



Universidade de Brasília
Programa de Pesquisa e Pós-graduação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

implantação dos edifícios em águasclaras-DF:

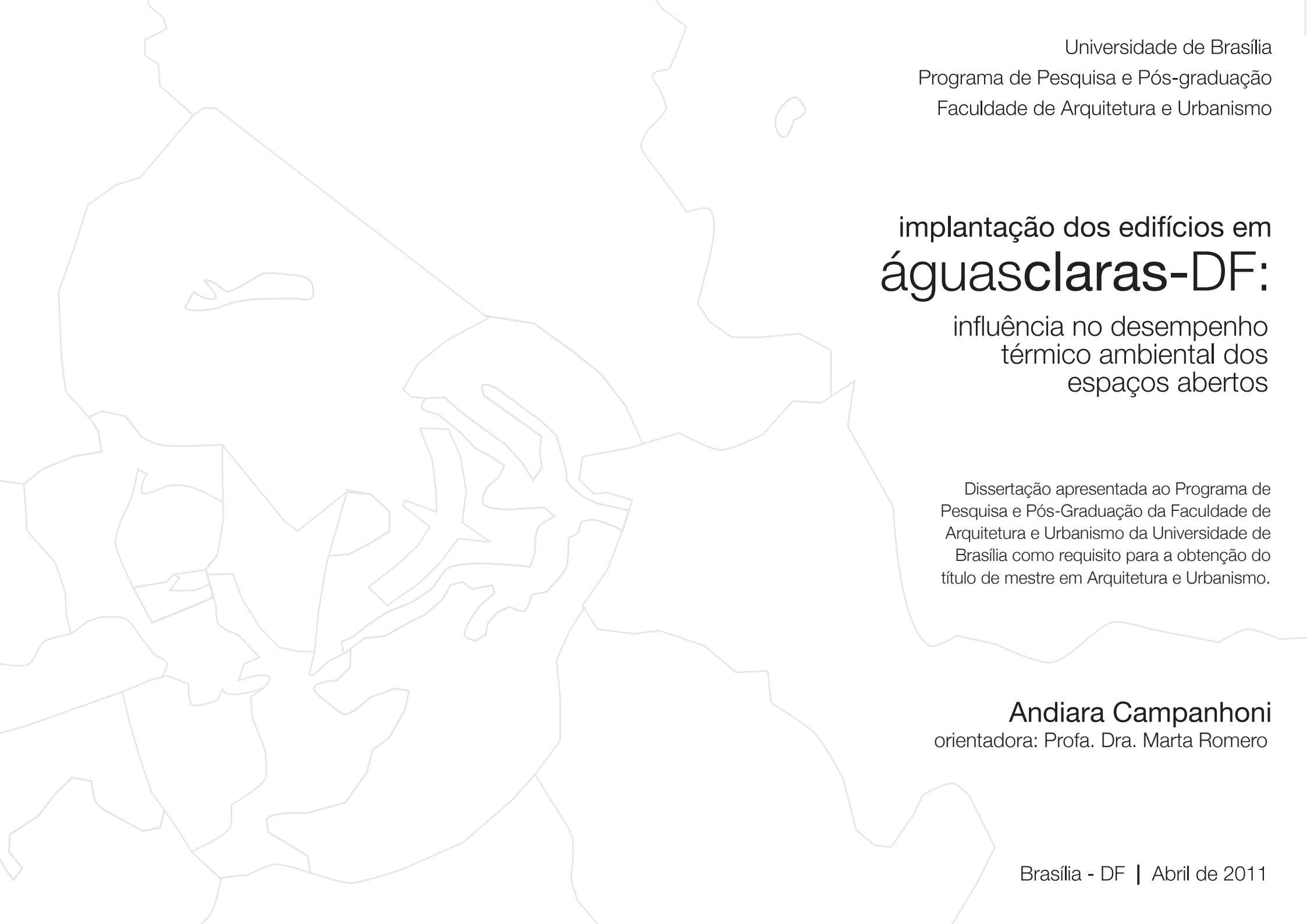
influência no desempenho
térmico ambiental dos
espaços abertos

Dissertação de mestrado

Andiara Campanhoni

orientadora: Profa. Dra. Marta Romero

Brasília - DF | Abril de 2011



Universidade de Brasília
Programa de Pesquisa e Pós-graduação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

implantação dos edifícios em águasclaras-DF:

influência no desempenho
térmico ambiental dos
espaços abertos

Dissertação apresentada ao Programa de
Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade de
Brasília como requisito para a obtenção do
título de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Andiara Campanhoni
orientadora: Profa. Dra. Marta Romero

Brasília - DF | Abril de 2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade de Brasília. Acervo 988701.

C186i Campanhoni , Andara.
Implantação dos edifícios em Águas Claras - DF: influência
no desempenho térmico ambiental dos espaços abertos
/ Andara Campanhoni . - - 2011.
171 f. : il .

Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura
e Urbanismo, 2011.

Inclui bibliografia.

Orientação: Marta Adriana Bustos Romero.

1. Arquitetura e clima. 2. Planejamento Urbano. I. Romero, Marta Adriana
Bustos. II. Título.

CDU 712. 25



implantação dos edifícios em águasclaras-DF:

influência no desempenho
térmico ambiental dos
espaços abertos

orientadora:

Profa. Dra. Marta Adriana Bustos Romero
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UnB

banca examinadora:

Prof. Dr. Leonardo Pinto Oliveira
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UniCEUB

Prof. Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UnB

Dissertação apresentada ao Programa de
Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade de
Brasília como requisito para a obtenção do
título de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Termo de aprovação

Agradeço:

À Deus que me concedeu saúde e força para vencer desafios.

À minha família, pelo incentivo e apoio incondicional nos momentos difíceis.

À minha orientadora Marta Romero, pela competência, compreensão e amizade demonstrada.

Ao Laboratório de Sustentabilidade – LaSUS e à todos os seus integrantes, pelo ambiente e suporte para a execução deste trabalho.

À secretaria da pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, pela presteza e disponibilidade.

Aos professores Dra. Cláudia Amorim, Dr. Rômulo Ribeiro e Dr. Leonardo Oliveira por suas contribuições.

À todos aqueles que ajudaram para que este trabalho ficasse mais completo.

*“Livros não mudam o mundo, quem
muda o mundo são as pessoas.
Os livros só mudam as pessoas”.*

Mário Quintana

Abstract

This work presents data of the relationships found in Águas Claras, Distrito Federal, regarding to the impact caused by construction of buildings on the thermal comfort of the users of open spaces. The area selected as the examination site is still in a consolidation phase and presents constructive morphology diverse from the other Administrative Regions, considering its elevated buildings in a region of densely construction. Two scales with different ranges were chosen for analysis. The first scale used was the city scale or macroscale, in which a diagnosis of the situation was made based in the data found in the surveys, comparing it with the initial planning for the area. For the second scale, a representative portion of the area was chosen, and it was subjected to more specific analysis as to the established parameters for the study: air temperature, relative humidity, air speed, mean radiant temperature (MRT) and indexes Predicted mean vote (PMV) and Predicted percentage of dissatisfied (PPD). In these tests, the sample was subjected to computerized simulations with the software ENVI-met, comparing the original configuration found in the survey with the other two, both hypothetical, which simulate the complete

occupation of the plot. From the conclusions obtained, it was found that the area - target for urban expansion planning - suffered a series of distortions in its original destination. This distortions comprises modifications in the initial estimates of its occupation and also modify the implementation of the project prepared for the site. Furthermore, simulation shows that the building density can bring beneficial effects to the external environment. However, from a certain point, too much closeness produces unsatisfactory results to the user of the space between buildings. Finally, based on the found results, recommendations that may still be executed in Águas Claras were elaborated, both for vacant lots as to areas already consolidated.

Keywords: Urban microclimate. Thermal comfort. Computer Simulation. Urban Planning.

Resumo

Este trabalho trata das relações encontradas em Águas Claras, no Distrito Federal, quanto ao impacto causado pela implantação dos edifícios no conforto térmico dos usuários dos espaços abertos. A área objeto do estudo encontra-se ainda em fase de consolidação e apresenta morfologia construtiva diferenciada das demais Regiões Administrativas, com edificações em altura que compõem uma região densamente construída. Para as análises foram utilizadas duas escalas, com abrangências diferenciadas. A primeira utilizou como recorte a escala da cidade – a macroescala, na qual foi realizado um diagnóstico da situação encontrada nos levantamentos, confrontando-a com o planejamento inicial para a área. Já para a segunda escala, foi utilizada uma parcela representativa da área, a qual foi submetida à análises mais específicas quanto aos parâmetros estabelecidos para o estudo: temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura radiante média (TRM) e os índices PMV e PPD. Nestas análises, a fração foi submetida à simulações computadorizadas com o software ENVI-met, confrontando a configuração original encontrada no levantamento com outras duas, hipotéticas,

que simulam a ocupação completa da parcela. A partir das conclusões obtidas, constatou-se que a área - alvo de planejamento para expansão urbana, sofreu uma série de distorções em sua destinação, desde as previsões iniciais para a ocupação até a execução do projeto elaborado para o local. Além disso, pelos resultados das simulações, percebeu-se que a densidade construída pode trazer efeitos benéficos ao ambiente externo, porém, a partir de um determinado ponto, a proximidade excessiva produz resultados insatisfatórios ao usuário do espaço entre edificações. Por fim, com base nos resultados encontrados, foram lançadas recomendações que ainda possam ser executadas em Águas Claras, tanto para os lotes vagos como para as áreas já consolidadas.

Palavras-chave: Microclimas urbanos. Conforto térmico. Simulação Computacional. Planejamento Urbano.

Sumário

1	Introdução	13
1.1	O processo de urbanização e crescimento no Distrito Federal	15
1.2	Justificativa	16
1.3	Objetivos	17
1.4	Delimitação do Obejto de Estudo	18
1.5	Procedimentos metodológicos	19
2	Contexto Histórico	27
2.1	Construção de Brasília	29
2.2	Periferização do Distrito Federal	32
2.3	Surgimento de Águas Claras	36
3	Conforto térmico e Morfologia urbana	39
3.1	Conforto térmico	42
3.1.1	Conforto térmico em espaços abertos	43
3.1.2	Índices de conforto térmico	44
3.1.3	Influência do Clima	51
3.2	Morfologia Urbana	55

4	Análise da escala da cidade ou Macroescala	61
4.1	Projeto para Águas Claras X ocupação atual	64
4.2	Ocupação do solo	88
4.3	Densidade construída	90
4.4	Porosidade e rugosidade	92
4.5	Insolação e radiação solar	96
5	Análise da Fração	99
5.1	Seleção da fração	102
5.2	<i>Software</i> utilizado nas simulações	106
5.2.1	Dados de entrada	107
5.2.2	Dados de saída	113
5.3	Resultado das simulações	113
5.3.1	Configuração 1 - situação encontrada	114
5.3.2	Configuração 2 - completa com o padrão encontrado	113
5.3.3	Configuração 3 - completa com edifícios laminares	132
5.3.4	Paralelo - Configuração 1x2x3	141
6	Conclusões	155
	Referências	165





1

Introdução



1

Introdução

1.1 O processo de urbanização e crescimento do Distrito Federal

Brasília, a capital federal, teve seu projeto selecionado em um concurso público, com previsão para 500.000 habitantes. Idealizava-se que Brasília seria composta pelo Plano Piloto da cidade e que, ao atingir o total populacional previsto, se iniciaria a construção de cidades-satélites, abrigando a população excedente (Paviani, 2001).

No entanto, a maioria das cidade satélites do Distrito Federal existentes hoje surgiu a partir de ocupações irregulares, sem iniciativa por parte do governo que, com o passar do tempo, acabou por legalizar essas áreas.

Algumas áreas, contudo, foram concebidas pelo Governo do Distrito Federal como espaços pré-definidos para expansão urbana. O bairro Águas Claras foi um caso, definido em 1984, surgiu como parte de um conjunto de iniciativas para atender à crescente procura por novas

habitações e, ainda, como forma de viabilizar as instalações do metrô, proposto como recurso para a racionalização da ocupação do uso do solo e para a expansão ordenada em Brasília.

Apesar de recente, Brasília sofreu uma grande explosão populacional no seu curto período de existência. O inchaço provocado pela atração da capital contribuiu gerando impactos urbanos negativos, somado ao fato de que o planejamento territorial não acompanhou antecipadamente a dinâmica do crescimento.

A elevada demanda por moradia levou à ocupação irregular de terras públicas, que no DF foi realizada não apenas por pessoas de baixa renda, mas também por parte da população mais abastada, em busca de áreas mais próximas ao centro para a construção de suas moradias.

Nesse contexto surgiu Águas Claras, área objeto deste estudo, planejada na tentativa de desenvolver um

crescimento ordenado, lançada como uma solução urbanística modelo, propondo o crescimento em altura da região.

O plano elaborado para a implantação do bairro, contudo, não está se materializando conforme as intenções previstas para a área. Mudanças no gabarito de altura das edificações, no coeficiente de aproveitamento e na implantação das áreas verdes, entre outras, provoca alterações no resultado previsto.

Como o projeto urbanístico e o plano diretor para essa região foram solicitados pelo Governo do Distrito Federal, indaga-se se no processo de urbanização e crescimento da área, essa foi estruturada de forma compatível às suas necessidades climatológicas, no que concerne ao conforto térmico dos espaços abertos.

Considerando que escolhas projetuais podem influenciar no desempenho ambiental de uma área, questiona-se então como essas características peculiares percebidas na Região Administrativa de Águas Claras, influenciam o meio onde se inserem, como afetam o desempenho ambiental dos espaços abertos entre edifícios e, conseqüentemente, às pessoas que neles desenvolvem suas atividades.

Considerando este panorama inicial, se propõe como **problema fundamental** do presente estudo:

- Os edifícios em Águas Claras estão adequadamente implantados no meio onde se inserem?

Partindo-se do questionamento inicial, se estabelecem **perguntas secundárias**:

- Qual a influência que a implantação dos edifícios exerce sobre o meio?
- Como é o desempenho térmico ambiental nos espaços externos?

1.2 Justificativa

A arquitetura possui intrínsecas relações com o lugar onde se insere, sofrendo influências e influenciando o meio. No projeto de um espaço urbano, percebe-se a importância do conhecimento das características da forma urbana e como estas interferem no desempenho das variáveis climáticas.

Decisões de projeto simples, como a implantação adequada das construções, representam uma arquitetura que leva

em conta os elementos da região onde está implantada, otimizando suas relações com o espaço urbano.

Porém, o modelo de urbanização atual adota uma dinâmica que considera, na maioria dos casos, interesses que não correspondem ao desempenho climático da cidade.

Segundo Romero (2001), a prática do desenho urbano a que normalmente assistimos tem sido realizada sem levar em conta os impactos que afetam a qualidade ambiental, impactos esses que são sentidos não apenas no meio, mas também no conforto e na salubridade da população.

O clima local de uma cidade é influenciado pelas formas e superfícies apresentadas pela malha edificada. As dimensões variadas do construído – alturas, larguras, comprimentos e as relações de afastamento e proximidade entre eles tem relação direta com o conforto térmico.

O estudo de uma região em processo de consolidação, como Águas Claras, possibilita uma análise comparativa do comportamento das variáveis climáticas na área, por meio de propostas diferenciadas de implantação da massa edificada, simulando sua ocupação completa.

1.3 Objetivos

Águas Claras configura uma área que apresenta características peculiares, com edificações em altura, em uma região densamente construída. Por essas características, se questiona a influência da implantação de suas edificações no espaço urbano e o desempenho das variáveis climáticas nos espaços abertos entre edifícios.

Além disso, como encontra-se ainda em fase de consolidação, sendo uma área em construção com vários lotes ainda não edificados, se questiona também sobre a adequação das configurações a serem adotadas nas áreas até então desocupadas.

Assim, a pesquisa pretende verificar o impacto da implantação dos edifícios, considerando a relação entre suas configurações e os principais atributos pertinentes ao conforto dos usuários do espaço urbano. Para tanto, apóia-se em duas grandes áreas de conhecimento, o conforto térmico e a morfologia urbana. A primeira caracterizada pelas variáveis ambientais condicionantes do conforto térmico e a segunda listada como uma das variáveis que mais exerce influência na percepção do conforto térmico, ambas com enfoque à sua relações em espaços externos.

Assim, o **objetivo geral**, do estudo centra-se em :

- analisar o desempenho térmico ambiental de espaços abertos na área prevista inicialmente para a Região Administrativa de Águas Claras, no Distrito Federal. Para tanto se propõe o estudo da configuração existente, comparando esta com situações diferenciadas em uma parcela representativa, considerando os atributos pertinentes ao conforto térmico dos usuários do espaço aberto.

E como **objetivo específico** a intenção é:

- realizar estudos à respeito do histórico de formação da área e estabelecer um diagnóstico da situação encontrada.
- verificar as relações entre a morfologia construtiva e o conforto térmico dos usuários do espaço aberto, especificando os atributos relacionados, pertinentes ao estudo.

Dessa forma, a pesquisa se propõe a relacionar a adequada implantação das edificações e a influência desta disposição sobre o comportamento das variáveis ambientais, as quais podem sofrer alterações por disposições diferenciadas de edifícios em uma área específica.

1.4 Delimitação do Objeto de Estudo

A Região Administrativa de Águas Claras, criada em 2003, surgiu pela união de um bairro de Taguatinga, chamado Águas Claras, com outras áreas adjacentes.

A área adotada neste estudo corresponde ao bairro originário de Taguatinga e sua escolha foi baseada em dois critérios: sua composição morfológica diferenciada com relação ao restante do Distrito Federal e o fato de ter sido definida por meio de planejamento por parte do governo.

Está localizada à sudoeste do Plano Piloto, disposta entre a Região Administrativa do Guará e Taguatinga, localizada ao Sul de Vicente Pires. Encontra-se delimitada pelas vias EPTG – Estrada Parque Taguatinga ou DF-085, EPVP – Estrada Parque Vicente Pires ou DF-079, EPCT – Estrada Parque Contorno ou DF-001, mais conhecida como “Pistão Sul”. Ao sul da área existe uma via onde está prevista a construção da EPIB - Estrada Parque Interbairros ou DF-081, que ligará o Plano Piloto à Samambaia (Figura 1).

Ainda em fase de consolidação, a região, chamada apenas de Águas Claras neste estudo, é um grande canteiro de obras - uma área em construção com vários lotes ainda

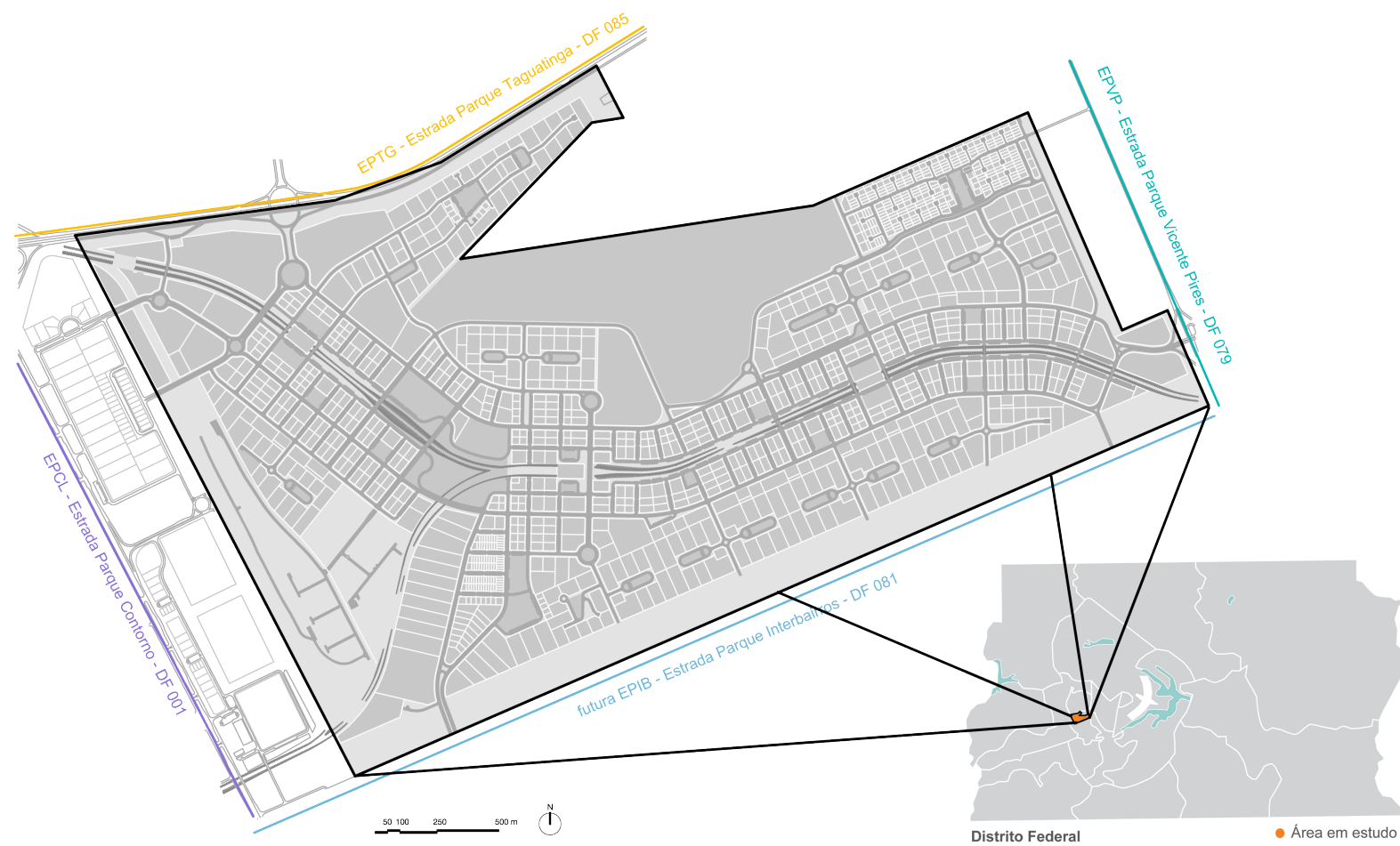


Figura 1 - Área da Região Administrativa de Águas Claras selecionada para o estudo. Imagem da autora.

não edificadas. Contudo, critérios diversos, como a especulação imobiliária, vem aparentemente promovendo um crescimento sem estudos específicos no âmbito da arquitetura e do conforto ambiental da cidade.

Dentre diversos parâmetros, se destaca o incremento na altura das edificações. Dos originalmente 12 à 15 pavimentos estipulados no projeto como gabarito máximo, hoje se encontram edificações com até 35, ou seja, prédios ocupando a mesma área prevista para abrigar edificações com menos da metade da altura, de usuários e carros.

Águas Claras está inserida em uma região de clima Tropical de Altitude, portanto os estudos realizados serão voltados à este e relacionados com a configuração que a área apresenta.

1.5 Procedimentos metodológicos

Para a realização das análises, foi adotada uma metodologia que visa a qualificação do espaço público com enfoque aos fatores bioclimáticos. Os critérios utilizados foram baseados na análise proposta por Romero (1999), a qual foi aplicada para averiguar as constantes morfológicas da periferia do Plano Piloto.

Esta metodologia foi baseada na classificação do nível dimensional, do domínio territorial e na classificação organizacional do espaço baseada em diversos autores sobre o tema. Estabeleceu assim quatro escalas integradas – interativas e complementares, baseadas em quatro componentes urbanos claramente identificáveis: a escala da cidade ou da grande dimensão das estruturas urbanas, a escala intermediária da área ou sítio e duas microescalas das dimensões específicas: a do lugar e a dos edifícios.

Segunda a autora, a análise das escalas integradas pode ser utilizada para detectar questões ambientais em setores urbanos que mantêm um certo grau de homogeneidade e de identificação de uma estrutura morfológica. Visa atingir uma caracterização sensorial e ambiental que ofereça possibilidade de ações concretas no espaço.

A escala da cidade analisa a grande estrutura urbana, considerando a qualidade perceptiva da grande forma física e organizacional, a variedade ambiental, o macrossistema de transporte, a continuidade, o equilíbrio dinâmico, a estabilidade e reprodutibilidade do sistema construído.

A escala intermediária correspondente à escala da área ou do setor, considera as relações morfológicas e suas

respectivas respostas ambientais, a acessibilidade, a funcionalidade e homogeneidade do espaço.

Entre as microescalas, a escala específica do lugar corresponde ao espaço coletivo e de valor, um espaço de convivência e que não deve ser confundido com o espaço físico de implantação das construções. Nessa escala, se relacionam a identidade, a otimização das relações pessoais, a especificidade das funções, a estética, as emoções e a segurança.

Já a microescala específica do edifício é a unidade de abrigo e espaço do indivíduo, sendo considerados a proteção, a otimização microclimática, o controle do espaço e o afeto.

Para a seleção da escala a ser utilizada na pesquisa foram feitas algumas considerações. Já que a região inicialmente foi definida como um bairro de Taguatinga, poderia ser entendida como escala intermediária. Porém, considerando a configuração do Distrito Federal, que não se constitui de municípios e sim de Regiões Administrativas e, sendo Águas Claras elevada à este posto, a cidade será considerada em sua totalidade como macroescala.

Além disso, sua configuração morfológica é diferenciada das demais áreas, suas relações de disposição, espaçamento e

densidade são peculiares quando comparadas ao restante das Regiões Administrativas.

Ainda, como o trabalho se propõe não apenas à uma análise do todo, mas também à considerações mais específicas sobre a região, cabe a seleção de uma outra escala hierarquicamente inferior para este fim.

Essa segunda análise, portanto, mais específica, será feita a partir de uma fração representativa da cidade, reproduzindo um padrão que se repete no todo, como um carimbo¹. Pelos atributos necessários para a obtenção do resultado esperado – descobrir à respeito da implantação dos edifícios, a escala mais indicada para esta etapa é a escala intermediária.

Portanto, as escalas adotadas por Romero (1999) foram direcionadas ao foco da pesquisa e relacionadas de acordo com suas etapas (Figura 2).

¹ Metodologia adotada na disciplina Urbanismo Sustentável, ministrada pela professora Dra. Marta Romero, no 2º semestre de 2009, na pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília - UnB.

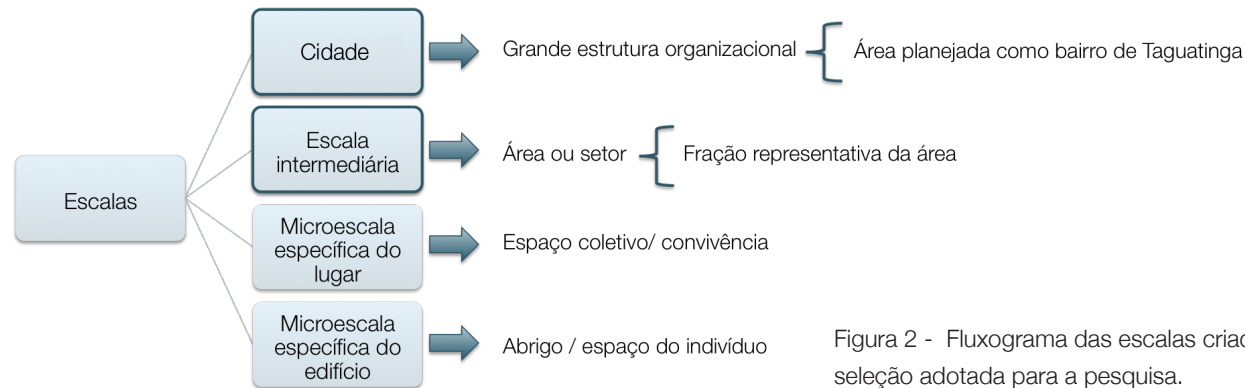


Figura 2 - Fluxograma das escalas criadas por Romero (1999) e seleção adotada para a pesquisa.

Na análise da escala da cidade, chamada aqui de macroescala, foi realizado um diagnóstico geral da área, enquanto na fração, uma parte representativa da área será submetida à estudos mais específicos.

A intenção do trabalho é realizar levantamentos da situação atual existente na cidade e verificar o desempenho das construções de acordo com as implantações encontradas. Após a verificação inicial, foram consideradas situações

hipotéticas para confrontar o existente, de forma a comprovar a sua eficácia ou não, com relação à disposição dos edifícios.

Com base nas comparações obtidas foi possível estabelecer diretrizes para os lotes ainda vagos na região, demonstrando se há necessidade de mudanças nas práticas atualmente encontradas ou se estas estão adequadas às necessidades do lugar.

Com esta intenção, a pesquisa se estruturou em três etapas (Figura 03):

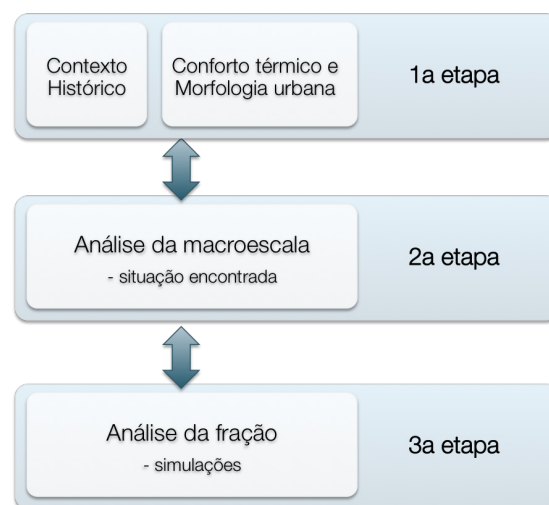


Figura 3 - Fluxograma com as etapas elaboradas para a pesquisa.

• **1ª etapa - Contexto histórico, Conforto térmico e Morfologia urbana:** primeiramente, é realizada uma revisão bibliográfica, que se insere como antecedente ao tema. Nas questões relacionadas ao histórico da cidade

e sua evolução até o estágio encontrado na realização do trabalho, utilizam-se fontes como o Relatório do Plano Piloto de Lúcio Costa, o Plano de Ocupação de Águas Claras de Zimbres e Associados (1992), dados da Administração de Águas Claras e análises de autores como Paviani (2001, 2006, 2009, 2010), Holanda (2003, 2010), Ribeiro *et alli* (2007), dentre outros. Para os assuntos relacionados conforto térmico e ao clima são levantados os autores Frota & Schiffer (1995), Givoni (1992), Olgyay (1963, 2004), Oliveira(1988) e Romero (2001, 2007). Para questões de conforto térmico em espaços abertos, utilizam-se estudos realizados por Alucci & Monteiro (2008), Monteiro (2008) e Monteiro & Alucci (2005 e 2010). Já sobre aspectos relacionados à morfologia urbana, aborda-se os autores Panerai (2006), Rossi (2001) e Mascaró (1996);

• **2ª etapa - Análise da Macroescala:** neste capítulo são realizadas considerações gerais, baseadas nos estudos anteriormente relacionados, listados como antecedentes ao objeto de estudo. Utilizando como recorte da escala

da cidade definida nos procedimentos metodológicos, é elaborado um diagnóstico da situação encontrada nos levantamentos realizados para o trabalho, confrontando-o com o projeto proposto inicialmente para a área.

- **3ª etapa - Análise da Fração:** nesta parte são realizadas simulações computadorizadas com implantações diferenciadas para uma fração de Águas Claras. Assim, uma parte representativa da área é submetida à análises mais específicas quanto aos parâmetros estabelecidos para o estudo do conforto térmico dos usuários do espaço aberto. Por meio das proposições, é possível estabelecer dados quantitativos e qualitativos para análise em cada situação.

Após a realização dessas três etapas se relacionam as conclusões obtidas com o desenvolvimento da pesquisa.



A faint, light green outline map of the Iberian Peninsula and surrounding regions, including parts of France, the British Isles, and the Mediterranean coast. The map is centered on the Iberian Peninsula, showing its major geographical features and neighboring landmasses.

2

Contexto Histórico



2

Contexto histórico

A área selecionada para o estudo está inserida no Distrito Federal, a qual, por sua origem, apresenta características peculiares em sua distribuição espacial. Conhecer a dinâmica de crescimento urbano que resultou na criação da Região Administrativa de Águas Claras auxilia na compreensão da configuração urbana que esta apresenta.

“O estudo do crescimento permite determinar as lógicas inscritas profundamente no território que esclarecem as razões de ser do assentamento atual. Começar a análise de uma cidade pelo estudo de seu crescimento é um dos meios de apreendê-la em sua globalidade, a fim de determinar o sentido a dar os estudos ulteriores mais detalhados”. (Panerai, 2006: 55)

Portanto, neste tópico são abordados assuntos relacionadas ao Distrito Federal, desde a construção da capital, passando pelo seu histórico de periferização, até o surgimento da área em questão.

Para esse fim foram utilizadas fontes como o Relatório do Plano Piloto de Lucio Costa, o Plano de Ocupação de Águas Claras de Zimbres e Associados (1992), dados da Administração de Águas Claras e análises de autores como Paviani (2001, 2006, 2009), Panerai (2006), Holanda (2003, 2010), e Ribeiro *et alli* (2007), dentre outros.

2.1 Construção de Brasília

Já em 1761, o Marquês de Pombal, então primeiro-ministro de Portugal, propunha mudar a capital do império português para o interior do Brasil Colônia.

Na primeira Constituinte, logo após a Independência, em 1823, o Patriarca José Bonifácio escreveu uma memória acerca da necessidade e dos meios de edificar a capital no interior e foi a primeira pessoa a se referir à futura capital do Brasil como “Brasília”.

Assim, desde a primeira constituição republicana, de 1891, havia um dispositivo que previa a mudança da Capital Federal do Rio de Janeiro para o interior do país:

“Fica pertencendo à União, no planalto central da República, uma zona de 14.400 quilômetros quadrados, que será oportunamente demarcada para nela estabelecer-se a futura Capital federal”.

(Artigo 3º da Constituição da República de 1891)

A delimitação desse sítio para a construção da nova capital teve início com uma comissão, a Comissão Exploradora do Planalto Central do Brasil, enviada pelo governo federal em 1892 e comandada pelo astrônomo Luiz Cruls. A área selecionada ficou conhecida como Quadrilátero Cruls.

Em 1954, elaborado por uma empresa norte-americana Contratada por Getúlio Vargas em 1948, foi entregue um trabalho de identificação da área do concurso da cidade, conhecido como relatório Belcher. Este selecionou, dentro do quadrilátero já delimitado anteriormente, alguns sítios mais adequados à construção da cidade.

Para a seleção do sítio onde Brasília foi implantada, vários critérios foram considerados, como fatores econômicos e científicos, além das condições de clima e beleza do lugar, na tentativa de evitar problemas recorrentes em cidades sem planejamento. Assim, foi selecionado para a futura capital o sítio Castanho (Figura 4).

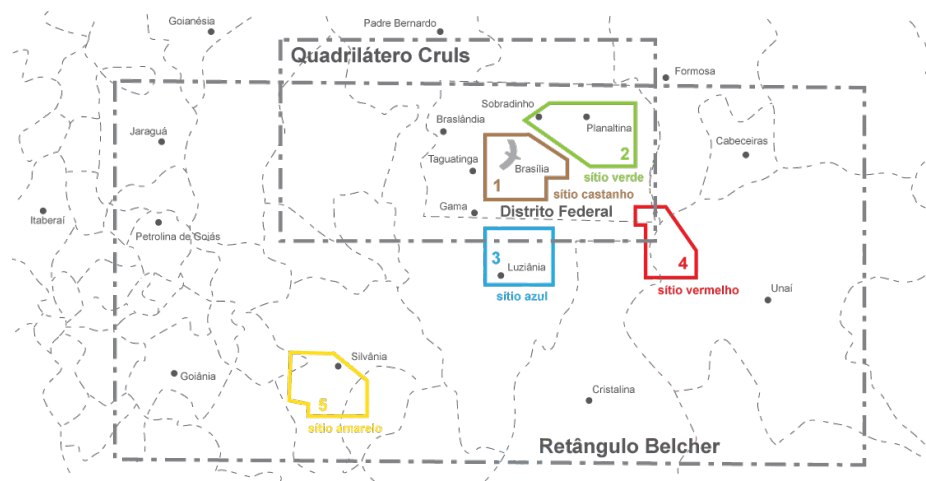


Figura 4 – Sítios selecionados para a implantação de Brasília, adaptado do Relatório Belcher *apud* Ficher (2010).

Em 19 de Setembro de 1956, o então presidente Juscelino Kubitschek criou a Companhia Urbanizadora da Nova Capital - NOVACAP, que publicou no dia seguinte o edital do concurso no Diário Oficial, sob o título de “Concurso Nacional do Plano Piloto da Nova Capital”.

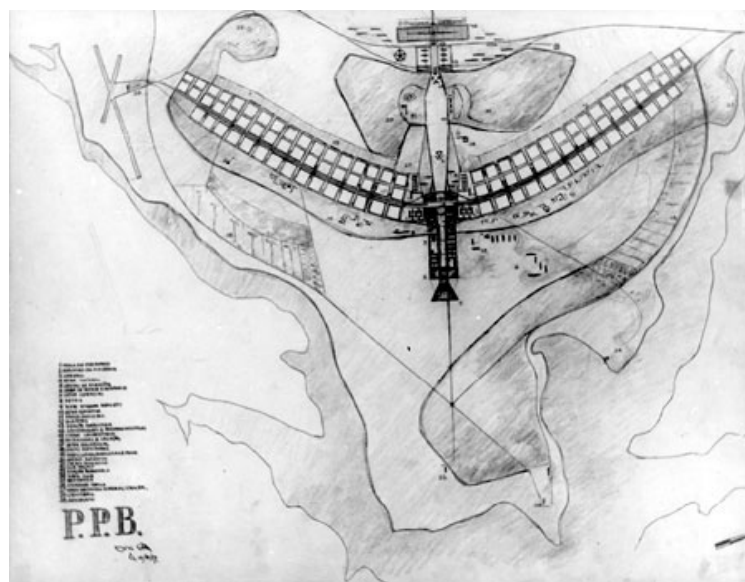


Figura 5 - Plano Piloto de Lúcio Costa, acervo do Arquivo Público do Distrito Federal – APDF.

Dentre os 26 participantes do concurso, o Plano de Lucio Costa foi anunciado como o vencedor em março de 1957. Dentre os planos apresentados, o de Lucio Costa foi o mais representativo do pensamento urbanístico daquele momento da história (Figura 5).

“Nasceu do gesto primário de quem assinala um lugar ou dêle toma posse:-- dois eixos cruzando-se em ângulo reto, ou seja, o próprio sinal da Cruz”. (Lucio Costa, 1957: sem página)

Em 21 de abril de 1960, após mil dias de construção, o Presidente Juscelino Kubitschek inaugurava a nova capital, a terceira capital do Brasil, após Salvador e Rio de Janeiro. A partir desta data iniciou-se a transferência dos principais órgãos da administração federal e dos poderes Executivo, Legislativo e Judiciário Federais.

Em maio de 1987, o professor Léon Pressouyre apresentou ao Conselho Internacional de Monumentos e Sítios – ICOMOS um parecer favorável à inclusão de Brasília na lista do Patrimônio Cultural Mundial, com a condição de assegurar as características arquitetônicas e urbanísticas da cidade. Assim, em 07 de dezembro de 1987, a 11ª Reunião Ordinária do Comitê do Patrimônio Mundial, incluiu Brasília na lista Patrimônio Mundial, Cultural e Natural da Humanidade.

2.2 Periferização do DF

O concurso para o projeto de Brasília previa 500.000 habitantes para o Plano Piloto, com o ideal de que Brasília seria composta pelo Plano Piloto da cidade e que, ao atingir o total populacional previsto¹, ensejaria a construção de cidades-satélites, abrigoando a população excedente.

O júri que aprovou o plano de Lucio Costa para a cidade de Brasília recomendou a construção de cidades-satélites 20 anos após a inauguração da capital. Contudo, em 1958, a NOVACAP decidiu construí-las para acomodar os pioneiros de Brasília.

O surgimento das cidades-satélites no Distrito Federal, hoje denominadas Regiões Administrativas, ocorreu de fato pela necessidade de abrigar os pioneiros que construíram a cidade – os “candangos”- para os quais não havia lugar no plano urbanístico de Lucio Costa. Assim, o governo inaugurou a primeira delas quase dois anos antes da própria capital e fundou outras três em fins de 1961.

Na época do concurso para a nova capital, não se previa que a dinâmica populacional com fortes correntes migratórias

1 O presidente do júri internacional que julgou os projetos urbanísticos, sir William Holford, sugeriu que se ampliasse o patamar populacional em 100 mil, num total de 600 mil habitantes.

rurais e urbanas, acrescidas do apelo de bons empregos na construção da capital, modificaria de tal forma a meta populacional, alcançando 2.606.885 habitantes², sendo que destes apenas 202.426 habitam o Plano Piloto.

“A implantação de um núcleo de infra-estrutura urbana sofisticada e de uma rede radical de transportes convergindo para o Distrito Federal aumentou sensivelmente o potencial de atração da capital, facilitando a ocorrência de fluxos migratórios pra esse novo centro”. (Romero, 1999: 248)

A demanda por moradia no Distrito Federal torna-se cada vez maior em função da baixa oferta de imóveis e do seu alto custo. Dessa forma, a população acaba buscando novas áreas para ocupação. Muitas das cidades-satélites que compõem o Distrito Federal, foram criadas a partir de ocupações irregulares sem a formalização inicial por parte do governo que, com o passar do tempo, acabou por legalizar essas áreas.

Esse sistema de ocupação das terras públicas no DF vem ocorrendo desde o início da construção de

2 Censo realizado em 2009 pelo IBGE.

Brasília e continua até os dias atuais. Com o aumento populacional, a população de renda mais baixa, a maioria originada por migrantes rurais, passa a ocupar as áreas mais periféricas da cidade.

Segundo Ribeiro *et alii* (2005), os centros urbanos brasileiros separam claramente as classes socioeconômicas, onde nas áreas com maior acesso à infraestrutura e serviços se localizam classes mais altas e nas áreas mais desprovidas se encontram as classes mais baixas. Especialmente, as primeiras tendem a se localizar no centro ou próximas a esse e as últimas em áreas periféricas.

Contudo a dinâmica territorial no Distrito Federal não abrange apenas pessoas de baixa renda, atingindo também parte da população mais abastada, que se apropria das áreas públicas mais próximas do centro para a construção de suas moradias. Além disso, boa parte dessas terras é loteada e vendida por grileiros a terceiros, havendo assim a obtenção de lucro a partir de terras públicas.

De acordo com Villaça (1998), a localização urbana é determinada por dois atributos: as redes de infraestrutura e as possibilidades de transporte, especialmente o deslocamento do ser humano, sendo este último, predominante sobre

o primeiro. A acessibilidade é mais vital na produção de localização do que a disponibilidade de infra-estrutura. Dessa forma, as invasões ocorrem normalmente em terras de acesso facilitado, apesar da ausência de redes de infra-estrutura. Esta vai sendo implantada posteriormente, sendo suprida na maioria das vezes pelo improvisado.

Essas novas áreas, por não terem planejamento, acabam por se tornarem prejudiciais à natureza, devido aos desmatamentos, impermeabilizações do solo e pelo uso indiscriminado de recursos hídricos. São ocupações com baixa qualidade de vida, devido à escassez de recursos para implantação de infra-estrutura urbana e equipamentos comunitários.

Essa situação agrava-se pela dispersão dos assentamentos numa ocupação horizontalizada e rarefeita, que acarreta grandes custos sociais e de extensão de redes de infraestrutura e equipamentos.

Essa expansão horizontalizada e não compacta do tecido urbano gerou uma dispersão no Distrito Federal, criando o que alguns pesquisadores costumam chamar de cidade difusa ou dispersa (Rueda, 1999).

