

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA OS  
ESPAÇOS URBANOS ABERTOS DO CENTRO DE  
FORTALEZA, CE**

**Amando Candeira Costa Filho**

**Natal - RN**

**2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**ADEQUAÇÃO BIOCLIMÁTICA PARA OS  
ESPAÇOS URBANOS ABERTOS DO CENTRO DE  
FORTALEZA, CE**

**Amando Candeira Costa Filho**

**Orientadora: Profa. Dra. Virgínia Maria Dantas de Araújo**

Dissertação de Mestrado  
apresentada à comissão de pós-  
graduação em Arquitetura e  
Urbanismo da Universidade Federal  
do Rio Grande do Norte, como parte  
dos requisitos para obtenção do  
título de Mestre em Arquitetura e  
Urbanismo

**Natal - RN**

**2010**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais **AMANDO** e **PORCINA** exemplos que sempre seguirei em minha vida;

Ao meu irmão **DANIEL**, meu melhor amigo e meu braço direito em todos os trabalhos de campo cuja ajuda se tornou indispensável para a concretização desta pesquisa;

A orientadora e professora **VIRGÍNIA ARAÚJO** que me indicou os melhores caminhos para a realização deste trabalho e que em todos os momentos esteve sempre presente sendo um exemplo de profissionalismo e dedicação;

A consultoria do Departamento de Estatística da UFRN na pessoa do **Prof. Eduardo Henrique Araújo** pela assessoria no tratamento estatístico dos dados climáticos coletados;

A professora **Angelina Costa** pela co-orientação informal deste trabalho e que sempre foi solícita as minhas dúvidas e inquietações;

Aos professores **Marcondes Lima** e **Flora Lima** maiores referências na minha formação profissional;

A **Kaila Lima**, minha sócia e amiga, que sempre me deu forças para a concretização desta pesquisa;

A **Juliana Araújo**, **Ailana Figueiredo** e **Viviane Sales** pela confecção dos mapas de estudos;

Ao amigo **Hermes Halley** que ajudou em minha logística de vida na cidade de Natal;

A todos os meus familiares e amigos;

A CAPES que financiou esta pesquisa.

## SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

<b>1. Introdução.....</b>	<b>14</b>
1.1Objetivos da dissertação.....	17
<b>2. Caracterização da área de estudo: o centro de Fortaleza.....</b>	<b>18</b>
<b>3. Revisão bibliográfica .....</b>	<b>23</b>
3.1. O Clima urbano.....	23
3.1.1O estudo do clima urbano.....	23
3.1.2 Escalas Climáticas.....	25
3.1.3Clima urbano.....	25
3.1.4Clima da região em estudo.....	31
3.1.5 O estudo do clima urbano em Fortaleza-CE.....	33
3.2. Aspectos físico-ambientais que influenciam o clima.....	35
3.2.1Topografia.....	36
3.2.2Uso do solo.....	37
3.2.3Altura das edificações.....	37
3.2.4 Densidade construída.....	38
3.2.5Áreas verdes.....	39
3.2.6Revestimento do solo.....	40
3.3. Clima urbano e Planejamento.....	41
3.3.1Legislação: uso e ocupação do solo em Fortaleza.....	44
<b>4. Metodologia .....</b>	<b>47</b>
4.1. Métodos adotados.....	47
4.2. Planejamento experimental para levantamento de dados.....	52

4.2.1	Definição da área de estudo.....	52
4.2.2	Períodos e horários de medição.....	53
4.2.3	Eleição dos pontos de medição.....	54
4.2.4	Medições fixas.....	56
4.2.5	Medições móveis.....	57
4.2.6	Medição piloto.....	57
4.2.7	Caracterização dos equipamentos de medição.....	58
4.2.8	Incertezas experimentais.....	60
<b>5.</b>	<b>Análise bioclimática das configurações físico-ambientais do centro de Fortaleza.....</b>	<b>61</b>
5.1.	Topografia.....	61
5.2.	Áreas verdes.....	63
5.3.	Altura das edificações.....	65
5.4.	Uso e ocupação do solo.....	67
5.5.	Recobrimento do solo.....	70
<b>6.</b>	<b>Análise estatística dos dados climáticos coletados.....</b>	<b>73</b>
6.1.	Caracterização dos pontos de medição.....	73
6.2.	Formulação do banco de dados.....	90
6.3.	Análise estatística.....	90
6.3.1	Metodologia.....	90
6.4.	Análise Fatorial.....	92
6.4.1.	Análise fatorial da variável temperatura do ar.....	92
6.4.2.	Análise fatorial da variável umidade do ar.....	95
6.4.3.	Análise fatorial da variável amplitude da velocidade do ar.....	98
6.4.4.	Análise fatorial da variável velocidade máxima do ar.....	102
6.4.5.	Análise fatorial da variável velocidade mínima do ar.....	107
<b>7.</b>	<b>Discussão dos resultados: sugestão para uma adequação bioclimática.....</b>	<b>112</b>
7.1.	Análise dinâmica para a área objeto de estudo.....	112
7.2.	Recomendações gerais para a adequação bioclimática do centro de Fortaleza.....	116

<b>8. Considerações e recomendações finais.....</b>	<b>118</b>
<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>120</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>123</b>
Anexo 1: Banco de dados.....	123

Costa, A. C. F. **Adequação Bioclimática para espaços urbanos abertos do centro de Fortaleza – CE**. 2010, 125p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

## RESUMO

Esta pesquisa apresenta um estudo que investiga a correlação entre os componentes físico-ambientais das cidades e a formação dos seus microclimas. O trabalho foi desenvolvido na zona central de Fortaleza caracterizada como uma área já consolidada onde se originou a cidade e que atualmente enfrenta sérios problemas em sua dinâmica urbana. Os pontos de medições foram determinados a partir da elaboração e análise de mapas da topografia, altura das edificações, uso do solo, tipo de revestimento de superfície e vegetação seguindo a metodologia de Katzschner (1997). Em seguida se determinou um zoneamento de acordo com características morfológicas em comum relativas aos 12 pontos de medição que foram caracterizados a partir de uma ficha bioclimática elaborada com base na metodologia de Romero (2001). As medições de temperatura do ar, umidade do ar e intensidade e direção dos ventos foram realizadas na forma de transectos em dois circuitos diferentes na área de estudo, com seis pontos de coletas de dados em cada um deles, em três horários do distintos: 6:00h, 13:00h e 19:00h e em dois períodos do ano agosto de 2008 e março de 2009. Os resultados constataram a influência das variáveis físico-ambientais no comportamento das variáveis climáticas coletadas. As maiores médias de temperatura do ar e menor umidade foram registradas no ponto I em todos os horários. Esta situação pode ter ocorrido pela alta densidade construída, pouca cobertura vegetal e alto índice de pavimentação do solo. De acordo com os resultados apresentados destacou-se a influência da cobertura vegetal na amenização da temperatura do ar. Outro indicador observado nos resultados recomenda que áreas que oferecem maior variação na altura das edificações tendem a redução nas médias de temperatura do ar. A verticalização planejada de acordo com os parâmetros de qualidade do clima urbano pode reduzir a temperatura do ar através do sombreamento dos espaços urbanos e maior rugosidade do tecido urbano para permeabilidade da ventilação natural.

Palavras chave: Clima urbano; Desenho Bioclimático; Planejamento urbano

Costa, A. C. F. **Bioclimatic suitability of urban open spaces from the center of Fortaleza - CE**. 2010, 125p. Dissertation (Master of Architecture and Urbanism, Federal University of Rio Grande do Norte).

## **ABSTRACT**

This research presents a study investigating the correlation between the environmental-physical characteristics of cities and the formation of its microclimates. The study was conducted in the central area of Fortaleza characterized as a stable and consolidated area, where the city originated and currently faces serious problems in its urban dynamics. The points of measurements were determined by the elaboration and analysis of topography maps, height of buildings, land use, type of surface coating and vegetation, following the methodology of Katzschner (1997). A zoning map was then determined, according to common morphological characteristics of the 12 measurement points, which were based on a set of Romero's (2001) bioclimatic criteria. Air measurements, temperature, humidity, intensity and direction of winds were made in transect form in two different circuits in the study area, with six points of data collection in each area, in three different times: 6:00 am, 1:00pm and 7:00pm, during two periods of the year: August 2008 and March 2009. The results verified the influence of different environmental-physical types in the behavior of the climatic variables that were collected. A verticalização tão condenada em algumas situações se bem equilibrada e controlada pode reduzir as temperaturas do ar através do sombreamento dos espaços urbanos e possibilidade de maior permeabilidade a ventilação natural.

The highest average air temperature and lower humidity were recorded at the point I at all times. This situation may have been in result of the high density, poor vegetation and extended paving of the ground. According to the results, it's clear the positive influence vegetation has on easing air temperature. Another indicator observed that areas with a greater variation in building heights tend to present decreased average air temperature. High rise structure, planned in accordance to urban air quality parameters, can reduce air temperatures by the shading of urban spaces and the possibility of greater penetration of natural ventilation.

Keywords: Urban Climate, Bioclimatic Design, Urban Planning



## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1: (a) Localização do estado do Ceará no Brasil (b) Divisão Administrativa do município de Fortaleza .....	19
Figura 2: Planta de 1875, de Adolfo Hebster/ Espaços públicos e equipamentos.....	21
Figura 3: (a) Panorâmica da Praça do Ferreira. (b) Praça José de Alencar.....	22
Figura 4: Fluxograma da metodologia de KATZSCHNER (1997).....	46
Figura 5: Categorias de análises do espaço público.....	48
Figura 6: Ficha Bioclimática do Espaço Público.....	49
Figura 7: Delimitação da área de estudo.....	51
Figura 8: Localização dos pontos de medição e dos percursos.....	53
Figura 9 – (a) Hobo (b). Termo-higro-anemômetro digital.....	56
Figura 10: Adaptação do suporte para fixação do sensor no veículo.....	57
Figura 11: Mapa da topografia da região central de Fortaleza.....	60
Figura 12: Mapa de cobertura vegetal da região central de Fortaleza.....	62
Figura 13: Mapa de altura das edificações.....	64
Figura 14: Modelo tridimensional da área estudada.....	65
Figura 15: Mapa de uso e ocupação do solo da região central de Fortaleza....	67
Figura 16: Mapa de recobrimento do solo da região central de Fortaleza.....	69
Figura 17: Ficha Bioclimática do ponto A.....	76
Figura 18: Ficha Bioclimática do ponto B.....	77
Figura 19: Ficha Bioclimática do ponto C.....	78
Figura 20: Ficha Bioclimática do ponto E.....	79
Figura 21: Ficha Bioclimática do ponto G.....	80
Figura 22: Ficha Bioclimática do ponto H.....	81
Figura 23: Ficha Bioclimática do ponto I.....	82

Figura 24: Ficha Bioclimática do ponto J.....	83
Figura 25: Ficha Bioclimática do ponto L.....	84
Figura 26: Ficha Bioclimática do ponto M.....	85
Figura 27: Ficha Bioclimática do ponto N.....	86
Figura 28: Ficha Bioclimática do ponto O.....	87
Figura 29: Box-plot da variável temperatura do ar nos pontos de Medição.....	92
Figura 30: Box-plot da variável temperatura do ar nos horários.....	93
Figura 31: Box-plot da variável temperatura do ar por hora nos períodos .....	93
Figura 32: Box-plot da variável umidade do ar nos períodos .....	95
Figura 33: Box-plot da variável umidade do ar nos horários .....	95
Figura 34: Box-plot da variável umidade do ar nos horários .....	96
Figura 35: Box-plot da variável amplitude da velocidade do ar nos períodos ..	97
Figura 36: Box-plot da variável amplitude dos ventos nos pontos de medição.	98
Figura 37: Box-plot da variável amplitude da velocidade do ar por horário.....	98
Figura 38: Box-plot da variável amplitude da velocidade do ar por horário nos períodos .....	99
Figura 39: Box-plot da variável amplitude da velocidade do ar por pontos nos períodos de medição.....	99
Figura 40: Box-plot da variável amplitude da velocidade do ar por ponto de medição e por horários nos períodos de agosto e março.....	100
Figura 41: Box-plot da variável da velocidade máxima do ar nos períodos de agosto e março.....	101
Figura 42: Box-plot %) da variável da velocidade máxima do ar por ponto de medição.....	102
Figura 43: Box-plot da variável da velocidade máxima do ar por horário.....	102
Figura 44: Box-plot da variável da velocidade máxima do ar por horário nos períodos de agosto e março.....	103
Figura 45: Box-plot da variável da velocidade máxima do ar por ponto de medição nos horários 7:00h, 13:00h e 18:00h.....	103

Figura 46: Box-plot da variável da velocidade máxima do ar por horário, por ponto de medição e nos horários 7:00h, 13:00h e 18:00h.....	104
Figura 47: Box-plot da variável da velocidade mínima do ar por ponto de medição.....	106
Figura 48: Box-plot da variável da velocidade mínima do ar por ponto de medição.....	106
Figura 49: Box-plot da variável da velocidade mínima do ar por ponto de medição nos períodos de agosto e março.....	107
Figura 50: Box-plot da variável da velocidade mínima do ar por horário nos períodos de agosto e março.....	108
Figura 51: Box-plot da variável da velocidade mínima do ar por horário nos períodos de agosto e março.....	108
Figura 52: Box-plot da variável da velocidade mínima do ar por horário nos períodos de agosto e março.....	108
Figura 53: Mapa de análise dinâmica da região central de Fortaleza.....	110
Figura 54: Mapa de análise dinâmica da região central de Fortaleza.....	112

LISTA DE QUADROS

---

Quadro 1: Características do Clima Urbano.....	29
Quadro 2: Sistema Clima Urbano (S.C.U.) Articulação dos sistemas segundo os canais de percepção.....	30
Quadro 3: Características morfológicas e pontos de medição móveis.....	55
Quadro 4: Especificações do termo-higro-anemômetro digital.....	61

LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1: Normais climatológicas (1966/1998).....	35
Tabela 2: Indicadores Urbanos da ocupação – Microzona Urbanizada.....	44
Tabela 3: Análise de Variância para a variável Temperatura.....	94
Tabela 4: Análise de Variância para a variável Umidade.....	96
Tabela 5 : Análise de Variância para a variável amplitude da velocidade do ar.....	99
Tabela 6 : Análise de Variância para a variável da velocidade máxima do ar.....	103
Tabela 7 : Análise de Variância para a variável da velocidade mínima do ar.....	107

## 1. Introdução

*Poucas pessoas têm questionado os caminhos tomados ou entendido que aquela estrada outrora vista como uma rota única, eficaz e segura para um futuro claro e brilhante recentemente se transformou em um atoleiro onde forças inter-relacionadas e complexas nos obrigam a pensar além das nossas edificações, e acima de tudo, abrir as janelas e abraçar uma nova era da arquitetura, do planejamento e das políticas de desenvolvimento*

(ROAF, 2009)

A partir dos anos 1960, um processo de conscientização gradativo do homem tem colocado as questões ambientais como pauta das suas principais preocupações. A adoção de modelos de desenvolvimento urbano desvinculados do meio-ambiente vem causando prejuízos e danos irreparáveis ao planeta, à biosfera e ao ser humano.

O planejamento urbano nas grandes cidades brasileiras, por diversas vezes, desconsidera importantes fatores climáticos e ambientais, gerando conflitos frequentes entre o meio natural e o ambiente construído dos assentamentos humanos. Isso implica em problemas ambientais graves no ecossistema urbano como: falta de ventilação natural, variação anormal da umidade do ar, aumento da temperatura do ar, promovendo desconforto térmico e maior consumo de energia para a manutenção desse sistema criado (SPIRN. 1995).

Esses problemas em conjunto geram modificações climáticas que resultam no desconforto térmico tanto nas edificações como nas demais áreas que compõe o ambiente urbano.

Esta realidade reflete-se na prática do urbanismo através de um crítico distanciamento dos profissionais envolvidos em relação às questões ambientais e aos condicionantes mínimos de conforto térmico exigidos para a

vida urbana. O abuso dos recursos naturais, a adoção de técnicas dispendiosas energeticamente, além da inadequação às condições climáticas locais, refletem as posturas adotadas atualmente (OLIVEIRA, 1993).

Katzschner (1997) aponta que o clima urbano e o bem estar do homem estão tão intimamente ligados, que o planejamento de qualquer espaço livre tem de considerar estas circunstâncias. Nesse panorama o arquiteto e urbanista, como coordenador dos processos de decisões técnicas, precisam adaptar-se aos novos paradigmas urbanos oriundos de ocupações, planejamento e gestão inadequados das cidades. Gestão esta que vem sendo desenvolvida pelo poder público de forma insatisfatória, onde as políticas públicas desviam-se dos reais interesses ambientais, técnicos e coletivos.

Contribuindo com a problemática apresentada, observa-se a carência de uma legislação específica e atualizada que contribua para o alcance das condições mínimas de conforto ambiental urbano, já que atualmente, existem poucas referências legais nesta área que considerem os aspectos bioclimáticos através da relação entre as variáveis climáticas locais e a forma da cidade para a deliberação sobre as atuais e futuras intervenções urbanas.

Em Fortaleza, assim como na maioria das grandes cidades brasileiras, esta situação aliada a outros problemas locais, influencia diretamente no cotidiano urbanístico onde, em alguns casos, bairros já apresentam graves problemas de degradação de suas funções originais, como é o caso da sua zona central.

A alteração do ambiente natural promovida de forma constante ao longo da evolução urbana da área central provocou sérios problemas ambientais. O alto índice de impermeabilidade do solo, a elevada densidade construída, a extinção de grande parte da cobertura vegetal e a intensa atividade antrópica contribuiu ao atual quadro de desequilíbrio ambiental. O clima local está dentre os aspectos ambientais afetados. A alteração promovida ao ambiente urbano influencia diretamente o comportamento da temperatura do ar, da umidade do ar e do regime de ventos implicando em possível desconforto térmico aos usuários dos espaços abertos.

Segundo Rufino (2005) o centro de Fortaleza apresenta um grande contra-censo: ainda agrupa inúmeras atividades econômicas e exerce influência sobre os moradores do município, mas sofre com uma constante diminuição populacional. A intenção de modificar a estagnação vivida pelo bairro tem tornado sua requalificação urbana tema constante nos debates e políticas públicas com a participação direta da sociedade civil como no caso do movimento “Ação novo centro”<sup>1</sup>. Neste cenário a atuação no ambiente urbano contribui para uma maior abertura a interdisciplinaridade das ações MONTEIRO (2003).

A necessidade de uma reestruturação urbana ratifica a oportunidade de introduzir a adequação bioclimática dos espaços abertos como um eixo de atuação no novo planejamento. Dentre as diversas ações de planejamento a serem implantadas, as adaptações bioclimáticas dos espaços urbanos abertos ganham destaque por apresentar-se transversal às diversas áreas de conhecimento envolvidas no processo de requalificação urbana da zona central.

Tendo em vista estas considerações, este trabalho é proposto como uma contribuição para a análise bioclimática dos espaços abertos da zona central de Fortaleza visando colaborar com a requalificação ambiental da área identificando os possíveis impactos que a morfologia da cidade exerce no comportamento das variáveis climáticas locais.

A constância do uso dos espaços públicos pela população também reforça a necessidade da adequação bioclimática do Centro de Fortaleza. Por se tratar de uma zona de intensa atividade comercial varejista e possuir uma grande rede de espaços públicos (calçadões, praças e parques), observamos a necessidade de melhoria nas condições ambientais principalmente relacionadas ao conforto térmico.

---

<sup>1</sup> Movimento pró-revalorização do Bairro Central de Fortaleza fundado em 1999. Pessoa jurídica de direito privado sem finalidade lucrativa na qualificação de Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP). Tem como Parceiros Fundadores entidades representativas do comércio e atividades afins.



## 1.1. Objetivos da pesquisa

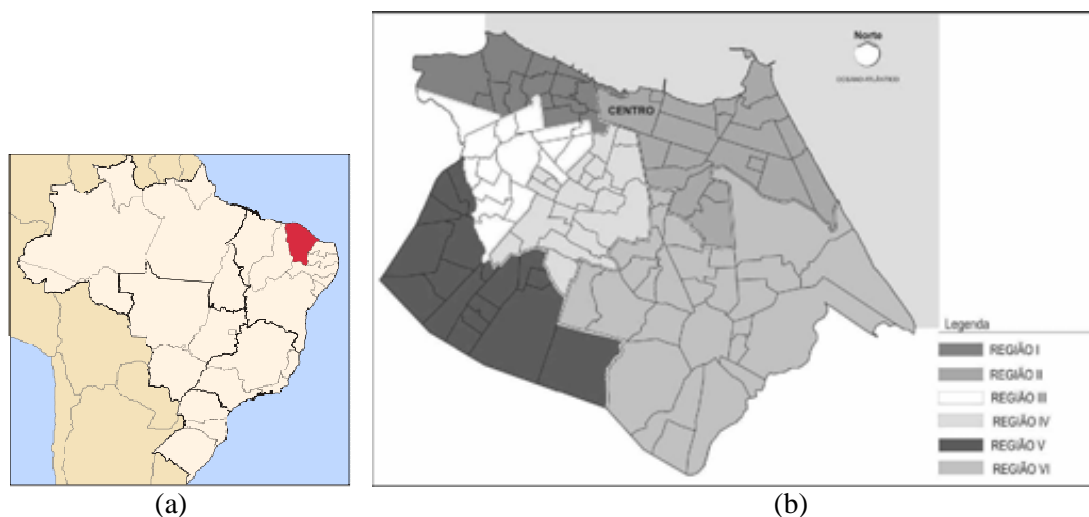
Esta pesquisa tem como objetivo caracterizar variáveis climáticas que incidem sobre a zona central de Fortaleza, visando indicação de recomendações de uso e ocupação do solo.

Como objetivos específicos têm-se:

- Classificar qualitativamente as características espaciais urbanas da área de estudo identificando: Topografia, uso e ocupação do solo, altura das edificações, áreas verdes e recobrimento do solo.
- Identificar a distribuição da temperatura e umidade do ar além da intensidade e direção dos ventos na região central da cidade de Fortaleza-CE, durante dois períodos climáticos característicos: verão e inverno.
- Compreender às variáveis climáticas coletadas com os elementos da configuração físico-ambiental
- Indicar recomendações de uso e ocupação do solo para o planejamento urbano da zona central da cidade de Fortaleza.

## 2. Caracterização da área de estudo: o centro de Fortaleza

A cidade de Fortaleza, capital do Ceará, localizada no litoral norte do estado, compõe a região nordeste do Brasil, situada a 3°45'47" de Latitude Sul e 38°31'23" de Longitude Oeste, compreendendo uma área de aproximadamente 336 Km<sup>2</sup> (ver figura 1) segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza 1999 atualmente em vigor.



**Figura 1:** (a) Localização do estado do Ceará no Brasil (b) Divisão Administrativa do município de Fortaleza

Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza - SEINF - 1997

Nas últimas duas décadas vem passando por um crescimento urbano acelerado e na maioria das vezes descontrolado. A expansão urbana segue em direção as periferias ultrapassando, em alguns casos, as fronteiras do município. Este padrão de crescimento, ocorrido em muitas cidades brasileiras priorizou a ocupação de novas áreas em detrimento a conformação urbana já existente.

Segundo o atual Plano Diretor o município apresenta cerca de 95% de sua área urbanizada com população, de acordo com o senso demográfico de 2009, em torno dos 2.500.000 habitantes. Esta situação contribui para uma intensa alteração das características naturais da região através do auto índice de pavimentação do solo, da perda de cobertura vegetal, da descaracterização do perfil topográfico natural do terreno, da alta densidade construída e da poluição ambiental decorrente das atividades humanas.

Em contrapartida a esta realidade algumas áreas da cidade apresentam um comportamento inverso de crescimento. A zona central, por exemplo, vem sofrendo ao longo das últimas décadas uma descaracterização das suas funções urbanas aliada a uma redução constante de sua população residente. O bairro que já foi em determinada época, a própria cidade de Fortaleza, vem perdendo a representatividade simbólica e econômica para novas centralidades consolidadas desde a última década do século passado até os dias de hoje.

A zona central de Fortaleza apresenta a conformação urbana mais antiga correspondendo ao núcleo original da cidade. É uma paisagem urbana heterogênea geralmente relacionada à diversidade de atividades sócio-econômicas desenvolvidas em sua região.

A evolução do centro urbano de Fortaleza pode ser sistematizada em várias etapas. Apesar da imprecisão de datas, segundo Rufino (2005), podemos destacar três períodos principais: a consolidação urbana, a expansão urbana e o declínio urbano.

A consolidação urbana ocorreu entre 1850 e 1930 junto com os primeiros processos de povoamento e formação da cidade de Fortaleza ocorrido entre os séculos XVII e XVIII. Porém, sua concretização como centro urbano só ocorre em meados do século XIX. A estabilidade das funções administrativas, religiosas, culturais e o reforço e crescimento da atividade comercial resultante do crescimento das atividades portuárias foram vitais para a consolidação urbana (CASTRO, 1977).

Nesta época o desenho urbano da cidade começa a ser definido adotando um traçado ortogonal em xadrez com lotes estreitos e profundos introduzidos como estrutura de parcelamento do solo. O primeiro plano urbanístico (1875) para a cidade é desenhado por Adolfo Herbster onde já se vislumbra a organização do processo de expansão urbana (ver figura 2). Ficam então estabelecidas as condicionantes para as transformações futuras do bairro sujeitas ao arruamento, parcelamento, infra-estrutura definidos como estruturas urbanas naquela época.



**Figura 2:** Planta de 1875, de Adolfo Hebbster/ Espaços públicos e equipamentos.

Fonte: Adaptado a partir de Adolfo Hebbster, 1875.

A expansão urbana do centro concretizou-se durante o período de 1930 a 1980 devido à crescente demanda por comércio e serviços decorrentes do crescimento urbano de Fortaleza implicando na necessidade de adaptação de sua área central. O ambiente urbano sofreu mudanças significativas tanto das edificações, descaracterizadas e reformadas, quanto dos espaços públicos modificados perante as novas necessidades de circulação.

As adequações da estrutura urbana e o adensamento construtivo coincidem com o surgimento das primeiras edificações verticais. Esta nova escala de edifícios, pioneira na cidade, está associada às atividades de comércio e serviços. Embora aconteçam por todo o centro concentraram-se em especial nos arredores da Praça do Ferreira. O uso residencial sofre grande redução embora surjam na mesma época algumas unidades multi-familiares no centro estendido.

A expansão do sistema viário em direção a novas áreas da cidade, a implantação de terminais de transporte coletivo e o aumento da frota de automóveis facilitaram o acesso à área central. Esta condição estendeu a importância sócio-econômica da área que durante este período confirmou a condição mononuclear da cidade.

O declínio urbano da área central de Fortaleza se iniciou a partir da década de 1980. Neste período houve uma redução significativa da diversidade de atividades, uma fuga acentuada dos estabelecimentos comerciais tradicionais acompanhadas da consolidação do comércio informal e uma diminuição do número de residentes que habitavam o bairro.

A expansão urbana residencial no sentido de outras áreas da cidade, aliadas a evasão das instituições públicas incentivou a concretização de novas centralidades na cidade onde se alojaram atividades comerciais e de serviço (ver figura 3).



**Figura 3:** (a) Panorâmica da Praça do Ferreira. (b) Praça José de Alencar

Fonte: Amando Costa.

Estas mudanças modificaram a dinâmica urbana da área e estabeleceram um contexto de desconforto térmico e de falta de controle urbano. Atualmente o processo de declínio urbano continua acelerado sendo observado grande número de edificações abandonadas e subutilizadas, ocupações irregulares, destruição do patrimônio público além da concentração de áreas de prostituição e venda de drogas.

É relevante também, a apatia do setor público durante o processo de degradação da área que apenas assiste o bairro sucumbir desperdiçando toda uma rede de infra-estruturas consolidadas e agora subutilizadas.

Por ser a primeira área consolidada no processo de evolução urbana de Fortaleza seu bairro central apresenta a melhor rede de infra-estrutura urbana da cidade através de completo sistema de abastecimento de água e de

esgotamento sanitário, drenagem, presença de redes de distribuição de energia elétrica, telefonia e cabeamento lógico.

A consolidação urbana do bairro por outro lado, estabeleceu um cenário desfavorável a adequação às condições climáticas locais. O alto índice de pavimentação do solo, adoção de elementos construtivos de grande capacidade térmica, contínua perda da cobertura vegetal, modelo de ocupação do solo muito adensado e pouco permeável a ventilação natural e a intensa atividade antrópica são características que contribuem com o desconforto térmico sentido na região central de Fortaleza. A percepção desta situação é reforçada por alguns trabalhos científicos desenvolvidos no bairro bem como por relatos da própria população usuária deste espaço da cidade.

### **3.Revisão bibliográfica**

#### 3.1.Clima Urbano

##### 3.1.1.O estudo do Clima urbano

As diferenças ambientais entre cidade e área rural já vem sendo percebidas desde a época dos romanos. As mudanças produzidas na composição do ar foram os primeiros efeitos reconhecidos decorrentes da urbanização.

A partir do século XVII o desenvolvimento de equipamentos possibilitou observações meteorológicas regulares e sistemáticas. Nesta época registraram-se as primeiras alterações dos elementos climáticos decorrente do crescimento das cidades.

Todavia os primeiros estudos sobre clima urbano só se realizaram no início do século XIX tendo como cenário a cidade de Londres. Em 1818 o químico Luke Howard publicou um estudo observando em primeira mão diferenças entre a temperatura na cidade e no meio rural. A expansão das redes de estações meteorológicas na segunda metade do século XIX na França e Alemanha proporcionou um avanço nas pesquisas sobre o clima urbano.

Segundo Garcia (1993), outro fator a fomentar estudos sobre o clima nas cidades foi à introdução de veículos a motor. O automóvel tornou-se essencial como ferramenta à medida que facilitava a realização de medições de campo possibilitando uma cobertura de vastas glebas urbanas bem como, reduzindo o tempo das medições proporcionando maior simultaneidade aos dados obtidos. Desta forma, permitiu-se comparar dados de diferentes áreas da cidade e inclusive áreas rurais empregando maior precisão nas análises.

Após a 2ª Grande guerra mundial o crescimento das grandes cidades, a consolidação de regiões metropolitanas e a crescente industrialização resultaram na multiplicação de estudos sobre o clima urbano. Muitos trabalhos

foram desenvolvidos na América do Norte e Japão levando em consideração a temperatura do ar como principal variável climática. Destacaram-se nesta época os estudos de Landsberg(1956) e Chandler(1965) conforme evidencia Monteiro(2003). *The Climate of Towns*, título do estudo de Landsberg apresenta a primeira síntese sobre os estudos do clima nas cidades representando um marco para a história da climatologia. O estudo de Chandler foi uma monografia sobre as alterações climáticas em Londres que ganhou notoriedade no período.

De maneira geral os estudos desta época concentravam-se na análise horizontal de alguns elementos climáticos com predominância a temperatura do ar. Esta geralmente era relacionada com o uso do solo urbano; com as variações de temperatura do ar urbano-rurais e as condições de tempo predominantes; na exploração do efeito do tamanho da cidade em tais diferenças e na investigação da extensão vertical da influência urbana (ASSIS, 2003).

O aumento do número de grandes cidades e decorrentes problemas ligados ao aumento da concentração de poluentes no ar possibilitou durante a década de 60 e início dos anos 70 estudos climáticos focados na atmosfera urbana patrocinados principalmente pela Organização Mundial de Meteorologia (WMO).

Os estudos sobre o clima urbano surgiram no Brasil a partir do fim da década de 60 impulsionado pela perda da qualidade ambiental nas cidades. Várias escalas de cidade, sendo a maioria situada na região centro-sul, foram alvos de pesquisas que se intensificaram por todo o território nacional até a década de 90. Destacam-se, dentre os estudos os trabalhos de Monteiro (1976), Tarifa (1977), Sampaio (1981) e Lombardo (1985).

Porém, Assis (2005) enfatiza que enquanto a pesquisa nos países desenvolvidos vem se aprofundando na modelização física e numérica, a maior parte dos estudos em áreas tropicais ainda focaliza principalmente a abordagem descritiva das ilhas de calor e da qualidade do ar, com pouca atenção à abordagem de balanço energético, modelamento e desenvolvimento de aplicações para o planejamento urbano.



### 3.1.2. Escalas climáticas

Segundo Oke (2004) um estudo climático pode se situar em 3 escalas diferentes: meso, local e micro.

A escala mesoclimática compreende o clima regional originado, sobretudo em decorrência das características topográficas e da latitude. Sofre influência das massas térmicas e do mar descrevendo o clima genérico de uma região ou país. São levadas em consideração dados de insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura e umidade, obtidas em estações meteorológicas.

A escala local é formada pelas médias climáticas de dados durante 30 anos (clima local) junto com parâmetros da evolução urbana. Estes dados geralmente são fornecidos por estações meteorológicas dentro do perímetro urbano.

A micro-escala, na qual se insere este estudo, considera o microclima decorrente de uma superfície ou objeto. Nesta escala os elementos meteorológicos são influenciados muito mais pelos fatores do entorno imediato do que pelos fatores climáticos locais.

De acordo com Oke (2004), distingue-se, na atmosfera sob influência urbana, entre a camada limite urbana, a camada de cobertura urbana e a pluma urbana. A camada limite urbana (*urban boundary layer*) é a camada criada em consequência do deslocamento do ar através de uma superfície rugosa e rígida e da elevação convectiva das bolhas de ar; é a camada mais próxima à superfície urbana e recebe toda a influência térmica. A camada urbana no nível das coberturas (*urban canopy layer*) corresponde ao setor localizado entre uma fileira de edifícios que apresenta uma mescla dos microclimas produzidos pelo entorno mais imediato. A *UBL* se localiza acima da *UCL* e suas características são alteradas pela presença do tecido urbano.

### 3.1.3. Clima urbano

Os assentamentos humanos modificaram micro-climas para atender necessidades características diante das diferentes condições locais. A qualidade de vida, o conforto ambiental, e em vários casos a própria sobrevivência estavam sujeitos as habilidades de construção com o qual edifícios e a dinâmica do lugar tornaram possível a adequação aos diferentes ambientes climáticos (HOUGH, 1998).

O atual e acelerado processo de urbanização, iniciado no século XIX desequilibrou a harmonia de convivência existente entre o homem e o meio ambiente. Este quadro é uma das principais causas das alterações proporcionadas ao ambiente natural. Tais mudanças são refletidas na constante mutação da morfologia das cidades através da alteração de sua topografia original, do aterramento e canalização de recursos hídricos, da impermeabilização do solo, da remoção da vegetação nativa dentre outras.

A alteração do clima local é uma das conseqüências deste processo insustentável de desenvolvimento urbano apresentado pela maioria das cidades.

O comportamento diferenciado das variáveis climáticas: a temperatura, a quantidade de vapor d'água no ar, a velocidade do vento, a quantidade de radiação solar e a quantidade de precipitação estão relacionados à influência direta da forma da cidade. As massas compactas e edificadas, os tipos de pavimentação e as atividades desenvolvidas pelos seus habitantes são as principais causas do desequilíbrio climático com a área rural (LAWRY, 1967).

