

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

MESTRADO EM DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**A CONFIGURAÇÃO URBANA E SUA RELAÇÃO
COM OS MICROCLIMAS:
ESTUDO DE FRAÇÕES URBANAS NA CIDADE DE
MACEIÓ**

Eveline Maria de Athayde Almeida

**MACEIÓ
2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO EM DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO**

DISSERTAÇÃO

**A CONFIGURAÇÃO URBANA E SUA RELAÇÃO
COM OS MICROCLIMAS:
ESTUDO DE FRAÇÕES URBANAS NA CIDADE DE
MACEIÓ**

APRESENTADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM ARQUITETURA E URBANISMO

Eveline Maria de Athayde Almeida

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Gianna Melo Barbirato

BANCA EXAMINADORA

Presidente: Prof^ª. Dr^ª. Gianna Melo Barbirato

Examinadores: Prof^ª Dr^ª. Lea Cristina Lucas de Souza

Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt

Prof. Dr^ª. Regina Dulce Lins

**MACEIÓ
2006**

“Nascido numa cidade situada entre o mar e a lagoa,
e numa região que tira o seu nome das águas,
provenho de criaturas habituadas a ouvir o barulho das ondas
e a afundar os pés na terra viscosa da boca dos rios
e nas dunas que andam como se fossem ciganos”.

(LEDO IVO, 1979)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho
aos meus pais Eraldo e Marluce,
que me ensinaram a acreditar
nos meus ideais sem esquecer
de onde venho e quem eu sou.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha fé na vida e num futuro sempre melhor.

Ao meu amado irmão Júnior, por sempre me ajudar a tornar possíveis todos os meus planos e sonhos e, principalmente, pela inestimável ajuda na realização deste trabalho.

Aos meus pais Eraldo e Marluce, responsáveis pelos mais nobres sentimentos que carrego comigo.

À querida Lú, amiga de todas as horas, pela companhia sempre divertida e grande ajuda neste trabalho.

Aos sempre amigos Fábio e Agamenon.

À querida professora Gianna, por me ensinar com seu exemplo, sobre amizade, respeito, boa vontade, responsabilidade e, principalmente, gentileza.

Aos Professores Léo, Regina Dulce e Ricardo Cabús pelas valiosas contribuições a este trabalho.

Aos professores Christiano Cantarelli e João Carlos Brabirato, pela enorme ajuda na análise de dados.

Aos professores e alunos do Departamento de meteorologia da UFAL, em especial ao professor Toledo.

A Pedriane Dantas, por me ceder, gentilmente, parte de seu belo trabalho como fotógrafa.

Aos membros do DEHA – Programa de pós-graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado e do GECA – Grupo de Estudos em Conforto Ambiental da Universidade Federal de Alagoas, pelo apoio sempre que preciso.

À FAPEAL – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, pela importante ajuda financeira.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 DEFINIÇÃO DE CLIMA	24
2.1.1 Caracterização do clima	24
2.1.1.1 Fatores climáticos globais	25
2.1.1.2 Fatores climáticos locais	28
2.1.1.3 Elementos climáticos	30
2.2 CLIMA URBANO: HISTÓRICO E DEFINIÇÕES	33
2.2.1 Microclima	37
2.3 ASPECTOS DA FORMA URBANA E SUAS INFLUÊNCIAS NO CLIMA URBANO	38
2.3.1 Rugosidade e porosidade	40
2.3.2 Densidade construída	41
2.3.3 Tamanho da cidade (horizontal e vertical)	42
2.3.4 Ocupação do solo	43
2.3.5 Orientação	43
2.3.6 Permeabilidade do solo	44
2.3.7 Propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes	44