O parcelamento de glebas rurais, de propriedade pública ou privada em unidades de menor dimensão caracteriza o crescimento por dispersão no Distrito Federal e sua Região Integrada de Desenvolvimento Econômico, determinada pela área do entorno. Essa forma de crescimento gera impactos negativos no meio, como o aumento da mobilidade no território, o incremento do transporte privado, a tendência ao colapso das infraestruturas viárias existentes, provocando a necessidade contínua e crescente de ampliação da rede viária.

A característica da dispersão inviabiliza muitas vezes a implantação de sistemas de transporte coletivo, assim como requer um custo mais alto na implantação de infraestruturas de saneamento, coleta de resíduos e oferta de serviços públicos.

Muitos dos problemas urbanos percebidos no Distrito Federal, gerados pela característica difusa, foram agravados pelo acentuado crescimento populacional, descontrolado e sem planejamento. A demanda por moradia conduziu a busca por novas localizações, ocorrendo perifericamente.

A configuração difusa de Brasília pode ser relacionada com a proposta da cidade modernista, influência direta no plano da cidade. Lefebvre (2001), a partir de uma reflexão

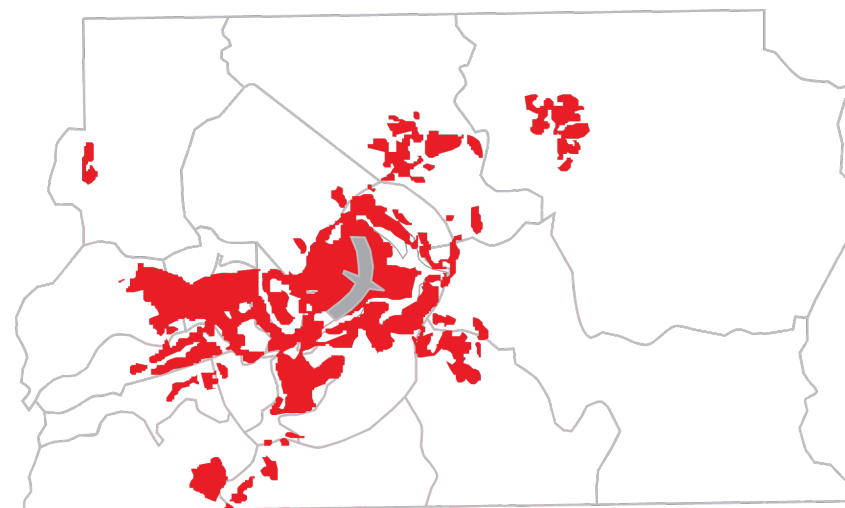
crítica dos processos simultâneos da urbanização e industrialização, relaciona o funcionalismo preconizado pelo Congresso Internacional de Arquitetura Moderna - CIAM, com o desaparecimento da vida urbana e o crescimento urbano disperso dos bairros dormitórios da periferia das grandes cidades. Nas cidades contemporâneas é possível observar que a vida urbana e a riqueza dos espaços públicos são escassas e o tecido urbano perde coesão na sua configuração.

A dispersão das áreas residenciais gerou um novo mercado de consumo, pela necessidade de deslocamento até o núcleo urbano mais próximo para compras cotidianas. Essa dinâmica acarretou a polarização como forma de crescimento, derivada desse cenário de espalhamento territorial. Nesse contexto o Plano Piloto assume papel de pólo principal.

Brasília fugiu ao modelo de urbanismo inicial, que previa cerca de 500 mil habitantes contidos prioritariamente dentro dos limites do Plano Piloto. Na prática, existem mais de 2 milhões de habitantes formando uma massa populacional que extrapola o Plano Piloto, com características geográficas para a definição de uma metrópole, transformado este apenas no centro da capital.

“Ao longo dos 41 anos de existência. Brasília se tornou complexa e, sobretudo, exige ser definida: Brasília não coincide apenas com o Plano Piloto como muitos referem. O Plano é o centro da metrópole com o somatório desse núcleo central e quase duas dezenas de cidades (até há pouco tempo denominadas de ‘cidades-satélites’). Muitas dessas cidades resultam de ‘assentamentos semi-urbanizados’, sendo carentes de infraestrutura básica e de equipamentos sociais – escolas, hospitais equipados e serviços públicos. São cidades-dormitório e núcleos potenciais para a futura implantação de atividades produtivas, geradoras de novos locais de trabalho.” (Paviani, 2001: sem página)

Brasília, portanto, já não pode mais ser encarada com uma cidade isolada. É importante que o Plano Piloto e as Regiões Administrativas sejam percebidos como um conjunto, uma grande conurbação urbana e, que, desta forma, interagem entre si (Figura 6).



Distrito Federal

Figura 6- Brasília – Áreas urbanas em 2000, adaptado de Holanda (2003 : 03).

2.3 Surgimento de Águas Claras

Conforme citado, a maioria das cidades-satélites do Distrito Federal existentes surgiu a partir de ocupações irregulares sem iniciativa por parte do governo que, posteriormente, acabou legalizando essas áreas. No entanto, o caso de Águas Claras difere em algumas questões, pois foi concebida como um espaço pré-definido pelo Governo do Distrito Federal.

Por ser uma área localizada em dois grandes complexos pré-existentes - Plano Piloto/ Cruzeiro/Guará e Taguatinga/Ceilândia/Samambaia – a região configurava um hiato territorial, um ponto crítico gerador de altos custos para expansão de serviços urbanos.

Segundo Panerai (2006), áreas de vazio urbano entre os dois pólos favorecem a formação de linhas de tensão, com grande potencial de ocupação, que tendem a determinar a direção para onde seguirá o crescimento de uma aglomeração.

Águas Claras, portanto, representava uma área de potencial crescimento, com tendência de ser ocupada irregularmente pela sua ociosidade. Este fato seria agravado ainda mais após a implantação da malha metroviária que cortaria a região.

Indicações sobre a necessidade de ocupação desse espaço podem ser encontradas já no Plano Estrutural de Organização Territorial do Distrito Federal – PEOT, datado de 1977, que recomendava a ocupação da área com equipamentos de interesse metropolitano.

Em 1983, a partir do Projeto Águas Claras³, aprovado pelo então Conselho de Arquitetura e Urbanismo – CAU, foram identificadas áreas para ocupação urbana, áreas propícias para atividade rural e projetos de proteção ambiental e de recuperação. Dessa forma, o polígono dentro do qual foi proposto o então bairro Águas Claras, localizado entre o Guará e Taguatinga, já fora delimitado para expansão urbana, reconhecendo aquele sítio em grande parte como impróprio para o uso rural, devido aos danos gerados pela intensa exploração de cascalho, podendo ser recuperado com atividades de construção de estruturas ambientais urbanas como ruas, praças, parques e edifícios. Essa destinação foi confirmada em 1990, pelo Plano de Ocupação e Uso do Solo – POUZO⁴.

Assim, em 1984, surgiu o bairro de Águas Claras como parte de um conjunto de iniciativas para atender à crescente procura por novas habitações e, ainda, como forma de viabilizar as instalações do metrô, proposto como

³ Decisão nº 46/83, decreto nº 7.558/83.

⁴ Decreto nº 12.898/1990.

recurso para a racionalização da ocupação do uso do solo e para a expansão ordenada em Brasília. Águas Claras está disposta na metade do trajeto determinado pela malha metroviária, onde a linha sofre bifurcação.

Com a regularização da ocupação irregular denominada Vila Areal, em 1989, foram configuradas as quadras pares do referido bairro, tornando-se parte da Região Administrativa III – Taguatinga.

Em 1991, o Governo do Distrito Federal contratou o escritório Zimbres e Reis Arquitetos Associados para elaborar um Plano de Ocupação para o novo bairro de Taguatinga. O Conselho de Arquitetura e Meio Ambiente – CAUMA apreciou este Plano de Ocupação⁵ e deliberou para sua aprovação⁶ e em 1992, o bairro teve sua autorização de implementação⁷.

Com a recente criação de novas Regiões Administrativas por parte do Governo do Distrito Federal, em 2003 Águas Claras foi elevada⁸ à categoria de RA, por desmembramento da área

de Taguatinga e incorporação de áreas vizinhas. Assim a Região Administrativa XX – Águas Claras, engloba além da área original do bairro, o Areal e Arniqueiras, que são regiões contíguas, porém a poligonal oficial da área ainda não foi regulamentada, aguardando aprovação.

Para o presente estudo, foi considerada apenas a área original do bairro (Figura 7), por suas características morfológicas peculiares – edificações em altura em torno da linha do metrô, em uma área com grande quantidade de construções sendo executadas.

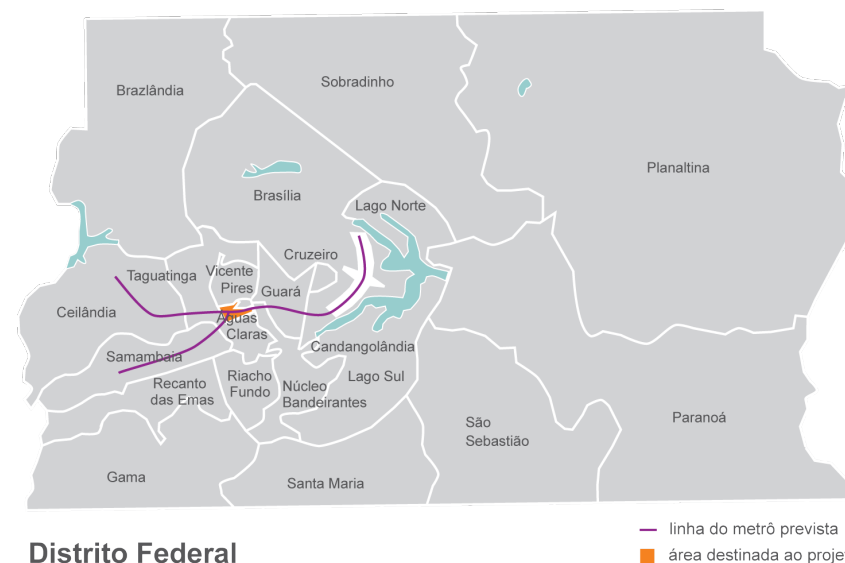


Figura 7 – Área destinada ao projeto Águas Claras quando ainda bairro de Taguatinga.

5 Na sessão do dia 13 de novembro de 1991.

6 Decisão nº 124/91 homologada pelo decreto nº 13.573/91.

7 Lei nº 385 de 16 dezembro de 1992.

8 Lei nº 3.153, de 06 de maio de 2003.





3

Conforto Térmico e Morfologia Urbana



3

Conforto térmico e Morfologia urbana

O clima local de uma cidade é influenciado por determinadas estratégias adotadas na concepção das construções, já que estas escolhas resultam em impacto no desempenho térmico do espaço urbano e, conseqüentemente, sobre o usuário deste meio.

Segundo Romero (2001), o impacto negativo ao qual a população é submetida quando o construído transforma-se em indutor de alterações climáticas pode ser evitado com um desenho adequado.

Considerando essa relação, este capítulo foi subdividido em duas partes teóricas, com o intuito de reunir informações e conceitos importantes, correspondentes às duas áreas de conhecimento que apoiam esta pesquisa – o conforto térmico e a morfologia urbana.

Na primeira parte se apresentam questões à respeito dos condicionantes do conforto térmico, com enfoque à suas relações em espaços abertos. Partindo dessas

considerações iniciais, se relacionam os índices de conforto térmico dos espaços abertos e a influência do clima na arquitetura, citando as principais variáveis climáticas pertinentes.

Já na segunda parte se aborda a morfologia urbana, listada como uma das variáveis que mais exerce influência na percepção do conforto térmico dos espaços abertos. Assim, será considerada a relação existente entre as construções e as alterações que estas impõem às variáveis ambientais e humanas.

Para o embasamento deste tópico foram levantados alguns autores sobre o tema, como Olgay (1963, 2004), Givoni (1992), Romero (2001, 2007, 2009), Frota & Schiffer (1995), Alucci & Monteiro (2008), Monteiro (2008) e Monteiro & Alucci (2005, 2010), Panerai (2006), Mascaró (1996) e Oliveira (1988).

3.1 Conforto Térmico

O conforto térmico é parte integrante de várias condicionantes que compõem o conforto ambiental, que abrange também o conforto luminoso, acústico, ergonomia e qualidade do ar. Esses condicionantes, sempre que possível, devem ser adotados de forma conjunta na edificação, para que esta possua um desempenho completo e atenda ao conforto ambiental. Para o presente estudo, foi dado enfoque ao conforto térmico, por ser aquele que mais impacta o cotidiano da população.

“Na concepção dos edifícios, a adoção de certas estratégias pode influenciar significativamente no seu desempenho térmico... Damos ênfase ao térmico, uma vez que é o que mais afeta as atividades da população”. (Romero, 2009: 549)

ASHRAE (2004) define conforto térmico como o estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Já Frota & Schiffer (2003) o definem como a sensação do organismo quando perde para o ambiente o calor produzido pelo metabolismo, sem recorrer à mecanismos termorreguladores.

A dissipação de energia interna, produzida pelo corpo humano, depende de vários fatores e é controlada por meio de mecanismos termorreguladores. Esses mecanismos são ativados quando a pessoa deixa de sentir conforto térmico, o qual é fundamental para a saúde e bem estar do homem.

Os desequilíbrios provocados entre a geração de calor e a dissipação de calor causam sensações desagradáveis, como a fadiga térmica, o que provoca mal estar e queda de rendimento no trabalho.

Porém, a sensação de conforto térmico não depende somente da incessante interação térmica entre o corpo humano e o seu meio - os condicionantes fisiológicos, depende ainda de condicionantes físicos, dados por critérios ambientais e morfológicos.

Essas interações dependem ainda da estrutura do espaço considerado, com relações diferenciadas em ambientes fechados ou abertos.

3.1.1 Conforto térmico em espaços abertos

Grande parte dos trabalhos de pesquisa, modelagem teórica e verificação experimental de conforto objetivam aplicações para ambientes fechados, já que as condições climáticas internas são mais facilmente controladas e passíveis de intervenções de condicionamento térmico.

Nos espaços abertos, as variáveis climáticas são também passíveis de condicionamento, porém seu controle é substancialmente menor, devido à ausência, parcial ou total, de confinamento.

Alucci & Monteiro (2008) comentam que espaços abertos se distinguem devido à maior heterogeneidade ambiental, apresentando diferentes características arquitetônicas. Ainda segundo os autores, a avaliação térmica de espaços abertos requer a consideração de fatores adicionais que comumente não estão presentes em uma situação típica interna, como a incidência de radiação solar e ventos.

Portanto, a ausência de confinamento leva à certas especificidades - Monteiro & Alucci (2010):

- a necessidade de consideração do ganho de radiação solar;
- a importância da atuação do vento junto a incerteza de sua ação e impossibilidade de intervenções de controle efetivo;
- baixo controle das variáveis temperatura e umidade do ar devido ao transporte de massa e energia proporcionado pela ação dos ventos; e
- diferentes anseios de conforto térmico devido à heterogeneidade de indivíduos e atividades.

Assim, para o estabelecimento de parâmetros relativos às condições de conforto térmico em espaços abertos, é necessária a incorporação das variáveis ambientais, humanas e construtivas.

As principais variáveis humanas estão relacionadas com a atividade desempenhada pelas pessoas, vestimentas e parâmetros pessoais. (Frota & Schiffer, 2003; Lamberts *et alli*, 1997; Olgay, 1963; Nikolopoulou & Lykoudis, 2003).

Já para as variáveis ambientais, estudos apontam como parâmetros mais importantes para o conforto térmico a temperatura do ar, a umidade relativa, a velocidade do ar e a temperatura radiante média. (Frota & Schiffer, 2003; Olgyay, 1963; Oliveira, 1988; Alucci & Monteiro; 2008).

Por sua vez, as variáveis construtivas configuram-se pelos materiais e formas das superfícies presentes no ambiente, além do próprio planejamento. (Mascaró, 1996; Oliveira, 1988; Panerai, 2006).

Por meio do levantamento dos autores citados, esses parâmetros foram classificados de acordo com a Tabela 1.

3.1.2 Índices de conforto térmico em ambientes abertos

Em estudos sobre conforto térmico, verifica-se a impossibilidade de se expressar em um único fator as reações humanas ao ambiente térmico, tornando-se necessária a análise do efeito da combinação de vários fatores, como

Tabela 1 - Variáveis condicionantes de conforto térmico em espaços abertos.

Parâmetros relativos às condições de conforto térmico em espaços abertos	
Variáveis humanas	
atividades	calor gerado pelo metabolismo
vestimentas	resistência térmica da roupa
parâmetros pessoais	idade, sexo, cor da pele, peso e altura
fatores subjetivos	experiência, expectativa e adaptação térmica
Variáveis ambientais	
temperatura do ar	
umidade relativa	
velocidade do ar	
temperatura radiante média	
Variáveis construtivas	
materiais	superfícies, cobertura vegetal
formas	alturas, larguras, comprimentos
planejamento	posição dos volumes edificados, afastamentos

variáveis ambientais e fatores pessoais para um único parâmetro, denominando-se assim o índice térmico.

Geralmente, esses índices de conforto térmico são desenvolvidos fixando-se um tipo de atividade e vestimenta utilizada pelo indivíduo para relacionar as variáveis do ambiente e reunir as diversas

condições ambientais que proporcionam respostas similares em pessoas diferentes.

Existem vários índices propostos para a avaliação de conforto em espaços externos. Monteiro & Alucci (2005) realizaram um levantamento de pesquisas a respeito desses índices, especificamente de modelos analíticos e numéricos e os parâmetros propostos por diversos autores por meio de método de balanço térmico e pesquisas empíricas.

Dentre os diversos índices, destacamos para este trabalho a Carta Bioclimática de Olgay, o PET e o PMV.

Carta Bioclimática

A Carta Bioclimática de Olgay (1963) é um índice biofísico de conforto térmico e foi desenvolvida a partir de estudos acerca de efeitos do clima sobre o homem, quer ele esteja abrigado ou não, composta por relações entre elementos do clima e conforto térmico.

Esta carta é uma representação sobre o Diagrama Psicrométrico, determinando as condições da temperatura e umidade quando uma grande probabilidade de pessoas percebem a sensação de conforto térmico. Estas condições delimitam a zona de conforto, obtida para umidade relativa entre 20% a 80% e temperatura entre 18°C e 29°C (Figura 8).

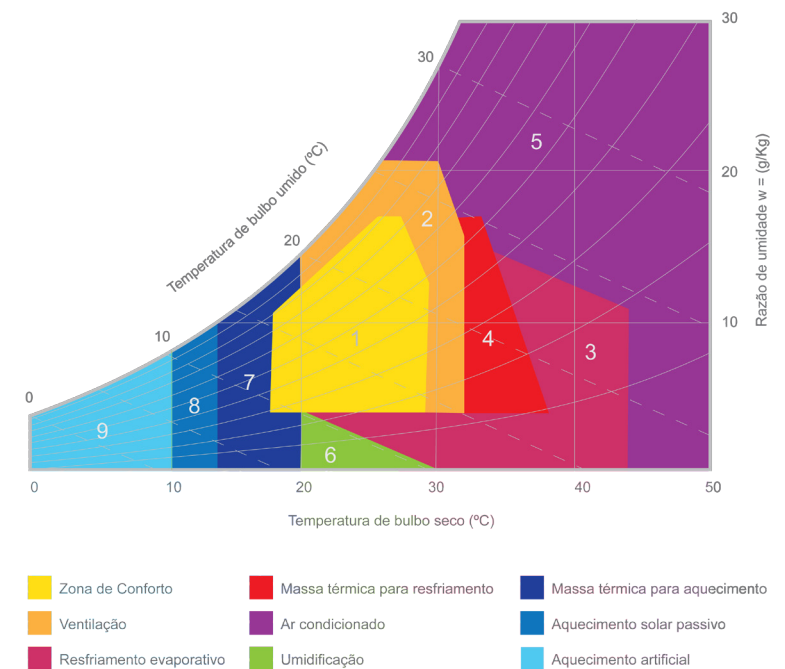


Figura 8 - Carta Bioclimática, adaptada de Givoni (1992: 11-23).

Em 2003, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT lançou a norma NBR 15220 - Desempenho Térmico de Edificações. Em sua 3ª parte: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social, estabeleceu uma subdivisão das condições climáticas brasileiras para projeto em 8 zonas bioclimáticas (Figura 9). Essas zonas foram definidas de acordo com o clima e com as necessidades humanas de conforto. Dessa forma, Brasília foi classificada dentro da zona 4 (Figura 10).

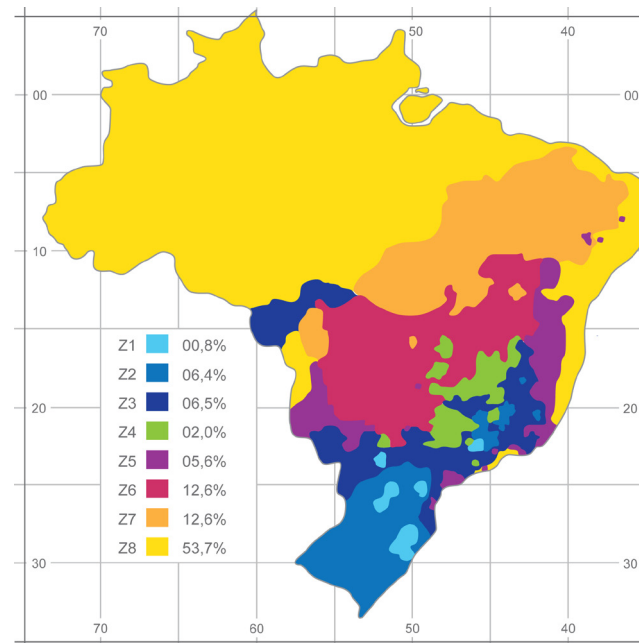


Figura 9 – Zoneamento Bioclimático Brasileiro, adaptado da norma ABNT NBR 15220 - 3ª parte, 2003.

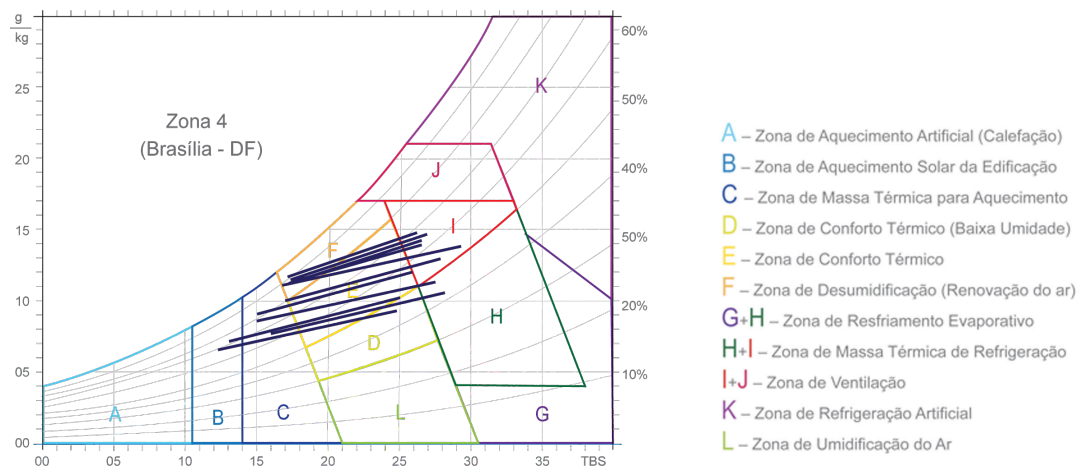


Figura 10 – Carta Bioclimática para Brasília, adaptado da norma ABNT NBR 15220 - 3ª parte, 2003.

Apesar de a norma ser voltada para a avaliação do desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social, com recomendações voltadas para o interior das edificações, ela estabelece um zoneamento bioclimático do território brasileiro, que pode ser considerado no estudo das áreas abertas.

Goulart *et alli* (1997) realizaram um estudo das variáveis climáticas de 14 capitais brasileiras - Belém, Brasília, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Maceió, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís, São Paulo e Vitória, utilizando a Carta Bioclimática como referência.

Por meio dos levantamentos realizados, conclui-se que os dados de Brasília são os que permanecem durante maior parte do ano dentro da zona de conforto. Assim, a cidade aparece como aquela climaticamente mais confortável entre as 14 analisadas.

Contudo, é válido lembrar que a Carta Bioclimática apresenta o padrão de dados de uma área considerando apenas a temperatura e a umidade, sem levar em conta a radiação solar e a velocidade do vento, além de não ter seus resultados expressos em um único parâmetro que facilite uma análise mais detalhada.

PET

O índice PET (*Physiological Equivalent Temperature* ou Temperatura Equivalente Fisiológica), desenvolvida por Höppe (1999), é um índice que define uma temperatura fisiológica equivalente em determinado local - ao ar livre ou em ambientes fechados, com uma temperatura do ar igual à de equilíbrio térmico do corpo humano. Dado em graus centígrados, traduz a sensação térmica resultante da interação das quatro variáveis ambientais: a temperatura, umidade do ar, velocidade do vento e temperatura radiante média, baseado na equação de equilíbrio térmico humano em estado de uniformidade, metabolismo de trabalho e vestimenta.

O modelo adota os seguintes parâmetros para o ambiente de referência:

- metabolismo de 80 W – atividade leve, adicionado ao metabolismo basal;
- resistência térmica do vestuário de 0,9 clo;
- temperatura radiante média igual à temperatura do ar;
- velocidade do ar: $v = 0,1$ m/s; e

- pressão parcial de vapor de água do ar: $p_v = 12$ hPa (correspondente aproximadamente a 50% de umidade relativa à 20 °C).

Os limites de conforto estabelecidos para esse índice situam-se entre 22 e 24 °C. Foi desenvolvido para espaços abertos ou fechados e vem sendo aplicado por pesquisadores para estudos de clima urbano.

PMV

O PMV (*Predicted Mean Vote* ou Voto Médio Estimado) é um método de predição da sensação térmica analítica de conforto, baseado no modelo de balanço térmico do corpo humano. É resultante de parâmetros pessoais - atividades físicas e tipo de vestimenta, e de parâmetros ambientais -

temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa e velocidade do ar.

Criado por Fanger (1972), traduz a sensibilidade das pessoas ao calor e ao frio. O índice prevê o valor médio dos votos de um grande grupo de pessoas numa escala numérica com sete pontos. Os valores variam de -3 a 3 e expressam a satisfação humana em relação ao ambiente térmico. O valor zero se refere ao ambiente neutro, os valores negativos ao frio e os positivos ao calor (Figura 11). É um dos índices mais confiáveis e utilizados, adotado pelas normas internacionais ISO 7730 (1994) e a ASHRAE 55 (2004).

Este número está relacionado ao Índice PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied* – Percentual de Pessoas Insatisfeitas), que fornece o percentual de pessoas que se sentem fora do conforto térmico.

Índice PMV

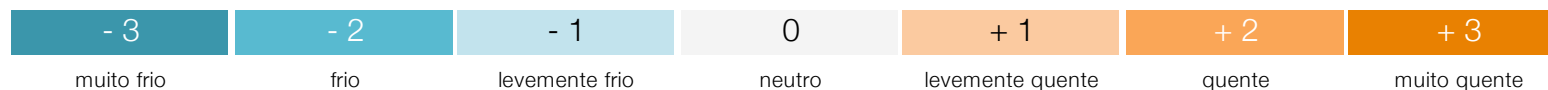


Figura 11 – Índice PMV de Fanger(1972) - *Predicted Mean Vote* – Voto Médio Estimado.

Segundo a norma ISO 7730 (1994), os ambientes ideais possuem valor PMV entre -0,5 e + 0,5, o que corresponde a até 10% de pessoas insatisfeitas. São toleráveis, porém, os ambientes com até 20% de pessoas insatisfeitas (Gráfico 1)).

Apesar de desenvolvido inicialmente para uso em espaços internos é ainda bastante utilizado em pesquisas sobre conforto em espaços abertos.

PMV	Sensação térmica	PDD
- 3	Muito frio	100 %
- 2	Frio	75 %
- 1	Levemente frio	25 %
- 0,5	Confortável	10 %
0		5 %
+ 0,5		10 %
+ 1	Levemente quente	25 %
+ 2	Quente	75 %
+ 3	Muito quente	100 %

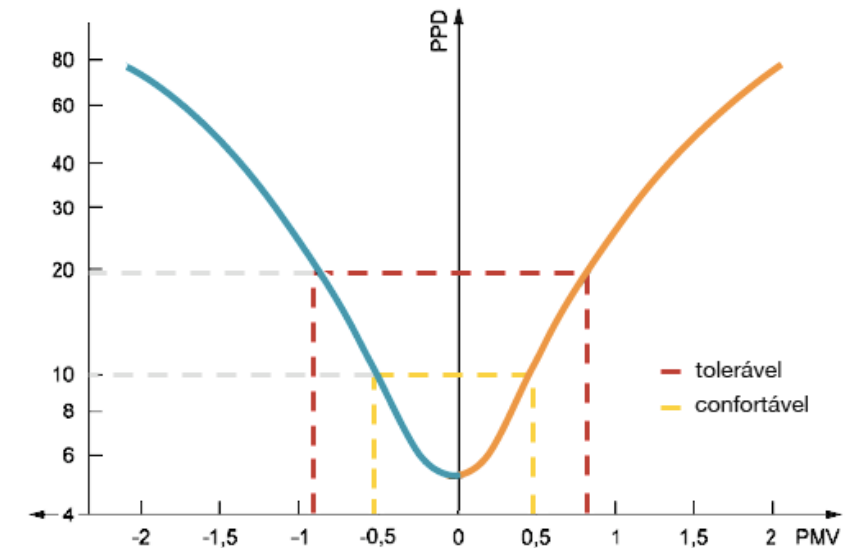


Gráfico 1 - Relação entre o PMV (*Predicted Mean Vote* – Voto Médio Estimado) e o PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied* – Percentual de Pessoas Insatisfeitas). Adaptado de ISO 7730 (1994)

Além disso, foi considerada sua equivalência ao PET, baseando-se na tabela comparativa elaborada por Dacanal (2010), que utilizou como referência a calibração proposta

por Monteiro & Alucci (2007) entre os índices PMV e PET para a realidade brasileira, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação de faixas de conforto térmico para espaços abertos. Adaptado de Dacanal (2010).

PET (calibrado por Monteiro e Alucci, 2007)	Sensibilidade térmica	Grau de estresse fisiológico	PMV
< 4°C	Muito frio	Estresse por frio extremo	- 3,5
< 12°C	Frio	Estresse por frio forte	- 2,5
< 18°C	Frio moderado (fresco)	Estresse por frio moderado	- 1,5
18°C	Levemente frio	Estresse por frio leve	- 0,5
26°C	Confortável	Sem estresse	+ 0,5
> 26°C	Levemente aquecido	Estresse por calor leve	+ 1,5
> 31°C	Aquecido	Estresse por calor moderado	+ 2,5
> 43°C	Quente	Estresse por calor forte	+ 3,5
	Muito quente	Estresse por calor extremo	

3.1.3 Influência do clima

No campo da arquitetura e urbanismo, o estudo do clima mostra-se imprescindível para o desenvolvimento de propostas mais adequadas à disponibilidade e preservação dos recursos naturais e também adequadas ao conforto do homem na cidade.

O clima constitui a fonte principal de influências térmicas sobre o ambiente, que por sua vez atuará sobre o indivíduo. Para projetar uma arquitetura que visa o conforto térmico deve-se conhecer os parâmetros climáticos locais, para um projeto que vise o melhor desempenho térmico possível.

Para a região em estudo, Águas Claras, foram adotados os dados levantados para a RA Brasília. Apesar das diferenciações morfológicas e ocupacionais entre as áreas, a falta de dados específicos levou à utilização daqueles fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET para o Plano Piloto.

Brasília encontra-se localizada no centro-oeste do Brasil, a uma latitude de 15°52' sul e 47°55' de longitude à oeste de Greenwich, com uma altitude média de 1100m. Quanto à classificação climática, Brasília apresenta-se como um clima Tropical de Altitude caracterizada por grandes

amplitudes diárias e duas estações bem definidas: quente-úmida (verão) e seca (inverno).

Porém é válido acrescentar que o clima de uma aglomeração urbana não apresenta necessariamente as mesmas condições climáticas relativas ao macroclima no qual está inserida. O clima local numa cidade é influenciado pelos materiais que compõem a superfície urbana, muito diferentes dos materiais das superfícies não construídas.

O estudo do desempenho climático de um espaço urbano ocorre a partir da constatação da influência das modificações que a urbanização provoca no ambiente natural e, conseqüentemente, nas características originais do clima. Muitos problemas atmosféricos urbanos são gerados por não serem consideradas as relações existentes entre a forma física das cidades e os recursos ambientais.

As preocupações com as características do clima de determinado local vinculam-se, especialmente, à necessidade de disponibilizar estratégias que possam oferecer, nos espaços urbanos e edifícios das cidades, além do aproveitamento racional dos recursos naturais, o conforto térmico.

Como visto, o conforto térmico dos espaços abertos envolve a incorporação de variáveis ambientais, humanas e construtivas. Para a análise da fração estudada noturno, foram estudadas, portanto, as variáveis ambientais relacionadas anteriormente como pertinentes ao estudo do conforto térmico de espaços abertos, a saber:

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

Temperatura do ar

Segundo Lamberts *et alli* (1997), a temperatura do ar é a principal variável do conforto térmico. A sensação de conforto baseia-se na perda de calor do corpo pelo diferencial de temperatura entre a pele e o ar, complementada pelos outros mecanismos termo-reguladores. O calor é produzido pelo corpo através do metabolismo e suas perdas são menores quando a temperatura do ar está alta ou maiores quando a temperatura está mais baixa.

De acordo com Romero (2001), a temperatura varia de acordo com diversos fatores, como a absorção solar

dos diferentes tipos de solos e água e os movimentos de massas de ar. Além disso, a topografia de um lugar exerce grande influência na temperatura, geralmente diminuindo à medida que a altura aumenta.

Os dados climáticos recolhidos ao longo do ano são preciosas ferramentas para se conhecer o comportamento das temperaturas num determinado local. Brasília, por exemplo, apesar de apresentar uma temperatura média anual amena, de 21,2°C segundo o INMET (Gráfico 2), revela grande amplitude térmica diária no inverno, com acentuada diferença de temperatura mínima e máxima durante o dia.

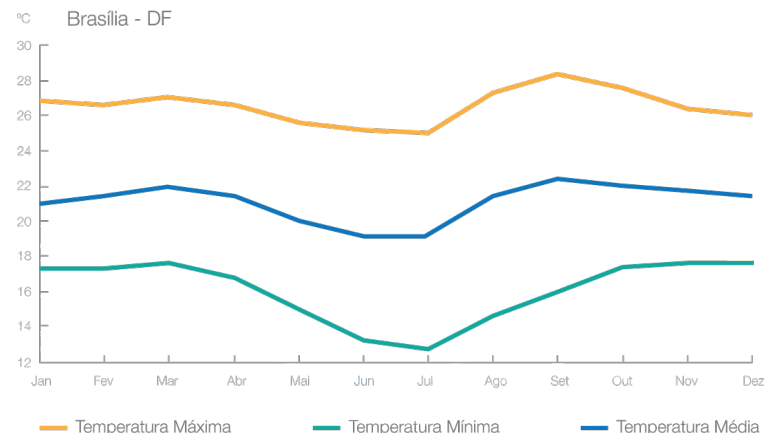


Gráfico 2 - Comportamento da temperatura anualmente em Brasília.
Adaptado de INMET - período de 1960-1991.

Umidade Relativa

Os efeitos da umidade do ar no conforto humano se dão na medida em que ela atua diretamente na capacidade da pele de evaporar o suor. Ambientes com alta umidade relativa representam maior dificuldade de evaporação, aumentando a sensação de desconforto térmico.

A umidade relativa varia nas diferentes horas do dia e épocas do ano, devido às mudanças diurnas e anuais na temperatura do ar. O ar, a uma determinada temperatura, somente pode conter uma certa quantidade de vapor de água. Ela tende a aumentar quando há diminuição de temperatura e diminui quando há aumento desta.

Brasília apresenta um período seco, correspondente ao inverno, com valores de umidade relativa apresentando valores aproximados a 18% segundo o INMET. Já no verão a umidade relativa aumenta, correspondendo ao período chuvoso da região (Gráfico 3).

Velocidade do ar

Os ventos alteram a sensação térmica que sentimos em determinado ambiente, provocando sensação de resfriamento pela perda de calor corporal. Não altera

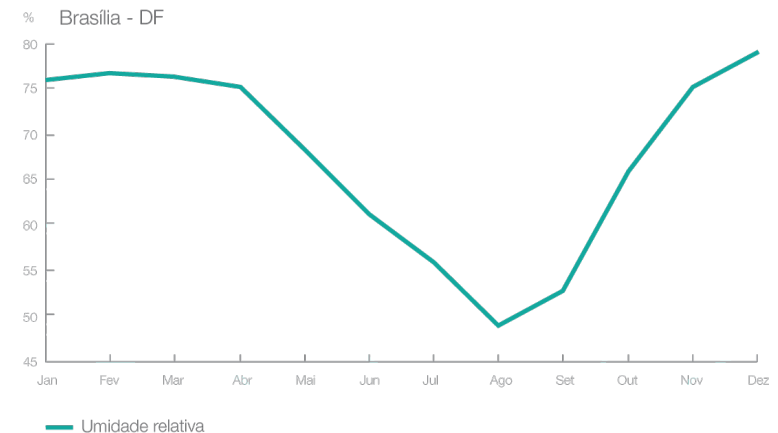


Gráfico 3 - Comportamento da umidade relativa do ar anualmente em Brasília. Adaptado de INMET - período de 1960-1991.

a temperatura do ar, mas aumenta a velocidade de evaporação, reduzindo o desconforto pelo excesso de umidade.

A utilização da ventilação exige algumas considerações, já que em cada ponto geográfico existe um regime de vento irregular, sendo muito difícil prever as possíveis condições de intensidade e direção do mesmo em um momento específico.

Contudo, existem fatores próprios de cada lugar que condicionam a maior ou menor probabilidade de direção e intensidade de vento. De acordo com Maciel (2002), por meio de levantamentos de dados climáticos para Brasília,

a velocidade média do vento na região é de 2 m/s. Além disso, com relação à direção do vento, a cidade apresenta ventos predominantes noroeste na época do inverno seco e leste no verão chuvoso.

Como a velocidade do vento é um fator determinante para a sensação de resfriamento da pele, especial atenção deve ser tomada para evitar que o ar em alta velocidade incida sobre uma pessoa provocando sensação térmica indesejável.

Na busca de indicadores de velocidade do vento quanto ao conforto térmico, Souza (2006) realizou um estudo baseado em diversos autores sobre a questão, propondo alguns critérios para a estação quente-úmida do clima tropical de altitude:

- a velocidade do vento menor que 1m/s é baixa para proporcionar conforto térmico;
- a velocidade do vento maior que 4m/s é desagradável termicamente para o ambiente externo.

Temperatura Radiante Média – TRM

A temperatura radiante média pode ser definida como a média de todas as temperaturas superficiais, levando-

se em conta suas áreas e o valor determinante da energia emitida por radiação. É o valor médio entre a radiação térmica que incide sobre as superfícies do local – objetos e seres vivos –, e as aquece, e a radiação que elas emitem de volta para o ambiente.

É um dos parâmetros mais importantes no balanço de energia e no conforto térmico humano e é utilizada para calcular a perda de calor sensível, na equação do PMV. Um indivíduo que se encontre diretamente exposto à radiação solar pode estar sujeito a uma TRM muito superior à temperatura ambiente.

A temperatura média radiante para uma condição de conforto, segundo a ISO 7730 (1994) deverá estar entre 10°C e 40°C para o ser humano não se sentir desconfortável. Se a temperatura média radiante e a temperatura do ar forem iguais, temos as condições ótimas para o conforto térmico e a temperatura aconselhada pela ASHRAE (1993).

“Entendendo melhor o clima da região é possível evitar, ou pelo menos minimizar, aspectos ambientais indesejáveis, como ventos fortes, altas temperaturas, poluição do ar e outros. Para tanto, é necessário a compreensão das variáveis que compõem o clima e o grau de influência de cada uma delas sobre o ambiente construído”. (Maciel, 2002 : 07)

3.2 Morfologia Urbana

O clima de uma cidade é influenciado pelas formas e superfícies apresentadas pela malha edificada. A superfície urbana apresenta aspecto mais rugoso que as superfícies não construídas, acarretando em maior fricção entre a superfície e os ventos que a atravessam. Ao mesmo tempo, as superfícies das edificações atuam como refletoras e radiadoras que, em seu conjunto, aumentam os efeitos da radiação incidente. Além disso, os materiais urbanos possuem uma capacidade térmica mais elevada que a dos materiais das áreas do entorno e são melhores condutores (Romero, 2007).

O desempenho térmico em relação aos espaços abertos nos conjuntos é determinado pelo balanço das trocas térmicas entre o meio ambiente e o edifício, trocas que ocorrem em função da radiação solar incidente, do potencial de ventilação natural, da orientação ao sol e aos ventos, da forma da edificação, dos materiais de revestimento das paredes e cobertura, entre outras variáveis.

Conforme citado, o conforto térmico em espaços abertos depende da incorporação de variáveis ambientais, humanas e construtivas. A morfologia urbana representa, portanto, a variável construtiva componente desses condicionantes de conforto, influenciando e interagindo com as demais

variáveis. Assim, pode-se estabelecer relações entre a configuração da massa edificada e as alterações impostas às variáveis ambientais e, em consequência, às variáveis humanas.

Dentre os atributos relacionados à morfologia urbana que modificam o desempenho dos espaços externos, podemos citar a ocupação do solo, a densidade de construções, as formas arquitetônicas utilizadas e os materiais que compõem o espaço, conforme a Tabela 3. (Alucci & Monteiro, 2008; Panerai, 2006; Mascaró, 1996 e Oliveira, 1988).

Tabela 3 – Principais atributos da morfologia urbana com relação ao conforto térmico em espaços abertos.

Atributos da morfologia urbana relacionados ao conforto térmico dos espaços abertos	
ocupação do solo	orientação em relação à direção dos ventos (ângulo), extensão (m), largura (m), localização (endereço), proximidade (m), forma (ângulo)
densidade de construção	quantidade de construções no espaço (m ³), distância entre as edificações(m).
formas da arquitetura	altura (m), comprimento (m), largura (m), forma/volumetria (m ³), orientação ao vento dominante (ângulo de incidência), inclinação da cobertura (%), continuidade ou descontinuidade (m), alinhamento ou não alinhamento (m), disposição entre os edifícios – distância, orientação (paralelo, perpendicular, intercalado, oblíquo entre si), distribuição dos edifícios altos entre os baixos (m)
materiais	material superficial (tipo/m ²) e cobertura vegetal (m ²)

Esses atributos se relacionam com as variáveis ambientais, modificando seu comportamento em cada ponto, o que origina microclimas diferentes. Dentre as variáveis climáticas, dá-se ênfase àquelas relacionadas anteriormente como pertinentes ao estudo do conforto térmico de espaços abertos – a temperatura do ar e a temperatura radiante média, a velocidade do ar e a umidade relativa.

A temperatura do espaço urbano é consequência primeiro, da temperatura do ar, segundo, da radiação solar absorvida, e terceiro, dos demais intercâmbios térmicos entre todas as superfícies pertencentes ao meio.

A quantidade de radiação solar encontrada no domo urbano é essencialmente a mesma que se encontra no campo. No entanto, no espaço densamente construído, a trajetória da radiação solar incidente nos edifícios é complexa. Uma parte significativa da radiação chega às coberturas enquanto uma parte relativamente pequena chega ao solo.