Tendo em vista tais considerações, Chandler (1976) afirma que o adensamento das cidades em paralelo ao seu desenvolvimento descompromissado implicam nas modificações das características da camada limite atmosférica. O que se observa nas áreas urbanas é a constante substituição das superfícies e formas naturais pelas artificiais descaracterizando, as propriedades físicas e químicas e processos aerodinâmicos, térmicos, hidrológicos e de troca de massas que ocorre na camada limite atmosférica. Como decorrência as características meteorológicas do ar no interior e imediatamente acima das áreas urbanas são

demasiadamente modificadas para criar um diferente tipo de clima, que se convencionou designar como clima urbano.

Segundo Monteiro (2003) a cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local.

O clima urbano, para Oke (1996), é uma modificação substancial de um clima local, resultado das condições particulares do meio ambiente urbano, sejam pela sua rugosidade, ocupação do solo, orientação, permeabilidade e propriedades dos materiais constituintes, entre outros fatores.

Para Monteiro (1976) clima urbano, entendido como síntese das relações decorrentes do entrosamento e articulação entre os fatos naturais e urbanos, é abordado como um sistema: *aberto* - uma vez que é sujeito à entrada e saída de energia; *singular* - pois restrito à cidade; *complexo* - dado à variedade e intensidade de relações que nele se estabelecem; *evolutivo* - pois segue a dinâmica do fato urbano bem como a climática, e ainda *auto-regulável* - visto ser passível de ações de *feedback* por parte do Homem.

Segundo Oliveira (1993), o clima urbano é definido pelas características do clima regional, pela forma urbana e pelas atividades humanas desenvolvidas na cidade. Suas principais características consistem: no aumento da temperatura, na diminuição da umidade relativa, em uma maior nebulosidade e precipitação, e uma diminuição da velocidade do vento além do aumento de turbulências (Garcia, 1999 apud Costa, 2007).

Contribuindo com esta afirmação Lombardo (1985) afirma ainda que, a cidade modifica o clima através de alterações complexas na superfície, podendo alterar a ventilação, umidade e precipitações, resultando, na maioria das vezes, em condições adversas.

Spirn (1995) afirma que todas as cidades, em razão do adensamento populacional, dos edifícios e da queima de combustíveis, alteram o caráter de seu clima original e poluem o ar.

O clima urbano destaca-se como categoria a parte, diferenciando-se do clima local pela influência dos materiais utilizados na construção da superfície urbana, muito diferentes das superfícies naturais originais (ROMERO, 2001).

As principais alterações climáticas locais produzidas pela cidade são para Landsberg (1981) segundo o quadro abaixo:

**Quadro 1: Características do Clima Urbano**

<i>Elemento</i>	<i>Comparando a ambientes rurais</i>	
<b>Poluentes</b>	<b>Núcleos de condensação</b>	<b>10 vezes mais</b>
	<b>Particulados</b>	<b>10 vezes mais</b>
	<b>Misturas Gasosas</b>	<b>5 a 25 vezes mais</b>
Radiação	Total em superfície horizontal	0 a 20% menos
	Ultravioleta, inverno	30% menos
	Ultravioleta, verão	5% menos
	Duração da luz solar	5 a 15% menos
<b>Nebulosidade</b>	<b>Nuvens</b>	<b>5 a 10% mais</b>
	<b>Fog, inverno</b>	<b>100% mais</b>
	<b>Fog, verão</b>	<b>30% mais</b>
Precipitação	Quantidades	5 a 15% mais
	Dias com menos de 5 mm	10% mais
	Tempestades	10 a 15% mais
<b>Temperatura</b>	<b>Média anual</b>	<b>0,5 a 3° C mais</b>
	<b>Mínima de inverno (média)</b>	<b>1 a 2° C mais</b>
	<b>Máxima de verão</b>	<b>1 a 3° C mais</b>
	<b>Dias com uso de aquecimento</b>	<b>10% menos</b>
Umidade Relativa	Média anual	6% menos
	Inverno	2% menos
	Verão	8% menos
<b>Velocidade do vento</b>	<b>Média anual</b>	<b>20 a 30% menos</b>
	<b>Rajadas de ventos</b>	<b>10 a 20% menos</b>
	<b>Calmaria</b>	<b>5 a 20% mais</b>

Fonte: Adaptado de Landsberg(1981) apud SPIRN(1995).

Para Monteiro (2003) o clima urbano admite uma visão sistêmica com vários graus de hierarquia funcional e diferentes níveis de resolução sem desincompatibilizá-lo completamente um dos outros (Quadro 3.1). Os canais de percepção humana devem sempre constituir o referencial dos problemas e

valores dos fatos geográficos gerando o sistema clima urbano (S.C.U.). O conforto térmico nos espaços urbanos abertos será a área de enfoque deste estudo.

**Quadro 2:** Sistema Clima Urbano (S.C.U.)  
Articulação dos sistemas segundo os canais de percepção

<b>Subsistemas</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>Caracterização</b>	<b>Termodinâmico</b> <b>Conforto térmico</b>	<b>Físico-Químico</b> <b>Qualidade do ar</b>	<b>Hidrometeorológico</b> <b>Impacto meteórico</b>
<b>Fonte</b>	Atmosfera Radiação Circulação horizontal	Atividade urbana Veículos auto-motores Industrias	Atmosfera estados especiais
<b>Trânsito no Sistema</b>	Intercâmbio de operador e operando	De operando ao operador	Do operador ao operando
<b>Mecanismo de ação</b>	Transformação do sistema	Difusão do sistema	Concentração do sistema
<b>Projeção</b>	Interação do núcleo ao ambiente	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
<b>Desenvolvimento</b>	Contínuo(permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódio(eventual)
<b>Observação</b>	Meteorológica especial trabalho de campo	Sanitária e meteorológica especial	Meteorológica hidrológica trabalho de campo
<b>Correlações disciplinares e tecnológicas</b>	Bioclimatologia Arquitetura e Urbanismo	Engenharia sanitária	Engenharia sanitária e infra-estrutura urbana
<b>Produtos</b>	Ilha de calor Ventilação Aumento de precipitação	Poluição do Ar	Ataques a integridade urbana
<b>Efeitos diretos</b>	Desconforto e redução do desempenho humano	Problemas sanitários Doenças respiratórias, oftalmológicas etc.	Problemas de circulação e comunicação urbana
<b>Reciclagem adaptativa</b>	Controle do uso do solo Tecnologia de conforto habitacional	Vigilância e controle dos agentes de poluição	Aperfeiçoamento da infra-estrutura urbana, regularização fluvial
<b>Responsabilidade</b>	Natureza e Homem	Homem	Natureza

Fonte: Adaptado de Monteiro, 2003.

Apesar de o vento, a radiação e a precipitação serem os componentes microclimáticos mais alterados pela paisagem urbana (BRONW; GISELLSPIE, 1995 apud Costa, 2007) o fenômeno da ilha de calor é o principal processo de modificação climática observado no ambiente urbano. As conseqüências deste

fenômeno no ambiente atmosférico implicam em modificações no clima das cidades em comparação ao seu entorno natural e rural.

O calor se concentra com maior intensidade perto do centro de massa das cidades. Este comportamento gera um sistema de trocas de calor com a área rural que estabelece alguns fenômenos comuns de ambientes urbanos. Destacam-se a abóbada de poeira e as neblinas. O conjunto de todos estes problemas resulta na alteração dos padrões de temperatura urbano originando as ilhas de calor (LAWRY, 1967).

Para Spirn (1995) a área central da cidade, com seus edifícios altos e próximos uns dos outros, em ruas estreitas com pátios confinados, forma tipicamente o centro da ilha de calor. Ali, a capacidade térmica dos edifícios e da pavimentação é maior, e menor circulação do ar.

Santamouris (1997) destaca que as variações de temperatura do ar entre o interior dos conglomerados urbanos é maior que a temperatura de seu entorno rural podendo variar em até dez graus de diferença. Esta condição resulta em um fenômeno denominado ilha de calor. Suas principais causas estão relacionadas ao clima, topografia e morfologia urbana. Condições climáticas de curto período, o corte de árvores e o aumento da urbanização e industrialização têm agravado a intensidade da ilha de calor.

Em regiões de clima quente, como em grande parte do Brasil, as ilhas de calor podem intensificar a demanda de energia e conseqüente geração de calor para a atmosfera no processo de resfriamento dos ambientes.

As principais causas para a formação da ilha de calor são definidas por vários autores (LAWRY, 1967; OKE, 1982; LOMBARDO, 1985) como:

- Os materiais de revestimento horizontais e verticais das cidades absorvem, armazenam e irradiam maior quantidade de calor ao ambiente que os terrenos naturais;
- as diferentes formas e orientações das estruturas urbanas causam interferência no regime de ventilação natural além de, poder ampliar a quantidade de calor na atmosfera urbana;

- o calor gerado pelas atividades humanas;
- menor evaporação da umidade do solo conseqüente do rápido escoamento das águas geradas pelas precipitações;
- grande quantidade de partículas contaminantes no ar: sólidas, líquidas e gasosas;
- redução do fluxo de calor latente e o aumento do calor sensível em função da reduzida superfície líquida e das áreas verdes no tecido urbano, resultando na diminuição da umidade e menor evaporação;

Uma vez detectado o fenômeno da ilha de calor, Garcia (1999) afirma sua caracterização é estabelecidas por três parâmetros: sua intensidade, sua forma ou configuração e a localização de sua máxima térmica. Estas características variam para cada cidade em função de quatro tipos de fatores:

- Temporais: fazem referência ao momento do dia e a época do ano;
- Meteorológicos: relativos ao estado do tempo;
- Geográficos: ligados a localização da cidade, incluindo sua topografia;
- Urbanos: características morfológicas de cada cidade.

#### 3.1.4 O estudo do clima urbano em Fortaleza

Os estudos sobre o clima urbano na cidade de Fortaleza se iniciaram em 1989. De lá para cá várias pesquisas foram realizadas apresentando diversas metodologias e graus de abordagem distintos.

Os trabalhos analisados neste tópico concentram-se na abordagem termodinâmica abordada em diferentes áreas do conhecimento: Geografia, Arquitetura e urbanismo e engenharia estatística.

Dentre as pesquisas analisadas foram consideradas o projeto Tempofor (1990), MAIA et al (1996), SANTANA (1997), XAVIER (1996, 2000), PETALAS (2000), MALVEIRA (1998, 2003), HISSA (2002), SOUZA (2002) e MOURA & SALES (2005).

O projeto Tempfor compreende um relatório de impacto ambiental requisitado para a implantação do METROFOR, visando à obtenção de dados climáticos locais no entorno das estações ao longo deste novo sistema de transportes, situado em grande parte na área central da cidade.

Maia et al (1996) procurou identificar anormalidades na intensidade dos ventos relacionando com o comportamento da temperatura do ar tendo como base a série climatológica da FUNCEME. O resultado dos estudos indicou três padrões de variação da velocidade média do vento na cidade de Fortaleza, sendo dois naturais, correspondentes à variação sazonal, e um terceiro resultado das alterações decorrentes da forma do ambiente construído.

Santana (1997) apresenta o trabalho mais completo e relevante para a compreensão do clima da cidade de Fortaleza. Tal aspecto deve-se ao tratamento do tema considerando a sua dimensão espaço temporal com o uso das escalas micro e meso-climática relacionando estas a morfologia da zona urbana. Diante do número reduzido de pontos de medição, a falta de registros com perfis 24h e de comparações em períodos típicos, não foi possível a identificação do fenômeno da ilha de calor.

Xavier (1996 e 2001) observou a possibilidade da presença de ilhas de calor no tecido urbano desta cidade. Para a autora, no período compreendido entre 1974 e 1995, foram observadas alterações nas variáveis climáticas passíveis de influência direta pelo ambiente urbano, mais especificamente a velocidade do vento, umidade do ar e evaporação. No caso da temperatura do ar, foi detectada sutil tendência de aumento nos últimos anos, o que poderia relacionar-se com a presença da ilha de calor em Fortaleza.

Petalas (2000) abordou mais especificamente sobre os efeitos da urbanização da capital cearense sobre os parâmetros climáticos das estações INMET-PICI, área menos urbanizada (70hab/há), e da FUNCEME, cuja área na cidade apresenta ocupação do solo mais adensada (150 hab/há). O trabalho constatou, a partir de análise estatística, que ocorrem alterações climáticas entre as estações e que a estação da FUNCEME apresenta um número maior de alterações no perfil das variáveis coletadas que o INMET-PICI.



O trabalho desenvolvido por Hissa (2000) teve como objetivo a abordagem bioclimática no âmbito habitacional, analisando sensações dos usuários quanto ao conforto térmico em três edifícios multifamiliares localizados nos bairros Aldeota e Meireles, zona de alto adensamento populacional e construtivo. O trabalho é relevante por apresentar estratégias construtivas compatíveis com a realidade climática em questão, considerando a inserção da técnica da geometria solar para identificar a incidência do sol sobre as edificações e a resposta dessas formas sobre o conforto térmico, além de propor parâmetros básicos a serem considerados no projeto de edifícios na zona urbana de Fortaleza.

Moura et al (2006) ressalta que os estudos de clima urbano em Fortaleza ocorreram de forma concentrada principalmente nos bairros do Centro, Aldeota e Meireles contribuindo para um desequilíbrio na distribuição das análises em todo o tecido urbano da cidade. Nenhum trabalho conseguiu definir ou apontar a existência de ilhas de calor em Fortaleza.

### 3.1.5Clima da região em estudo

As condições climáticas de Fortaleza, segundo Gaussen, enquadram-se no tipo bth, com clima tropical quente e seco médio, seco de inverno, e índice xerotérmico entre 100 e 150, apresentando de 5 a 6 meses secos. Conforme a classificação de Kopper, o clima de Fortaleza é do tipo AW', que equivale ao macroclima da faixa costeira de clima tropical chuvoso-quente e úmido, com chuvas de verão e precipitações máximas no outono. (IPLANCE, 1993).

Por situar-se em uma Zona de Convergência Inter-tropical, a cidade apresenta elevados índices de insolação e radiação solar, influenciando a temperatura, a evaporação e a luminosidade (veja Tabela 1). Há predominância dos ventos alísios de sudeste, entretanto, a maior influência é exercida pela direção leste e pelas brisas marítimas, responsáveis pelo alívio do calor nos períodos mais quentes (PETALAS, 2000).

**Tabela 1:** Normais climatológicas (1966/1998).

<b>Parâmetros climáticos</b>	<b>Normal</b>
Temperatura média (°C)	26,7
Temperatura máxima (°C)	30,2
Temperatura mínima (°C)	23,5
Umidade relativa (%)	79
Evaporação (mm)	2.527,6
Precipitação (mm)	1.642,4
Nebulosidade (0/ 10)	5,2
Insolação (hora/ mês)	2.776,4
Radiação solar (cal/ cm <sup>2</sup> / mês)	147.592
Velocidade do vento (m/s)	3,9

Fonte: INEMET-UFC

Em Fortaleza a precipitação media anual é de aproximadamente 1.378,3 mm, com 140 dias chuvosos por ano. Nos meses de janeiro a julho, ocorre uma maior densidade pluviométrica de quase 90% do total anual (1.196 mm), sendo que o trimestre compreendido entre os meses de fevereiro, março e abril alcançam o máximo de precipitação. No segundo semestre, a distribuição das chuvas se caracteriza de modo irregular e escasso, atingindo níveis de 257,9 mm, com os meses de setembro à novembro sendo considerados os mais secos.

Em relação à temperatura do ar, especificamente na zona litorânea, essa varia em média na ordem de 26° C à 27° C, com máximas situando-se entre 31° C e 32° C, e amplitudes térmicas diurnas correspondentes a 10° C. Os meses de outubro, novembro e dezembro representam o trimestre mais quente, enquanto que de julho a agosto ocorre as temperaturas mais amenas. A evapotranspiração real (ER) corresponde a valores médios anuais inferiores a 1.000mm, apresentando os maiores índices mensais no período de fevereiro à junho, quando assume valores similares aos da evapotranspiração potencial (EP), congruentes ao período de armazenamento de água no solo.

Apresenta ainda, um alto índice de umidade relativa do ar com mínima de 73% e máxima de 82%, oscilando conforme o regime pluvial. Tal fato deve-

se especialmente à influência marítima e sua alta taxa de evaporação em média 2.300 mm/ano.

Os ventos alísios que sopram do quadrante leste, e flutuam em direção aos pontos NE e SE, são predominantes nas áreas litorâneas do município. As maiores velocidades ocorrem no segundo semestre, quando os valores médios situam-se entre 3m/s e 4 m/s, sendo reduzidas no primeiro semestre, principalmente antes do período chuvoso.

Em termos de insolação, a área estudada apresenta uma média de exposição de aproximadamente 2.650 a 3.000 horas/ano. No decorrer do ano a incidência de luz solar atinge em médias menores valores, em torno de 6 horas/dia, nos meses de maior pluviosidade e, no auge do período de estiagem, situa-se na faixa de 9 horas/dia.

Sobre as taxas de evaporação pode-se dizer que são altas, resultantes de elevadas temperaturas e intensa radiação solar na cidade.

### 3.2 Aspectos físico-ambientais que influenciam o clima

O estudo da configuração e da estrutura exterior de um objeto é segundo Lamas (1993), o que define o termo morfologia. Para o autor o objeto final da concepção urbana ou a forma, é constituído por unidades ou partes físicas associadas e estruturadas. Desta maneira, define os elementos morfológicos em três escalas espaciais:

- A dimensão setorial ou escala da rua composta pelos edifícios, o traçado da via, cobertura vegetal, desenho do solo e mobiliário urbano;
- A dimensão urbana ou escala do bairro, compreendida pelo traçado das vias e praças, os quarteirões, monumentos, jardins e áreas verdes;
- A dimensão territorial ou escala urbana, elementos morfológicos definidos pelos bairros, grande sistema viário, grandes áreas verdes e as estruturas físicas e geográficas da paisagem.

Givoni (1998) a partir de uma abordagem climática identifica os elementos morfológicos da cidade que influenciam o clima local. Para o autor os principais fatores são: a localização da cidade no âmbito regional, a dimensão da cidade, a densidade construída, uso e ocupação do solo urbano, altura das edificações, orientação e largura das vias, a presença de áreas verdes e inclusive, detalhes arquitetônicos que afetam as condições exteriores.

Pôde-se constatar a forte relação entre o desenvolvimento de ambientes térmicos urbanos e a morfologia de seu entorno, evidenciando a importância do conhecimento climático como determinante no processo de planejamento urbano, especialmente em regiões tropicais. Segundo a abordagem metodológica de Katzschner (1997) a seguir seguem os atributos morfológicos urbanos considerados neste estudo.

### 3.2.1 Topografia

Topografia está relacionada com a variação das altitudes do terreno. Esta situação pode interferir diretamente no regime dos ventos locais, no ângulo de incidência solar e no escoamento das águas pluviais.

A intensidade da ventilação aumenta à medida que se alcançam altitudes mais elevadas demonstrando que a topografia é uma característica do sítio que pode atuar como barreira e redirecionamento dos ventos (MASCARÓ, 1985).

A forma do relevo também emprega repercussões no comportamento da ventilação. Glebas planas pouco influenciam a direção dos ventos; curvas de nível paralelas ao caminho da ventilação repercutem no aumento da velocidade através do efeito de canalização; as perpendiculares aumentam o atrito com as superfícies diminuindo sua intensidade, e as inclinadas definem um comportamento intermediário da ventilação natural.

Outro fator importante da forma do relevo é a declividade. Ela determina maiores ou menores trocas de calor com o ambiente climático. Quanto maior a declividade, maior a superfície de contato com o meio e maiores as trocas

térmicas decorrentes à sua projeção em plano horizontal (OLIVEIRA, 1993). De maneira geral declividades médias, altas ou muito altas diminuem a possibilidade do alcance do conforto ambiental em qualquer tipo de clima repercutindo ainda em um maior consumo energético decorrentes aos deslocamentos humanos.

### 3.2.2 Uso do solo

A cidade tem muitas fontes adicionais de calor resultantes das atividades antropogênicas. Os diferentes usos e atividades humanas desenvolvidos pelo homem no espaço urbano implicam em alterações climáticas significativas. Áreas industriais, comerciais e de serviços geram maior transmissão de calor ao ambiente além de causar maior poluição atmosférica. Esta situação é oriunda principalmente do tráfego de veículos e do funcionamento dos equipamentos necessários a realização das diferentes atividades (climatização de ambientes, produção industrial, etc.). Já, áreas verdes, zonas residenciais pouco adensadas e até mesmo a presença de corpos hídricos minimizam os impactos da ocupação humana colaborando com a melhoria das condições ambientais relativos ao clima local.

Os espaços urbanos ocupados pelos diferentes usos podem comprometer o desempenho das variáveis climáticas. A alta densidade construída pode modificar o regime de ventilação local através da pouca porosidade do tecido urbano além de possibilitar um aumento da temperatura do ar pelo maior número de superfícies sujeitas à absorção de calor.

### 3.2.3. Altura das edificações

A verticalidade relativa à altura dos edifícios deve ser analisada: quanto à carga térmica absorvida pelas superfícies verticais devido à insolação e as atividades antrópicas realizadas além do consumo energético para sua manutenção. Desta forma a relação entre o aumento de massa construída, a redução nas perdas térmicas convectivas (redução da ventilação) e o aumento de temperatura nos centros urbanos são, geralmente, efeitos decorrentes do processo de verticalização e construtivo.

A rugosidade da superfície urbana é outro fator a ser considerado no processo de verticalização construtiva nas cidades. Ambientes urbanos que apresentam uma maior diversidade na altura de suas edificações estão sujeitas a um aumento das perdas térmicas por convecção, dispersão dos poluentes atmosféricos e em climas quentes o sombreamento proporcionado pelas construções.

Segundo Oliveira (1993) o grau de rugosidade da forma urbana está associado a três fatores principais: a diversidade de alturas das edificações, o índice de fragmentação das áreas construídas e do diferencial de alturas encontradas.

No caso das cidades brasileiras o processo de verticalização vem desenvolvendo uma série de impactos negativos ao ambiente urbano. A falta de controle neste processo resulta em média uma cidade pouco rugosa diminuindo a penetração da ventilação e da insolação no meio urbano.

#### 3.2.4. Densidade construída

O grau de densidade construída é outro fator relevante na formação dos microclimas urbanos. Áreas mais ou menos densas podem interferir diretamente na qualidade ambiental dos espaços urbanos. Porém, esta condição vai variar de acordo com o tipo de clima em cada situação abordada.

Segundo Romero (2001) o clima quente e úmido, por exemplo, exigem ocupações menos densas com maiores recuos entre as edificações possibilitando maior permeabilidade a ventilação natural e maior sombreamento entre as construções. Já o clima quente e seco determina a necessidade de maior compactação construtiva inclusive com ausência de recuos. Esta condição diminui a exposição das superfícies edificadas a radiação solar direta bem como, reduz a possibilidade da penetração do vento seco e quente no interior dos ambientes urbanos e edificações.

A relação da forma de ocupação do solo pode ser definida através do critério de porosidade. Áreas mais porosas são mais suscetíveis a permeabilidade da ventilação natural em contraponto as áreas menos porosas (OLIVEIRA, 1993).

A densidade construída repercute ainda como parâmetro mais adequado para a compreensão da ilha de calor em detrimento a diversos estudos que utilizaram o número populacional para a compreensão dos fenômenos de aquecimento urbano (GIVONI, 1998).

Segundo Duarte (2002) o perfil da cidade pode maximizar o acesso da luz natural nas ruas e nos edifícios, e tirar proveito dos ventos para manter a cidade mais fresca e com ar mais limpo. Desta forma é possível se planejar uma área urbana de alta densidade, formada pela mistura de edifícios altos e baixos, com melhores condições de ventilação do que uma área com menor densidade, mas com edifícios da mesma altura.

### 3.2.5. Área verde

A vegetação desempenha diversas funções como componente do espaço urbano, como: ornamentais, paisagísticas, controle de ruídos e filtragem da poluição atmosférica, bem como elemento modificador do microclima, de modo a adequar o comportamento térmico do arranjo urbano. Além disso, a presença da vegetação tem implicações termodinâmicas que repercutem decisivamente no desempenho energético da cidade (BARBOSA, 2003).

A vegetação reduz a temperatura do ar por sombreamento direto das superfícies, diminui o ganho de calor solar através da evapotranspiração das plantas e conversão da radiação solar incidente para calor latente (DIMOUDI; NIKOLOPOULOU, 2003).

Para Mascaró (1996), os fluxos de ar no ambiente arborizado bem como o seu porte, podem definir o desempenho da vegetação como amenizador térmico. Desta forma, os diferentes espaços urbanos abertos como praças,

parques ou canteiros com presença de cobertura vegetal podem interferir no comportamento das variáveis climáticas locais, possibilitando a circulação de ar no nível dos pedestres, a diminuição da temperatura do ar, a permeabilidade de água no solo, entre outros.

É importante destacar que a presença de áreas verdes na cidade deve ser efetivada de forma equilibrada. Deve-se favorecer uma distribuição pulverizada no ambiente urbano em detrimento a concentração em grandes parques ou áreas de reserva florestal. Desta forma se consegue que os benefícios da cobertura vegetal, distribuída em pequenos parques, tenham um maior alcance, favorecendo diversas áreas e conseqüentemente um maior número de habitantes.

#### 3.2.6. Revestimento do solo

Os materiais construtivos que compõe as superfícies urbanas apresentam em geral uma capacidade térmica elevada. Esta situação proporciona um aquecimento em graus mais elevados do que de um solo natural, bem como um atraso no seu resfriamento, resultando no desenvolvimento das ilhas de calor. Em países de clima quente, como o Brasil, as ilhas de calor representam um problema, pois podem intensificar a demanda de energia para resfriamento dos ambientes. Geralmente, a manifestação da ilha de calor ocorre com maior intensidade nos centros mais adensados das cidades, devido à maior verticalização e ao pouco espaço entre as edificações.

É geralmente perceptível a influência que o tipo de revestimento do solo exerce sobre o clima urbano. Neste sentido, as principais características destes revestimentos são seus coeficientes de absorção a radiação solar (função das cores: as mais escuras absorvem mais radiação), suas capacidades de armazenar calor (inércia térmica) e seus índices de impermeabilidade. Nas cidades brasileiras tem-se observado um aumento preocupante de revestimentos escuros e impermeáveis como o asfalto, por exemplo (RORIZ, 2003).



O uso de materiais de alto albedo diminui a quantidade da radiação solar absorvida pelas estruturas urbanas mantendo suas superfícies resfriadas. As Radiações de ondas curtas (diretas do sol) e ondas longas (refletidas pelas superfícies) são facilmente dissipadas por materiais de alta emissividade. As temperaturas superficiais mais baixas contribuem para diminuir a temperatura do ar do ambiente, uma vez que as trocas de calor por convecção de uma superfície mais fria é menor. Esta situação, aplicada às cidades de clima quente, podem refletir expressivas reduções de temperatura do ar tendo um impacto significativo no consumo de energia para resfriamento nessas áreas urbanas. (SANTAMORIS, 1997).

### **3.3. Clima urbano e planejamento**

Os anos 90 foram marcados pela incorporação de novos parâmetros ao planejamento urbano. Entre eles ganha destaque a inserção da variável ambiental como diretriz direta no embasamento para novas legislações urbanísticas de uso e ocupação do solo.

As condições humano-biometeorológicas são consideradas cada vez mais importantes no processo de planejamento urbano. Utilizando-se a definição de clima urbano ideal de Meyer (1990) podemos determinar os atributos do clima urbano do ponto de vista da poluição do ar, bem como do complexo térmico de onde são definidas as condições humano-biometeorológicas (KATZSCHNER,1997).

Nesse contexto, sabe-se que a qualidade, quantidade e forma de uso dos espaços públicos urbanos são determinadas, em grande parte, por suas condições microclimáticas, e que as decisões de desenho, como tipo de superfície, geometria do espaço e a presença ou não de vegetação, são importantes para a determinação da qualidade bio-ambiental de espaços exteriores (LEVERATTO, 1999).

Uma contribuição de grande importância para o desenvolvimento sustentável das áreas urbanas é traduzir os resultados de análises

bioclimáticas realizadas em campo em ações aplicáveis de planejamento urbano (COSTA, 2007).

É extremamente importante a ampliação dos conhecimentos na área de climatologia urbana de modo a subsidiar o planejamento e o desenho das cidades para a melhoria das condições térmicas e de salubridade nos espaços urbanos (TORRES, 2003).

Nakagawa (1996), inclusive, levantou a possibilidade de controlar a qualidade do clima urbano através, basicamente, de três elementos do planejamento e projeto: *arranjo dos edifícios, áreas verdes urbanas e corpos d'água*.

Garcia (1993) afirma que o clima urbano é particularmente importante, pois seu conhecimento é indispensável para se desenhar qualquer plano ou projeto que envolva a ordenação do espaço urbano.

Apesar de vários estudos desenvolvidos sobre o clima urbano no Brasil, poucas conclusões foram colocadas em prática. Surgiram bons métodos de diagnóstico, mas difíceis de serem aplicados ao planejamento. A carência real é uma metodologia quantitativa, incorporando todo sistema (DUARTE, 2002).

Por outro lado as abordagens qualitativas do clima urbano podem, num primeiro momento, gerar modelos empíricos que ajudam a entender as relações básicas e o peso que as variáveis consideradas têm numa determinada área urbana, sob determinada condição climática.

No Brasil, os estudos desse tipo são mais recentes, sendo a maioria deles desenvolvidos por arquitetos.

Assis (1990) correlacionou dados de temperatura máxima e mínima do ar de 4 estações climatológicas localizadas dentro do município de Belo Horizonte, MG, com a *densidade de ocupação do solo*, o *percentual de cobertura vegetal de porte arbóreo* e a *tipologia de edifícios*.

Duarte (2002) verificou o grau de correlação entre variáveis mais ligadas à legislação urbana, tais como a *taxa de ocupação*, o *coeficiente de aproveitamento*, a presença de *água* e de *vegetação*, com a temperatura do ar na cidade de Cuiabá, MT.

Roriz e Barbugli (2003) também relacionaram algumas variáveis da ocupação urbana na cidade de Araraquara, SP, à variação de temperatura do ar e umidade relativa.

Santos et al (2003) correlacionaram as variações de temperatura e umidade do ar de uma área da cidade de Belo Horizonte ao *fator de visão de céu* e à *massa construída* de 5 recintos urbanos diferentes dentro dessa área, verificando a influência da geometria urbana e da inércia térmica respectivamente representados por aquelas variáveis.

Costa (2007) estudou a influência da cobertura horizontal da cidade de Natal – RN em relação ao comportamento das variáveis climáticas em diversos pontos do ambiente urbano. Foram consideradas as características térmicas dos materiais de revestimento do solo, as áreas permeáveis e impermeáveis, a densidade construída e a identificação das atividades humanas desenvolvidas em cada região analisada.

Pezzuto (2008) definiu um paralelo entre a morfologia do centro de Campinas-SP com e a variação dos dados climáticos locais coletados por meio de transectos em diferentes pontos desta área da cidade. Utilizaram-se como parâmetros formais a topografia, a presença de áreas verdes, o uso do solo, a altura das edificações e recobrimento do solo urbano.

### 3.3.1 Legislação: uso e ocupação do solo na área em Fortaleza

Um instrumento básico que pode contribuir com a incorporação das condições climáticas locais ao planejamento é a legislação urbana específica de cada cidade. Dentre as diversas leis que regem a gestão e a evolução urbana destaca-se a lei de parcelamento, uso e ocupação do solo como principal elo entre a ocupação humana do território urbano e seu clima.

De acordo com os objetivos desta pesquisa, já apresentados anteriormente, foi desenvolvido uma análise da legislação de uso e ocupação do solo da cidade de Fortaleza enfatizando principalmente os condicionantes urbanísticos de sua área central objeto deste estudo. A partir desta abordagem crítica foram considerados os aspectos de adequação climática presentes ou ausentes na atual legislação.

A atual legislação de uso e ocupação do solo do município de Fortaleza, contida na lei nº 7.987, tem como objetivo refletir a realidade da espacialização das atividades, a existência das redes de equipamentos e infraestrutura inclusive as expansões projetadas e se consolida através das diretrizes gerais e setoriais de desenvolvimento e de expansão do Município que contemplam a desconcentração e a descentralização das atividades.

Logo de início percebemos que não estão explícitos nos objetivos e diretrizes qualquer referência ambiental. São abordadas apenas questões relacionadas às atividades, as infra-estruturas e equipamentos urbanos sem nenhuma relação direta com as características ambientais locais incluindo os fatores climáticos.

A área central de Fortaleza de acordo com o zoneamento da lei de uso e ocupação do solo está localizada na macrozona urbanizada – ZU compreendendo uma de suas subdivisões a microzona Centro, ZU-1.

Os principais índices urbanísticos da microzona analisada são apresentados a seguir (tabela 2).

**Tabela 2:** Indicadores Urbanos da ocupação – Microzona Urbanizada - (Z.U.1).

MICROZONAS DE DENSIDADE		Taxa de permeabilidade (%)	Taxa de ocupação T.O. (%)		Índice de aproveitamento I.A.		Altura máxima da edificação (m)	Dimensões mínimas do lote	
			Residencial	Outros	Residencial	Outros		Testada	Profundidade
ZU-1	Centro	20%	60	70	1,0	3,0	95	5,00	25,00

Fonte: Lei de uso e ocupação do solo – PMF - 1996

De acordo com os indicadores urbanos estabelecidos para a zona central notamos uma correspondência direta com a atual condição de ocupação do bairro influenciada ainda pelos aspectos históricos que originaram a cidade. A lei estabelece apenas índices urbanísticos máximos e mínimos não estabelecendo possíveis relações entre eles individualizando a sua implementação apenas ao lote isolado. Esta situação implica pouca adaptação dos índices urbanísticos a condição climática local.

A taxa de permeabilidade muito baixa, por exemplo, contribui para a redução de superfícies que absorvam as águas pluviais e mantenham o armazenamento da umidade no solo bem como a disposição de áreas verdes dentro do lote.

A taxa e os índices de ocupação do solo associam-se de forma a contribuir com o adensamento construtivo já que os recuos de ocupação do lotes são definidos apenas na situação de fundo não possuindo afastamentos laterais e frontais. Desta forma, observamos como resultado uma região muito adensada dificultando a penetração da ventilação tão necessária para a minimização dos impactos decorrentes do clima local (quente-úmido).

Outro indicador urbano que contribui a pouca permeabilidade dos ventos na área central de Fortaleza é a altura máxima das edificações. Definida em 95 metros este índice coopera com a pouca rugosidade da superfície urbana da região à medida que não estabelece critérios relacionais entre a ocupação dos lotes. Este condicionante urbanístico pode definir no futuro um aumento da

densidade construída consolidando, a partir dos recuos definidos para a área, quadras ocupadas em sua quase totalidade com massas edificadas de 95 metros de altura. A desproporcionalidade entre as alturas máximas das construções e a dimensão dos espaços abertos (ruas, praças e calçadas) pode empregar no futuro problemas não só de acesso a ventilação como também a insolação dos espaços urbanos e edificações.