2.3.8	Presença de massas d'água	45
2.3.9	Efeitos dos espaços livres e áreas verdes	46
2.4	ESCALAS DE MEDIÇÃO EM CLIMA URBANO	48
3.	METODOLOGIA	51
3.1	RECONHECIMENTO DA REGIÃO EM ESTUDO: LOCALIZAÇÃO, MORFOLOGIA NATURAL E PERFIL CLIMÁTICO	53
3.2	DESCRIÇÃO DAS ÁREAS EM ESTUDO	58
3.3	ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DAS ÁREAS EM ESTUDO	58
3.4	PESQUISA DE CAMPO: MEDIÇÕES	65
3.5	FICHAS BIOCLIMÁTICAS	66
4.	ANÁLISES E DISCUSSÕES	77
4.1	ANÁLISE DOS ATRIBUTOS DA FORMA URBANA	78
4.1.1	Rugosidade e porosidade	78
4.1.2	Áreas verdes	80
4.1.3	Densidade construída	80
4.1.4	Permeabilidade do solo	81
4.1.5	Presença de massas d'água	82
4.2	ATRIBUTOS BIOCLIMATIZANTES DA FORMA URBANA	83
4.2.1	Relevo-declividade	83
4.2.2	Formato-horizontalidade	83
4.2.3	Formato-verticalidade	84
4.2.4	Formato-densidade/ocupação do solo	84
4.3	ANÁLISE DAS MEDIÇÕES	84
4.3.1	Temperatura do ar: valores obtidos nas medições X estação de referência	85
4.3.1.1	Transeto 01	85

4.3.1.2	Transeto 02	88
4.3.2	Temperatura do ar: comportamento dos transetos ao longo do dia	90
4.3.2.1	Transeto 01	91
4.3.2.2	Transeto 02	92
4.3.3	Umidade relativa do ar: valores obtidos nas medições X Estação de referência	93
4.3.3.1	Transeto 01	94
4.3.3.2	Transeto 02	96
4.3.4	Umidade relativa do ar: comportamento dos transetos ao longo do dia	98
4.3.4.1	Transeto 01	99
4.3.4.2	Transeto 02	100
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	101
5.	CONCLUSÕES	104
	REFERÊNCIAS	108
	ANEXOS	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Configuração do Clima	25
Quadro 02 – Elementos Climáticos	32
Quadro 03 – Características do Clima Quente e Úmido	55
Quadro 04 – Normais Climatológicas (1961-1990)	57
Quadro 05 – Temperatura no Transeto 01	85
Quadro 06 – Umidade no Transeto 01	84
Quadro 07 – Temperatura no Transeto 02	85
Quadro 08 – Umidade no Transeto 02	85
Quadro 09 – Porcentagens de área pavimentada, edificada e de vegetação	101
Quadro 10 – Coeficientes obtidos para cada transeto	102

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Temperatura Média T.01 P.01	85
Gráfico 02 – Temperatura Média T.01 P.02	85
Gráfico 03 – Temperatura Média T.01 P.03	86
Gráfico 04 – Temperatura Média T.01 P.04	86
Gráfico 05 – Temperatura Média T.01 P.05	86
Gráfico 06 – Temperatura Média T.01 ao Longo do Dia	87
Gráfico 07 – Temperatura Média T.02 P.01	88
Gráfico 08 – Temperatura Média T.02 P.02	88
Gráfico 09 – Temperatura Média T.02 P.03	88
Gráfico 10 – Temperatura Média T.02 P.04	89
Gráfico 11 – Temperatura Média T.02 P.05	89
Gráfico 12 – Temperatura Média T.02 ao Longo do Dia	89
Gráfico 13 – Temperatura Média T.01 9h	91
Gráfico 14 – Temperatura Média T.01 15h	91
Gráfico 15 – Temperatura Média T.01 21h	91
Gráfico 16 – Temperatura Média T.02 9h	92
Gráfico 17 – Temperatura Média T.02 15h	92
Gráfico 18 – Temperatura Média T.02 21h	93
Gráfico 19 – Umidade Média T.01 P.01	94
Gráfico 20 – Umidade Média T.01 P.02	94
Gráfico 21 – Umidade Média T.01 P.03	95
Gráfico 22 – Umidade Média T.01 P.04	95
Gráfico 23 – Umidade Média T.01 P.05	95
Gráfico 24 – Umidade Média T.01 ao longo do Dia	96

Gráfico 25 – Umidade Média T.02 P.01	96
Gráfico 26 – Umidade Média T.02 P.02	97
Gráfico 27 – Umidade Média T.02 P.03	97
Gráfico 28 – Umidade Média T.02 P.04	97
Gráfico 29 – Umidade Média T.02 P.05	98
Gráfico 30 – Umidade Média T.02 ao longo do Dia	98
Gráfico 31 – Umidade Média T.01 9h	99
Gráfico 32 – Umidade Média T.01 15h	99
Gráfico 33 – Umidade Média T.01 21h	99
Gráfico 34 – Umidade Média T.02 9h	100
Gráfico 35 – Umidade Média T.02 15h	100
Gráfico 36 – Umidade Média T.02 21h	100

