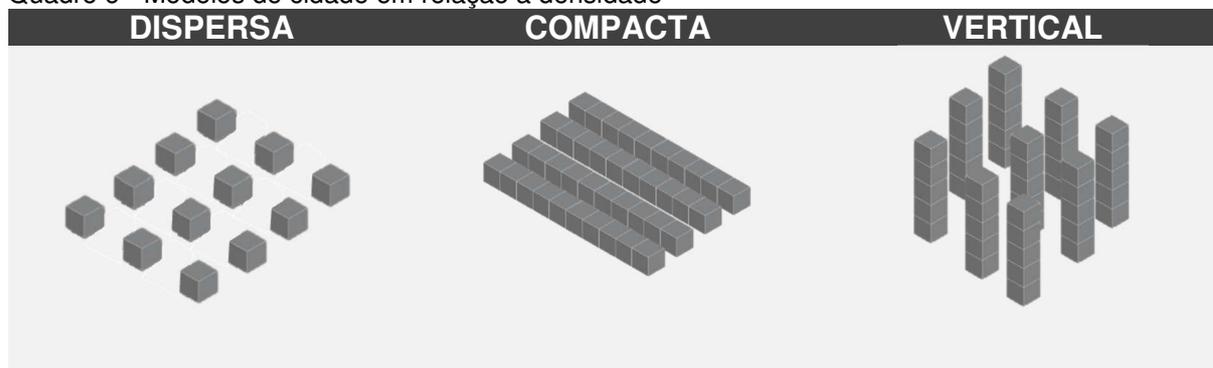


Figura 10 - Densidades semelhantes para tipologias diferentes  
 Fonte: Adaptado de SILVA, SILVA, NOME, 2016

A densidade também deve ser definida segundo uma escala espacial de referência (SALAT, 2011), assim temos cidade dispersa, cidade compacta e cidade vertical (Quadro 6):

Quadro 6 - Modelos de cidade em relação à densidade



Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

- **Cidade de forma dispersa**

Caracteriza-se por casas unifamiliares isoladas de até dois pavimentos, implantadas em lotes cercados por jardins espalhadas em subúrbios, e gerando uma ocupação de densidade e verticalidade muito baixa.

As cidades que apresentam uma tipologia dispersa, por estarem mais próximas do microclima rural, proporcionam melhores condições conforto nos ambientes exterior e interior.

Porém, apesar dessa pesquisa não tratar do conceito de sustentabilidade, considerando apenas para este caso, a literatura aponta que a malha urbana dispersa gera problemas ambientais, face ao espalhamento da estrutura urbana, eliminando florestas, aumentando a demanda por consumo de energia, exigindo o intenso uso de veículos para o transporte de mercadorias e pessoas (que acarretam a poluição do ar através da emissão de gases provenientes de combustíveis), afetando, também a elevação da impermeabilização do solo natural decorrentes da pavimentação excessiva, impactando também no clima urbano. Concordando com esse conceito, SILVA, SILVA, NOME (2016) discorrem:

Acreditava-se, durante muitas décadas ao longo da história do urbanismo, que a alta qualidade de vida só era possível em espaços dispersos, abertos ao sol, com ventilação e privacidade em habitações unifamiliares. Porém, esse modelo urbano detém custos elevados (econômicos e humanos) e, ao invés de proporcionar qualidade de vida, exerce impactos profundos no dia-dia das famílias e no cotidiano urbano e ambiental.

- **Cidade de forma compacta**

Caracteriza-se por possuir elevada densidade tanto de construções como de população e constituindo tecido urbano bastante compacto disposto em uma configuração espontânea, composta de ruas estreitas e edificações de altura uniforme e sem afastamentos laterais, apresentando, portanto, elevada taxa de ocupação do solo. Nessa linha RUEDA (2004. p.8 Apud PESCATORI, 2014. p. 10) expressa o conceito de cidade compacta:

“Um dos modelos que, em princípio, se acomoda melhor aos propósitos mencionados [da sustentabilidade urbana], com os ajustes necessários, é aquele demonstrado pelo tipo de cidade mediterrânea compacta e densa com continuidade formal, multifuncional, heterogênea e diversa em toda a sua extensão. É um modelo que permite conceber um aumento da complexidade de suas partes internas que é a base para se obter uma vida social coesa e uma plataforma econômica competitiva, ao mesmo tempo em que se salva solo, energia e recursos materiais, se preserva os sistemas agrícolas e naturais.

Esse modelo de cidade tem sido estudado mais profundamente por um grupo de pesquisadores entre os quais destacamos, “ROGERS, BURGESS, JENKS na Inglaterra; NEWMAN e KENWORTHY na Austrália; GEHL na Dinamarca; RUEDA na Espanha; ASCELRAD, ROMERO e HOLANDA no Brasil; e passou a argumentar em prol de estratégias de contenção da dispersão urbana, reunidas em torno da ideia de cidade compacta.” (PESCATORI, 2014. p. 2)

- **Cidade de forma vertical**

Caracteriza-se pelas elevadas torres e seus múltiplos apartamentos, estimuladas pela tecnologia, modernidade e progresso. Apresenta elevada densidade humana e construída, com elevado coeficiente de aproveitamento. Porém em razão dos afastamentos existentes e, por vezes exigidos, podem apresentar menor taxa de ocupação do solo.

Sendo assim, verticalidade também nem sempre é sinônimo de densidade. Contrariamente, torres implantadas onde a maior parte do solo é deixado livre por diversas razões como acessibilidade viária ou área livre para lazer estariam, portanto, entre as formas menos densas, em termos da Taxa de Ocupação do solo.

Com relação ao tema edifícios altos, destacam-se as pesquisas de GONÇALVES (2003), cuja explanação é que devido à diferença de altura entre o

edifício e o entorno urbano ocorre o impacto de provocar alterações no microclima urbano, em decorrência dos efeitos combinados entre a altura e a forma do edifício, e a morfologia do entorno.

Essa tipologia urbana pode concorrer para condições de desconforto (exterior e interior), pois muitos espaços podem ficar com a circulação do ar comprometida. Segundo GONÇALVES (2003), a própria forma do edifício pode afetar o espaço público devido a criação de turbulências de vento indesejáveis. Ainda em relação à cidade vertical, SILVEIRA e SILVEIRA (2014 p. 304) esclarecem:

“A verticalização acentuada foi adotada como uma das formas de ocupação e aproveitamento da terra urbana e o que se observa, muitas vezes, é um “empilhamento” de edificações verticalizadas e, conseqüentemente, um “empilhamento” humano. Esse tipo de ocupação do solo verticalizado, sem um planejamento estrutural e global da cidade, pode não ser a solução mais adequada, levando-se em consideração as conseqüências que dela podem emergir, mantidas as tendências de configuração urbana atuais de produção espacial: congestionamentos, poluição do ar, carência de áreas verdes e de lazer públicos tratados próximos às residências, com mudanças na forma de insolação e direcionamento dos ventos, além da própria relação de vizinhança, podendo conduzir a interferências na qualidade do espaço residencial e, em decorrência disso, na qualidade de vida da população.”

#### 1.1.6. Porosidade da malha urbana

A porosidade é um atributo complementar à densidade e consiste na relação entre cheios e vazios e a permeabilidade aos ventos. RIBEIRO (2008, p. 13) define o que são os cheios e vazios das cidades:

Esse espaço urbano, ou melhor ainda, a cidade como arquitetura, é composta por formas (cheios: os prédios, os volumes, etc.) e espaços (os vazios: as ruas, as praças, as áreas verdes, as discontinuidades, etc.) que não podem ser vistos ou analisados individualmente, pois são interdependentes e se afetam mutuamente.

A análise do uso do solo permite avaliar a percentagem de áreas abertas, como as ruas, praças, ou outros espaços no interior do tecido urbano, revela o grau de permeabilidade da malha.

A porosidade urbana também é formada pelos afastamentos entre edifícios podendo ser tanto os laterais, frontais ou de fundos. Do ponto de vista do desenho urbano, generosos recuos progressivos e reduzidos coeficientes de aproveitamento do terreno, são ferramentas mais eficientes que a limitação de gabaritos para incentivar a circulação da ventilação natural no interior da malha urbana (CÂNDIDO;

BITTENCOURT, 2005). Edifícios dispostos próximos uns dos outros dificultam a circulação do ar e acarretam em prejuízos para as edificações posteriores (CÂNDIDO; BITTENCOURT, 2005).

A porosidade do tecido urbano permite considerar o grau de abertura da malha. É definido pela relação entre o volume urbano de vazios e volume urbano construído assim como BARBIRATO (2007, p. 44) enuncia:

Porosidade: corresponde ao espaçamento entre edificações e/ou arranjos morfológicos, diversidade de alturas das edificações e índice de fragmentação das áreas construídas que conferem maior ou menor permeabilidade aos ventos do tecido urbano. A diminuição da porosidade da malha urbana (redução de índices que definem afastamentos mínimos) entre o edifício e o limite do lote e o aumento do gabarito das edificações (altura da edificação) reduzem a velocidade dos ventos.

No entanto é necessário que haja um equilíbrio entre a quantidade de volumes cheios e vazios. É importante que haja na cidade um determinado nível de compacidade. Segundo SILVA e ROMERO (2011) um urbanismo sustentável prima pela diversidade de usos e funções sobrepostos em um tecido denso e compacto, porém, que respeite as condicionantes geográficas e ambientais locais e regionais, bem como as escalas de apropriação do espaço. Sendo assim, SILVA e ROMERO (2011) explicam:

Entende-se que a compacidade urbana deve ser adotada como configuração espacial e legal, eliminando-se os vazios urbanos (e aplicando de fato as ferramentas legais existentes nos respectivos Planos Diretores), encurtando distâncias para o pedestre, aumentando a coesão social, minimizando a dependência de automóveis individuais (com ênfase ao transporte coletivo); porém, o nível de compacidade deve respeitar as condicionantes locais (clima, topografia, patrimônio cultural e ambiental, etc.), e assim, determinado através de pesquisas urbanísticas específicas, e não padronizadas como são as ferramentas legais aplicadas nas cidades e sob a convicção do Ministério das Cidades.

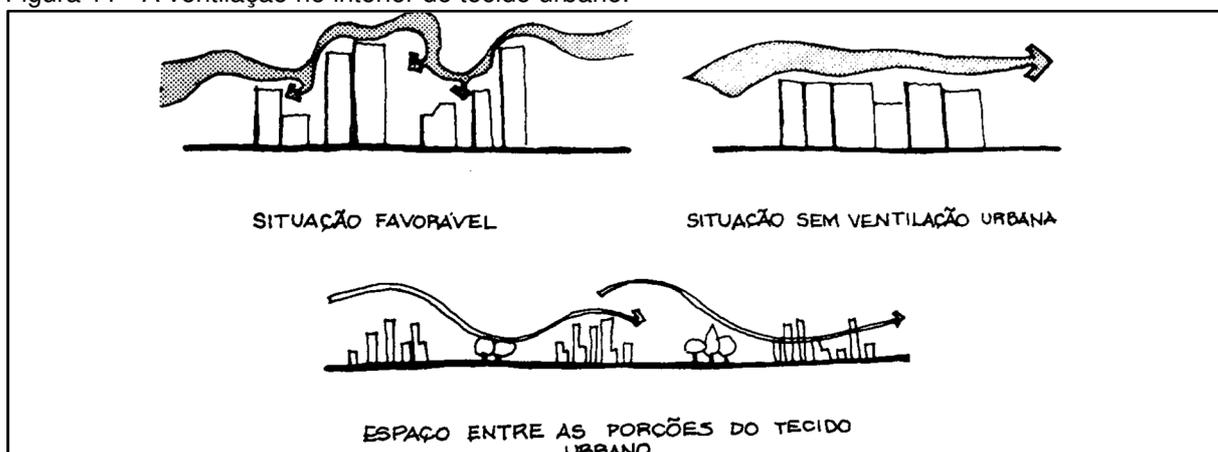
É importante, por isso, analisar a forma/ morfologia urbana ideal para o cumprimento destas considerações. Isso porque a densidade populacional indica o grau de compacidade de uma área urbana e diferentes formas urbanas podem responder a um mesmo padrão de densidade, com diferentes configurações de espaços abertos, condições microclimáticas e distribuições de usos.

### 1.1.7. Efeitos do vento e orientação eólica

A orientação dos ventos constitui um aspecto relevante em construções verticais. O campo de escoamento do vento ao redor de um edifício é determinado pelas características do vento e pelas características geométricas do edifício.

Dentre os elementos do clima, o vento é o que melhor pode ser controlado e modificado pelo desenho urbano; já que elementos do desenho urbano como a densidade da área urbana, a altura e o tamanho dos edifícios, a orientação das ruas, o tamanho e a distribuição das áreas livres e os cinturões verdes podem ser alterados (GIVONI, 1976) (Figura 11).

Figura 11 - A ventilação no interior do tecido urbano.



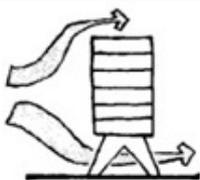
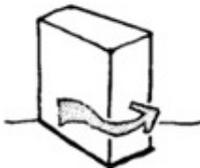
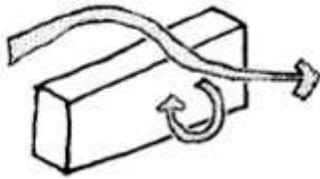
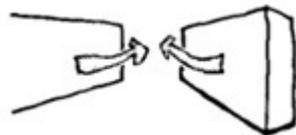
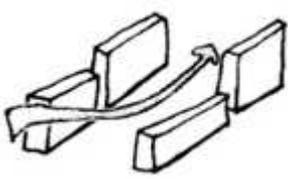
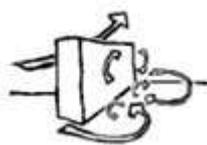
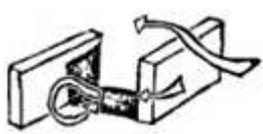
Fonte: ROMERO, 2000. P. 108

O Quadro 7 apresenta os efeitos aerodinâmicos de vento sobre conjuntos de edificações. A análise da ventilação natural fundamenta-se na identificação de efeitos aerodinâmicos do vento em contato com a rugosidade superficial do meio urbano. ROMERO (2000) citando os estudos de GANDEMER e GUYOT enumera os principais efeitos produzidos pelos ventos:

- Efeito de pilotis
- Efeito de esquina
- Efeito de “esteira”
- Efeito de redemoinho
- Efeito de barreira
- Efeito de Venturi

- Efeito das zonas de pressão diferentes,
- Efeito de canalização
- Efeito de “malha”
- Efeito de pirâmide

Quadro 7 - Efeitos Aerodinâmicos do vento.

Efeito	Esquema	Definição	Características	
Efeito Pilotis		Escoamento através de pilotis que ligam as áreas em pressão positiva e negativa.	Entrada de ar difusa, saída localizada.	
Efeito de esquina ou de canto		Escoamento nos ângulos do edifício.	Gradiente horizontal elevado e desconfortável para o pedestre. Quanto mais alto o edifício, pior o efeito.	
Efeito Barreira		Desvio em espiral do escoamento, ao cruzar um edifício com ângulo de incidência de cerca de 45º.	Zona de turbulência incômoda na parte posterior central do edifício. O efeito ocorre em edifícios com forma mais alongada.	
Efeito Venturi		Um coletor formado pela disposição dos edifícios faz um ângulo aberto ao vento.	Saída em jato, muito incômoda na área de estrangulamento.	
Efeito de Canalização		Escoamento por um conjunto construído que forma um corredor aberto.	Não é, por si só, causa de incômodo, a não ser quando associado a outro efeito ou quando a velocidade do vento é muito grande.	
Outros Efeitos não analisados				
Efeito de Esteira	Efeito de redemoinho	Efeito de Malha	Efeito das zonas de pressão diferentes	Efeito de Pirâmide
				

Fonte: Adaptado de ROMERO, 2000. p. 92.

## 1.2. Classificação dos atributos morfológicos

Os atributos apresentados na seção anterior podem ser modificados por parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo que definem a forma urbana. Cada atributo tem uma forma para ser aferido, cabe a esta parte do trabalho apresentar como são calculados e suas classificações. Esses atributos comporão um quadro de avaliação de um determinado local em relação à ventilação.