Concluimos a partir desta análise a pouca relação entre a legislação de uso e ocupação do solo e seus índices a situação do clima local. Não podemos considerar apenas aspectos relativos às atividades e infra-estruturas como condicionantes da ocupação da zona central. Desta forma este trabalho pretendeu contribuir com critérios para a definição de novos índices urbanísticos a serem aplicados no bairro proporcionando micro climas urbanos mais confortáveis.

## 4. Metodologia

Neste capítulo da pesquisa apresentam-se os procedimentos adotados quanto aos métodos, técnicas, materiais além da instrumentação necessária a realização deste trabalho.

Inicialmente realizou-se a elaboração do referencial teórico delineando-se as bases teóricas sobre o clima urbano, clima e planejamento urbano e morfologia das cidades e clima. Além dos conceitos, também foram considerados aspectos metodológicos relativos a pesquisas que relacionam o impacto da forma urbana no comportamento das variáveis climáticas locais. Utilizou-se nesse momento como referências bibliográficas livros, artigos científicos em anais de congressos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, *sites*, cartografias, além de diversos periódicos. Desta forma apresenta-se a seguir a estrutura metodológica a ser aplicada identificando os métodos adotados na análise do ambiente urbano e na coleta e interpretação dos dados climáticos.

### 4.1 Métodos adotados

Dois métodos foram adotados para a análise bioclimática dos espaços abertos da zona central de Fortaleza. O primeiro construído por Katzschner (1997) através de estudos desenvolvidos na Alemanha, aborda a inclusão do clima urbano como ferramenta no processo de planejamento urbano através de uma classificação qualitativa das características espaciais urbanas e conseguinte levantamento e análise quantitativa do comportamento térmico e dinâmico das variáveis climáticas.

A forma da cidade é analisada segundo este método, a partir da topografia, do uso do solo, da localização de áreas verdes, dos tipos de revestimento do solo e da altura das edificações que devem ser superpostas a fim de se identificar qualitativamente características geomorfológicas em comum. A partir desses ambientes similares realizam-se medições de

temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção e intensidade dos ventos a serem analisadas estatisticamente e relacionadas com as diferentes morfologias urbanas da área central de Fortaleza. As sensações humanas coletadas através de entrevistas também são outros aspectos abordados neste método, porém, não foram consideradas neste trabalho.

Seguindo estes procedimentos é possível obter como resultado, a serem incorporadas ao planejamento urbano, recomendações para:

- Áreas a serem protegidas por motivos climáticos;
- Áreas importantes para o microclima local, para o desenvolvimento de circulações térmicas induzidas e para condições de conforto térmico como as áreas verdes e corpos de água.
- Áreas que apresentam problemas de pouca ventilação e elevadas temperaturas do ar.

A figura 4 mostra um esquema que apresenta as etapas da metodologia a serem seguidas neste trabalho.



**Figura 4:** Fluxograma da metodologia de KATZSCHNER (1997).

Fonte: KATZSCHNER apud COSTA (2003)

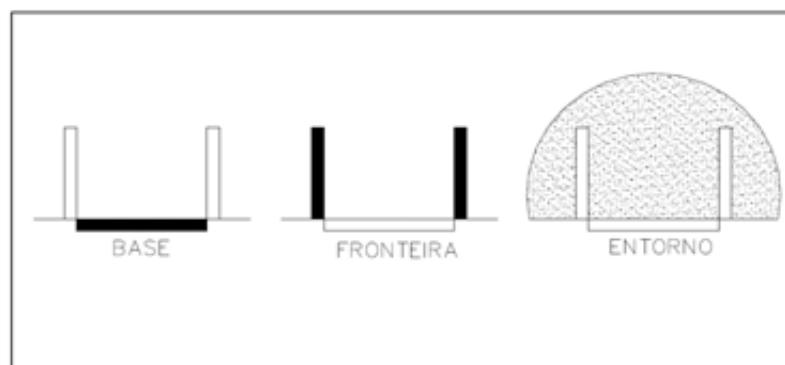


Os mapas de diagnóstico da área estudada foram elaborados a partir de uma base cartográfica cadastral complementada com informações colhidas *in loco*. De acordo com cada atributo analisado topografia, uso do solo, altura das edificações, áreas verdes e tipo de pavimentação do solo, foram definidos diferentes parâmetros que nortearam a confecção dos mapas temáticos.

Para a topografia foram consideradas as curvas de nível de 5 em 5 metros. As atividades residencial, comercial, institucional, serviços, estacionamentos, áreas abandonadas e praças foram utilizadas para a definição da carta de uso do solo. Já o gabarito das edificações foram classificadas por edificações térreas, de 2 a 4 pavimentos, de 5 a 10 pavimentos e acima de 10 pavimentos. As áreas verdes foram consideradas como relevantes a partir da área das copas das árvores. Por último a pavimentação do solo refletiu os diferentes tipos de materiais construtivos que compõe as superfícies horizontais além das áreas edificadas.

O segundo método adotado foi desenvolvido por Romero (2001) e aborda uma leitura conjunta do espaço público através de suas características físicas e ambientais. Ao mesmo tempo são analisados dados climáticos, tipologia arquitetônica, áreas verdes, superfícies de água, materiais de construção além das atividades realizadas. O resultado desta análise pode ser considerado como uma importante ferramenta de planejamento urbano à medida que estabelece qualitativamente um perfil bioclimático dos espaços abertos.

Para a aplicação desta metodologia Romero (2001) define o espaço público em três diferentes categorias de análise: a base, fronteira e entorno de acordo com a figura 5.



**Figura 5:** Categorias de análises do espaço público  
Fonte: Romero (2001)

A base corresponde à área superficial horizontal ao qual se define o espaço público. A fronteira é formada pelas faces, geralmente edificações, que delimitam o espaço. O entorno representa as características da área contígua ao espaço urbano estudado.

As diversas leituras do ambiente físico e ambiental foram agrupadas em uma ficha bioclimática organizada segundo as diferentes categorias de análise do espaço definidos pela autora (figura 6). Para avaliação do entorno serão considerados o acesso ao sol, ao vento e sua condução, bem como aspectos climáticos de temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do ar, relativos ao ambiente local. Na base serão abordadas as partes que compõe a superfície horizontal (pavimentos, água, áreas verdes e mobiliário urbano) incluindo suas propriedades físicas. Dentre os aspectos ambientais considerados nesta categoria estão às temperaturas e o albedo das superfícies, conjunto de cores e tonalidades e incidência da luz natural. Por fim, foram incluídos na ficha bioclimáticas elementos relativos às fronteiras do espaço público relatando as formas arquitetônicas em conjunto e isoladas e a estética da luz, propriedades sonoras e da cor referentes às condições ambientais.

Este método será aplicado aos 12 pontos de medição como forma de caracterizar os espaços estudados, definir os aspectos que podem influenciar o comportamento das variáveis climáticas coletadas possibilitando inclusive, comparações entre as diferentes realidades urbanas levantadas.

Outros aspectos metodológicos complementares foram utilizados no desenvolvimento deste trabalho como: MENDONÇA (2003), COSTA (2007) e PEZZUTO (2007).

FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO				
		ESPACIAIS	AMBIENTAIS	
ENTORNO	ACESSOS	SOL-	SENSAÇÃO DE COR-	COR
		VENTO-	RESSONÂNCIA DO RECINTO- SOMBRA ACÚSTICA-	SOM
		SOM-	DIRETA- DIFUSA- REFLETIDA-	VARIAÇÃO
	CONTINUIDADE DA MASSA-	UMIDADE RELATIVA- TEMPERATURA DO AR- VELOCIDADE DO VENTO-	CLIMA	
CONDUÇÃO DOS VENTOS-				
A BASE	ORIENTE E PROPRIEDADES FÍSICAS DOS MATERIAIS	ÁREA DA BASE-	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- ALBEDO-	SOM
		PAVIMENTOS-	AMBIENTE SONORO-	
		VEGETAÇÃO-	VARIAÇÃO SAZONAL- CONJUNTO DE CORES- TONALIDADE-	COR
		ÁGUA-	MANCHAS DE LUZ- ESTÉTICA DA LUZ-	
MOBILIÁRIO URBANO-				
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE	LUMINÂNCIA-	LUZ	
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE-			
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA-	INCIDÊNCIA DA LUZ- DIREÇÃO DO FLUXO-		
	ABERTURAS-	ABSORÇÃO- REFLEXÃO-	CLIMA	
	TENSÃO-			
	DETALHES ARQUITETÔNICOS-	MATIZES- CLARIDADE-		
	NÚMERO DE LADOS-			
ALTURA-	PERSONALIDADE ACÚSTICA-	SOM		
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS-			

**Figura 6:** Ficha Bioclimática do Espaço Público  
Fonte: Romero (2001)

Para a delimitação da área de estudo foi utilizado o roteiro metodológico desenvolvido por Mendonça (2003) baseado na cartografia e características

geográficas locais. Foram observados também, similaridades dos tipos de uso do solo e o grau de utilização dos espaços urbanos abertos pelos usuários.

Por último, os estudos de Pezzuto (2007) e Costa (2007) contribuíram respectivamente para a definição dos transectos de medições móveis e para a demarcação da área de influência climática a partir dos pontos de coletas de dados.

Após a delimitação da área de estudo foram elencados os pontos de medição para coleta de dados climáticos através de medidas móveis e fixas. Foram aplicados métodos de medidas móveis para obtenção de dados climáticos adotados por Kaiser e Faria (2001). As medidas fixas utilizaram como base os estudos desenvolvidos por Costa (2003) e Pezzuto (2007).

## **4.2 Planejamento experimental para levantamento de dados**

### **4.2.1 Definição da área de estudo**

A cidade de Fortaleza foi escolhida para o desenvolvimento desta pesquisa. Sede da região metropolitana tem grande influência econômica, política e cultural no Ceará. Por esta importância apresenta-se como a maior zona urbana do estado compreendendo uma população total em torno de 2.500.000 habitantes segundo o último censo. Entretanto o processo de consolidação de Fortaleza como uma metrópole repercutiu em graves problemas como: o crescimento desordenado e sem limites da malha urbana, a degradação dos componentes ambientais, a carência de infra-estrutura e o esvaziamento populacional e de atividades da zona central. Estas alterações promovidas ao ambiente natural ressoam diretamente em mudanças no clima local.

A área da cidade a ser estudada compreende o centro de Fortaleza, caracterizado por seu valor histórico onde se desenvolve o comércio como principal atividade (figura 7). Definida também como um bairro, iremos concentrar o foco da pesquisa na sua zona comercial varejista. Esta opção baseou-se nos critérios adotados por Monteiro (2003) relativos a uma realidade urbana complexa com diferentes configurações de uso do solo além da intensa utilização dos espaços públicos pela população nesta área da cidade. Desta

forma observamos uma grande diversidade de elementos da forma urbana que compõe a zona central como: praças, parques, ruas, calçadões e vazios urbanos que contribuiram para o enriquecimento das análises deste trabalho.



**Figura 7:** Delimitação do Bairro Centro e da área objeto de estudo.  
Fonte: Elaboração própria.

#### 4.2.2 Períodos e horários de medição

A partir da definição da área de estudo apresentada no tópico anterior foram definidos os períodos e os horários de medição para a coleta de dados climáticos de temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção e intensidade dos ventos.

Foram considerados neste estudo dois períodos típicos do clima de Fortaleza ao qual se realizaram medições em três dias consecutivos em cada um. Durante o mês de agosto de 2008 realizaram-se a primeira bateria de coleta de dados respectivamente nos dias 17, 18 e 19 e em março de 2009 mais precisamente nos dias 20, 21 e 22 o segundo período de medição.

As medições foram realizadas em forma de transectos em três horários pré-definidos às 6h, às 13h e às 19h. Vale salientar que o tempo de coleta de dados em cada transecto não excedeu o tempo máximo de 1h sendo este

definido na literatura como suficiente para a consideração da simultaneidade dos dados obtidos. Vale destacar que os transectos foram definidos em um automóvel considerando proximidade dos pontos de medição bem como a organização viária do trânsito da região.

#### 4.2.3 Eleição dos pontos de medição

Para Monteiro (2006) a definição dos pontos de medição deve considerar a percepção do clima urbano e ser uma decisão do pesquisador. Desta forma, a escolha dos pontos de coletas de dados deve considerar o conhecimento do local tendo como parâmetros o uso do solo, a rugosidade da ocupação bem como, a variação dos diferentes tipos de recobrimento do solo urbano.

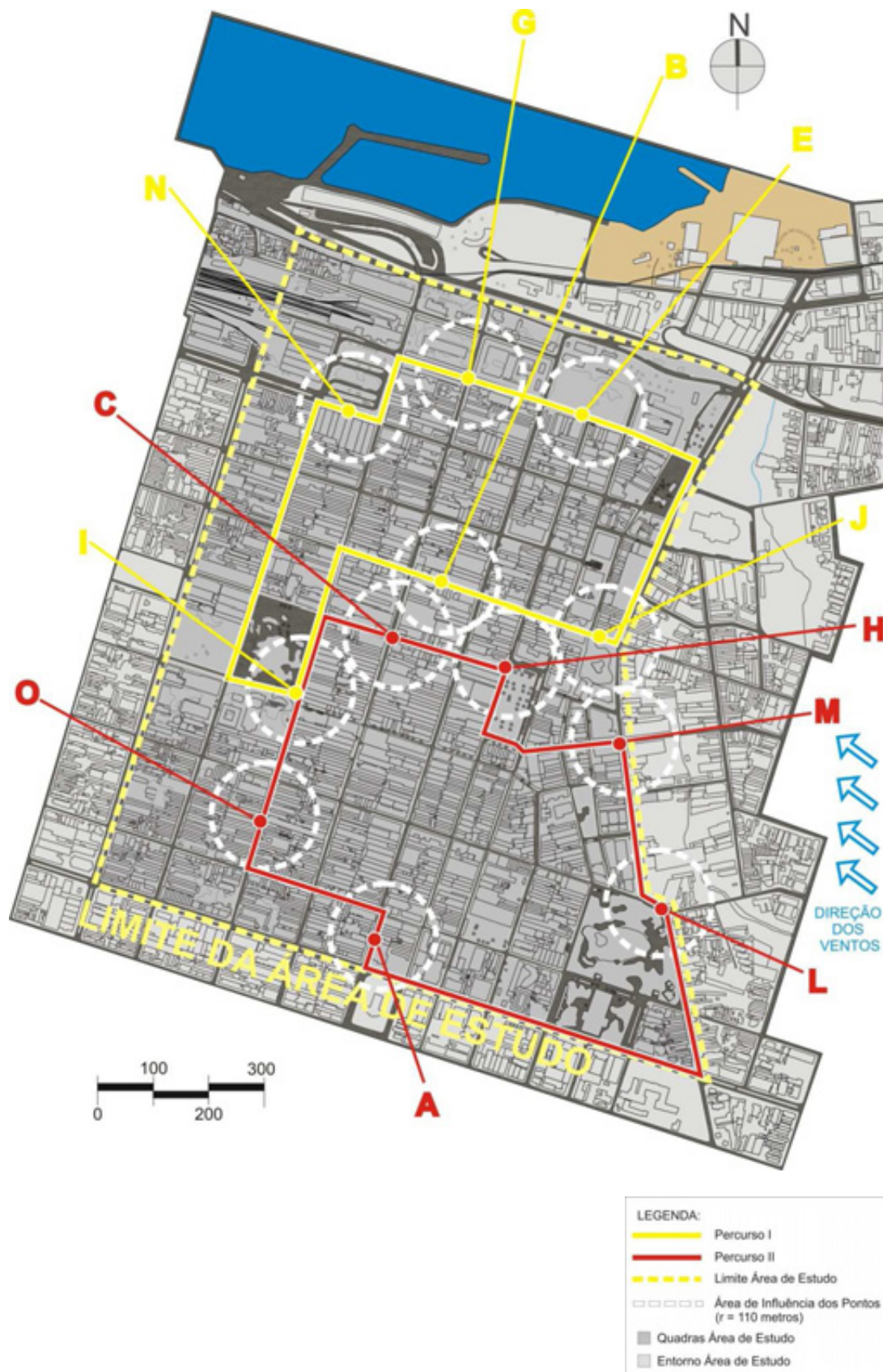
Análises iniciais confirmaram que a área de estudo possui um grande número de características comuns: grande densidade construída, alto índice de pavimentação do solo e dominância de edificações entre 2 a 4 pavimentos de altura. Por outro lado apresenta grande variedade de espaços urbanos relacionados à proximidade de: grandes corpos de água (mar), regiões intensamente arborizadas, espaços abertos (praças), calçadas de pedestres e região verticalizada (ver quadro 3).

**Quadro 3:** Características morfológicas e pontos de medição móveis

<b>Características morfológicas gerais</b>	<b>Pontos</b>	<b>Localização dos pontos</b>
1. Tipologia quadra padrão	A	Rua Norte-Sul - R. Barão do Rio Branco
	B	Rua Leste-Oeste - R. Senador Alencar
	C	Calçada Norte-Sul - R. Guilherme Rocha
	G	Rua Leste-Oeste - R. Senador Pompeu
2. Proximidade com o mar	E	Área Arborizada - Passeio Público
	H	Praça do Ferreira (entorno verticalizado)
	N	R. Castro e Silva
3. Espaços abertos	I	Praça José de Alencar (entorno horizontal)
	L	Parque da Criança
4. Áreas arborizadas	J	Praça dos Leões
5. Área verticalizada	M	Calçada C. Rolim
6. Tráfego de veículos intenso	O	R. Gen. Sampaio

Fonte: Elaboração própria

Finalizada a análise qualitativa foram elencados 12 pontos de medição mais representativos da realidade morfológica da área estudada (figura 5).



**Figura 8:** Localização dos pontos de medição e dos percursos

Fonte: Elaboração própria

#### 4.2.4 Medições fixas

A maioria das pesquisas em centros urbanos sobre a variação das temperaturas do ar adotam seus valores médios obtidos em estação climatológica local. Todavia apenas 22% ou aproximadamente algo em torno de 250 cidades brasileiras dispõem de um sistema regular de registro de clima. Deste total, a maioria conta apenas com uma única estação meteorológica, localizada por diversas vezes em aeroportos ou outros pontos da periferia urbana. Os valores assim registrados são usualmente tidos como válidos para a cidade inteira. Inúmeras pesquisas, no entanto, têm encontrado acentuada diversidade climática entre diferentes zonas de uma mesma cidade. (LOMBARDO, 1985; TARIFA 2001 Apud BARBUGLI, 2005).

Como observamos acima a cidade de Fortaleza também apresenta poucas estações meteorológicas. Com o intuito de identificar possíveis microclimas na área de estudo a coleta de dados climáticos: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos; foram realizadas em vários pontos de medições móveis e fixos.

Os pontos de coleta de dados climáticos fixos foram distribuídos dentro da área de estudo sendo um dos pontos localizado fora do espaço analisado funcionando como uma referência exterior. Nesses pontos foram efetuadas medidas da variação de temperatura do ar, umidade do ar intensidade e direção dos ventos.

Ao longo dos circuitos de medições móveis serão disponibilizados 2 pontos fixos. Esta opção facilitou a correção de erros decorrentes do tempo total para realização das medidas móveis. Indicaram também, o desempenho das variáveis climáticas ao longo de três dias consecutivos contribuindo para a análise de seu comportamento.

As estações fixas foram implementadas nos pontos I e L representando uma maior equidistância e representatividade das características climáticas locais.



#### 4.2.5 Medições móveis

Para Kaiser e Faria (2001), as medidas móveis organizadas em forma de transecto possibilitam um baixo custo na obtenção dos dados e um maior número de pontos medidos. Foram realizadas medições itinerantes em 12 pontos divididos em dois circuitos com um ponto em comum sendo empregado um prazo máximo de 60 minutos para a realização dos dois circuitos.

Os dois circuitos de coleta de dados propostos neste estudo foram realizados por duas equipes compostas por dois integrantes previamente treinados. Desta forma as medidas serão obtidas de forma mais rápida aproximando os dados de uma simultaneidade.

Como são definidos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME existem dois períodos característicos do clima local, nos quais foram realizadas duas medições uma em agosto (seco) e a outra em março (chuvoso) durante três dias em cada mês.

#### 4.2.6 Medição piloto

Em relação às pesquisas sobre conforto térmico em ambientes urbanos externos, Lois e Labaki (2001) afirmam que tais estudos são mais complexos que aqueles em ambientes internos, uma vez que, envolvem uma maior variação das condições climáticas.

Com o intuito de minimizar estas complexidades realizaram-se medições piloto na área da região central de Fortaleza. As medições móveis foram realizadas em dois circuitos com sete pontos de medição em cada, durante dois horários (06h e 13h) no período de um dia durante o mês de janeiro de 2008.

Pretendeu-se verificar o tempo de realização total do circuito de medição, bem como, o da coleta de dados realizada em cada ponto específico. Outra intenção da pesquisa de campo piloto é identificar possíveis obstáculos e problemas relativos ao processo de medição das variáveis climáticas para tornar os dados obtidos o mais próximo possível da medição simultânea.

Um fator ajustado após a realização do estudo piloto foi o trajeto a ser desenvolvido no transecto de medições. A observação da organização do trânsito local alterou a ordem dos pontos de coleta de dados otimizando o trabalho de campo e reduzindo o seu tempo total de realização.

#### 4.2.7 Caracterização dos equipamentos de medição

Os equipamentos utilizados nas medições de campo estão organizados de acordo com o tipo de medição que foram realizadas.

As medições fixas, para aquisição de dados de temperatura de bulbo seco e umidade relativa, foram realizadas com auxílio de equipamento eletrônico chamado "HOBO® Temp Data Logger da Onset Computer Corporation".



**Figura 9** – (a) Hobo (b). Termo-higro-anemômetro digital

Fonte: Amando Costa

O hobo caracteriza-se por operar na faixa de temperatura de 5°C a 50°C. Este hobo trabalha na faixa de 0 a 95% de umidade relativa, desde que não ocorra condensação e apresentam a precisão de  $\pm 5\%$ .

O instrumentos utilizados nas medições móveis, nas três baterias de medições diárias (7:00 h, 13:00 h e 18:00h) foram um termo-higro-anemômetros digital de marca Lutron (Figura 11), pertencentes ao LABCON da UFRN, que permitiu medir os valores da variável velocidade dos ventos e um sensor HOBO para coleta de temperatura do ar e umidade relativa do ar. Este último equipamento foi acoplado a um anteparo de proteção a radiação, fixado em um veículo através de uma haste de madeira. A direção dos ventos foi verificada com o auxílio de pequenas bússolas e fitas plásticas presas a elas.



**Figura 10:** Adaptação do suporte para fixação do sensor em veículos.

Fonte: Amando Costa

Considerando o número de equipamentos disponíveis (dois) e o número de pontos de medições no bairro 12(doze), foi necessário um circuito de pontos por instrumento, o que implicou a utilização de dois circuitos de medição com sete pontos de coleta de dados em cada e um ponto em comum aos dois circuitos. As medições foram efetuadas num intervalo de tempo máximo de uma hora para deslocamento de pessoal de um ponto a outro entre a tomada das medidas. No entanto, García (1993) afirma que em cidades costeiras, como é o caso de Fortaleza, onde a influência marinha com seu efeito termo-regulador torna reduzida às amplitudes diárias, as medições efetuadas durante certo intervalo de tempo podem ser consideradas como simultâneas.

A seguir estão descritas as unidades, escalas, resoluções e confiabilidade do equipamento, fornecida pelo seu fabricante (Quadro 07).

**QUADRO 4**– Especificações do termo-higro-anemômetro digital

FUNÇÃO	UNIDADE	ESCALA	RESOLUÇÃO	CONFIABILIDADE
<b>Temperatura</b>	° C	0° C-50° C	0,1° C	± 0,8° C
<b>Umidade</b>	%	10%-95%	1%	± 3%
<b>Veloc.Ventos</b>	m/s	0,4m/s- 25m/s	0,1m/s	± 2% +2m/s

Fonte: Elaboração própria a partir do manual técnico do instrumento

#### 4.2.8. Incertezas experimentais

Os dois principais métodos adotados, apesar de complementares, não podem ser considerados como modelo para outros estudos semelhantes principalmente em regiões com o clima diferenciado. As particularidades resultantes do processo de pesquisa influenciadas pelas características climáticas locais e pela logística envolvida neste trabalho tornam sua metodologia válida apenas para o objeto pesquisado. Mesmo em condições similares de clima e posicionamento geográfico, estudos que relacionem configurações físico-ambientais urbanas e variáveis climáticas devem adaptar-se a realidade ambiental e funcional do lugar incorporando inclusive, novos aspectos metodológicos.

O envolvimento de outras pessoas na pesquisa de campo e coleta de dados, mesmo após treinamento prévio, possibilitam a falha humana.

Para minimizar as incertezas experimentais os cinco sensores tipo *data logger* envolvidos no processo de medição das variáveis climáticas utilizados neste trabalho foram comparados de forma aproximada quanto à menor variação de leitura simultânea entre os equipamentos em ambiente termicamente isolado. Apesar da diminuição da possibilidade de erros de medição é importante considerar que situações imprevistas podem induzir a falha.

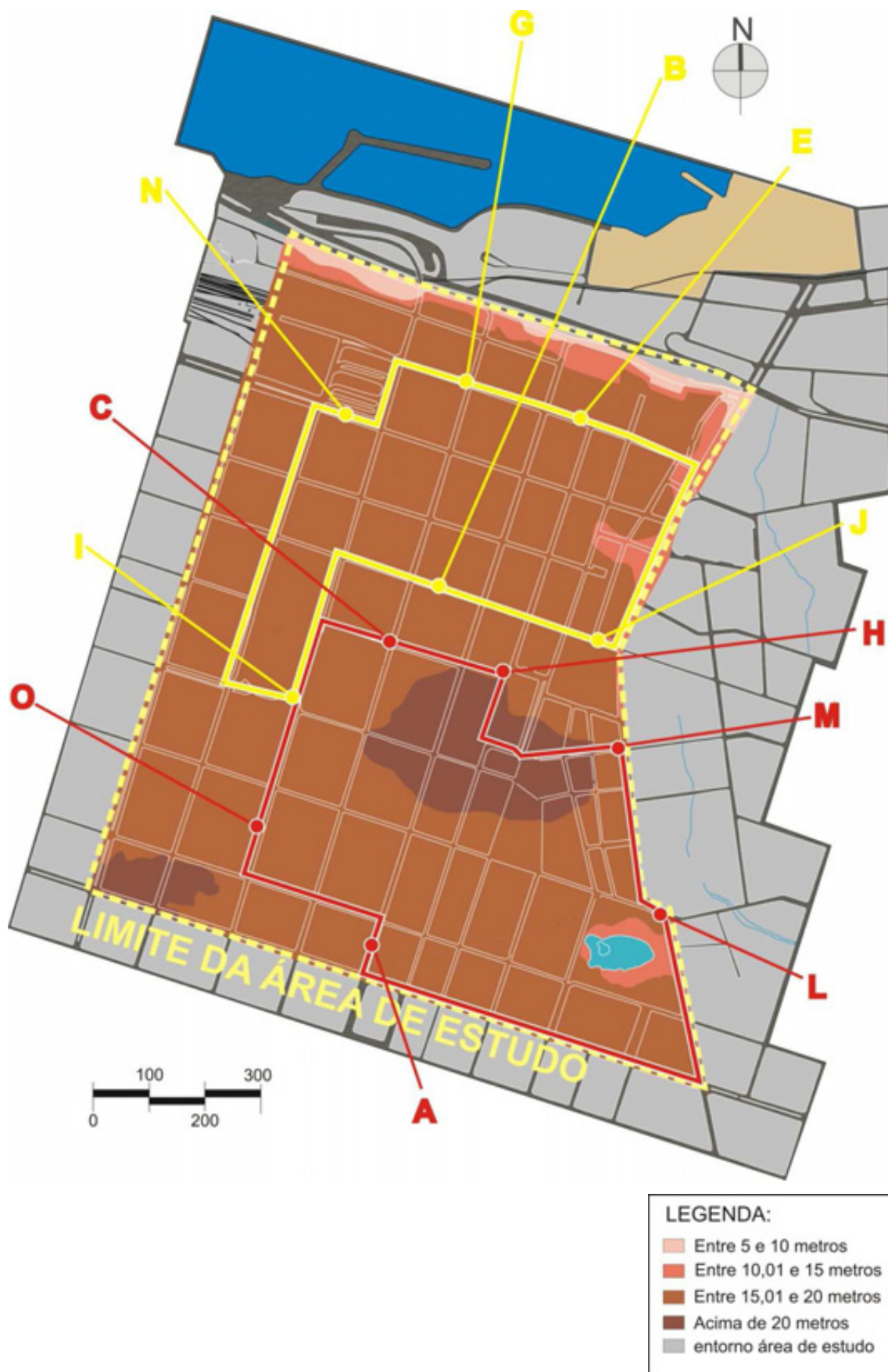
## **5. Análise bioclimática das condições físico-ambientais**

O diagnóstico morfológico foi o critério utilizado para a análise qualitativa da área e eleição dos pontos de medição. Foram elaborados mapas de topografia, altura das edificações, uso do solo, áreas verdes e do tipo de recobrimento do solo que foram superpostos indicando os pontos de medição das variáveis climáticas a serem coletadas.

Foram utilizados como base para os levantamentos: foto aérea digital, mapas urbanísticos e visitas de campo. Após uma análise qualitativa dos mapas serão identificadas características comuns que possibilitem um zoneamento morfológico indicando as possíveis realidades micro-climáticas a serem medidas determinando os pontos de coleta de dados climáticos.

### **5.1. Topografia**

A topografia da região em estudo caracteriza-se pela predominância de terrenos planos ou levemente inclinados formando um platô, localizado na faixa dos 15-30 metros acima do nível do mar. As maiores diferenças topográficas são encontrados no extremo norte, ao longo da Rua Senador Jaguaribe pela diferença de nível acentuada pela presença do mar (1-3 metros); e no limite leste da área estudada pela localização do rio Pajeú (3-5 metros) na extensão das Ruas Sena Madureira e Conde D'eu. Nestas regiões com maiores declives pode haver maior incidência de ventilação decorrentes da brisa marinha e da ventilação dominante.



**Figura 11:** Topografia da área de estudo com curvas de 5 (cinco) metros

Fonte: Elaboração própria

## 5.2. Áreas Verdes

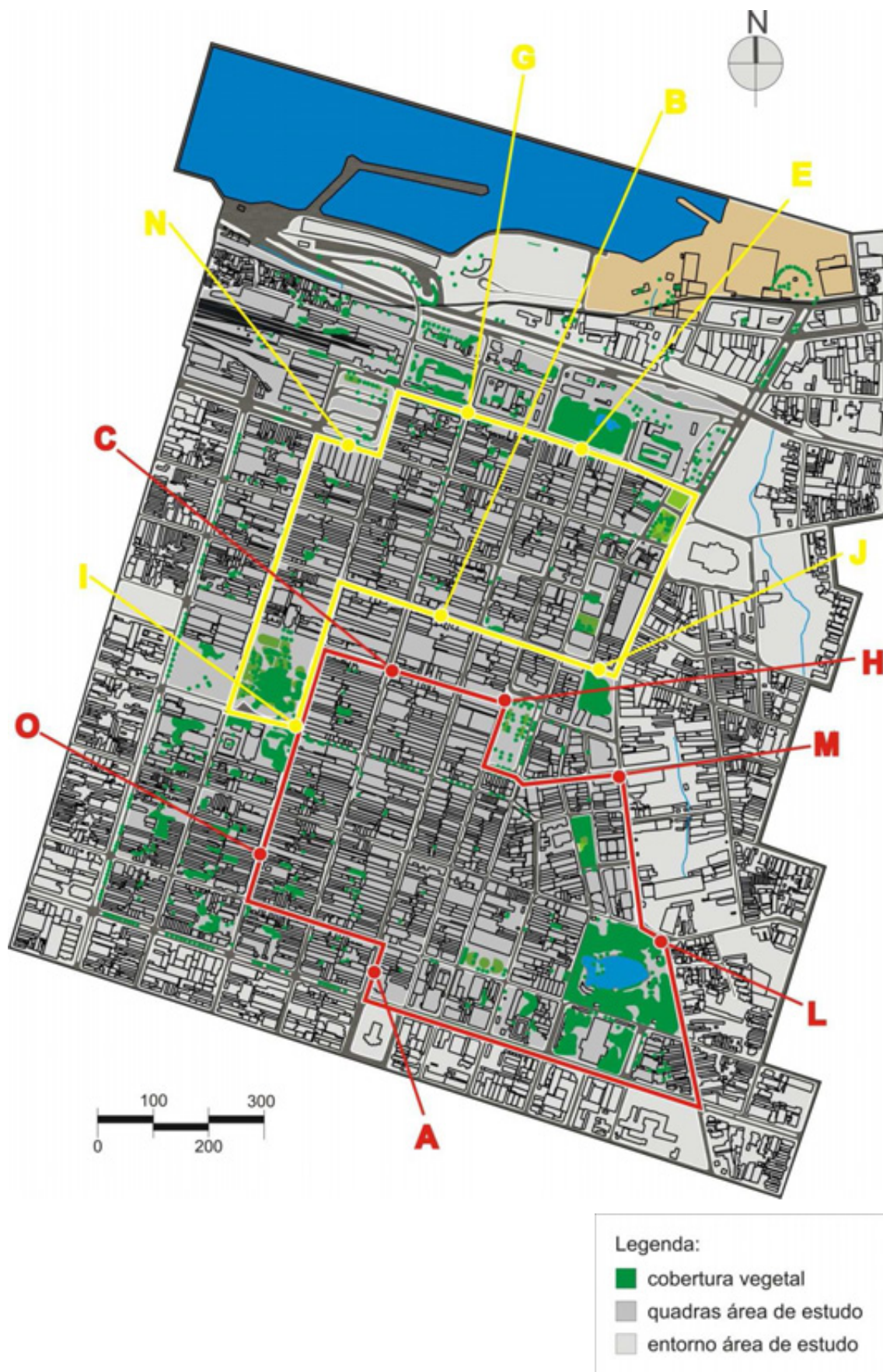
O mapa de áreas verdes (ver figura 11) considerou as copas das árvores como área relevante. De acordo com a leitura do mapa observamos que a vegetação está inserida na área de estudo de forma pulverizada em árvores isoladas principalmente ao longo de ruas e calçadas. Existe pouca presença de grupos de árvores sendo as praças as maiores concentradoras de vegetação, porém, comparadas ao tamanho total da área de estudo representam diminuta parcela urbana. O único parque da região, a Cidade da Criança, apesar da denominação, apresenta grande descaracterização do seu desenho original. Ao longo dos últimos anos sofreu intensa degradação de suas áreas verdes e considerável mudança na sua pavimentação do solo antes de predominância natural.

A presença de áreas verdes se concentra principalmente na região leste da área estudada. Este fator pode contribuir no resfriamento dos ventos no centro de Fortaleza à medida que a ventilação dominante corresponde a sudeste. Em contraposição todo o restante da área estudada carece de áreas verdes de maior porte que poderiam incrementar a dinâmica dos ventos locais pela diferença de pressão em relação às áreas construídas. O sombreamento, outro benefício decorrente da presença de vegetação, é pouco presente neste espaço urbano.