LISTA DE FIGURAS

Figura Capa – Praia de Ponta Verde / Fonte: Pedriane Dantas	
Figura Introdução – Praia de Ipioca / Fonte: Pedriane Dantas	16
Figura Revisão da Literatura – Centro de Maceió / Fonte: Pedriane Dantas	23
Figura Metodologia Porto de Maceió / Fonte: Pedriane Dantas	51
Figura Análises e Discussões – Detalhe coqueiro – Fonte: Pedriane Dantas	77
Figura Conclusões – Crianças em Ipioca – Fonte: Pedriane Dantas	104
Figura 01 – Representação esquemática da atmosfera urbana	50
Figura 02 – Localização de Maceió no território brasileiro	53
Figura 03 – Maceió	56
Figura 04 – Mapa com transetos (T.01 e T.02)	58
Figura 05 – Mapa de Localização dos transetos (T.01 e T.02)	60
Figura 06 – Mapa de Configuração Urbana (T.01)	61
Figura 07 – Mapa de Configuração Urbana (T.02)	62
Figura 08 – Mapa de Pontos de medição (T.01)	63
Figura 09 – Mapa de Pontos de medição (T.02)	64
Figura 10 – Termo-higro-anemômetro	65
Figura 11 – Ficha Bioclimática T.01 P.01	67
Figura 12 – Ficha Bioclimática T.01 P.02	68
Figura 13 – Ficha Bioclimática T.01 P.03	69
Figura 14 – Ficha Bioclimática T.01 P.04	70
Figura 15 – Ficha Bioclimática T.01 P.05	71
Figura 16 – Ficha Bioclimática T.02 P.01	72
Figura 17 – Ficha Bioclimática T.02 P.02	73
Figura 18 – Ficha Bioclimática T.02 P.03	74

Figura 19 – Ficha Bioclimática T.02 P.04	75
Figura 20 – Ficha Bioclimática T.02 P.05	76
Figura 21 – T.01 - Homogeneidade na altura das Edificações	78
Figura 22 – T.02 - Diversidade na altura das Edificações	79
Figura 23 – T.01 - Arborização na via perpendicular	80
Figura 24 – T.02 - Árvores isoladas ao longo da via	80
Figura 25 – T.01 - Alta densidade construtiva (alta taxa de ocupação)	81
Figura 26 – T.02 - Alta densidade construtiva (ausência de recuos)	81
Figura 27 – T.01 - Baixa permeabilidade do solo	82
Figura 28 – T.02 - Baixa permeabilidade do solo	82
Figura 29 – T.01 - Início: Paria do Sobral	83
Figura 30 – T.01 - Fim: Lagoa Mundaú	83
Figura 31 – T.02 – Início: Paria de Jatiúca	83

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

OMM – Organização Mundial de Meteorologia

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

RAA – Relatório de Avaliação Ambiental

UFAL – Universidade Federal de Alagoas

NE – Nordeste

SE - Sudeste

E.R – Estação de Referência

P.01 – Ponto de Medição 01

P.02 – Ponto de Medição 02

P.03 – Ponto de Medição 03

P.04 – Ponto de Medição 04

P.05 – Ponto de Medição 05

T.01 – Transeto 01

T.02 – Transeto 02

RESUMO

A presente dissertação analisa a relação entre a configuração urbana de duas frações urbanas na cidade de Maceió e a formação de microclimas locais. A análise física das áreas em estudo identifica aspectos da forma urbana como adensamento, verticalização, áreas pavimentadas, edificadas e vegetação. A análise microclimática é realizada a partir do estabelecimento de transetos, escolha de pontos de medição e elaboração das fichas bioclimáticas e medições *in loco* de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos no mês de janeiro de 2005. Constatase, a partir dos resultados obtidos, a forte contribuição dos parâmetros de configuração urbana no comportamento das variáveis ambientais dos pontos observados ao longo dos dois transetos estabelecidos. A determinação dos microclimas e a sua relação com a configuração urbana de Maceió, enfim, confirmam a importância da análise microclimática como uma importante ferramenta para o planejamento urbano, e podem orientar decisões projetuais a fim de amenizar possíveis situações de desconforto urbano na cidade.