### 1.2.1. Cálculo dos atributos

#### 2.2.1.1. Fator W/H

Em planta, medir a distância compreendida entre os limites frontais de edifícios em uma mesma via. Essa medida estabelece o valor W.

Em seguida, medir a altura das edificações dos mesmos lotes escolhidos. Essa medida estabelece o valor H.

De posse desses dois valores, dividir W por H conforme a equação a seguir:

$$Fator = W/H$$

O resultado da proporção entre a distância dos prédios e suas alturas possibilita a classificação dos espaços urbanos, desde o ponto de vista da percepção, em três formas: claustrofóbicos, de recolhimento e expansivos.

Espaços claustrofóbicos não permitem que o vento recupere sua velocidade sendo considerada uma situação ruim. Da mesma forma, Espaços expansivos também não são considerados satisfatórios, pois não utilizam o potencial construtivo resultando em cidades dispersas. Já nos Espaços de Recolhimento foi encontrada a proporção mais adequada para a geometria das cidades. Sendo assim, segue a avaliação para este atributo:

W= 1/8H a W=1/2H - Espaço Claustrofóbico	Nota 0
W=1H a W=3H - Espaço de Recolhimento	Nota 2
W=ou>4 - Espaço Expansivo	Nota 0

### 2.2.1.2. Fator de Rugosidade

A Rugosidade pode ser obtida avaliando-se a distribuição da altura dos edifícios e assim classificá-la de acordo com a tabela criada por OKE (1987) das diferentes formas urbanas capazes de causar impacto na temperatura, umidade e ventos locais (Quadro 5).

Valores de rugosidade de 1 a 4 causam pouco impacto na ventilação, sendo uma situação favorável. Valores de 5 a 7 começam a influenciar na ventilação, conformando uma situação intermediária, já valores de rugosidade de 8 a 10 impactam negativamente a ventilação. Sendo assim, segue a avaliação para este atributo:

1 a 4 - pouco impacto na ventilação	Nota 2
5 a 7 - médio impacto na ventilação	Nota 1
8 a 10 - Alto impacto na ventilação	Nota 0

### 1.2.1.1. Densidade Construída

A densidade edificada é calculada pela razão entre a área edificada e a área da malha. Sendo que a área edificada é obtida calculando área da projeção de cada bloco multiplicada pelo número de pavimentos.

$$Densidade = \frac{\text{área edificada}}{\text{área da malha}}$$

Caso o valor obtido seja de 0 a 50% significa que a porção urbana é dispersa. Se o valor for acima de 51% a porção urbana é densa e então, verificar a quantidade média de pavimentos dos blocos. Se for acima de 10 pavimentos e blocos isolados é considerado cidade vertical. Abaixo de 10 pavimentos e contíguos, configura-se cidade compacta. Considerando que a cidade compacta em equilíbrio é considerada a situação mais favorável, segue a avaliação para este atributo:

Até 50% - cidade dispersa	Nota 1
Acima de 50% - abaixo de 10 pavimentos - blocos contíguos – cidade compacta	Nota 2
Acima de 50% - acima de 10 pavimentos - blocos isolados – cidade vertical	Nota 1

### 1.2.1.2. Porosidade

Na malha em planta, devem-se preencher as edificações construídas com textura sólida na cor preta e o restante com textura sólida na cor branca resultando em um mapa de cheios e vazios. Dessa forma é possível verificar visualmente, em porcentagem, a quantidade de cada cor. A porcentagem obtida da massa construída em relação aos vazios é que define a taxa de porosidade.

Para fins de cálculo a porosidade (ou densidade de ocupação) é definida pela relação da média das áreas de telhado de cada edifício no trecho analisado (medida em planto) e a média das áreas dos lotes de cada edifício.

Sendo assim, pode ser calculada pela seguinte fórmula apresentada por GEORGIAKIS e SANTAMOURIS (2005) Apud SALES (2016, p. 52):

$$\text{Densidade de ocupação ou porosidade} = \frac{\text{média das áreas de telhado de cada edifício}}{\text{média das áreas dos lotes de cada edifício}}$$

O resultado da proporção será entre 0 e 100%, onde

- de 0% a 40%: muito poroso – Densidade baixa;
- de 41% a 60%: porosidade satisfatória – Densidade média;
- de 71% a 100%: pouquíssima porosidade – Densidade alta;

Segue a avaliação para este atributo:

POROSIDADE (CHEIOS E VAZIOS)	Cheio (0-40%)	1
	Cheio (41-60%)	2
	Cheio (71-100%)	0

### 1.3. Estruturação dos atributos em um quadro de avaliação

Quadro 8 - Avaliação de Atributos Morfológicos

ATRIBUTO MORFOLÓGICO	VALORES ANALÍTICOS	AVALIAÇÃO
FATOR W/H	W= 1/8H a W=1/2H - Espaço Claustrofóbico	0
	W=1H a W=3H - Espaço de Recolhimento	2
	W=ou>4 - Espaço Expansivo	0
FATOR DE RUGOSIDADE	1 a 4 - pouco impacto na ventilação	2
	5 a 7 - médio impacto na ventilação	1
	8 a 10 - Alto impacto na ventilação	0
DENSIDADE	Dispersa	1
	Compacta	2
	Vertical	1
POROSIDADE (CHEIOS E VAZIOS)	Cheio (0-40%)	1
	Cheio (41-60%)	2
	Cheio (71-100%)	0

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

Valor Máximo de pontos = 8

Valor Mínimo de pontos = 1

Quadro 9 - Parâmetros de Avaliação

INTERVALO DE PONTUAÇÃO	DIAGNÓSTICO
De 1 a 3 pontos	Péssima ventilação urbana
De 4 a 6 pontos	Ventilação Urbana regular
De 7 a 8 pontos	Ventilação Urbana Satisfatória

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

#### **1.4. Breve histórico da Legislação urbanística**

O Brasil é um país com uma urbanização recente. Até pouco tempo sua população era muito mais localizada na área rural do que na urbana. No entanto, com o início da industrialização esse cenário começou a se transformar e o processo da urbanização brasileira acontece de forma rápida e intensa. Decorrem daí graves problemas, nas principais cidades, como o crescimento desordenado do tecido urbano. Isso é validado com as palavras de ROLNIK (2000. p. 2):

A urbanização vertiginosa, coincidindo com o fim de um período de acelerada expansão da economia brasileira, introduziu no território das cidades um novo e dramático significado: mais do que evocar progresso ou desenvolvimento, elas passam a retratar – e reproduzir – de forma paradigmática as injustiças e desigualdades da sociedade.

Surge então um desafio complexo que é a necessidade de orientação da expansão da cidade:

Aparecem, assim, algumas tentativas de abordagem da questão urbana como parte de uma política de âmbito federal: a legislação urbanística.

A legislação urbanística pode ser entendida como um conjunto de regulamentações alusivas ao parcelamento, uso e ocupação do solo e às edificações.

Desde meados da década de 1930, até o fim da década de 1980, a legislação federal havia criado alguns instrumentos de ordenação das áreas urbanas, porém, geralmente com uma visão limitada de planejamento e meio ambiente.

A legislação urbanística teve um capítulo especial na Constituição de 1988, que estabeleceu que a política de desenvolvimento urbano tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

O Estatuto da Cidade representa a primeira lei federal a regulamentar a política urbana prevista na Constituição da República, caracterizando um marco normativo na gestão do espaço urbano.

Instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, o Plano Diretor, definido no Estatuto da Cidade é exigido que seja implementado por cidades com mais de vinte mil habitantes. Segundo LACERDA et al (2005, p. 56):

A importância do Plano Diretor é revelada ao ser eleito pela Constituição de 1988 como instrumento básico, fundamental para o planejamento urbano, com o qual todos os demais instrumentos de política urbana devem guardar estreita relação e harmonizar-se com seus princípios, diretrizes e normas.

### **1.5. Planos Diretores**

O plano diretor estabelece diretrizes gerais, em longo prazo, garantindo a necessária coerência e continuidade nas ações, especialmente aquelas que dizem respeito à base econômica da Região Administrativa, à localização de atividades no território, à expansão da área urbana, à proteção do meio ambiente e a tantas outras de caráter similar que não podem ficar submetidas às mudanças conjunturais, limitadas a um período de governo.

Principal instrumento da política de desenvolvimento da região administrativa, o plano diretor tem como preocupação central o desenvolvimento urbano.

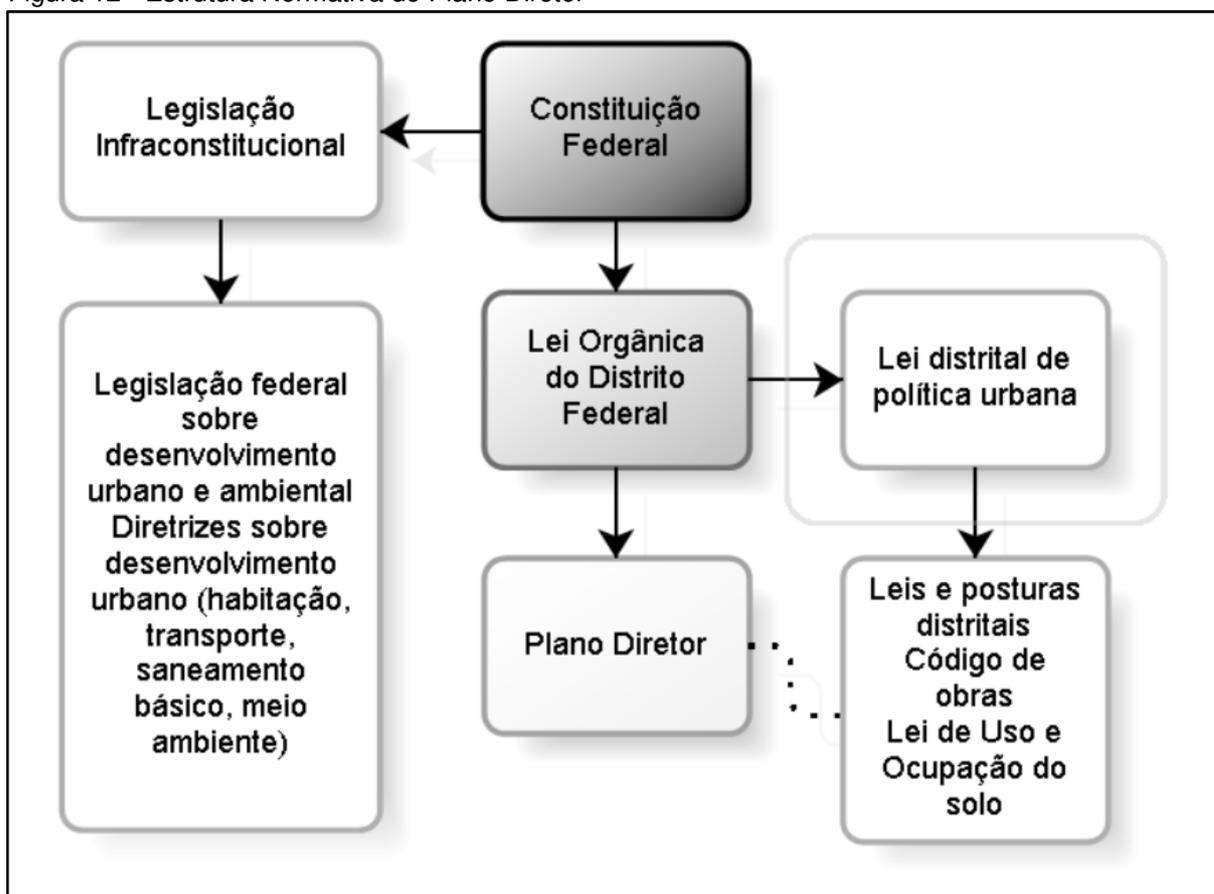
A elaboração do Plano Diretor precisa estar sempre atrelada a objetivos definidos constitucionalmente: promover o adequado ordenamento do território, buscar que a propriedade urbana e a cidade cumpram sua função social, e outros (Figura 12). Destaca-se ainda que é competência do planejamento local, por intermédio do Plano Diretor, legislar a respeito das condições regionais de bem-estar da população.

Assim, o Plano Diretor partindo de um amplo processo de leitura da realidade local e envolvendo os mais variados setores da sociedade estabelece o destino específico que se quer dar às diferentes localidades da Região Administrativa.

Essa leitura da cidade real, relativa aos aspectos urbanos, ambiental, cultural, político, econômico, social, e físico-territorial são fundamentais para a formulação de hipóteses realistas sobre as opções de desenvolvimento.

Nessa linha, é importante que a regulamentação urbanística também busque o conforto ambiental, mais especificamente, o conforto térmico do transeunte.

Figura 12 - Estrutura Normativa do Plano Diretor



Fonte: Adaptado de LACERDA et al, 2005, p. 58.

### 1.5.1. Plano Diretor e o Distrito Federal

O Distrito Federal possui características político-administrativas diferenciadas em relação aos outros entes federados, não se assemelha a um estado nem a um município, o que lhe atribui peculiaridades na construção e aplicação de seus instrumentos de planejamento e de gestão territorial.

Segundo AZEVEDO (2014), a legislação de planejamento territorial no DF era composta por um Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) e por Planos Diretores Locais (PDLs) para cada RA, até 2007.

O PDOT é um instrumento da política urbana e documento técnico principal de organização do território do DF. É nele onde estão definidas as zonas urbanas e rurais, as áreas de interesse ambiental, quais tipos de ocupações podem ocorrer nas zonas urbanas, quais são as densidades de população esperadas, os usos e regras gerais para as construções e outros condicionantes. É um documento de grande

complexidade e que procura unir informações físicas, ambientais, sociais e econômicas que condicionam as decisões para a ocupação do DF (Figura 13).

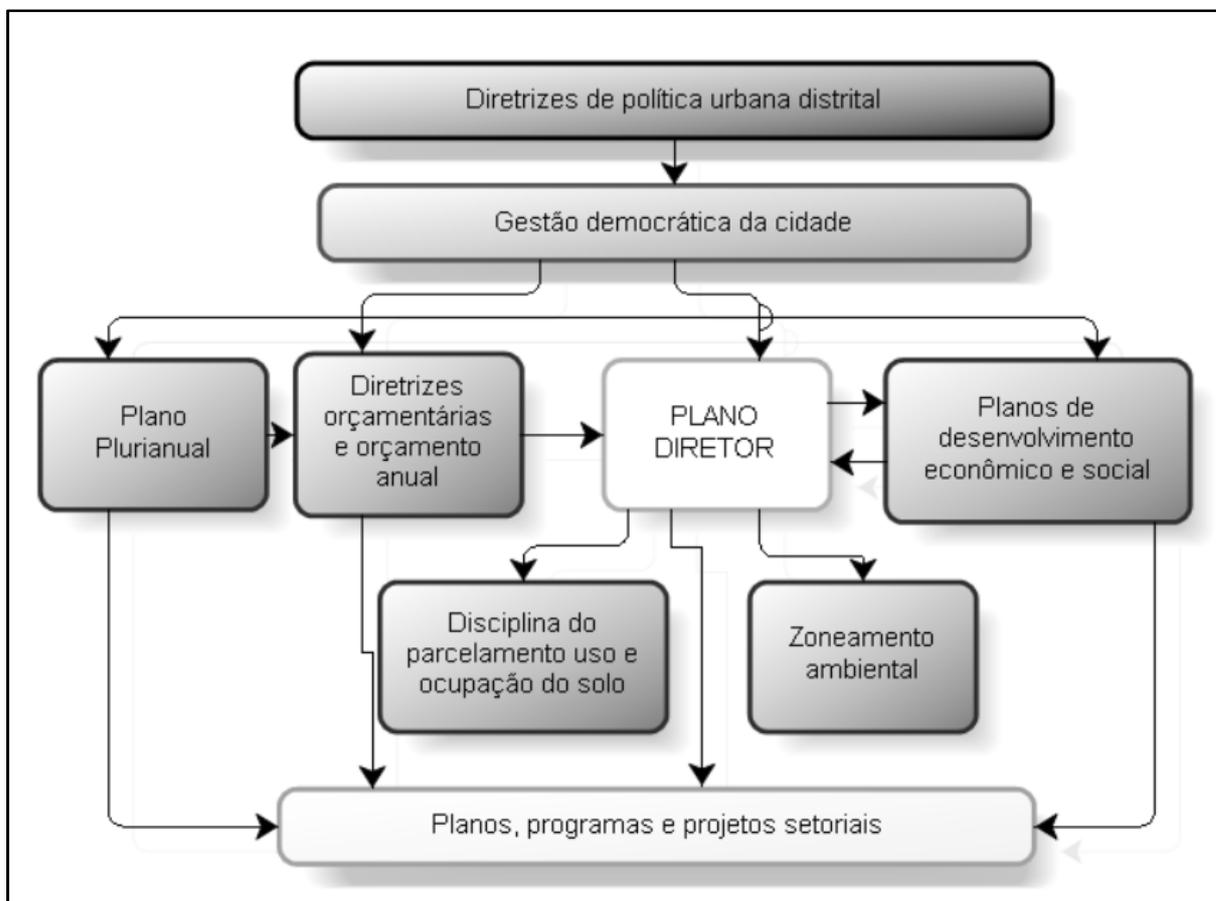


Figura 13 - Instrumentos da Política Urbana.  
Fonte: Adaptado de LACERDA et al 2005, p.57.