Por esses fatores, a temperatura do ar média, numa densa área urbana, é mais alta que a dos arredores rurais, dando lugar ao fenômeno “ilha de calor”, que é o resultado do total das mudanças climáticas provocadas pelas alterações humanas sobre a superfície urbana (Figura 12).

Como a umidade relativa tende a aumentar quando há diminuição de temperatura e diminui quando há aumento desta, pode-se supor que as umidades relativas são mais baixas na cidade, em virtude da existência da ilha de calor e da dependência do valor do vapor de saturação em relação à temperatura.

A densidade das construções em conjunto com alturas elevadas produzem áreas de confinamento – os “cânions urbanos”, responsáveis pela criação de massas térmicas que conservam o calor, aumentando a temperatura e refletindo a radiação solar nos usuários do espaços externo.

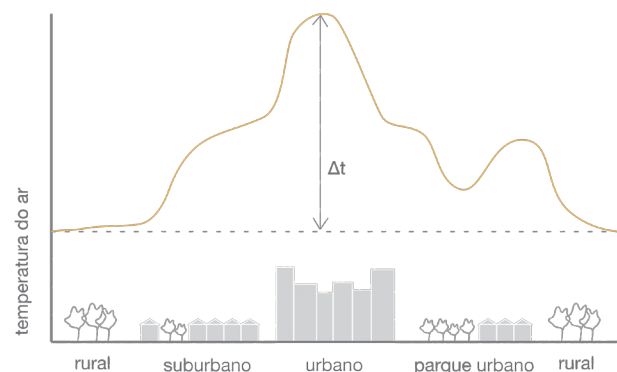


Figura 12 – Diferenças nas temperaturas das áreas urbanas e rurais geradas pela formação da ilha de calor, adaptado de Mascaró (1996 : 42).

As dimensões variadas do construído – alturas, larguras, comprimentos e as relações de afastamento e proximidade entre eles tem relação direta com o conforto térmico. O tamanho dos edifícios, com as pequenas distâncias entre eles, faz com que seja pequena a quantidade de radiação solar incidindo nas ruas e em outras áreas abertas entre os edifícios. A radiação que incide nas fachadas é parcialmente refletida nas outras paredes dos edifícios vizinhos. Ao final desse processo, numa densa área urbana, somente uma pequena parte da radiação solar incidente nas paredes é

refletida para o céu, enquanto a maioria é absorvida pelas paredes dos edifícios e pode ser emitida de volta à tarde ou à noite.

Assim, o impacto da incidência da radiação solar no clima é proporcional à elevação dos edifícios e aos espaços entre eles, isto é, à proporção W/H dos espaços entre os edifícios (Figura 13). Dimensões reduzidas entre os edifícios tendem a gerar espaços claustrofóbicos, enquanto dimensões muito amplas resultam em ambientes expansivos. A proporção ideal W/H ocorre quando a largura (W) corresponde entre 1 à 3 vezes a altura (H) (Romero, 2007).

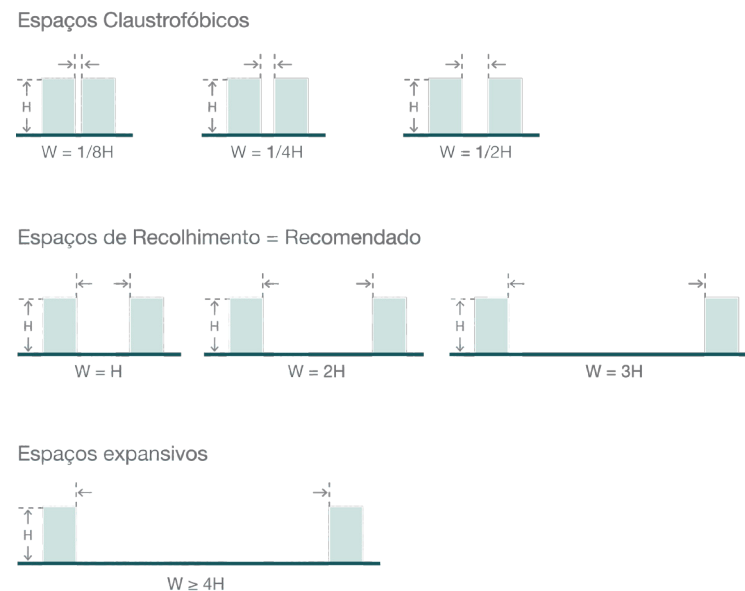
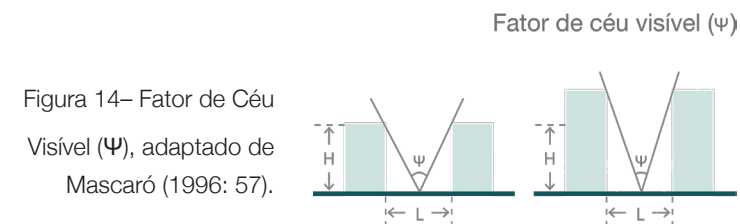


Figura 13 – Relação altura e largura entre os edifícios, adaptado de Romero (2007: 91).

A relação entre a distância e altura das edificações se relaciona ligada ainda com o Fator de Céu Visível (Ψ), determinado pela relação entre altura e largura dos edifícios (Figura 14). É dado pela parcela visível do céu que pode ser observada desde o piso do recinto urbano, a parte que não está obstruída pelas superfícies verticais urbanas e determina a taxa de resfriamento do local.



A ventilação urbana também apresenta clara possibilidade de alterações, dadas pelo processo de ocupação do solo. O vento sofre influência quanto à existência de barreiras no espaço aberto, que podem alterar sua velocidade e direção. Sofre interferência ainda pela densidade construída, de acordo com maiores ou menores espaçamentos entre a massa edificada.

Em relação à velocidade de deslocamento das massas de ar, esta é menor em regiões com maior rugosidade, devido à perda de energia por atrito. Quanto mais rugoso o solo, maior o atrito e menor a velocidade do vento, principalmente ao nível do solo, aumentando a turbulência do seu fluxo. Assim, quanto mais densamente é construída uma área, maior é a rugosidade do solo e, conseqüentemente, menor é a velocidade do vento em alturas próximas ao solo e maior é a altitude em que o vento se desloca livremente (Figura 15).

O vento sofre ainda interferência quanto à porosidade do sítio onde atua. Regiões com maior porosidade são melhores ventiladas do que as pouco porosas (Figura 16). Assim, nas regiões mais porosas há melhores trocas térmicas, renovação de ar e possibilidade de ventilação cruzada, o que é ideal para regiões quentes. Já as regiões mais

porosas, também chamadas opacas, acumulam mais calor devido à propriedade térmica dos materiais, necessitando de maior ventilação para realizar trocas térmicas.

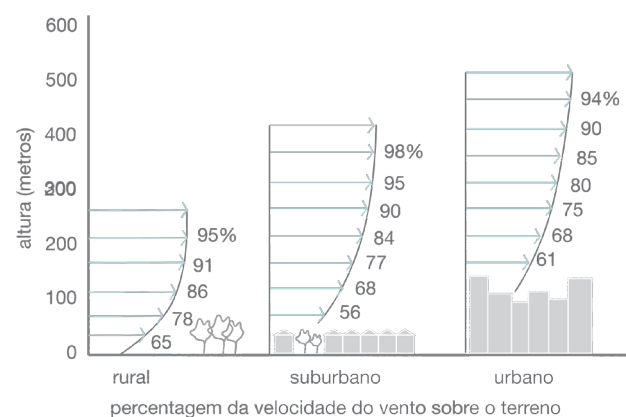


Figura 15 - Efeito da rugosidade do terreno sobre a velocidade do vento, adaptado de Mascaró (1996: 50).

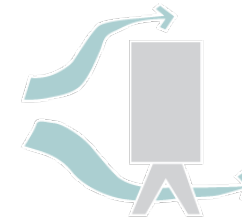


Figura 16 - Sítio poroso e sítio opaco, adaptado de Romero (2001: 108).

Portanto, a ventilação em um ambiente urbano se relaciona diretamente com as massas edificadas, a forma destas, suas dimensões e sua justaposição. Uma série de efeitos aerodinâmicos podem ser produzidos, como o efeito de pilotis, efeito de esquina, o efeito de barreira, efeito de Venturi e o efeito de canalização (Figura 17).

Sabe-se que o movimento do ar afeta a sensação térmica que sentimos em determinado ambiente. Não diminui a temperatura, mas provoca sensação de frescor devido à perda de calor corporal pelo aumento da evaporação. A intensidade da sensação de frescor ocorre pela velocidade do vento e pela temperatura do ar, dependendo também da turbulência do vento e sua umidade relativa.

Neste trabalho, se analisa a morfologia urbana como variável construtiva influente na percepção do conforto térmico dos espaços abertos. Assim, foi considerada na medida em que se analisa a influência de diferentes implantações em uma determinada área e a consequência que essas alterações provocam no meio, ou seja, a influência que uma alteração na variável construtiva provoca nas variáveis climáticas e humanas.



Efeito de pilotis

Fenômeno de corrente de ar sob o imóvel. A entrada se faz em forma difusa, mas a saída é a jato.



Efeito de esquina

Fenômeno de corrente de ar nos ângulos das construções.



Efeito de barreira

Fenômeno de corrente de ar com desvio em espiral.



Efeito de Venturi

Fenômeno de corrente de ar formando um coletor dos fluxos criados pelas construções projetadas num ângulo aberto ao vento.



Efeito de pilotis

Fenômeno de corrente de ar sob o imóvel. A entrada se faz em forma difusa, mas a saída é a jato.

Figura 17 - Efeitos aerodinâmicos do vento. Romero (2001: 108).





4

Análise da escala da cidade ou macroescala



4

Análise da escala da cidade ou macroescala

Para análise da ocupação atual, considera-se a macroescala adotada - mencionada nos procedimentos metodológicos, a qual representa a poligonal definida para o projeto de Águas Claras enquanto bairro. Nessa escala, realizam-se análises gerais, baseadas nos estudos anteriormente relacionados, listados como antecedentes ao objeto de estudo.

Primeiramente elabora-se um diagnóstico da situação encontrada nos levantamentos realizados para o trabalho, confrontando-o com o projeto proposto inicialmente para a área.

Então, baseado nos dois blocos temáticos que norteiam a pesquisa, o conforto térmico e a morfologia urbana, analisam-se os parâmetros já mencionados como

pertinentes, selecionados pelo critério de influência no conforto térmico dos espaços abertos:

- Ocupação do solo;
- Densidade construída;
- Rugosidade e porosidade;
- Insolação e radiação solar;

Para as análises, utilizam-se dados obtidos em levantamentos *in loco*, pesquisas de campo, simulações computadorizadas e nas conceituações dos diversos autores citados no embasamento teórico.

4.1 Projeto para Águas Claras X situação atual

Águas Claras é uma das mais recentes Regiões Administrativas do Distrito Federal. A nova poligonal dada para a composição da RA Águas Claras¹ abrange também as regiões vizinhas do Areal e Arniqueiras. Porém, a área de Águas Claras proposta originalmente como bairro de Taguatinga ainda encontra-se em fase de construção.

No entanto, analisando os primeiros planejamentos para ocupação da área destinada à Águas Claras, já percebemos a distorção das intenções iniciais para a região.

O Plano Estrutural de Organização Territorial do DF, o PEOT de 1977, demonstrava preocupação com a organização sócioespacial, sugerindo uma tentativa para descentralizar a cidade e evitar a congestão do centro. Assim, a Área Complementar 1 - AC1, passou a ser conhecida como Águas Claras e recebeu programação para servir à descentralização de Taguatinga e de algumas atividades de serviço do Plano Piloto (Figura 18). (Paviani, 2009)

Conclui-se que o plano para a AC1 era diverso do que foi implantado há pouco tempo, já que esse não contemplava a função residencial. Os edifícios teriam, no máximo, três

pisos e se destinariam para abrigar atividades de serviços, como gráficas, restaurantes, escolas e outros componentes do terciário e quaternário.

De acordo com o último Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal, o PDOT de 2009, atualmente Águas Claras está inserida na Zona Urbana Consolidada, configurando uma área predominantemente residencial (Figura 19).

É notável a distorção entre o planejamento inicial para a AC1 e o que foi implantado, um conglomerado de edifícios residenciais, alguns com mais de 30 andares. Se pensou em uma descentralização dos serviços e a implantação adotada gerou continuidade na dinâmica das “cidades-dormitório”, sem ser acompanhada de oportunidades de trabalho nas proximidades.

“Como Águas Claras é meramente residencial, os deslocamentos são feitos majoritariamente em veículos ocupados por uma ou, no máximo, duas pessoas, em direção ao Plano Piloto, pela manhã, ocasionando o que a mídia passou a denominar ‘caos no trânsito do DF’”. (Paviani, 2009 : sem página)

¹ De acordo com a CODEPLAN/2006.

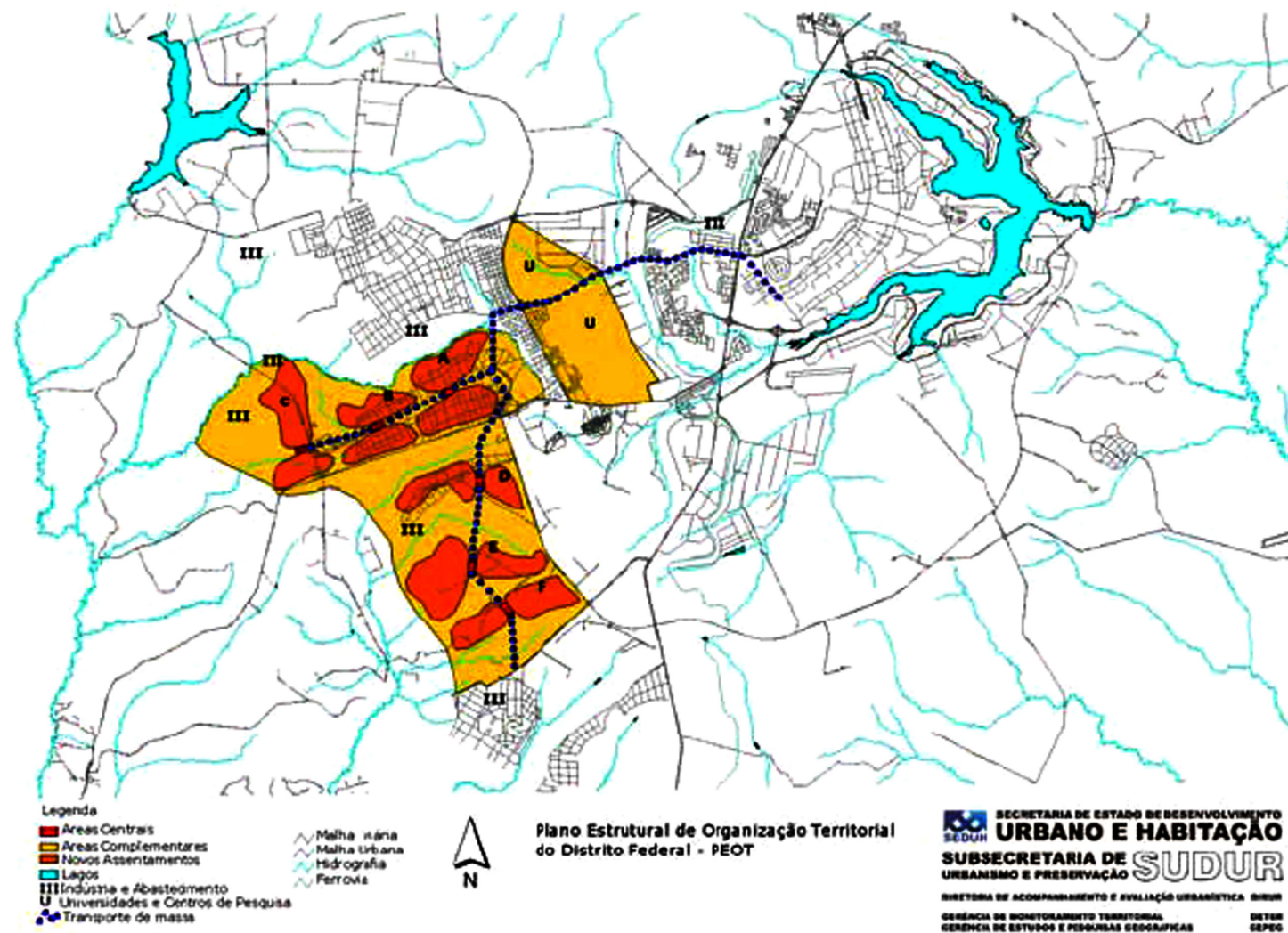


Figura 18 - Plano Estrutural de Organização Territorial do DF - PEOT de 1977, disponível em <<http://www.gttbrasil.org/>>, acesso em 15 de janeiro de 2010.

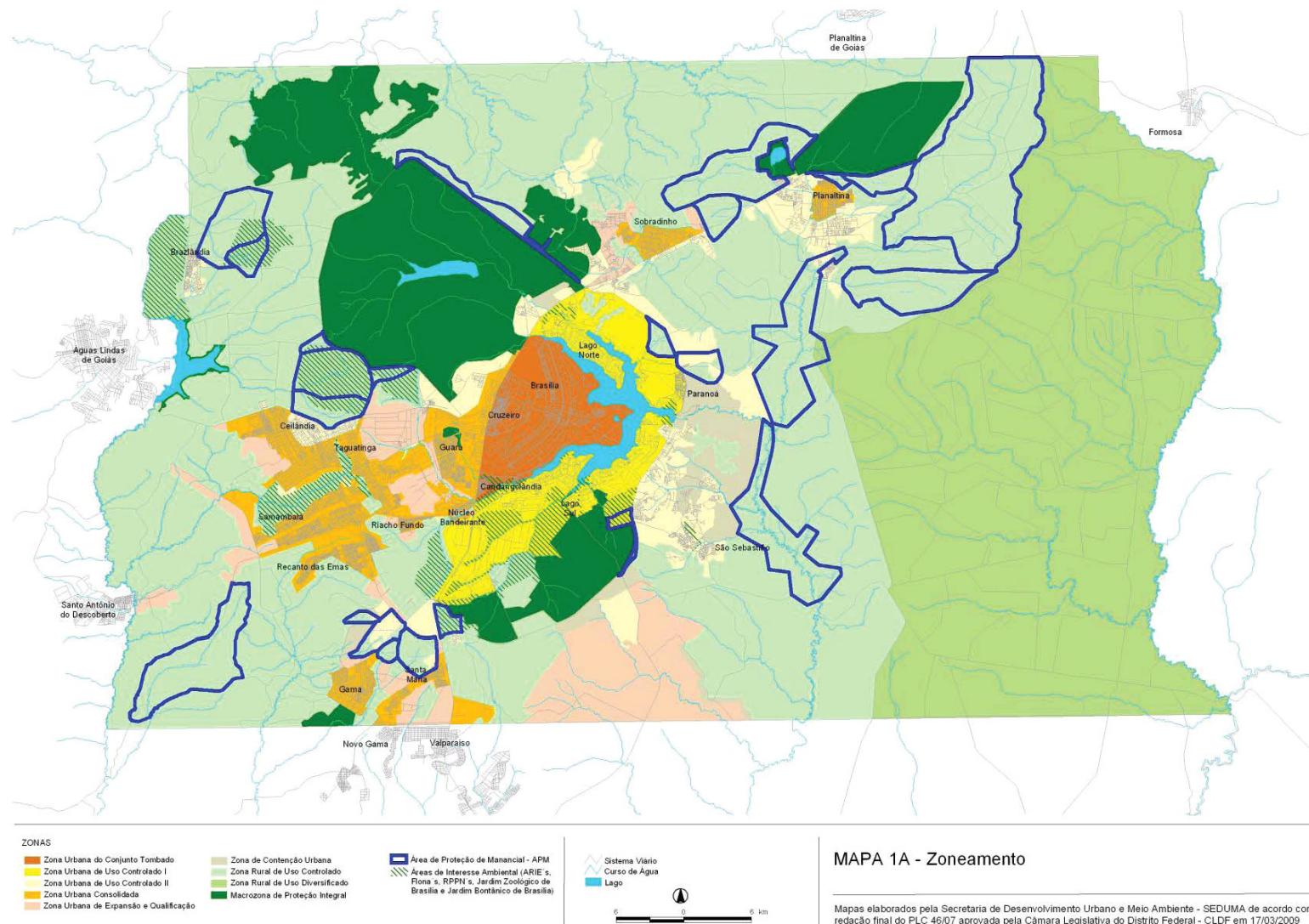


Figura 19 – Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - PDOT 2009, disponível em <<http://www.apoenaambiental.com.br/>>, acesso em 15 de janeiro de 2010.

Além da distorção nas atividades implantadas na área, o plano elaborado para a implantação do bairro não está se materializando conforme sua proposta conceitual. Analisando o projeto original direcionado para a área e a situação atual, pode-se perceber as discrepâncias encontradas no levantamento.

O projeto urbanístico de Águas Claras teve início em 1991, em um plano diretor solicitado pelo Governo do Distrito Federal ao escritório Zimbres e Reis Arquitetos Associados. Na época, Águas Claras configurava um novo bairro como parte da Região Administrativa III – Taguatinga, formada por uma área de 808 hectares, distante 20 quilômetros do Plano Piloto.

Para a proposta apresentada, a equipe procurou conceber uma região densa e compacta, em contrapartida ao elevado custo dos serviços urbanos, resultado principalmente da maneira rarefeita com que os núcleos urbanos estão distribuídos no território do Distrito Federal.

“Todas as grandes metrópoles, no Brasil e no exterior, apresentam-se como centros populacionais fortes e complexos, de ocupação contínua. Brasília é uma exceção, em virtude da descontinuidade da ocupação urbana com núcleos esparsos separados por grandes extensões vazias, decorrendo daí as causas que multiplicam os custos de sua manutenção”. (Zimbres & Reis, Arquitetos Associados, 1992: 02)

Pelo projeto arquitetônico, a linha do metrô foi considerada como elemento estruturador do espaço urbano do então bairro Águas Claras. Ao longo desse eixo, foram localizadas as principais funções e atividades do novo núcleo. Em torno das estações do metrô foram propostas as escolas, postos de saúde e hospitais, com o intuito de formar locais vivos e dinâmicos.

Neste momento a cidade conta com aproximadamente 42%² dos edifícios já construídos e, apesar do plano da equipe de Zimbres ter sido implantado, a cidade vem

sofrendo diversas alterações que descaracterizam a intenção original do projeto, as quais foram ocorrendo gradualmente com a evolução da cidade (Figura 20 à 24).

2 Em levantamento realizado pela autora em janeiro de 2010.



Figura 20 - Evolução do crescimento de Águas Claras, fotos disponíveis em <<http://www.infobrasilia.com.br/>>, acesso em 27 de janeiro de 2010.

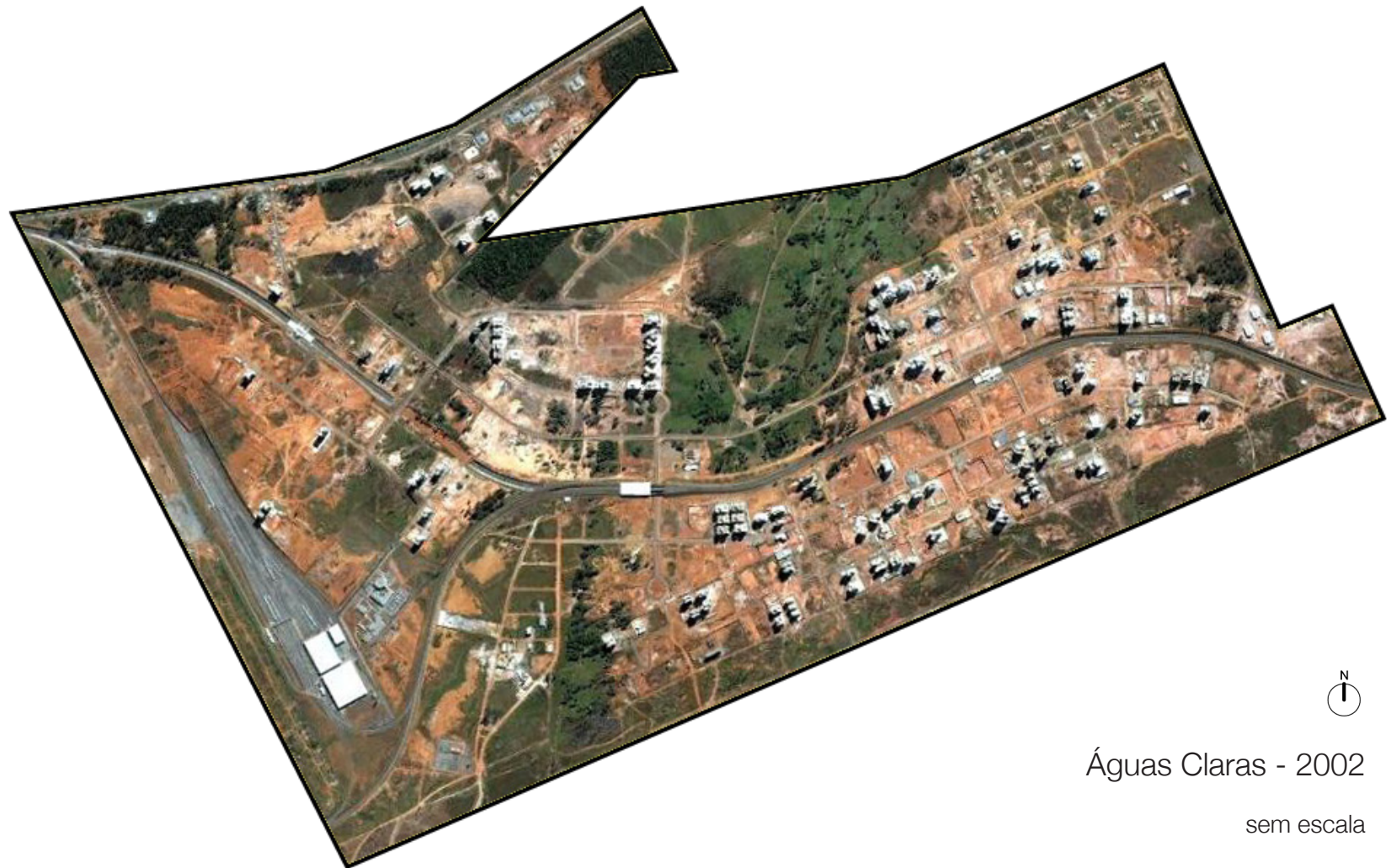
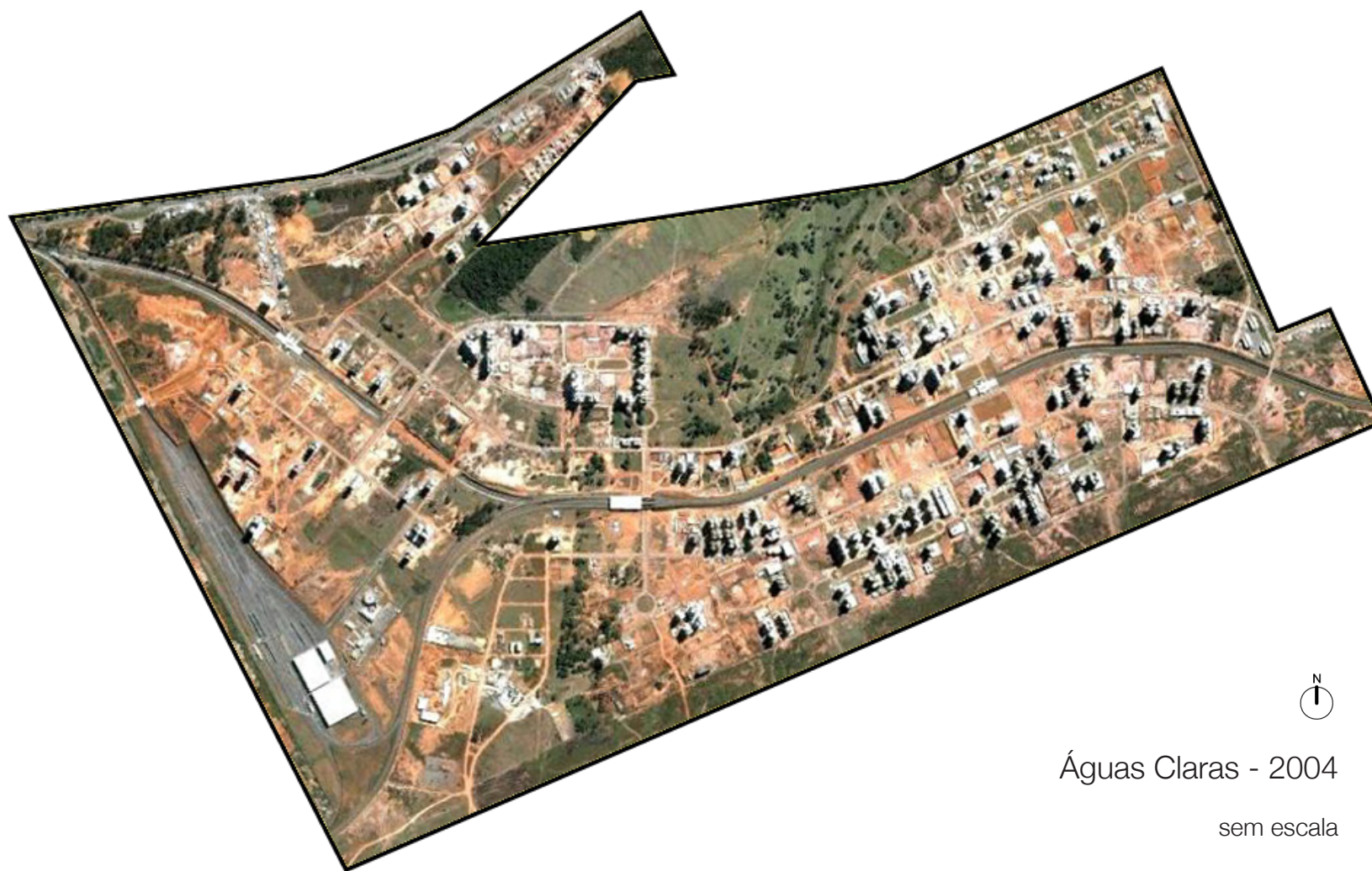


Figura 21 - Vista aérea de Águas Claras em 2002. Imagem do *software Google Earth* editada pela autora.



Águas Claras - 2004

sem escala

Figura 22 - Vista aérea de Águas Claras em 2004. Imagem do *software Google Earth* editada pela autora.



Figura 23 - Vista aérea de Águas Claras em 2007. Imagem do software *Google Earth* editada pela autora.



Figura 24 - Vista aérea de Águas Claras em 2008. Imagem do *software Google Earth* editada pela autora.

As alterações são mais claras em algumas variáveis urbanísticas que caracterizam fortemente o espaço urbano:

- zoneamento previsto;
- gabarito de altura das edificações;
- coeficiente de aproveitamento do lote;
- tipo de uso nas avenidas principais, conforme previsto no Memorial Descritivo;
- apropriação da cidade pelo pedestre;
- implantação das áreas verdes.

O projeto para o local propôs um conceito de zoneamento misto e flexível, em que os diferentes trechos do assentamento comportam múltiplas funções (Figura 25). Assim, ao lado de trechos residenciais mais exclusivos, foram projetadas áreas de uso misto. Foram previstas várias zonas de uso urbano:

- Área Central: quarteirões centrais situados ao redor da estação Águas Claras, de integração das linhas de Taguatinga, Ceilândia e Samambaia. Essa área apresentaria um caráter metropolitano, onde estariam localizadas as funções centrais de comércio e serviços, além do Parque Urbano de Águas Claras – hoje Parque Central (Figura 26).

- Centros Secundários: áreas predominantemente comerciais e de serviços, que ficariam dispostas ao redor das demais estações do metrô. Nessas áreas se instalariam residências e atividades típicas de um centro, de comércio e serviços.

- Áreas de uso misto: áreas de uso predominantemente residencial, constituídas de quarteirões localizados ao longo da linha do metrô, admitindo também usos típicos de comércio local.

- Quadras Residenciais: áreas residenciais exclusivas, seriam constituídas por edificações multifamiliares, com acesso disciplinado e áreas verdes. São áreas previstas para ocupação por uso basicamente residencial, incorporando porém, no seu entorno, funções comerciais e de serviços, de natureza local.

- Áreas de Comércio, Serviços e Abastecimento: áreas para armazéns, entrepostos, atividades industriais, etc, localizadas ao longo da linha do metrô e abaixo da Área Central. Constituiriam áreas para atividades comerciais e industriais de maior porte, além da instalação de apoio ao funcionamento das infraestruturas públicas, como energia, comunicação, etc.



Figura 25 – Zoneamento urbano proposto para o bairro Águas Claras, adaptado de Zimbres e Associados (1992).

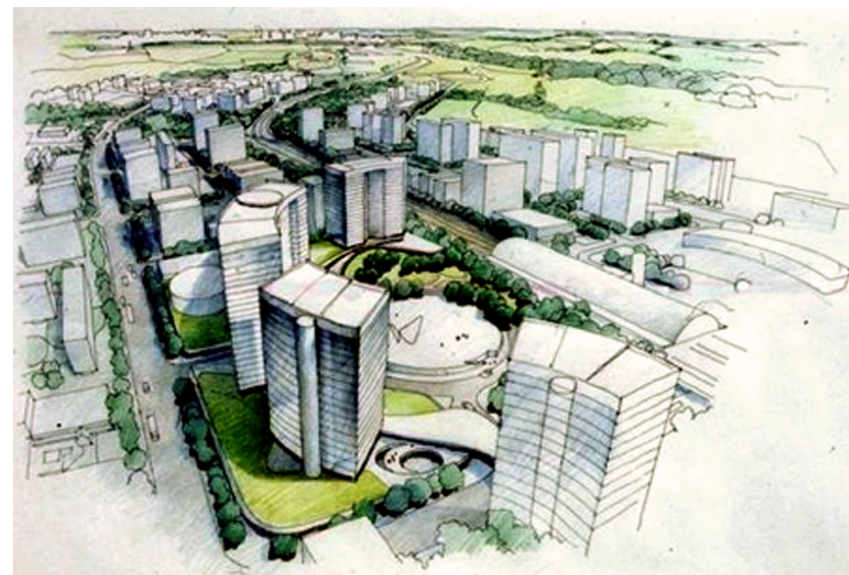


Figura 26 – Croqui da Área Central para o bairro de Águas Claras, de Zimbres e Associados (1992).

- Áreas de centros comerciais e empresariais: áreas formadas por parcelas de grande porte na entrada da cidade, junto à EPTG, para empreendimentos hoteleiros, *shopping centers*, conjuntos empresariais, grandes supermercados, etc.

Além disso, haveria ainda áreas para parques, dois *campus* universitários de médio porte, áreas específicas para equipamentos comunitários e institucionais como escolas, hospitais, postos de saúde, segurança pública, etc.

Porém o zoneamento previsto - com uma área central principal e outros centros secundários, não é percebido,

já que o centro existente é dado por uma configuração linear, acompanhando as avenidas principais. O comércio existente hoje é mais forte na região onde as primeiras edificações comerciais foram construídas, área que não corresponde a região prevista para o centro principal, o qual atualmente possui poucas construções.

De acordo com o projeto original para o bairro, a região atenderia uma população de 160.000 moradores e a expectativa para a densidade populacional bruta com a conclusão da cidade seria de 320 habitantes por hectares. A densidade final, porém, será maior que o previsto, já que

o gabarito da região era originalmente de 12 andares nas áreas residenciais e 15 na áreas comerciais, entretanto pode-se encontrar edificações de até 35 pavimentos em algumas áreas, mesmo as residenciais (Figura 27).

Com relação ao coeficiente de aproveitamento básico, não houve alteração nos valores predefinidos no Plano de Ocupação para o bairro, de 1992. De acordo com esse

Plano, o maior coeficiente de aproveitamento encontrado em Águas Claras é de 5, correspondente as áreas centrais. A grande modificação nesse índice foi a inserção de valores de coeficiente máximos, destinados à outorga onerosa.

Esses valores de coeficiente máximo inseridos, juntamente com o aumento do gabarito da altura das edificações, provoca um inchaço populacional que não foi previsto no

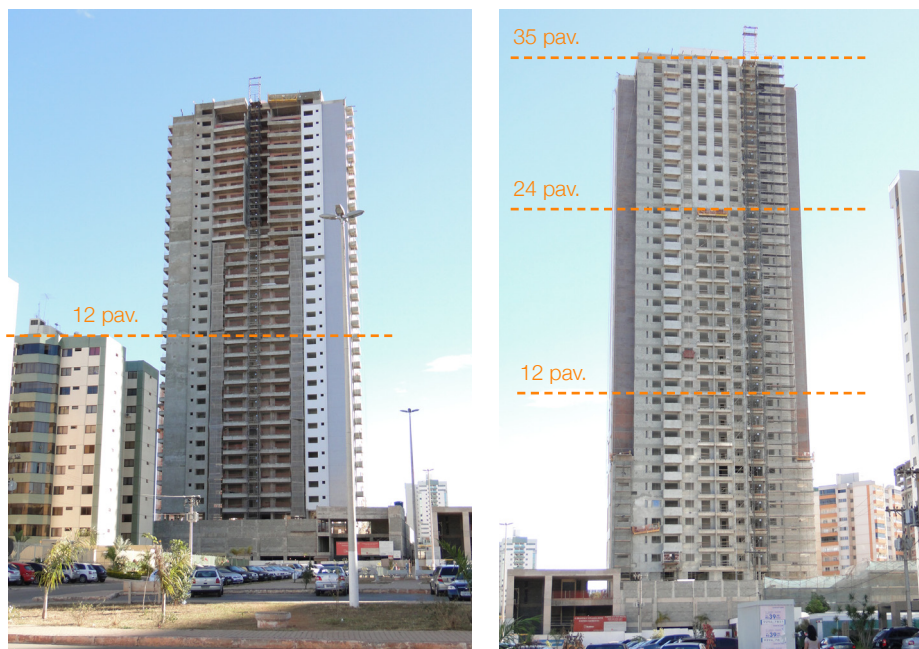


Figura 27 – Aumento no gabarito dos edifícios em Águas Claras. Exemplos de edifícios em construção com gabarito superior aos demais. Fotos da autora em outubro de 2010.

projeto, acarretando sobrecarga no sistema viário, além da diminuição dos índices de área verde e serviços públicos por morador.

Observando as construções dos lotes ao longo das avenidas, percebe-se a falta de implantação de usos mistos em todos os edifícios que se encontram nas avenidas principais, diminuindo a apropriação dos moradores à cidade por meio do comércio.

Em muitos edifícios, principalmente nos mais antigos, os primeiros pavimentos que seriam destinados ao comércio possuem muros de alvenaria de até dois metros de altura. Isso torna os edifícios isolados do seu entorno imediato, um espaço de exceção. Sobre Águas Claras:

“É um ambiente urbano mal-construído, que vai se deteriorar facilmente. Em cada espaço está sendo construído um prédio isolado, não existem espaços para o convívio urbano”. (Romero, 2009 : sem página)

A diversidade de usos nas ruas sobrevive sem grandes entusiasmos. Mas isso ocorre, em grande parte, porque o desenvolvimento atual é impelido por incorporadores, e

não por planejadores, e o plano começa a falhar em seus detalhes.

“Na prática esta não é uma extensão da Brasília original, como os urbanistas queriam, mas uma repetição das comunidades isoladas ou condomínios fechados que agora definem as periferias das cidades brasileiras”. (Williams, 2005: sem página)

Quando se constroem muros cegos ao longo das avenidas (Figura 28), descaracterizando a cidade e seus atributos, está se construindo, do ponto de vista individual do comprador, a segurança do condomínio fechado.

Existe a ilusão de que o isolamento dos edifícios por meio de muros e grades afasta a violência e trás segurança, porém essa segurança é limitada. A violência não se dissipa pela simples instalação de impedimentos físicos, apenas torna os moradores reféns e presos em suas próprias casas.

Dessa forma - a população estabelece um padrão de convenção urbana, que tem como resultado a influência direta na oferta dada pelo capital incorporador, que responde à demanda dada pelo desejo do consumidor.



Figura 28 – Exemplos de edifícios com o térreo murado, sem a implantação de uso misto, junho de 2010. Foto da autora.

Outro fator relacionado com a diminuição na implantação de comércio nas áreas mistas é dado pelo inadequado planejamento com relação à acessibilidade à esses locais. A estrutura urbana proposta, juntamente com a articulação das principais áreas da cidade com o transporte em massa, pretendia contribuir para o uso do transporte coletivo, em substituição ao transporte individual.

Observa-se que a intenção de criar ruas, ao longo das quais se desenvolveriam diversas atividades, não comporta a intenção de privilegiar o transporte coletivo em detrimento do transporte individual, já que para isso, as avenidas e ruas deveriam ser adequadamente dimensionadas para o tráfego

de ônibus (Figura 29). Ou ainda, o metrô deveria responder por quase todo o transporte coletivo, o que em princípio não seria possível, pois esse começava a ser implantado, não tendo alcance e autonomia suficientes para ser o único meio de transporte de um bairro.

Ou então, desconsiderando o transporte público, para que nessas ruas houvesse acessibilidade para as diversas atividades, seria necessário a existência de estacionamentos de veículos³, o que não foi previsto, colaborando também para a menor implantação de atividades ao longo das

³ Conforme definido no Decreto n 26.048/2005.



Figura 29 – Fotos da Avenida Araucárias demonstram que esta não possui local adequado para o tráfego de ônibus. A foto à esquerda mostra o embarque dos passageiros no meio da faixa de rolamento. Fotos da autora em outubro de 2010.

avenidas. Esses fatores contribuem ainda para a diminuição da apropriação dos moradores

Outro fator que dificulta a integral apropriação da cidade pelo pedestre é a configuração viária encontrada, que acompanha a linha do metrô paralelamente, setorizando a cidade em duas áreas, norte e sul.

O sistema viário foi estruturado por meio de duas vias arteriais, a Avenida Castanheiras e a Avenida Araucárias, configurando um sistema binário – onde cada avenida principal tem uma pista paralela em sentido contrário,

as chamadas *Boulevards*. Essas avenidas, que seguem paralelas a via do metrô, teriam fluxo de sentido único, articuladas entre si em média a cada 500 metros e cumpririam a função de vias coletoras e distribuidoras, contornando as áreas centrais e as zonas de uso misto (Figura 30).