A presença de vegetação nas áreas privadas é quase inexistente. O padrão de ocupação do solo sem recuos de frente e lateral além de proporcionar um grande adensamento construído impossibilita a presença de jardins e canteiros. Uma exceção nesta situação são os jardins do Teatro José de Alencar projeto do arquiteto Roberto Burle Marx, exemplo que poderia ser seguido.

As espécies vegetais encontradas na região estudada são em sua grande maioria importadas de outros tipos de ecossistema dificultando a adaptação ao local. Esta condição resulta inclusive em doenças adquiridas pelos vegetais e em alguns casos até mesmo sua morte. Seria interessante





**Figura 12:** (a) Mapa de cobertura vegetal da região central de Fortaleza

Fonte: Elaboração própria



incorporar espécies locais ou bastante adaptadas as condições ambientais locais para uma maior sobrevivência e diminuição no custo de manutenção das áreas verdes.

A depredação das espécies vegetais sofrida nos últimos anos está ligada diretamente ao predomínio da atividade comercial responsável pela eliminação de boa parte da cobertura vegetal da região central de Fortaleza. Foram-se as árvores ficaram os letreiros, marquises e anúncios.

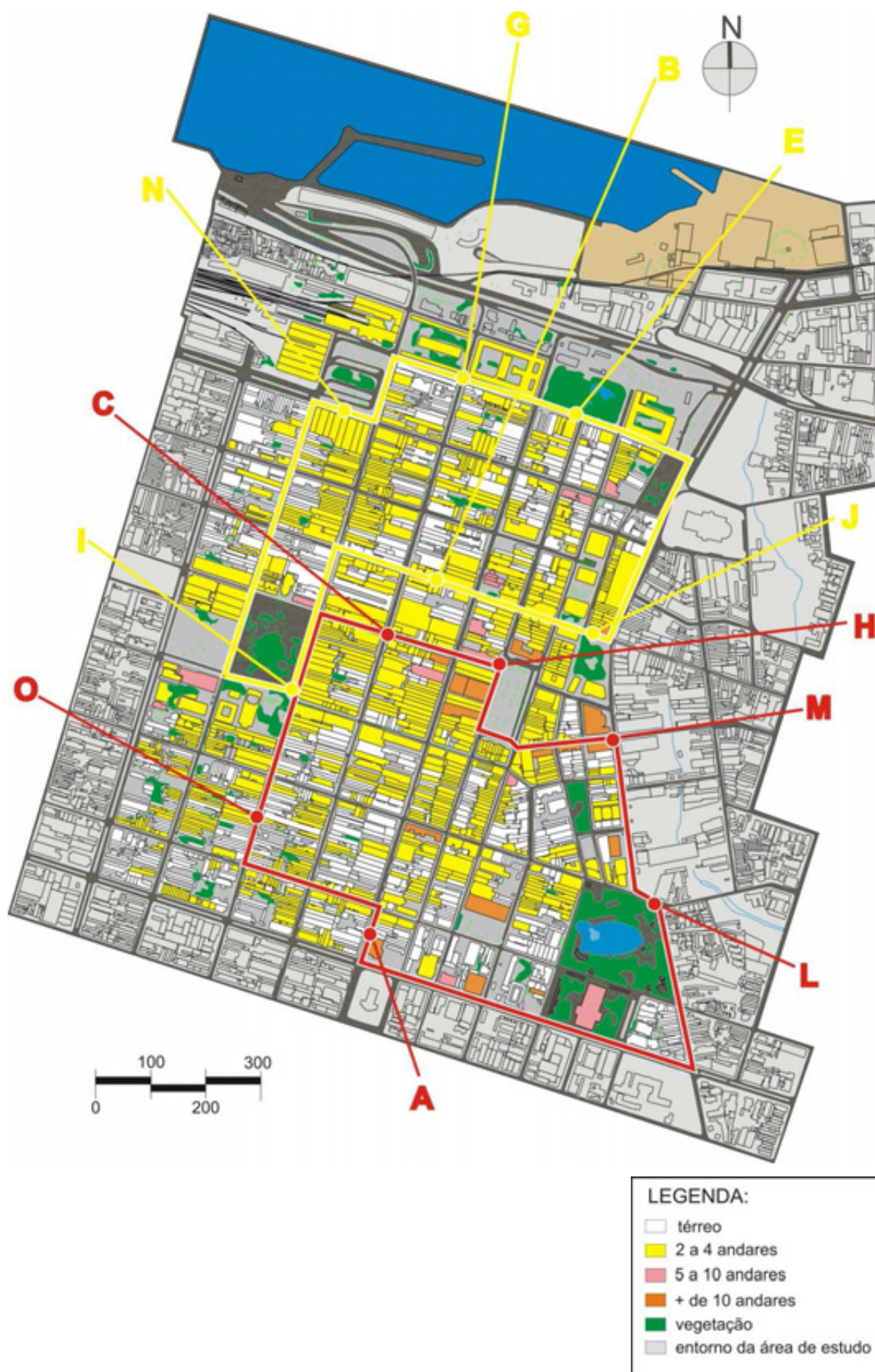
A manutenção dos espaços públicos, incluindo os espaços arborizados e de jardins, é realizada de forma precária. Este fator aliado a falta de um inventário vegetal da área central impede inclusive uma maior fiscalização quanto ao estado de preservação e possíveis agressões a flora local.

### 5.3. Altura das edificações

O gabarito de altura das edificações (ver figura 12) foi classificado segundo a definição de Pezzuto(2007) em quatro categorias: sem construção, edificações térreas, de 2 a 4 pavimentos, edificações de 5 a 10 pavimentos e acima de 10 pavimentos (ver figura 12).

De acordo com o diagnóstico da área pesquisada é possível observar a predominância de edificações com 1 a 2 pavimentos. As construções acima de 6 pavimentos agrupam-se na região leste, nos arredores da Praça do Ferreira, diluindo-se pontualmente em direção ao oeste caracterizando o perfil esquemático da gleba estudada.

O regime de ventilação local é influenciado diretamente pela geometria urbana densa e pouco porosa. Na maior parte da zona estudada a ocupação do solo pelas edificações é definida sem recuos e com pouca variação de alturas. Esta homogeneidade implica em quarteirões compactos e com pouca rugosidade reduzindo a permeabilidade da ventilação natural ao nível dos usuários dos espaços abertos.



**Figura 13:** Mapa de altura das edificações

Fonte: Elaboração própria

Todavia o processo de verticalização da região central, iniciado no final da década de sessenta, foi interrompido a partir dos anos de 1980 pelo surgimento de novas centralidades na cidade de Fortaleza. O resultado deste processo define atualmente uma boa condição bioclimática nos limites do setor leste da região pesquisada. Nesta área observamos a presença de edifícios com mais de 12 pavimentos bem espaçados entre si de forma a promover o aumento da aceleração da ventilação local, bem como, o sombreamento de espaços urbanos e edificações.

Para proporcionar uma melhor compreensão da forma de ocupação urbana foi criado um modelo computacional tridimensional que facilita a percepção volumétrica e as relações de altura edificada (ver figura 13).



**Figura 14:** Modelo tridimensional da área estudada

Fonte: Elaboração própria

#### 5.4. Uso e ocupação do solo

Apesar de a atividade comercial prevalecer na área estudada observou-se uma grande variedade de outros usos sejam eles: institucional, residencial e serviço (figura 14). Outro fator registrado é uma intensa concentração de edifícios abandonados sem nenhum tipo de uso e estacionamentos ilegais indicando sinais de degradação urbana da área estudada.

De acordo com o levantamento de campo os usos observados desenvolvem-se de acordo com as seguintes características:

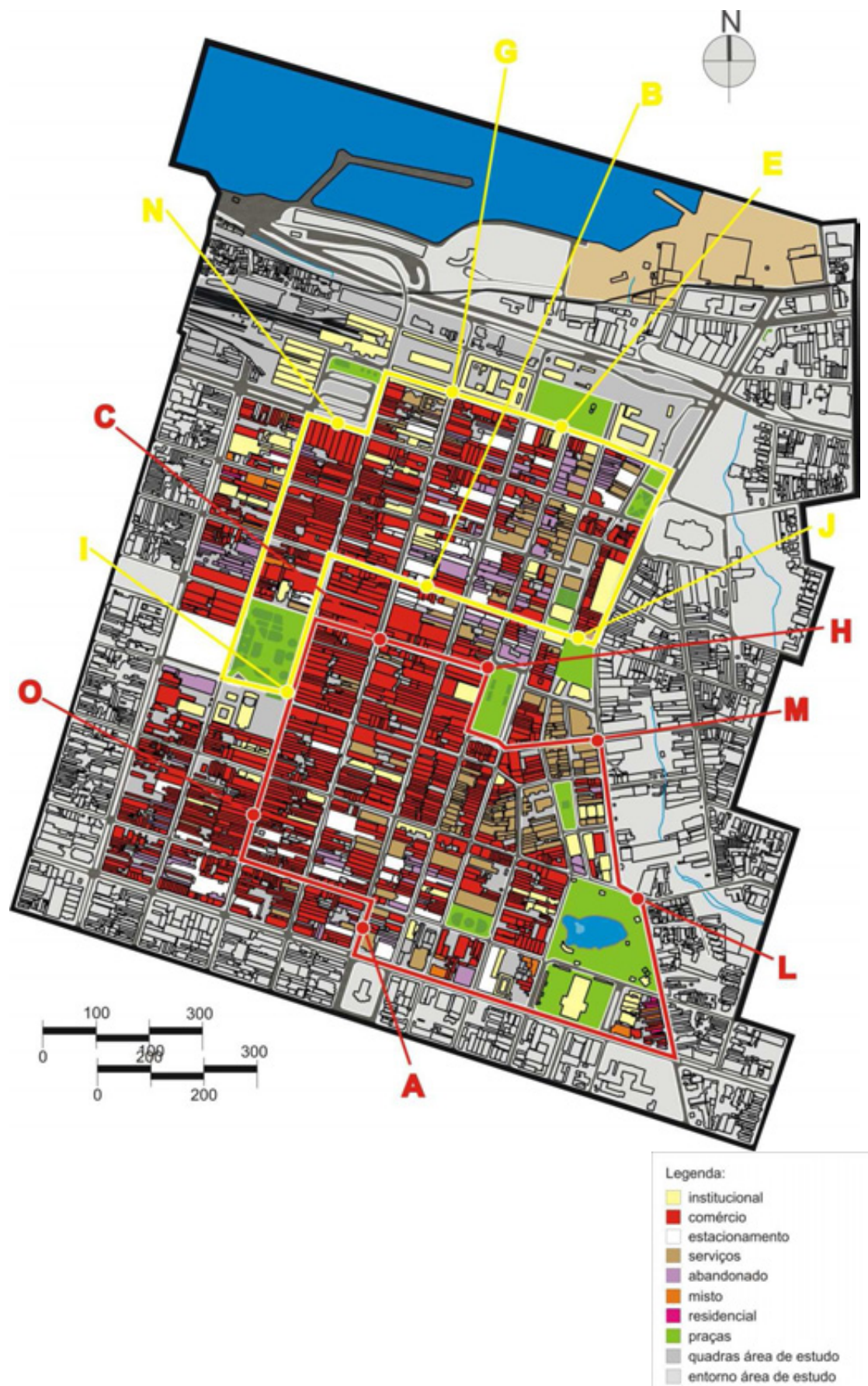
a) Comercial: está presente em toda a área estudada prevalecendo sobre os demais usos. Interessante destacar a organização setorial do comércio de acordo com suas diversas especialidades. Ao Norte da região está presente ao longo da Rua Castro e Silva comércio de plásticos, derivados e papeis. O miolo da gleba analisada abriga comércio de confecções e acessórios nas Ruas Guilherme Rocha e Liberato Barroso, ao oeste ganha destaque o comércio popular e ao sul na Rua Pedro Pereira vendas de equipamentos eletrônicos. É bom destacar que esta organização ocorreu de forma espontânea, porém, facilita o senso de orientação dentro da área e cria facilidades de circulação urbana. Outro tipo de comércio que ganha destaque é o informal presente em vários espaços abertos ocupando ambientes públicos ilegalmente. Esta atividade repercute em uma série de transtornos dificultando a acessibilidade e mobilidade dos pedestres.

b) Serviços: vários prestadores de serviços ocupam a área estudada: bancos, equipamentos de saúde, lotéricas, serviços públicos, transportes, oficinas, profissionais liberais. Distribuem-se pontualmente em toda a área urbana levantada com exceção da área leste onde divide com o comércio a predominância dos usos locais. Junto estas duas atividades contribuem com a degradação ambiental ocasionando poluição do ar, desconforto ambiental e desperdício energético gerados pela intensa atividade antrópica.

c) Institucional: obteve intensa redução de sua presença. Foi enfraquecido pela saída de várias instituições importantes nas últimas duas décadas: assembleia legislativa, câmara dos vereadores e repartições públicas. Mesmo afetado pela dinâmica urbana ainda esta presente em boa parte da região central. Atualmente algumas instituições preocupadas com o resgate da importância simbólica da área retornaram suas atividades para o centro de Fortaleza: Paço Municipal, CREA e IAB.

d) Edifícios abandonados: são indicadores diretos da degradação urbana vivida pela a gleba da cidade analisada. Ocupam principalmente a região norte





**Figura 15:** Mapa de uso e ocupação do solo

Fonte: Elaboração própria

aos arredores do Passeio Público, no centro da região nas imediações da Praça do Ferreira e no entorno da Igreja do Coração de Jesus ao sul.

e) Estacionamentos: este uso foi destacado dos serviços por estar se proliferando intensamente nos últimos anos. Trata-se também de um indicador da diminuição das atividades e deterioração urbana sofridas pelo bairro. A grande oferta de imóveis para alugar diminui significativamente o preço das locações estimulando a transformação e adaptação de edifícios em estacionamentos. Esta alteração é acompanhada pela destruição das construções existentes em busca de mais espaços para vagas de veículos. Alguns estacionamentos ocupam áreas consideráveis atravessando quarteirões e destruindo continuamente o conjunto edificado.

f) Residencial: este uso foi desconsiderado nesta análise físico-ambiental pela presença insignificante na área de estudo no centro de Fortaleza. A presença residencial vai ser percebida com maior intensidade nas áreas periféricas fora dos limites estudados.

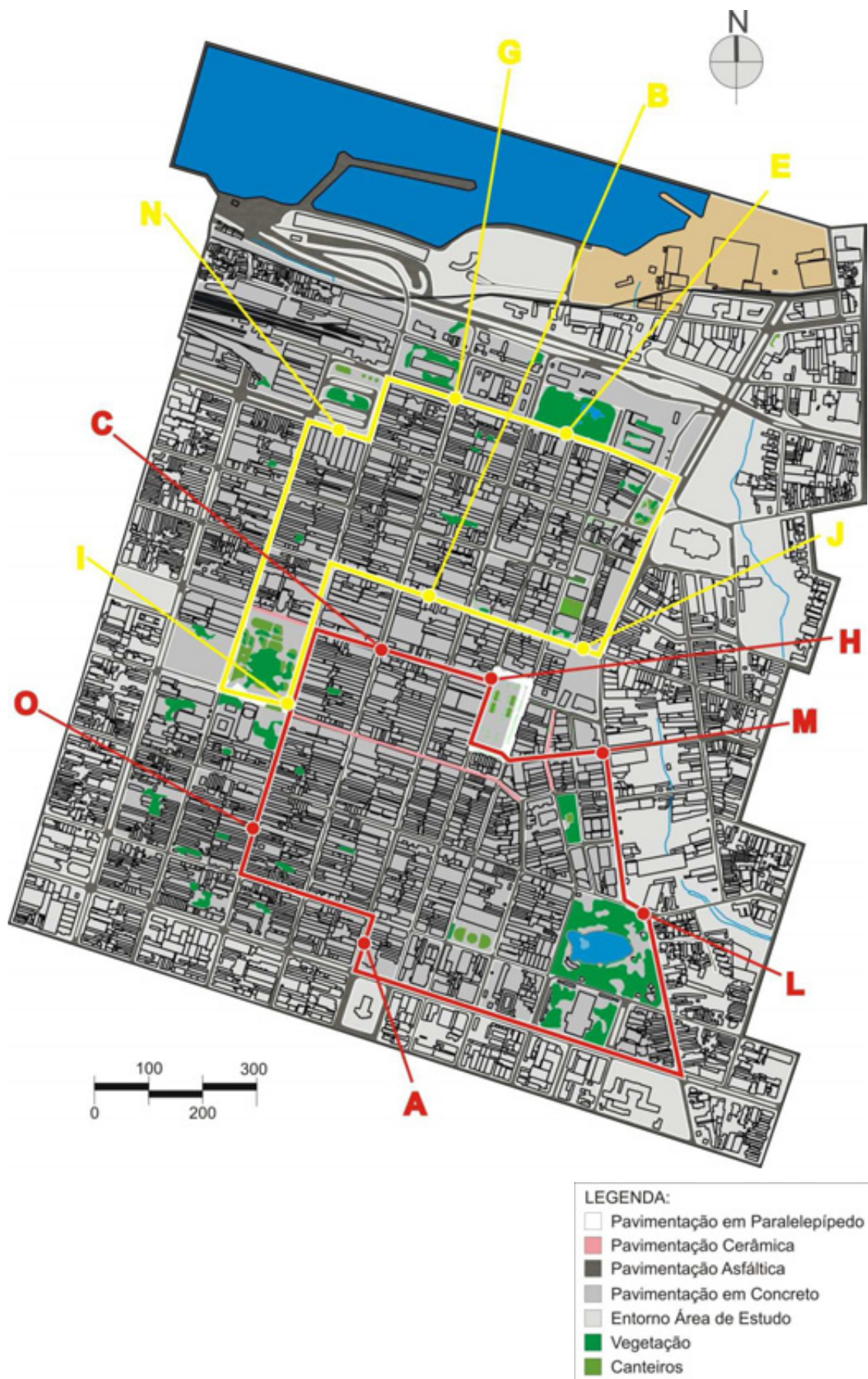
#### 5.5. Recobrimento do solo

A região estudada do centro de Fortaleza apresenta quase inexistência de solo nu prevalecendo à impermeabilidade do solo decorrente de pavimentações e construções. O terreno natural é observado em pontos isolados principalmente em canteiros nas calçadas e praças e em maior quantidade apenas no Parque da Criança.

As ruas em sua maioria são pavimentadas por cobertura asfáltica com pequenos trechos avulsos em paralelepípedos. O concreto e revestimentos cerâmicos dominam o recobrimento do solo nas calçadas, calçadões e praças (figura 15). Esta situação estimula um maior acúmulo de calor pelas superfícies horizontais e conseqüente aquecimento do ar e diminuição de sua umidade.

Este levantamento dos tipos de coberturas do solo demonstra o alto índice de impermeabilidade da região e conseqüente aumento dos índices de evaporação, pouca umidade do solo e diminuta recarga do lençol freático. Um





**Figura 16:** Mapa de recobrimento do solo

Fonte: Elaboração própria

resultado deste processo pode ser exemplificado pelo baixo nível dos recursos hídricos presentes na região.

Enchentes e alagamentos são outros efeitos observados em épocas de chuva. A carência de espaços de absorção e a alta velocidade do escoamento superficial das águas pluviais causam graves problemas todo ano.



## 6. Análise estatística dos dados climáticos coletados

Nesta etapa do trabalho foram desenvolvidas análises quantitativas organizadas em três partes. Primeiro, fundamentado na metodologia de Romero (2001) foram caracterizados os pontos de medição, em seguida são apresentados os critérios para a formação do banco de dados e por fim foi apresentadas os métodos e resultados da análise estatística aplicada às variáveis climáticas colhidas em campo.

### 6.1. Caracterização dos pontos de medição

De acordo com a metodologia já apresentada anteriormente para a caracterização dos pontos de medição segue abaixo as características de cada um dos 12 (doze) pontos onde foram coletados os dados climáticos:

a) Ponto A – Rua Barão do Rio Branco ao lado da agência do Banco do Brasil

O ponto A localizado na Rua Barão do Rio Branco (uma das principais vias de penetração da zona central) nas proximidades da Rua Pedro I é implantada no sentido Norte-sul. É definido por uma alta densidade construída composto na maioria por edificações de até dois pavimentos predominando a atividade comercial. Observamos um alto índice de pavimentação do solo e a ventilação dominante incide sobre o ponto a partir da Rua Pedro a I.

b) Ponto B – Rua Senador Alencar ao lado do Instituto de Previdência do Estado do Ceará

O ponto B localiza-se na Rua Senador Alencar definida na região central no sentido leste-oeste. Prepondera edificações de 2 a 4 pavimentos e alta densidade de ocupação urbana. O comércio se destaca como atividade principal e começam a ser percebidos algumas edificações com sinal de abandono. A vegetação é inexistente da mesma forma que áreas permeáveis a absorção de águas pluviais.

c)Ponto C – Rua Senador Pompeu quase esquina com Rua Guilherme Rocha

A Rua senador Pompeu implantada no sentido norte-sul é o cenário onde está localizado o ponto C. Desenvolve-se na região intenso movimento de pessoas e veículos condição esta influenciada pela atividade comercial formal e informal. Prevalece edificações de 2 a 4 pavimentos sem recuos em relação ao lote. Os ventos advém pela rua Guilherme Rocha criando efeitos de turbulência decorrentes das edificações de maior gabarito localizadas no entorno do ponto.

d)Ponto E – Rua João Moreira em frente ao Passeio Público.

O ponto E situa-se na Rua João Moreira em frente à grande cobertura vegetal localizada no Passeio Público. A região está próxima a um perfil topográfico mais acidentado decorrente da proximidade do oceano. A ventilação natural dominante sudeste é incrementada pelo regime de brisas marítimas no sentido norte-sul. Diferente de outros pontos analisados observou-se um equilíbrio entre áreas construídas e espaços abertos. Trata-se de uma área com importância histórica onde se originou a cidade de Fortaleza sendo presente várias edificações tombadas. Predomina as atividades institucionais porém é ressaltada o abandono de varias edificações.

e)Ponto G – Rua Senador Pompeu próximo a Santa Casa de Misericórdia.

Localizado na Rua Senador Pompeu (orientada no sentido Norte-sul) o ponto G apresenta em seu entorno a predominância de atividades institucionais. Outro fator a ser destacado é a grande importância desta via como a única que estabelece a possibilidade de penetração na área estudada a partir da Av. Leste-oeste. Possui grande densidade construtiva e predominam edificações térreas e de 2 a 4 pavimentos. Área altamente impermeabilizada predominando a cobertura asfáltica. A cobertura vegetal esta presente de forma pontual sendo quase inexpressiva.

#### f) Ponto H – Praça do Ferreira

O ponto H localiza-se na Praça do Ferreira em sua extremidade norte. O entorno do ponto é composto por edificações verticalizadas com mais de 10 (dez) pavimentos ao norte e ao oeste enquanto ao sul e ao leste predominam prédios de 2 a 4 pavimentos. Esta condição apresenta-se favorável a incidência dos ventos na praça já que não cria barreiras ao sudeste (ventilação dominante). A presença de um grande espaço aberto equilibra a densidade construída ao redor da praça (cheios e vazios). Área impermeável quase em sua totalidade exceto em alguns canteiros presentes na praça. Estes canteiros inclusive abrigam algumas espécies arbóreas que definem a cobertura vegetal na região de forma pontual.

#### g) Ponto I – Praça José de Alencar

O ponto I localiza-se na extremidade leste da Praça José de Alencar importante espaço aberto da zona central de Fortaleza. A área é conhecida por intensa atividade humana expressada por fluxo de pessoas e veículos. Esta condição é diretamente influenciada pela predominância maciça do comércio e pela presença de um grande número de paradas de ônibus (transporte coletivo) localizadas no entorno da praça. Atualmente o espaço aberto decorrente da praça corresponde o equivalente a duas quadras e meia sendo a maior praça da zona central. O entorno do ponto é formado por edificações organizadas de forma muito compacta ao leste e ao norte em contrapartida a espaços edificadas ao sul e oeste composto por áreas menos adensadas. Os prédios em volta do ponto I são bastante uniformes quanto ao gabarito sendo constituído por edifícios de 2 a 4 pavimentos. Como consequência desta morfologia, temos uma possível redução da penetração da ventilação no recinto pela pouca rugosidade do tecido urbano. Possui a presença de significativa cobertura vegetal com destaque para um pequeno bosque presente ao centro da praça e para os jardins do Teatro José de Alencar situado no entorno (sul).

#### h) Ponto J – Praça dos Leões

O entorno do ponto J, localizado na Praça dos Leões, é configurado por uma grande área verde definida por um bosque. A praça fica implantada em um pequeno platô definido pela diferença de nível em relação à Rua Conde D`eu (ao leste da praça). Esta disposição do entorno do ponto facilita a incidência dos ventos naquele espaço que junto ao sombreamento tornam o micro-clima local muito agradável em qualquer hora do dia. As construções da região estão organizadas de forma compacta, porém sem uma predominância de gabarito específico. Esta condição proporciona uma variação de alturas dos prédios refletindo uma condição muito rugosa ao tecido urbano da região.

#### i) Ponto L – Parque da Criança

O ponto L está localizado na extremidade nordeste do único parque presente a área analisada sendo considerada a sua maior área verde. A área corresponde a uma pequena depressão do relevo onde se localiza o lago do Amor correspondendo ao único espelho de água da região central. É um grande espaço aberto que pelo seu posicionamento ao sudeste da área analisada nesta pesquisa facilita a penetração dos ventos dominantes. Outro destaque é a grande quantidade de áreas permeáveis que facilitam o escoamento e absorção das águas pluviais.

#### j) Ponto M – Rua Conde D`eu nas proximidades do calçadão C. Rolim.

O entorno do ponto M é consolidado como a área mais verticalizada do centro de Fortaleza. São edificações com mais de 10(dez) pavimentos implantadas sem recuos em relação às vias. Esta condição possibilita um intenso sombreamento provocado pelos edifícios nos espaços públicos além de causar efeitos de turbulência na ventilação local. Existe a predominância de usos ligados ao serviço que contribuem para ampla atividade humana durante o horário comercial.

#### l) Ponto N – Rua Castro e Silva adjacente a Praça da Estação.

O ponto N localiza-se na Rua Castro e Silva na porção sul da Praça da Estação. A região é caracterizada pelo intenso fluxo de pessoas e veículos influenciado pelo terminal de transporte coletivo situado na praça o que descaracteriza inclusive este espaço. No entorno predominam edificações até dois pavimentos com uma densidade construída é muito alta. As superfícies horizontais que formam o espaço são compostas de asfalto e concreto conferindo alto índice de impermeabilidade do solo. A cobertura vegetal é implantada de forma dispersa com pouca repercussão no sombreamento do ponto de medição.

#### m) Ponto O – Rua General Sampaio

Este ponto de medição está definido na Rua General Sampaio implantada no sentido norte-sul. A envoltória do ponto é composta de edificações de no máximo dois pavimentos organizadas de maneira muito adensada onde predomina a atividade comercial. O tráfego de veículos é intenso com destaque para os que fazem o transporte coletivo. Ao longo da via localizam-se diversas paradas de ônibus que transformam os passeios em um grande terminal de transportes. Não existe nenhuma cobertura vegetal na área o que contribui para intensa insolação recebida pelo ambiente urbano durante todo o dia.

A seguir apresentam-se as fichas que foram utilizadas para desenvolver uma análise bioclimática dos 12 (doze) pontos de medições das variáveis climáticas seguindo a metodologia de Romero (2001).

FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO A		
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA	
PONTO A				
	ESPACIAIS		AMBIENTAIS	
ENTORNO	ENTORNO	SOL- Área exposta ao sol durante metade do dia	SENSAÇÃO DE COR- Predominância do preto nas superfícies horizontais e tons de cinza nas fachadas	COR
		VENTO - Barreira à ventilação. Rua perpendicular ao sentido dominante dos ventos	RESSONÂNCIA DO RECINTO- Proporcionada pelas marquises das lojas que avançam sobre os passeios	SOM
	SOM- Intensa produção de ruídos pelo movimento de pessoas e veículos automotores	SOMBRA SONORA- Inexistente		
		DIRETA- Intensa	RADIÇÃO	CLIMA
	DIFUSA- Intensa devido ao clima			
	REFLETIDA- Intensa devido a predominância de tonalidades claras nas fachadas das construções			
	CONTINUIDADE DA MASSA- Quadras com formatos semelhantes sem afastamentos promovendo edificações contínuas com altura média de dois pavimentos	UMIDADE RELATIVA- 58%	TEMPERATURA DO AR- 28,4°C	
	CONDUÇÃO DOS VENTOS- Pela rua Pedro I a ventilação dominante e pela rua Br. do Rio Branco provocada por zona de turbulência.	VELOCIDADE DO VENTO- Mín. 0,7 m/s Máx. 3,8 m/s		
A BASE	COMPONENTE E PROPRIEDADES DOS MATERIAIS	ÁREA DA BASE-1500 m2 Largura da rua: 13 m	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Elevadas devido tipo de cobertura	
		PAVIMENTOS- Asfalto e concreto	ALBEDO- Elevado. Predominância de asfalto	
		VEGETAÇÃO- Quase inexistente. Possui apenas uma árvore	AMBIENTE SONORO- Muito ruidoso durante o horário comercial com poucos ruídos em outros períodos	SOM
		ÁGUA- Inexistente	VARIAÇÃO SAZONAL- Inexistente	
	MOBILIÁRIO URBANO- Presença de postes em concreto suportes e placas de sinalização urbana	CONJUNTO DE CORES- Média de claras e escuras	TONALIDADE- Tons de cinza	COR
		MANCHAS DE LUZ- Muita variação de acordo com o sombreamento dos edifícios	ESTÉTICA DA LUZ- Não existe	LUZ
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE-Inexistente	ILUMINÂNCIA- Média		
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE- Nas Superfícies horizontais e verticais	INCIDÊNCIA DA LUZ-Direta e indireta		
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA-Predominante de dois pavimentos comercial e altíssima densidade construída	DIREÇÃO DO FLUXO-Variado		
	ABERTURAS- Poucas	ABSORÇÃO- Alta. De acordo com o tipo de superfície		CLIMA
	TENSÃO- Alta	REFLEXÃO- Baixa. Ocorre principalmente nas superfícies verticais		
	DETALHES ARQUITETÔNICOS- Simples	MATIZES-		SOM
NÚMERO DE LADOS- 2 Laterais da via	CLARIDADE- média intensidade			
ALTURA- Pouca variação predominando 2 pavimentos	PERSONALIDADE ACÚSTICA- Composta do som das pessoas e automóveis			
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE-Não calculada	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Variado. Cimento, asfalto, cerâmica, alvenaria rebocada, etc.			