O Plano Diretor Local era o documento onde estavam as regras práticas para o uso e a ocupação de cada cidade do DF: onde eram permitidas as atividades (em que lugares da cidade podia haver indústrias, comércio, residências e outros) e como os edifícios podiam ser (tamanho, quantidade de pavimentos, afastamentos, entre outros). Em seu conteúdo também havia os projetos urbanos, alterações viárias, e outras ações para melhoria física e desenvolvimento das cidades.

No entanto, apenas foram concluídos os seguintes PDLs até 2007: Candangolândia, Sobradinho, Taguatinga, Ceilândia, Samambaia, Gama e Guará (Quadro 10).

Quadro 10 - Planos Diretores Locais do Distrito Federal

<b>LEI COMPLEMENTAR</b>	<b>ANO</b>	<b>APROVA O PLANO DIRETOR LOCAL DE:</b>
<b>NÚMERO</b>		
<b>56</b>	1997	Sobradinho
<b>97</b>	1998	Candangolândia
<b>90</b>	1998	Taguatinga
<b>314</b>	2000	Ceilândia
<b>370</b>	2001	Samambaia
<b>728</b>	2006	Gama
<b>733</b>	2006	Guará

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

Segundo AZEVEDO (2014. p. 9) após o PDOT 2009 a ideia de elaborar Planos Diretores Locais para cada cidade deixa de existir. Dessa forma, os conteúdos tratados em PDLs passaram a ser tratados pelo próprio PDOT (no caso dos coeficientes de aproveitamento e densidades de ocupação para as regiões do DF), pela LUOS (no caso das regras de construção e atividades permitidas para as cidades do DF), PPCUB e pelos Planos de Desenvolvimento Local (tratando de obras públicas para cada cidade do DF). Isso é explicado por AZEVEDO (2014. p. 9):

No entanto, de acordo com o histórico disponível na página da Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação a LUOS e o PPCUB ainda não foram aprovados até à época da redação deste trabalho. Sendo assim, a legislação vigente para a Região Administrativa do Guará que será utilizada nesse trabalho é o Plano Diretor Local aprovado pela Lei Complementar 733/2006.

#### 1.5.2. Parâmetros Urbanísticos de uso e ocupação do solo contidos no PDL

Os Parâmetros Urbanísticos consistem em grandezas que medem aspectos relevantes relativos à configuração urbana, à densidade e à paisagem urbana. E esses parâmetros precisam complementar um ao outro para gerar espaço equilibrado assim como se refere MASCARÓ (2015):

A qualidade de vida só é boa quando a legislação urbana, em conjunto, permitir uma boa harmonia entre densidade de ocupação do solo; alturas edificadas; afastamentos de frente, fundo e laterais e larguras das ruas, assim como outros fatores, como tipo de atividade dos usuários nesse setor, taxa de motorização, etc.

Embora os Planos Diretores Locais tenham buscado criar critérios mais homogêneos para a ocupação do solo urbano, até o presente, os parâmetros de ocupação do solo urbano são definidos lote a lote pela taxa de construção ou coeficiente de aproveitamento. Esta fragmentação gera ambiguidades e favorece o aparecimento de desconformidades.

Entre outros, destacam-se os seguintes Parâmetros Urbanísticos:

- Afastamentos obrigatórios
- Altura Máxima da Edificação
- Taxa de ocupação
- Coeficiente de aproveitamento

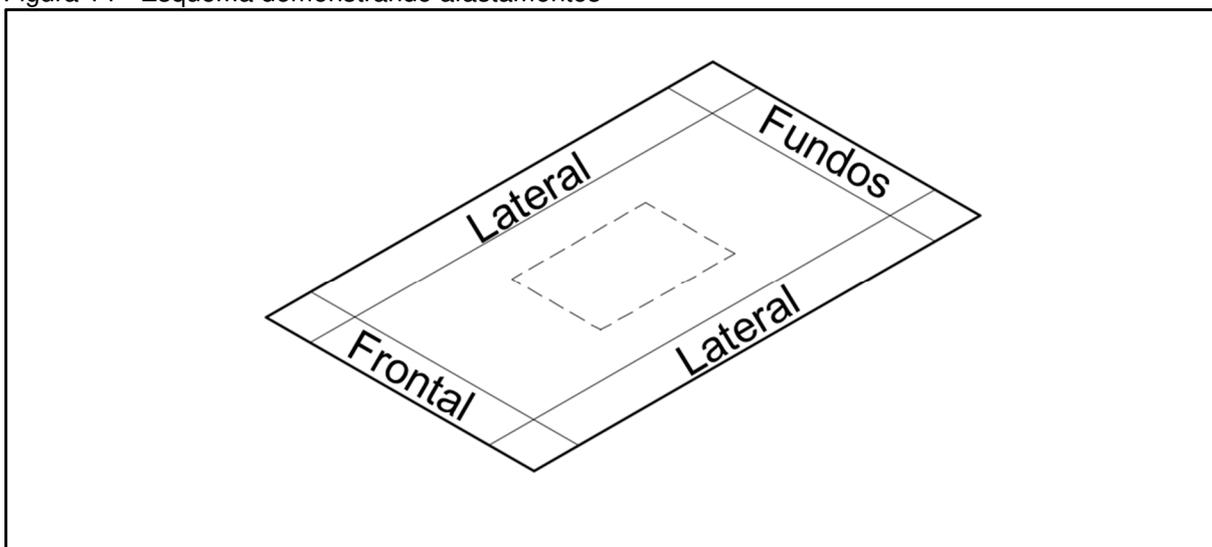
Esses parâmetros foram elencados porque, de alguma forma, podem influenciar no estudo da ventilação natural, questão proposta por este trabalho. A seguir, uma breve explanação sobre cada um desses parâmetros urbanísticos.

#### 1.5.2.1. Afastamentos obrigatórios

Segundo DISTRITO FEDERAL (2006), afastamentos obrigatórios são distâncias mínimas que devem ser observadas entre as fachadas das edificações e as divisas do lote. (Figura 14).

Essas faixas exigidas pela legislação têm por finalidade garantir iluminação, ventilação e uma margem de flexibilidade ao Projeto Urbanístico, como uma reserva de área para possíveis necessidades futuras de ampliação de redes de infraestrutura urbana.

Figura 14 - Esquema demonstrando afastamentos

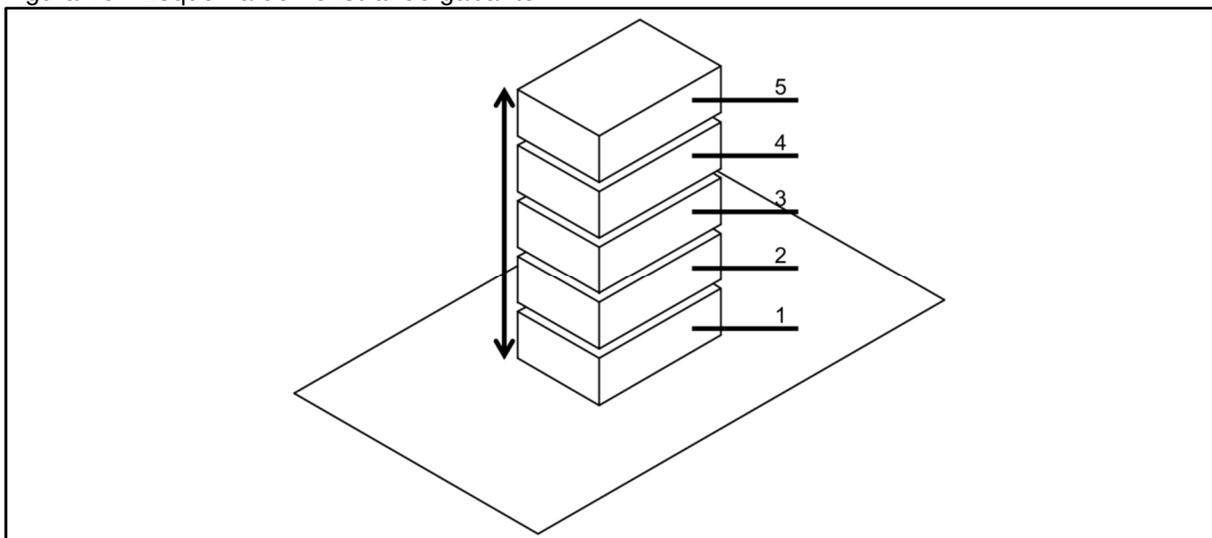


Fonte: Adaptado de Saboya, 2007

#### 1.5.2.2. Altura Máxima da Edificação

De acordo com DISTRITO FEDERAL (2006) é a distância entre a cota de soleira e o ponto mais alto da edificação, excluída a caixa d'água e a casa de máquinas. O gabarito é uma das limitações ao direito de construir e visa, especificamente, estabelecer a verticalização máxima de edificações (Figura 15).

Figura 15 - Esquema demonstrando gabarito

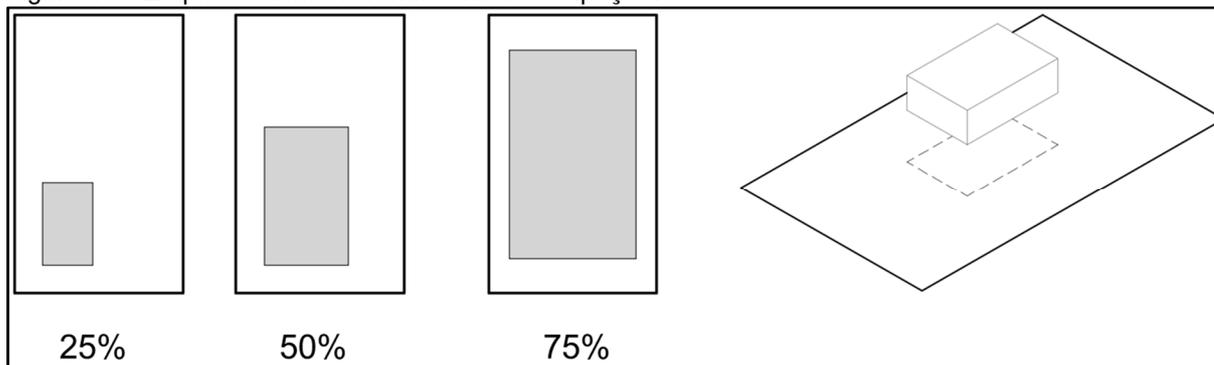


Fonte: Adaptado de Saboya, 2007

### 1.5.2.3. Taxa de ocupação

É a relação percentual entre a projeção da edificação e a área do terreno. Ou seja, ela representa a porcentagem do terreno sobre o qual há edificação (Figura 16).

Figura 16 - Esquema demonstrando taxa de ocupação.



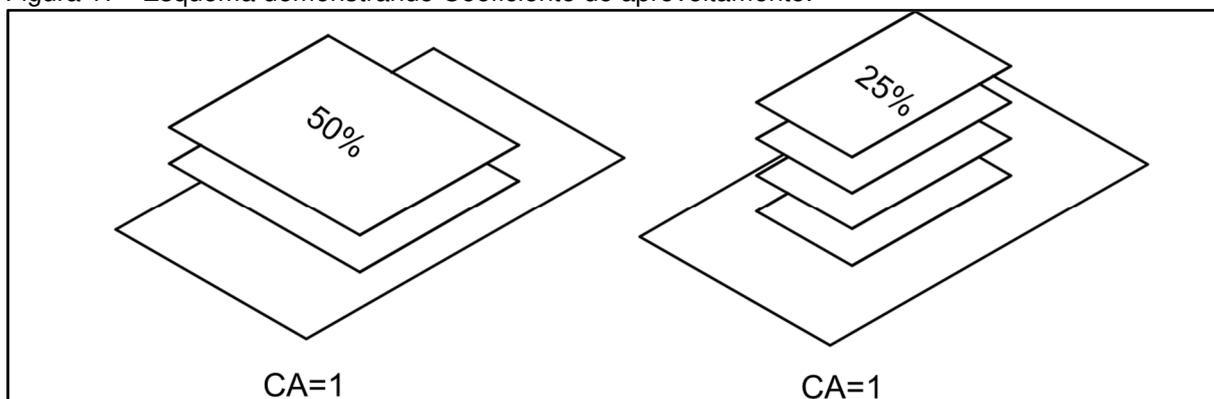
Fonte: Adaptado de Saboya, 2007

### 1.5.2.4. Coeficiente de aproveitamento

Conforme com DISTRITO FEDERAL (2006) é relação entre a área edificável e a área do terreno e é definido pelo PDL. (Figura 17). Segundo o PDL do Guará, pode ser dividido em:

- Básico: potencial construtivo definido para o lote e outorgado gratuitamente;
- Mínimo: abaixo do qual o imóvel poderá ser considerado subutilizado;
- Máximo: potencial construtivo que não pode ser ultrapassado e cujo ndice está definido no PDL, sendo outorgada onerosamente a diferença entre os coeficientes de aproveitamento máximo e básico;

Figura 17 - Esquema demonstrando Coeficiente de aproveitamento.



Fonte: Adaptado de Saboya, 2007

## 1.6. Estruturação dos parâmetros em quadro

Quadro 11 - Parâmetros de ocupação do solo de edifícios residenciais construídos

PARÂMETROS	LOTE 1	LOTE 2	LOTE3	LOTE 4
ÁREA DO LOTE (m <sup>2</sup> )				
CA BÁSICO				
CA MÁXIMO				
CA UTILIZADO				
TX OCUP MÁXIMA				
TX OCUP UTILIZADA				
ALTURA MÁXIMA (m)				
ALTURA UTILIZADA (m)				
NÚMERO DE PAVIMENTOS PERMITIDOS				
NÚMERO DE PAVIMENTOS UTILIZADOS				
AFASTAMENTO FRONTAL				
AFASTAMENTO FUNDO				
AFASTAMENTO LATERAL				

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

Este capítulo consiste em delimitar o objeto de estudo de caso para exemplificar a aplicação do método desenvolvido. Estão aqui os motivos da escolha da cidade, do Setor e das dimensões da malha de análise.

Posteriormente, a partir da escolha, faz-se o levantamento dos dados e a inserção no quadro de Parâmetros de ocupação do solo.