Porém, a preocupação com a integração da linha do metrô à paisagem da cidade atualmente não é percebida. No projeto, foi configurado um sistema de módulos e passarelas de pedestres para permitir a travessia dos aterros criados

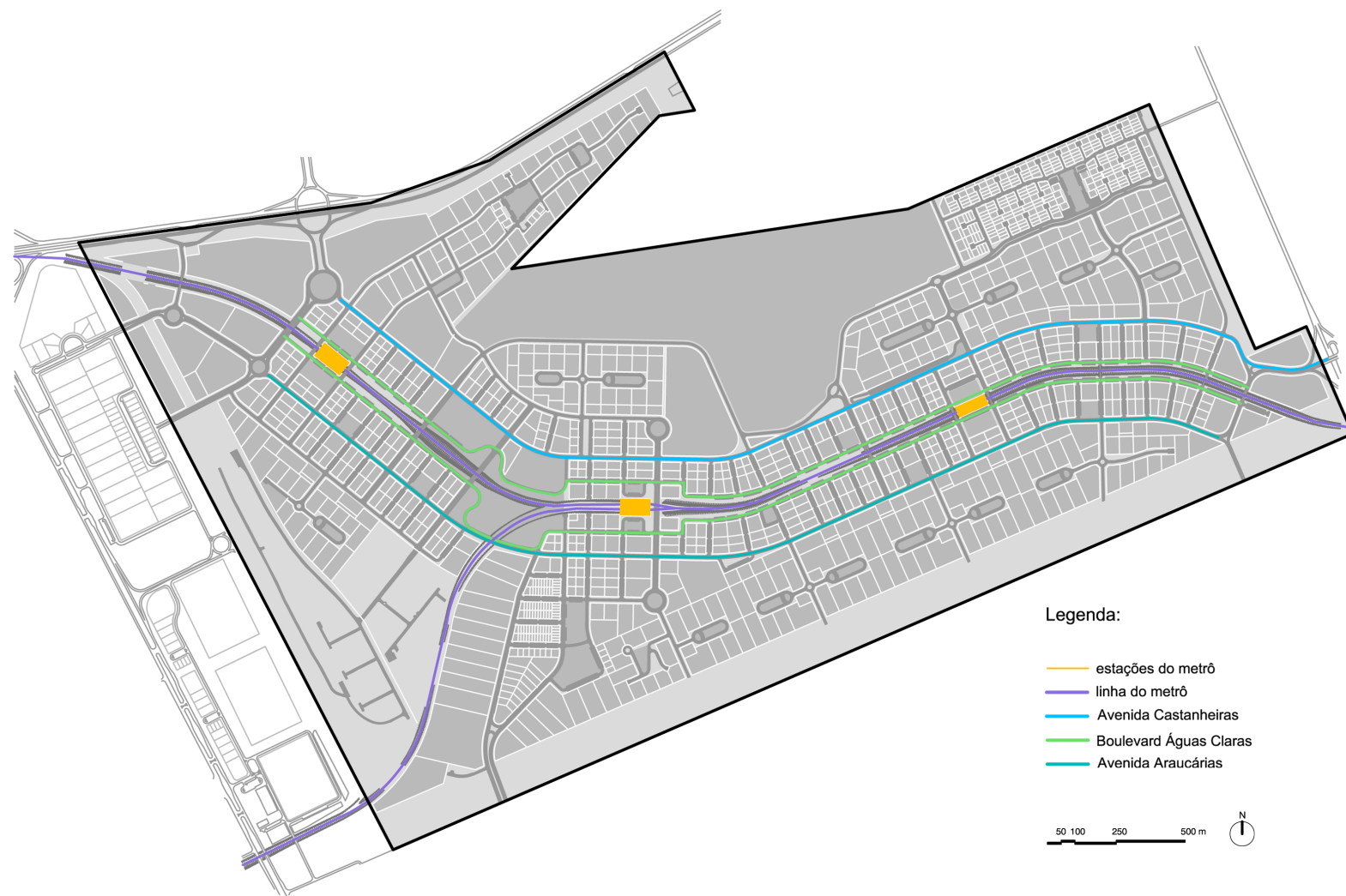


Figura 30 - Mapeamento das vias e estações de metrô em Águas Claras.

em função do metrô, na tentativa de evitar que ele se tornasse uma barreira física, seccionando a malha urbana.

Esse planejamento, contudo, vem sendo realizado em etapas, existindo poucas passagens sobre os trilhos, sendo as existentes voltadas principalmente para o uso dos automóveis. Ainda não há passagens exclusivas para os pedestres, com caminhos atrativos que facilitem a travessia de um lado ao outro da cidade, sendo a linha do metrô, na prática, um grande obstáculo para a circulação (Figura 31).

No novo bairro o domínio deveria ser do pedestre – haveria o tráfego, no entanto, haveria uma mistura harmônica de usos, uma mediação arquitetônica e urbana dos conflitos da relação homens-veículos. O projeto pretendia resgatar os espaços públicos tradicionais com o uso de passeios, pátios, largos, praças e parques, porém sem corromper o tecido urbano. A intenção era dar continuidade e contiguidade, valorizar a escala humana, dar densidade ao espaço urbano e valorizar estes itens que segundo o arquiteto, são essenciais à vida urbana.



Figura 31 – Croqui para o bairro Águas Claras e situação encontrada, demonstrando a falta de passagens sobre os trilhos do metrô. Croqui Zimbres e Associados (1992) e foto disponível em <<http://www.spetaculoimoveis.com.br/>>, acesso em 15 de janeiro de 2010.

Porém, em vez de resgatar o estilo de vida da cidade tradicional, Águas Claras tem se tornado uma localidade mais semelhante às chamadas cidades-satélites, com características de cidade-dormitório, sem alcançar uma identidade. Não é nem uma cidade tradicional, tampouco uma cidade modernista.

A relação de dependência dos moradores de Águas Claras com Brasília ainda é muito intensa, pois é no Plano Piloto que eles realizam a maioria de suas atividades. Essa dependência dificulta a possibilidade de formação de um lugar, já que o espaço público é a estrutura do espaço urbano que dá sentido à vida na cidade. Para isso, o espaço público deve ser aquele no qual diversas pessoas coabitam e deve ser renovado cotidianamente, resultado das ações dos diferentes tipos de pessoas, com características e interesses individuais, utilizando um mesmo local.

Apesar de ter sido projetada na tentativa de resgatar o convívio e o caminhar a pé pelas calçadas, predomina a pouca valorização dos espaços públicos. As calçadas

são estreitas, as praças não são urbanizadas, faltam locais públicos de convivência e de encontro entre as pessoas. O convívio público foi transformado em privado e relegado ao interior dos muros que cercam os edifícios, que se denominam condomínios, com áreas de lazer restritas.

Para a área verde da cidade, foram propostos três parques principais, o Parque Central - localizado junto à estação Principal, o Parque Sul e o Parque Ecológico de Águas Claras - que articularia a malha urbana com a principal Unidade de Conservação no sítio, a Granja das Águas Claras, residência oficial do Governador. Ainda, permeando a malha urbana junto às quadras mistas e centrais, foram propostas várias praças públicas as quais acrescentariam grande quantidade de áreas verde e de lazer (Figura 32 e 33).

Entretanto, dos três parques, o único local voltado ao lazer é o Parque Ecológico de Águas Claras, o qual ainda é subutilizado. Os outros Parques não possuem infraestrutura que permita seu uso adequado e, além disso, sem acesso do Parque Central pelos moradores.

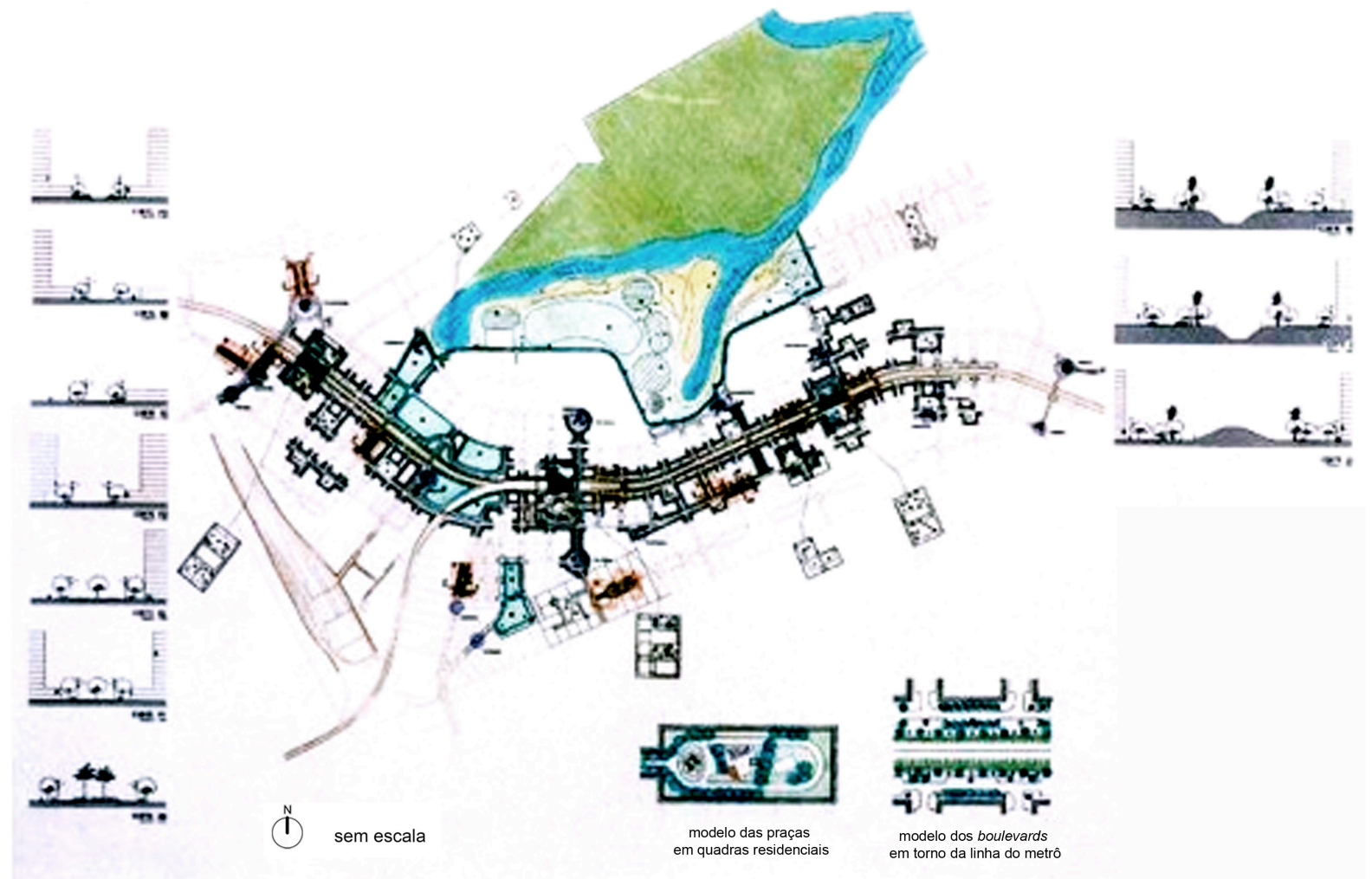


Figura 32 - Projeto paisagístico para o bairro Águas Claras com detalhamentos para as vias, adaptado de Zimbres e Associados (1992).



Figura 33 - Mapeamento dos Parques previstos para Águas Claras.

Com relação às praças públicas, as que possuem maior infraestrutura e apropriação pelos moradores são aquelas existentes nas quadras residenciais, compondo um conjunto de distribuição no sistema *cul-de-sac*, cercadas por edificações.



A proposta do projeto era criar uma cidade-parque, com os prédios permeando uma grande área verde. No geral, o que se percebe é que a cidade possui poucas áreas verdes disponíveis e estas, quando existentes, são isoladas. (Figura 34).



Figura 34 – Croqui das áreas verdes permeando o bairro Águas Claras e situação encontrada, com áreas verdes escassas. Croqui Zimbres e Associados (1992) e foto disponível em <<http://andolfato.blogspot.com/>>, acesso em 15 de janeiro de 2010

Além disso, o *Boulevard* do metrô seria intensamente arborizado, recebendo uma série de pequenos estacionamentos, evitando-se extensas áreas pavimentadas. O bairro, segundo a equipe de Zimbres, queria redescobrir a dinâmica dos centros urbanos vivos, inspirados nas galerias de Paris, como o *Le Boulevard* ou *Boulevard Haussmann*. Dispostos ao longo da linha do

metrô, definiriam um corredor de vegetação, estabelecendo a linearidade necessária para permitir o passeio do pedestre ao longo de todo o bairro.

Porém, percorrendo os *Boulevards* não se percebe a intenção do projeto executada, não há um corredor arborizado, nem mesmo árvores isoladas (Figura 35 e 36).

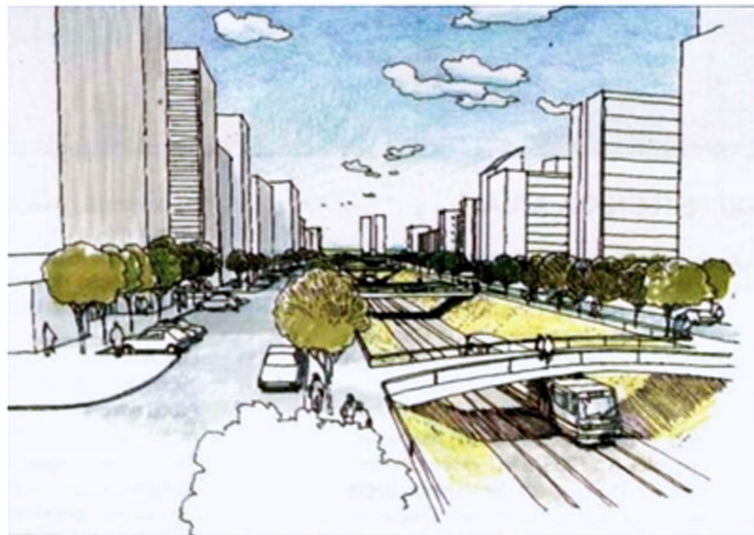


Figura 35 – Croqui para o bairro Águas Claras, representando o corredor arborizado nos boulevards. Na prática não há arborização implantada nas vias. Croqui Zimbres e Associados (1992) e foto da autora em outubro de 2010.

Pelas alterações percebidas, nota-se que a visão do todo da cidade deve ser mantida pelo poder público, para que não se perca durante seu crescimento. O Governo é capacitado, por meio de seus técnicos, a ter uma visão da cidade à longo prazo, evitando que aqueles que analisam apenas um aspecto do todo tomem decisões que possam alterar irremediavelmente as relações humanas e a apropriação do cidadão dos atributos da urbanidade.

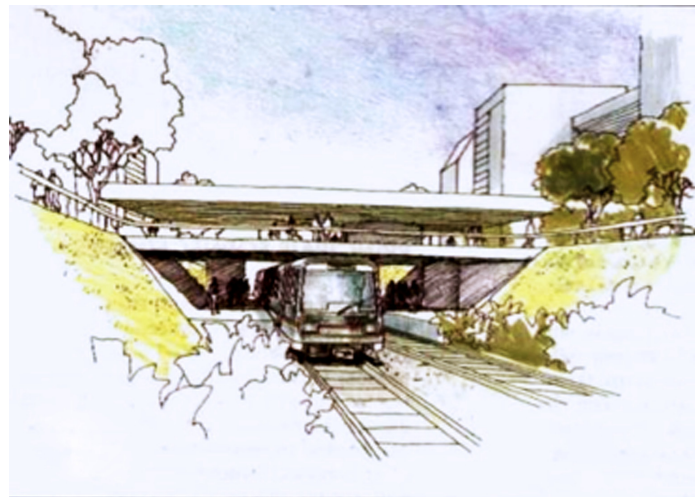


Figura 36 – Croqui da trincheira do metrô proposta para o bairro Águas Claras, representando a arborização dos *boulevards* e as passarelas sobre o metrô. Na situação encontrada, não se observa aplicação da intenção do projeto. Croqui Zimbres e Associados (1992) e foto de autoria desconhecida.

Para o trabalho, compreender a evolução na implantação de Águas Claras é importante, pois se percebe a dinâmica de crescimento da cidade, quais foram os parâmetros que levaram à seu desenvolvimento, porque se tornou o que é hoje.

Segundo Rossi (2001) a geografia da cidade é inseparável da sua história e sem ambas não é possível compreender sua arquitetura.

3.2 Ocupação do solo

Como já citado, para este estudo foi selecionada apenas a área original prevista para Águas Claras, concebida como bairro, uma área com características morfológicas peculiares – edificações em altura em torno da linha do metrô, com grande quantidade de construções sendo executadas.

De acordo com o Plano de Águas Claras de 1992, a região destinada ao bairro foi distribuída entre áreas para estrutura urbana, o complexo de manutenção do metrô, o Parque de Águas Claras e a Granja de Águas Claras, além das faixas de domínio e conservação, de acordo com o Gráfico 4.

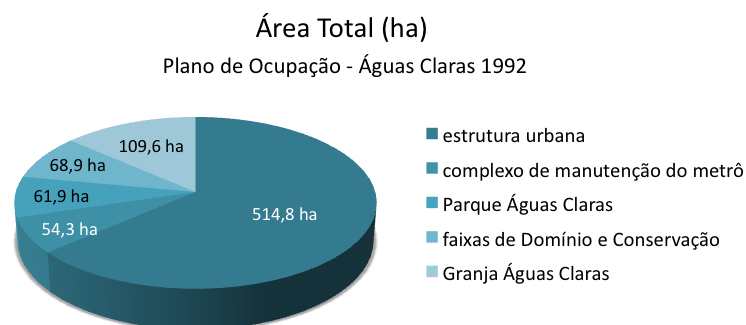


Gráfico 4 – Destinação das áreas de acordo com o Plano de Ocupação de Águas Claras de Zimbres e Associados (1992).

Dentro da estrutura urbana, foram previstos já no plano inicial os usos para cada região da cidade, por meio de um zoneamento – apresentado no tópico anterior (Figura 24, pág 74). Atualmente se mantém as intenções do zoneamento proposto, com pequenas alterações e algumas definições mais pormenorizadas, como os coeficientes de aproveitamento e taxas de ocupação de cada área.

Dentro deste zoneamento, foram dispostos alguns lotes para equipamentos urbanos, conforme sugerido já no plano original. De acordo com informações fornecidas pela Administração Regional de Águas Claras, os lotes destinados para este uso se distribuem conforme o mapeamento da Figura 37.

Pelo levantamento realizado da ocupação atual da cidade, que considerou a destinação proposta, concluiu-se que grande parte dos lotes previstos para o uso institucional encontram-se ainda vagos. Com relação aos já construídos, a maior parte se consolidou conforme a previsão original, com poucas alterações. A área com maior alteração na destinação de uso é aquela voltada ao setor de serviços, onde podem ser encontradas construções variadas, porém de pequeno e médio porte. Com relação às restantes, em um dos lotes destinados à escola encontra-se em construção um edifício de uso misto.

De forma geral, as construções encontradas nos lotes institucionais configuram aquelas de menor porte dentro da

área, intercaladas pelos edifícios residenciais e comerciais em maior altura.

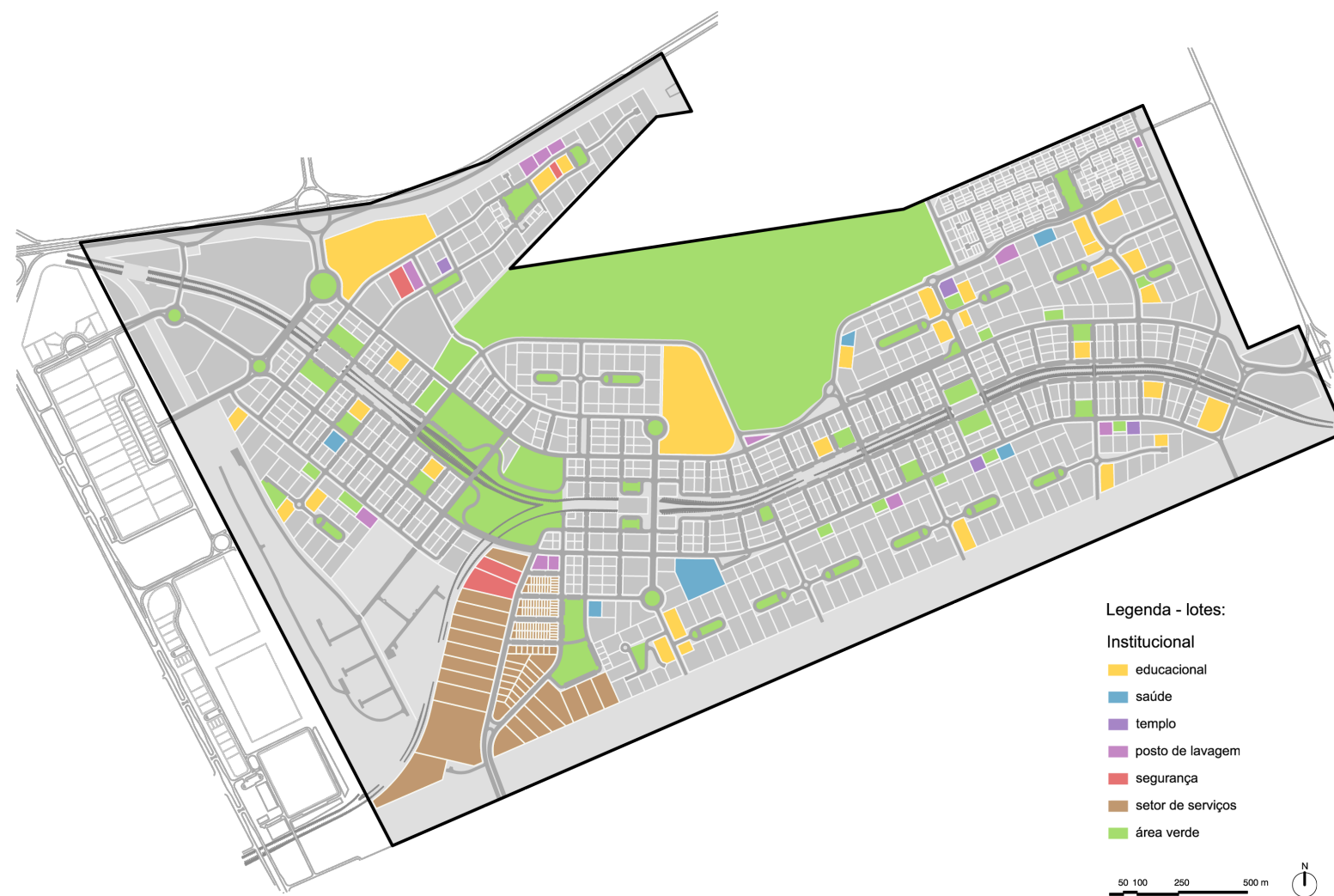


Figura 37 - Destinação dos lotes para uso institucional, de acordo com a Administração Regional de Águas Claras, em projeto de 2007.

3.3 Densidade construída

Águas Claras é uma área ainda em construção e que está em acentuado crescimento, sendo considerada o maior canteiro de obras da América Latina. Novos prédios são inaugurados constantemente e a densidade demográfica da cidade aumenta a cada dia.

A área possui aproximadamente 1.000 lotes previstos no projeto original para o bairro. Segundo levantamento da Administração Regional, em 2007, a cidade possuía 232 lotes ocupados, 193 em construção.

Em janeiro de 2010, em levantamento realizado neste trabalho, a ocupação da cidade era de 410 lotes ocupados, 184 ainda em construção e 379 lotes vazios (Figura 38).

De acordo com os gráficos percentuais comparativos, percebe-se que houve um crescimento de 17% das áreas construídas, em 2 anos. Esse índice de crescimento, caso mantido, supõe que em cerca de cinco anos a cidade já estaria plenamente construída (Gráfico 5).

Além disso, pelo levantamento, foi percebido o incremento da densidade construída e populacional gerada pelo aumento do gabarito das construções.

De acordo com a proposta para o bairro, Águas Claras foi concebida para abrigar edificações em altura, com gabarito superior ao encontrado no Plano Piloto de Brasília, de 6 andares. O gabarito previsto originalmente no projeto era de 12 andares nas áreas residenciais e 15 na áreas comerciais, contudo foram encontradas no levantamento edificações de até 35 pavimentos em algumas áreas, mesmo as residenciais.

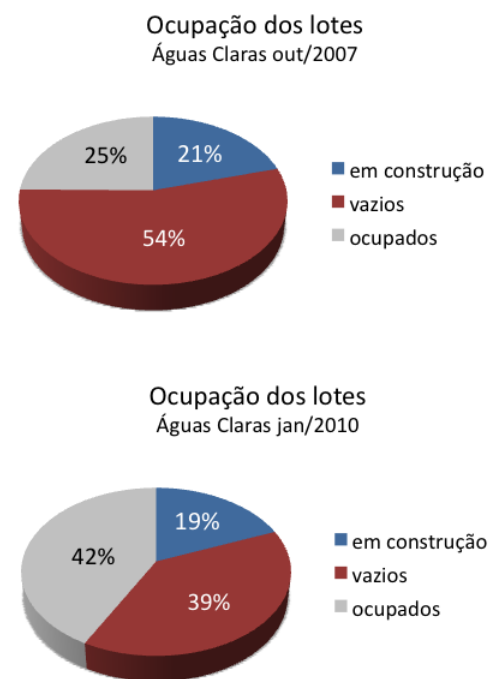


Gráfico 5 – Gráficos comparativos da evolução na ocupação dos lotes em Águas Claras em 2007 e 2010.

O aumento descontrolado da densidade, muitas vezes gerado pela pressão do capital imobiliário, provoca um inchaço populacional que não foi previsto no projeto,

acarretando sobrecarga no sistema viário, além da diminuição dos índices de área verde e serviços públicos por morador.

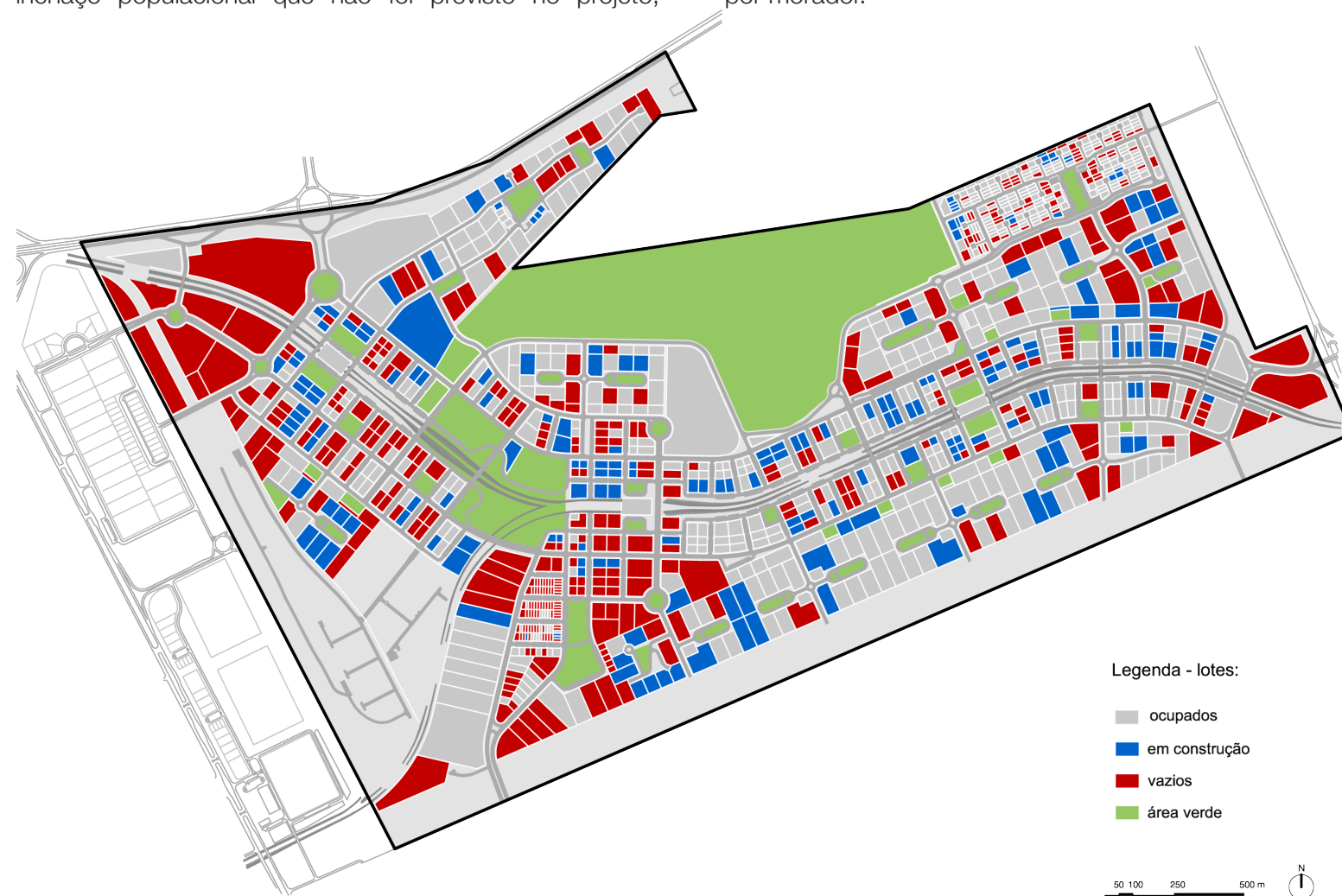


Figura 38 – Levantamento dos lotes vagos em Águas Claras, janeiro de 2010.

3.3 Porosidade e rugosidade

Para o projeto da cidade, a linha do metrô foi considerada como elemento estruturador do espaço urbano de Águas Claras, criando uma faixa livre de aproximadamente 50 metros, que corta a cidade no sentido Leste-Oeste.

Como já mencionado, o sistema viário estruturador da cidade se dá através de duas vias arteriais, a Avenida Castanheiras e a Avenida Araucárias, configurando um sistema binário – com pistas paralelas em sentido contrário, as chamadas *Boulevards*. Essas quatro vias são dispostas paralelamente à linha do metrô, compondo junto à esta uma larga faixa livre permeável no sentido Leste-Oeste.

O tamanho dos lotes varia de acordo com o uso previsto para cada área, sendo os lotes das quadras residenciais maiores que os encontrados em torno das avenidas.

Os terrenos próximos às avenidas possuem quadras de tamanho médio de 60x120m, subdivididas em lotes de 30x30m e 30x60m. Já as quadras residenciais possuem configuração diferenciada, com os lotes distribuídos circularmente em torno de uma praça central. Estes lotes são maiores, sendo as dimensões de 90x55m e 124x54 as mais encontradas.

Com relação aos edifícios, não há definição de forma ou tipologia para as projeções adotadas. São encontradas disposições variadas das projeções dentro dos lotes, o que pode resultar em desempenhos diversos com relação às variáveis climáticas incidentes.

Com o resultado do mapeamento das projeções, se registra a variedade de configurações existentes, sem a identificação de um padrão específico. Existem prédios retangulares, outros bastante recortados, ou ainda com composição radial de distribuição. (Figura 39).

A quantidade de prédios dentro do lote também varia, porém esta característica pode ser relacionada com o tamanho do lote, que não se dá da mesma forma em todas as áreas da cidade.

Considerando a altura, fica evidente que os edifícios mais baixos são os mais antigos, já que o gabarito foi modificado ao longo do tempo.

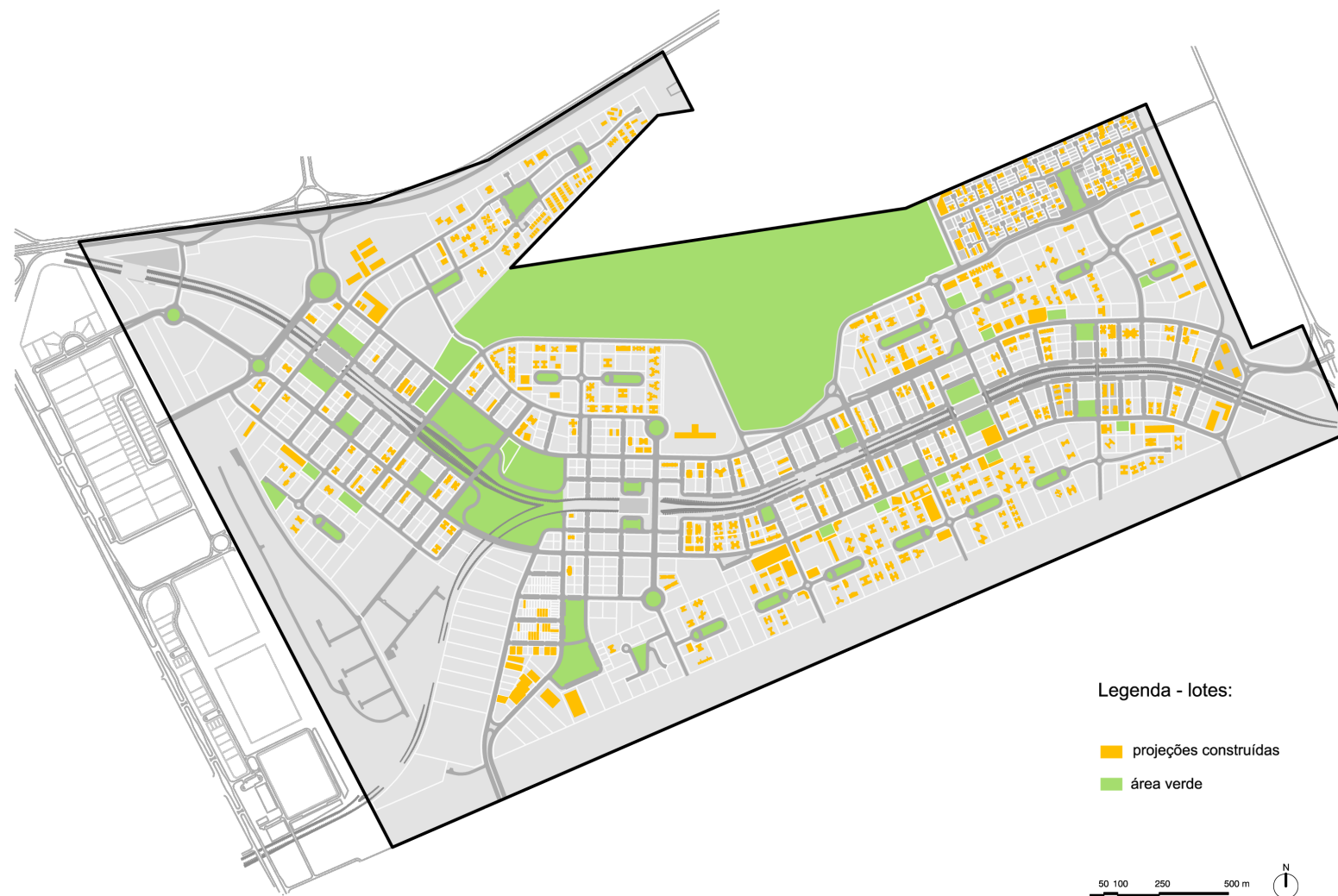


Figura 39 - Levantamento das projeções de edifícios já construídos em Águas Claras, janeiro de 2010.



Figura 40 – Imagem demonstrando o entorno livre de obstáculos. Foto Augusto Areal, disponível em <<http://www.superbrasil.com/>>, acesso em 27 de janeiro de 2010.

De forma geral, a cidade apresenta boa permeabilidade aos ventos. Isto ocorre principalmente pelo fato de a cidade não possuir barreiras em seu entorno, sendo as regiões vizinhas compostas por construções de baixa densidade e altura (Figura 40). Além disso, parte da cidade encontra-se elevada, recebendo boa parcela da ventilação incidente (Figura 41).

Além da forma, posicionamento e implantação dos edifícios, sabe-se que a configuração morfológica de um terreno pode influenciar no efeito das variáveis climáticas incidentes neste. A topografia pode influenciar no direcionamento dos ventos e na insolação dos edifícios, além dos aspectos relacionados com a drenagem das águas.

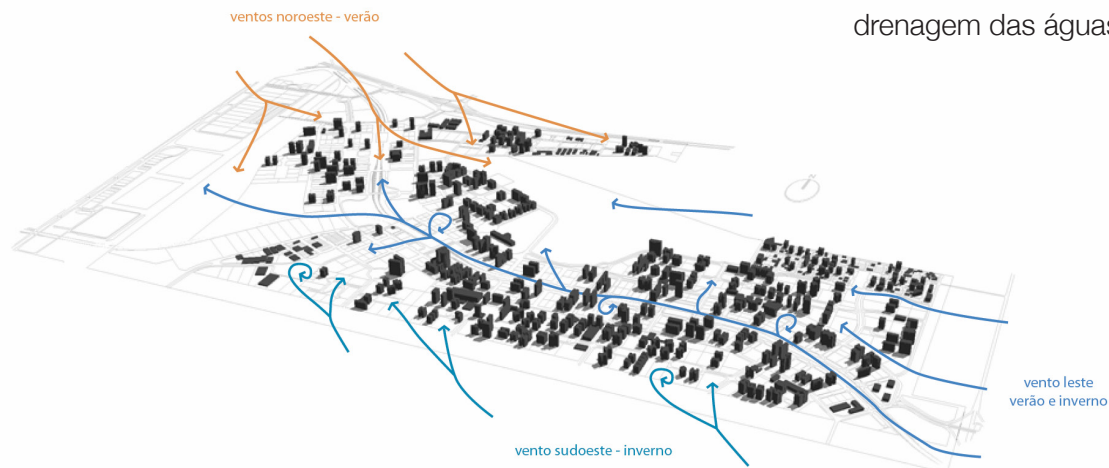


Figura 41 – Esquema da ventilação incidente na área de estudo - Águas Claras.

Em estudo da configuração topográfica de Águas Claras, foi constatada a diferença de aproximadamente 60 metros de altura, sendo o declive dado na direção Oeste-Leste. Essa diferença representa uma inclinação de 1,59%, ocorrendo de maneira gradual e suave, o que não significa influências significativas no desempenho das variáveis climáticas (Figura 42).

Em relação aos obstáculos naturais, nem a área de estudo, nem o entorno desta apresentam obstáculos significativos para o desempenho ambiental.

Já no levantamento dos obstáculos construídos, encontramos na área edificações unifamiliares,

comerciais e mistas – de maior altura, além daquelas de uso institucional, como igrejas, escolas e hospitais – de menor altura. Em relação ao entorno, não foram encontradas construções de impacto significativo, tanto pelas dimensões, quanto pelas distância da área do estudo.

Os materiais superficiais encontrados na área foram:

- Asfalto: nas vias;
- Vegetação: nos parques, canteiros, faixas não – edificáveis;
- Cimento e/ou cerâmica e/ou concreto e/ou vidro: nas fachadas dos edifícios.

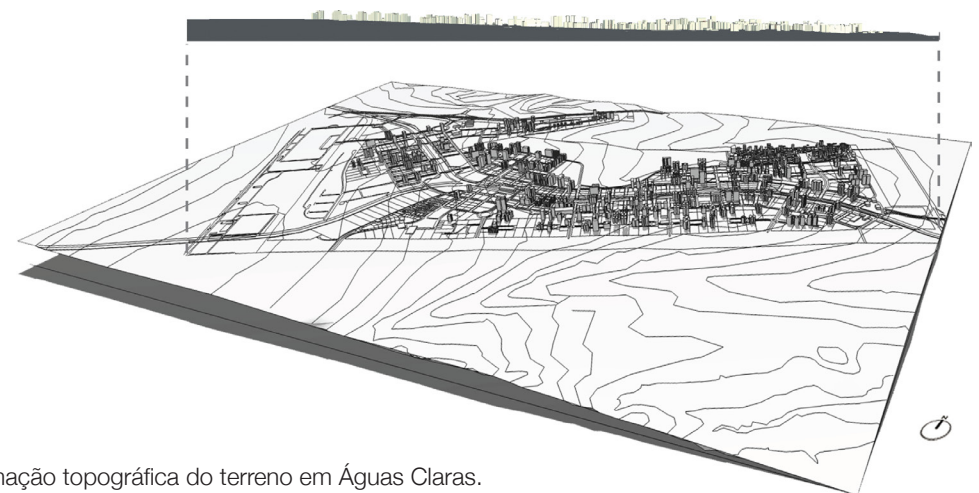


Figura 42 – Conformação topográfica do terreno em Águas Claras.

3.4 Insolação e radiação solar

Águas Claras se encontra disposta em torno do eixo do metrô, que segue o sentido Leste - Oeste da cidade (Figura 43). Ao longo deste eixo estão distribuídos os lotes e, dentro destes, os edifícios. Como já citado anteriormente, os edifícios não seguem um padrão pré-determinado de implantação, o que leva à uma variedade de configurações. Assim, cada edifício necessita de um estudo específico para se identificar a adequação de seu posicionamento.

Sendo Águas Claras destinada à edifícios em altura, a disposição destes pode influenciar no desempenho de algum fatores relacionados ao conforto térmico dos espaços

externos, como o sombreamento que os edifícios produzem entre si. A relação entre a largura e a altura existente entre os prédios (relação W/H, conforme pág. 57), resulta muitas vezes em ambientes claustrofóbicos, que tendem a não receber radiação direta em grande parte do ano.

De acordo com simulação realizada com o auxílio do *software* Ecotect 2010, considerando o ambiente exposto à radiação total ao longo do ano, fica clara a relação entre a proximidade dos edifícios e a baixa radiação solar incidente entre eles (Figura 44).

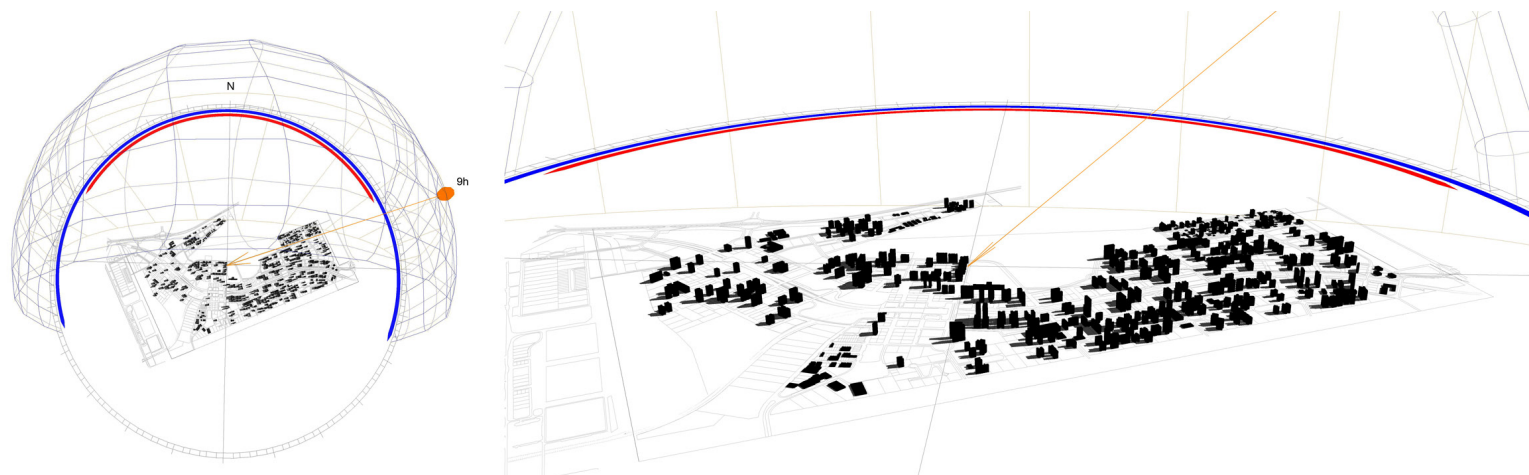


Figura 43 – Posicionamento de Águas Claras com relação à trajetória solar – equinócio às 9:00h. Imagem adaptada do *software* Ecotect 2010.

O programa cria um mapeamento por meio de uma escala de cores correspondentes aos níveis de radiação. Na figura, as áreas com tonalidades tendentes ao azul escuro encontram-se próximas às construções, com média diária anual entre 280 e 1120Wh incidentes nessas regiões, o que determina que estas recebem pouca radiação solar durante o ano. Já nas áreas abertas - com cores próximas ao

amarelo, os níveis registrados chegam à mais de 4480Wh incidentes.

Essas diferenciações demonstram a influência que as edificações produzem na radiação incidente no meio, lembrando que a desejabilidade dos níveis de radiação em cada área depende de cada situação e deve receber uma análise específica.