Figura 17: Ficha Bioclimática do ponto A

Fonte: Elaboração própria

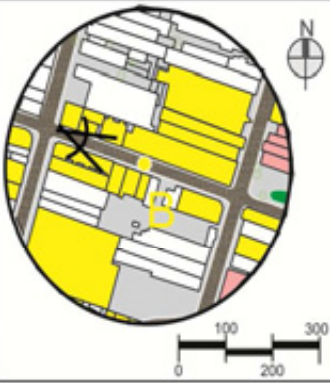
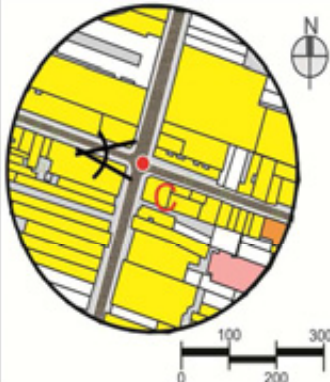

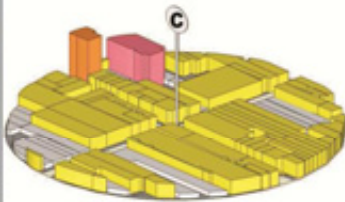
FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO B		
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA	
PONTO B				
	ESPACIAIS		AMBIENTAIS	
ENTORNO	SOL- Rua orientada paralelamente ao caminho do sol (leste-oeste). Variação de acordo com a época do ano	SENSAÇÃO DE COR- Cores cinzas.		COR
	VENTO- Predominante sudeste e sem obstáculos.	RESSONÂNCIA DO RECINTO- Alta.Efeito decorrente do canyon urbano. SOMBRA SONORA- Inexistente		SOM
	SOM-Intenso. Pessoas e veículos são as principais fontes	DIRETA- Abundante DIFUSA-Abundante REFLETIDA- Baixa	RADIAÇÃO	CLIMA
	CONTINUIDADE DA MASSA- Existente e sem vazios edificados	UMIDADE RELATIVA- 59 % TEMPERATURA DO AR- 28,6°C		
CONDUÇÃO DOS VENTOS- Pela rua que esta favoravelmente implantada de forma paralela a ventilação dominante.	VELOCIDADE DO VENTO- Mín. 0,1 m/s Máx. 2,0 m/s			
A BASE	ÁREA DA BASE- Aproximadamente 1500m2	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Altas nas superfícies horizontais e verticais ALBEDO- Alto		SOM
	PAVIMENTOS- Asfalto, cimentado e cerâmica.	AMBIENTE SONORO- Muito ruidoso		
	VEGETAÇÃO- Inexistente	VARIÇÃO SAZONAL- Inexistente CONJUNTO DE CORES- Claras TONALIDADE- Tons de cinza		COR
	ÁGUA- Inexistente	MANCHAS DE LUZ - Variação de acordo com a época ESTÉTICA DA LUZ- Muito Clara		LUZ
MOBILIÁRIO URBANO- Postes em concreto e placas de sinalização	ILUMINÂNCIA- Alta			
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE- Inexistente	INCIDÊNCIA DA LUZ- Direta e indireta DIREÇÃO DO FLUXO- Difusa		CLIMA
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE- Tanto vertical como horizontal	ABSORÇÃO- Alta REFLEXÃO- Baixa		
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Predominância acima de dois pavimentos, usos comercial e institucional.	MATIZES- Tons de cinza		SOM
	ABERTURAS- Nos cruzamentos com as outras ruas	CLARIDADE- Média		
	TENSÃO- Alta	PERSONALIDADE ACÚSTICA-		
	DETALHES ARQUITETÔNICOS- Média complexidade	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Variado. Asfalto, alvenaria rebocada,cerâmica e concreto		
NÚMERO DE LADOS- 2 lados da via				
ALTURA- Predominante de dois a quatro pavimentos				
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE-Não calculada				

Figura 18: Ficha Bioclimática do ponto B

Fonte: Elaboração própria



FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO C		
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA	
PONTO C				
	ESPACIAIS		AMBIENTAIS	
ENTORNO	SOL- Exposição parcial de acordo com o período do dia e do ano	SENSAÇÃO DE COR- Intensa devido as fachadas comerciais		COR
	VENTO- Abundante com possibilidade da ventilação predominante e regime de brisas	RESSONÂNCIA DO RECINTO- Intensa. Efeito canyon urbano SOMBRA SONORA- Inexistente		SOM
	SOM- Intenso. Produzido por automóveis e pessoas	DIRETA- Intensa DIFUSA-Intensa REFLETIDA- Baixa reflexão	RADIACÃO	
	CONTINUIDADE DA MASSA- Contínua. Alta densidade edificada	UMIDADE RELATIVA- 58% TEMPERATURA DO AR- 28,8°C		CLIMA
CONDUÇÃO DOS VENTOS- Pela rua Guilherme Rocha (ventilação predominante) e rua Senador Pompeu(brisas marinhas)	VELOCIDADE DO VENTO- Máx. 2,6 m/s Min. 0,2 m/s			
A BASE	ÁREA DA BASE- Aproximadamente 1500m <sup>2</sup>	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Altas influenciadas pela pavimentação ALBEDO- Alto características materiais de revestimento		SOM
	PAVIMENTOS- Asfalto, cimentado e cerâmico	AMBIENTE SONORO- Muito ruído devido atividade comercial e veículos		
	VEGETAÇÃO- Inexistente	VARIACÃO SAZONAL- Inexistente CONJUNTO DE CORES- Desarmônico TONALIDADE- Tons de cinza		COR
	ÁGUA- Inexistente	MANCHAS DE LUZ - Variação ao longo do dia e ao longo do ano ESTÉTICA DA LUZ- Inexistente		LUZ
MOBILIÁRIO URBANO- Postes em concreto e sinalização	ILUMINÂNCIA- Alta			
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE- Inexistente	INCIDÊNCIA DA LUZ- Direta e indireta DIREÇÃO DO FLUXO- Difusa		CLIMA
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE- Tanto horizontal quanto vertical	ABSORÇÃO- Alta devido asfalto REFLEXÃO- Média. Influenciada por piso cerâmico		
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Predominância de 2 a 4 pavimentos. Uso comercial e serviços	MATIZES- Variadas CLARIDADE- Claro		SOM
	ABERTURAS- Confluência de ruas	PERSONALIDADE ACÚSTICA- Composta pelo som de automóveis e pessoas		
	TENSÃO- Intensa	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Variada. Asfalto, alvenarias rebocadas cimentado e cerâmica		
	DETALHES ARQUITETÔNICOS- Simples com destaque para as marquises			
NÚMERO DE LADOS- 4				
ALTURA- Entre 2 e 4 pavimentos				
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE Não calculada-				

**Figura 19:** Ficha Bioclimática do ponto C

Fonte: Elaboração própria





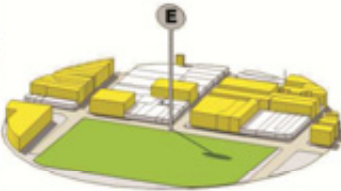
FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO E	
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA
PONTO E			
	ESPACIAIS		AMBIENTAIS
ENTORNO	SOL-Área sombreada durante maior parte do dia	SENSAÇÃO DE COR- Preto do asfalto quebrado pelas cores das fachadas das edificações do entorno e pelo verde das árvores.	COR
	VENTO- Sem barreiras a ventilação. Canalizado pela rua João Moreira e na direção norte -sul pelo regime de brisas	RESSONÂNCIA DO RECINTO-Pouca ressonância (espaço aberto)	SOM
	SOM-Polo gerador de ruídos gerados pelo trânsito de veículos	SOMBRA SONORA-Inexistente	RADIÇÃO
	CONTINUIDADE DA MASSA-	DIRETA- Reduzida pela cobertura vegetal e edificações DIFUSA-Abundante devido ao clima REFLETIDA-Pouco significativa	
CONDUÇÃO DOS VENTOS-Canalizados pela rua e brisas sem nenhuma interferência	UMIDADE RELATIVA-59% TEMPERATURA DO AR-28,6°C VELOCIDADE DO VENTO- Máx. 2,8 m/s Min. 0,3 m/s	CLIMA	
A BASE	ÁREA DA BASE-Não calculada	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Reduzidas pelo sombreamento vegetal ALBEDO-Alto pela presença do asfalto	SOM
	PAVIMENTOS-Asfalto, concreto	AMBIENTE SONORO-Muito ruidoso	
	VEGETAÇÃO-Abundante pela presença de um bosque	VARIAÇÃO SAZONAL-Inexistente	COR
	ÁGUA-Presente Visualmente pela proximidade com o oceano	CONJUNTO DE CORES- Predominantemente tons pastéis TONALIDADE-Mista	
	MOBILIÁRIO URBANO- Bancos, grades e luminárias em ferro fundido	MANCHAS DE LUZ- Varia de acordo com o sombreamento durante o dia ESTÉTICA DA LUZ- Não há Uso intencional	LUZ
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE-Inexistente	ILUMINÂNCIA-Média	LUZ
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE-Quebrada pela presença da praça	INCIDÊNCIA DA LUZ-Direta e indireta DIREÇÃO DO FLUXO- Acompanha a movimentação solar durante o dia	
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA-Predomina edificações de 2 a 4 pavimentos destacando-se a atividade institucional e prédios abandonados	ABSORÇÃO- Reduzida pelo sombreamento	CLIMA
	ABERTURAS-Muitas aberturas	REFLEXÃO-Reduzida pelo sombreamento	
	TENSÃO- Baixa	MATIZES- Tons pastéis CLARIDADE-média intensidade	SOM
	DETALHES ARQUITETÔNICOS- Complexos pela característica histórica das edificações	PERSONALIDADE ACÚSTICA- Formada pelo movimento de veículos e pessoas	
NÚMERO DE LADOS-Três	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Materiais diversos: alvenaria cerâmicas, asfalto, cerâmica e concreto		
ALTURA-Predominante prédios de 2 a 4 pavimentos			
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE-Não calculada			

Figura 20: Ficha Bioclimática do ponto E

Fonte: Elaboração própria



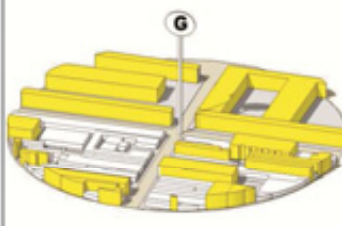
FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO G		
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA	
PONTO G				
	ESPACIAIS		AMBIENTAIS	
ENTORNO	SOL- Exposição durante quase todo dia	SENSAÇÃO DE COR- Pouco variada pela semelhança de cores nas edificações		COR
	VENTO- Sem barreiras	RESSONÂNCIA DO RECINTO- Pouca SOMBRA SONORA- Inexistente		SOM
	SOM- Promovido por automóveis individuais e coletivos e pelas pessoas	DIRETA- Intensa DIFUSA-moderada	RADIACÃO	CLIMA
	CONTINUIDADE DA MASSA- Média densidade promovida pela presença de pátios internos	REFLETIDA- Alta devido as cores claras das edificações		
CONDUÇÃO DOS VENTOS- Pela rua João Moreira e Senador Pompeu (brisas)	UMIDADE RELATIVA- 59% TEMPERATURA DO AR -28,8°C	VELOCIDADE DO VENTO- Máx. 2,0 m/s Min. 0,2 m/s		
A BASE	ÁREA DA BASE- Aproximadamente 1200 m2	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Altas influência do asfalto ALBEDO- Médio. Influenciado pelas superfícies verticais	SOM	
	PAVIMENTOS- Variadas entre térreo até dois pavimentos	AMBIENTE SONORO- Bastante ruidoso (linha de transporte coletivo)		
	VEGETAÇÃO- Presença pontual de espécies arbóreas	VARIAÇÃO SAZONAL- Inexistente CONJUNTO DE CORES- Equilíbrio entre claras e escuras	COR	
	ÁGUA-Presença visual do oceano ao horizonte	TONALIDADE- Predominância de tons pastéis	LUZ	
MOBILIÁRIO URBANO- Postes de concreto e elementos de sinalização	MANCHAS DE LUZ- Intensas durante todo o dia ESTÉTICA DA LUZ- Valorização dos prédios históricos			
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE-Inexistente	ILUMINÂNCIA- Alta	LUZ	
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE- Tanto horizontal quanto vertical	INCIDÊNCIA DA LUZ- Direta e indireta DIREÇÃO DO FLUXO- Difusa		
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Predominância de prédios históricos	ABSORÇÃO- Alta devido asfalto	CLIMA	
	ABERTURAS- Confluência de ruas	REFLEXÃO- Alta a partir das superfícies verticais		
	TENSÃO- Baixa	MATIZES- Tons pastéis	SOM	
	DETALHES ARQUITETÔNICOS-simples	CLARIDADE-Alta		
NÚMERO DE LADOS- 4	PERSONALIDADE ACÚSTICA- Simples			
ALTURA- Equilíbrio entre edificações térreas e até 4 pavimentos	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Variada. Asfalto, cimentado e alvenaria-rebocada	ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE- Não calculada		

Figura 21: Ficha Bioclimática do ponto G

Fonte: Elaboração própria

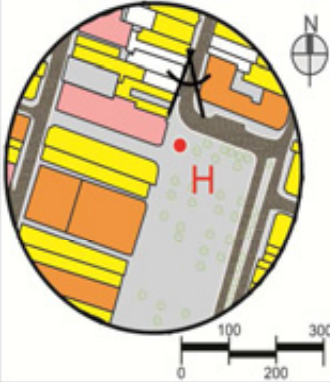


FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO H		
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA	
				
ESPAÇIAIS		AMBIENTAIS		
ENTORNO	SOL- Espaço aberto	SENSAÇÃO DE COR- Variada pela coloração do entorno		
	VENTO- Intenso sem barreiras	RESSONÂNCIA DO RECINTO- Baixa espaço para dispersão do som		
	SOM- Intensa produção por meio das pessoas, automóveis e o relógio da praça	SOMBRA SONORA- Árvores e quiosques		
	CONTINUIDADE DA MASSA- Pouca, espaço aberto	DIRETA- Grande quantidade	RADIÇÃO	CLIMA
CONDUÇÃO DOS VENTOS- Por todas as direções motivada pela ausência de barreiras	DIFUSA- Grande quantidade	REFLETIDA- Grande quantidade principalmente provocada pela pavimentação da praça		
A BASE	ÁREA DA BASE- 10000m <sup>2</sup>	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Médias devido o tipo de superfícies		
	PAVIMENTOS- Predominância de pedra portuguesa branca e paralelepípedo	ALBEDO- Médio		
	VEGETAÇÃO- Presença de arborização agrupada em canteiros compostos de vegetação de pequeno porte	AMBIENTE SONORO- Alto nível de ruído		
	ÁGUA- Presente em uma fonte central	VARIÇÃO SAZONAL- Variável pelas espécies vegetais		
A FRONTEIRA	MOBILIÁRIO URBANO- Bancos em madeira, lixeiras e postes em concretos e quiosques metálicos	CONJUNTO DE CORES- Variado		
	CONVEXIDADE- Presente por ser um espaço aberto limitado pelas edificações	TONALIDADE- Diversas		
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE- Predominância horizontal	MANCHAS DE LUZ- Sombreamento provocados pelas edificações mais altas localizadas ao norte e oeste da praça		
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Variada. Comercio e serviços	ESTÉTICA DA LUZ- Valorização do entorno e da praça		
	ABERTURAS- Várias. Muitas ruas desembocam na praça	ILUMINÂNCIA- Alta		
	TENSÃO- Pouca	INCIDÊNCIA DA LUZ- Direta e indireta		
	DETALHES ARQUITETÔNICOS- Variados e de épocas diferentes	DIREÇÃO DO FLUXO- Difusa		
NÚMERO DE LADOS- 4 correspondendo aos limites da praça	ABSORÇÃO- Média			
ALTURA- Variada com vários prédios acima de 10 pavimentos. Considerada área verticalizada.	REFLEXÃO- Alta. Influenciada pelo tipo de pavimento			
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE- Em torno de 10000m <sup>2</sup>	MATIZES- Variada			
	CLARIDADE- Intensa			
	PERSONALIDADE ACÚSTICA- Complexa. Muitas fontes emissoras			
	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Variada. Pedra portuguesa, paralelepípedo			

Figura 22: Ficha Bioclimática do ponto H

Fonte: Elaboração própria





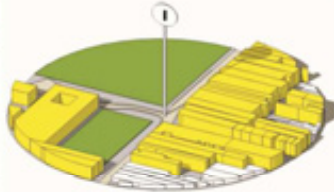
FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO I		
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA	
PONTO I				
	ESPACIAIS		AMBIENTAIS	
ENTORNO	SOL-Inside em todo o espaço aberto durante todo o dia. Poucas áreas sombreadas	SENSAÇÃO DE COR- Calor		COR
	VENTO-Espaço aberto porém com entorno pouco rugoso e muito adensado	RESSONÂNCIA DO RECINTO- SOMBRA SONORA- Cobertura vegetal presente no bosque central		SOM
	SOM- Muito intenso devido pessoas, automóveis individuais e coletivos, comércio ambulante e apresentação de artistas de rua	DIRETA- Muito intensa	RADIACÃO	CLIMA
	CONTINUIDADE DA MASSA- Considerável no entorno edificado da praça	DIFUSA- Muito intensa		
CONDUÇÃO DOS VENTOS- Prejudicada pelo entorno pouco rugoso	REFLETIDA-Muito intensa. Grande área pavimentada	UMIDADE RELATIVA- 56%		
		TEMPERATURA DO AR- 29,4°C		
		VELOCIDADE DO VENTO- Máx. 1,8 m/s Min. 0,2 m/s		
A BASE	ÁREA DA BASE- Não calculada	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Médias		SOM
		ALBEDO-Médio		
	PAVIMENTOS- Grande área pavimentada predominando pedra portuguesa e paralelepípedo	AMBIENTE SONORO- Bastante ruidoso		COR
	VEGETAÇÃO- Concentrada em um pequeno bosque central na praça e nos jardins do teatro José de Alencar situado no entorno	VARIAÇÃO SAZONAL- De acordo com as diferentes espécies vegetais		
ÁGUA- Inexistente	CONJUNTO DE CORES- Reduzidos			
MOBILIÁRIO URBANO- Bancos, postes e lixeiras em concreto	TONALIDADE-Tons de cinza			
	MANCHAS DE LUZ- Espaço aberto pouco sombreado		LUZ	
	ESTÉTICA DA LUZ- Iluminação de efeito na praça e no teatro			
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE- Não percebida	ILUMINÂNCIA- Intensa		CLIMA
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE- Principalmente na grande superfície horizontal	INCIDÊNCIA DA LUZ- Alta		
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Variada de diversas épocas	DIREÇÃO DO FLUXO- Difusa		SOM
	ABERTURAS- espaço aberto	ABSORÇÃO- Média		
	TENSÃO-	REFLEXÃO- Intensa e principalmente horizontal		
	DETALHES ARQUITETÔNICOS- No geral simples	MATIZES- Alta		
NÚMERO DE LADOS-4 lados que definem a praça	CLARIDADE- Intensa			
ALTURA- Pouca variação. Predominância de 2 a 4 pavimentos	PERSONALIDADE ACÚSTICA- Muito variada. Zona de intenso movimento			
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE- Não calculada	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Variada. Pedra portuguesa, paralelepípedo, alvenaria rebocada			




Figura 23: Ficha Bioclimática do ponto I

Fonte: Elaboração própria

FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO J		
PONTO J	PLANTA	FOTO	PERSPECTIVA	
				
	ESPACIAIS	AMBIENTAIS		
ENTORNO	SOL- Barreiras a insolação: edifícios e grande cobertura vegetal	SENSAÇÃO DE COR- Variada		COR
	VENTO- Sem barreiras a ventilação dominante, diferença no perfil da área e zona de turbulência promovida por edificação de 12 pavimentos no entorno	RESSONÂNCIA DO RECINTO- Pouca (cobertura vegetal) SOMBRA SONORA- Proporcionada pela vegetação e diferença de altura em relação a rua Cond'eu		SOM
	SOM-Intenso e promovido por veículos individuais e coletivos além da atividade humana	DIRETA- Baixa devido o obstáculo criado pela vegetação e edificações do entorno DIFUSA- Baixa REFLETIDA- Baixa	RADIAÇÃO	
	CONTINUIDADE DA MASSA- Não existe devido diferença de topografia e vários vazios	UMIDADE RELATIVA- 59%		CLIMA
CONDUÇÃO DOS VENTOS- Por toda fachada leste erguida em relação a rua	TEMPERATURA DO AR- 28,1 VELOCIDADE DO VENTO- Máx. 4,3 m/s Min. 0,5 m/s			
A BASE	ÁREA DA BASE- Não calculada	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Baixas. Área muito sombreada ALBEDO- Médio		
	PAVIMENTOS- Predominância de asfalto e pedra portuguesa. Presença de canteiros	AMBIENTE SONORO- Nível médio de ruído		SOM
	VEGETAÇÃO- Toda o espaço é bastante arborizado ÁGUA- Inexistente	VARIÇÃO SAZONAL-Varia com as espécies vegetais CONJUNTO DE CORES- Variada TONALIDADE-Tons de verde e cinza		COR
	MOBILIÁRIO URBANO- bancos em madeira e postes de iluminação em ferro fundido	MANCHAS DE LUZ- Pouca intensidade devido intenso sombreamento ESTÉTICA DA LUZ- Simples		LUZ
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE-Inexistente	ILUMINÂNCIA- Média		LUZ
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE- apenas na superfície horizontal	INCIDÊNCIA DA LUZ- Indireta DIREÇÃO DO FLUXO-Difuso		
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Variada e de diversas épocas. Usos Comercial, serviços e institucional	ABSORÇÃO-Baixa devido o sombreamento		CLIMA
	ABERTURAS- Muitas aberturas principalmente a leste	REFLEXÃO- Baixa		
	TENSÃO-	MATIZES-Variadas		SOM
	DETALHES ARQUITETÔNICOS- Variados de acordo com as diferentes épocas das edificações NÚMERO DE LADOS- três	CLARIDADE- Baixa		
ALTURA- Variada	PERSONALIDADE ACÚSTICA- Simples			
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE- Não calculada	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Pedra portuguesa, asfalto, alvenaria rebocada			

Figura 24: Ficha Bioclimática do ponto J




Fonte: Elaboração própria

FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO L		
PONTO L	PLANTA	FOTO	PERSPECTIVA	
				
ESPACIAIS		AMBIENTAIS		
ENTORNO	SOL-Intensa no período da manhã	SENSAÇÃO DE COR-Diversificada		COR
	VENTO- Sem obstáculos	RESSONÂNCIA DO RECINTO- Pouca (espaço aberto) SOMBRA SONORA-Não existe		SOM
	SOM-Intenso produzido por veículos	DIRETA- Intensa	RADIACÃO	CLIMA
	CONTINUIDADE DA MASSA- Pouca devido a presença do parque	DIFUSA-Intensa devido ao clima REFLETIDA-Média reflexão		
CONDUÇÃO DOS VENTOS-Livres e sem nenhum obstáculo	UMIDADE RELATIVA- 59% TEMPERATURA DO AR-28,3°C VELOCIDADE DO VENTO- Máx. 2,9 m/s Min. 0,2 m/s			
A BASE	ÁREA DA BASE-Não calculada	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS-Altas devido asfalto ALBEDO- Alto		
	PAVIMENTOS- Asfalto nas ruas e concreto nas calçadas	AMBIENTE SONORO- Muito ruidoso pelo intenso tráfego de veículos		
	VEGETAÇÃO- Abundante pela presença do parque	VARIACÃO SAZONAL- Pouco Significativa CONJUNTO DE CORES- Variado e sem articulação TONALIDADE-Tons claros		COR
	ÁGUA- Presente no lago localizado no parque	MANCHAS DE LUZ- Variam de acordo com a hora do dia ESTÉTICA DA LUZ-Uso inexistente		LUZ
MOBILIÁRIO URBANO- Bancos, postes e lixeiras em concreto	LUMINÂNCIA- Brilhos refletidos pelas fachadas			
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE-Inexistente	INCIDÊNCIA DA LUZ-Direta e indireta		CLIMA
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE-Quebrada pela presença do parque	DIREÇÃO DO FLUXO- Variada		
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Variada com prédios até 6 (seis) pavimentos	ABSORÇÃO- Alta		
	ABERTURAS- Muitas pela presença do parque	REFLEXÃO-Baixa devido sombreamento e cores escuras		
	TENSÃO- Baixa	MATIZES-Variadas		
DETALHES ARQUITETÔNICOS-Simples	CLARIDADE-Intensa		SOM	
NÚMERO DE LADOS-Dois	PERSONALIDADE ACÚSTICA- Ruidosa			
ALTURA-Variada até 6 (seis) pavimentos	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Avenarias rebocadas, concreto, vidro asfalto, cerâmica e paralelepípedo			
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE- Não calculada				

**Figura 25:** Ficha Bioclimática do ponto L

Fonte: Elaboração própria



FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO M		
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA	
				
ESPACIAIS		AMBIENTAIS		
ENTORNO	SOL-Exposto a insolação durante curto período do dia	SENSAÇÃO DE COR- Variada		COR
	VENTO- Canalização promovida por entorno verticalizado. Zona de turbulência	RESSONÂNCIA DO RECINTO- Intensa devido efeito do canyon urbano SOMBRA SONORA- Promovida pela área do parque da Criança a oeste		SOM
	SOM- Intenso e promovido por veículos e pessoas.	DIRETA- Baixa DIFUSA- Baixa REFLETIDA- Média promovida pelas edificações	RADIAÇÃO	
CONTINUIDADE DA MASSA- Massa contínua, entorno adensado e verticalizado		UMIDADE RELATIVA- 60% TEMPERATURA DO AR- 27,9°C		CLIMA
CONDUÇÃO DOS VENTOS- Principalmente pela calha da rua em zonas de turbulência		VELOCIDADE DO VENTO-Máx. 4,8 m/s Min. 0,8 m/s		
A BASE	ÁREA DA BASE- Não calculada	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Baixa devido intenso sombreamento ALBEDO- Médio		
	PAVIMENTOS- Área totalmente pavimentada Predominância de asfalto, pedra portuguesa e concreto VEGETAÇÃO-Inexistente	AMBIENTE SONORO- Muito ruidoso		SOM
	ÁGUA Inexistente-	VARIACÃO SAZONAL- Inexistente CONJUNTO DE CORES- Pouco Variada TONALIDADE-Tons de cinza		COR
	MOBILIÁRIO URBANO- Postes em concreto e sinalização urbana	MANCHAS DE LUZ - Quase inexistente devido intenso sombreamento promovido pelas edificações ESTÉTICA DA LUZ- Inexistente		
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE-	ILUMINÂNCIA-Média		LUZ
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE- Tanto horizontal quanto vertical			
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Verticalizada predominando atividades de serviços	INCIDÊNCIA DA LUZ- Baixa DIREÇÃO DO FLUXO- Difuso		
	ABERTURAS- Promovidas pelas ruas	ABSORÇÃO- Baixa devido sombreamento REFLEXÃO-Baixa devido sombreamento		CLIMA
	TENSÃO-	MATIZES- Variadas CLARIDADE- Média		
	DETALHES ARQUITETÔNICOS- Simples NÚMERO DE LADOS- 2 limites da via	PERSONALIDADE ACÚSTICA-Complexa devido o efeito de canyon urbano		SOM
ALTURA-Edificações acima de 10 pavimentos				
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE- Não calculada	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Variadas. Asfalto, pedra portuguesa, Pele de vidro, concreto			

**Figura 26:** Ficha Bioclimática do ponto M

Fonte: Elaboração própria

FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO N		
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA	
				
ESPAÇIAIS		AMBIENTAIS		
ENTORNO	SOL- Insolação durante todo o dia dependendo da época do ano	SENSAÇÃO DE COR-Variada		COR
	VENTO-Sem obstáculos a ventilação dominante. Rua paralela ao caminho da ventilação.	RESSONÂNCIA DO RECINTO- Baixa devido a área possuir apenas um lado		SOM
	SOM -Promovido por pessoas, automóveis particulares e principalmente o transporte coletivo devido localização de terminal de ônibus no entorno	DIRETA- Intensa	RADIACÃO	CLIMA
	CONTINUIDADE DA MASSA- Apenas na região sul	DIFUSA- Intensa		
CONDUÇÃO DOS VENTOS- Pela calha da rua Castro e Silva e bisas encaminhadas pelo espaço aberto da praça	UMIDADE RELATIVA- 57%		TEMPERATURA DO AR- 29,2°C	
	VELOCIDADE DO VENTO- Máx. 1,7 m/s Min. 0,2 m/s			
A BASE	ÁREA DA BASE- Não calculada	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Altas		SOM
	PAVIMENTOS- Área totalmente pavimentada exceto pequenos canteiros na praça	ALBEDO- Alto		
	VEGETAÇÃO- Aparece de forma pontual no lado Norte	AMBIENTE SONORO- Muito ruído		COR
	ÁGUA-	VARIÇÃO SAZONAL- Inexistente		
MOBILIÁRIO URBANO-	CONJUNTO DE CORES- Pouca variação		LUZ	
	TONALIDADE- Tons de cinza			
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE Não presente-	MANCHAS DE LUZ- Aparecem durante todo dia		CLIMA
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE- Apenas na superfície horizontal	ESTÉTICA DA LUZ- Não trabalhada		
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Pouco variada. Pouca rugosidade	ILUMINÂNCIA-Alta		SOM
	ABERTURAS- Espaço mais aberto que fechado	INCIDÊNCIA DA LUZ- Direta e indireta		
	TENSÃO-	DIREÇÃO DO FLUXO- Difuso		
	DETALHES ARQUITETÔNICOS-Simples	ABSORÇÃO- Alta na superfície horizontal		
	NÚMERO DE LADOS- 1 lado sul	REFLEXÃO- Média promovida pelas edificações		
ALTURA- Média de 2 pavimentos	MATIZES- Sem predominância			
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE-Não calculada	CLARIDADE- Muito intensa			
	PERSONALIDADE ACÚSTICA - Complexa devido pessoas e veículos		SOM	
	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Variada. Asfalto, cimentado, alvenarias rebocadas			

**Figura 27:** Ficha Bioclimática do ponto N

Fonte: Elaboração própria



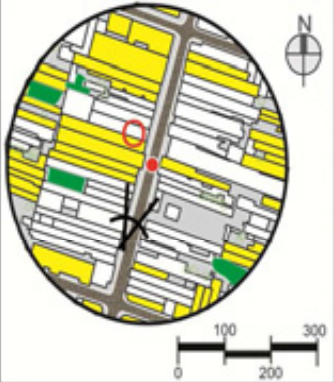

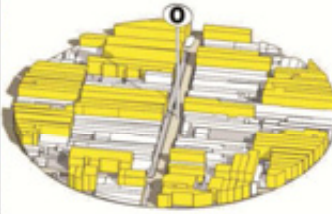
FICHA BIOCLIMÁTICA DO ESPAÇO PÚBLICO		PONTO O	
PLANTA		FOTO	PERSPECTIVA
			
ESPACIAIS		AMBIENTAIS	
ENTORNO	SOL- Exposição constante porém variando de acordo com a hora do dia. Rua perpendicular ao caminho solar	SENSAÇÃO DE COR- Variada	
	VENTO- Edificações ao leste definem barreira a vegetação natural	RESSONÂNCIA DO RECINTO-Baixa SOMBRA SONORA-Inexistente	
	SOM- Promovido por pessoas e veículos. Destaque para os ônibus que ocupam a rua como uma espécie de terminal linear	DIRETA- Intensa DIFUSA- Intensa REFLETIDA- Média promovida pelas fachadas	RADIAÇÃO
	CONTINUIDADE DA MASSA- Acontece nas laterais edificadas e sem recuos	UMIDADE RELATIVA-57% TEMPERATURA DO AR- 29,6°C	
CONDUÇÃO DOS VENTOS- Prejudicada pela orientação da via em relação dominante	VELOCIDADE DO VENTO-Máx. 2,5 m/s Mín. 0,1 m/s		CLIMA
A BASE	ÁREA DA BASE- Não calculada	TEMPERATURAS SUPERFICIAIS- Altas ALBEDO- Alto	
	PAVIMENTOS- Intensamente pavimentada	AMBIENTE SONORO-Muito ruidoso	
	VEGETAÇÃO- Inexistente	VARIÇÃO SAZONAL- Inexistente CONJUNTO DE CORES- Variado TONALIDADE- Tons de cinza	
	ÁGUA-Inexistente	MANCHAS DE LUZ- Presentes durante todo dia ESTÉTICA DA LUZ- Inexistente	
MOBILIÁRIO URBANO- Postes em concreto e sinalização urbana	ILUMINÂNCIA- Alta		LUZ
A FRONTEIRA	CONVEXIDADE- Inexistente	INCIDÊNCIA DA LUZ- Direta e indireta DIREÇÃO DO FLUXO- Difuso	
	CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE-Tanto horizontal quanto vertical	ABSORÇÃO-Alta devido principalmente piso asfáltico REFLEXÃO-Alta promovida pelas fachadas	
	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA- Homogênea. Alta densidade construída. Predominância de uso comercial	MATIZES-Variadas	
	ABERTURAS- 2 localizadas na rua	CLARIDADE- Alta	
	TENSÃO- DETALHES ARQUITETÔNICOS- Bastante simplificados. Construções homogêneas	PERSONALIDADE ACÚSTICA- Complexa devido intenso movimento de atividades humanas na região	
NÚMERO DE LADOS- 2 as fachadas edificadas voltadas para a via	QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS- Cimentado, Asfalto, alvenarias rebocadas.		SOM
ALTURA-			
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE-			

Figura 28: Ficha Bioclimática do ponto O

Fonte: Elaboração própria

## 6.2. Formulação do banco de dados

As variáveis climáticas coletadas em campo de temperatura do ar, umidade do ar e intensidade dos ventos foram organizadas em um banco de dados relacionadas pelo período do ano, pontos, dia e horário de medição registradas inicialmente em um formulário de campo e depois transferido e organizado no programa Excel (Anexo 1). A partir destas informações desenvolveram-se as análises estatísticas necessárias para o alcance dos objetivos deste trabalho.

## 6.3. Análise estatística

A primeira etapa da apreciação estatística consistiu em uma análise exploratória identificando as medidas de tendência central e a variabilidade dos fatores considerados. Verifica-se nesta abordagem inicial o tamanho da amostra coletada e a qualidade dos dados a fim de prosseguir com as análises específicas.

### 6.3.1. Metodologia

A seguir serão apresentados os métodos que foram utilizados nas análises estatísticas necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa.

Esta análise estatística tem por objetivo verificar o efeito dos fatores e suas interações sobre as variáveis respostas de temperatura do ar, umidade do ar e a amplitude, velocidade máxima e mínima dos ventos.

Para atingir os objetivos da pesquisa foram elaboradas hipóteses científicas e estatísticas envolvendo os fatores Período, Ponto e Hora, objetos de estudo. De acordo como os objetivos as hipóteses científicas e estatísticas são:

### a) Científica

Hipótese verdadeira  $H_0$ : Não existe efeito do fator (e interação entre fatores) sobre a variável resposta (temperatura, umidade, velocidade máxima do vento, amplitude da velocidade).

Hipótese alternativa  $H_A$ : Existe efeito do fator (e interação entre fatores) sobre a variável resposta (temperatura, umidade, velocidade máxima do vento, amplitude da velocidade).

### b) Estatística

Hipótese verdadeira  $H_0$ : As médias da variável resposta nos níveis do fator são iguais.

Hipótese alternativa  $H_A$ : O caso contrário.

Para testar as hipóteses acima foi realizada uma análise estatística com base na técnica de análise estatística de experimentos fatoriais. Os fatores envolvidos no experimento foram:

- Fator 1 (F1) – Período de medição em 02 níveis referentes ao período do ano (agosto/2008 e março/2009);

- Fator 2 (F2) – Ponto de medição em 12 níveis relativos aos pontos de coletas de dados todos presentes na área de estudo;

- Fator 3 (F3) – Horário de medição em 03 níveis correspondente 06h, 13h e 18h.

As variáveis respostas que interagiram com os fatores apresentados anteriormente foram: a temperatura do ar, a umidade do ar e a amplitude, velocidade máxima e mínima dos ventos.

Os cálculos das estatísticas do teste foram realizados como base na análise de variância – ANOVA. Os cálculos da ANOVA foram realizados no ambiente do software STATISTICA versão 7.0. O nível de significância para o

teste de cada hipótese foi fixado em 5,0%, isto é, p-valor ou  $\alpha$  máximo igual 0,05.

#### 6.4. Análise fatorial das variáveis climáticas

De acordo com a metodologia estatística apresentada foram realizadas análises envolvendo as variáveis climáticas de temperatura do ar, umidade do ar e amplitude, máxima e mínima velocidades do ar assim como, objetivos e hipóteses que serão apresentadas a seguir.

##### 6.4.1. Análise fatorial da variável temperatura do ar

Objetivo 01 – Verificar se existe efeito dos fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3) sobre a variabilidade dos dados da variável temperatura do ar, como também as interações entre estes fatores.

Desta forma temos como hipóteses:

$H_0$  = Os fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3), Bem como suas interações não tem efeito sobre a variável temperatura do ar.

$H_a$  = O caso contrário

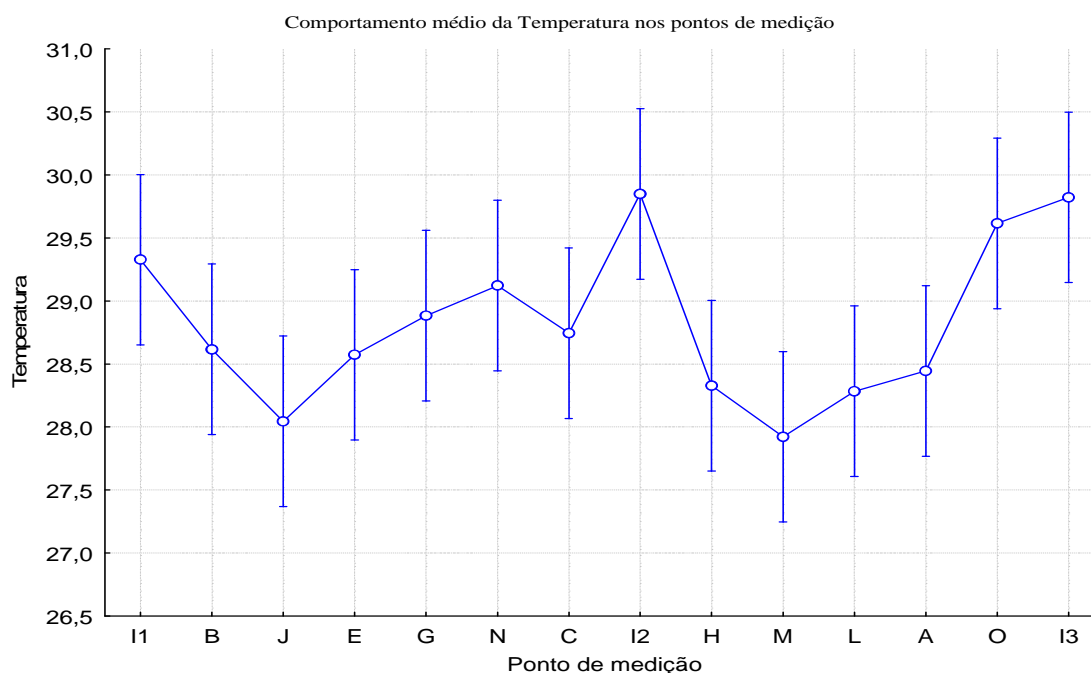
Para testar a hipótese os cálculos das estatísticas do teste foram realizados como base na análise de variância – ANOVA. Os cálculos da ANOVA foram realizados no ambiente do software STATISTICA versão 7.0. O nível de significância para o teste de cada hipótese foi fixado em 5,0%, isto é, p-valor ou  $\alpha$  máximo igual 0,05 (ver tabela 3).