### **2.1. Limites Territoriais do objeto de estudo**

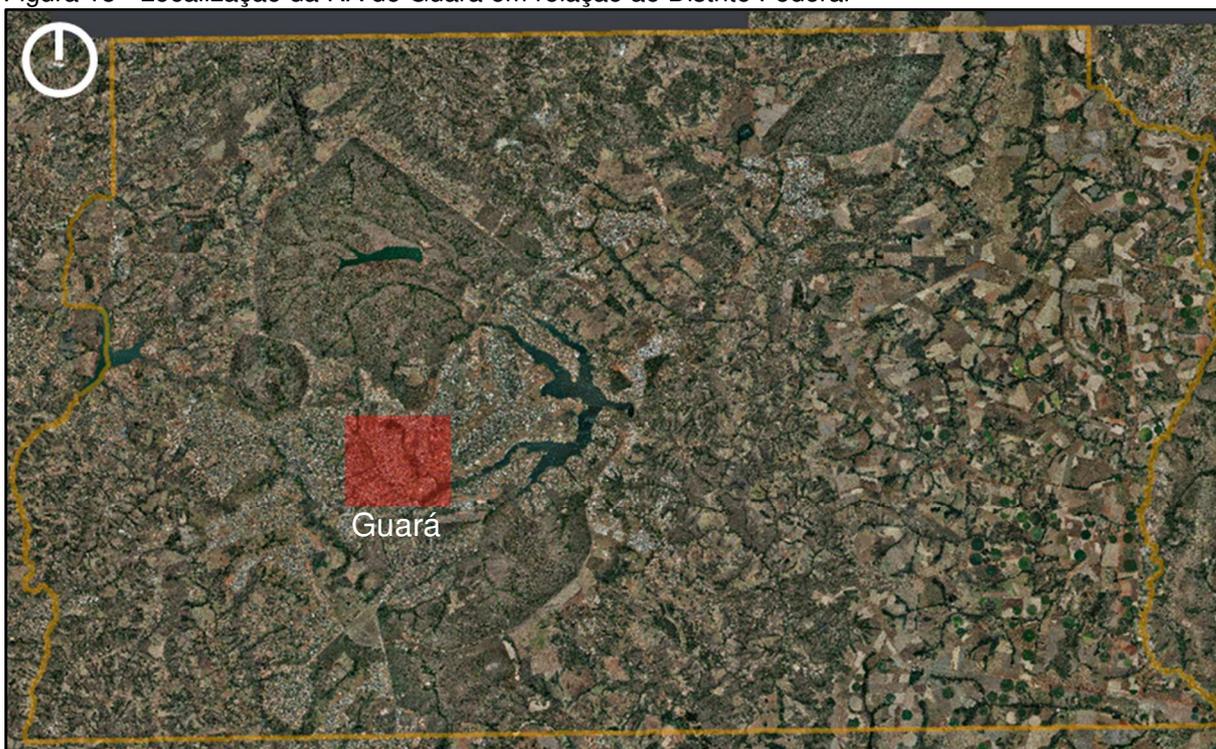
#### 2.1.1. Local escolhido para estudo: Região Administrativa do Guarά

Atualmente, encontra-se em evidência a cidade do Guarά, localizada na porção sudoeste do Distrito Federal, pois tem apresentado um crescimento acelerado devido às suas peculiaridades, quais sejam:

- Notória proximidade e facilidade de acesso (EPIA / EPGU) ao Plano Piloto de Brasília (Figura 18);
- Facilidade em relação a transporte (estações de metrô, recente transferência da Rodoviária Interestadual para local próximo ao Guarά, construção futura de estações do Expresso Sul);
- Investimentos em comércio (centros comerciais, hipermercados, feira permanente e polo de modas);
- Investimentos em moradia - novos empreendimentos;
- Existência de Plano Diretor Local aprovado.

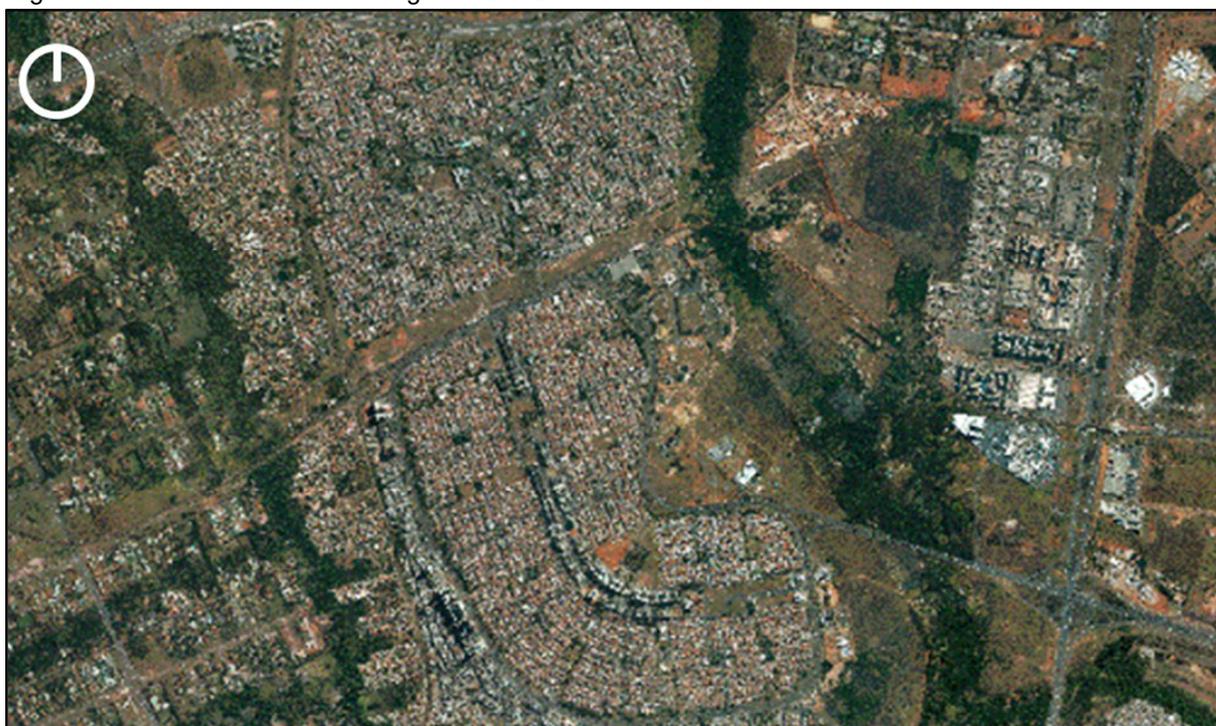
A cidade do Guarά foi então escolhida para este estudo, pois é um potencial alvo de especulação imobiliária por suas características (Figura 19).

Figura 18 - Localização da RA do Guará em relação ao Distrito Federal



Fonte: GEOPORTAL, 2017.

Figura 19 - Foto de satélite da Região Administrativa do Guará



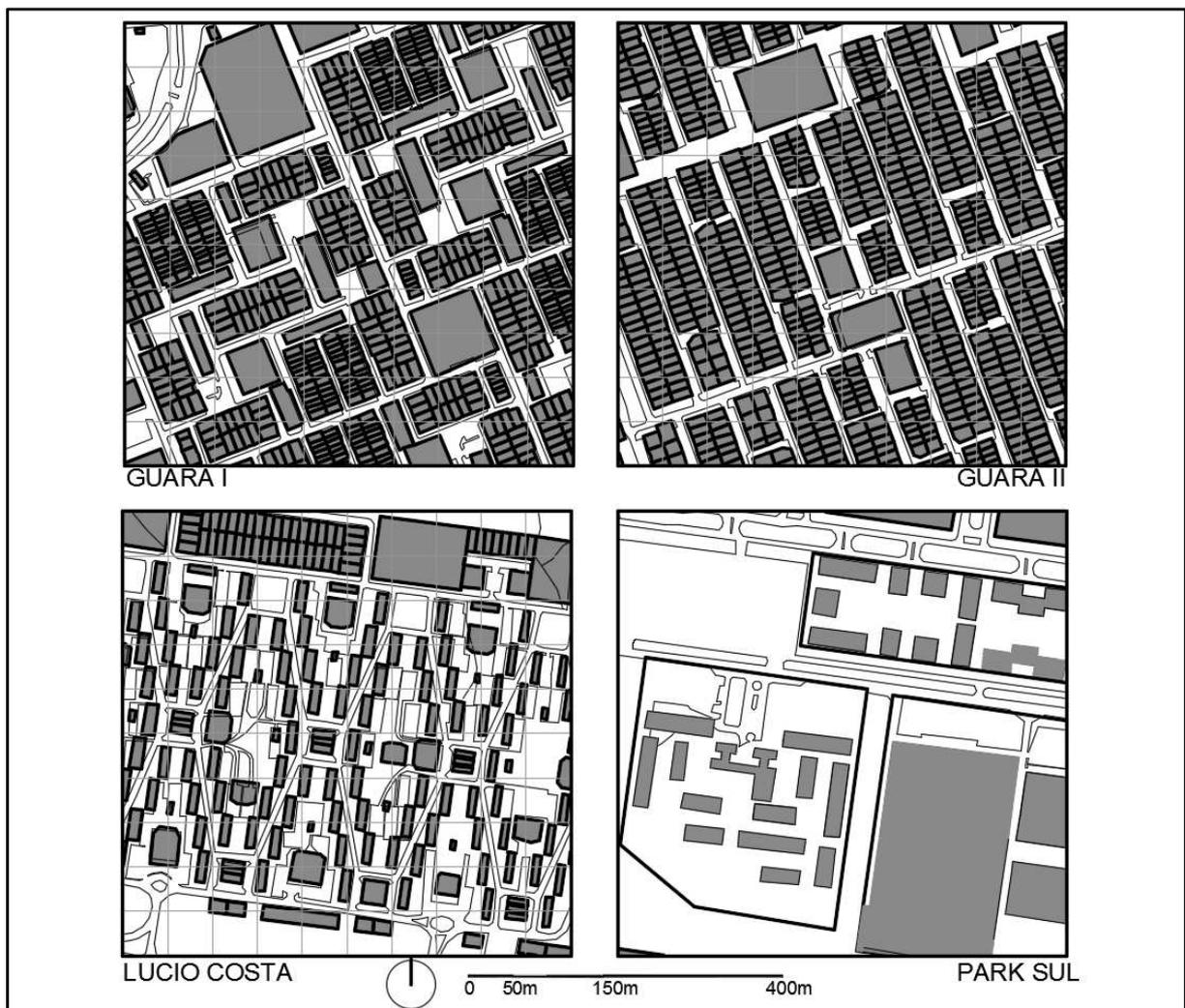
Fonte: GEOPORTAL, 2017.

### 2.1.1.1. Setor escolhido para estudo: O Setor Park Sul

A Região Administrativa do Guar´ tem not´vel voca¸o para o uso residencial. Dessa forma, identificaram-se as zonas urbanísticas da Região Administrativa do Guar´ (Figura 20) que possuem a predominância de uso do solo para fins residenciais. São elas:

- o Guar´ I (mescla de edifica¸ões unifamiliares e multifamiliares);
- o Guar´ II (maior parte de edifica¸ões unifamiliares),
- o setor Lucio Costa (edifica¸ões multifamiliares); e
- o Setor Park Sul (predom´nio de edifica¸ões multifamiliares verticalizadas).

Figura 20 – Morfologias da RA do Guar´ que possuem predominância de uso do solo para fins residenciais.



Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

Esse último, o Setor Park Sul (Figura 21), foi utilizado como a tipologia urbana representativa da malha urbana da cidade, estudo de caso deste trabalho, envolvendo a problemática da ventilação, pois é a zona urbanística residencial mais nova e discrepante da região administrativa do Guará.

O objeto de análise espacial se deu a partir de áreas habitacionais consolidadas para verificar a tendência de projetos e nível de respeito às diretrizes contidas na legislação pelos construtores na ocupação do território.

Figura 21 – Foto de Satélite do Setor Park Sul



Fonte: GEOPORTAL, 2017.

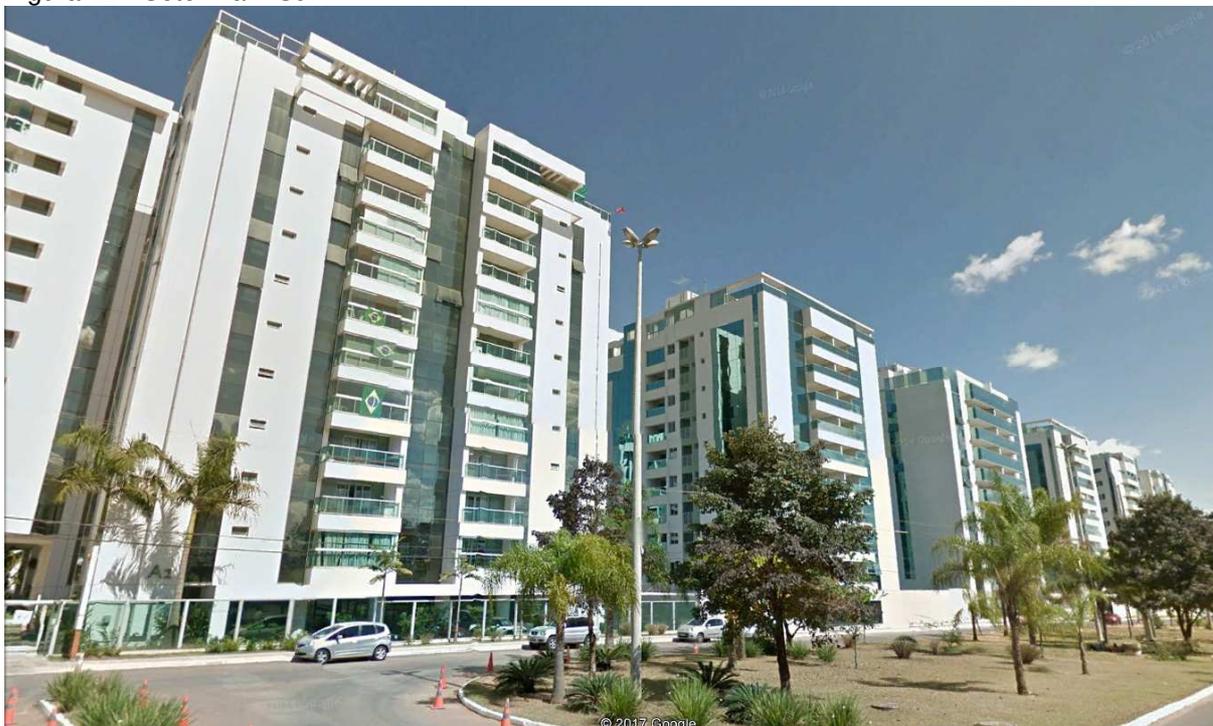
O setor Park Sul inicialmente era o Setor de Garagens e Concessionárias de veículos (SGCV) e o Setor de Múltiplas Atividades Sul. Uma localidade destinada ao uso comercial e de serviços. Por estar em um endereço privilegiado dentro do Distrito Federal, o local pode ter sofrido forte pressão imobiliária para ser transformado em área residencial. Esse processo é explicado por ZACARIAS e RIBEIRO (2016 p. 1):

O processo de verticalização das cidades consiste, basicamente, na multiplicação do solo urbano, por meio da articulação entre legislação urbanística e agentes privados interessados na sua reprodução e valorização. Como consequência, tem-se uma (re)configuração espacial e paisagística da cidade, transformando também sua estrutura socioeconômica. (

Dessa forma, o poder público parece ter cedido à imposição política e ainda atenuou a legislação de controle de uso do solo. Hoje, o Setor Park Sul é formado por condomínios de edifícios residenciais verticalizados.

Todo o Setor Park Sul é formado por Blocos de edifícios residenciais de apartamentos. São edificações de 10 e 11 pavimentos sem pilotis e sem nenhum vão para passagem de ventos em seus pavimentos intermediários.

Figura 22 - Setor Park Sul



Fonte: Google Street View

#### 2.1.1.2. Aspectos da ventilação do Park Sul

Foi gerada a rosa dos ventos no programa Sol-Ar do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) para a cidade de Brasília visando representar as principais direções de frequência de ocorrência dos ventos (Figura 23).