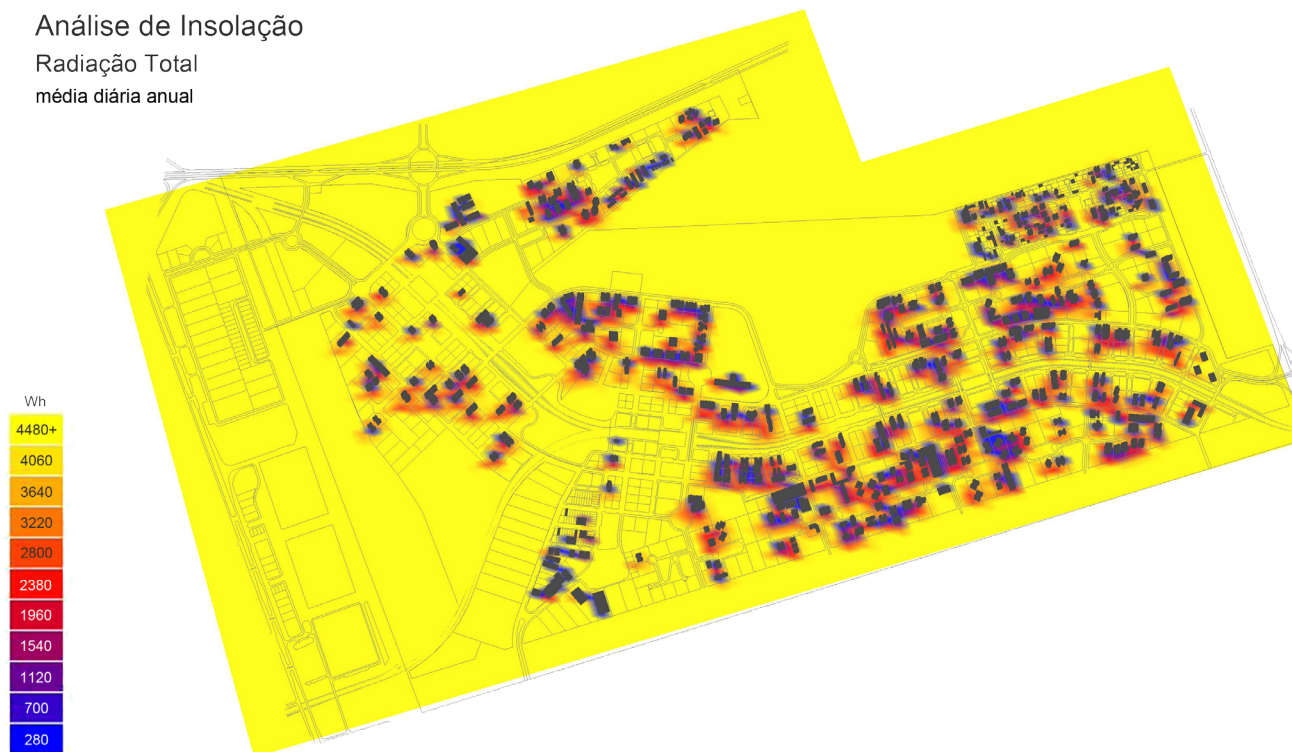


Figura 44 – Análise da radiação total durante o ano em Águas Claras, média diária anual, pelo *software* Ecotect 2010.



A faint, light gray outline map of a region, possibly a coastline or a set of land parcels, is visible in the background. A solid teal horizontal bar spans across the upper portion of the image, containing the number 5 and the title text.

5

Análise da fração



5

Análise da fração

Neste capítulo são realizadas simulações computadorizadas com o objeto de estudo, seguindo os questionamentos iniciais: Os edifícios em Águas Claras estão adequadamente implantados no meio onde se inserem? Qual a influência que a implantação dos edifícios exerce sobre o meio? Como é o desempenho térmico ambiental nos espaços externos?

Para a execução mais detalhada das simulações das variáveis selecionadas, utilizou-se de uma parcela de Águas Claras. Essa delimitação se fez necessária por limitações do *software* adotado, que fornece maior riqueza de informações para áreas menores.

De acordo com a metodologia descrita, partindo dos estudos realizados na macroescala pode-se perceber

o padrão de comportamento da área e, dessa forma, selecionar um quadrante com as principais características necessárias à análise.

Primeiramente a fração é submetida à testes quanto aos parâmetros listados para o estudo do conforto térmico dos usuários do espaço aberto e então, compara-se esta com situações hipotéticas de ocupação, com o intuito de verificar alterações no comportamento das variáveis relacionadas.

Para realizar as simulações foi selecionado o *software* ENVI-met 3.1 beta 5, um modelo tri-dimensional de microclima urbano, que simula as relações entre a estrutura urbana e o ambiente.

5.1 Seleção da fração

Para esta parte da pesquisa foi selecionada uma fração da cidade, representando a morfologia que se repete em

toda a área, submetendo esta à análises mais específicas. A fração selecionada abrange uma área aproximada de 25 hectares (Figura 45 e 46).



Figura 45 – Fração representativa da cidade de Águas Claras – 25 ha.

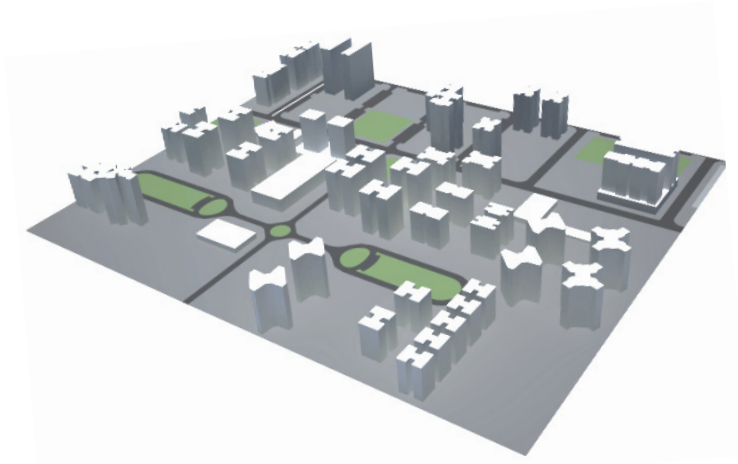


Figura 46 - Perspectiva da fração representativa da cidade de Águas Claras.



Figura 47 – Número de pavimentos das projeções construídas encontradas na fração, de acordo com o levantamento realizado em janeiro de 2010.

Para a escolha da parcela representativa do todo, foram considerados alguns critérios, como o grau de repetição, o nível de ocupação e a diversidade de implantações na área.

O grau de repetição diz respeito à quantidade de vezes que o padrão se repete e a proporção que essa representatividade abrange. Já o nível de ocupação se refere à uma região já consideravelmente ocupada, a fim de perceber o comportamento das implantações existentes no local. Por fim, se considera a diversidade de implantações existentes, com o intuito de avaliar o impacto das mais variadas orientações na a área.

Como um dos critérios para a seleção da fração foi o nível de ocupação da área, verificou-se que grande parte dos edifícios encontrados na fração são mais antigos e, portanto, possuem gabarito mais próximo do proposto no projeto inicial, com a maioria das edificações apresentando de 11 à 15 pavimentos (Figura 47).

Para analisar o comportamento da fração e compreender a influência da implantação dos edifícios com relação aos critérios estabelecidos, a configuração original encontrada no levantamento é confrontada com outras duas, hipotéticas, para avaliar seu desempenho.

Dessa forma, se propõe três configurações com implantações diferenciadas para o estudo da fração. A primeira representa a situação encontrada no levantamento, a segunda corresponde à uma proposta de ocupação completa da área - seguindo o padrão encontrado no levantamento, e a terceira também representa uma ocupação completa, porém com edifícios de formato retangular, alongado (Figura 48).

• **Configuração 1 - situação encontrada**

Representa a forma como a fração foi encontrada no levantamento, com alguns lotes vagos sem nenhuma forma de preenchimento. Os edifícios encontrados possuem alturas variadas, em sua maioria entre 11 e 20 pavimentos, com raros prédios de pouca altura.

A intenção desta análise é verificar como a área se comporta com a configuração atual para posterior comparação com outras configurações.

• **Configuração 2 - completa com o padrão encontrado**

Essa conformação considera os lotes vagos completamente ocupados, seguindo o padrão atual aleatoriamente, com

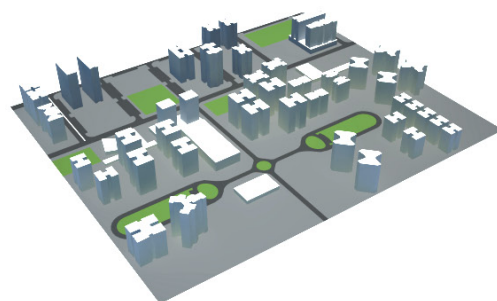
edificações de orientações e alturas diferenciadas, entre 11 e 20 pavimentos.

Com essa proposição se pretende analisar o comportamento que a parcela apresentaria se seguisse o mesmo modelo de ocupação já realizado na parte construída.

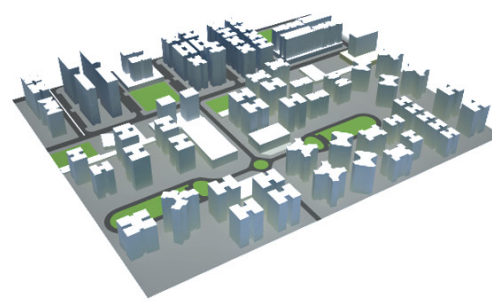
• **Configuração 3 - completa com edifícios laminares**

Para esta análise, a fração foi completamente ocupada por edificações de formato laminar, com as fachadas retas, sem recortes. Os edifícios foram dispostos predominantemente com as fachadas principais voltadas para Leste- Oeste. A altura utilizada será de 20 pavimentos, que corresponde à altura dos edifícios mais novos.

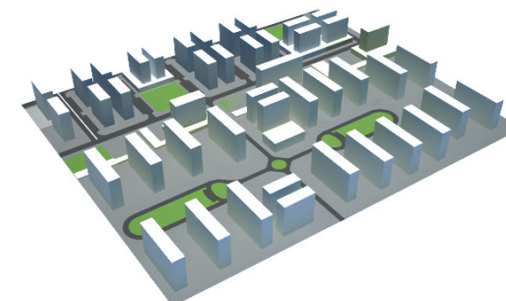
Essa configuração foi proposta partindo do pressuposto de que a disposição das fachadas principais para as orientações Leste-Oeste é desfavorável para o usuário da edificação, a fim de perceber seu impacto também para o usuário do espaço aberto e compará-la com as configurações anteriores.



Situação encontrada



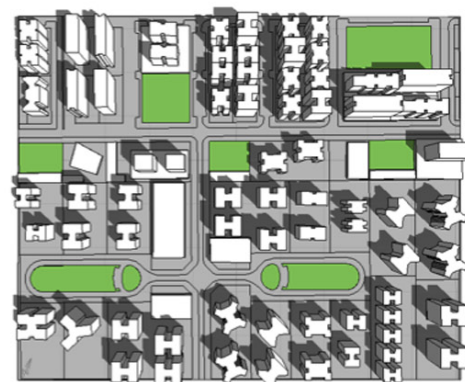
Completa com o padrão encontrado



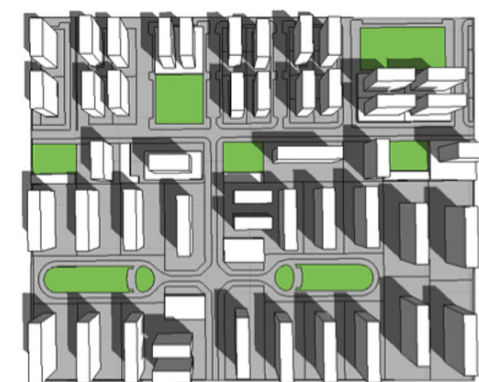
Completa com edifícios laminares



configuração 1



configuração 2



configuração 3



Figura 48 – Configurações propostas para a análise da fração.

5.2 Software utilizado nas simulações

Para a realização das análises comparativas na fração selecionada, foi adotado o *software* livre ENVI-met, desenvolvido pelo professor Michael Bruse da Universidade de Bochum, Alemanha. Configura-se como um modelo tri-dimensional de microclima urbano, que simula as relações entre a estrutura urbana e o ambiente. Dentre as várias versões do ENVI-met, a utilizada neste estudo para simulação do ambiente térmico é o ENVI-met 3.1 beta 5.

Segundo Bruse (2008), o modelo numérico simula aerodinâmica, termodinâmica e balanço de radiação nas estruturas urbanas, de acordo com a posição do sol, geometria urbana, vegetação, solo e materiais de construção, fornecidos nos arquivos de entrada. A Figura 49 mostra um esquema sobre o sistema de simulação do ENVI-met.

Fluxograma - Modelo ENVI-met

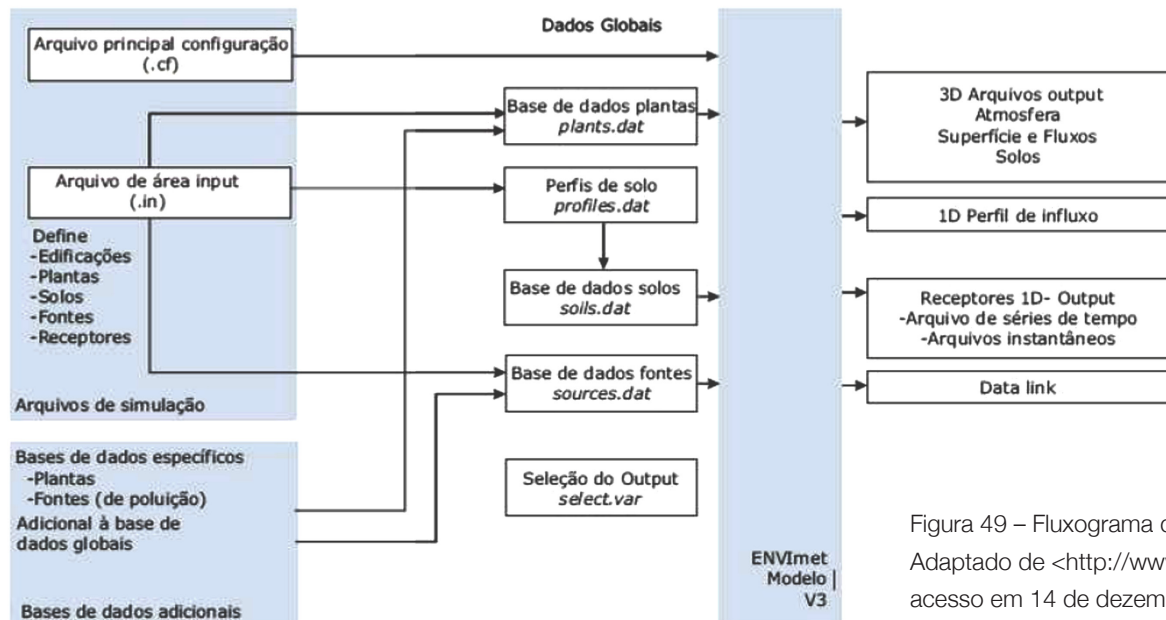


Figura 49 – Fluxograma do ENVI-met. Adaptado de <<http://www.envi-met.com/>>, acesso em 14 de dezembro de 2010.

Para a obtenção dos resultados, o simulador oferece diversas opções de dados de saída, entre eles a temperatura e a umidade do ar, temperatura radiante média (TRM), a velocidade dos ventos e, ainda o cálculo do PMV e PPD, parâmetros que serão utilizados nesse trabalho.

5.2.1 Dados de entrada

Simulações computacionais exigem dados de entrada, os quais devem ser cuidadosamente preparados para a obtenção de resultados mais fidedignos possíveis. Essa preparação é uma fase importante da pesquisa, pois determina vários parâmetros que serão trabalhados pelos programas computacionais.

No caso do ENVI-met, para que o programa possa simular as condições ambientais de um dado local de estudo, é necessária a elaboração e inserção de dois arquivos de entrada: o arquivo de edição da área e o arquivo de dados de configuração.

Arquivo de edição da área

Antes de realizar a simulação da fração escolhida é necessário configurar a área de inserção dos dados, com os

elementos básicos que compõem a parcela a ser simulada, como vegetação, tipo de solo e gabarito das edificações.

Na determinação da área a ser analisada, deve-se considerar a limitação de escalas que o programa apresenta. A versão utilizada possibilita simulações em três diferentes padrões de *grid* (célula): 100x100x30, 180x180x30 e 250x250x30, valores esses que correspondem à largura x comprimento x altura máximos possíveis para inserção do modelo. A escolha do *grid* resulta em maior ou menor resolução do desenho. Quanto maior a malha adotada, maior é o detalhamento do desenho, no entanto, maior também é o tempo de simulação despendido, em função do incremento de dados.

Inicialmente a malha escolhida para as simulações foi a maior possível - 250X250X30, utilizando uma fração de 500X500X60m em escala 2:1. Porém, nos primeiros testes com estas dimensões, foi identificado um erro pelo *software*: "*Fatal error: Imput Grid too large!!*". Por meio do manual *online* verificou-se então que o ENVI-met não trabalha adequadamente quando as bordas do modelo e do *grid* estão muito próximas.

Dessa forma, foi adotado então um recorte um pouco menor, de 480mx400x50m, representado em uma escala de 2:1, compondo uma malha de 240x200x25 (Figura 50).

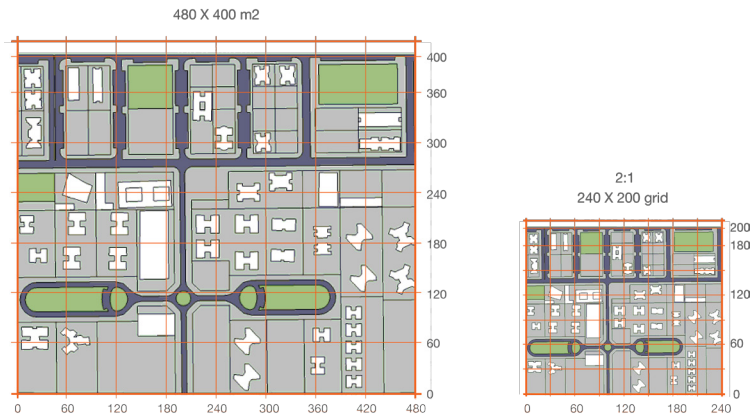


Figura 50 – Planta da fração estudada e a malha adotada para as simulações.

Na edição da área devem ser determinadas as regiões correspondentes à vegetação e edificações, além dos dados referentes ao tipo de solo existente (Figura 51).

Juntamente com o arquivo de área se configuram os dados geográficos do local, como a latitude e longitude, fuso horário e o ângulo de rotação do Norte (Figura 52).

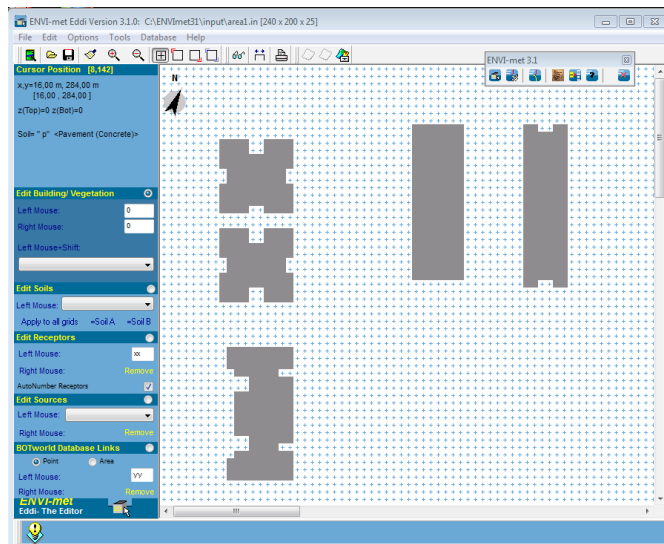


Figura 51 – Janela para edição da área. ENVI-met 3.1 beta 5.

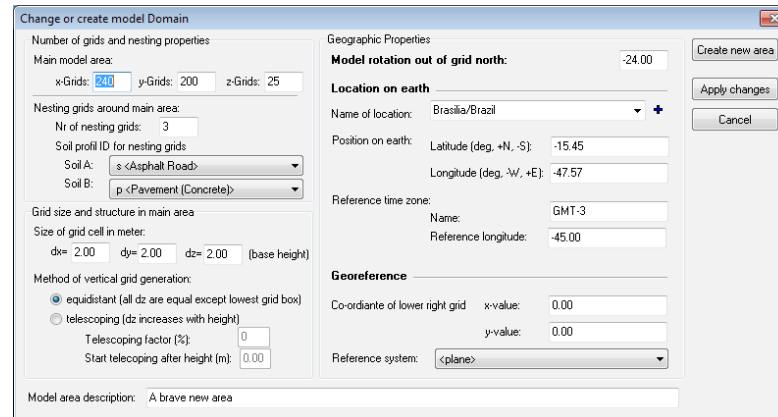


Figura 52 – Janela para configuração do *grid* e dos dados geográficos.

ENVI-met 3.1 beta 5.

Arquivo de dados de configuração

Depois de inseridos os dados referentes às informações da área, é necessário criar um arquivo de dados de configuração, com as informações básicas climatológicas, por meio da determinação de vários parâmetros. Os dados mínimos exigidos para a simulação, adotados para este trabalho são os seguintes:

- **Dias das simulações**

Foram utilizados os solstícios de inverno e verão como data de referência para as simulações geradas pelo programa, ou seja, dias 21 de junho e 21 de dezembro, que correspondem ao dia mais curto e longo do ano, respectivamente.

- **Horas simuladas**

Foi selecionado um horário pela manhã, as 9:00h e outro à tarde, as 15:00h para cada dia simulado, ou seja, dois horários para o inverno e, da mesma forma, para o verão.

- **Velocidade do vento a 10m**

A velocidade do vento considerada para a área foi de 2 m/s, de acordo com Maciel (2002), em estudos sobre a região, Brasília.

- **Direção do vento**

O programa utiliza uma referência angular para determinar a direção do vento. Assim, é tomado como referência o Norte, com angulação de 0° (0:N..90:E..180:S..270:W.).

Considerando a angulação de 24° determinada pelo Norte na área, foram utilizados os seguintes valores (Figura 53), com base em dados do INMET:

- solstício de inverno: vento noroeste = $315^\circ + 24^\circ = 339^\circ$ NO

- solstício de verão: vento Leste = $90^\circ + 24^\circ = 114^\circ$ E

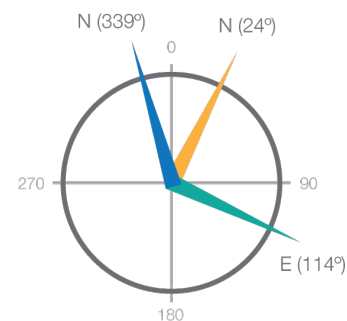


Figura 53 – Conversão da direção dos ventos para a área analisada no trabalho, de acordo com a angulação de referência adotada pelo programa.

• Rugosidade da superfície

O coeficiente de rugosidade da superfície foi definido considerando determinadas características da área como situação geográfica, as características das superfícies e a estrutura urbana (uso e ocupação do solo, adensamento, etc.) utilizando como referência a metodologia desenvolvida

por Katzschner (1997). Para a classificação, a área foi considerada como densamente construída, porém por ainda estar em consolidação, não foi adotado o índice máximo, eleito o valor de 1,5 para a rugosidade, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Coeficientes de rugosidade pelas características da área.

Classificação clima urbano	Situação geográfica	Condições superfície	Comprimento da rugosidade (zo)	Grau de impermeabilidade	Estrutura da cidade
Ilhas de calor intensidade máxima	Predominância em vales	concreto	> 1,5	60%	Áreas densamente construídas, edificações altas
Ilhas de calor intensidade baixa	indefinida	Ruas de concreto com árvores	1,5	50%	Áreas densamente construídas
Ilhas de calor intensidade moderada	Limite da cidade indefinida	Casas com jardim	0,5 – 1,0	40%	Pequenas edificações
Clima industrial indefinida	Indefinida	Predominância asfalto	1,0	60%	Halls, produção
Zonas ventiladas para sistemas de circulação regional	Áreas ventiladas dentro da cidade	Asfalto ou vegetação	<0,5	<10%	Ruas, espaços livres
Áreas com sistema de circulação local	Espaços livres na cidade	Superfícies diferenciadas	1,0	0 – 60%	Ocorrência em variadas estruturas de cidades
Áreas frescas, com clima moderado	Indefinida	Vegetação	0,5 – 1,5	<10%	Parques, cinturões verdes, florestas

Fonte: Adaptado de Katzschner (1997: 52).

- **Temperatura inicial e Umidade Absoluta a 2500m**

Foram adotados os dados utilizados por Burgos (2009), em análise de uma superquadra em Brasília, provenientes de radiossondagens realizadas no aeroporto de Brasília para o período da seca e de chuva:

- solstício de inverno: 311° K e 5,05 g água/Kg ar
- solstício de verão: 309° K e 9,66 g água/Kg ar

- **Umidade relativa a 2m**

Foram utilizados os seguintes valores, com base em dados do INMET, coletados para os dias de solstício de inverno e verão no ano 2010:

- solstício de inverno: 62%
- solstício de verão: 18%

Além desses dados de configuração básicos, para o cálculo do PMV, é necessário ainda incluir alguns parâmetros relacionados ao usuário do espaço:

- **Atividade**

A atividade considerada foi: andando na horizontal.

- **Velocidade da caminhada e Metabolismo**

Para velocidade foi adotado um dos valores citados na norma ISO 7730 (1994) para caminhada em área plana, 3 km/h (0,83m/s), com valor correspondente para metabolismo de 140 W/m², conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Taxa metabólica para diferentes atividades.

Atividade	Metabolismo (W/m ²)
Reclinado	46
Sentado, relaxado	58
Atividade sedentária (escritório, escola etc.)	70
Fazer compras, atividades laboratoriais	93
Trabalhos domésticos	116
Caminhando em local plano a 2 km/h	110
Caminhando em local plano a 3 km/h	140
Caminhando em local plano a 4 km/h	165
Caminhando em local plano a 5 km/h	200

Fonte: Adaptado de ISO 7730 (1994).

• Eficiência mecânica

Como a atividade selecionada foi em área plana, a eficiência mecânica é desprezível, portanto será considerada = 0.

• Índice de resistência térmica

Clo é uma abreviatura do inglês *clothing*, unidade da resistência térmica da roupa, onde 1 clo = 0,155 m².°C/W (ISO 7730,1994). Considerando o somatório de peças de roupa, uma vestimenta leve de verão equivale à 0,5 clo (Tabela 6), valor adotado para as simulações.

Tabela 6 – Relação entre vestimenta e resistência térmica.

Vestuário	Resistência térmica (clo)
Somente calção	0,1
Vestuário tropical	0,3
Vestuário leve de verão	0,5
Vestuário para o trabalho	0,7
Agasalho leve	1,0
Traje completo	1,5

Fonte: Adaptado de ISO 7730 (1994).

Disponível em <www.hku.hk/bse/bbse3004/bbse3004_0405-03.htm>, acesso em 14 de dezembro de 2010.

Dado o levantamento desses critérios, os valores adotados no arquivo de configuração de dados para as simulações podem ser visualizados na Tabela 7:

Tabela 7 – Informações utilizadas no arquivo de dados de configuração.

Dados de configuração		
Dados	Inverno seco	Verão Chuvoso
Dias da simulações	Solstício de inverno (21/06/2010)	Solstício de verão (21/12/2010)
Horas simuladas	9h e 15h	9h e 15h
Velocidade do vento a 10m	2 m/s	2 m/s
Direção do norte na planta	24°	24°
Direção do vento	114° E	339° NO
Rugosidade da superfície	1,5	1,5
Temperatura inicial	311°K	309°K
Umidade Absoluta a 2500m	5,05 g água/Kg ar	9,66 g água/Kg ar
Umidade relativa a 2m	18%	62%
Dados adicionais PMV		
Atividade	Andando na horizontal	
Velocidade de caminhada	0,83m/s	
Metabolismo	140 W/m ²	
Eficiência mecânica	0	
Índice de resistência térmica	0,5 Clo	

Fontes: velocidade do vento a 10m (Maciel, 2002), direção do vento e umidade relativa a 2m (INMET), rugosidade da superfície (Katzschner, 1997), temperatura inicial e umidade absoluta do ar a 2500m (Burgos, 2009), velocidade de caminhada, metabolismo e índice de resistência térmica (ISO 7730, 1994).

5.2.2 Dados de saída

Para a visualização gráfica dos dados gerados para as horas selecionadas, é necessário utilizar o programa Leonardo 3.75, que já está inserido no ENVI-met e possui uma interface simplificada.

Antes da simulação ser executada é possível a seleção de apenas alguns parâmetros, dentre vários que o programa disponibiliza. Para este trabalho, os mapas gerados para a análise comparativa das simulações contemplam os parâmetros anteriormente selecionados, pertinentes ao estudo do conforto térmico nos espaços abertos:

- a temperatura do ar;
- e a umidade relativa;
- a velocidade do ar;
- temperatura radiante média (TRM); e
- índices PMV e PPD.

5.3 Resultado das simulações

Primeiramente, se realizam as simulações referentes à configuração da situação encontrada, com a composição

original da fração. Após os resultados, se comparam os atributos selecionados, considerando as duas datas escolhidas, correspondentes às estações do ano – inverno seco e verão chuvoso.

Então, são submetidas às mesmas análises as duas configurações propostas como modelo de ocupação completa. Primeiro a configuração 2 - que corresponde à ocupação baseada no padrão encontrado, e depois a configuração 3 - com edifícios retangulares alongados. Da mesma forma, se comparam os atributos selecionados, considerando as duas estações do ano.

Finalmente, após as análises isoladas das três configurações, estas são submetidas à um paralelo, sendo comparados os atributos de acordo com cada período simulado. A sequência das análises se dá de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 54.

O mapeamento gerado pelo programa considera uma escala de cores, que pode ser configurada pelo usuário, para representar os valores encontrados de acordo com cada variável.

Por exemplo, para a temperatura do ar, neste trabalho, foram atribuídas cores frias para temperaturas mais baixas e quentes para as altas. Com relação à umidade relativa

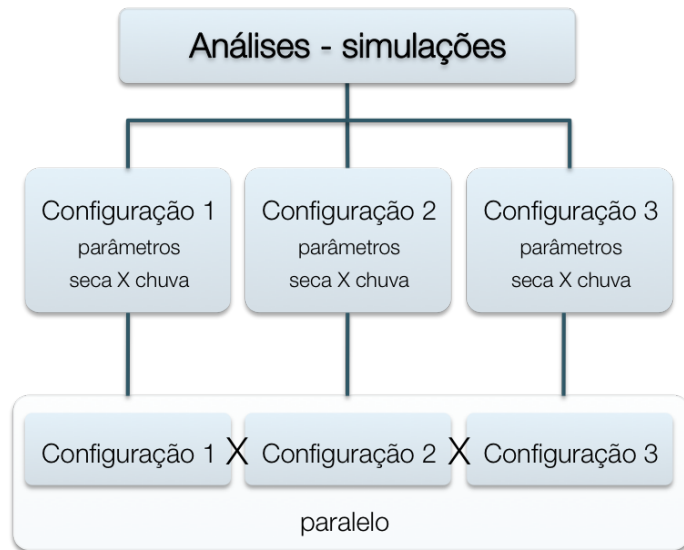


Figura 54 – Fluxograma representando a sequência de análises utilizadas nas simulações.

do ar, as cores mais quentes representam as áreas secas, enquanto as frias simbolizam aquelas com maior umidade. Para a ventilação, as áreas quentes determinam as regiões onde a velocidade do vento é mais alta, enquanto as frias equivalem à áreas pouco ventiladas. Além disso, nas simulações de vento foram incluídas partículas para representar a trajetória da ventilação entre as construções.

Como a interface do programa possibilita a representação de mapas a partir de várias alturas de seção, foi considerado um corte à 1,20m, que representa uma camada que atinge o usuário do espaço.

5.3.1 Configuração 1 - situação encontrada

• Velocidade do vento

Inverno seco: a incidência dos ventos ocorre diagonalmente às construções, no sentido Leste-Oeste, o que gera pontos com efeito de esquina, acelerando estes nas arestas das edificações. A fração apresenta ainda uma área com afunilamento entre os prédios, que desenvolve o efeito de Venturi. A velocidade do vento varia principalmente entre 0,41m/s e 4,30m/s, com os valores mais baixos registrados nas regiões pouco ventiladas, onde há sombra de vento e os valores máximos nas áreas de aceleração, como as regiões de efeito de esquina e Venturi. O comportamento da ventilação à tarde é semelhante ao da manhã (Figura 55).

Verão chuvoso: há incidência de ventilação frontalmente às fachadas NO, gerando várias áreas com sombras de vento e a canalização dos mesmos quando permeiam nos corredores formados entre os edifícios próximos. Assim como no inverno, a velocidade do vento varia principalmente entre 0,41m/s e 4,3m/s, com os valores mais baixos registrados nas regiões pouco ventiladas, onde há sombra de vento e os valores máximos nas áreas com efeito de canalização. O comportamento da ventilação à tarde é semelhante ao da manhã (Figura 55).

Configuração 1 - Velocidade do vento

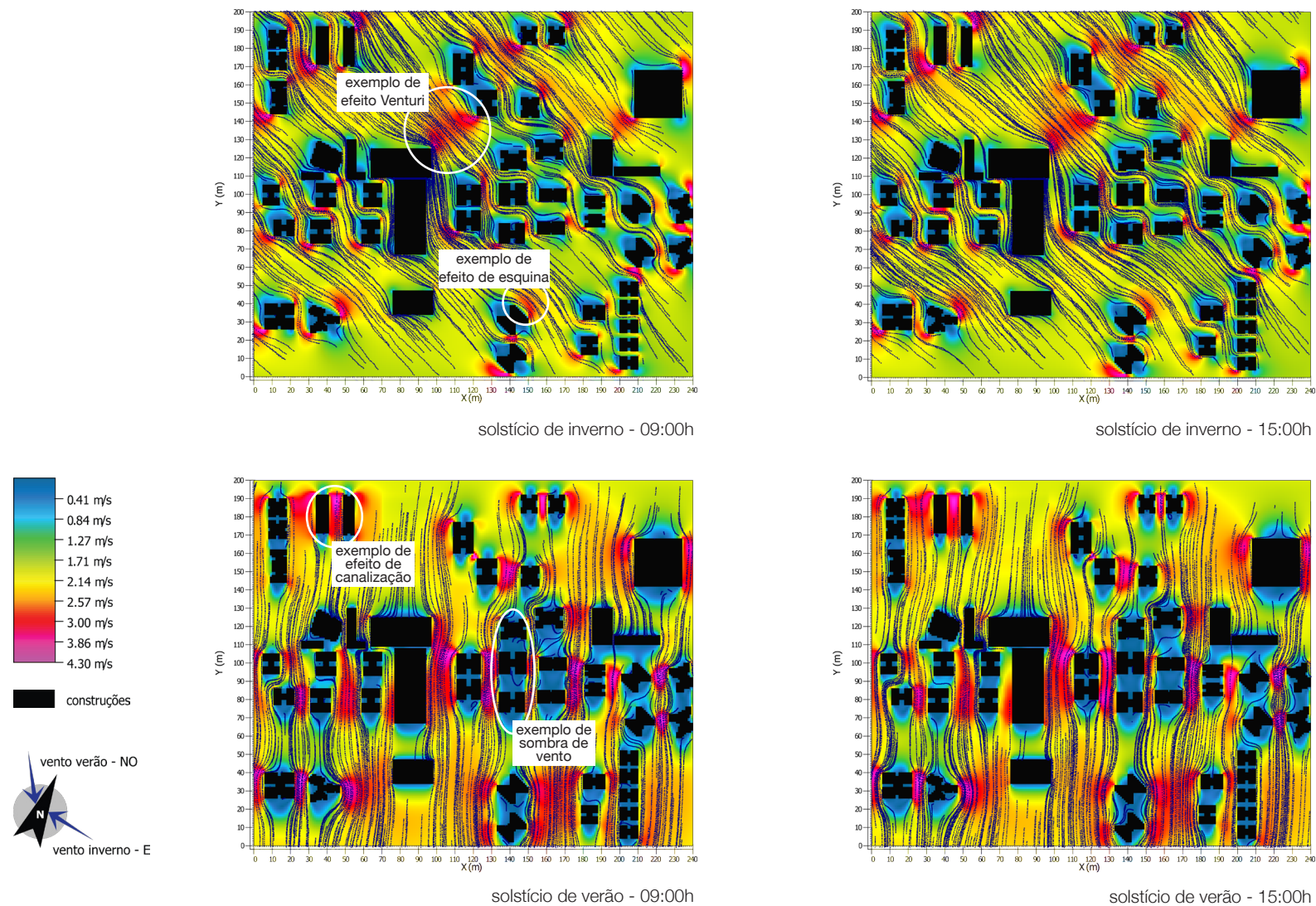


Figura 55 – Mapas das simulações de velocidade do vento para a configuração 1. Imagens produzidas pelo software ENVI-met.

• Temperatura do ar

Inverno seco: verifica-se grande amplitude térmica durante o dia, com temperaturas pela manhã em torno de 24°C a 29°C e à tarde entre 29°C a 33°C. Pela disposição dos edifícios, a temperatura pode ser relacionada com o posicionamento destes como barreiras à ventilação, que incide à leste, e com a proximidade entre eles. Assim, nas áreas onde há maior aglomeração, com menores afastamentos, as temperaturas apresentam valores mais altos (Figura 56).

Verão chuvoso: registra-se valores pela manhã em torno de 25°C a 30°C e à tarde entre 26°C a 31°C. No verão também é registrada a influência da direção e incidência dos ventos, como ocorre no inverno, porém no verão a ventilação permeia à noroeste da fração (Figura 56).

• Umidade relativa do ar

Inverno seco: a umidade relativa apresenta valores entre 27,8% e 31,6%, com os mais baixos no turno da tarde. Pela implantação dos edifícios, a diminuição da umidade relativa pode ser relacionada com a direção do vento, que ocorre à leste, bem como pela formação de barreiras aos mesmos. De acordo com o padrão de cores apresentado nos mapas, as regiões mais secas são aquelas que se encontram atrás das barreiras ao vento (Figura 57).

Verão chuvoso: é registrada uma umidade relativa maior que no inverno, com dados em torno de 61,5% e 78,6%, também com valores mais baixos no período da tarde. No verão é registrada a influência da direção e incidência dos ventos que ocorre no inverno, porém nesta estação a ventilação permeia à noroeste da fração (Figura 57).

• Temperatura Radiante Média / TRM

Inverno seco: os valores registrados para a TRM apresentam relação com a incidência de radiação solar direta. Assim, as áreas com menor valor de temperatura, em torno de 28°C, correspondem àquelas onde há o sombreamento gerado pelas edificações, ou seja, aquelas à SO dos edifícios na parte da manhã e à SE a tarde. A extensão dessas áreas está relacionada com a altura das edificações - quanto mais alto o edifício, maior é a área projetada do sombreamento. Nas demais áreas, aquelas expostas à radiação solar direta, os valores encontrados estão entre 61,60°C e 74,77°C, com os mais altos para o pavimento de concreto (Figura 58).

Verão chuvoso: a TRM segue comportamento semelhante ao do inverno. A diferenciação ocorre pela posição das áreas neutras, que correspondem ao NO pela manhã e ao NE à tarde e por suas dimensões, que são menores no inverno (Figura 58).

Configuração 1 - Temperatura do ar

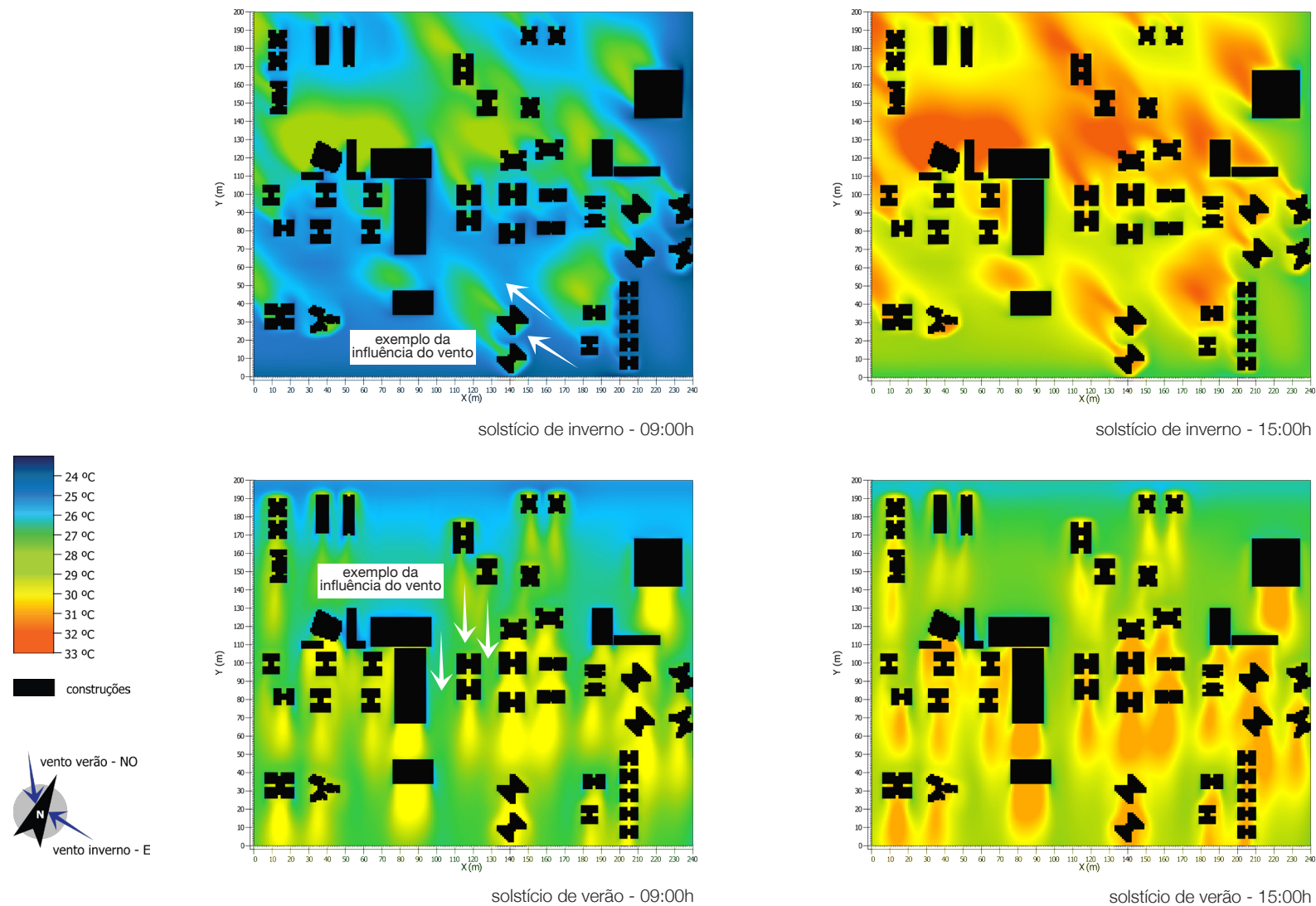


Figura 56 – Mapas das simulações de temperatura do ar para a configuração 1. Imagens produzidas pelo software ENVI-met.