Tabela 3: Análise de Variância para a variável Temperatura

Variável: Temperatura					
Efeitos	Soma de quadrados	g.l.	Quadrado médio	F	Valor-p
Período	0.8	1	0.8	0.4	0.528
Ponto de medição	94.3	13	7.3	3.4	<0.0001*
Hora	585	2	292.5	138.3	<0.0001*
Período*Ponto de medição	29.2	13	2.2	1.1	0.397
Período*Hora	55.5	2	27.8	13.1	<0.0001*
Ponto de medição*Hora	54.4	26	2.1	1	0.485
Período*Ponto de medição*Hora	33	26	1.3	0.6	0.937

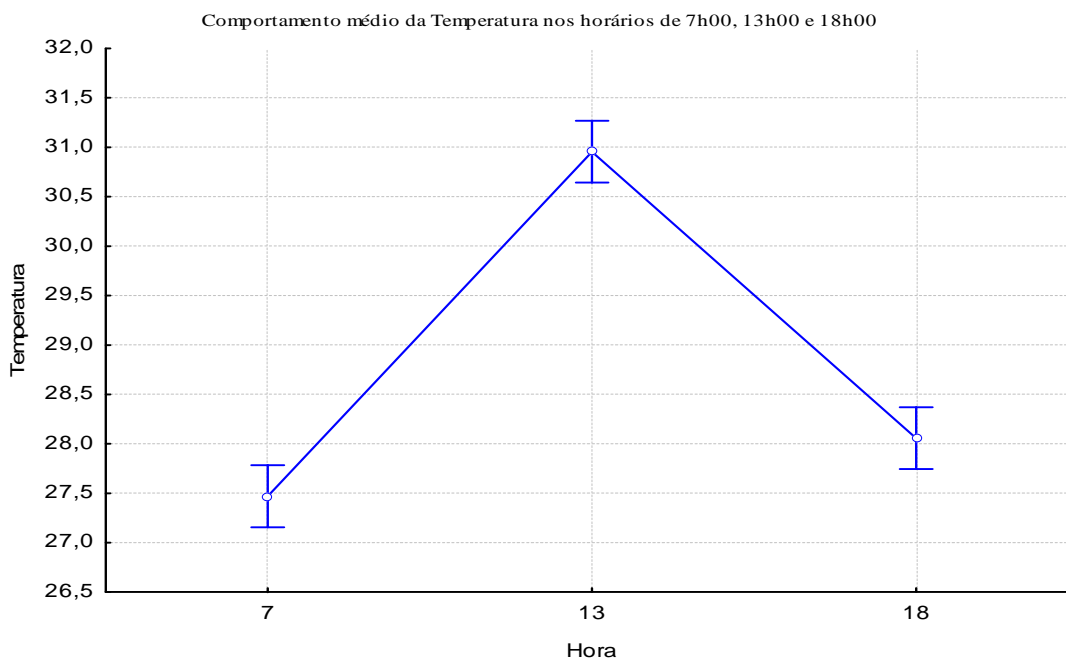
Para o nível de significância de 5% verifica-se que não existe efeito do fator período e da interação entre os fatores período\*ponto, ponto\*hora e período\*ponto\*hora. Verifica-se por outro lado que existe interação estatisticamente significativa entre dos fatores ponto de medição, hora e interação período\*hora.

Para ilustrar os resultados das análises são apresentados os gráficos do tipo Box-Plot da variável temperatura para cada fator e as interações entre fatores que foram consideradas significativas.



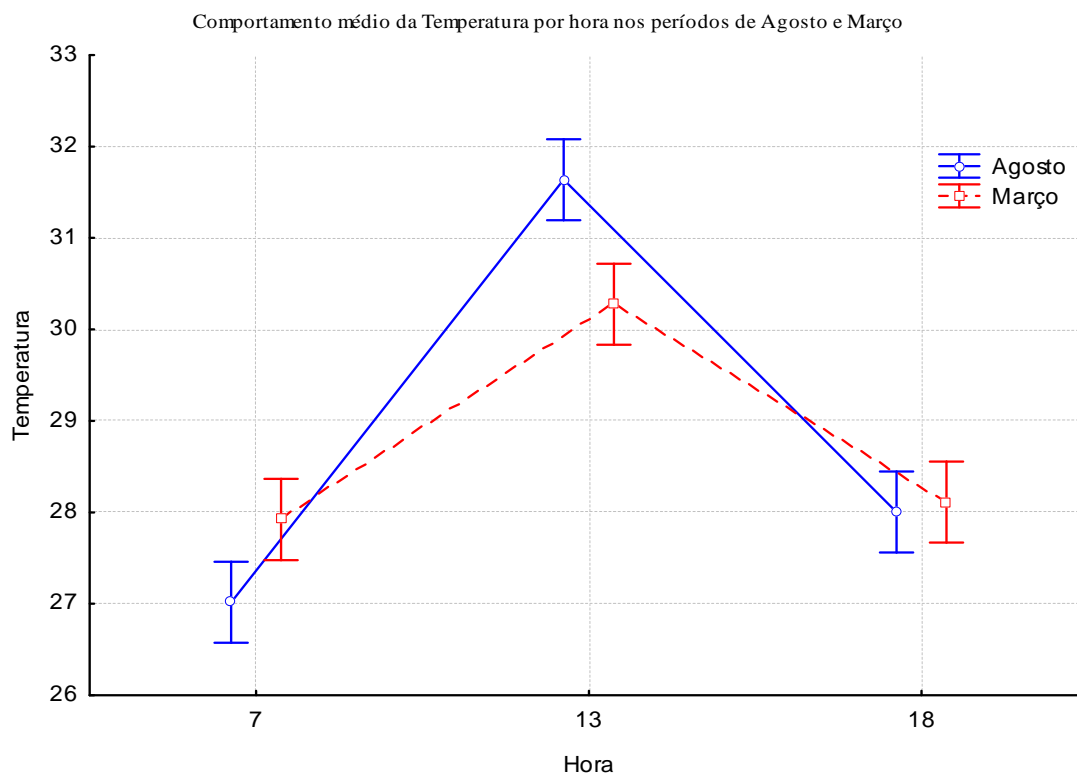
**Figura 29:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável temperatura do ar nos pontos de Medição

De acordo com o gráfico acima percebemos que as maiores médias de temperatura do ar foram observadas nos pontos I e O enquanto as menores médias ocorreram nos pontos J, H, M e L. Este comportamento da temperatura média do ar pode ter sido influenciado pela presença de cobertura vegetal nos pontos J e L; e entorno edificado rugoso em relação aos pontos H e M.



**Figura 30:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável temperatura do ar nos horários de 7h00, 13h00 e 18h00.

Em relação a comparação período do dia e período do ano (figura 31) observamos que as maiores médias de temperatura do ar ocorreram no horário das 7h00 e 18h00 em março e as 13h00 no período de agosto. Este resultado as 13h00 pode ter sido influenciado pela presença de maior nebulosidade e conseqüente sombreamento no período de março época chuvosa. Já a menor média de temperatura as 7h00 em agosto pode ser oriunda do céu aberto durante a madrugada bem como, pela maior intensidade dos ventos nesse período do ano (época seca). No horário das 18h00 não houve uma diferença significativa entre as temperaturas do ar levantadas nas duas épocas do ano.



**Figura 31:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável temperatura do ar por hora nos períodos de Agosto e Março

#### 6.4.2. Análise fatorial da variável umidade do ar

Objetivo 02 – Verificar se existe efeito dos fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3) sobre a variabilidade dos dados da variável umidade do ar, como também as interações entre estes fatores.

Desta forma temos como hipóteses:

Ho = Os fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3), Bem como suas interações não tem efeito sobre a variável umidade do ar.

Há = O caso contrário

Para testar a hipótese os cálculos das estatísticas do teste foram realizados como base na análise de variância – ANOVA. Os cálculos da ANOVA foram realizados no ambiente do software STATISTICA versão 7.0. O

nível de significância para o teste de cada hipótese foi fixado em 5,0%, isto é, p-valor ou  $\alpha$  máximo igual 0,05 (ver tabela 4).

Tabela 4: Análise de Variância para a variável Umidade.

Variável: Umidade					
Efeitos	Soma de quadrados	g.l.	Quadrado médio	F	Valor-p
Período	35600	1	35600	510.5	<0.0001*
Ponto de medição	521	13	40	0.6	0.872
Hora	10500	2	5250	75.3	<0.0001*
Período*Ponto de medição	439	13	34	0.5	0.931
Período*Hora	1735	2	867	12.4	<0.0001*
Ponto de medição*Hora	736	26	28	0.4	0.996
Período*Ponto de medição*Hora	478	26	18	0.3	1

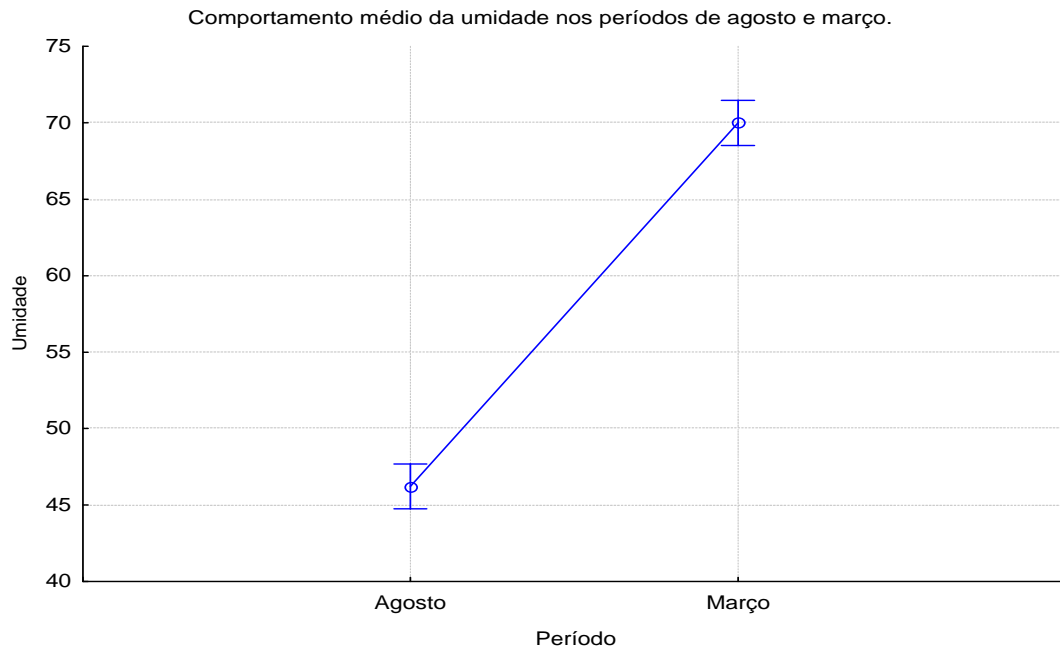
Para o nível de significância de 5% verifica-se que não existe efeito do fator ponto de medição e da interação entre os fatores período\*ponto de medição, ponto de medição\*hora e período\*ponto\*hora. Verifica-se por outro lado que existe efeitos dos fatores Período e Hora sob a umidade e que há interação estatisticamente significativa entre os fatores período\*hora.

Para ilustrar os resultados das análises são apresentados os gráficos do tipo Box-Plot da variável Umidade para cada fator e as interações entre fatores considerados significativos.

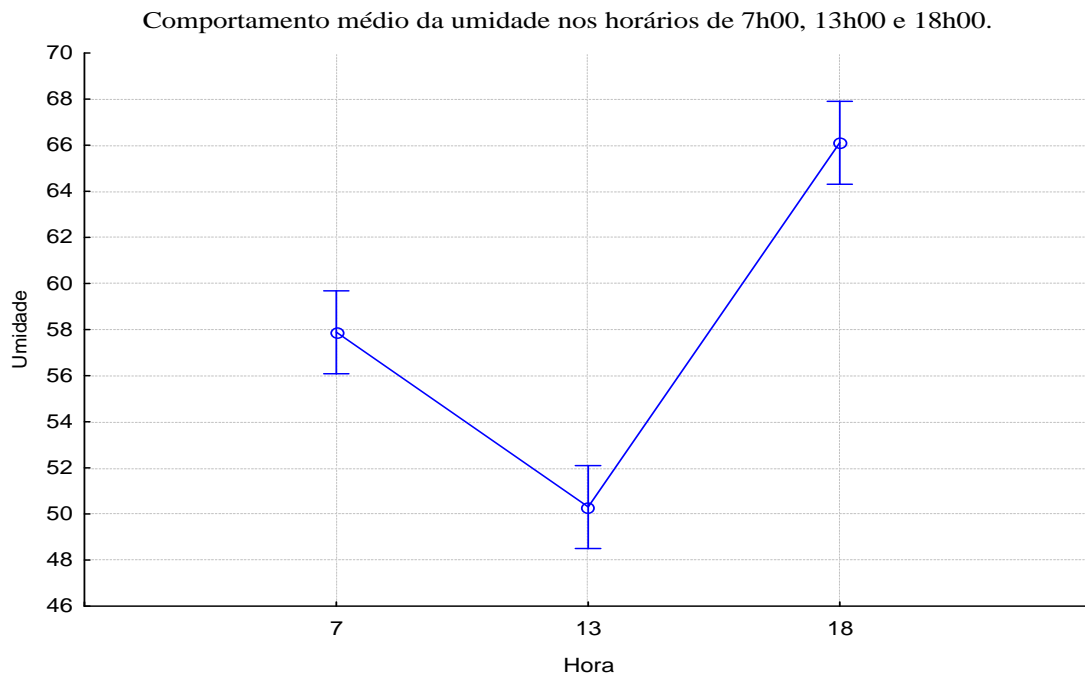
Analisando o comportamento da umidade do ar nos dois períodos do ano considerados neste estudo (figura 32) notamos um resultado bem próximo do esperado. Em março, época das chuvas, ocorreu maiores médias de umidade do ar que em agosto estação seca e de ventilação natural mais intensa.

Outro resultado das medições de umidade do ar previsto também ocorreu em relação aos horários do dia (figura 33). As 13h00 período mais quente do dia aconteceram às menores leituras da umidade do ar.

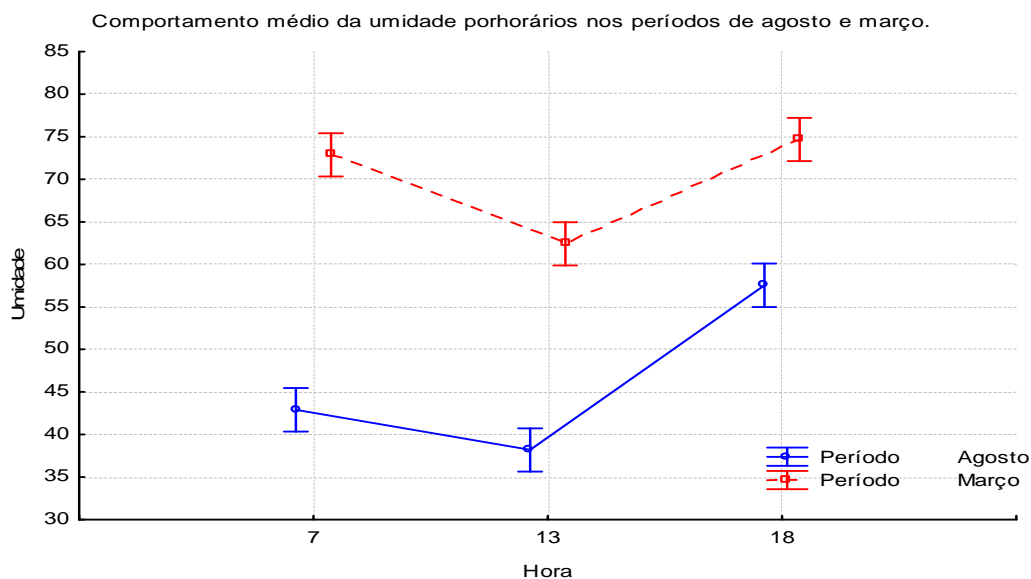




**Figura 32:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável umidade do ar nos períodos de agosto e março



**Figura 33:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável umidade do ar nos horários de 7h00, 13h00 e 18h00.



**Figura 34:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável umidade do ar nos horários de 7h00, 13h00 e 18h00 nos dois períodos.

#### 6.4.3. Análise fatorial da variável amplitude da velocidade do ar

Objetivo 03 – Verificar se existe efeito dos fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3) sobre a variabilidade dos dados da variável amplitude da velocidade do ar, como também as interações entre estes fatores.

Desta forma temos como hipóteses:

Ho = Os fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3), Bem como suas interações não tem efeito sobre a variável amplitude da velocidade do ar.

Há = O caso contrário

Para testar a hipótese os cálculos das estatísticas do teste foram realizados como base na análise de variância – ANOVA. Os cálculos da ANOVA foram realizados no ambiente do software STATISTICA versão 7.0. O nível de significância para o teste de cada hipótese foi fixado em 5,0%, isto é, p-valor ou  $\alpha$  máximo igual 0,05 (ver tabela 5).

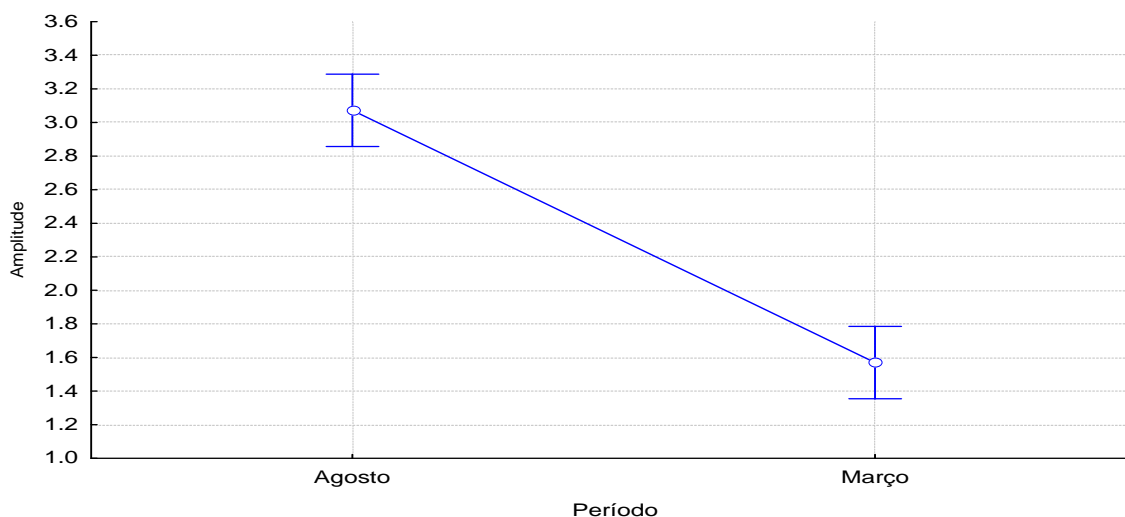
Tabela 5 : Análise de Variância para a variável amplitude da velocidade do ar.

Variável: Amplitude					
Efeitos	Soma de quadrados	g.l.	Quadrado médio	F	Valor-p
Período	142.2	1	142.2	94.46	<0.0001*
Ponto de medição	133.2	13	10.2	6.81	<0.0001*
Hora	79.5	2	39.8	26.42	<0.0001*
Período*Ponto de medição	16	13	1.2	0.82	0.642
Período*Hora	59	2	29.5	19.59	<0.0001*
Ponto de medição*Hora	79	26	3	2.02	0.004*
Período*Ponto de medição*Hora	75.8	26	2.9	1.94	0.007*

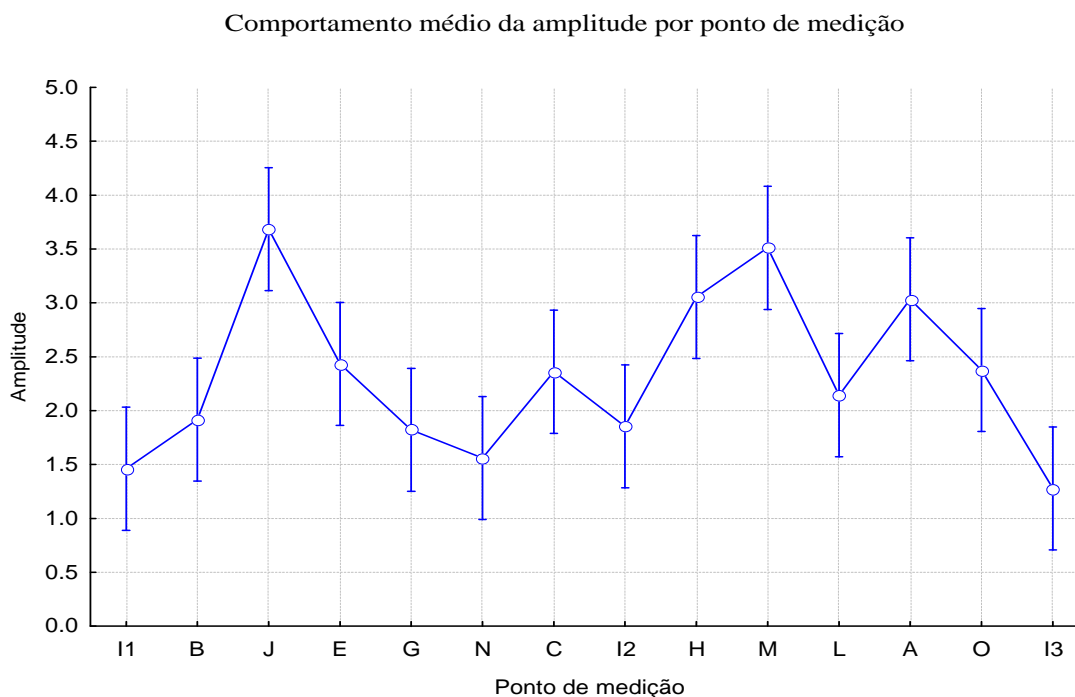
Para o nível de significância de 5% não existe efeito da interação de período e ponto de medição na variável amplitude. Entretanto as demais interações e efeitos principais são estatisticamente significativos.

Com o intuito de ilustrar os resultados das análises são apresentados os gráficos do tipo Box-Plot da variável amplitude da velocidade do ar para cada fator e as interações entre fatores considerados significativos.

Comportamento médio da amplitude nos períodos de Agosto e Março.



**Figura 35:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável amplitude da velocidade do ar nos períodos de agosto e março.

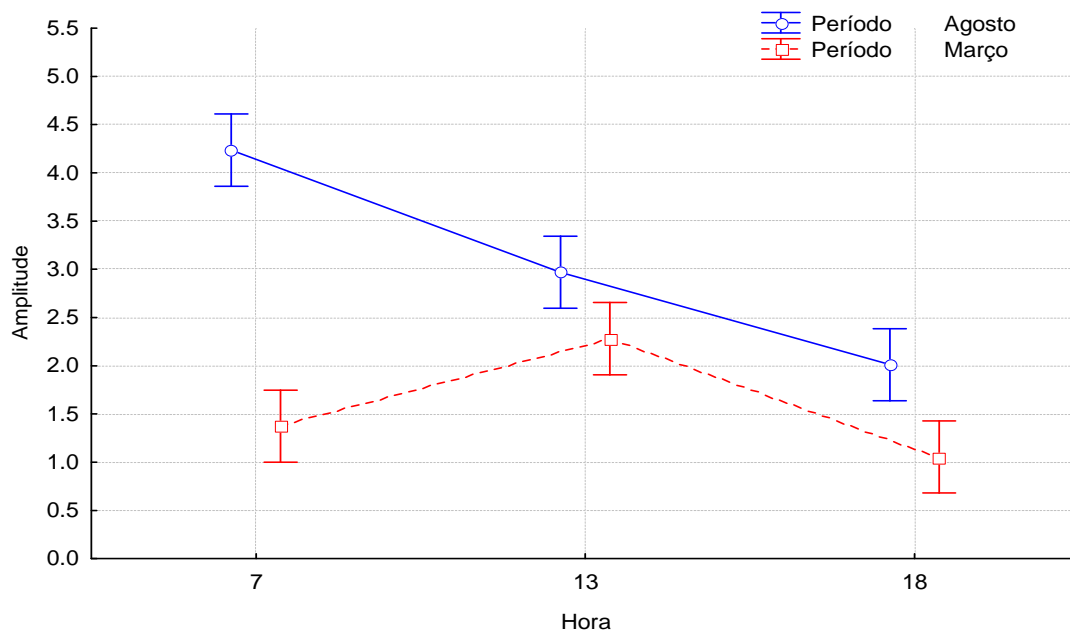


**Figura 36:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável amplitude da velocidade do ar nos pontos de medição.

As maiores amplitudes de velocidade do ar (figura 36) foram medidas nos pontos J, influenciadas pelo desenho topográfico, e nos pontos H e M onde observamos entorno edificado intensamente rugoso. Já as menores variações na intensidade do movimento do ar, provavelmente resultantes da pouca porosidade e rugosidade do tecido urbano, ocorreram na região dos pontos I e N.

Em relação aos períodos do ano estudados são notórias as maiores amplitudes dos ventos no período de agosto como o esperado. De acordo com os horários do dia (figura 38) identificamos um comportamento semelhante nas épocas secas (agosto) e chuvosas (março) excerto no horário das 07h00 da manhã em agosto que apresenta as maiores amplitudes do ar nos horários do dia considerados neste estudo.

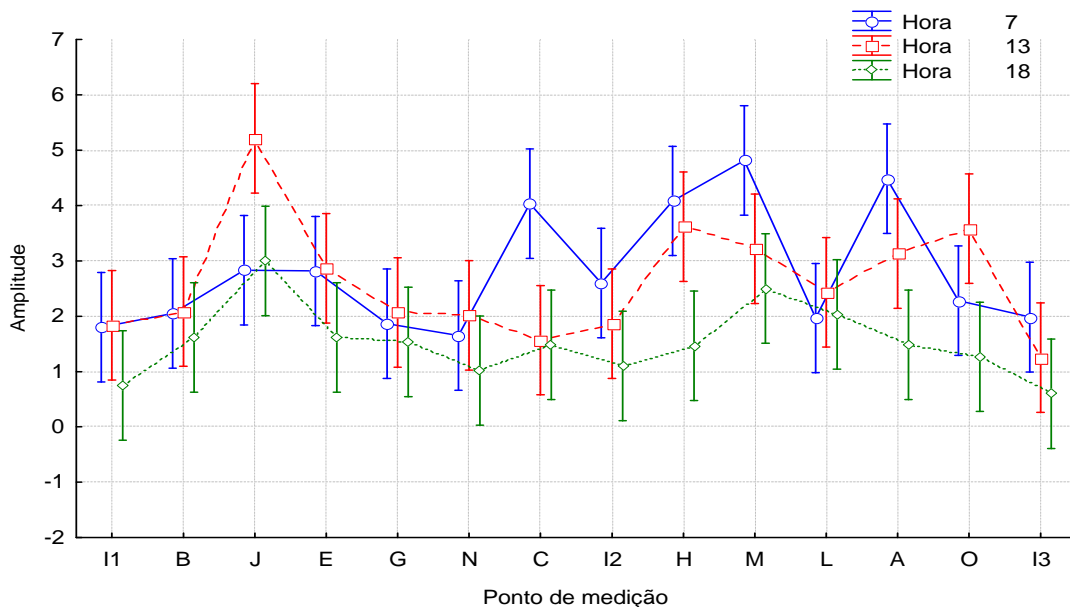
Comportamento médio da amplitude por horários nos períodos de agosto e março.



**Figura 37:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável amplitude da velocidade do ar por horário.

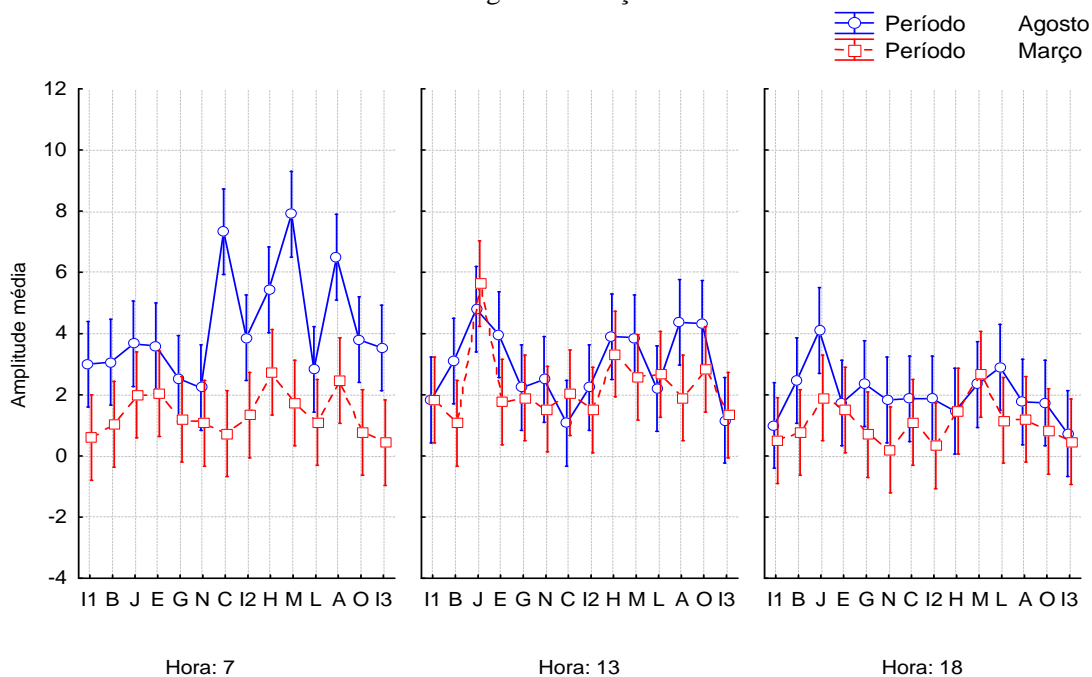
**Figura 38:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável amplitude da velocidade do ar por horário nos períodos de agosto e março.

Comportamento médio da amplitude por ponto de medição nos horários de 7h00, 13h00 e 18h



**Figura 39:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável amplitude da velocidade do ar por pontos nos períodos de medição

Comportamento médio da amplitude por ponto de medição e por horários nos períodos de agosto e março.



**Figura 40:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável amplitude da velocidade do ar por ponto de medição e por horários nos períodos de agosto e março.

#### 6.4.4. Análise fatorial da variável velocidade máxima do ar

Objetivo 04 – Verificar se existe efeito dos fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3) sobre a variabilidade dos dados da variável velocidade máxima do ar, como também as interações entre estes fatores.

Desta forma temos como hipóteses:

$H_0$  = Os fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3), Bem como suas interações não tem efeito sobre a variável velocidade máxima do ar.

$H_a$  = O caso contrário

Para testar a hipótese os cálculos das estatísticas do teste foram realizados como base na análise de variância – ANOVA. Os cálculos da

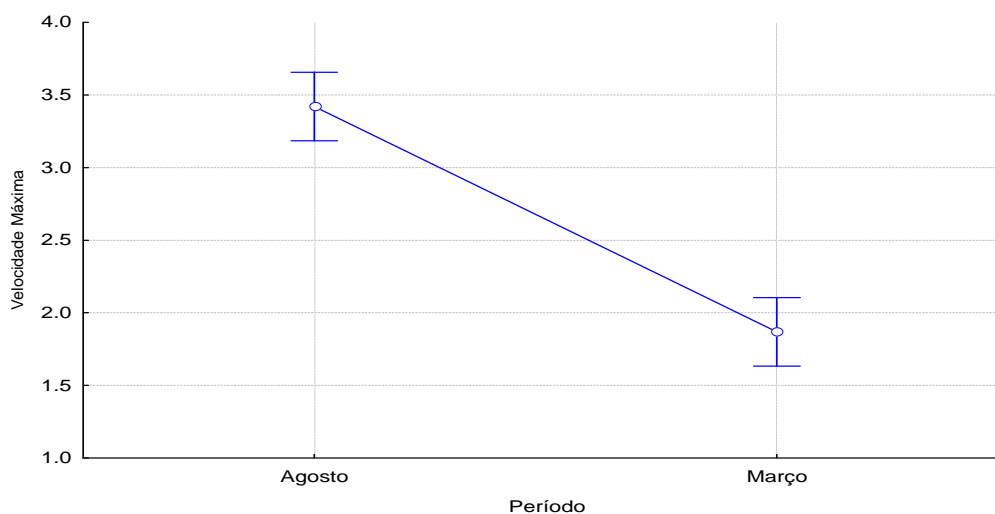
ANOVA foram realizados no ambiente do software STATISTICA versão 7.0. O nível de significância para o teste de cada hipótese foi fixado em 5,0%, isto é, p-valor ou  $\alpha$  máximo igual 0,05 (ver tabela 6).

Tabela 6 : Análise de Variância para a variável da velocidade máxima do ar.

Variável: Velocidade máxima					
Efeitos	Soma de quadrados	g.l	Quadrado médio	F	Valor-p
Período	151.5	1	151.5	84.43	<0.0001*
Ponto de medição	209.7	13	16.1	8.99	<0.0001*
Hora	103.3	2	51.6	28.78	<0.0001*
Período*Ponto de medição	33.8	13	2.6	1.45	0.141
Período*Hora	77.7	2	38.9	21.65	<0.0001*
Ponto de medição*Hora	119.9	26	4.6	2.57	<0.0001*
Período*Ponto de medição*Hora	115.1	26	4.4	2.47	<0.0001*

Para o nível de significância de 5% verifica-se que existe efeito dos fatores período, ponto de medição e hora e das interações de período e hora; ponto de medição e hora; período, ponto de medição e hora na variável velocidade máxima. Entretanto não existe efeito da interação período e ponto de medição na variável em questão. A seguir serão apresentados os resultados das análises são apresentados os gráficos do tipo Box-Plot da variável velocidade do vento para cada fator e as interações entre fatores.