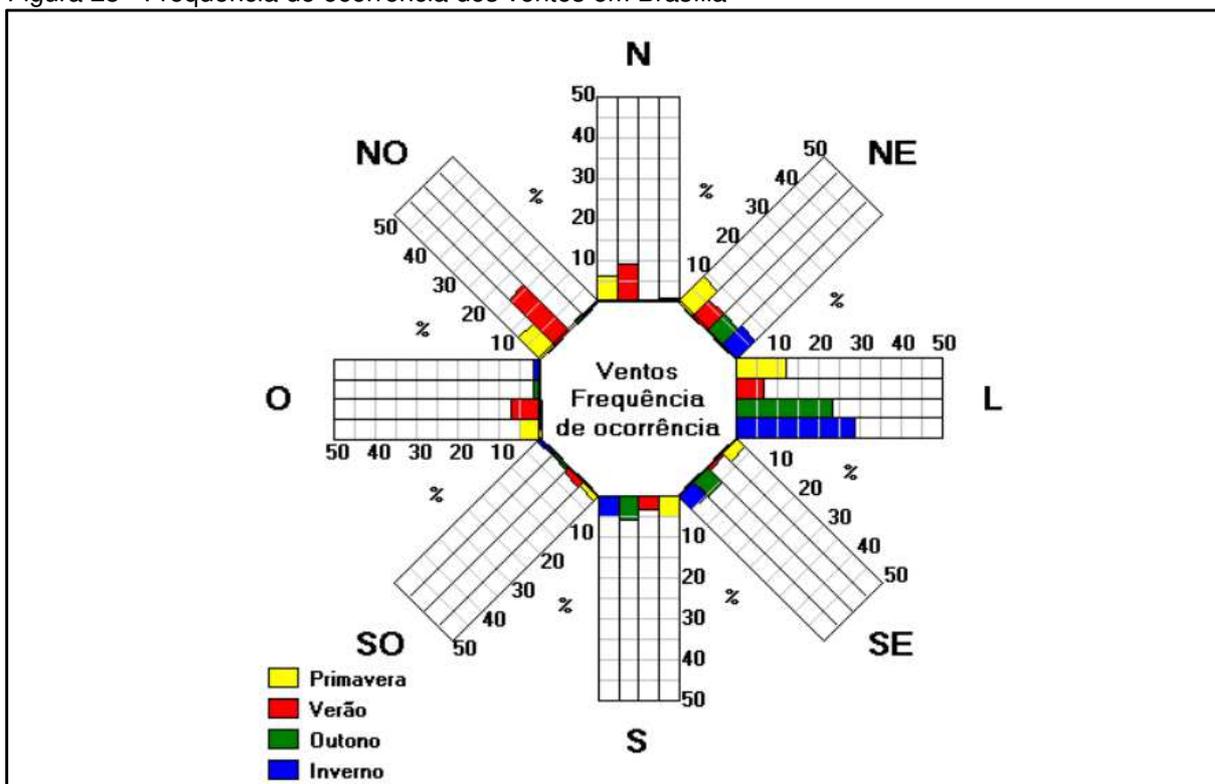
Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Quadro 12), e a partir da rosa dos ventos conclui-se que a incidência predominante dos ventos em Brasília é da direção Leste (E). No entanto, durante a estação chuvosa a predominância dos ventos é das direções Norte (N) e Noroeste.

Quadro 12 - Direção dos ventos predominantes:

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Calmo	Calmo	Calmo	E	E	E	E	E	E	Calmo	Calmo	Calmo

Fonte: Adaptado de INMET, 2017.

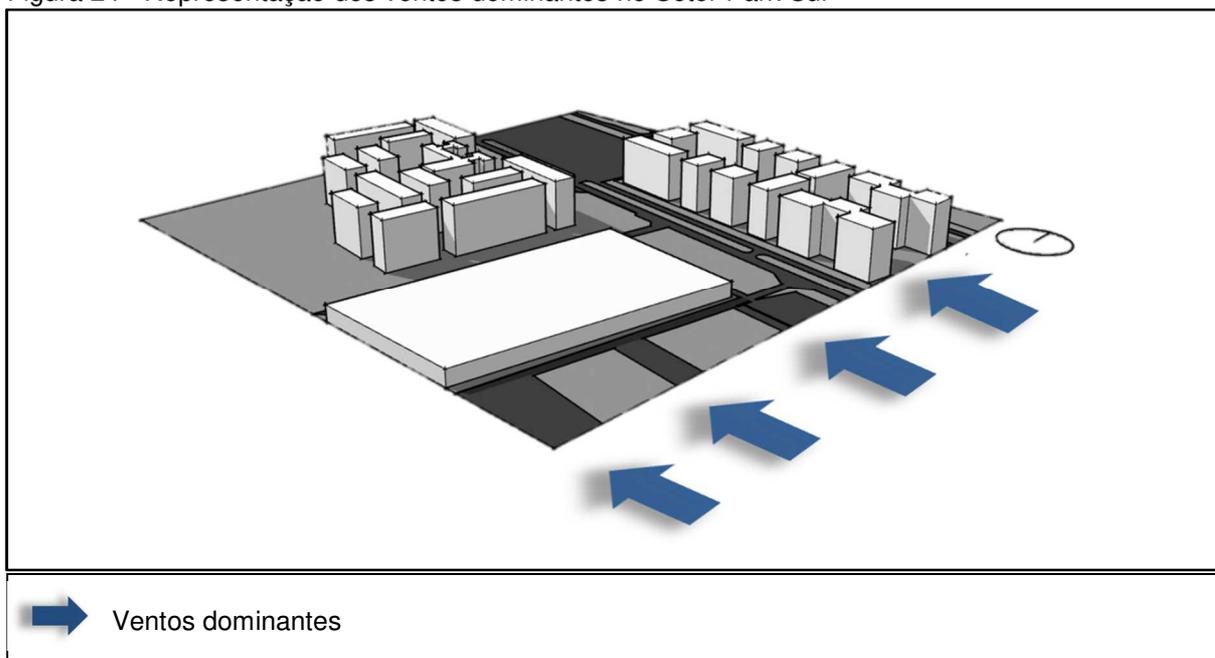
Figura 23 - Frequência de ocorrência dos ventos em Brasília



Fonte: Programa Sol-Ar – LabEEE

Para efeitos de representação, este trabalho utilizará apenas a direção predominante dos ventos em Brasília: a direção Leste (Figura 24).

Figura 24 - Representação dos ventos dominantes no Setor Park Sul



Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

## 2.1.2. Definição da escala de análise

Segundo LAMAS (2004), a produção do espaço urbano foi o resultado do modo como as várias partes ou elementos da cidade foram organizados e combinados, ou seja, o desenho urbano. No estudo da forma urbana, LAMAS (2004) aponta três dimensões:

- a “dimensão territorial”;
- a “dimensão urbana”;
- a “dimensão setorial”.

Dessa forma, é possível obter distintas leituras dos diversos elementos morfológicos.

Na dimensão territorial, a forma da cidade define-se pela relação dos macro elementos morfológicos como exemplo a distribuição dos bairros e o zoneamento dos diferentes usos.

Na dimensão urbana, os traçados e praças, os quarteirões e monumentos, os jardins e áreas verdes são os elementos morfológicos identificáveis.

Já na dimensão setorial, a forma urbana determina-se pela relação dos edifícios e dos espaços por eles definidos.

Sendo assim, pode-se perceber que de acordo com LAMAS (2004), a identificação dos diferentes elementos morfológicos no espaço urbano varia de acordo com a dimensão escolhida para a análise, ou seja, a forma aplica-se a conjuntos urbanos de diversas grandezas.

Em relação às escalas de percepção ambiental aplicadas à cidade, ROMERO (2011) estabeleceu um entendimento das escalas da cidade, de forma completa, subdivididas em macro, meso e micro escalas, descritas no Quadro 13.

Quadro 13 - Escalas de Percepção

<b>Escala da Cidade</b>	Macro escala da grande dimensão das estruturas urbanas;
<b>Escala do Setor</b>	Escala intermediária da área ou do sítio;
<b>Escala do Lugar</b>	Micro escala de dimensões específicas do lugar;
<b>Escala do Edifício</b>	Micro escala de dimensões específicas dos edifícios

Fonte: Adaptado de ROMERO, 2011. p. 136

“O estudo urbano a partir das suas diversas escalas de abordagem dá uma visão ampla das condicionantes e determinantes que agem sobre a cidade e, ao mesmo tempo, permite ao urbanista uma percepção local mais coerente com as dinâmicas regionais que atuam na produção e reprodução do urbano.” (SILVA; ROMERO, 2011)

A escala da cidade e do setor tem uma visão distanciada da cidade, não percebendo as necessidades específicas de cada local. A escala do lugar, por sua vez, corresponde ao espaço coletivo e de valor das ações cotidianas, neste, em relação ao conforto térmico do transeunte. Já a escala do edifício diz respeito às relações de um único edifício e seu entorno.

Segundo ALLARD e GHIAUS (2006), no caso da ventilação natural, a dimensão do trecho urbano a ser analisado está, geralmente, relacionada com o tamanho da quadra, ou considera a distância do objeto em análise até o volume de maior influência no comportamento da ventilação.

Como esta pesquisa tem como foco a inter-relações entre os blocos de edifícios e os espaços entre eles e a ventilação, assim, a dimensão setorial e escala do lugar foram escolhidos para este estudo, ou seja, uma porção do Setor Park Sul do Guará.

### 2.1.3. Definição e construção da malha de análise

Para garantir que a análise se concentre na dimensão setorial e na escala do lugar é necessário estabelecer um polígono (malha de análise) de 500 metros por 500 metros (área mais abrangente ainda considerada escala do lugar) e inserir os dados da porção urbana escolhida.

Os dados oficiais de dimensões e posicionamento de vias, bairros, quadras, lotes, entre outros de todo o território do DF são fornecidos no Geoportal (SEGETH,2016).

Em seguida, de posse dos dados, é preciso inseri-los no polígono e desenhar os blocos de edifícios no interior dos lotes.

No caso deste trabalho, os seguintes empreendimentos do Setor Park Sul estão compreendidos na malha de 500m x 500m (Figura 25):

- **Ilhas Maurício** – SGCV Lotes 25 e 26 -
- **Living Park** - SMAS Trecho 1 Lote C
- **Prime Residence** - SGCV Lotes 27 a 30

Figura 25 - Empreendimentos do Setor Park Sul



Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

#### 2.1.4. Levantamento de dados no Plano Diretor Local

Os valores dos parâmetros urbanísticos elencados como possíveis influenciadores na ventilação natural podem ser obtidos no anexo IX da minuta Lei de Uso e Ocupação do Solo (Quadro 14) e no anexo IX do PDL do Guará (Quadro 15).

Quadro 14 - Parâmetros de Ocupação do Solo das áreas residenciais do Guará

UOS	ÁREA (m <sup>2</sup> )	CFA B	CFA M	TX OCUP	TX PERM	ALT. MAX	# PAV	AFR	AFU	AF LAT	AF ESQ	AF DIR
RE 3 <sup>(1)</sup>	$2.000 \leq \alpha < 3.500$	3,00	3,50	50%	20%	27,00	pilotis + 6	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
RE 3 - QELC	$200 \leq \alpha < 2.000$	3,00	3,00	100%	-	16,00	pilotis + 3	-	-	-	-	-
RE 3 - QE 38	$1.000 \leq \alpha < 1.500$	3,00	6,50	100%	-	27,00	pilotis + 6	-	-	-	-	-
RO 1	$\alpha < 150$	1,40	2,70	90%	-	12,50	3	-	-	-	-	-
RO 1	$150 \leq \alpha < 500$	1,40	2,50	85%	10%	12,50	3	-	-	-	-	-
RO 2	$\alpha < 150$	1,40	2,70	90%	-	12,50	3	-	-	-	-	-
RO 2	$150 \leq \alpha < 500$	2,50	2,50	85%	10%	12,50	3	-	-	-	-	-
RO 3 - QELC	$500 \leq \alpha < 800$	3,00	3,00	80%	10%	16,00	4	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
RO 3 - QE 38	$800 \leq \alpha < 1.000$	4,00	4,00	100%	-	19,50	5	-	-	-	-	-
RO 3 <sup>(2)</sup>	$4.000 \leq \alpha < 5.000$	3,00	3,00	50%	10%	45,00	12	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
RO 3	$60.000 \leq \alpha < 65.000$	2,00	2,00	70%	20%	34,00	9	10,00	7,50	10,00	10,00	10,00
RO 3 - SGCV	$5.000 \leq \alpha < 5.500$	3,00	3,00	70%	10%	41,50	11	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00

Fonte: Adaptado de ANEXO DA MINUTA DA LUOS

Quadro 15 – Listagem de Endereços segundo os Parâmetros Urbanísticos

ENDEREÇO	USO ANTERIOR	COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO			NÍVEL DE RESTRIÇÃO	ÁREA	TAXA DE PERMEABILIDADE
		Básico	Máx	Ajuste			
SMAS Trecho 1 Lote C	Comercial	1.4	2.0	0,6	R2	62500,00	30%
SGCV Lote 25	Comercial	2.1	3.0	0,6	R3	5250	30%
SGCV Lote 26	Comercial	2.1	3.0	0,6	R3	5250	30%
SGCV Lote 27	Comercial	2.1	3.0	0,6	R3	5250	30%
SGCV Lote 28	Comercial	2.1	3.0	0,6	R3	5250	30%
SGCV Lote 29	Comercial	2.1	3.0	0,6	R3	5250	30%
SGCV Lote 30	Comercial	2.1	3.0	0,6	R3	5250	30%

Fonte: Adaptado de ANEXO IX. DISTRITO FEDERAL, 2006.

### 2.1.5. Estruturação em quadro

De posse dos dados é possível preencher o quadro de parâmetros de ocupação do solo dos edifícios construídos na malha de análise do Setor Park Sul. (Quadro 16)

Quadro 16 - Parâmetros de ocupação do solo de edifícios residenciais construídos

<b>PARÂMETROS</b>	<b>ILHAS MAURICIO</b>	<b>LIVING PARK</b>	<b>PRIME RESIDENCE</b>
ÁREA DO LOTE (m <sup>2</sup> )	10600	43350	20700
COEFICIENTE DE APROVEIT. BASICO	3	3	3
COEFICIENTE DE APROVEIT. MÁXIMO	3	3	3
COEFICIENTE DE APROVEIT. UTILIZADO	3	3	3
TAXA DE OCUPAÇÃO MÁXIMA	70%	70%	70%
TAXA DE OCUPAÇÃO UTILIZADA	40%	36%	31%
ALTURA MÁXIMA (m)	41,5	41,5	41,5
ALTURA UTILIZADA (m)	41,5	41,5	41,5
NÚMERO DE PAVIMENTOS PERMITIDOS	11	10	11
NÚMERO DE PAVIMENTOS UTILIZADOS	11	10	11
AFASTAMENTO FRONTAL	3	3	3
AFASTAMENTO FUNDO	10	7,5	10
AFASTAMENTO LATERAL	3	3	3

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

Este Capítulo caracteriza-se pela aplicação do método desenvolvido para análise da relação dos aspectos gerais da ventilação natural e os parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo, ou seja, o cálculo dos atributos a partir dos dados dos parâmetros levantados no PDL e assim chegar a um diagnóstico da área em questão.

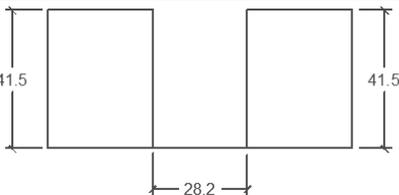
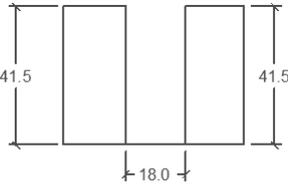
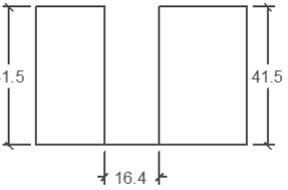
Para visualizar se existiam outras opções de projeto, obedecendo a legislação, mas que resultasse em um espaço com maior conforto térmico em relação à ventilação natural, foi feita a criação de outros cenários simulados a partir da substituição de um dos parâmetros urbanísticos.

### 3.1. Aplicação do Sistema na situação existente – Cenário A

#### 3.1.1. Cálculo dos atributos

##### 3.1.1.1. Fator W/H

Quadro 17 - Classificação em relação ao Fator W/H – Cenário A.

LOCAL	CORTE ESQUEMÁTICO	VALOR W/H	MÉDIA	CLASSIFICAÇÃO
<b>Ilhas Maurício</b>		0.67	0.49	Espaço Claustrofóbico
<b>Living</b>		0.43		
<b>Prime</b>		0.39		

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

### 3.1.1.2. Fator de Rugosidade

Quadro 18 - Classificação em relação à rugosidade – situação atual.