Configuração 1 - Umidade Relativa do ar

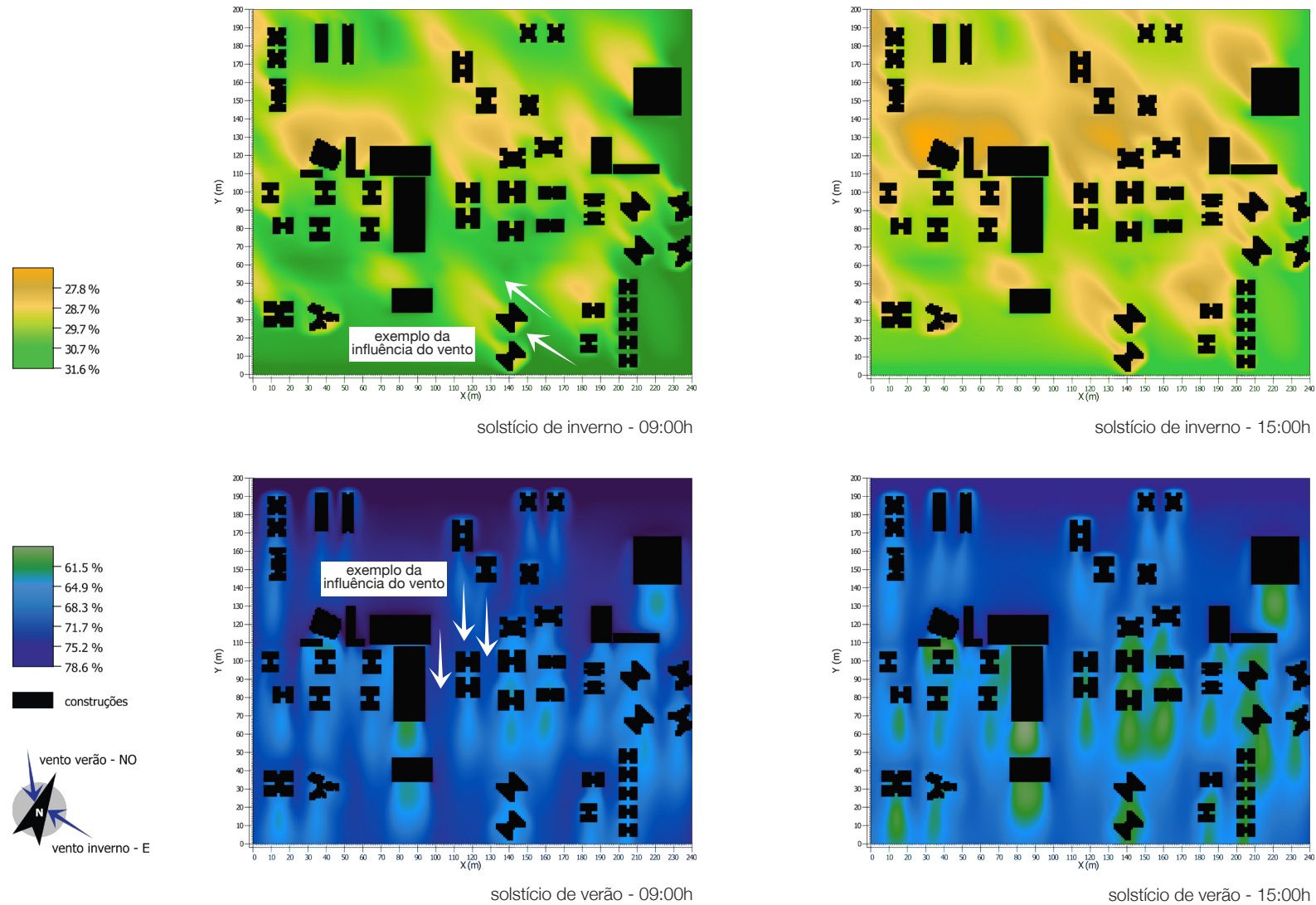


Figura 57 – Mapas das simulações de umidade relativa para a configuração 1. Imagens produzidas pelo *software* ENVI-met.

Configuração 1 - Temperatura Radiante Média / TRM

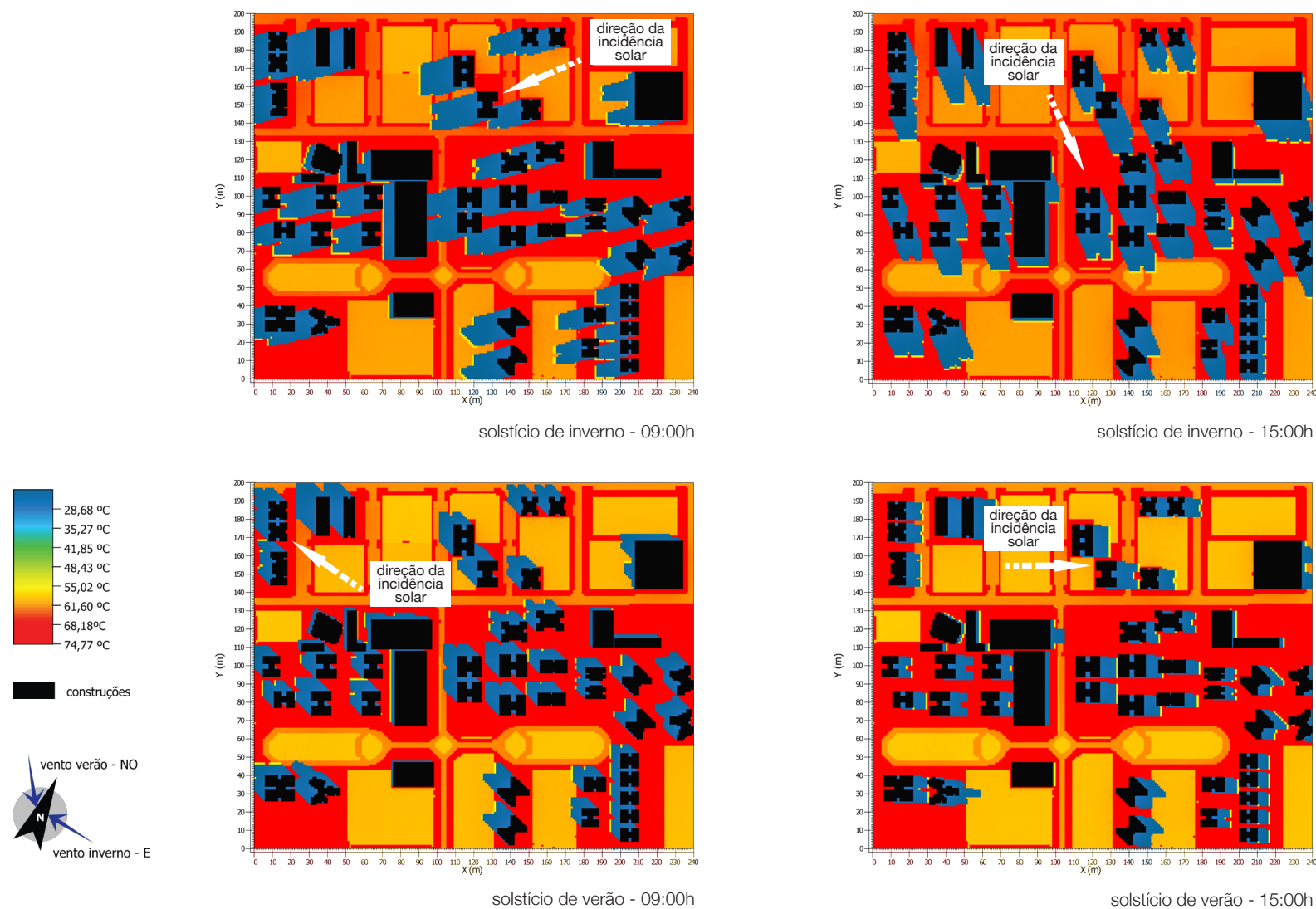


Figura 58 – Mapas das simulações de temperaturaradiante média para a configuração 1. Imagens produzidas pelo software ENVI-met.

- **PMV (*Predicted Mean Vote / Voto Médio Predito*)**

Inverno seco: os valores registrados para o índice PMV se encontram entre 0 e +3, que representam neutralidade e estresse por calor (conforme tabela 2, pág. 50), respectivamente. As áreas neutras registradas, com valores de 0 até +1, correspondem àquelas onde a TRM é mais baixa. Essas áreas se referem ao sombreamento gerado pelas edificações, ou seja, aquelas à SO dos edifícios na parte da manhã e à SE a tarde. A extensão dessas áreas está relacionada com a altura das edificações - quanto mais alto o edifício, maior é a área projetada do sombreamento e portanto, da área neutra. Foi também percebida uma leve redução no desconforto nas regiões onde o solo é gramado ou exposto, com o pior índice registrado nas áreas onde existe pavimento de concreto, com valores entre +2,5 e +3, que representam estresse por calor (Figura 59).

Verão chuvoso: foram registrados para o índice PMV valores entre 0 e +3, seguindo comportamento semelhante ao que ocorre no inverno. A diferenciação é dada pela posição das áreas neutras, que correspondem ao NO pela manhã e ao NE à tarde e as suas dimensões, que são menores que no inverno (Figura 59).

- **PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied / Percentual de Pessoas Insatisfeitas*)**

Inverno seco: as regiões que representam o percentual adequado de satisfação são aquelas onde o índice PMV está próximo à neutralidade. Nessas áreas, o PPD registra principalmente valores até 20% de insatisfação. Além dessa característica, as manchas de cor demonstram a influência que ocorre pela proximidade dos edifícios. Aqueles que se encontram muito próximos uns dos outros apresentam aumento no percentual de desconforto e nessas áreas os valores chegam à até 50% de insatisfação. Nas áreas completamente expostas, o índice PPD registra valores de insatisfação que chegam à 100% das pessoas, em qualquer horário (Figura 60).

Verão chuvoso: da mesma forma que ocorre no inverno, as regiões que representam o percentual adequado de satisfação são aquelas onde o índice PMV está próximo a neutralidade. No verão, o aumento de insatisfação que ocorre pela proximidade entre os edifícios é maior do que a registrada no inverno (Figura 60).

Configuração 1 - Índice PMV

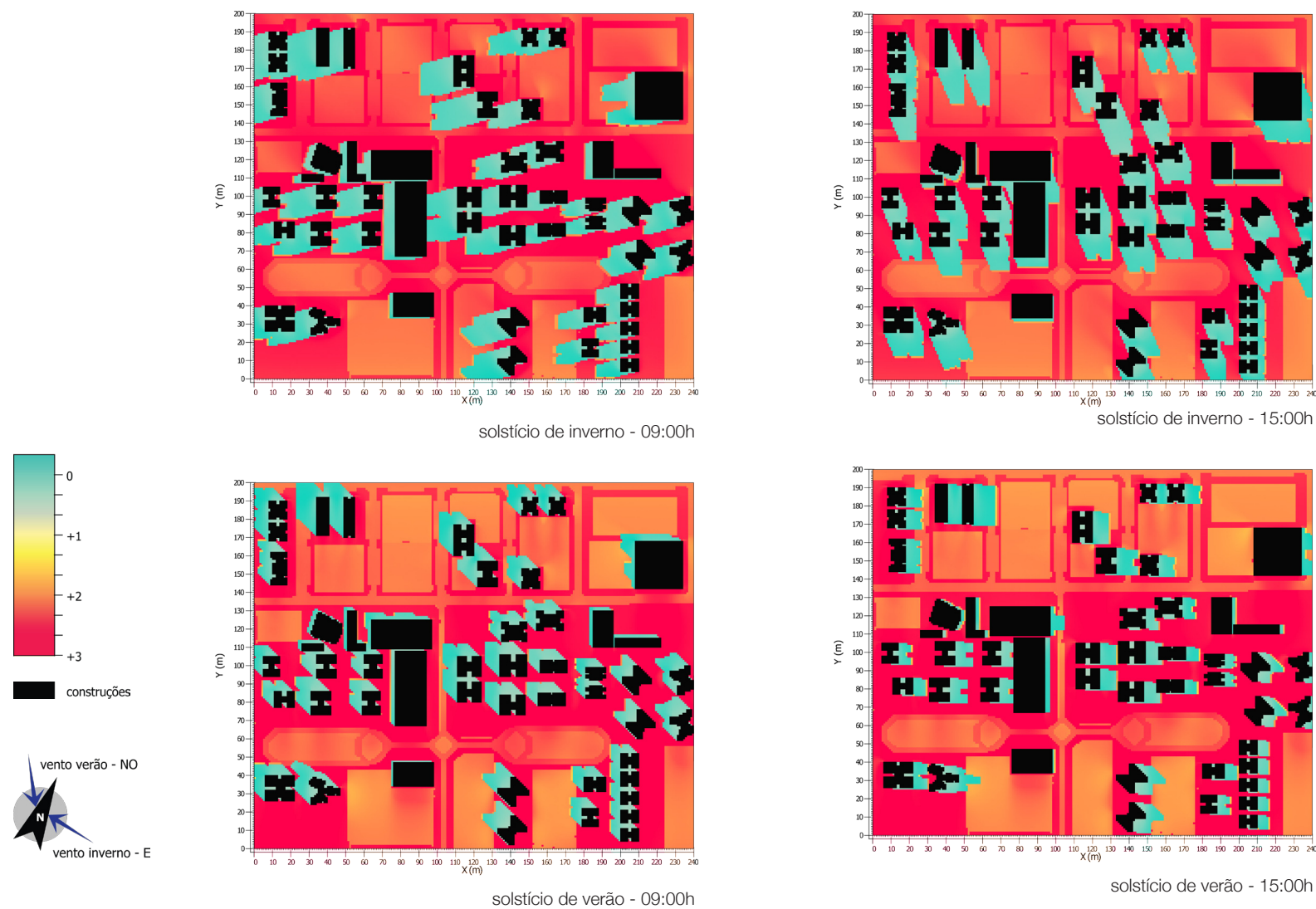


Figura 59 – Mapas das simulações do índice PMV para a configuração 1. Imagens produzidas pelo software ENVI-met.

Configuração 1 - Índice PDD

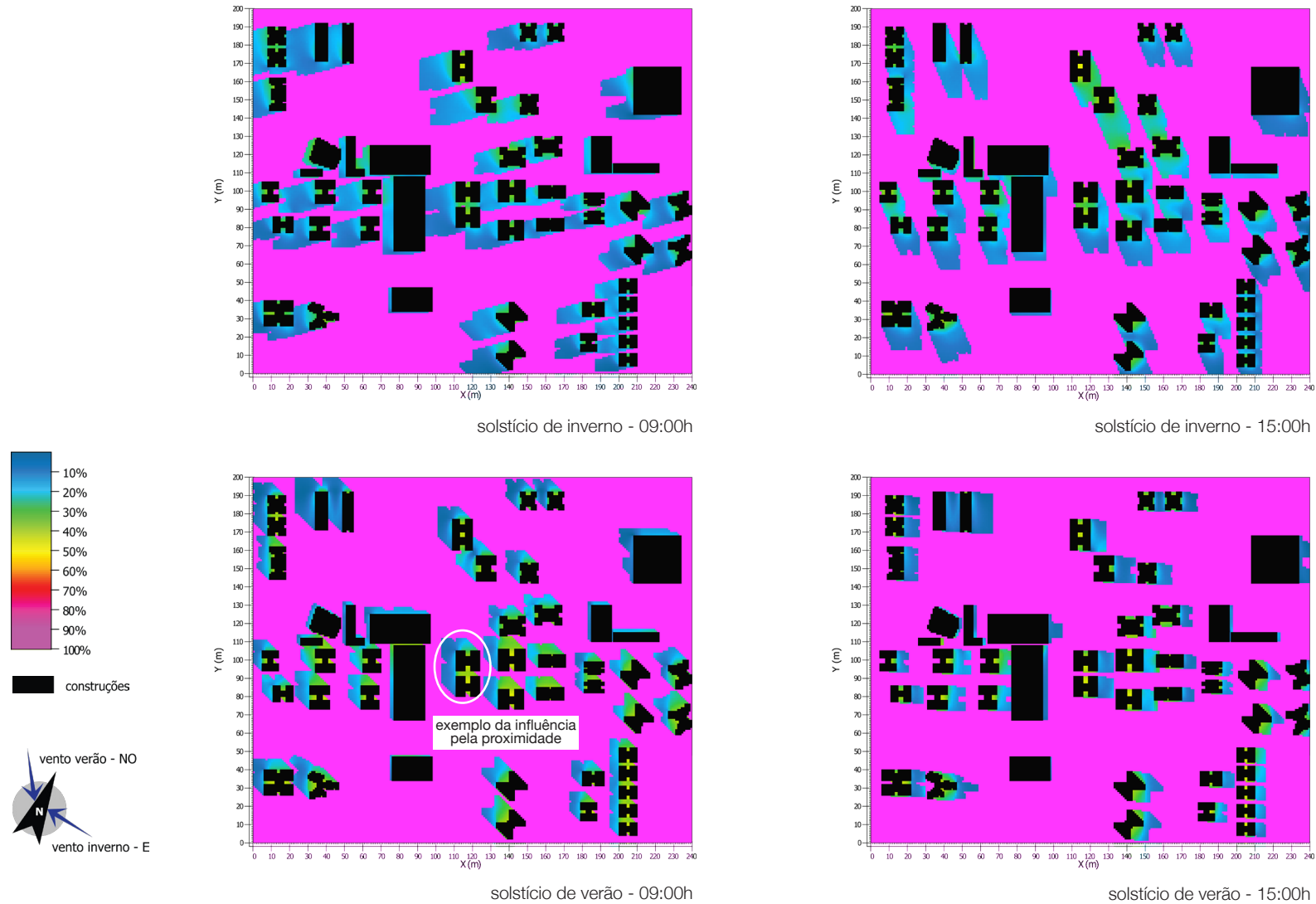


Figura 60 – Mapas das simulações do índice PDD para a configuração 1. Imagens produzidas pelo *software* ENVI-met.

5.3.2 Configuração 2 - completa com o padrão encontrado

- **Velocidade do vento**

Inverno seco: a incidência da ventilação ocorre diagonalmente às construções, o que gera pontos com efeito de esquina, acelerando os ventos nas arestas das edificações. É verificada aceleração também em uma área na fração onde ocorre afunilamento dos ventos entre os prédios, que resulta no efeito de Venturi. A velocidade do vento varia principalmente entre 0,41m/s e 4,3m/s, com os valores mais baixos registrados nas regiões pouco ventiladas, onde há sombra de vento e os valores máximos nas áreas de aceleração, como as regiões de efeito de esquina e Venturi. O comportamento da ventilação à tarde é semelhante ao da manhã (Figura 61).

Verão chuvoso: a ventilação incide frontalmente às fachadas NO, formando várias áreas com sombras de vento e ainda a canalização dos mesmos quando permeiam nos corredores formados entre os edifícios que estão próximos. A velocidade do vento varia principalmente entre 0,41m/s e 4,3m/s, assim como no inverno, com os valores mais baixos registrados nas regiões pouco ventiladas, onde

há sombra de vento e os valores máximos nas áreas com efeito de canalização. O comportamento da ventilação à tarde é semelhante ao da manhã (Figura 61).

- **Temperatura do ar**

Inverno seco: há grande amplitude térmica durante o dia, com temperaturas pela manhã principalmente em torno de 26°C a 29°C e à tarde entre 30°C a 33°C. A temperatura pode ser relacionada com o posicionamento dos edifícios como barreiras à ventilação, que incide à leste, e com a proximidade entre eles. Isso porque nas áreas onde há maior aglomeração, com menores afastamentos, as temperaturas apresentam valores mais altos (Figura 62).

Verão chuvoso: os valores registrados pela manhã ficam em torno de 25°C a 30°C e à tarde entre 27°C a 31°C. Também é registrada a influência que ocorre pela direção e incidência dos ventos, como no inverno, porém no verão a ventilação permeia à noroeste da fração (Figura 62).

Configuração 2 - Velocidade do vento

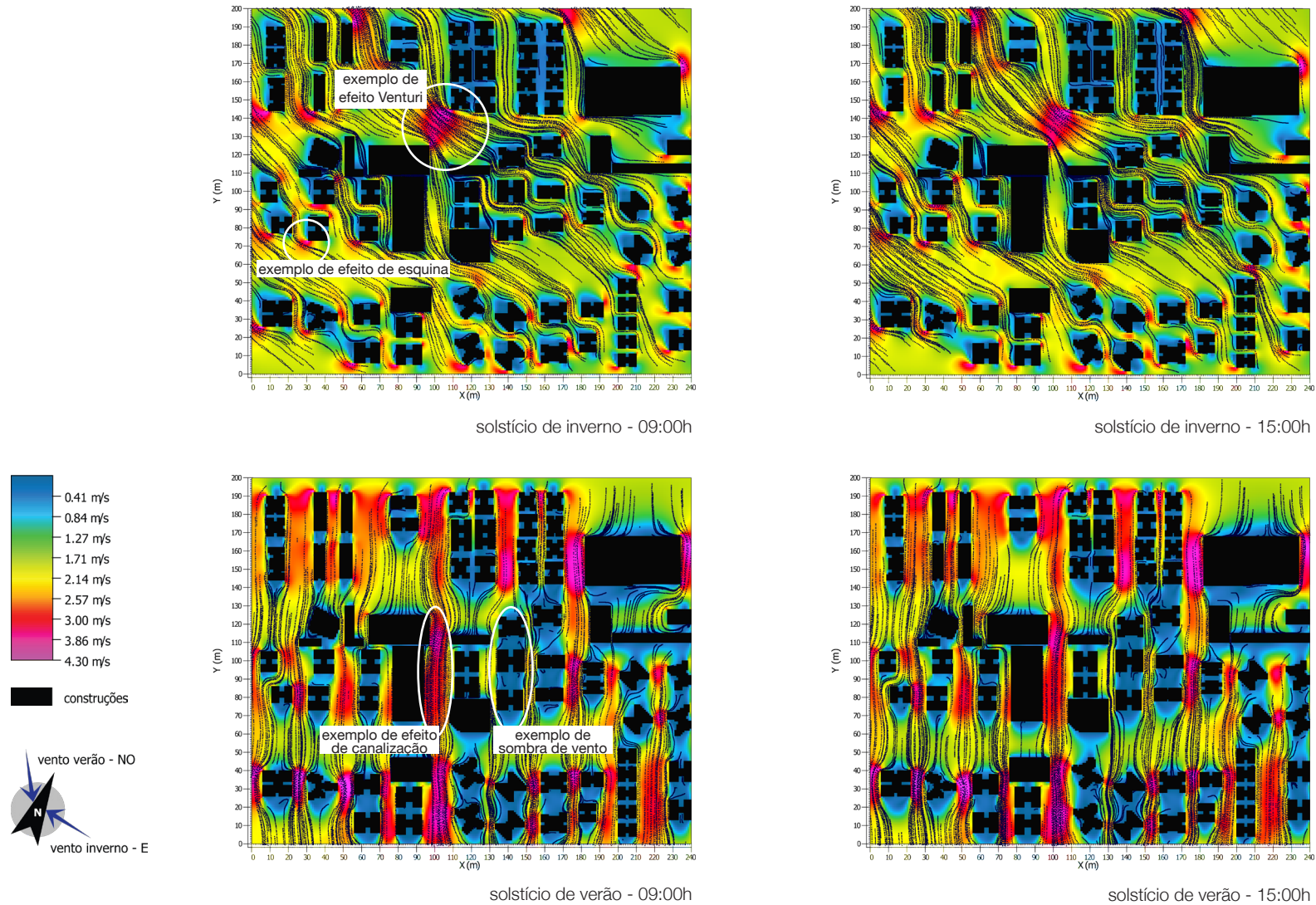


Figura 61 – Mapas das simulações de velocidade do vento para a configuração 2. Imagens produzidas pelo *software* ENVI-met.

Configuração 2 - Temperatura do ar

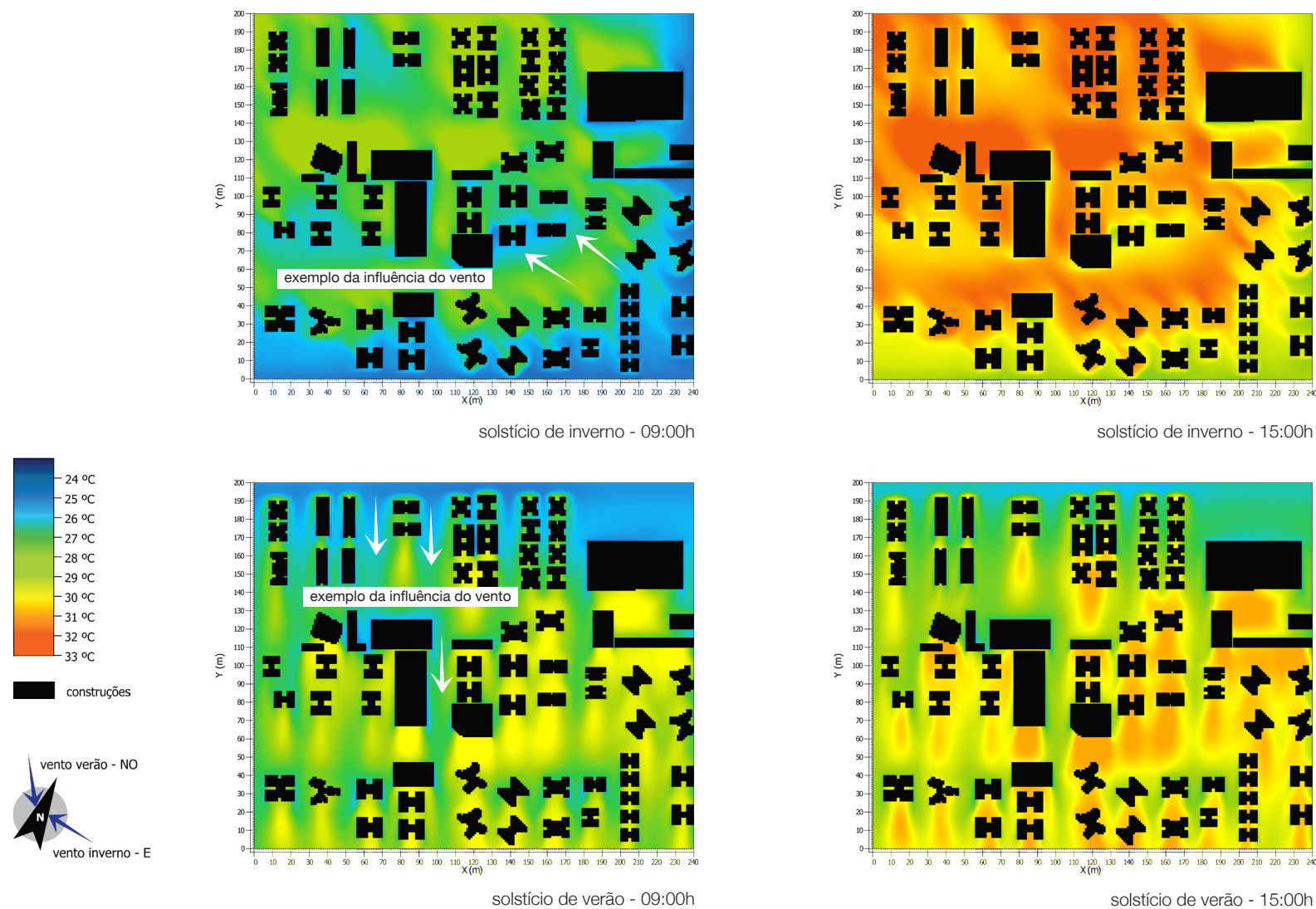


Figura 62 - Mapas das simulações de temperatura do ar para a configuração 2. Imagens produzidas pelo software ENVI-met.

• Umidade relativa do ar

Inverno seco: os dados de umidade relativa se encontram entre 27,8% e 31,6%, com valores mais baixos no turno da tarde, quando predomina o valor de 28,7%. Dada a disposição dos edifícios, a diminuição da umidade relativa pode ser relacionada com a direção do vento, que ocorre à leste, ou ainda com o padrão de temperatura. De acordo com o padrão de cores apresentado nos mapas, as regiões mais secas são aquelas que se encontram atrás das barreiras ao vento, que corresponde também às áreas mais quentes (Figura 63).

Verão chuvoso: a umidade relativa registrada é maior que a do inverno, com dados em torno de 61,5% e 78,6%, também com valores mais baixos no período da tarde. No verão é registrada a relação com a direção e incidência dos ventos da mesma forma que no inverno, porém no verão a ventilação permeia à noroeste da fração (Figura 63).

• Temperatura Radiante Média / TRM

Inverno seco: verifica-se a relação entre a TRM e a incidência de radiação solar direta. As áreas com menor valor de temperatura, em torno de 28°C, correspondem àquelas onde há o sombreamento gerado pelas edificações, ou seja, aquelas à SO dos edifícios na parte da manhã e à SE a tarde. A extensão dessas áreas está relacionada com a altura das edificações - quanto mais alto o edifício, maior é a área projetada do sombreamento. Nas demais áreas, aquelas expostas à radiação solar direta, os valores encontrados ficam entre 61,60°C e 74,77°C, com os mais para o pavimento de concreto (Figura 64).

Verão chuvoso: os valores registrados para a TRM seguem comportamento semelhante ao que ocorre no inverno. A diferenciação se dá pela posição das áreas neutras, que correspondem ao NO pela manhã e ao NE à tarde e por suas dimensões, que são menores no inverno (Figura 64).

Configuração 2 - Umidade Relativa do ar

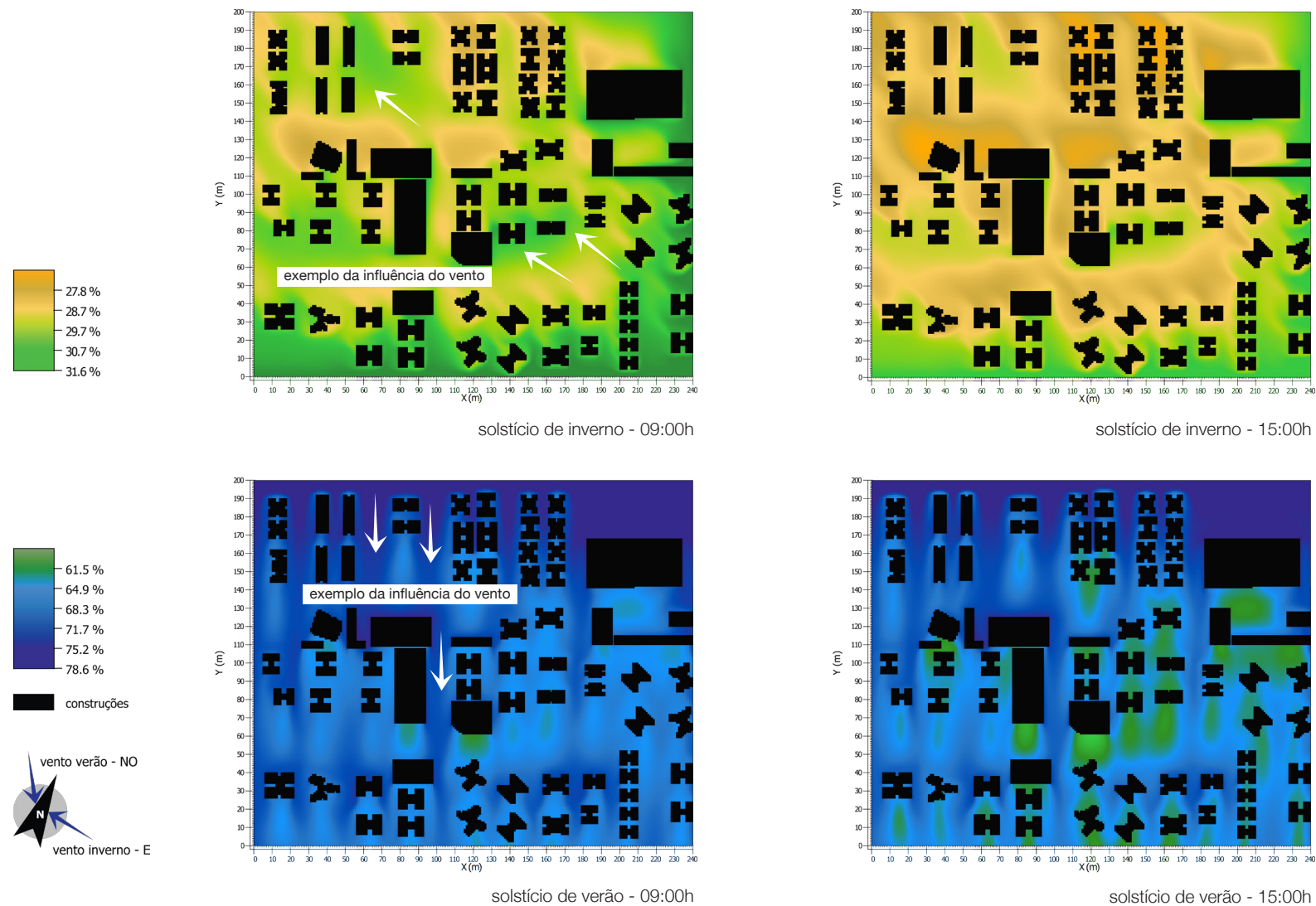


Figura 63 – Mapas das simulações de umidade relativa para a configuração 2. Imagens produzidas pelo software ENVI-met.

Configuração 2 - Temperatura Radiante Média / TRM

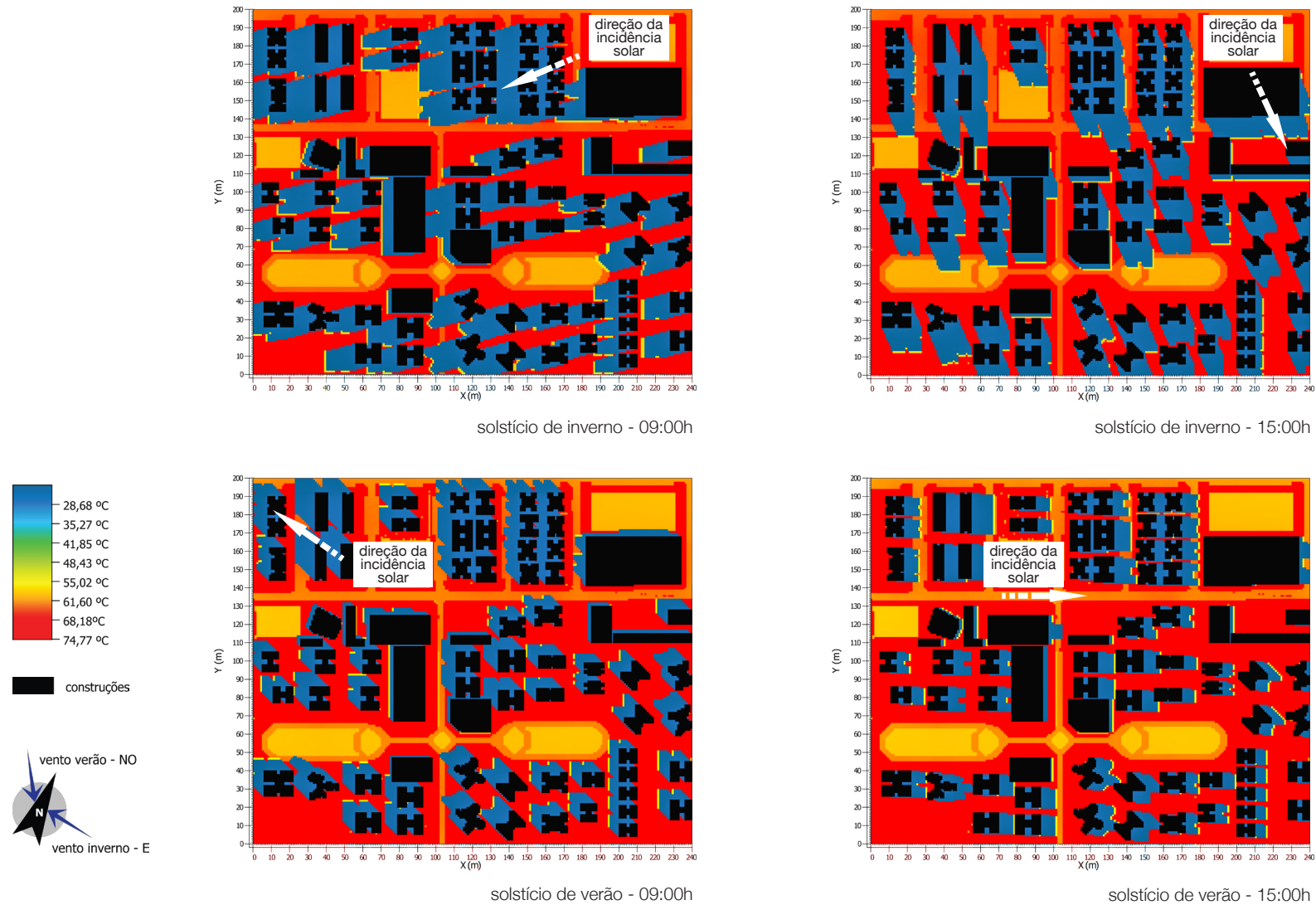


Figura 64 – Mapas das simulações de temperaturaradiante média para a configuração 2. Imagens produzidas pelo *software* ENVI-met.

- **PMV (Predicted Mean Vote / Voto Médio Predito)**

Inverno seco: foram registrados para o índice PMV valores entre 0 e +3, que representam neutralidade e desconforto por calor, respectivamente. As áreas neutras registradas, com valores de 0 até +1, correspondem àquelas onde a TRM é mais baixa. Essas áreas se referem ao sombreamento gerado pelas edificações, ou seja, aquelas à SO dos edifícios na parte da manhã e à SE a tarde. A extensão dessas áreas está relacionada com a altura das edificações - quanto mais alto o edifício, maior é a área projetada do sombreamento e portanto, da área neutra. Houve uma leve redução no desconforto nas regiões onde o solo é gramado ou exposto, com o pior índice registrado nas áreas onde existe pavimento de concreto, com valores entre +2,5 e +3, que representam estresse por calor (Figura 65).

Verão chuvoso: os valores registrados para o índice PMV se encontram entre 0 e +3, seguindo o comportamento que ocorre no inverno. A diferenciação é dada pela posição das áreas neutras, que correspondem ao NO pela manhã e ao NE à tarde e as suas dimensões, que são menores no verão (Figura 65).

- **PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied / Percentual de Pessoas Insatisfeitas)**

Inverno: as regiões com percentual adequado de satisfação correspondem àquelas onde o índice PMV está próximo à neutralidade. Nessas áreas, os valores para o PPD ficam principalmente em até 20% de insatisfação. Além dessa característica, as manchas de cor demonstram a influência que ocorre pela proximidade dos edifícios, assim aqueles que se encontram muito próximos uns dos outros geram aumento no percentual de desconforto e nessas áreas os valores chegam até 50% de insatisfação. Nas áreas completamente expostas, o índice PPD registra valores de insatisfação que chegam a 100% das pessoas, em qualquer horário (Figura 66).

Verão: assim como no inverno, as regiões que apresentam o percentual adequado de satisfação são aquelas onde o índice PMV está próximo a neutralidade. No verão o aumento de insatisfação que ocorre pela proximidade entre os edifícios é menor do que a registrada no inverno (Figura 66).

Configuração 2 - Índice PMV

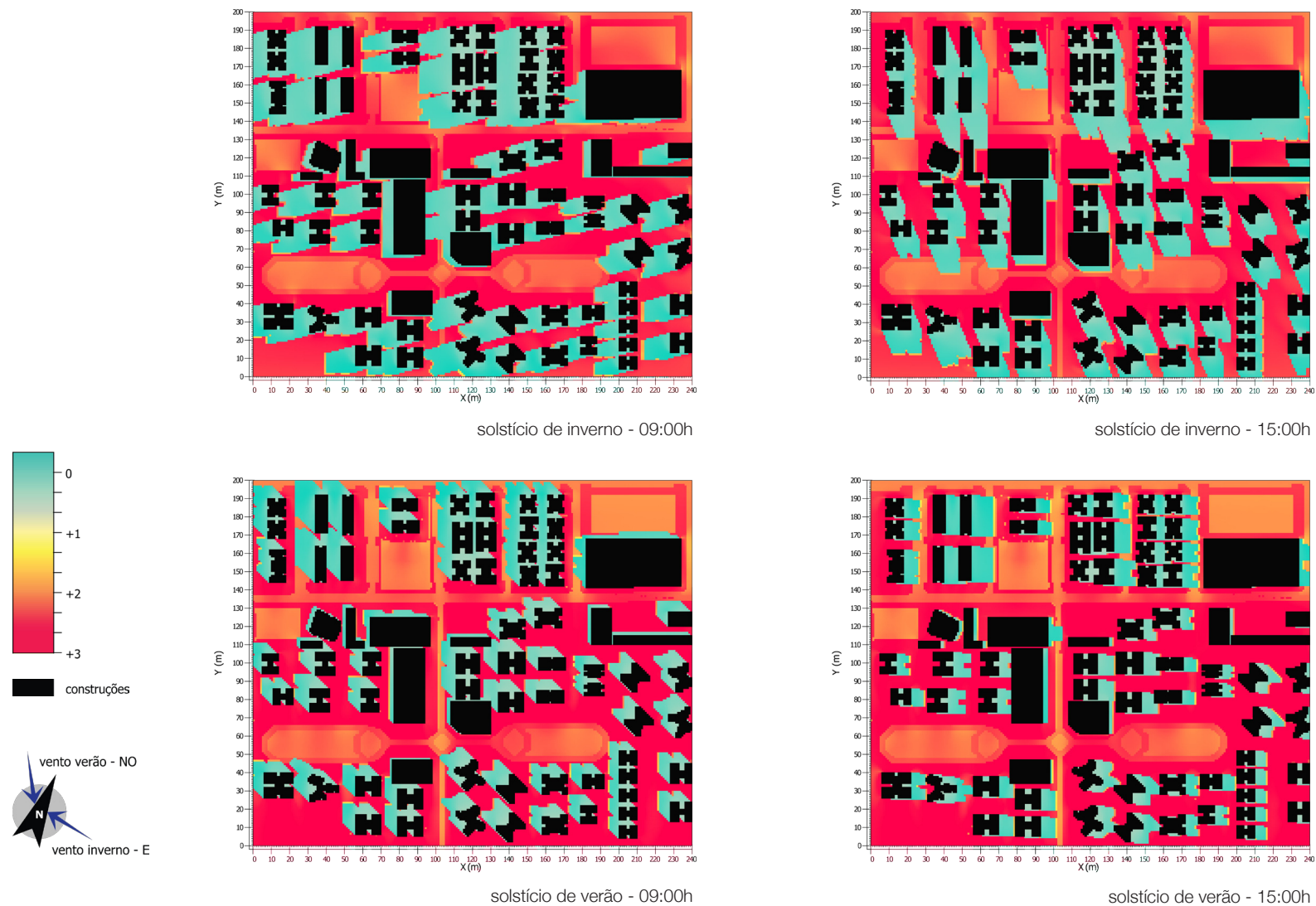


Figura 65 – Mapas das simulações do índice PMV para a configuração 2. Imagens produzidas pelo *software* ENVI-met.