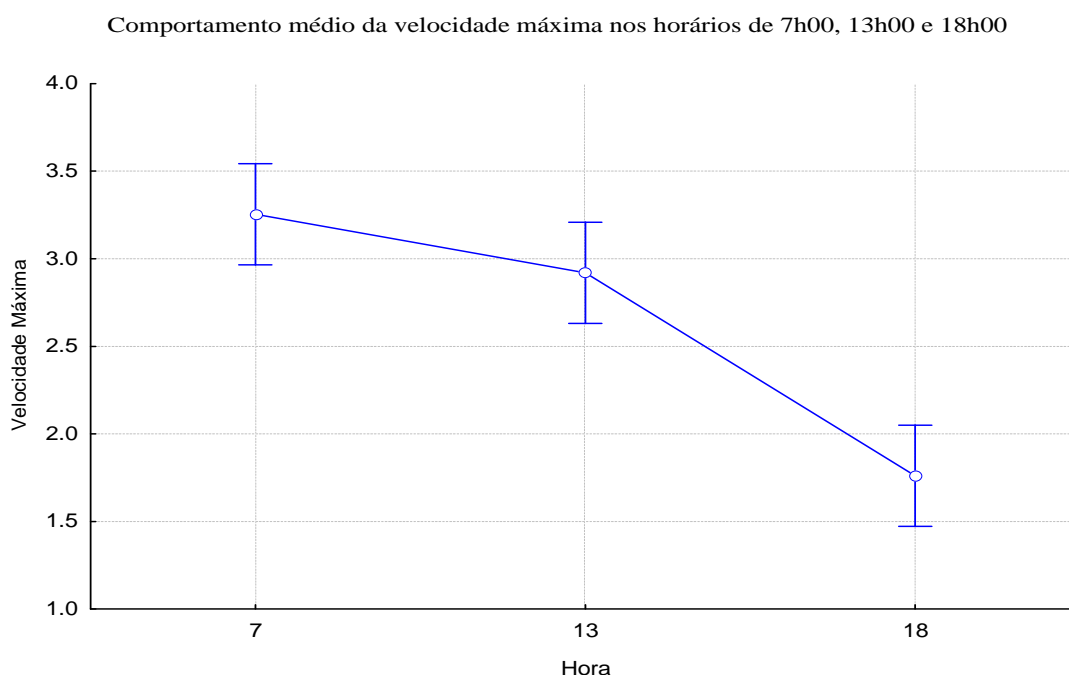
Comportamento médio da velocidade máxima nos períodos de Agosto e Março.



**Figura 41:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade máxima do ar nos períodos de agosto e março.

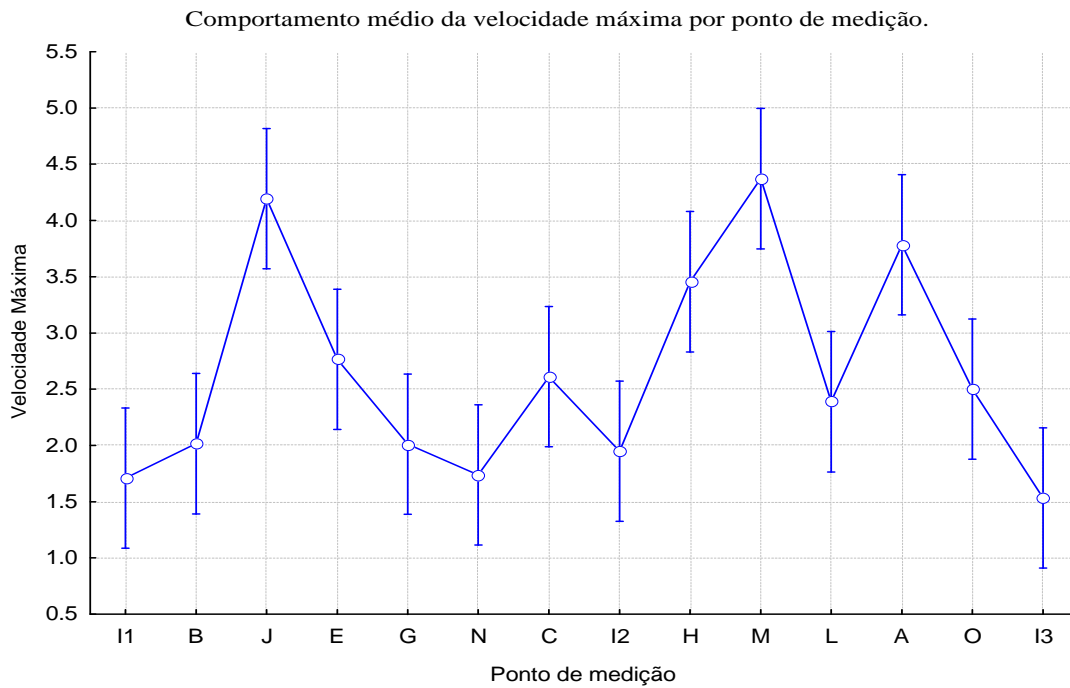
As velocidades médias máximas do ar tiveram um comportamento muito semelhante aos de suas amplitudes sendo as maiores intensidades ocorridas em agosto e nos pontos J, H, M e O (figura 42). Mais uma vez a associação do entorno edificado rugoso e a diferença de topografia podem ter definido o comportamento da variável analisada. Em termos absolutos a maior média de velocidade do ar foi observada no ponto M em agosto no horário das 07h00 da manhã. As presenças de alguns edifícios de grande estatura nesta região contribuem para a formação de turbulência ao nível da rua sendo comuns rajadas de vento.

Os períodos do dia analisados (figura 43) repercutiram em maior intensidade da ventilação média no horário das 07h00 e menor as 18h00. Em relação ao período do ano notamos maior velocidade do ar registrada em agosto época, de acordo com o ano climático de referência, de maior magnitude dos ventos.

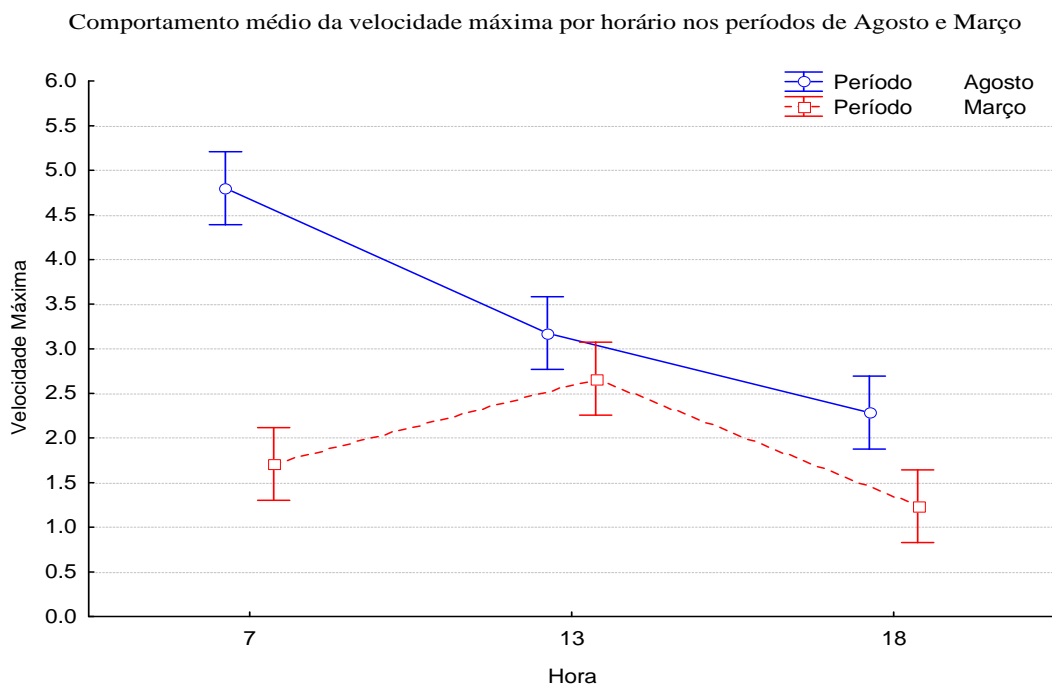


**Figura 42:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade máxima do ar por ponto de medição.

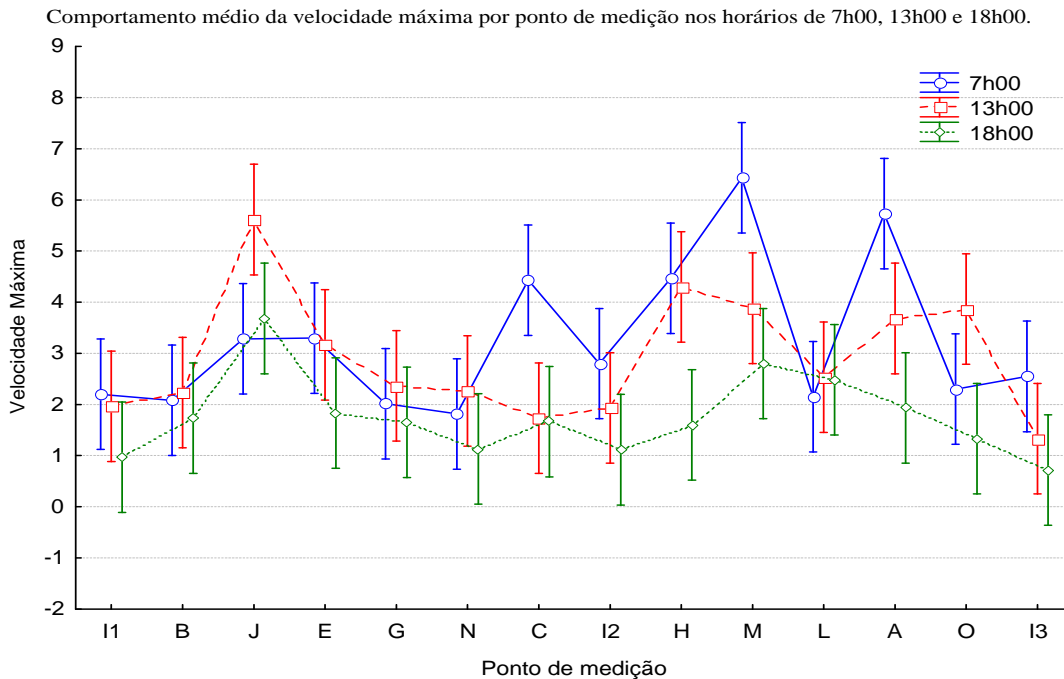




**Figura 43:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade máxima do ar por horário.

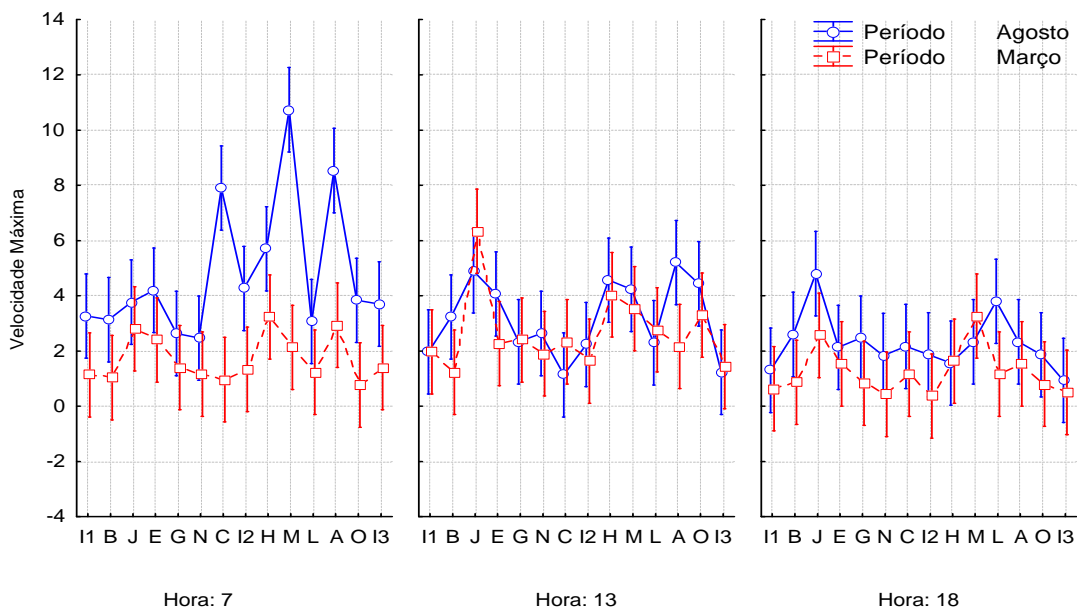


**Figura 44:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade máxima do ar por horário nos períodos de agosto e março.



**Figura 45:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da velocidade máxima do ar por ponto de medição nos horários 7:00h, 13:00h e 18:00h.

Comportamento médio da velocidade máxima por horário e por ponto de medição nos períodos de Agosto e Março



**Figura 46:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade máxima do ar por horário, por ponto de medição e nos horários 7:00h, 13:00h e 18:00h.

#### 6.4.5. Análise fatorial da variável velocidade mínima do ar

Objetivo 05 – Verificar se existe efeito dos fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3) sobre a variabilidade dos dados da variável velocidade mínima do ar, como também as interações entre estes fatores.

Desta forma temos como hipóteses:

Ho = Os fatores Período (F1), Ponto (F2) e Hora de medição (F3), Bem como suas interações não tem efeito sobre a variável velocidade mínima do ar.

Há = O caso contrário

Para testar a hipótese os cálculos das estatísticas do teste foram realizados como base na análise de variância – ANOVA. Os cálculos da ANOVA foram realizados no ambiente do software STATISTICA versão 7.0. O nível de significância para o teste de cada hipótese foi fixado em 5,0%, isto é, p-valor ou  $\alpha$  máximo igual 0,05 (ver tabela 7).

Tabela 7 : Análise de Variância para a variável da velocidade mínima do ar.

Variável: Velocidade mínima					
Efeitos	Soma de quadrados	g.l	Quadrado médio	F	Valor-p
Período	0.17	1	0.168	1.006	0.317
Ponto de medição	14.14	13	1.087	6.524	<0.0001*
Hora	1.16	2	0.579	3.476	0.033*
Período*Ponto de medição	5.45	13	0.419	2.516	0.004*
Período*Hora	2.24	2	1.121	6.725	0.002*
Ponto de medição*Hora	8.87	26	0.341	2.047	0.004*
Período*Ponto de medição*Hora	11.35	26	0.436	2.619	0.000*

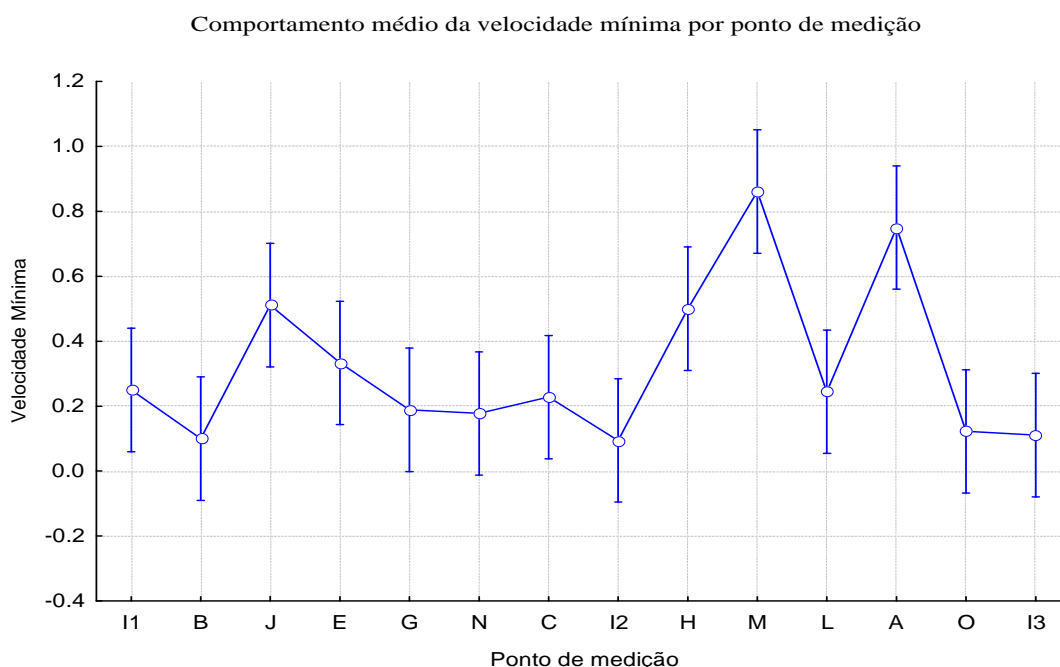
Para o nível de significância de 5% verifica-se que existe efeito dos fatores período, ponto de medição e hora e das interações de período e hora; ponto de medição e hora; período, ponto de medição e hora na variável

velocidade máxima. Entretanto não existe efeito da interação período e ponto de medição na variável em questão.

Adiante serão apresentados os resultados das análises são apresentados os gráficos do tipo Box-Plot da variável velocidade do vento para cada fator e as interações entre fatores.

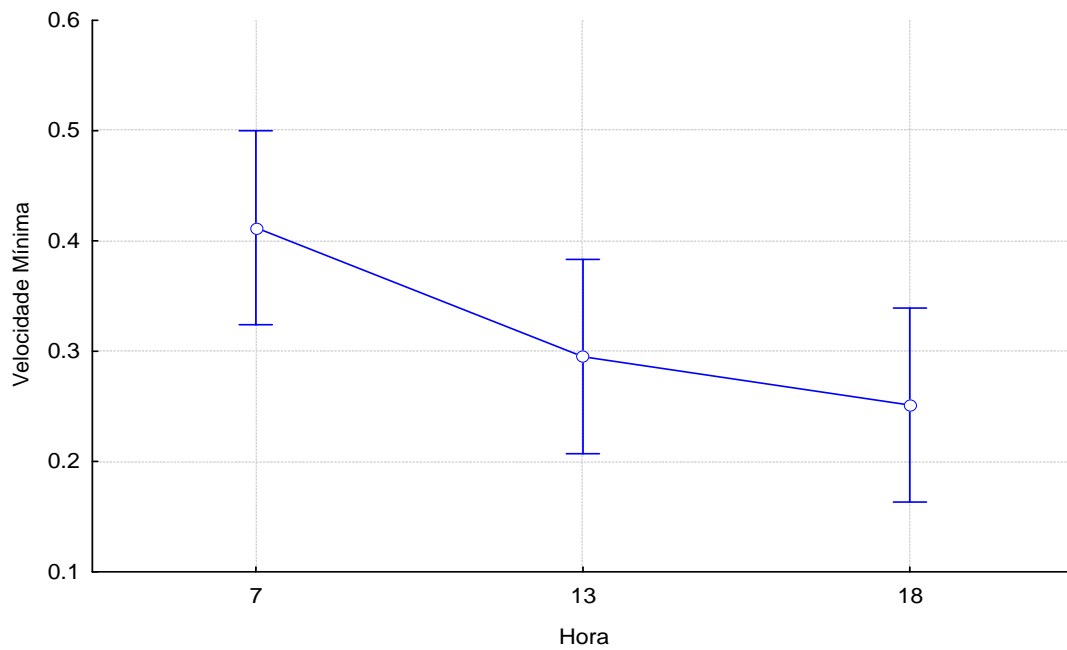
O comportamento das velocidades médias mínimas do ar foi muito semelhante às médias máximas. Os pontos de medição I, H e J apresentaram as mínimas máximas enquanto os demais pontos tiveram intensidade de ventilação semelhante.

O caso a parte foi à relação períodos de medição do ano e do dia (figura 50). Em agosto as mínimas máximas de intensidade dos ventos foram observadas as 7h00 enquanto em março ocorreu as 13h00 definindo um comportamento inverso em relação aos períodos do ano.



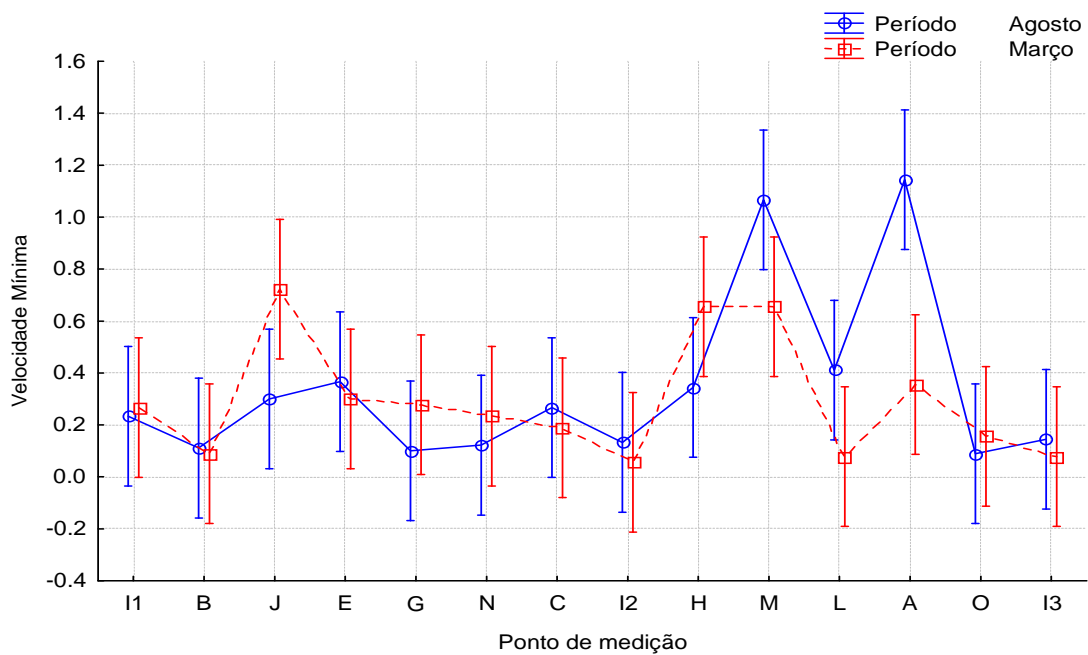
**Figura 47:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade mínima do ar por ponto de medição.

Comportamento médio da velocidade mínima por horário



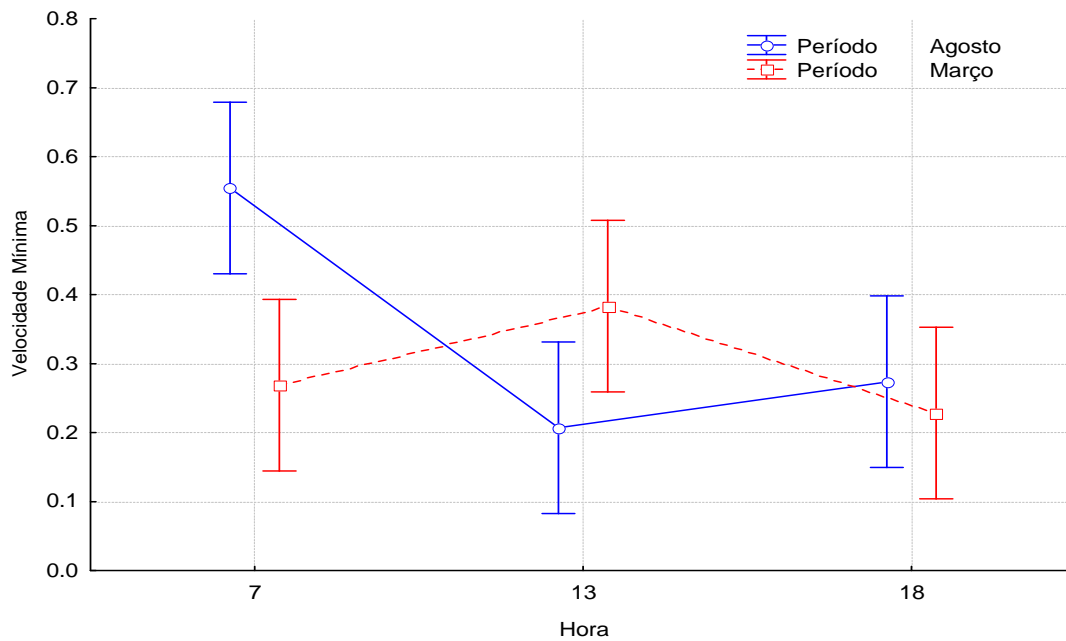
**Figura 48:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade mínima do ar por ponto de medição.

Comportamento médio da velocidade mínima por ponto de medição nos períodos de agosto e março



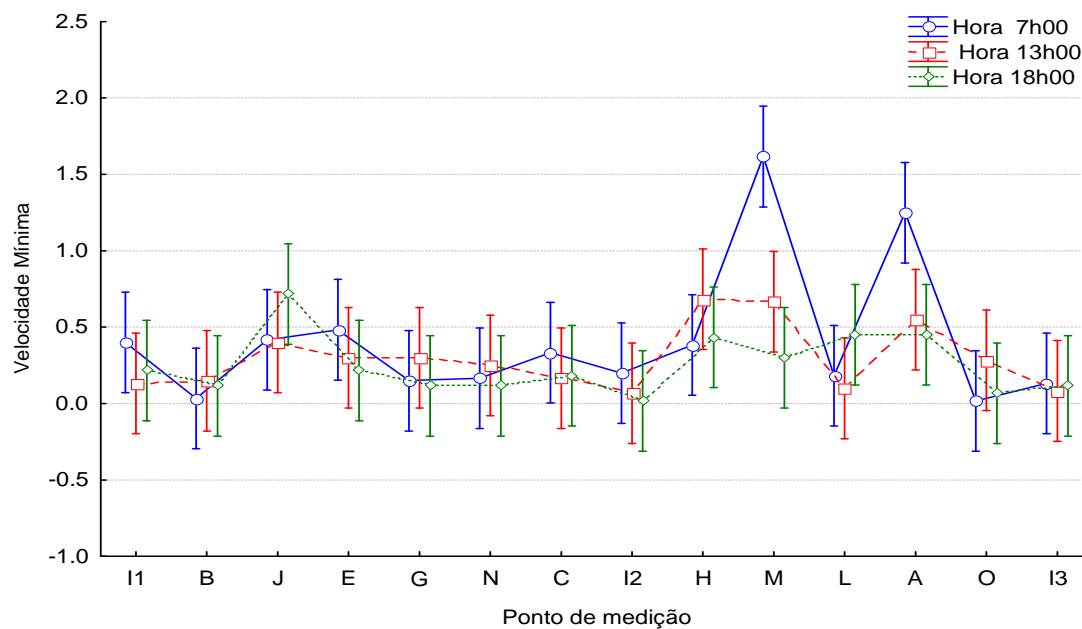
**Figura 49:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade mínima do ar por ponto de medição nos períodos de agosto e março

Comportamento médio da velocidade mínima por horário nos períodos de agosto e março



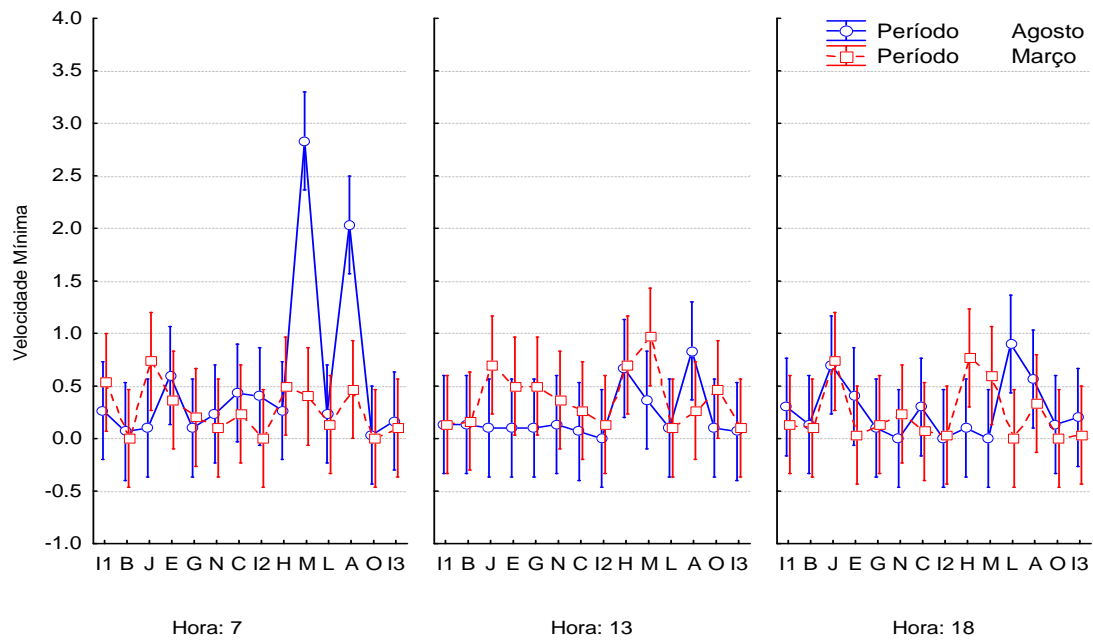
**Figura 50:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade mínima do ar por horário nos períodos de agosto e março.

Comportamento médio da velocidade mínima por ponto de medição nos horários de 7h00, 13h00 e 18h00



**Figura 51:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade mínima do ar por horário nos períodos de agosto e março.

Comportamento médio da velocidade mínima por ponto de medição e por horários nos períodos de agosto e março



**Figura 52:** Box-plot (médias e intervalos de confiança a 95%) da variável da velocidade mínima do ar por horário por ponto de medição nos períodos de agosto e março.

## **7. Discussão dos resultados: sugestões para uma adequação bioclimática**

Neste capítulo serão apresentadas discussões sobre os resultados das análises concretizadas nas apreciações morfológicas do tecido urbano e estatísticas das variáveis ambientais coletadas em campo. Para tanto se dividiu esta parte do trabalho em dois tópicos. O primeiro compreende a definição de áreas com características semelhantes no bairro através de uma análise dinâmica dos elementos climáticos locais e a forma urbana. O segundo aborda sugestões que possam ser incorporadas a adequação bioclimática dos espaços abertos do centro de Fortaleza.

### **7.1. Análise dinâmica para o centro de Fortaleza**

Tendo como referência a metodologia de Katzschner (1997) desenvolveu-se uma superposição dos mapas confeccionados bem como, dos dados climáticos coletados. Como resultado deste processo confeccionou-se um mapa síntese que identificou realidades comuns na conformação bioclimática do bairro analisado.

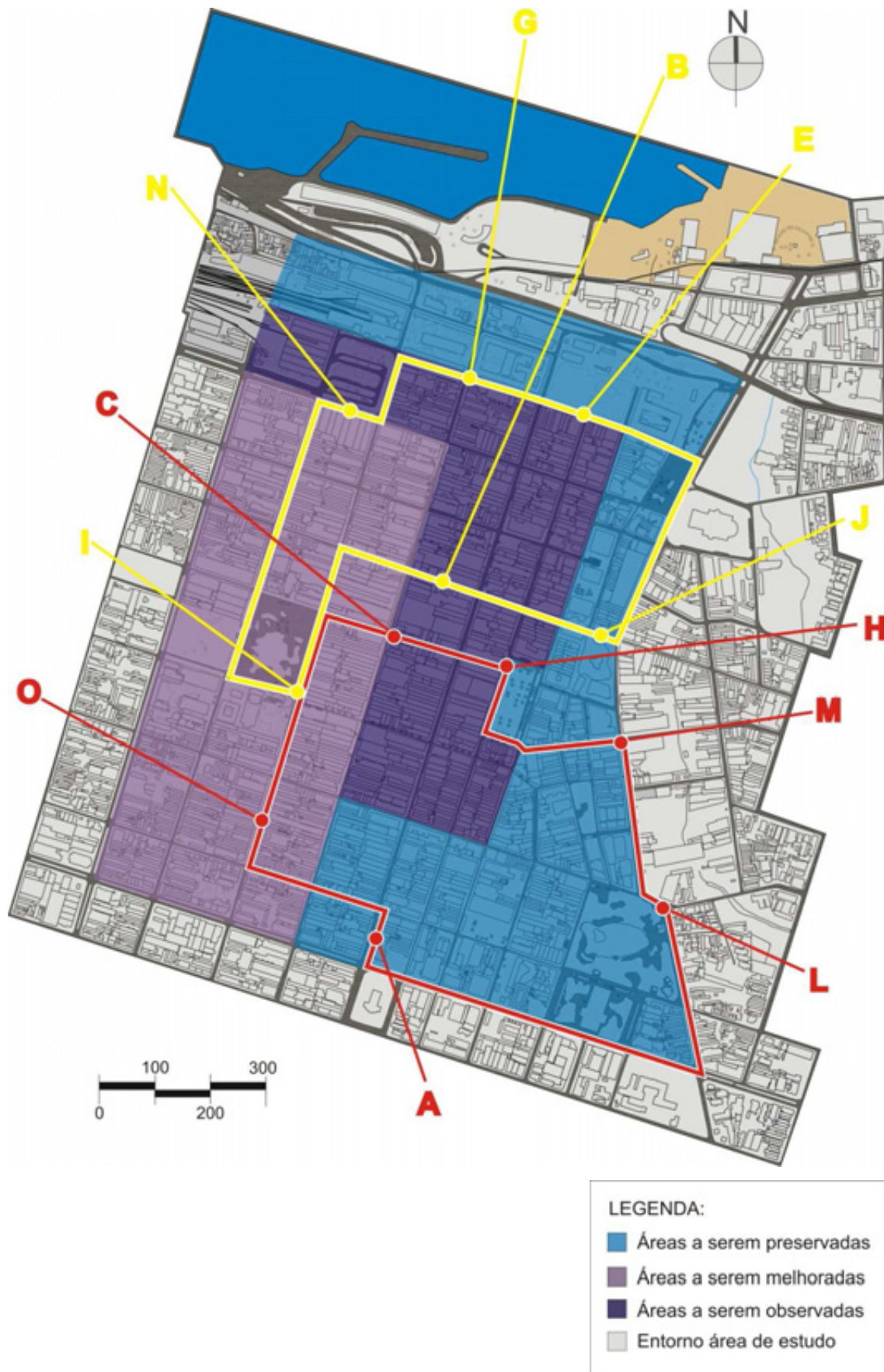
Realizou-se a divisão da área de estudo em três grandes áreas classificadas como:

- Áreas a serem protegidas
- Áreas a serem melhoradas
- Áreas a serem observadas

As áreas a serem melhoradas se localizam na porção oeste da área analisada. Foram os locais que apresentaram as maiores temperaturas do ar medidas, bem como menor umidade do ar e menor intensidade dos ventos.