LOCAL	ZONA CLIMÁTICA	IMAGEM	RUGOSIDADE
<b>Park Sul</b>	<p>Área urbana intensamente desenvolvida, com edifícios altos separados, porém próximos, com revestimento (centro da cidade).</p> 		<p><b>8</b></p> <p>Alto Impacto</p>

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

### 3.1.1.3. Densidade

$$Densidade = \frac{\text{área edificada}}{\text{área da malha}}$$

$$Densidade = \frac{129421+77138+40218+36960}{250000} = 1,13 = 113\%$$

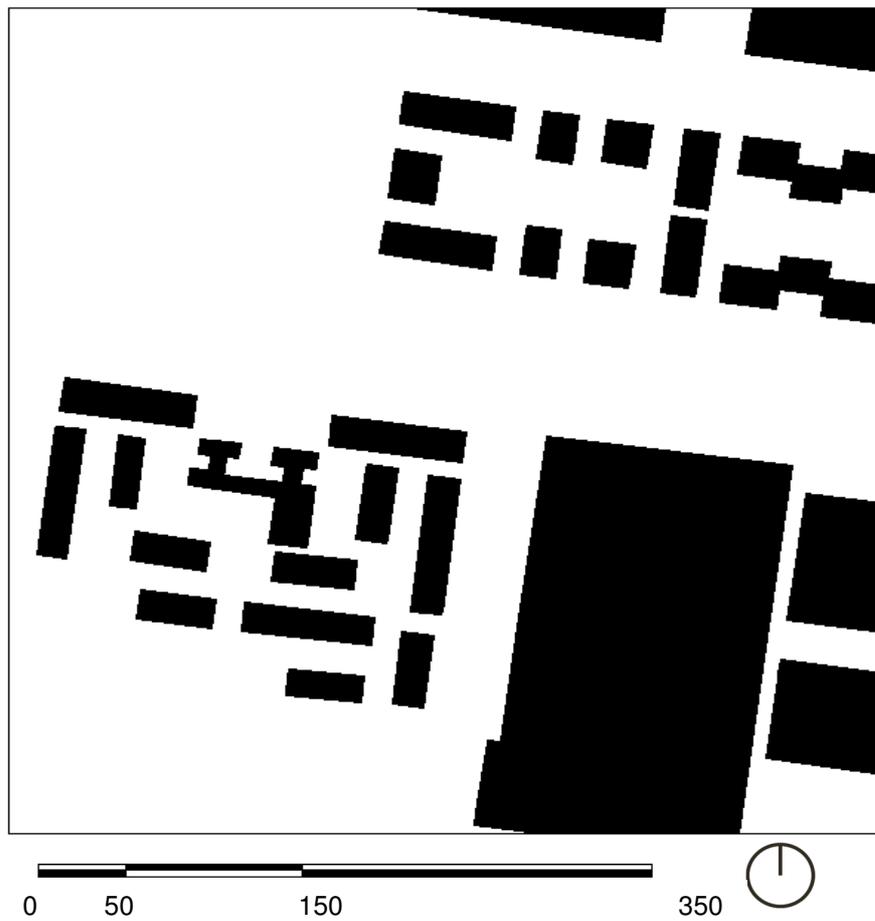
Blocos com 10 e 11 pavimentos e 113% densidade - Cidade vertical

### 3.1.1.4. Porosidade

$$\text{Porosidade} = \frac{\text{m\u00e9dia das \u00e1reas de telhado de cada edif\u00edcio}}{\text{m\u00e9dia das \u00e1reas dos lotes de cada edif\u00edcio}}$$

$$\text{Porosidade} = \frac{0,31+0,36+0,43+0,45}{4} = 0,39 = 39\%$$

Figura 26 - Mapa de Noli - cheios e vazios



Fonte: Louyse Guide Veiga Arboes

### 3.1.2. Estruturação dos atributos em um quadro de avaliação

Quadro 19 – Avaliação da situação existente

ATRIBUTO MORFOLÓGICO	VALORES ANALÍTICOS	PONTOS	VALOR LEVANTADO	NOTA
FATOR W/H	W= 1/8H a W=1/2H - Espaço Claustrofóbico	0	0,49 Espaço Claustrofóbico	0
	W=1H a W=3H - Espaço de Recolhimento	2		
	W=ou>4 - Espaço Expansivo	0		
FATOR DE RUGOSIDADE	1 a 4 - pouco impacto na ventilação	2	8 Alto impacto	0
	5 a 7 - médio impacto na ventilação	1		
	8 a 10 - Alto impacto na ventilação	0		
DENSIDADE	Dispersa	1	113%	1
	Compacta	2		
	Vertical	1		
POROSIDADE (CHEIOS E VAZIOS)	Cheio (0-40%)	1	39%	1
	Cheio (41-60%)	2		
	Cheio (71-100%)	0		
<b>Avaliação Total</b>				<b>2</b>

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

### 3.1.3. Resultado para Cenário A:

Pontuação: 2 pontos

**Péssima ventilação Urbana**



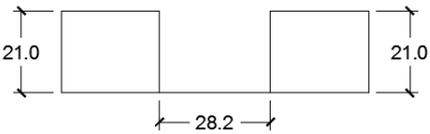
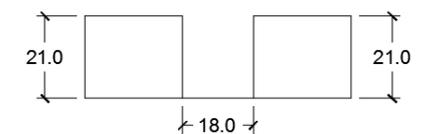
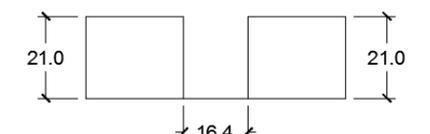
### 3.2. Aplicação do Sistema alterando o Coeficiente de Aproveitamento – Cenário B

Alterando o Coeficiente de Aproveitamento de 3 para 1,7, os blocos devem ter no máximo 6 pavimentos e 21 metros de altura.

#### 3.2.1. Cálculo dos atributos

##### 3.2.1.1. Fator W/H

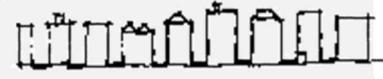
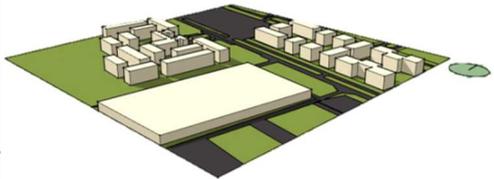
Quadro 20 - Classificação em relação ao Fator W/H – Cenário B - CA = 1,7

LOCAL	CORTE ESQUEMÁTICO	VALOR W/H	MÉDIA	CLASSIFICAÇÃO
Ilhas Maurício		1,34	0,99	Espaço de Recolhimento
Living		0,85		
Prime		0,78		

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

##### 3.2.1.2. Fator de Rugosidade

Quadro 21 - Classificação à rugosidade - CA 1,7

LOCAL	ZONA CLIMÁTICA	IMAGEM	RUGOSIDADE
Park Sul	Área intensamente desenvolvida com alta densidade, com edifícios de 2 a 5 andares, geminados ou muito próximos 		7 Médio Impacto

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

### 3.2.1.3. Densidade

$$Densidade = \frac{\text{área edificada}}{\text{área da malha}}$$

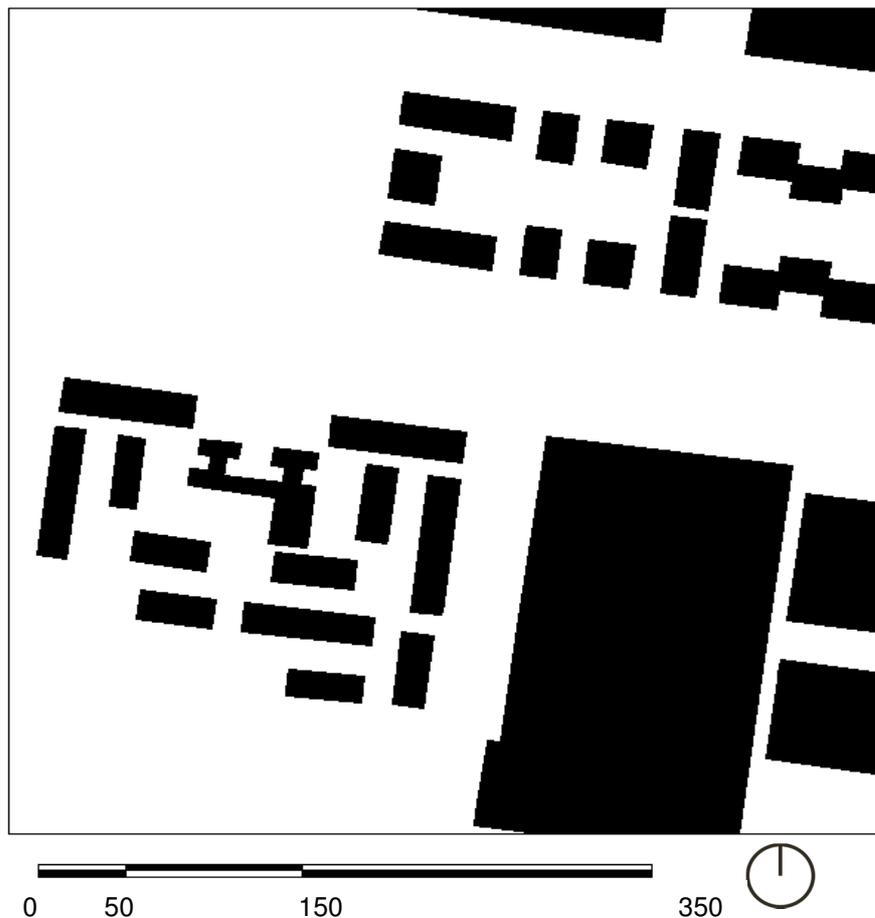
$$Densidade = \frac{77945+42318+22408+36960}{250000} = 0,718 = 71\%$$

Blocos com 6 pavimentos e 71% - Cidade Compacta

### 3.2.1.4. Porosidade

Alterando o Coeficiente de Aproveitamento, a porosidade não é influenciada. Continua em 39%.

Figura 28 - Mapa de Noli - cheios e vazios



Fonte: Louyse Guide Veiga Arboes

### 3.2.2. Estruturação dos atributos em um quadro de avaliação

Quadro 22 - Alteração do Coeficiente de Aproveitamento de 3 para 1,7.

ATRIBUTO MORFOLÓGICO	VALORES ANALÍTICOS	PONTOS	VALOR LEVANTADO	NOTA
FATOR W/H	W= 1/8H a W=1/2H - Espaço Claustrofóbico	0	0,99 Espaço de Recolhimento	2
	W=1H a W=3H - Espaço de Recolhimento	2		
	W=ou>4 - Espaço Expansivo	0		
FATOR DE RUGOSIDADE	1 a 4 - pouco impacto na ventilação	2	7 Médio impacto	1
	5 a 7 - médio impacto na ventilação	1		
	8 a 10 - Alto impacto na ventilação	0		
DENSIDADE	Dispersa	1	71%	2
	Compacta	2		
	Vertical	1		
POROSIDADE (CHEIOS E VAZIOS)	Cheio (0-40%)	1	39%	1
	Cheio (41-60%)	2		
	Cheio (71-100%)	0		
<b>Avaliação Total</b>				<b>6</b>

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

### 3.2.3. Resultado para Cenário B:

Pontuação: 6 pontos

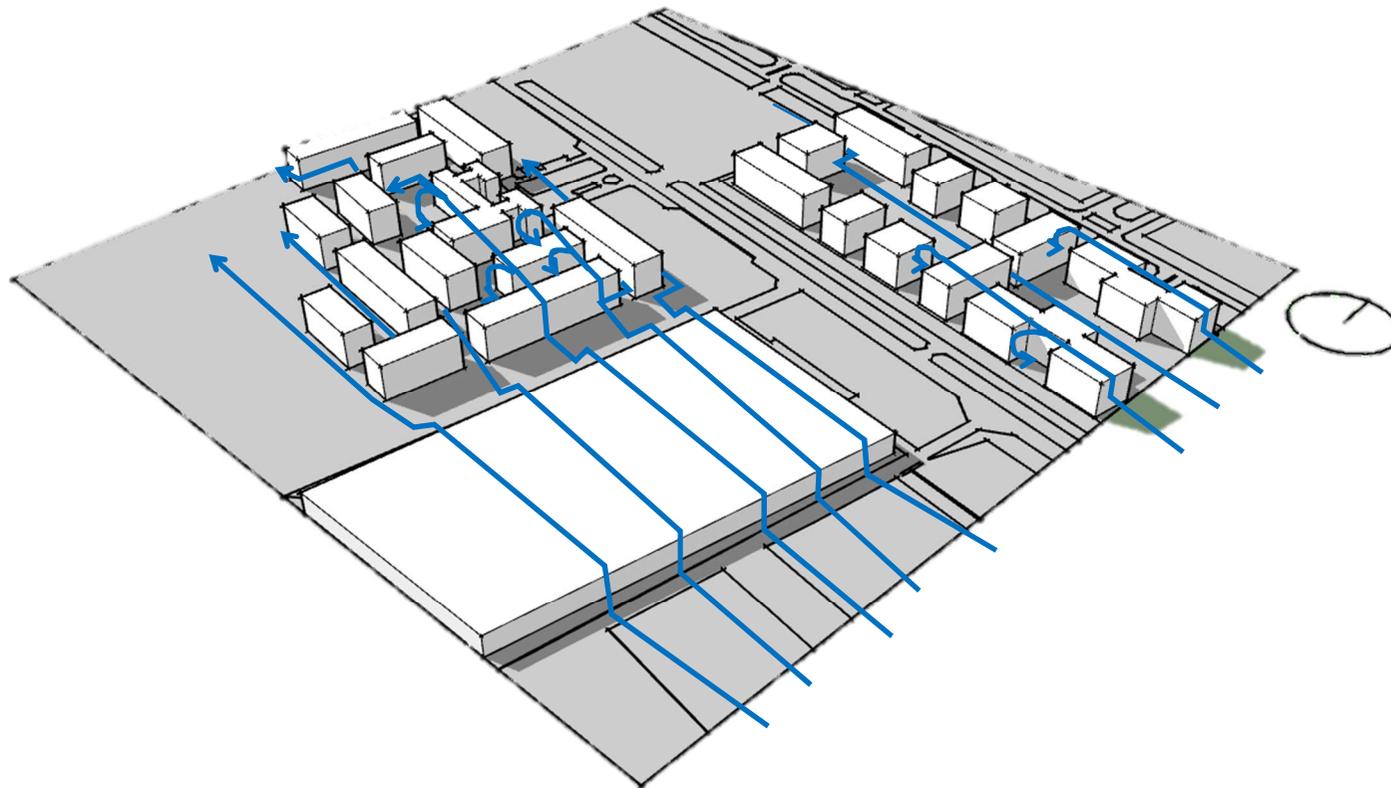
**Ventilação Urbana Regular**

### 3.2.4. Representação

Figura 29 - Desenho esquemático - Efeitos Aerodinâmicos do vento aplicados à zona urbana estudada CA = 1,7

#### PARK SUL – COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO DE 1,7

Ventos dominantes 



Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

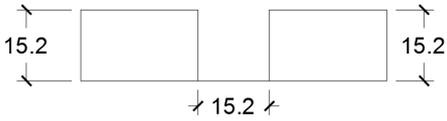
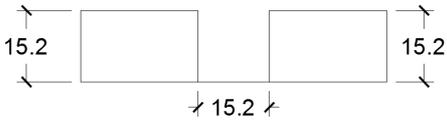
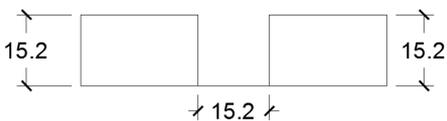
### 3.3. Aplicação do Sistema alterando a Taxa de Ocupação – Cenário C

#### 3.3.1. Cálculo dos atributos

Utilizando uma taxa de ocupação próxima a 70%, e mantendo um coeficiente de aproveitamento de 3, os blocos devem ter no máximo 4 pavimentos e 15,2 metros de altura.