Configuração 2 - Índice PDD

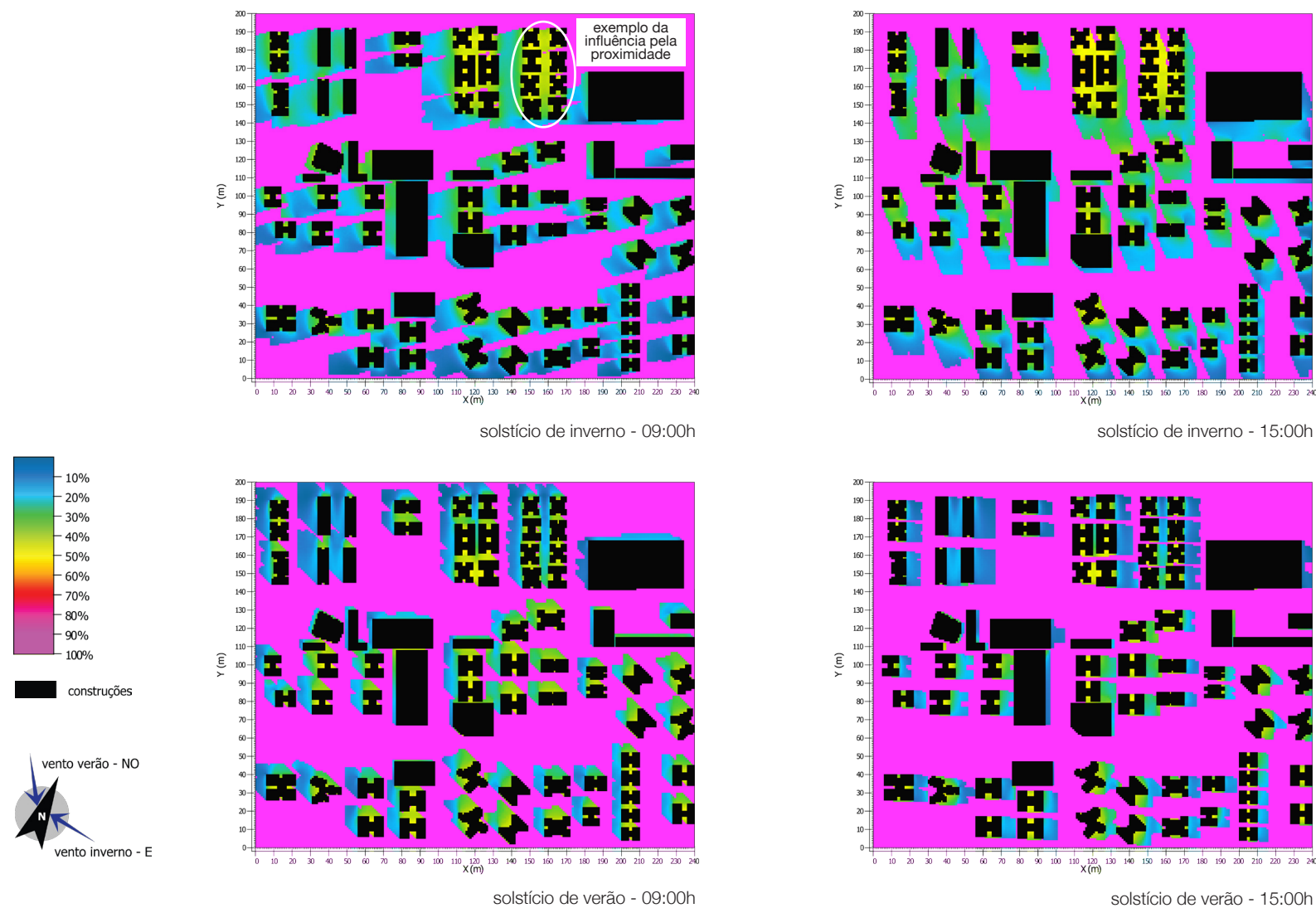


Figura 66 – Mapas das simulações do índice PDD para a configuração 2. Imagens produzidas pelo software ENVI-met.

5.3.3 Configuração 3 - completa com edifícios laminares

• Velocidade do vento

Inverno seco: a incidência da ventilação ocorre diagonalmente às construções, resultando em pontos com efeito de esquina, com aceleração dos ventos nas arestas das edificações. A velocidade do vento varia principalmente entre 0,41m/s e 4,3m/s, com os valores mais baixos registrados nas regiões pouco ventiladas, onde há sombra de vento e os valores máximos nas áreas de aceleração, como as regiões de efeito de esquina. O comportamento da ventilação à tarde é semelhante ao da manhã (Figura 67).

Verão chuvoso: os ventos incidem na menor superfície exposta das edificações, fluindo paralelamente às maiores fachadas. Dessa forma, o fluxo dos ventos sofre um efeito de canalização generalizado, acentuado pela extensão da superfície dos blocos e pela distância entre eles. Já nos blocos dispostos perpendicularmente à incidência do ventilação, formam-se grandes manchas de sombra de vento em torno das fachadas NO-SE. Como no inverno, velocidade do vento varia principalmente entre 0,41m/s e 4,3m/s, com os valores mais baixos registrados nas

regiões pouco ventiladas, com sombra de vento e os valores máximos nas áreas com efeito de canalização. O comportamento da ventilação à tarde é semelhante ao da manhã (Figura 67).

• Temperatura do ar

Inverno seco: registra-se grande amplitude térmica durante o dia, com temperaturas pela manhã em torno de 24°C a 29°C e à tarde entre 29°C a 33°C. Pelo resultado apresentado, a temperatura pode ser relacionada com o posicionamento das construções como barreiras à ventilação, que incide à leste, e com a proximidade entre elas. Nas áreas onde há maior aglomeração, com menores afastamentos, as temperaturas apresentam valores mais altos (Figura 68).

Verão chuvoso: os valores registrados pela manhã ficam em torno de 25°C a 30°C e à tarde entre 26°C a 31°C. É registrada a influência da direção e incidência dos ventos da mesma forma que no inverno, porém no verão a ventilação permeia à noroeste da fração. (Figura 68).

Configuração 3 - Velocidade do vento

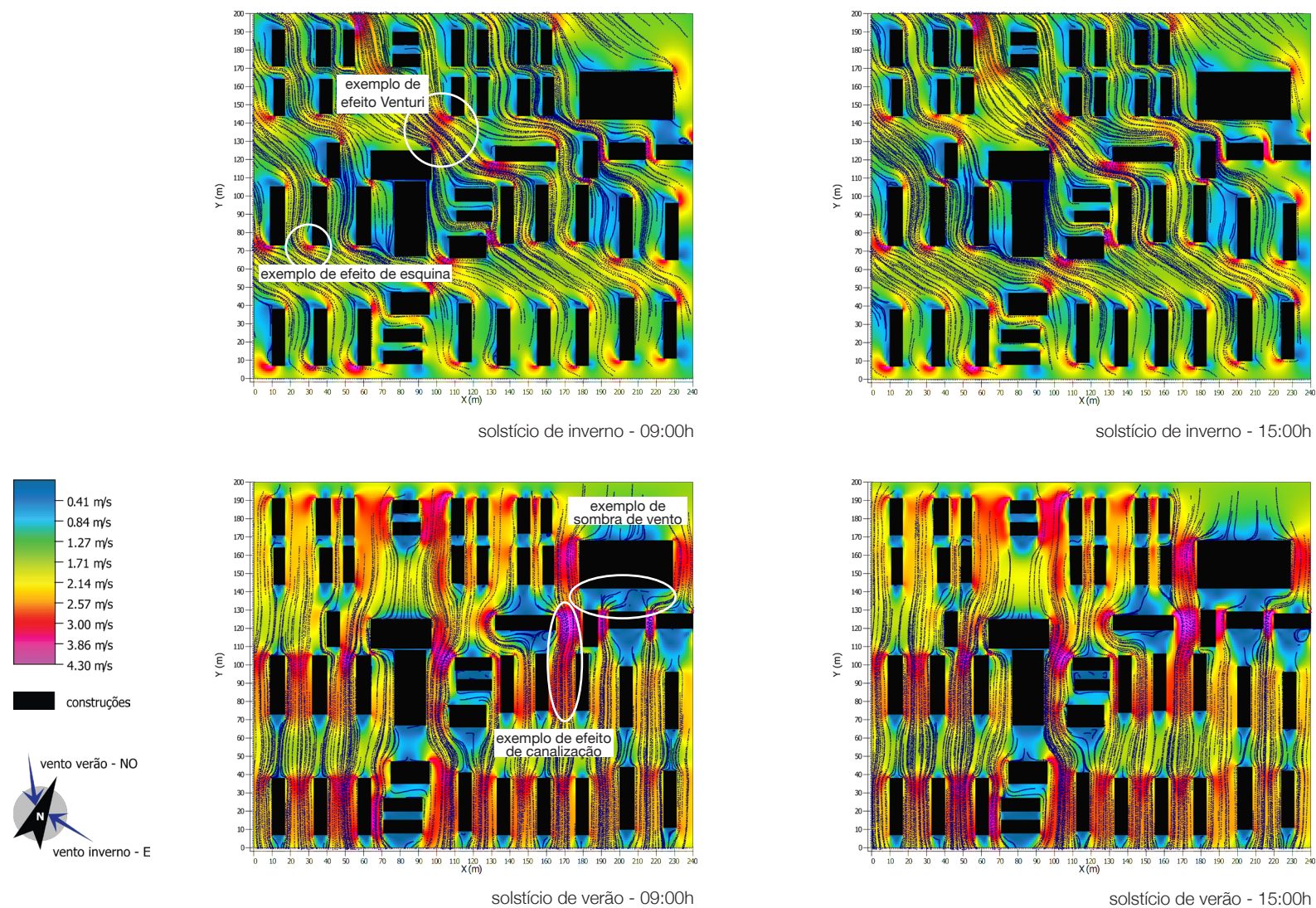


Figura 67 – Mapas das simulações de velocidade do vento para a configuração 3. Imagens produzidas pelo software ENVI-met.

Configuração 3 - Temperatura do ar

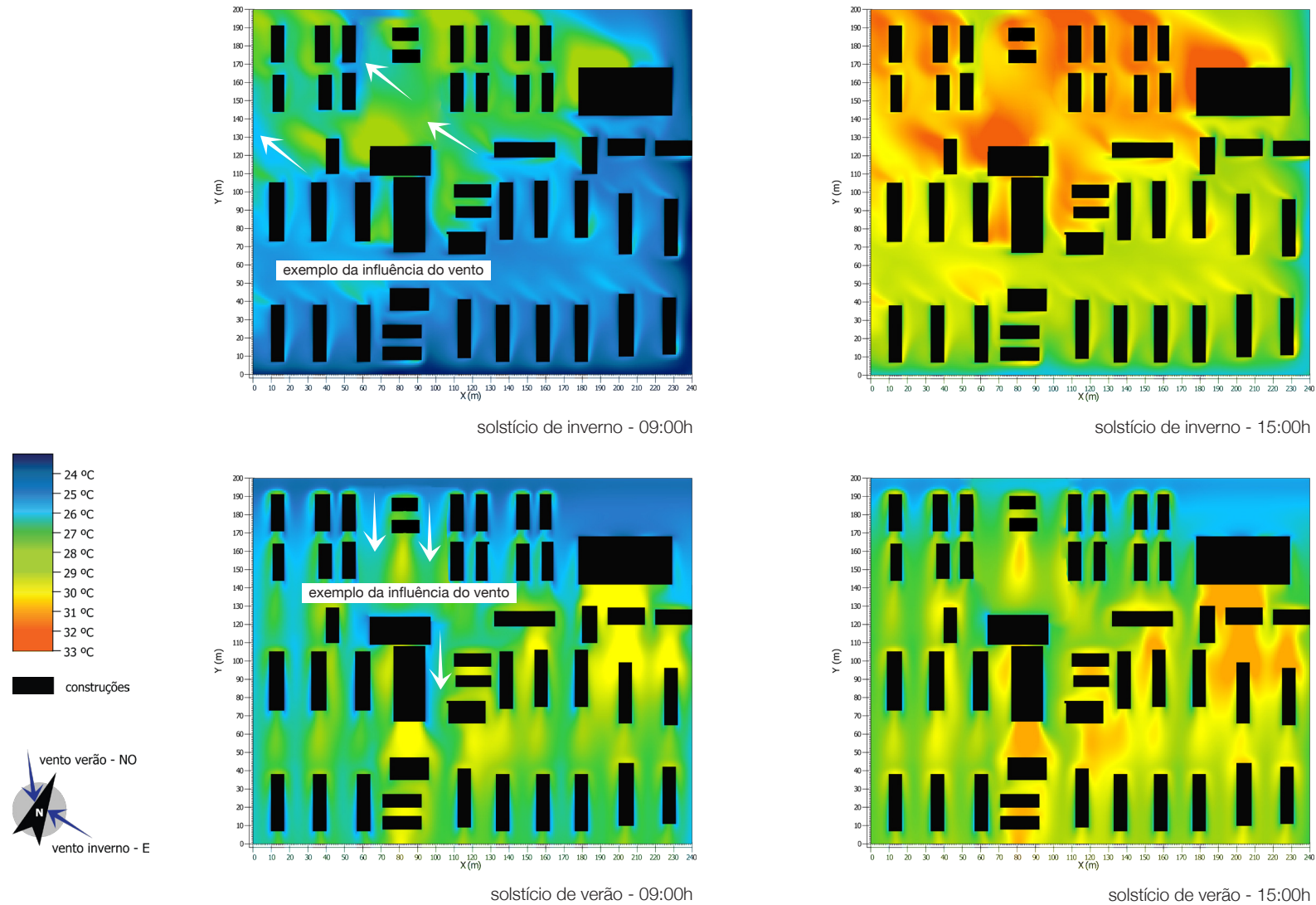


Figura 68 – Mapas das simulações de temperatura do ar para a configuração 1. Imagens produzidas pelo *software* ENVI-met.

- **Umidade relativa do ar**

Inverno seco: a umidade relativa apresenta valores entre 27,8% e 31,6%, com valores mais baixos no turno da tarde. A diminuição da umidade relativa pode ser relacionada com a direção do vento, que ocorre à leste, ou ainda com o padrão de temperatura. De acordo com o padrão de cores apresentado nos mapas, as regiões mais secas são aquelas que se encontram atrás das barreiras ao vento (Figura 69).

Verão chuvoso: a umidade relativa registrada apresenta valores maiores que no inverno, com dados em torno de 61,5% e 78,6%, também com valores mais baixos no período da tarde. Também é registrada a influência da direção e incidência dos ventos que ocorre no inverno, porém no verão a ventilação permeia à noroeste da fração (Figura 69).

- **Temperatura Radiante Média / TRM**

Inverno seco: os valores registrados para a TRM demonstram a relação desta com a incidência de radiação solar direta. Assim, as áreas com menor valor de temperatura, em torno de 28°C, correspondem àquelas onde há o sombreamento gerado pelas edificações, ou seja, aquelas à SO dos edifícios na parte da manhã e à SE a tarde. Como a altura dos edifícios nessa configuração é igual, as áreas projetadas possuem as mesmas dimensões. Nas demais áreas, aquelas expostas à radiação solar direta, os valores encontrados ficaram entre 61,60°C e 74,77°C, com os mais altos para o pavimento de concreto (Figura 70).

Verão chuvoso: nesta estação a TRM segue comportamento semelhante ao que se registra no inverno. A diferenciação ocorre pela posição das áreas neutras, que correspondem ao NO pela manhã e ao NE à tarde e por suas dimensões, que são menores no inverno (Figura 70).

Configuração 3 - Umidade Relativa do ar

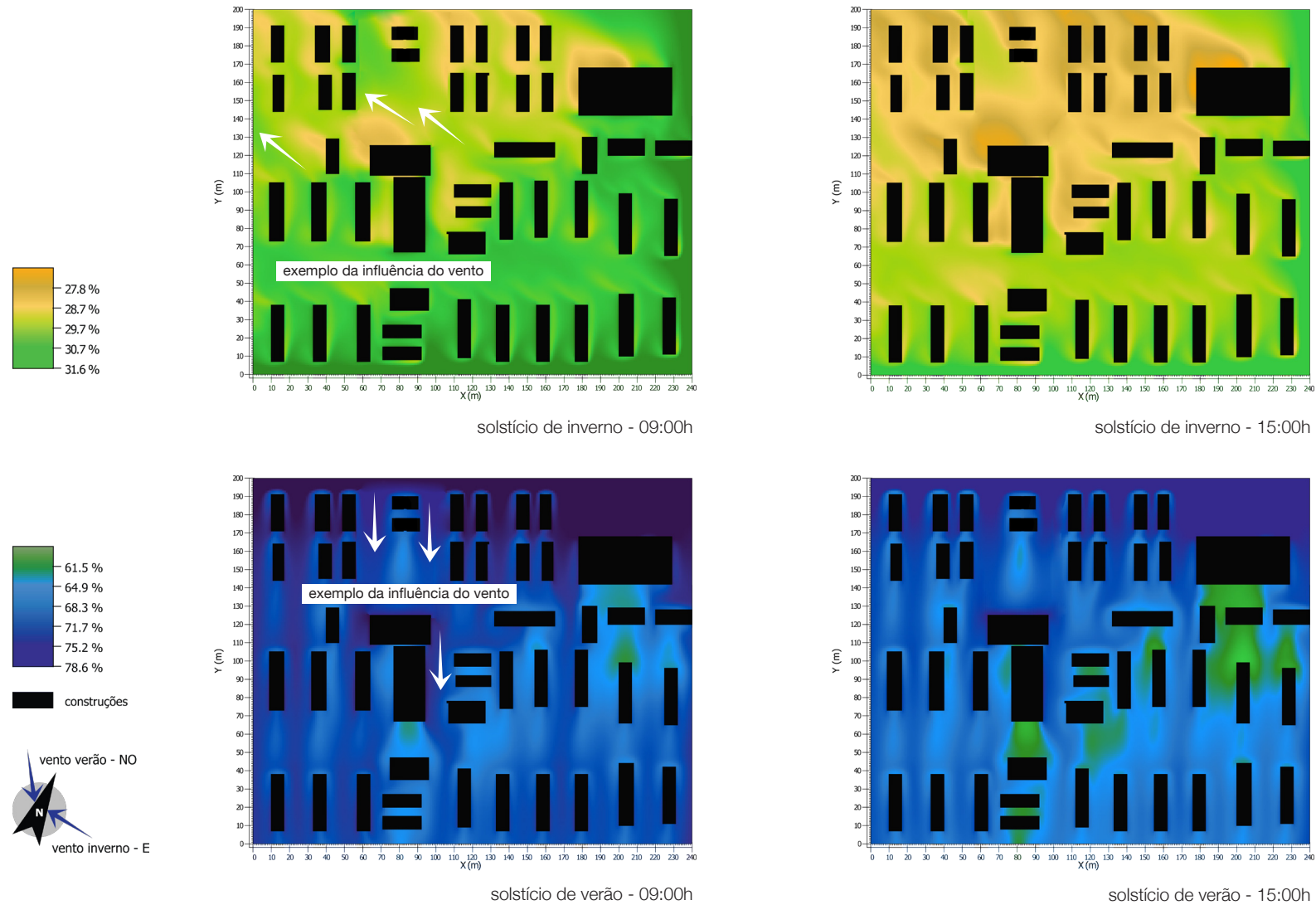


Figura 69 – Mapas das simulações de umidade relativa para a configuração 1. Imagens produzidas pelo *software* ENVI-met.

Configuração 3 - Temperatura Radiante Média / TRM

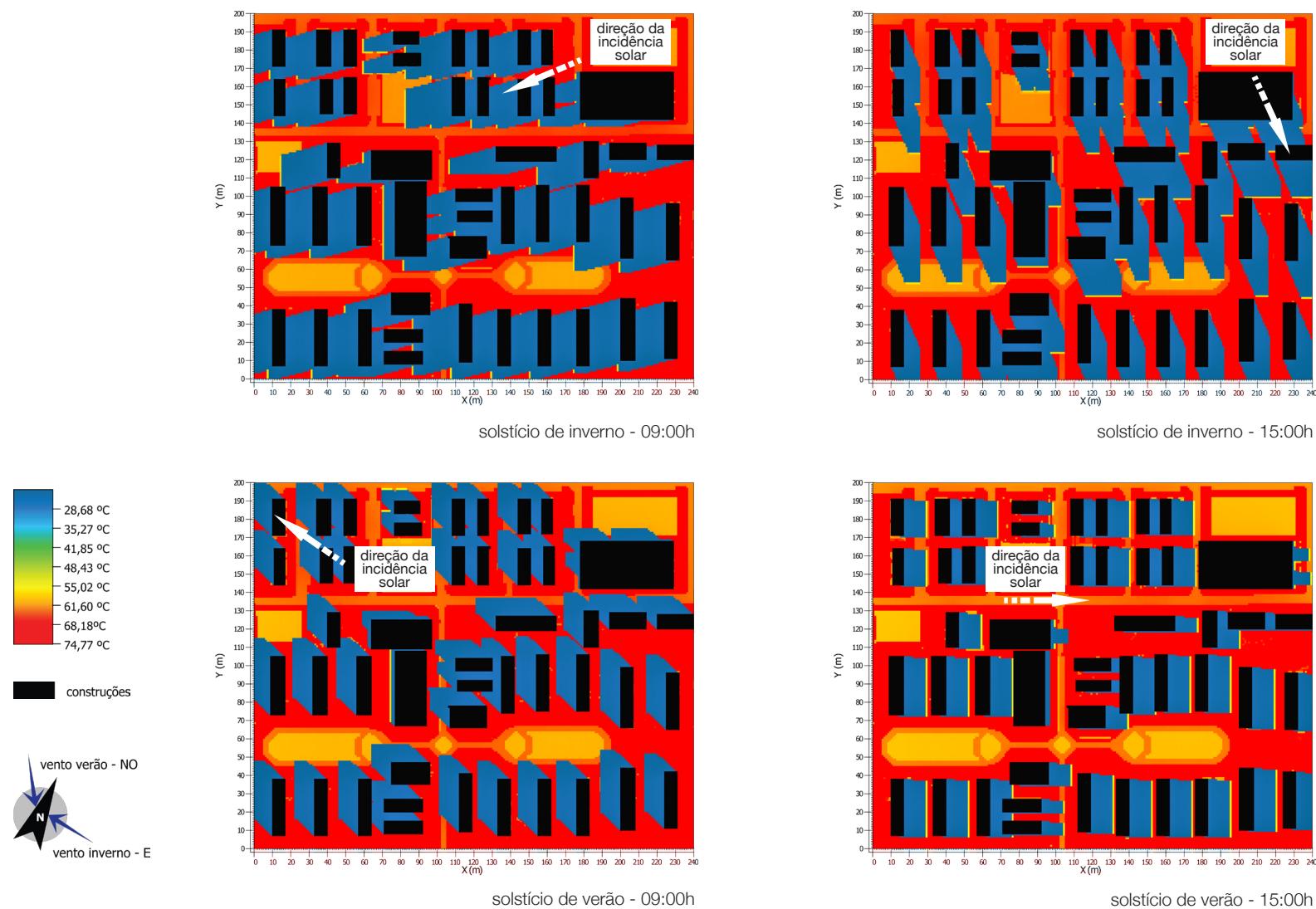


Figura 70 – Mapas das simulações de temperaturaradiante média para a configuração 3. Imagens produzidas pelo software ENVI-met.

- **PMV** (*Predicted Mean Vote / Voto Médio Predito*)

Inverno seco: para o índice PMV se registram valores entre 0 e +3, que representam neutralidade e desconforto por calor, respectivamente. As áreas neutras, com valores de 0 até +1, correspondem àquelas onde ocorre o sombreamento gerado pelas edificações, ou seja, aquelas à SO dos edifícios na parte da manhã e à SE a tarde. Como a altura dos edifícios nessa configuração é igual, as áreas projetadas possuem as mesmas dimensões e portanto, também das áreas neutras. Foi percebida ainda uma leve redução do desconforto nas regiões onde o solo é gramado ou exposto, com o pior índice registrado nas áreas onde existe pavimento de concreto, com valores entre +2,5 e +3, que representam estresse por calor (Figura 71).

Verão chuvoso: os valores registrados para o índice PMV se encontram entre 0 e +3, com comportamento semelhante ao que ocorre no inverno. A diferenciação ocorre pela posição das áreas neutras, à NO pela manhã e ao NE à tarde e por suas dimensões, que são menores no inverno (Figura 71).

- **PPD** (*Predicted Percentage of Dissatisfied / Percentual de Pessoas Insatisfeitas*)

Inverno seco: as regiões que registram percentual adequado de satisfação são aquelas com o índice PMV está próximo à neutralidade. Nessas áreas, o PPD registra principalmente valores até 20% de insatisfação. Além disso, as manchas de cor representam a influência que ocorre pela proximidade dos edifícios. Esses quando muito próximos uns dos outros, apresentam aumento no percentual de desconforto com valores de até 50% de insatisfação. Nas áreas completamente expostas, o índice PPD apresenta valores de insatisfação que chegam a 100% das pessoas, em qualquer horário (Figura 72).

Verão chuvoso: as regiões que representam o percentual adequado de satisfação são aquelas onde o índice PMV está próximo a neutralidade, da mesma forma que ocorre no inverno. No verão, o aumento de insatisfação que ocorre pela proximidade entre os edifícios é menor do que a registrada no inverno (Figura 72).

Configuração 3 - Índice PMV

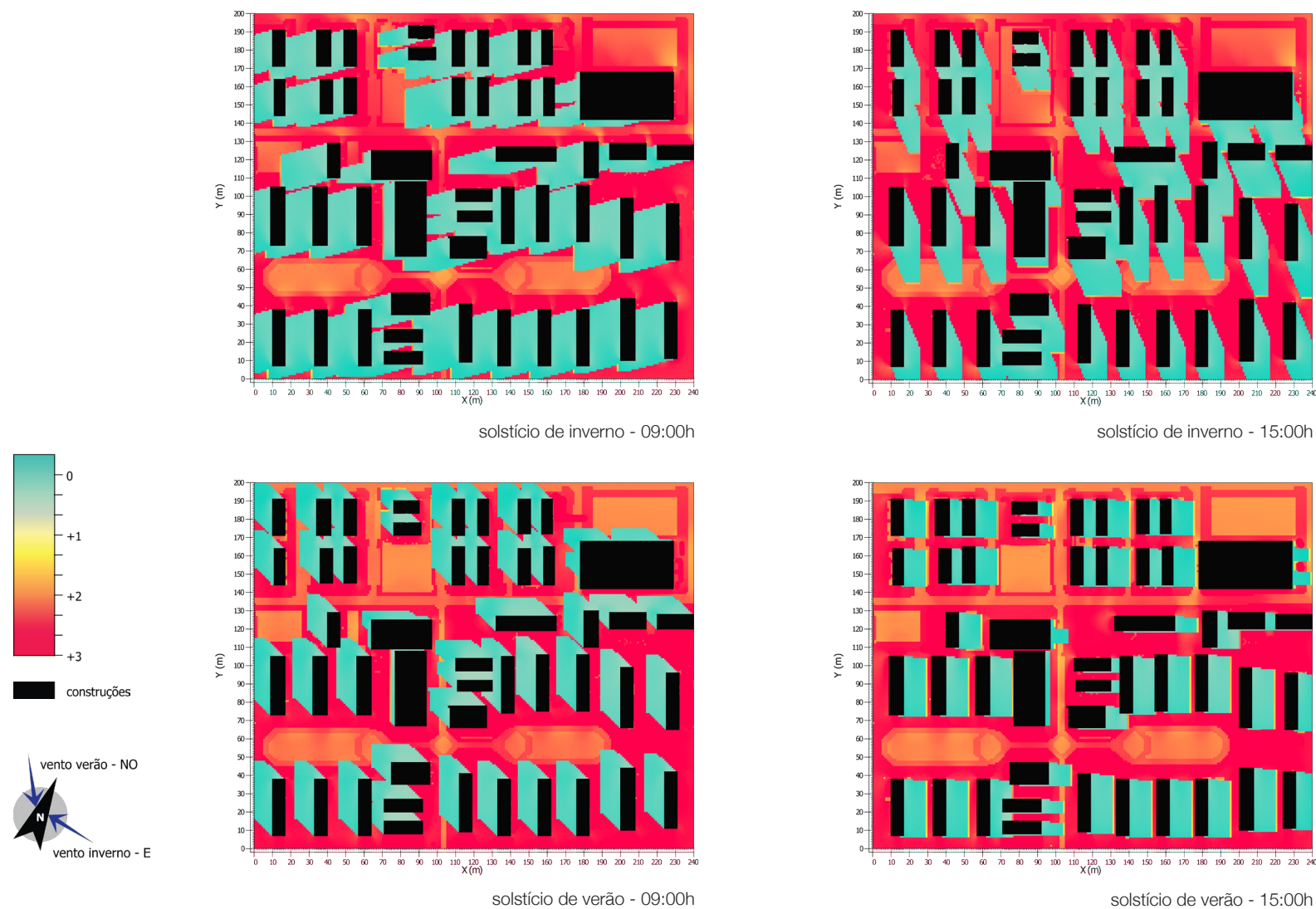


Figura 71 – Mapas das simulações do índice PMV para a configuração 3. Imagens adaptadas do software ENVI-met.

Configuração 3 - Índice PDD

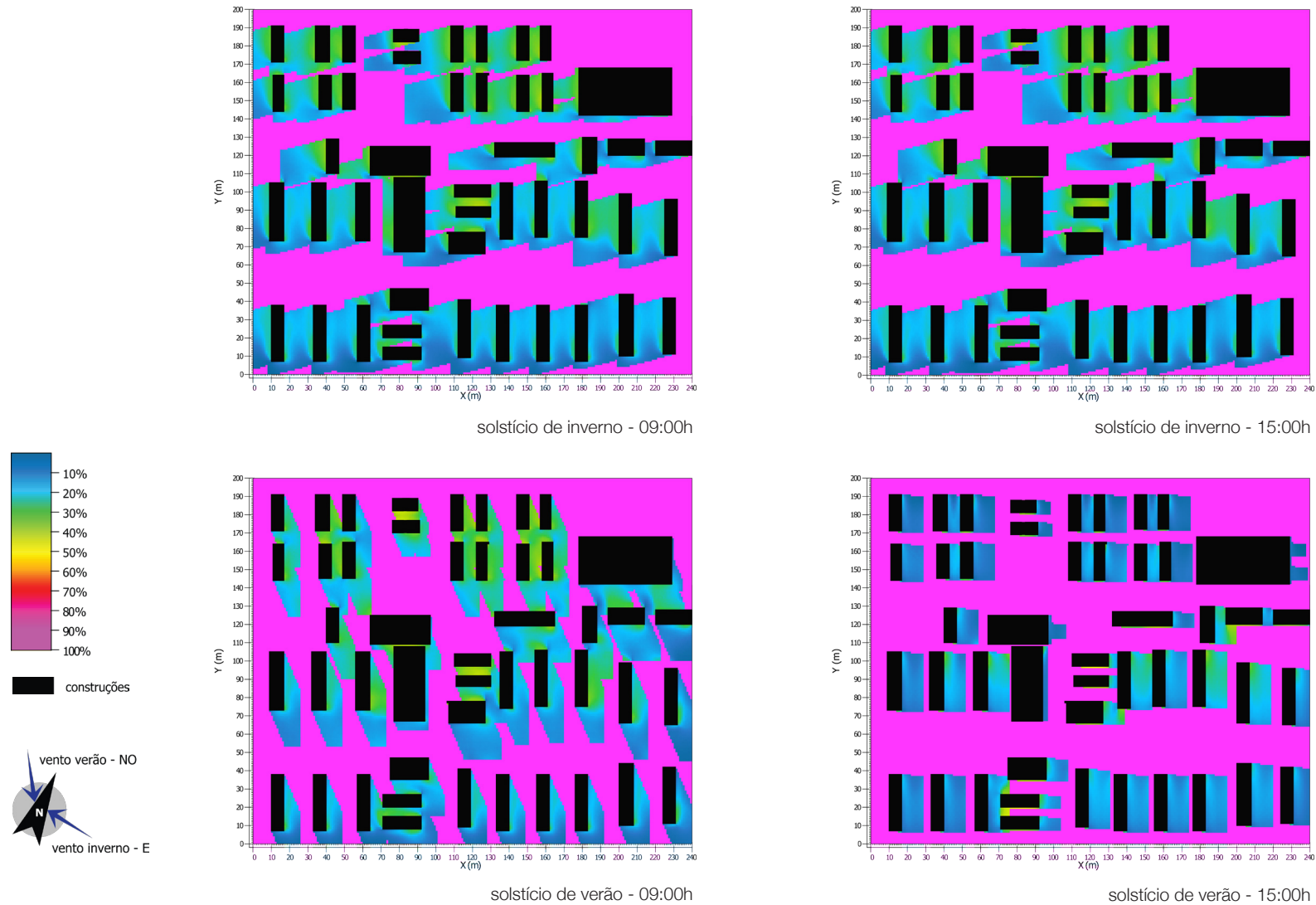


Figura 72 – Mapas das simulações do índice PDD para a configuração 3. Imagens produzidas pelo *software* ENVI-met.

5.3.4 Paralelo - Configuração 1 X 2 X 3

Após a análise das simulações geradas para cada configuração proposta, fez-se um paralelo entre estas a fim de diagnosticar os diferentes comportamentos para as implantações testadas na área.

- **Velocidade do vento**

Nas três configurações submetidas à simulação, verifica-se a semelhança entre o comportamento da ventilação no turno da manhã e à tarde. As significativas modificações em seu fluxo ocorrem em função dos obstáculos construídos. Foram consideradas, portanto, apenas pela estação, sem relevância de horário.

No inverno seco, as configurações 1 e 2 apresentam fluxo semelhante. Como a maioria das projeções edificadas nessas configurações possui orientação NO-SE e SO-NE, a incidência dos ventos leste no inverno ocorre diagonalmente às construções, o que gera pontos com efeito de esquina, acelerando os ventos nas arestas das edificações. A principal diferença entre as duas está na densidade construtiva mais acentuada da segunda, o que diminuiu as áreas livres e multiplica a ocorrência de efeito

de esquina nas construções. Outro aspecto percebido, foi o agravamento do efeito de Venturi que ocorre em uma área da parcela onde há afunilamento da passagem de ar entre edifícios. Foi diagnosticado que a inserção de um prédio na composição contribuiu para o estrangulamento e a aceleração dos ventos na área. Na configuração 3, a incidência da ventilação também ocorre diagonalmente às fachadas principais, resultando igualmente na ocorrência de efeito de esquina. Porém, apesar do comportamento da ventilação ser semelhante nas três configurações, o formato alongado existente na última impõe uma trajetória de desvio na ventilação de tal forma que reduz sua velocidade nas áreas livres. Além disso, pelo maior afastamento entre as projeções na área de afunilamento existente nas anteriores, ocorre a dissolução do efeito de Venturi provocado pelo estrangulamento encontrado (Figura 73).

No verão chuvoso, as duas primeiras configurações recebem a incidência da ventilação frontalmente às fachadas NO, formando várias áreas com sombras de vento, além da canalização dos mesmos, que se aceleram quando permeiam nos corredores formados por edifícios próximos. A diferença notável entre essas configurações é que, da mesma forma como ocorre no inverno, os efeitos de ventilação encontrados são potencializados pela maior densidade construtiva. Assim, com a inserção de novos

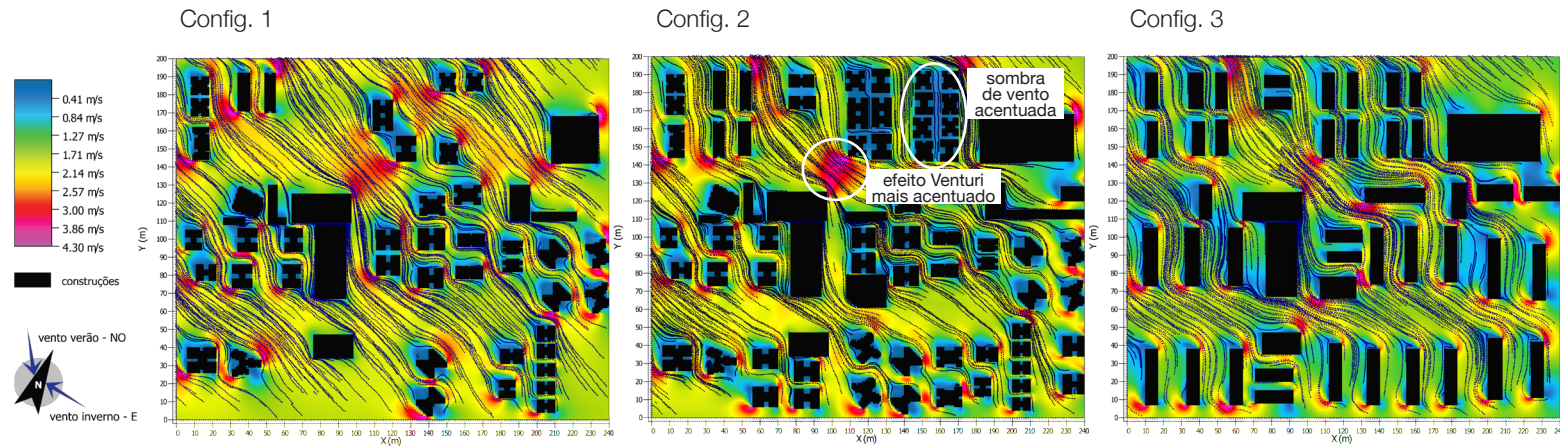


Figura 73 – Velocidade do vento no inverno, à tarde, para as três configurações analisadas. Imagem adaptada do *software* ENVI-met.

edifícios na área, aumenta a quantidade de corredores formados entre os edifícios, multiplicando o efeito de canalização. Na terceira configuração, a incidência da ventilação ocorre paralelamente às maiores superfícies, compondo o efeito de canalização já existente nas duas primeiras. A diferença se dá pela ausência das sombras de vento que acontece nos espaços entre edifícios das configurações anteriores. O ponto mais crítico da terceira conformação foi a alternância que ocorre em um ponto, que promove uma barreira perpendicular à ventilação, resultando em grande sombra de vento. (Figura 74).

Com relação à velocidade do vento, este varia principalmente entre 0,41m/s e 4,3m/s. De acordo com os parâmetros

apresentados no capítulo sobre conforto térmico (pág. 54), a maior parte da área apresenta valores confortáveis, entre 1m/s e 4m/s. As regiões insatisfatórias são aquelas pouco ventiladas, onde há sombra de vento, e as áreas de aceleração - como nas esquinas e canalizações, quando se registram os valores máximos, acima de 4m/s. As maiores concentrações de valores de desconforto, seja por baixa como por alta ventilação, foram registradas no período do verão chuvoso.

Assim, pelos resultados apresentados nas simulações, as configurações se demonstraram mais adequadas com relação à velocidade do ar no período de inverno, quando a incidência da ventilação ocorre diagonalmente nas

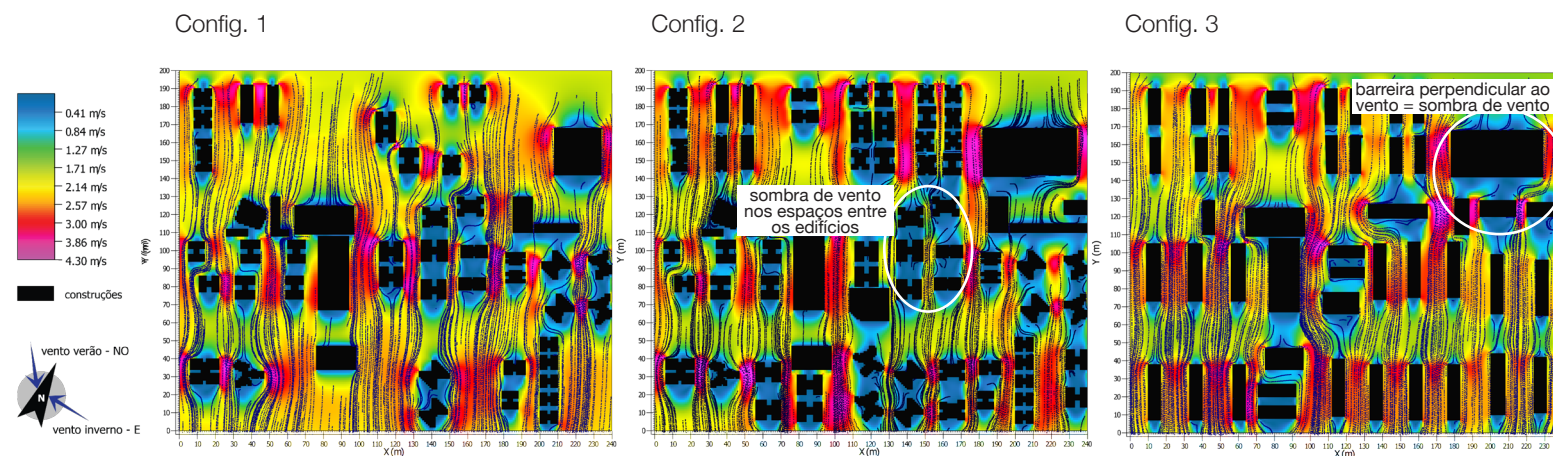


Figura 74 – Velocidade do vento no verão, à tarde, para as três configurações analisadas. Imagem adaptada do *software* ENVI-met.

fachadas das edificações. Dentre as três, a que apresentou mais pontos críticos de aceleração foi a terceira, enquanto a segunda demonstrou maior quantidade de pontos com bloqueio aos ventos.

• Temperatura do ar

Com relação às simulações de temperatura do ar, é possível perceber o comportamento típico da temperatura da região. No inverno seco, verifica-se grande amplitude térmica durante o dia, com temperaturas pela manhã em torno de 24°C a 29°C e à tarde entre 29°C a 33°C. Já no verão chuvoso, os valores registrados pela manhã ficam em torno de 25°C a 30°C e à tarde entre 26°C a 31°C. Apesar

de no verão as manhãs se apresentarem mais quentes que no inverno, à tarde as temperaturas são mais amenas, fato que pode ser atribuído à nebulosidade existente no verão, que diminui a incidência de radiação solar direta.

Pelos mapeamentos gerados e pela disposição dos edifícios, a temperatura pode ser relacionada de acordo com o posicionamento destes como barreiras à ventilação e com a proximidade entre eles. Assim, nas áreas opostas à incidência dos ventos, a temperatura é mais elevada e, quanto maior o bloqueio, maior a temperatura registrada. Portanto, nas áreas onde há maior aglomeração, com menores afastamentos, as temperaturas apresentam valores mais altos. Assim, pelos resultados apresentados,

entre as três configurações analisadas, a que apresentou maiores temperaturas foi a segunda, que corresponde àquela com maior aglomeração entre as edificações.

Apesar das configurações 2 e 3 representarem a ocupação completa da área, se observa a influência dada pelos afastamentos entre as construções, a qual é maior na terceira análise.

Pelo padrão de cores representado no mapeamento, é possível inferir que o programa considera a incidência da ventilação como fator de redução da temperatura do ar. Nas áreas opostas à incidência dos ventos, a temperatura é mais elevada, formando uma mancha alongada na direção do vento. Além disso, como a fração é representada de

modo isolado, sem barreiras existentes no entorno, nas áreas onde se inicia a inserção do vento a temperatura aparece reduzida com relação ao restante da parcela (Figura 75).

• Umidade relativa do ar

Pelos mapeamentos gerados nas simulações de umidade relativa, verifica-se o comportamento característico do inverno seco e do verão chuvoso. No inverno, a umidade relativa apresenta valores entre 27,8% e 31,6%, com valores mais baixos no turno da tarde. Já no verão, a umidade relativa aumenta, com dados em torno de 61,5% e 78,6%, também com valores mais baixos no período da tarde.