Esta situação é influenciada por intensa densidade construída predominando edificações sem recuos laterais ou de frente apresentando





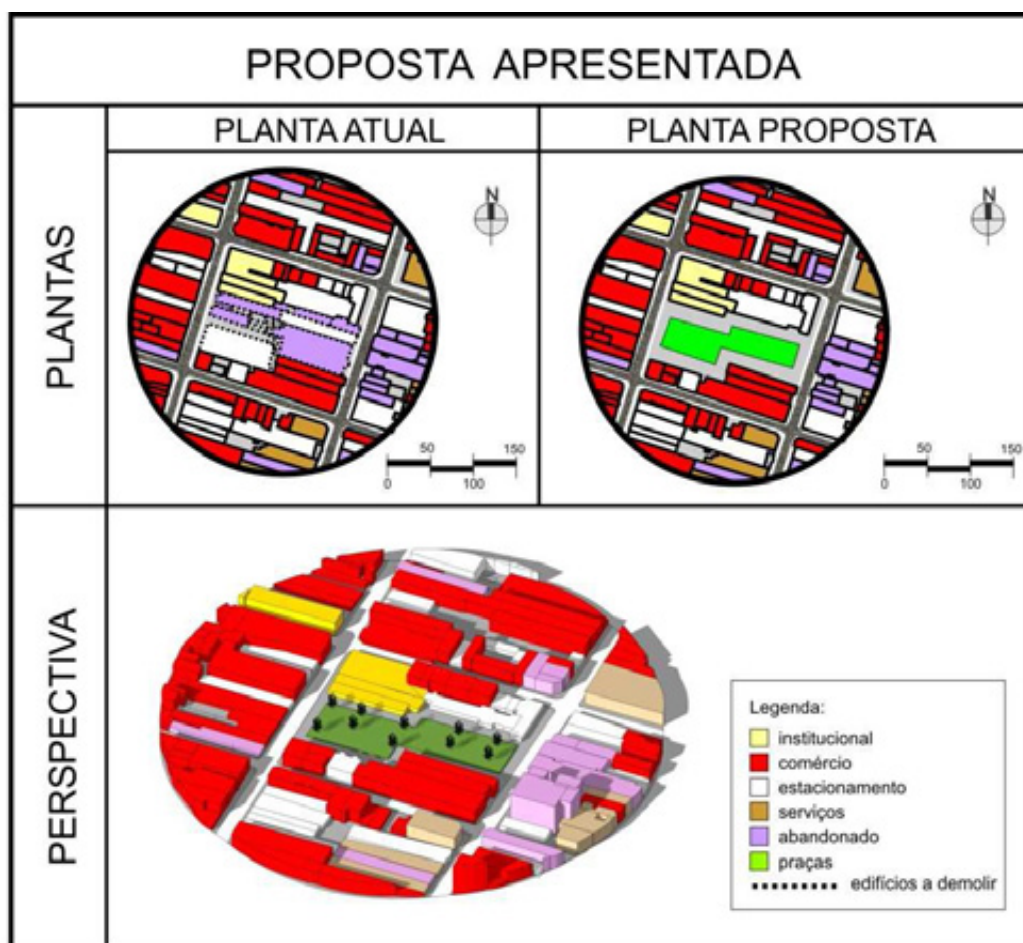
**Figura 53:** Mapa de análise dinâmica da região central de Fortaleza  
 Fonte: Elaboração própria

gabarito médio até dois pavimentos. Desta forma apresenta-se como uma região com pouca porosidade e rugosidade de seu tecido urbano dificultando a penetração da ventilação nos ambientes abertos e edificações. As ruas são estreitas obedecendo ao traçado urbano antigo, sufocadas pela intensa atividade humana e conseqüente tráfego de veículos (individuais e coletivos). A rua General Sampaio é inclusive, um grande terminal de ônibus com paradas adaptadas ao longo dos passeios entre a avenida Duque de Caxias e rua João Moreira. Observa-se também a quase inexistência de cobertura vegetal nas ruas da região ficando esta concentrada apenas na Praça José de Alencar e nos jardins do teatro de mesma denominação. Outro fator importante é a existência de poucos espaços abertos como praças e parques que poderiam aumentar a presença dos ventos bem como sua intensidade.

Nesta área propõem-se algumas diretrizes que podem contribuir com a modificação do comportamento das variáveis climáticas analisadas neste trabalho.

A primeira corresponde à inclusão de uma maior cobertura vegetal nos espaços urbanos principalmente nas ruas e na Praça José de Alencar. Outra proposta de melhoria da condição bioclimática seria a criação de novos espaços abertos no interior das quadras aproveitando áreas atualmente abandonadas incorporando ainda usos desconformes como os estacionamentos ilegais. Desta forma será diminuída a densidade construída possibilitando novos caminhos para a incursão da ventilação predominante e ainda novos espaços resguardados da intensa atividade humana. Serão espaços como verdadeiras “ilhas de frescor” dentro da atual situação caótica na região que podem incorporar árvores e jardins assim como fontes e espelhos de água (ver figura 54).

As áreas a serem observadas correspondem à parte da porção norte e o miolo interno da área objeto de estudo. O critério de observação é sugerido como forma de controlar possíveis modificações de uso e ocupação do solo que podem acontecer na área. Está possível mudança esta associada à alteração de atividades que são desenvolvidas atualmente e ao grande número de edificações abandonadas e sem uso. Novas dinâmicas urbanas podem



**Figura 54:** (a) Mapa de análise dinâmica da região central de Fortaleza  
Fonte: Elaboração própria

mudar drasticamente o perfil urbano da região imprimindo condições desfavoráveis como a verticalização descontrolada. Um caso particular dentro da área a ser observada é o da estação João Felipe e entorno. A implantação da primeira linha de metrô da cidade pode influenciar uma maior dinamização das atividades humanas e conseqüente alteração das atividades desenvolvidas atualmente repercutindo desta forma na alteração da ocupação da área.

As áreas a serem protegidas estão diretamente relacionadas com o caminho de entrada da ventilação natural compreendendo a porção leste (ventilação dominante) e norte (regime de brisas) da área estudada. Além da orientação favorável a penetração dos ventos na área central, dois outros fatores repercutem na necessidade de preservação da atual condição morfológica da região.

O perfil topográfico ao leste é definido pela presença do riacho Pajeú que emprega uma diferença de nível considerável favorecendo a incidência da ventilação. Outro fator é a concentração do maior número de espaços abertos e áreas verdes da região pesquisada. Esta condição favorece ao resfriamento do ar na posição de entrada para as demais áreas do centro de Fortaleza possibilitando a amenização das condições climáticas locais. Este cenário favoreceu a um comportamento mais ameno das variáveis climáticas coletadas nos diversos pontos de medição da área a ser protegida. As temperaturas do ar registradas foram menores que nas outras áreas analisadas assim como a velocidade dos ventos foram mais intensas situação esta mais adequada às condições climáticas locais.

## 7.2. Recomendações gerais para adequação bioclimática na área central de Fortaleza

As diferentes regiões resultantes da análise dinâmica da área central devem ser trabalhadas e requalificadas de acordo com suas particularidades já apresentadas. Todavia, observamos que algumas diretrizes bioclimáticas devem ser incorporadas a região central como um todo. São elas:

- Reintegrar áreas residuais ou subutilizadas a área central principalmente os miolos de quadra e estacionamentos ilegais através da implantação de áreas verdes compactas e bem distribuídas. Esta ação pode contribuir com o maior sombreamento das superfícies horizontais bem como aumentar a porosidade do tecido urbano a ventilação;

- Redesenhar o sistema viário para possibilitar a inserção de arborização nos passeios já que a atual condição estabelece conflitos entre automóveis, pedestres, comércio ambulante e a rede elétrica. Esta nova situação contribuirá com o sombreamento dos espaços utilizados pelas pessoas e ainda para a redução da poluição aérea e aumento da umidade do ar.

- Promover alterações na atual legislação urbana no intuito de reduzir a altura máxima de construção de novas edificações incentivando construções horizontais em diferentes alturas estabelecendo critérios técnicos relacionais

entre as novas construções a serem implantadas. Desta forma haverá um aumento da rugosidade da superfície urbana possibilitando maior permeabilidade a ventilação natural.

-Redefinir os índices urbanísticos destacando os recuos das edificações em relação ao lote adequando a forma da área central as condições climáticas locais (quente-úmida) possibilitando a penetração da ventilação nos espaços urbanos e um maior sombreamento decorrente das próprias edificações umas sobre as outras;

-Reduzir o tráfego de veículos na área central valorizando o pedestre em detrimento ao automóvel. Esta condição irá reduzir o calor do ambiente promovido por esta atividade antrópica além de diminuir a poluição aérea e sonora;

-Aumentar o controle urbano da região principalmente em relação a novos empreendimentos no intuito de não sobrecarregar a infra-estrutura existente bem como novos pólos geradores de tráfego.

## **8. Considerações e recomendações finais**

De acordo com os resultados desta pesquisa é possível verificar a importância da morfologia urbana do lugar em relação ao comportamento das variáveis climáticas locais.

A atual condição de declínio urbano da área central e eminente possibilidade de sua requalificação pode ser uma oportunidade para a inclusão do clima no seu processo de planejamento urbano. Este estudo visou definir alguns critérios bioclimáticos que possam contribuir com a melhoria das condições ambientais a serem incorporados a legislação urbana da zona central de Fortaleza. Neste processo destaca-se a importância do papel do poder público para a implementação de novos critérios de gestão para a área central de forma participativa com toda a sociedade.

Em referendo com os resultados apresentados destacou-se a influência da cobertura vegetal na amenização da temperatura do ar. O incremento da vegetação nos espaços urbanos pode ser uma diretriz a ser estabelecida no planejamento urbano do centro de Fortaleza.

Outro indicador observado nos resultados parciais recomenda que áreas que oferecem maior variação das alturas das edificações apresentam redução nas médias de temperatura do ar. A verticalização tão condenada em algumas situações se bem equilibrada e controlada pode reduzir as temperaturas do ar através do sombreamento dos espaços urbanos e edificações além da possibilidade de maior permeabilidade a ventilação natural e conseqüente redução de temperaturas superficiais por convecção.

Os resultados indicam pouca possibilidade da presença do fenômeno de ilhas de calor noturnas dentro da área estudada. Esta situação pode ser influenciada pela perda de calor por convecção das superfícies urbanas através da ventilação natural constante durante todo dia.

É importante que estudos como este sejam desenvolvidos em outras regiões da cidade de Fortaleza possibilitando a compreensão do clima urbano

na cidade como um todo. Ações pontuais não são suficientes para a garantia de uma total adequação ao clima local já que os diversos microclimas que compõe o clima urbano podem gerar interferências entre si.

Os resultados desta pesquisa podem ser complementados com estudos que incorporem à sensação humana as condições ambientais e climáticas. O cruzamento destas análises incrementa a compreensão da relação entre forma da cidade, comportamento das variáveis climáticas e a percepção dos usuários do espaço público. Assim podem ser definidas diretrizes urbanísticas que aproximam ainda mais a adequação bioclimática dos espaços abertos e conseqüente conforto ambiental na zona central da cidade de Fortaleza.

A articulação desta pesquisa com outros estudos semelhantes realizados em cidades localizadas em regiões de mesmo clima é fundamental. Aspectos observados em realidades climáticas análogas podem definir métodos de abordagem e compreensão do clima local. Desta forma teremos metodologias mais adequadas ao estudo do clima urbano em regiões de clima quente e úmido facilitando novos trabalhos de pesquisa.

## Referências bibliográficas

ASSIS, E. S. A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió, Alagoas. **Anais...** Maceió: ANTAC/UFAL, 2005.

BARBOSA, R. V. R.; BARBIRATO, G. M.; VECCHIA, F. A. S. Vegetação urbana: análise experimental em cidade de clima quente e úmido. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais... Curitiba, ANTAC, 2003.

BARBUGLI, R. A. Mapeamento das temperaturas do ar na cidade de Araraquara, São Paulo, Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió, Alagoas. **Anais...** Maceió: ANTAC/UFAL, 2005.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para banco de dados geográficos**. 1995, Tese (Doutorado) - Departamento de Computação aplicada, São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 1995.

CASTRO, J. L. **Fatores de localização e expansão da cidade de Fortaleza**. Fortaleza: Ed. UFC, 1977.

COSTA, A. D. L. **Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambientes externos: uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN**. 2003. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Natal, 2003.

COSTA, A. D. L. **O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude**. Tese (Doutorado em arquitetura e urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Campinas, 2007.

GARCIA, M. C. M. **Estudio Del clima urbano de Barcelona: la “isla de calor”**. Barcelona: Slograf, 1993. 184 p.

GIVONI, Baruch. **Climate Considerations in Urban and Building Design**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

HOUGH, Michael. **Naturaleza y ciudad: planificación urbana y procesos ecológicos**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

KAISER, I. M.; FARIA, J. R. G. Validation of transects for air temperature and moisture profiles measurements in urban areas under high diurnal air temperature variation. In: 18 TH INTERNACIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE – PLEA, Florianópolis, 2001. **Anais...** Florianópolis- PR, Brazil, 2001, p. 571-575.



KATZSCHNER, L. "Urban Climate Studies as Tools for Urban Planning and Architecture", **In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, Salvador, 1997... **Anais...** Salvador: FAUFBA/LACAM - ANTAC, 2001, p. 49-58. Tradução de José Dias de Medeiros Filho e Prof<sup>a</sup>. Roseane Dias de Medeiros Vidal DARQ/CT/UFRN.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Fundação Calouste Gulbenkian. Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1993.

LOMBARDO, M.A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec., 1985. 244p.

LOIS, E; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, Anais... São Pedro, SP, 2001.

LOWRY, W. P. **The climate of cities**. In: Cities, their origin, growth and human impact. São Francisco: Kingsley Davis, 1967.

MASCARÓ, L. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra / DC Luzatto, 1996. 199p.

MENDONÇA, R. S. R.; ASSIS, E. S. **Conforto térmico urbano: estudo de caso do bairro Floresta de Belo Horizonte, MG**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 45-63, jul./set. 2003.

MENDONÇA, F. **Clima e planejamento urbano em Londrina. Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termohigrométrico**. In: MONTEIRO, C. A. F. E MENDONÇA, F. Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003, p. 93-120.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. (Tese, Livre-Docência em Geografia). São Paulo: FFLCH-USP, 1976.

MONTEIRO, C. A. de F. MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorology Society**, v. 108, n. 455, p1-24, 1982.

OKE, T. R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. IOM Report, TD. **In: press**, World Meteorological Organization, Geneva, 2004.

OLIVEIRA, P. M. P. Medição de atributos bioclimatizantes da forma urbana – rugosidade e porosidade – como instrumento de avaliação da ventilação, visando conforto térmico, conservação de energia e qualidade do ar no ambiente climático urbano. **In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO**

AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais... São Paulo, ANTAC/POLI/USP, 1993, volume 2, pp 1001 a 1013.

PETALAS, K. V. **Impactos sobre os parâmetros climáticos em duas áreas de Fortaleza – CE.** (Dissertação). Fortaleza: Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos:** estudo de caso em Campinas, SP. 2007. Tese (Doutorado em arquitetura e urbanismo)-Faculdade de engenharia civil, arquitetura e urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano: Síntese diagnóstica. Fortaleza, 1996.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo: Proeditores, 2000.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura bioclimática do espaço público.** Brasília: Editor da Universidade de Brasília, 2001.

ROAF, S. **A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas.** Porto Alegre: Bookman, 2009. 384 p.

RORIZ, M., BARBUGLI, R. A. Mapeamento e análise de micro-climas urbanos. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais... Curitiba – PR: ANTAC, 2003.

RUFINO, M. B. C. **Regeneração urbana e estratégias residenciais em áreas centrais:** o caso de Fortaleza. 2005. Dissertação (Mestrado em urbanismo)-Faculdade de engenharia e Arquitetura da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2005.

SANTAMOURIS M. Energy and Indoor Climate in Urban Environments – Recent Trends. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Anais... Salvador: FAUFBA/LACAM; ANTAC; 1997, p. 15-24. Tradução de Bianca Carla Dantas de Araújo - bolsista de pesquisa da PPPGAU/UFRN.

SANTANA A. M., LOMBARDO M. A. O desenho urbano e a climatologia em Fortaleza. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Fortaleza, 1999. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 1999, p. 140-143.

SPIRN, Anne W. **Desconforto e Poeira.** In: **O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade.** São Paulo: Edusp, 1995, p. 55-76.

TORRES, S. C. LISBÔA, T. A. BARBIRATO, G. M. **Microclimas em ruas e praças de Maceió.** In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Anais... Curitiba: ANTAC, 2003.

## ANEXOS

Período	Ponto	Dia	Hora	Temperatura	Umidade	Direção	Graus	Vel. máx.	Vel. mín.	Amplitude
Agosto	I1	17	7	25,7	50,3	SO	225	3,4	0,3	3,1
Agosto	I1	17	13	32,1	43,1	NE	45	2,4	0	2,4
Agosto	I1	17	18	28,5	60,5	NO	315	2	0,6	1,4
Agosto	I1	18	7	25,4	52,3	NE	45	2,6	0	2,6
Agosto	I1	18	13	34,5	28,5	NE	45	1,7	0	1,7
Agosto	I1	18	18	29	49,7	NO	315	1,3	0,3	1
Agosto	I1	19	7	25,5	44,6	SO	225	3,8	0,5	3,3
Agosto	I1	19	13	34,5	29,7	NE	45	1,8	0,4	1,4
Agosto	I1	19	18	28,9	47,7	SO	225	0,6	0	0,6
Agosto	B	17	7	25,5	46,6	SE	135	3,2	0,2	3
Agosto	B	17	13	32,2	42	NO	315	1,8	0	1,8
Agosto	B	17	18	28	63,5	SE	135	3	0	3
Agosto	B	18	7	25,6	52,3	NE	45	2,6	0	2,6
Agosto	B	18	13	30,4	42,6	SE	135	3,6	0,2	3,4
Agosto	B	18	18	27,5	53,8	SE	135	3,1	0,3	2,8
Agosto	B	19	7	26	43,5	NO	315	3,6	0	3,6
Agosto	B	19	13	33,4	34,5	SE	135	4,3	0,2	4,1
Agosto	B	19	18	28	52,5	SE	135	1,7	0,1	1,6
Agosto	J	17	7	25,2	49,9	SE	135	3,7	0	3,7
Agosto	J	17	13	29,2	45	O	270	2,9	0	2,9
Agosto	J	17	18	27,6	65,4	SE	135	6,3	0,4	5,9
Agosto	J	18	7	25	52,2	SE	135	3,8	0,3	3,5
Agosto	J	18	13	29	39,4	L	90	6,5	0,3	6,2
Agosto	J	18	18	27,5	56	SE	135	4,3	0,8	3,5
Agosto	J	19	7	25,9	44,1	SE	135	3,8	0	3,8
Agosto	J	19	13	31,4	36,1	SE	135	5,3	0	5,3
Agosto	J	19	18	27	54,8	S	180	3,8	0,9	2,9
Agosto	E	17	7	26,4	45,5	SE	135	4,2	0,7	3,5
Agosto	E	17	13	29,4	52	SE	135	4,9	0	4,9
Agosto	E	17	18	28,2	64,3	SE	135	3	0,1	2,9
Agosto	E	18	7	26,7	46,7	SE	135	3,9	0,5	3,4
Agosto	E	18	13	31,6	33,4	SE	135	4,4	0,3	4,1
Agosto	E	18	18	27,6	54,5	SE	135	0,9	0,3	0,6
Agosto	E	19	7	26,3	43,8	SE	135	4,5	0,6	3,9
Agosto	E	19	13	32,2	36,6	SE	135	2,9	0	2,9
Agosto	E	19	18	27,9	52,6	SE	135	2,5	0,8	1,7
Agosto	G	17	7	26,9	49,2	SE	135	3,1	0	3,1
Agosto	G	17	13	29,8	51,1	SE	135	3,3	0	3,3
Agosto	G	17	18	28,4	63,6	SO	225	4,6	0	4,6
Agosto	G	18	7	26,1	49,5	SO	225	2,5	0	2,5
Agosto	G	18	13	32,9	33	S	180	2,1	0,3	1,8

Agosto	G	18	18	27,8	54,6	NO	315	2,3	0,3	2
Agosto	G	19	7	27	41,1	SO	225	2,3	0,3	2
Agosto	G	19	13	33,9	34,4	SO	225	1,6	0	1,6
Agosto	G	19	18	28,4	51,4	SE	135	0,5	0	0,5
Agosto	N	17	7	27,1	46	SO	225	2,3	0,3	2
Agosto	N	17	13	32,1	47,5	SO	225	1,6	0,3	1,3
Agosto	N	17	18	28,6	62,4	SE	135	2,1	0	2,1
Agosto	N	18	7	27	47	SE	135	1,8	0,2	1,6
Agosto	N	18	13	31,1	35,1	L	90	5	0	5
Agosto	N	18	18	28,5	52,2	SE	135	0,6	0	0,6
Agosto	N	19	7	27,4	40,5	SE	135	3,3	0,2	3,1
Agosto	N	19	13	34	30,1	L	90	1,3	0,1	1,2
Agosto	N	19	18	28,3	51,4	S	180	2,8	0	2,8
Agosto	C	17	7	26,6	47,1	SE	135	7,2	0,5	6,7
Agosto	C	17	13	32,4	44,4	NE	45	0,9	0	0,9
Agosto	C	17	18	27,7	65,5	SE	135	2,1	0	2,1
Agosto	C	18	7	25,5	48,5	SE	135	8,5	0,8	7,3
Agosto	C	18	13	32	33,2	NE	45	1,5	0,2	1,3
Agosto	C	18	18	27,9	55,1	SE	135	2,7	0,5	2,2
Agosto	C	19	7	26,4	42	SO	225	8	0	8
Agosto	C	19	13	32,6	32	L	90	1	0	1
Agosto	C	19	18	28,1	52,6	NE	45	1,7	0,4	1,3
Agosto	I2	17	7	27,6	41,6	SO	225	3,9	0,3	3,6
Agosto	I2	17	13	32,9	41,8	SO	225	3,8	0	3,8
Agosto	I2	17	18							
Agosto	I2	18	7	27,5	42,8	SO	225	4,7	0,3	4,4
Agosto	I2	18	13	33,6	29,8	SO	225	1	0	1
Agosto	I2	18	18	28,8	52,1	NO	315	0,6	0	0,6
Agosto	I2	19	7	27,7	35,3	SO	225	4,2	0,6	3,6
Agosto	I2	19	13	34,2	27,8	SO	225	1,9	0	1,9
Agosto	I2	19	18	29,1	50	SO	225	5	0	5
Agosto	H	17	7	26,5	46,3	SE	135	5,6	0,7	4,9
Agosto	H	17	13	31,1	44,5	SE	135	3,3	1,1	2,2
Agosto	H	17	18	28,7	64,1	SO	225	1,1	0	1,1
Agosto	H	18	7	26,7	45,4	SE	135	5	0	5
Agosto	H	18	13	28,3	42,4	SO	225	4,9	0	4,9
Agosto	H	18	18	27,2	57,5	SE	135	1,4	0,3	1,1
Agosto	H	19	7	26,8	39,7	SE	135	6,5	0,1	6,4
Agosto	H	19	13	29,7	35,3	SO	225	5,5	0,9	4,6
Agosto	H	19	18	26,9	57	NE	45	2,2	0	2,2
Agosto	M	17	7	26,4	45,2	SE	135	10,2	3,1	7,1
Agosto	M	17	13	29,5	52,3	SE	135	6,3	1,1	5,2
Agosto	M	17	18	27,4	64,2	SE	135	2,6	0	2,6
Agosto	M	18	7	26	46,4	SE	135	10,6	3,3	7,3
Agosto	M	18	13	28,4	41,8	NE	45	2,4	0	2,4
Agosto	M	18	18	27	57,7	S	180	4,4	0	4,4
Agosto	M	19	7	26,5	40	SO	225	11,4	2,1	9,3

Agosto	M	19	13	30,7	35,1	NE	45	4	0	4
Agosto	M	19	18	26,9	59,5					
Agosto	L	17	7	27,9	39,7	SO	225	3,1	0,2	2,9
Agosto	L	17	13	29,8	45,2	SE	135	1,4	0	1,4
Agosto	L	17	18	27	68	SE	135	7,7	2,3	5,4
Agosto	L	18	7	27	40	SE	135	3,3	0,5	2,8
Agosto	L	18	13	29,7	41,2	SE	135	2,2	0,3	1,9
Agosto	L	18	18	27,4	58,8	SE	135	0,8	0,3	0,5
Agosto	L	19	7	28	35,5	SO	225	2,8	0	2,8
Agosto	L	19	13	29,7	38,6	SE	135	3,3	0	3,3
Agosto	L	19	18	27,1	59,4	SE	135	2,9	0,1	2,8
Agosto	A	17	7	28	43	SE	135	7,8	1,5	6,3
Agosto	A	17	13	31	45,6	SE	135	6	0,7	5,3
Agosto	A	17	18	27,1	66,7	NE	45	3,2	0	3,2
Agosto	A	18	7	26,8	42,6	SO	225	8,5	2,7	5,8
Agosto	A	18	13	29,3	40,3	SO	225	4,7	0	4,7
Agosto	A	18	18	27,2	59,6	SO	225	2,7	1,7	1
Agosto	A	19	7	28,4	35	SO	225	9,3	1,9	7,4
Agosto	A	19	13	30,4	37	NE	45	4,9	1,8	3,1
Agosto	A	19	18	27,7	57,7	SO	225	1,1	0	1,1
Agosto	O	17	7	29,7	35,5	SO	225	3,4	0,1	3,3
Agosto	O	17	13	32,9	37	SO	225	2,6	0	2,6
Agosto	O	17	18	27,7	67,1	NE	45	1,7	0	1,7
Agosto	O	18	7	28,4	36,7	SO	225	3,3	0	3,3
Agosto	O	18	13	32,3	33,2	NE	45	4,6	0	4,6
Agosto	O	18	18	27,6	59,2	SO	225	1,8	0,4	1,4
Agosto	O	19	7	30,5	28,8	SO	225	4,8	0	4,8
Agosto	O	19	13	34,3	31,5	NE	45	6,1	0,3	5,8
Agosto	O	19	18	28,2	55,6	SO	225	2,1	0	2,1
Agosto	I3	17	7	29,8	36,1	NE	45	3,4	0	3,4
Agosto	I3	17	13	31,2	42,1	SE	135	2,9	0,2	2,7
Agosto	I3	17	18	28,4	61	NE	45	0,4	0	0,4
Agosto	I3	18	7	28,3	35,5	NE	45	4,6	0,3	4,3
Agosto	I3	18	13	34	30,3	SE	135	0,6	0	0,6
Agosto	I3	18	18	28	59,2	SE	135	1,3	0,3	1
Agosto	I3	19	7	31	28,4	SO	225	3,1	0,2	2,9
Agosto	I3	19	13	35	27,5	SE	135	0,2	0	0,2
Agosto	I3	19	18	28,4	56,6	SO	225	1,1	0,3	0,8
Março	I1	15	7	26,3	77,9	SO	225	0,5	0	0,5
Março	I1	15	13	29,1	69,1	NE	45	1,6	0,1	1,5
Março	I1	15	18	28,7	69	NE	45	0,3	0	0,3
Março	I1	16	7	28,3	66,9	SO	225	1,7	1,1	0,6
Março	I1	16	13	34	42,8	SO	225	2,8	0	2,8
Março	I1	16	18	29,7	70,4	S	180	1,3	0,4	0,9
Março	I1	17	7	28,7	72,1	SO	225	1,2	0,5	0,7
Março	I1	17	13	30	71,2	NO	315	1,5	0,3	1,2
Março	I1	17	18	29	74,7	S	180	0,3	0	0,3

Março	B	15	7	25,9	79,1	NO	315	1,6	0	1,6
Março	B	15	13	29,1	69,1	NE	45	1,6	0	1,6
Março	B	15	18	27,9	72,9	NO	315	0,5	0,3	0,2
Março	B	16	7	28,7	66,3	N	0	1,2	0	1,2
Março	B	16	13	33,1	44,4	SE	135	2,1	0,5	1,6
Março	B	16	18	28,5	72,1	S	180	1,5	0	1,5
Março	B	17	7	28,3	74,7	SE	135	0,3	0	0,3
Março	B	17	13	29,1	72,8			0	0	0
Março	B	17	18	27,9	75,3	NO	315	0,6	0	0,6
Março	J	15	7	25,5	80,5	SE	135	1,7	0,6	1,1
Março	J	15	13	29,5	66,2	NE	45	3,7	0	3,7
Março	J	15	18	27,5	74,7	O	270	1,6	0,6	1
Março	J	16	7	28,7	65,3	SE	135	4,7	0,6	3,9
Março	J	16	13	32,7	44,1	L	90	10,5	0,8	9,7
Março	J	16	18	28,3	73,4	L	90	4,2	0,3	4,1
Março	J	17	7	27,9	75,7	SE	135	2	1	1
Março	J	17	13	29,1	71,2	SE	135	4,8	1,3	3,5
Março	J	17	18	27,8	75,6	SE	135	1,9	1,3	0,6
Março	E	15	7	25,9	81,9	SE	135	1,7	0,6	1,1
Março	E	15	13	28,7	69,2	N	0	1	0	1
Março	E	15	18	27,5	76,8			0	0	0
Março	E	16	7	29,9	62,3	S	180	3,1	0,4	2,7
Março	E	16	13	32,3	45,3	SO	225	2,4	0	2,4
Março	E	16	18	28,5	72,8	S	180	2	0,1	1,9
Março	E	17	7	28,3	76,7	SE	135	2,4	0,1	2,3
Março	E	17	13	29,1	71,2	SE	135	3,4	1,5	1,9
Março	E	17	18	27,8	76,1	S	180	2,6	0	2,6
Março	G	15	7	25,9	81,9	SE	135	1,2	0,3	0,9
Março	G	15	13	28,7	70,6	N	0	4,3	1,5	2,8
Março	G	15	18	27,5	76,8	NO	315	0,8	0	0,8
Março	G	16	7	29,5	62,8	NE	45	1,6	0	1,6
Março	G	16	13	33,1	46,9	SO	225	1,8	0	1,8
Março	G	16	18	28,5	72,8	O	270	1,4	0,4	1
Março	G	17	7	28,3	77,8	SO	225	1,4	0,3	1,1
Março	G	17	13	29,1	71,2	SO	225	1,1	0	1,1
Março	G	17	18	28,1	75,6	O	270	0,3	0	0,3
Março	N	15	7	25,7	80,5	L	90	0,4	0	0,4
Março	N	15	13	28,7	70,6	NO	315	2,1	0,4	1,7
Março	N	15	18	27,9	76,7			0	0	0
Março	N	16	7	29,9	60,1	L	90	2,4	0,3	2,1
Março	N	16	13	32,7	44,7	SE	135	3,3	0,7	2,6
Março	N	16	18	28,3	71,6	NO	315	1	0,7	0,3
Março	N	17	7	28,7	75,6	NO	315	0,7	0	0,7
Março	N	17	13	29,5	71,2	SE	135	0,3	0	0,3
Março	N	17	18	28,7	75	SE	135	0,3	0	0,3
Março	C	15	7	25,9	80,5	O	270	0,5	0	0,5
Março	C	15	13	29,1	69,1	NO	315	5,4	0,8	4,6

Março	C	15	18	27,5	75,7	L	90	0,5	0	0,5
Março	C	16	7	29,9	60,4	NE	45	1,8	0,7	1,1
Março	C	16	13	32,3	45	SO	225	0,4	0	0,4
Março	C	16	18	28	71,6	S	180	2,3	0,2	2,1
Março	C	17	7	28,3	74,7	SO	225	0,6	0	0,6
Março	C	17	13	29,1	70,5	NE	45	1,2	0	1,2
Março	C	17	18	28,1	75,7	NE	45	0,7	0	0,7
Março	I2	15	7	25,9	81,9	SE	135	1	0	1
Março	I2	15	13	29,1	69,8	NE	45	1,4	0	1,4
Março	I2	15	18	27,9	75,7	SO	225	0,3	0	0,3
Março	I2	16	7	30,3	60	SO	225	2,4	0	2,4
Março	I2	16	13	33,1	45,2	SO	225	1,9	0	1,9
Março	I2	16	18	29,4	71,3	SE	135	0,8	0,1	0,7
Março	I2	17	7	28,7	75,6	SO	225	0,6	0	0,6
Março	I2	17	13	29,8	69,8	SO	225	1,6	0,4	1,2
Março	I2	17	18	28,8	75,7			0	0	0
Março	H	15	7	25,1	83,5			0	0	0
Março	H	15	13	29,5	69,1	N	0	5,5	1,8	3,7
Março	H	15	18	27,9	75,7	NE	45	0,8	0,3	0,5
Março	H	16	7	29,9	59,4	SE	135	4,8	0,5	4,3
Março	H	16	13	32,3	45,6	SO	225	4,6	0	4,6
Março	H	16	18	28	72,8	S	180	3,8	2	3,6
Março	H	17	7	28,7	72,9	SE	135	4,9	1	3,9
Março	H	17	13	29,1	70,5	SE	135	2	0,3	1,7
Março	H	17	18	27,5	77,2	SE	135	0,3	0	0,3
Março	M	15	7	24,7	85,2			0	0	0
Março	M	15	13	28,3	68,6	NE	45	3,3	0,5	2,8
Março	M	15	18	27,5	75,7	NE	45	2,8	1,2	1,6
Março	M	16	7	29,9	59,7	SE	135	3,3	0,8	2,5
Março	M	16	13	31,1	50,6	SO	225	3,8	1,1	2,7
Março	M	16	18	27,6	74,3	SO	225	5,2	0,6	4,6
Março	M	17	7	28,7	71,3	N	0	3,1	0,4	2,7
Março	M	17	13	28,7	72,9	SO	225	3,5	1,3	2,2
Março	M	17	18	27,3	77,4	SO	225	1,8	0	1,8
Março	L	15	7	24,4	87,2			0	0	0
Março	L	15	13	28,7	70,6	NE	45	3,3	0,3	3
Março	L	15	18	27,5	76,8	SE	135	0,7	0	0,7
Março	L	16	7	29,9	60,4	SE	135	1,6	0	1,6
Março	L	16	13	31,1	51,9	SE	135	3,2	0	3,2
Março	L	16	18	28,1	74	NE	45	2,6	0	2,6
Março	L	17	7	29,1	70,5	NE	45	2,1	0,4	1,7
Março	L	17	13	29,1	72	SE	135	1,8	0	1,8
Março	L	17	18	27,6	77,5	NE	45	0,2	0	0,2
Março	A	15	7	24,4	89,5			0	0	0
Março	A	15	13	29,1	68,5	NE	45	1	0	1
Março	A	15	18	27,5	76,8	SE	135	1,2	0,3	0,9
Março	A	16	7	29,9	61,2	NE	45	3,7	0,6	3,1

Março	A	16	13	31,5	50,7	NE	45	2,4	0,7	1,7
Março	A	16	18	28,3	72	N	0	2,8	0,5	2,3
Março	A	17	7	29,1	69,8	NE	45	5,1	0,8	4,3
Março	A	17	13	28,7	71,3	NE	45	3,1	0,1	3
Março	A	17	18	27,6	76	NE	45	0,6	0,2	0,4
Março	O	15	7	24,7	89,6			0	0	0
Março	O	15	13	29,5	68,5	NE	45	5,8	1,4	4,4
Março	O	15	18	27,5	77,9	NE	45	1	0	1
Março	O	16	7	30,7	61,5	SO	225	1,5	0	1,5
Março	O	16	13	32,7	51,3	SO	225	2,6	0	2,6
Março	O	16	18	29	72,8	SO	225	0,8	0	0,8
Março	O	17	7	29,5	71,2	NO	315	0,8	0	0,8
Março	O	17	13	29,5	72,1	SO	225	1,5	0	1,5
Março	O	17	18	28,4	75,2	SO	225	0,6	0	0,6
Março	I3	15	7	24	89,5			0	0	0
Março	I3	15	13	29,5	67,8	NE	45	0,9	0	0,9
Março	I3	15	18	27,5	77,9			0	0	0
Março	I3	16	7	30,7	59,2	SO	225	1,6	0,3	1,3
Março	I3	16	13	33,1	46,4	SO	225	2,3	0	2,3
Março	I3	16	18	29,3	72	S	180	1,2	0,1	1,1
Março	I3	17	7	29,9	67,8	NE	45	2,6	0	0
Março	I3	17	13	29,9	72	SO	225	1,1	0,3	0,8
Março	I3	17	18	28,8	76,5	S	180	0,3	0	0,3