##### 3.3.1.1. Fator W/H

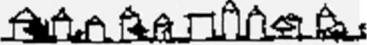
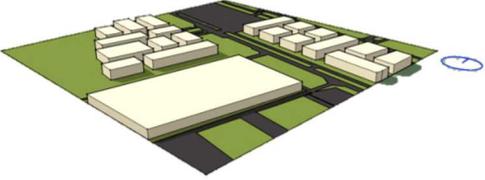
Quadro 23 - Classificação em relação ao Fator W/H – Cenário B - TO = 70%

LOCAL	CORTE ESQUEMÁTICO	VALOR W/H	MÉDIA	CLASSIFICAÇÃO
Ilhas Maurício		1	1	Espaço de Recolhimento
Living		1		
Prime		1		

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

##### 3.3.1.2. Fator de Rugosidade

Quadro 24 - Classificação em relação à rugosidade – TX Ocup = 70%

LOCAL	ZONA CLIMÁTICA	IMAGEM	RUGOSIDADE
Park Sul	Área altamente desenvolvida, com densidade urbana média, casas em fileiras ou isoladas com pequenos afastamentos (casas, lojas e apartamentos) (zona residencial). 		7 Médio Impacto

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

### 3.3.1.3. Densidade

$$Densidade = \frac{\text{área edificada}}{\text{área da malha}}$$

$$Densidade = \frac{85980+49896+28596+36960}{250000} = 0,805 = 80\%$$

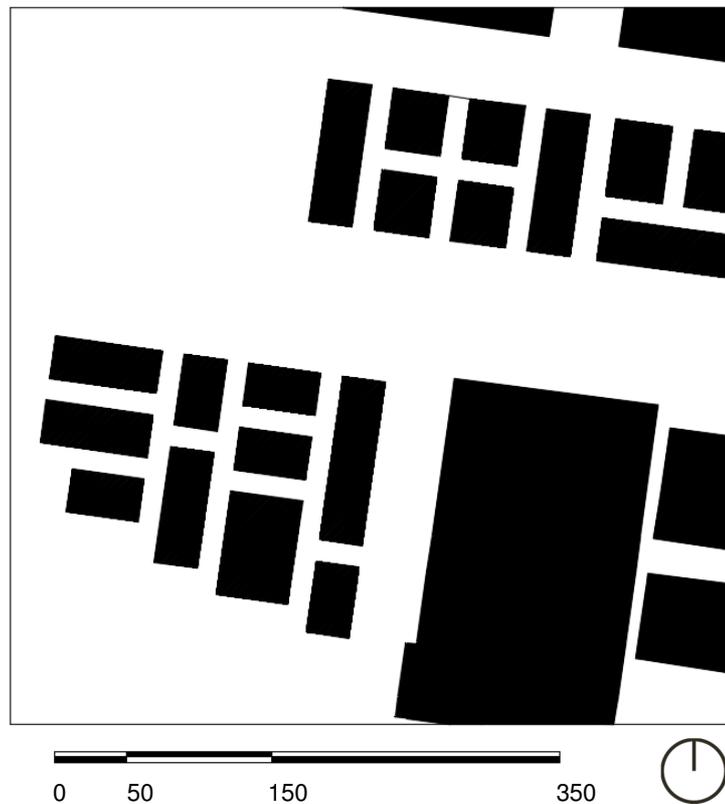
Blocos com 4 pavimentos e 80% - Cidade Compacta

### 3.3.1.4. Porosidade

$$Porosidade = \frac{\text{média das áreas de telhado de cada edifício}}{\text{média das áreas dos lotes de cada edifício}}$$

$$Porosidade = \frac{0,49+0,60+0,67+0,45}{4} = 0,55 = 55\%$$

Figura 30 - Cheios e vazios com Taxa de ocupação próximo a 70%



Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

### 3.3.2. Estruturação dos atributos em um quadro de avaliação

Quadro 25 - Alteração da Taxa de Ocupação 35% para 70%.

ATRIBUTO MORFOLÓGICO	VALORES ANALÍTICOS	PONTOS	VALOR LEVANTADO	NOTA
FATOR W/H	W= 1/8H a W=1/2H - Espaço Claustrofóbico	0	1 Espaço de Recolhimento	2
	W=1H a W=3H - Espaço de Recolhimento	2		
	W=ou>4 - Espaço Expansivo	0		
FATOR DE RUGOSIDADE	1 a 4 - pouco impacto na ventilação	2	7 Médio impacto	1
	5 a 7 - médio impacto na ventilação	1		
	8 a 10 - Alto impacto na ventilação	0		
DENSIDADE	Dispersa	1	80%	2
	Compacta	2		
	Vertical	1		
POROSIDADE (CHEIOS E VAZIOS)	Cheio (0-40%)	1	55%	2
	Cheio (41-60%)	2		
	Cheio (71-100%)	0		
Avaliação Total				7

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés.

### 3.3.3. Resultado para Cenário C:

Pontuação: 7 pontos

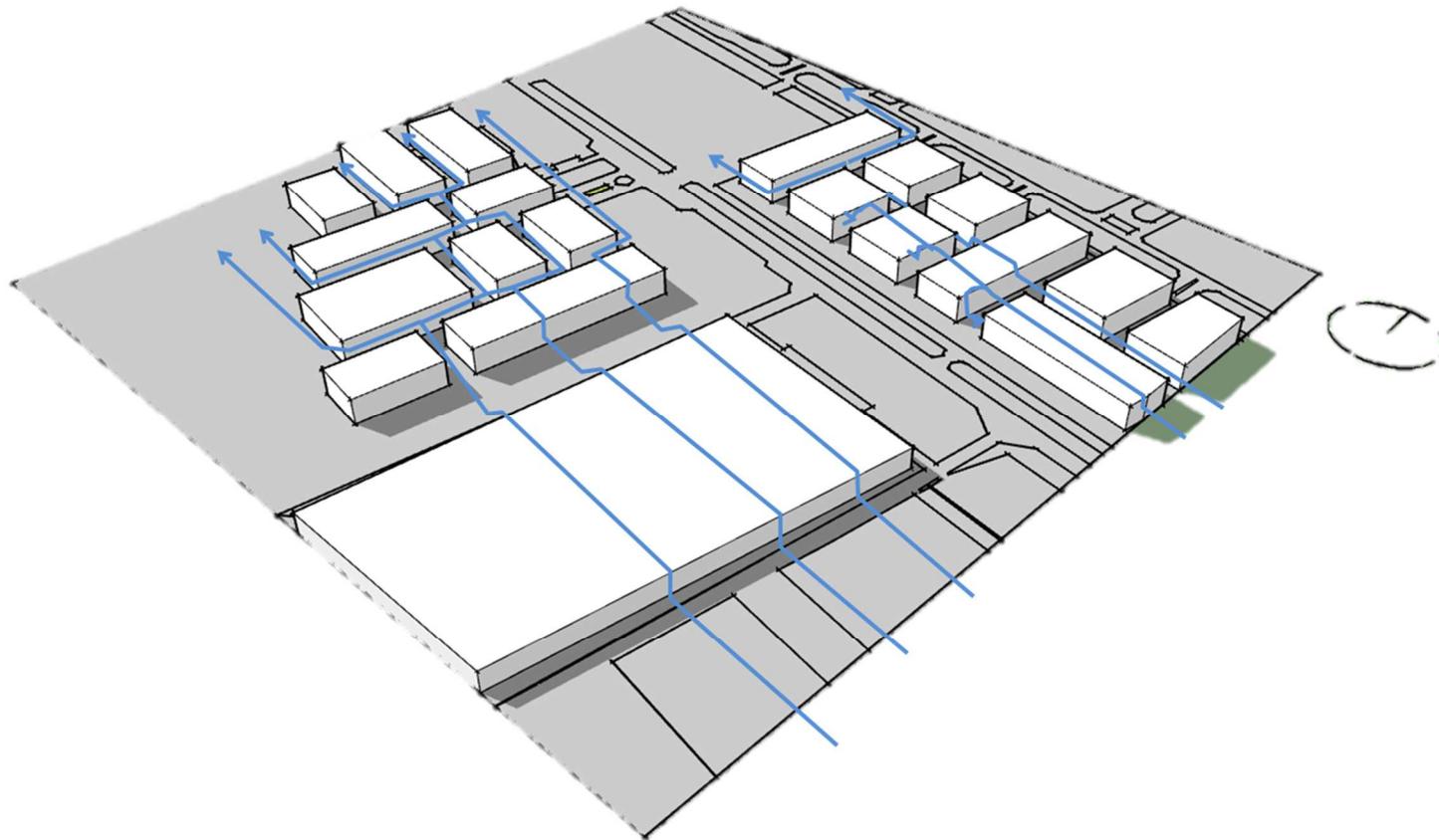
**Ventilação Urbana Satisfatória**

### 3.3.4. Representação

Figura 31 - Desenho esquemático - Efeitos Aerodinâmicos do vento aplicados à zona urbana estudada TO = 70%

#### PARK SUL – TAXA DE OCUPAÇÃO DE 70%

Ventos dominantes 



## CAPÍTULO 04 - ANÁLISES E CONSIDERAÇÕES

---

### 4.1. Análise dos Cenários

#### 4.1.1. Diagnóstico do Cenário A

No Cenário A, pode-se verificar que o fator W/H, com valor de 0,49, tem um caráter de espaço Claustrofóbico. Isso ocorre porque as edificações, considerando sua altura, estão muito próximas entre si e por se encontrar em uma área urbana bem desenvolvida é possível considerar que seu elevado fator de Rugosidade de valor 8, cause grande impacto na ventilação urbana. Ainda nessa linha, visivelmente, constata-se o perfil de cidade vertical dos edifícios, confirmada pelos cálculos de densidade com resultado de 113%. Em relação à porosidade, a quantidade de cheios urbanos de 39%, conferida pelo mapa de cheios e vazios, é considerada baixa prejudicando outros aspectos da cidade além da ventilação.

Os construtores dos empreendimentos estudados optaram por empregar uma baixa taxa de ocupação (entre 30 e 40%) mesmo sendo permitidos 70% pela legislação, gerando assim edifícios mais altos. Essa escolha pode ter sido motivada pela vontade de concentrar as áreas livres no térreo para formar uma área de lazer e ainda assim obter a maior quantidade de unidades imobiliárias, aglomerando os blocos muito próximos uns aos outros.

Nesse cenário fica evidente o caso desfavorável de sombra de vento, ocasionando porções urbanas sem ventilação.

Dessa forma, a pontuação para o cenário A é de apenas 2 pontos, consequentemente sendo avaliado como cenário com péssima ventilação urbana.

#### 4.1.2. Diagnóstico do Cenário B

No Cenário B, houve a substituição do Coeficiente de Aproveitamento de 3 para 1,7, mantendo a mesma taxa de ocupação do Cenário A. Sendo assim, por consequência foi alterada a altura máxima das edificações: passou de 41,5 metros e 11 pavimentos para 21 metros e 6 pavimentos.

Dessa forma, a média do fator W/H do cenário B foi modificada de 0,49 para 0,99, caracterizando um espaço de recolhimento, porém algumas partes ainda têm valor de W/H bem abaixo do ideal.

A área é também intensamente desenvolvida com alta densidade, com edifícios um pouco mais baixos, mas ainda muito próximos, indicando um fator de rugosidade de 7, ou seja, essa configuração causa relativo impacto na ventilação urbana. Por tratar-se de edificações mais baixas e ainda próximas entre si, também pode ser identificada visualmente como uma porção urbana mais compacta que o cenário anterior. Os cálculos confirmam com o resultado de 71%. Neste caso, a porosidade não foi modificada, continua em 39%.

Nessas condições, a questão da ventilação urbana ainda se encontra prejudicada, mas é possível perceber que há ganhos significativos em relação ao cenário A.

Isso posto, a pontuação para o cenário B é de apenas 6 pontos, sendo avaliado como cenário com ventilação urbana regular.

#### 4.1.3. Diagnóstico do Cenário C

No Cenário C, o coeficiente de aproveitamento permaneceu no valor 3, igualmente ao cenário A, mas houve a substituição da Taxa de 40% para o mais próximo possível de 70%. Quanto maior a taxa de ocupação, menos pavimentos são possíveis de construir utilizando o mesmo coeficiente de aproveitamento. Neste caso, os blocos devem ter no máximo 4 pavimentos e 15,2 metros de altura.

Para alcançar esse valor de 70% de taxa de ocupação foi necessário modificar o formato dos edifícios. Nessa reconfiguração existiu a preocupação em manter uma distância tal entre os edifícios que alcançasse o valor 1 como fator W/H e assim, gerar um espaço de recolhimento.

A área continua intensamente desenvolvida, com um fator de rugosidade de 7, resultando em um espaço com médio impacto na ventilação. Já a densidade subiu para 80%, ou seja, foi gerada uma porção urbana mais compacta que os cenários anteriores. A porcentagem de 55% de cheios urbanos demonstra o equilíbrio

entre alta densidade e ventilação, oferecendo assim um espaço mais poroso aos ventos.

Desta forma, a pontuação do cenário C atingiu 7 pontos, configurando um cenário com ventilação urbana satisfatória.

#### 4.1.4. Comparação dos cenários

Com base na porção urbana analisada, os resultados dos cenários simulados apontam que os Cenários B e C, com a substituição do Coeficiente de Aproveitamento e da Taxa de Ocupação, respectivamente, apresentaram os melhores resultados em relação à ventilação natural comparativamente ao Cenário A (situação existente) (Gráfico 1) (Quadro 26).

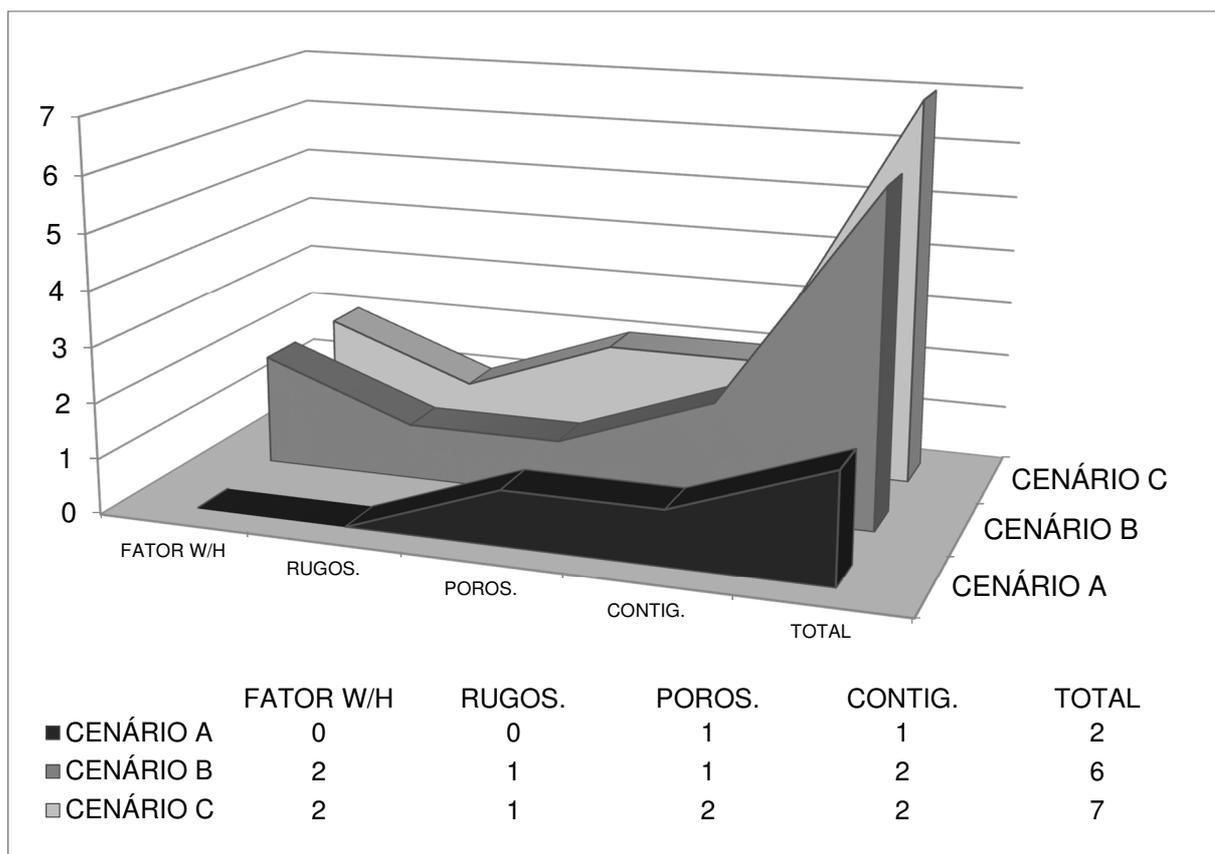


Gráfico 1 - Comparativo de desempenho dos Cenários A, B e C  
 Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

Quadro 26 - Comparativo das avaliações dos cenários A, B e C.