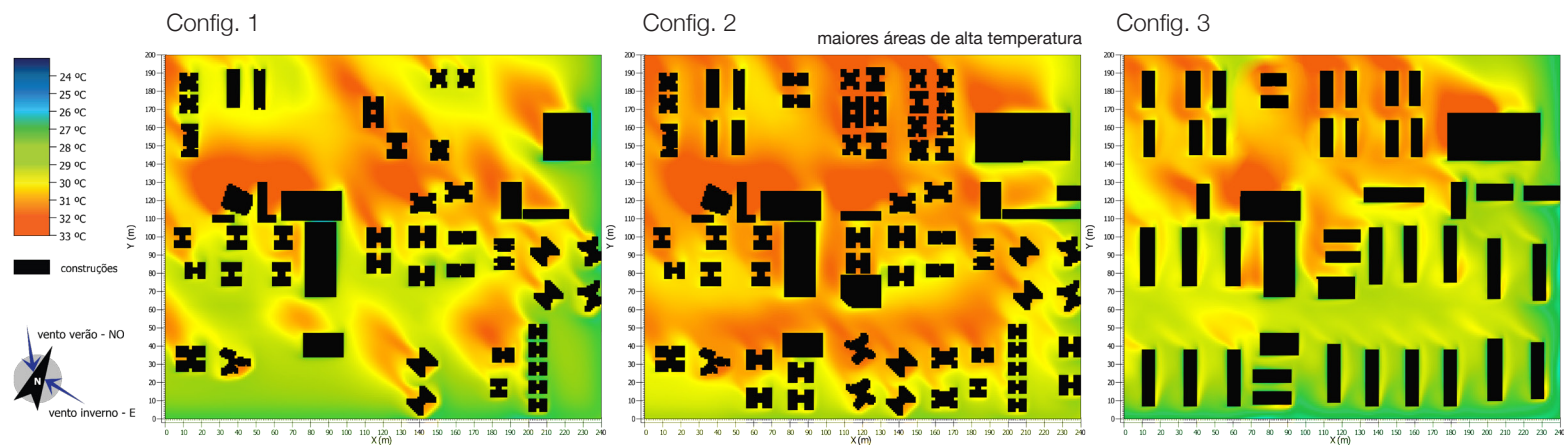


Figura 75 – Temperatura do ar no inverno, à tarde, para as três configurações analisadas. Imagem adaptada do software ENVI-met.

A maior umidade no verão pode ser atribuída à presença acentuada de precipitações nesta estação. Já a diminuição dos valores no turno da tarde se relaciona com o aumento da temperatura, pois quando esta aumenta a umidade relativa tende a diminuir. Dessa forma, as manchas relacionadas à baixa umidade são semelhantes àsquelas encontradas nas temperaturas mais elevadas dos mapas de temperatura do ar.

Com isso, da mesma forma que o registrado nos mapeamentos de temperatura, a diminuição da umidade relativa pode ser relacionada com a direção do vento, bem como pela formação de barreiras aos mesmos. Nas áreas opostas à incidência dos ventos, a umidade relativa é mais baixa e, quanto maior o bloqueio, mais seca se torna a

área. Portanto, pelos resultados apresentados, entre as três configurações analisadas, a que apresentou valores de umidade mais baixos foi a segunda, que corresponde àquela com maior aglomeração entre as edificações (Figura 76).

• Temperatura Radiante Média - TRM

Os valores registrados para a TRM demonstraram, nas três configurações, relação com a incidência de radiação solar direta (Figura 77). Assim, as áreas com menor valor de temperatura, em torno de 28°C, correspondem àsquelas onde o sol não incide diretamente, ou seja, onde há o sombreamento gerado pelas edificações. No inverno seco essas áreas são aquelas à SO dos edifícios na parte da manhã e à SE a tarde. Já no verão chuvoso estas áreas

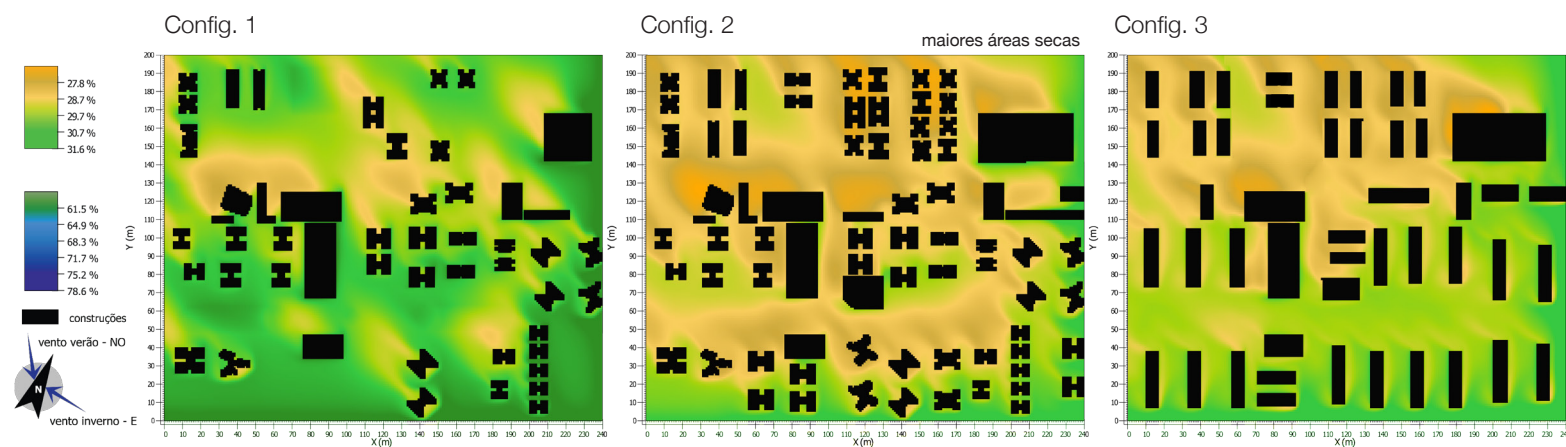


Figura 76 – Umidade do ar no inverno, à tarde, para as três configurações analisadas Imagem adaptada do software ENVI-met.

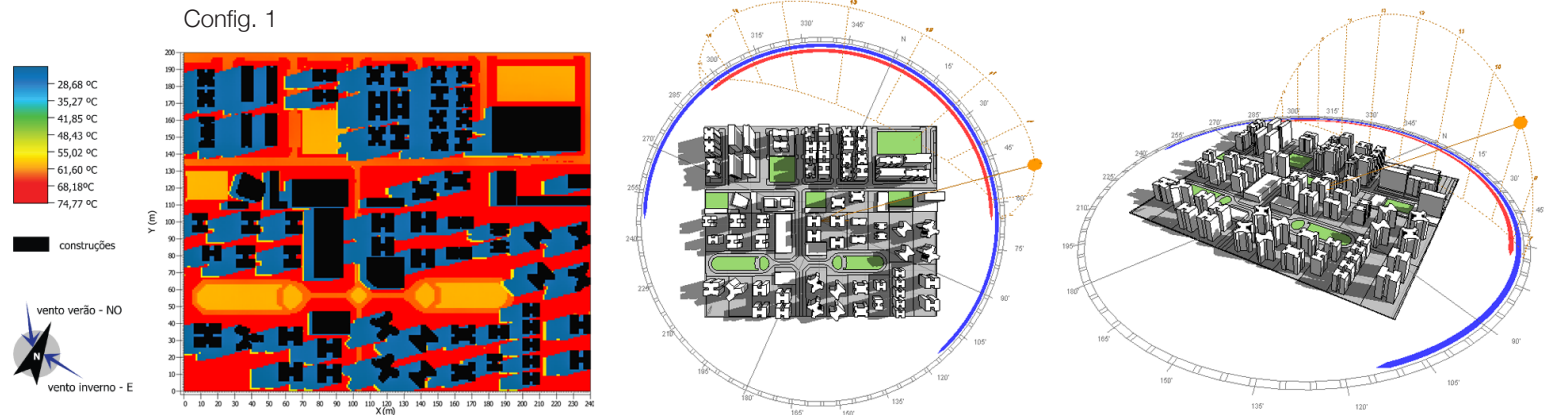


Figura 77 – Equivalência entre os menores valores de TRM e o sombreamento gerado pela incidência solar na configuração 1. Imagens adaptadas dos softwares ENVI-met e Ecotect 2010.

correspondem ao NO pela manhã e ao NE à tarde. Essas áreas são maiores no inverno, com diminuição de suas dimensões no período de verão.

Além disso, a extensão dessas áreas está relacionada com a altura das edificações - quanto mais alto o edifício, maior é a área projetada do sombreamento. Nas duas primeiras configurações, as alturas são variáveis, formando manchas com dimensões diferenciadas. Já na terceira, como a altura simulada foi a mesma para todos os edifícios, a área neutra em torno destes possui a mesma dimensão.

Nas áreas expostas à radiação solar direta, os valores encontrados ficam entre 61,60°C e 74,77°C, com os mais altos registrados para o pavimento de concreto.

Das três configurações analisadas, aquela que apresentou maior área com TRM mais baixa foi a terceira. Esse fato pode ser atribuído à altura e ao formato alongado das construções, porém não apenas ao formato, mas por sua orientação com relação à incidência solar. Por suas maiores fachadas estarem voltadas perpendicularmente à incidência dos raios solares, a projeção das sombras ocorre de forma acentuada (Figura 78).

• **PMV (Predicted Mean Vote / Voto Médio Predito)**

Os valores registrados pelas simulações para o índice PMV, nas três configurações, se encontram entre 0 e +3, que representam neutralidade e desconforto por calor, respectivamente.

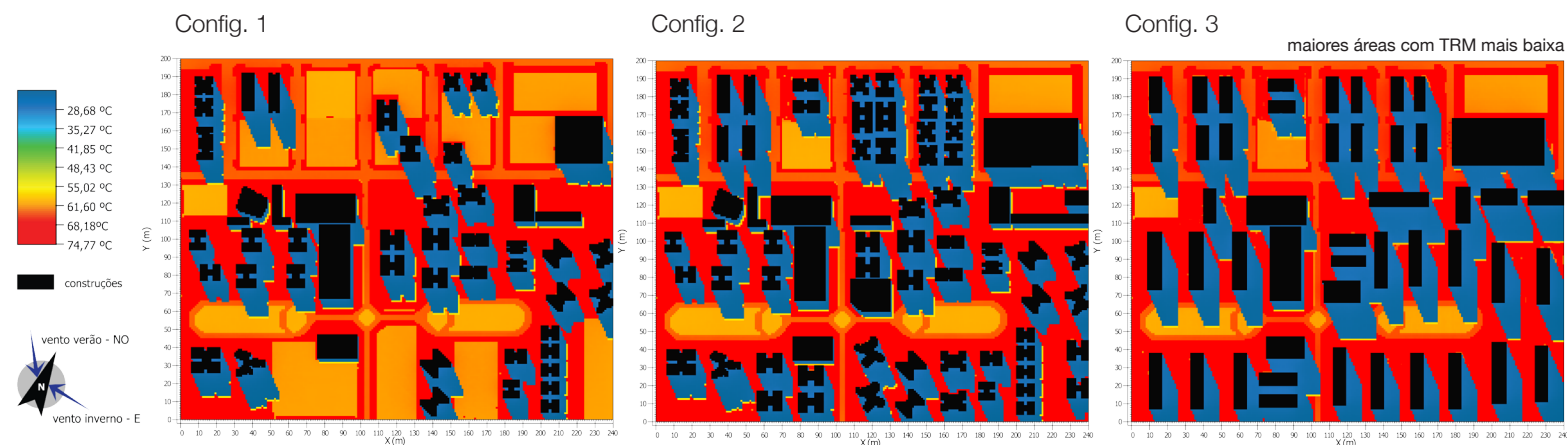


Figura 78 – TRM no inverno, à tarde, para as três configurações analisadas. Imagem adaptada do *software* ENVI-met.

Pelo padrão de cores apresentado nos mapas, as regiões que apresentam conforto térmico, com valores de 0 até +1, correspondem àquelas onde a TRM é mais baixa. Assim, percebe-se que o programa estabelece uma relação entre o índice PMV e a TRM e, conseqüentemente, entre o índice PMV e a incidência da radiação solar direta.

No inverno seco, portanto, as áreas com índice de neutralidade são aquelas à SO dos edifícios na parte da manhã e à SE a tarde. Já no verão chuvoso estas áreas correspondem ao NO pela manhã e ao NE à tarde. As maiores áreas neutras são encontradas no inverno, com diminuição de suas dimensões no período de verão.

Da mesma forma como na TRM, a extensão dessas áreas está relacionada com a altura das edificações. Nas duas primeiras configurações, as alturas são variáveis, formando manchas de neutralidade com dimensões diferenciadas. Já na terceira, como a altura simulada foi a mesma para todos os edifícios, a área neutra em torno destes possui a mesma dimensão.

Foi também percebida uma leve redução do desconforto nas regiões onde o solo é gramado ou exposto, com o pior índice registrado nas áreas onde existe pavimento de concreto, com valores entre +2,5 e +3, que representam estresse por calor.

Dentre as três configurações analisadas, aquela que apresenta maior quantidade de áreas com condições satisfatórias de conforto foi a terceira, que corresponde àquela com maior área de TRM mais baixa. Pela relação com a TRM, esse fato pode ser atribuído ainda à altura e ao formato alongado das construções, além da sua disposição com relação à incidência solar. (Figura 79).

• PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied / Percentual de Pessoas Insatisfeitas)

Conforme já citado, o índice PPD possui relação direta com o PMV, fato que se reforça pelos mapeamentos gerados. Dessa forma, as regiões que representam o percentual adequado de satisfação são aquelas onde o índice PMV

está próximo da neutralidade, que correspondem ainda àquelas com menores valores de TRM (Figura 80).

Nessas áreas, o percentual de pessoas insatisfeitas registra principalmente valores até 20%. Além dessa característica, as manchas de cor demonstram a influência que ocorre pela proximidade dos edifícios. As construções que se encontram muito próximas umas das outras, apresentam aumento no percentual de desconforto, com valores que chegam à até 50% de insatisfação. Nas áreas completamente expostas, o índice PPD registra valores de insatisfação que chegam a 100% das pessoas, em qualquer horário.

Dentre as três disposições analisadas, a última é aquela que apresenta as maiores áreas com satisfação, o que

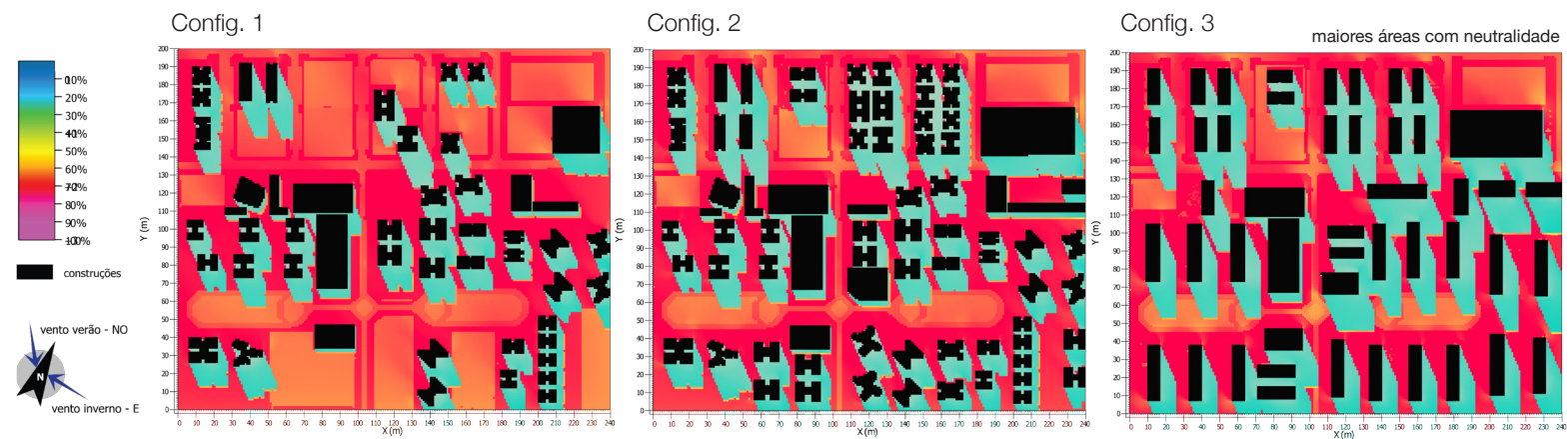


Figura 79 – Índice PMV no inverno, à tarde, para as três configurações analisadas. Imagem adaptada do software ENVI-met.

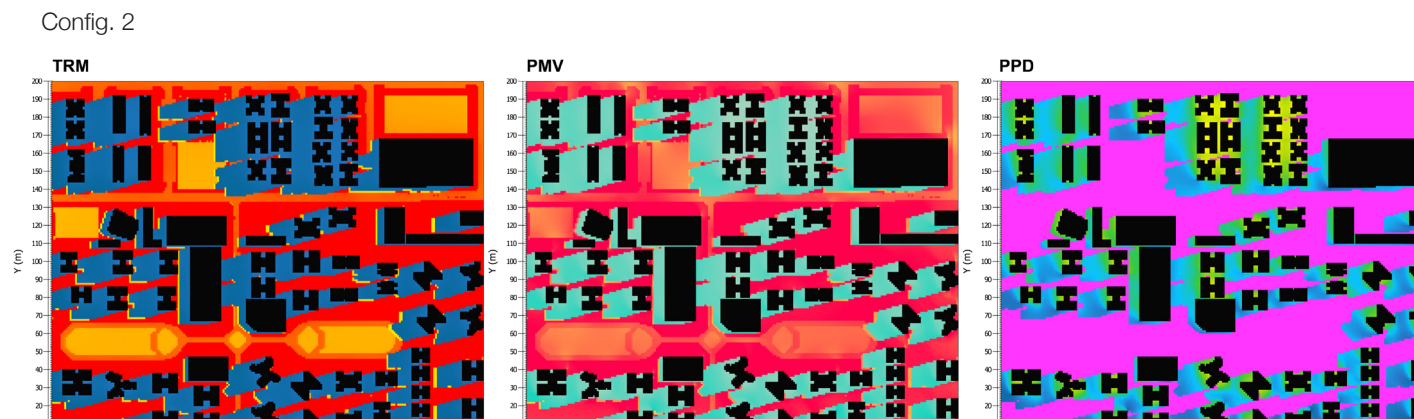


Figura 80 – Relação entre a TRM e os índices PMV e PPD no inverno, pela manhã, para a segunda configuração analisada. Imagem adaptada do *software* ENVI-met.

corresponde ao diagnóstico registrado para o índice PMV. Com relação à influência dada pela proximidade dos edifícios, a segunda e a terceira apresentaram as maiores alterações, fato atribuído à sua ocupação completa.

Porém, dentre as duas, a configuração 2 possui pontos mais críticos, que estão relacionados com o afastamento menor entre os prédios e com suas superfícies recortadas (Figura 81).

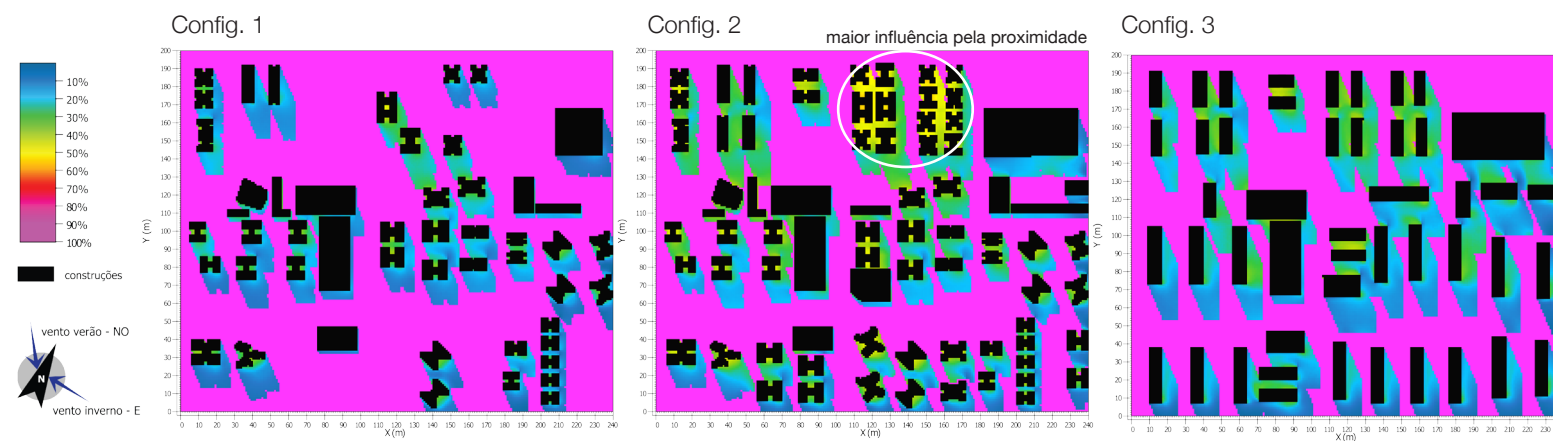


Figura 81 – Índice PPD no inverno, à tarde, para as três configurações analisadas. Imagem adaptada do *software* ENVI-met.

A pequena distância entre os edifícios diminui a proporção W/H da área e o ângulo do Fator de Céu Visível, relacionados com a taxa de resfriamento do local. As regiões mais afetadas foram encontradas na configuração 2, na faixa de edificações que fica entre a avenida principal e o boulevard, conforme a figura anterior. Essa faixa de lotes permite menores afastamentos que os encontrados nas quadras residenciais.

Essa aglomeração excessiva reflete no aquecimento entre as edificações, pela temperatura radiante, e prejudica a ventilação entre essas áreas. Além disso, acarreta em outros prejuízos, desde o bloqueio completo à incidência solar – que pode ser desejável em determinadas orientações, até a necessária privacidade do morador.

Para sintetizar as análises obtidas por meio das simulações computadorizadas, foi criada uma pontuação para classificar o impacto gerado pelas variáveis em questão. A classificação se estabelece por uma hierarquia dos impactos, numerados

de 1 a 3, que classifica na ordem crescente a indesejabilidade da influência de cada parâmetro em cada configuração. Portanto, quanto maior a influência negativa dada pelo comportamento da variável, maior será a classificação, conforme a Tabela 8:

Tabela 08 – Classificação comparativa das configurações analisadas.

	Config. 1	Config. 2	Config. 3
	Ocupação incompleta situação encontrada	Ocupação completa padrão encontrado	Ocupação completa edifícios laminares
Velocidade do vento maior área com efeitos geradores de desconforto	1	3	2
Temperatura do ar maior área com temperaturas mais altas	1	3	2
Umidade relativa do ar maior área com baixa umidade	1	3	2
TRM maior área com alta TRM	3	2	1
PMV maior área com desconforto térmico	3	2	1
PDD maior área com insatisfação	3	2	1

Pelos resultados obtidos na classificação apresentada pela Tabela 8, é possível traçar as seguintes observações:

- com relação aos primeiros critérios estabelecidos - velocidade do vento, temperatura do ar e umidade relativa, a configuração 2 - completa com o padrão encontrado, foi aquela que apresentou resultado mais insatisfatório. Essa conclusão pode ser atribuída à relação destas variáveis com a influência da ventilação - como a segunda disposição é aquela que se configura por maior aglomeração, representa também maior quantidade de obstáculos à ventilação.
- com relação aos três últimos critérios – TRM, e os índices PMV e PPD, aquela que apresentou os piores resultados foi a primeira, o que se justifica pela pouca densidade construída, já que estes atributos apresentam melhores resultados quando há sombreamento na área.

Assim, é possível estabelecer ainda que:

- dentre as ocupações completas, aquela com a configuração de prédios laminares foi a que apresentou melhores resultados com relação ao conforto térmico dos usuários do espaço aberto. Considerando simplesmente os resultados comparativos, seria possível afirmar que esta

disposição é recomendada para o espaço em questão. Porém, outros critérios devem ser avaliados.

A forma adotada para os edifícios nessa configuração foi eleita por representar o posicionamento de fachadas considerado desfavorável para o espaço interno dos edifícios, com as maiores superfícies voltadas para o nascente e o poente, como forma de perceber o impacto destas no ambiente do usuário externo. Para o planejamento adequado de um espaço urbano, o conforto interno e o externo devem ser considerados de forma integrada. Portanto o ideal seria unir os aspectos positivos de cada configuração, na tentativa de estabelecer um padrão mais satisfatório.

Entre as duas configurações completas, conforme o resultado simulado, o critério que mais provocou diferenças no desempenho das áreas abertas foi o afastamento entre os edifícios. Conforme observado anteriormente, a excessiva proximidade nas construções da segunda disposição se demonstrou desfavorável. Ainda, de acordo com os mapeamentos, quando comparados com a situação atual, percebe-se que o desempenho desta se encontra – assim como a terceira, mais favorável que a segunda.

Assim, a configuração 2 se apresenta com desempenho classificado como pior do que as outras duas.

Esse fato infere que a ocupação complementar da fração, seguindo os moldes atuais, acrescentou uma situação de desconforto para a área e que, sendo proposto um modelo diferenciado de preenchimento, o desempenho possa ser mais favorável. Pelo resultado, sugere-se que se incorpore os benefícios do afastamento encontrado na terceira disposição, com a proporção das edificações encontradas na primeira.

Pelas simulações percebe-se ainda que a altura dos edifícios não representa necessariamente um fator de desconforto na área urbana. Pelo contrário, de acordo com os mapeamentos, o sombreamento auxiliaria na redução dos valores da TRM e dos índices PMV e PPD. O maior agravante seria dado pela proximidade das edificações, o que aumenta as barreiras ao vento e gera consequências em outras variáveis, como a temperatura e a umidade.





6

Conclusões



6

Conclusões

A realização do presente trabalho almejava estabelecer as relações encontradas em Águas Claras, quanto ao impacto causado pela implantação dos edifícios no conforto térmico dos usuários dos espaços abertos.

Assim, foi relacionado um embasamento teórico como suporte às análises posteriores, que ocorreram em duas escalas: na escala da cidade ou macroescala e em uma fração desta, com o intuito de uma avaliação mais específica.

Na análise da escala da cidade ou macroescala, foi realizado um diagnóstico da situação atual encontrada com base nas intenções iniciais para a área, levantadas no embasamento teórico. Com base nesse diagnóstico, foi percebida a sequência de distorções ocorridas em sua destinação, desde as colocações encontradas no PEOT 1977 até a efetivação do projeto posteriormente elaborado para o bairro.

O Plano Estrutural de Organização Territorial do DF, o PEOT de 1977, sugeria para a área a descentralização

de Taguatinga e do Plano Piloto, sem a previsão de uso habitacional. Contudo, planejamentos posteriores contemplaram a função residencial predominante.

Além disso, o projeto elaborado para a implantação de Águas Claras não está se consolidado de acordo com a proposta original, com alterações em variáveis que caracterizam significativamente o espaço urbano.

Algumas dessas alterações geram impactos negativos que afetam a rotina dos moradores - como a falta de implantação de comércios e a sobrecarga do sistema viário, enquanto outros impactam o microclima local - como o aumento no gabarito das construções e a falta de áreas verdes. Ambas interferem na qualidade de vida dos usuários do espaços urbano.

Além disso, quando encarada de forma global - como parte de uma área urbana conurbada, surge a problemática da polarização, que faz dela uma cidade-dormitório. Essa característica gera o direcionamento da população

adensada na área rumo ao Plano Piloto, sobrecarregando o sistema viário, já afetado pela deficiência do transporte de massas. Essa dinâmica é resultado, em parte, do abandono da proposta de descentralização dos serviços do Plano Piloto.

Essa transformação encontrada decorre do planejamento, implantação e desenvolvimento da parcela urbana em questão, demonstra a necessidade de fiscalização no amadurecimento de um projeto urbanístico. Dado seu período de consolidação à longo prazo, é imprescindível que se faça um controle no decorrer de sua implantação, não bastando apenas seu planejamento. Com o passar dos anos, por vezes alterações se fazem necessárias, porém estas devem ser analisadas com cautela, considerando a possibilidade de adaptação do planejamento inicial, de forma a evitar ao máximo influências de cunho individual, muitas vezes político.

Esse controle se torna ainda mais importante quando se considera a característica de permanência das construções, que tornam alguns desses impactos irreversíveis já que uma vez construídas, dificilmente serão refeitas.

Pelo panorama encontrado o ideal é que se evite o agravamento dos problemas já existentes na área, evitando

que aqueles irreversíveis piorem, aliando esta postura à busca pela adequação daqueles aspectos que possam ser contornados.

A deficiência na execução das áreas verdes é um exemplo de impacto contornável, uma vez que ainda podem ser implantadas para consolidar a previsão de uma cidade densamente arborizada.

Posteriormente ao diagnóstico da área, foi realizada a análise da fração, por meio de uma parcela da área eleita para representar as características gerais do todo. Esta parcela foi então submetida à simulações computadorizadas de variáveis específicas, relacionadas como pertinentes ao conforto térmico dos usuários do espaço aberto – velocidade do ar, temperatura do ar, umidade relativa do ar, Temperatura Radiante Média – TRM, e os índices de conforto PMV e PPD.

As simulações computacionais são úteis para compreender a dinâmica de variáveis diversas em uma área, com as interferências geradas pela massa edificada sobre as variáveis ambientais. Porém, é importante que estas simulações sejam consideradas com ressalvas, já que o programa apresenta um panorama geral da situação, com alguns pontos de inconsistência.

No caso específico do programa utilizado neste trabalho, o ENVI-met, a principal influência percebida foi a incidência da ventilação na área. Fica clara a relação estabelecida entre a direção e incidência do ventos sobre os demais elementos climáticos, condição determinante para os resultados.

Pelo padrão de cores representado no mapeamento de temperatura do ar, por exemplo, é possível inferir que o programa considera a incidência da ventilação como fator de redução desta. Assim, nas áreas onde há sombra de vento a temperatura é mais elevada. Além disso, como a fração é representada de modo isolado, sem as barreiras existentes no entorno, nas faixas onde se inicia a inserção do vento a temperatura aparece reduzida com relação ao restante da parcela. Portanto, para uma análise mais adequada, o ideal é que se considere a porção média da fração.

Já pelos mapas de umidade relativa, as regiões mais secas são aquelas que se encontram atrás das barreiras ao vento, da mesma forma que ocorre com as de temperaturas mais altas. Assim, pode-se inferir duas lógicas: ou o padrão de cores de umidade considera a correlação com a temperatura, sendo as áreas mais secas também as mais quentes, ou considera o vento como um vetor de umidade

dentro da fração. Mais uma vez, se percebe a influência da falta de entorno na fração, já que nas faixas onde se inicia a inserção do vento, há uma diferenciação no comportamento das variáveis.

Fica clara a relação estabelecida pelo programa entre a temperatura radiante média com a incidência de radiação solar direta na área, já que as regiões com os menores valores de TRM correspondem àquelas onde há sombreamento gerado pelas edificações. Esta relação acontece pela carga de radiação acumulada pelas superfícies dos materiais, portanto nas regiões onde há sombreamento, a radiação emitida pelos materiais é mínima, resultando em um valor mais baixo da TRM.

Além disso, verifica-se a relação TRM com o índice PMV, já que as regiões de conforto térmico correspondem àquelas onde há sombreamento gerado pelas edificações, as mesmas com valores mais baixos na TRM. Esta relação reflete no índice PPD, já que seus valores estão diretamente correlacionados com o PMV, recebendo a mesma influência pelo sombreamento dos edifícios.

Pelos resultados dos mapeamentos fornecidos pelo *software*, percebe-se que a densidade construída pode trazer efeitos benéficos dados pelo sombreamento -

percebidos nos resultados da TRM e dos índices PMV e PPD, porém existe um limite para esse benefício. A partir de um ponto, a proximidade excessiva produz resultados insatisfatórios, como o aumento da TRM entre as paredes das construções, além de gerar grande quantidade de obstáculos aos ventos, interferindo ainda na temperatura e umidade relativa do ar.

A configuração 2 - completa com o padrão encontrado, foi aquela que apresentou pior desempenho dentre as três analisadas. Esse fato infere que a ocupação complementar da fração, seguindo os moldes atuais, acrescentou uma situação de desconforto para a área e que, sendo proposto um modelo diferenciado de preenchimento, o desempenho possa ser mais favorável. Pelo resultado, sugere-se que se incorpore os benefícios do afastamento encontrado na terceira disposição, com a proporção das edificações encontradas na primeira.

Para maior credibilidade dos resultados, é válido contrapor as simulações com uma análise do espaço real, através de medições para conferir a coerência do dados. Apesar da validação só ser possível na comparação com ambientes reais, uma vez que os dados obtidos para uma fração real sejam validados, o ambiente hipotético representado na mesma área ganha maior credibilidade.

Além disso, é importante considerar as variáveis humanas que caracterizam o conforto térmico, como o tempo de permanência e a percepção dos usuários sobre o lugar. Esses critérios são bastante subjetivos e, apesar de serem consideradas pelo programa, este o faz de forma padronizada.

Por meio das simulações, é reforçada a importância da realização de estudos prévios, já que possibilitam uma oportunidade de teste. Mesmo que estas não correspondam fielmente à realidade, resultam em um panorama da situação, úteis para orientar escolhas e decisões.

Uma consideração importante é a ausência de arborização na área. A fração considerada foi diagnosticada no levantamento como apenas servida por áreas gramadas e plantas de pequeno porte. Segundo Labaki (2009), a sombra da árvore é muito diferente do sombreamento de um prédio. Acredita-se, portanto, que a inserção de árvores pode gerar modificações na dinâmica das variáveis simuladas, consideração que ensejaria a realização de um estudo comparativo específico.

Por fim, considerando os levantamentos e análises realizados para Águas Claras, se apontam possibilidades encontradas como sugestões para a melhoria da área, de

forma que o estudo não se configure apenas como registro, mas que possua ainda um caráter contributivo.

Assim, como sugestões relacionadas à análise da macroescala, foram levantados pontos observados como passíveis de sofrerem melhorias práticas:

- implantação de arborização e áreas verdes e manutenção das já existentes, principalmente dos parques urbanos;
- revitalização dos boulevares, retomando à proposta projetual para um ambiente arborizado e vivo;
- manutenção da previsão proposta para o uso dos lotes, além de não permitir novas alterações de gabarito, nem brechas na legislação que levem à tal descaracterização;
- cumprimento da previsão de comércio no nível das avenidas principais;
- amenização da problemática da separação da cidade gerada pelos trilhos do metrô, com a construção de passarelas exclusivas para o pedestre, além de transporte público interno, que serve ainda como estímulo à utilização ao comércio da cidade, independente da distância ou da existência de estacionamentos; e

- obrigatoriedade de estacionamentos privados nos edifícios, como forma de mitigar o problema do inchaço da infraestrutura.

Ainda, pela análise da fração, sugere-se para a área como uma possibilidade executável:

- análise prévia dos lotes vagos antes da execução das obras, estratégia que fica à cargo das construtoras, mas que pode ser reguladas pelas autoridades, seja através de incentivos, como por meios de condicionalidades;
- preservação de um afastamento mínimo entre edificações, de forma a evitar o aumento da temperatura radiante média e o bloqueio à ventilação;
- manutenção de uma área mínima de permeabilidade dentro dos lotes particulares, condição que ameniza a irradiação de calor nas áreas abertas pela pavimentação. Da mesma forma, evitar estacionamentos a céu aberto, pelo calor refletido pelos automóveis.

Por meio das conclusões resultantes do trabalho se evidencia que o planejamento urbano depende de escolhas adequadas desde o início de sua concepção, que considere o sítio, o entorno, as características de cada ambiente que o fazem único. Os parâmetros da morfologia construída

devem ser fixados com formas e funções agregados às variáveis ambientais do local em questão. A adoção de estratégias simples, como a correta implantação das edificações no meio, é um recurso passivo que resultará em impactos permanentes no desempenho térmico ambiental dos usuários da cidade e, portanto, deve ser um critério prioritário na composição de qualquer malha urbana.





Referências



Referências

ABNT NBR 15220-3. **Desempenho Térmico de edificações**. Parte 3: Zoneamento Bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Brasil, 2005.

ALUCCI, Márcia Peinado; MONTEIRO, Leonardo Marques. Conforto térmico em espaços abertos: Panorama brasileiro e especificidades climáticas. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...**Fortaleza: ENTAC, 2008.

ASHRAE 55. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Atlanta, 1993.

BRUSE, Michael. 2008: ENVI-met website. Disponível em <<http://www.envi-met.com>>. Acesso em 10 dez. 2010.

BURGOS, Lorena Mileib. **Microclimas urbanos no Plano Piloto de Brasília: o caso da superquadra 108 sul**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)

– Curso de pós- graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília. 2009.

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; Silva, T. M. L. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. In: **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr./jun. 2010.

FANGER, Povl Ole . **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineers**. USA; Kingsport Press, 1972, 243p.

FERREIRA, Philomena Chagas. **Alguns dados sobre o clima para a edificação em Brasília**. Brasília, 1965. 103 f.

FICHER, Sylvia; TREVISAN, Ricardo. **Brasília Cidade nova**. Arqtextos, São Paulo, 10.119, Vitruvius, abr 2010 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/10.119/3384>>. Acesso em: 27 jan. 2010.

FROTA, Anésia Barros.; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003. 243 p.

GIVONI, Baruc. **Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines**. *Energy and Building*, v.18, nº 1, 1992.

GOULART, S., LAMBERTS, R. e FIRMINO, S, (1997). **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades Brasileiras**, PW ed., São Paulo.

HOLANDA, Frederico Rosa Borges de. Brasília: Da Carta de Atenas à cidade dos muros. In: **5º Seminário DOCOMOMO Brasil**. São Carlos. 2003.

_____. Exumar cadáveres. **Minha Cidade**, São Paulo, 10.117, Vitruvius, abr 2010 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/10.117/3399>>. Acesso em: 21 set. 2010.

HÖPPE, Peter R. **The physiological equivalent temperature: a universal index for the assessment of the thermal environment**. *International Journal of*

Biometeorology, 43, p. 71-5. 1999. Disponível em <<http://www.springerlink.com>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

ISO 7730. **Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort**. *International Standard Organization*. Geneva, 1994.

KATZSCHNER, Lutz. Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997.

LABAKI, Lucila. **Conforto térmico em espaços públicos abertos: aplicação de uma metodologia em cidades do interior paulista**. Auxílio a Projeto de Pesquisa. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. 2009.

LEFEBVRE, Henri. **Direito a cidade(o)**. São Paulo: Moraes, 1991. 145 p

LOIS, Érika; LABAKI, Lucila Chebel. Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. In: ENCONTRO

NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2001, São Pedro/SP. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001.

MACIEL, Alexandra Albuquerque. **Projeto Bioclimático em Brasília: Estudo de caso em edifício de escritórios.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de pós-graduação em engenharia civil, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis. 2002. Disponível em: http://www.labee.ufsc.br/pos-graduacao/pos_graduacao.html. Acesso em: 23 ago. 2010.

MASCARÓ, Lucia A Raffo de. **Ambiência urbana = urban environment.** Porto Alegre: Sagra-Dc Luzzatto, 1996. 199 p.

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 (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – USP/Arquitetura e Urbanismo, São Paulo. 2008

MONTEIRO, Leonardo Marques; ALUCCI, Marcia Peinado. Conforto Térmico em Espaços Abertos com Diferentes Abrangências Microclimáticas: parte 2: proposição de calibração de modelos preditivos. In: ENCONTRO

NACIONAL, 9., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2007. p. 1231-1240.

_____. Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: Revisão histórica. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Maceió, AL, 2005. Disponível em <seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3741/2094>, acesso em 10/12/10

_____. Índices de conforto térmico em espaços abertos. Disponível em <<http://www.forumpatrimonio.com.br/print.php?articleID=186&modo=1>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

NIKOLOPOULOU, Marialena ; STEEMERS, Koen . *Thermal Comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces.* In: **Energy Buildings.** Vol. 35. Nº2. 2003. Disponível em <<http://www.javeriana.edu.co/>>. Acesso em: 08 dez. 2010.

OLGYAY, Victor. **Design With Climate. Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism.** 4th ed. . Princeton, New Jersey. U. S. A. :Princeton University Press, 1963. 190 p.

_____. **Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.** Barcelona: Gg. 2004.

OLIVEIRA, Paulo Marcos Paiva de. **Cidade apropriada ao clima: A forma urbana como instrumento de controle do clima urbano.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1988. 134 p.

PANERAI, Philippe. **Análise urbana.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 198 p.

PAVIANI, Aldo. Brasília, capital da esperança ou ilha da fantasia?. **Minha Cidade**, São Paulo, 01.010, Vitruvius, mai 2001 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/01.010/2088>>. Acesso em: 20 fev. 2010.

_____. Urbanização no Distrito Federal. **Minha Cidade**, São Paulo, 07.074, Vitruvius, set 2006 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/07.074/1940>>. Acesso em: 20 fev. 2010.

_____. “Próteses” urbanas em Brasília. **Minha Cidade**, São Paulo, 09.107, Vitruvius, jun 2009 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/09.107/1845>>. Acesso em: 20 fev. 2010.

RIBEIRO, Rômulo José da Costa, HOLANDA, Frederico de, ROMERO, Marta Bustos, BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello, BIAS, Edilson de Sousa, **O Perfil Urbano e o Comportamento Socioeconômico no DF.** *Paranoá* (UnB). , v.1, p.1 - 13, 2007.

ROMERO, Marta Adriana Bustos.: “A sustentabilidade do ambiente urbano da capital”, in PAVIANI, Aldo e GOUVÊA, Luiz Alberto.(org.), **Brasília – controvérsias ambientais**, Editora UnB, Brasília. 1999. Pág 241 – 265.

_____. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** 2a edição, São Paulo, Pro Editores, 2001.

_____. **Arquitetura Bioclimática dos Espaços Públicos**, Editora UnB, Brasília. 2007. 3ª reimpressão. 226 p.

ROMERO, Marta *et alli.* (coord.) **Viabilidade ambiental da urbanização do Distrito Federal. Análise das Constantes Morfológicas.** Projeto de Pesquisa Integrado FAU/UnB/CNPq, Brasília. 1999.

_____. **Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística - Reabilita.** Registro do curso de especialização à distância, FAU/UnB, Brasília 2009. 803 p

ROSSI, Aldo. **Arquitetura da cidade(a)**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 309 p.

SOUZA, Valéria Morais Balduino de. **A influência da ocupação do solo no comportamento da ventilação natural e na eficiência energética em edificações: estudo de caso em Goiânia : clima tropical de altitude**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e urbanismo) – Curso de pós- graduação em arquitetura e urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília. 2006.

ZIMBRES & REIS, Arquitetos Associados. **Bairro Águas Claras. Plano de Ocupação**. Governo do Distrito Federal. Secretaria de Obras e Serviços. Departamento de Urbanismo, Brasília. 1992

WILLIAMS, Richard. **Brasília depois de Brasília**. Texto apresentado para Associação Européia de Historiadores Urbanos, Estocolmo, ago. 2005. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq083/arq083_00.asp>. Acesso em: 11 jan. 2010.

Coletânea de informações socioeconômicas, Região Administrativa RAXX – Águas Claras, Brasília, DF (2006). Disponível em <<http://www.codeplan.df.gov.br/sites/200/216/00000047.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2008.

Informativo: Administração Regional de Águas Claras (2006). Disponível em <<http://www.aguasclaras.df.gov.br/>>. Acesso em: 11 set. 2008.

Constituição da República de 1891. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao91.htm>. Acesso em: 27 jan. 2010.

Relatório do Plano Piloto de Brasília. Disponível em <<http://www.guiabrasilia.com.br/historico/memorial-d.htm>>. Acesso em: 27 jan. 2010.

UnB Agência. Notícias. Com 109 metros, torre de 36 andares será mais alta que o Congresso Nacional. Disponível em <<http://www.unb.br/noticias/bcopauta/index2.php?i=19>> Acesso em: 20 fev. 2010.

UnB Agência. Divulgação Científica. Pesquisas. Ventilação Prejudicada. Disponível em <<http://www.unb.br/noticias/unbagencia/cpmod.php?id=25283>> Acesso em: 20 fev. 2010.