ATRIBUTO MORFOLÓGICO	VALORES ANALÍTICOS	PONTOS	CENÁRIO A		CENÁRIO B		CENÁRIO C	
			VALOR LEVANTADO	NOTA	VALOR LEVANTADO	NOTA	VALOR LEVANTADO	NOTA
FATOR W/H	W= 1/8H a W=1/2H - Espaço Claustrofóbico	0	0,49 Espaço Claustrofóbico	0	0,99 Espaço de Recolhimento	2	1 Espaço de Recolhimento	2
	W=1H a W=3H - Espaço de Recolhimento	2						
	W=ou>4 - Espaço Expansivo	0						
FATOR DE RUGOSIDADE	1 a 4 - pouco impacto na ventilação	2	8 Alto impacto	0	7 Médio impacto	1	7 Médio impacto	1
	5 a 7 - médio impacto na ventilação	1						
	8 a 10 - Alto impacto na ventilação	0						
DENSIDADE	Dispersa	1	113%	1	71%	2	80%	2
	Compacta	2						
	Vertical	1						
POROSIDADE (CHEIOS E VAZIOS)	Cheio (0-40%)	1	39%	1	39%	1	55%	2
	Cheio (41-60%)	2						
	Cheio (71-100%)	0						
Avaliação Total			2		6		7	

Fonte: Louyse Guide Veiga Arboés

## **4.2. Considerações acerca dos cenários**

Mediante a comparação entre os cenários propostos faz-se necessário apresentar as seguintes proposições:

- O cenário A obedece a legislação em todos os parâmetros definidos. Porém as decisões dos construtores, dentre as diversas possibilidades, foi a que obtém a maior quantidade de unidades imobiliárias, supõe-se que foi para aumentar a possibilidade de retorno de investimentos. Entretanto, essas escolhas, aparentemente, não se pautaram nas questões bioclimáticas e nem mesmo na ventilação natural.
- O Cenário B reduziu significativamente a quantidade de unidades imobiliárias, sendo incoerente com o déficit de moradias e a tendência de adensamento populacional vivido por Brasília e ainda não possui condições realmente adequadas em relação à ventilação natural.
- O Cenário C, apesar da melhor pontuação, pode ser potencializado com outras medidas, como exemplo, orientação das fachadas e edificações em diversos níveis de altura e até mesmo alteração em outros parâmetros urbanísticos.

## **4.3. Considerações finais**

Essa parte do trabalho tem por objetivo apresentar as considerações finais acerca do desempenho da ventilação natural na porção urbana estudada e estão dispostas nos tópicos a seguir:

- O diagnóstico inicial sobre os espaços existentes permitiu estabelecer relações importantes entre a forma urbana e a ventilação natural;
- Percebe-se que a ventilação urbana sofre influência direta da legislação urbanística;
- Parâmetros urbanísticos da legislação se mostraram, muitas vezes, como instrumentos que admitem possibilidades favoráveis como estratégia para aproveitamento da ventilação natural;

- Constata-se como a pressão imobiliária e política podem influenciar negativamente na ventilação urbana, impelindo o poder público a promulgar legislação para atender a interesses particulares;
- Verifica-se que entre os lotes analisados a razão W/H tem caráter expansivo, no entanto, dentro do lote, a disposição dos blocos gera um espaço claustrofóbico. Dessa forma, percebe-se que a legislação é omissa em relação aos afastamentos entre blocos de um mesmo lote.

#### **4.4. Sugestões para trabalhos futuros**

- Além da ventilação natural, outros aspectos bioclimáticos também são importantes para oferecer conforto térmico no espaço urbano. Pode ser feito método semelhante em um futuro estudo abordando sombras/radiação solar direta, por exemplo.
- Visando averiguar a influência do entorno sob o estudo de caso, poderiam ser propostos cenários em outras dimensões e escalas de percepção.
- Simulação computacional e Medições in loco para comprovar a eficácia do método.

A preocupação inicial deste trabalho residia no nível de interferência da legislação, em especial seus parâmetros urbanísticos, na questão da ventilação natural.

Percebeu-se que é importante compreender que os parâmetros urbanísticos regulam o crescimento das cidades, no entanto podem ser utilizados de forma a atender interesses particulares e muitas vezes gerar espaços que não consideram as questões bioclimáticas.

É o que pode ter acontecido com o Setor Park Sul na Região Administrativa do Guará. A legislação relativa ao espaço onde está inserido foi modificada significativamente e assim foram implantadas torres de condomínios residenciais em meio à região notadamente comercial e de serviços. Por existirem outros locais no Distrito Federal que possuem características semelhantes e que podem ser alvo de ações equivalentes foi considerado importante desenvolver um método de avaliação em relação à ventilação para diferentes cenários e assim futuramente, simular valores para diferentes parâmetros urbanísticos e dessa forma escolher o que melhor atende tanto às questões de ventilação quanto aos interesses dos construtores.

É importante ressaltar que o método desenvolvido é apenas uma ferramenta para auxiliar no processo de desenvolvimento de estudo preliminar de projeto, ou seja, uma simplificação.

Dessa forma, salienta-se que os objetivos foram cumpridos com base nos resultados e considerações apresentados nesse trabalho.

Durante seu desenvolvimento, na tentativa de estabelecer uma relação entre parâmetros urbanísticos do Plano Diretor Local e a ventilação natural houve o esforço em obter conhecimento nas áreas de ventilação, conforto térmico, morfologia urbano e seus atributos e evidentemente na legislação urbanística com seus instrumentos e parâmetros.

Foi necessário fazer um detalhamento da área estudada que envolveu desde levantamento fotográfico, desenhos esquemáticos até estudos das normas que regem sua expansão.

A construção de todo esse repertório possibilitou a definição de três cenários: o cenário A, que reflete a situação a qual se encontra o Setor Park Sul; e os cenários B e C, onde se alterou o coeficiente de aproveitamento e a taxa de ocupação, respectivamente, simulando espaços com diferentes estratégias de ventilação.

Felizmente, a resposta à preocupação inicial desta pesquisa foi a de que os parâmetros urbanísticos realmente admitem possibilidades favoráveis como estratégia para aproveitamento da ventilação natural, porém, não basta simplesmente obedecer à legislação, é necessário ter a intenção de utilizá-la com esse propósito.

Nesse contexto, a forma, a densidade urbana, o crescimento disperso e/ou verticalizado são elementos que podem determinar alterações na morfologia das cidades a partir de novas formas de empregar a legislação, mais voltadas para o pedestre e sua experiência no espaço externo.

Em suma, o que se pretende com esse trabalho é possibilitar a proposição de cenários urbanos futuros fundamentados na legislação, como também em informações e especificações da forma e densidade urbana, modificando em espaço edificado as decisões conscientes feitas a partir de princípios bioclimáticos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ACIOLY, C; DAVIDSON, F. **Densidade Urbana**. Rio de Janeiro; 1998. Artigo Disponível em :<[http://www.claudioacioly.com/downloads/articles/Acioly%201998\\_DENSIDADE%20URBANA.pdf](http://www.claudioacioly.com/downloads/articles/Acioly%201998_DENSIDADE%20URBANA.pdf)> Acesso em: 16/06/2017.

ACIOLY, C; DAVIDSON, F. **Densidade Urbana**. Rio de Janeiro; 2 edição. 2011. Disponível em :<[https://books.google.com.br/books?id=bKsQBAAQBAJ&pg=PT31&lpg=PT31&dq=densidade+urbana+compacta&source=bl&ots=OfnHFU5\\_YY&sig=laZKnd\\_mSefg3x4A0wk10LqVKCA&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwit0PWAh8XUAhXCnJAKHWgJDioQ6AEIVDAL#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=bKsQBAAQBAJ&pg=PT31&lpg=PT31&dq=densidade+urbana+compacta&source=bl&ots=OfnHFU5_YY&sig=laZKnd_mSefg3x4A0wk10LqVKCA&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwit0PWAh8XUAhXCnJAKHWgJDioQ6AEIVDAL#v=onepage&q&f=false)> Acesso em: 16/06/2017.

ALLARD, F.; GHIAUS, C. **Natural Ventilation in the Urban Environment**. In.: Building Ventilation: the state of the art. Santamouris and Wouters (eds.). Earthscan, London; 2006.

ASHRAE. **Handbook of Fundamentals**. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, New York, 1993.

AYOADE, Johnson O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Bertrand, 4 ed., Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/lcgrh/ayoadejo-introduo-climatologia-para-os-trpicos-cpia>> Acesso em 25/03/2015.

AZEVEDO, H. et al. **Instrumentos Urbanísticos, Jurídicos e Tributários para o Desenvolvimento Urbano – Uma análise da sua implantação no Distrito Federal**. IN: Textos para Discussão – TDs 1962, IPEA. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3111/1/TD\\_1962.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3111/1/TD_1962.pdf)> Acesso em: 11/06/2017.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L de; TORRES, S. C.. **Clima e cidade. A abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. EDUFAL, Maceió, 2007.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em 31 de março de 2016.

BRASIL. **Lei nº10.257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em 31 de março de 2016.

CÂNDIDO, Christhina; BITTENCOURT, Leonardo. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2005.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 733, de 2006, que aprova o Plano Diretor Local do Guará**. Disponível em: <[http://www.sedhab.df.gov.br/images/pdf/guara/lei\\_complementar\\_733.pdf](http://www.sedhab.df.gov.br/images/pdf/guara/lei_complementar_733.pdf)>. Acesso em:15/02/2016.

GARRATT, J. R. **The atmospheric boundary layer**. Cambridge University Press: 2 Ed., NY, EUA. 1994. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=xeEVtBRApAkC&pg=PA1&dq=The+atmospheric+boundary+layer&hl=pt-BR&sa=X&ei=Z0w1VbXjO5C1sQSq24HQCA&ved=0CB0Q6AEwAA#v=onepage&q=The%20atmospheric%20boundary%20layer&f=false>>. Acesso em 20/04/2015.

GEORGIAKIS, C.; SANTAMOURIS, M. **Wind and Temperature in the Urban Environment**. In.: Natural Ventilation in the Urban Environment: assessment and design. Ghiaus e Allard (eds.). Earthscan, London, 2005.

GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. London, Applied Science Publishers, 1976.

GONÇALVES, Joana C. S.. **A sustentabilidade de edifícios altos: uma nova geração de edifícios altos e sua inserção urbana**. Tese de Doutorado em

Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GRIMMOND, Christine S. B.; OKE, Timothy R. **Aerodynamic properties of urban areas derived from analysis of surface form**. Journal of applied meteorology, 1998.

LACERDA, N. et al. **Planos Diretores Municipais. Aspectos Legais e Conceituais**. IN: Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 7, n. 1, maio, 2005.

LAMAS, José M. Ressano Garcia. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 3<sup>o</sup> Ed. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

MASCARÓ, Juan Luis. **Adensamento e Infraestrutura Urbana**. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/planejamento/spm2/14.htm>>. Acesso em: 10/04/2015.

MASCARÓ, Lúcia. **Ambiência Urbana**. 2<sup>a</sup> edição - Porto Alegre: + 4 Editora, 2004.

MONTEIRO, Leonardo M.; ALUCCI, Marcia P.. **Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos**. IN: Revista Ambiente Construído, v. 7, n. 3, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <[http://www.fau.usp.br/aut5823/Conforto\\_Termico/Monteiro\\_2007\\_Ac\\_Conforto\\_Externo.pdf](http://www.fau.usp.br/aut5823/Conforto_Termico/Monteiro_2007_Ac_Conforto_Externo.pdf)> Acesso em: 12/05/2017.

MONTEIRO, Leonardo Marques. **Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos**. Dissertação de Mestrado em arquitetura – USP/Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2008.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2nd. Ed. British Library Cataloguing in Publication Data. London. 1987.

OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites**. Instruments and Observing Methods. WMO/TD. [S.I.]. 2006. (81).

Disponível em: < [https://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo-td\\_1250.pdf](https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo-td_1250.pdf)> Acesso em: 16/06/2017.

OLGYAY, Victor. **Design with climate**. New Jersey, Princeton University, Princeton, 1963.

PESCATORI, Carolina. **O paradigma da cidade compacta no debate urbanístico contemporâneo**. Brasília, 2014. Disponível em < [http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/15978/068\\_BCN\\_Pescatori\\_Carolina.pdf?sequence=1](http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/15978/068_BCN_Pescatori_Carolina.pdf?sequence=1)> Acesso em 10/06/2017.

RIBEIRO, Rômulo. J. da C.. **Índice Composto de Qualidade de Vida Urbana – Aspectos de Configuração Espacial, Socioeconômicos e Ambientais Urbanos**. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ROLNIK, Raquel. **Regulação Urbanística no Brasil: Conquistas e desafios de um modelo de construção**. IN: Anais do Seminário Internacional: Gestão da Terra Urbana e Habitação de Interesse Social, PUCCAMP, 2000. Disponível em: <<https://raquelrolnik.files.wordpress.com/2009/10/regulacao-urbanistica-no-brasil.pdf>> Acesso em: 10/06/2017

ROMERO, Marta A. B. **Arquitetura do Lugar: Uma visão bioclimática da Sustentabilidade em Brasília**. São Paulo: Nova Técnica, 2011.

ROMERO, Marta A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: ProEditores, 2ª. Edição, 2000. <<http://www.ceap.br/material/MAT29052012162649.pdf>>. Acesso em: 28/03/2015.

ROMERO, Marta A. B.. **Urbanismo sustentável para a reabilitação de áreas degradadas. Construindo um sistema de indicadores de sustentabilidade Urbana**. Relatório de Pesquisa. 2008.

SABOYA, Renato T.. **Zoneamento e Planos Diretores**. Santa Catarina, 2007. Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/2007/11/zoneamento-e-planos-diretores/>>. Acesso em 01/04/2015.

SALAT, S. **Les et les formes. Sur L'urbanisme durable**. 1. ed. Paris: CSTB, v. 1, 2011.

SALES, Gustavo Luna. **Diagrama de Ventilação Natural. Ferramenta de Análise do Potencial da Ventilação Natural no Estudo Preliminar de Projeto** Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SANTAMOURIS, M. **Wind patterns in urban environments**. IN: Energy and Climate in the urban built environment. Routledge, New York, 2001.

SEGETH. **Geoportal**. Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação. Distrito Federal, 2016. Disponível em: <<http://www.geoportal.segeth.df.gov.br/paginas/geoservicos/index.html>> Acessado em 07/04/17.

SILVA, Fabiana T.; ALVAREZ, Cristina E. **A exegese legislativa acerca da ventilação urbana: sistema de avaliação de adequabilidade**. In: ENCAC / ELACAC. Brasília, 2013a.

SILVA, Fabiana T.; ALVAREZ, Cristina E. **Pressupostos teóricos para análise climática da camada intra-urbana: recomendações gerais para obtenção e análise de dados**. In: ELECS. Curitiba, 2013b.

SILVA, Geovany J A da.; ROMERO, Marta A B; **O urbanismo sustentável no Brasil. A revisão de conceitos urbanos para o século XXI (parte 02)**. Arqtextos 129.08. Ano 11. Fevereiro, 2011. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/11.129/3499>> Acesso em 10/06/2017.

SILVA, Geovany J A da; SILVA, Samira E.; NOME, Carlos A., **Densidade, dispersão e forma urbana. Dimensões e limites da sustentabilidade habitacional.** *Arquitextos* 189.07. Ano 16. Fevereiro, 2016. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/16.189/5957>> Acesso em: 10/06/2017.

SILVEIRA, Ana L. R. C.. **Parâmetros Bioclimáticos para Avaliação de Conjuntos Habitacionais na Região Tropical Subúmida do Brasil.** Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVEIRA, F. de A.; SILVEIRA, J. A. R. da.; **Qualidade do espaço residencial: efeitos da verticalização no bairro de Tambaú, na cidade de João Pessoa (PB).** IN: *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 6, n. 3, 2014. Disponível em: Acesso em: 16/06/2017.

SOUZA, Valéria M. B de; ROMERO, Marta A. Bustos. **Construindo um sistema de indicadores de sustentabilidade intra-urbano associados à ventilação nos espaços públicos.** IN: *PARANOÁ: cadernos de arquitetura e urbanismo / Revista do Programa de Pesquisa e Pós Graduação da FAU-UnB*. Ano 6, n. 4. Brasília, 2007.

VILLAS BOAS, M. **Ventilação em arquitetura.** UnB, Brasília, 1983.

ZACARIAS, P. R. V.; RIBEIRO, R. J. da C.. **Análise da legislação urbanística no processo de verticalização do bairro da Ponta Verde, Maceió-AL (1985-2015).** In: *PLURIS*. Maceió, 2016.