ABSTRACT

The present study analyzes the relationship between urban configuration and local microclimates variations in two urban areas in the city of Maceió – AL. The analysis identifies some aspects of urban form as densely built areas, pavement soil and green areas at the studied area. Two transects are established and several points are selected for measurements of relative humidity, air temperature and wind velocity during the month of January 2005. Those measurements show the strong contribution of urban form characteristics in the air temperature and humidity values. The results indicate the effects of the urban occupation on the development of microclimates. The purpose is, thus, to confirm the importance of microclimate analysis as an important tool for urban planning; especially aspects related with the urban configuration of Maceió and urban discomfort.

1. INTRODUÇÃO

As condições particulares do meio ambiente urbano - rugosidade, ocupação do solo, orientação, propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes, entre outros fatores - modificam as suas feições climáticas, formando um clima particular: o clima urbano (LANDSBERG, 1981; OKE, 1996).

De uma forma genérica, o crescimento das cidades tem contribuído bastante para que ocorram transformações significativas no clima, especialmente no aumento da temperatura, mudança na direção e velocidade dos ventos e na diminuição da umidade relativa do ar. Assim como as atividades humanas, o número de veículos, o asfalto, o concreto, a diminuição de áreas verdes, também influenciam o comportamento do clima urbano.

Ao construir e ocupar as cidades, o homem interfere significativamente sobre seu ambiente climático. Dependendo de suas decisões, os resultados dessa interferência serão favoráveis ou prejudiciais à vida. Os microclimas provocados pela ação humana podem ser extremamente desconfortáveis e, para restabelecer o conforto, geralmente são desperdiçados preciosos recursos energéticos (RORIZ, 2003).

A atual preocupação com o meio ambiente, conservação de energia e desenvolvimento sustentável¹, é decorrente da necessidade de amenizar os altos índices de poluição, a crescente quantidade de resíduos, a elevada utilização de fontes de recursos não-renováveis, e conseqüentemente a baixa qualidade de vida que as populações das grandes cidades estão submetidas. No entanto, é impossível impedir que as cidades se desenvolvam e suas populações cresçam. O que é preciso é que este crescimento conserve um nível de desenvolvimento que atenda às necessidades das pessoas sem desequilibrar o meio ambiente.

Porém, nas questões urbanas, a complexidade das estruturas sociais, econômicas e ambientais transforma a busca pelo desenvolvimento sustentável em tarefa das mais difíceis. A indissociabilidade da problemática social urbana e da problemática ambiental das cidades exige que se combinem dinâmicas de promoção social com as dinâmicas de redução dos impactos ambientais no espaço urbano (ROSSETTO, 2004). Sendo assim, a relação entre as mudanças na paisagem das cidades e a busca pelo equilíbrio ambiental deverá focar, ao mesmo tempo, a reestruturação do ambiente natural e do ambiente construído.

¹ Existem muitas definições para o termo Desenvolvimento sustentável, fato que gera controvérsias e incertezas a respeito do seu real significado. Porém, Rossetto et al. (2004) observa que a definição mais conhecida e utilizada é a constante no relatório de Brundtland (1987): “Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades”.

HOUGH (1998) considera que existem contradições e paradoxos na percepção da cidade e do meio ambiente em geral. Em um mundo cada vez mais preocupado com os problemas de deterioração do meio ambiente, crises de energia, contaminação, desaparecimento de vegetação, de animais e de paisagens naturais, todavia se conserva uma marcante tendência de evitar o ambiente natural.

Tradicionalmente tem se considerado a cidade moderna como o produto de energia barata, força econômica, alta tecnologia e natureza controlada.

As disciplinas responsáveis pela forma da cidade têm muito pouco a ver com as ciências naturais e com os valores ecológicos.

Observa ainda que se o desenho urbano se concebe com arte e ciência e é dedicado a promover a qualidade do meio ambiente físico da cidade, para proporcionar lugares civilizados e enriquecedores para as pessoas que habitam, não há dúvida que as bases atuais do desenho urbano devem ser reexaminadas. É necessário redescobrir, através das ciências naturais, a essência dos lugares em que vivemos.

É justamente na tentativa de adequação da cidade ao ambiente natural característico de cada lugar que o estudo da climatologia urbana vem como um instrumento que auxilia na descoberta desta essência das cidades. Afinal, as características climáticas de um determinado local podem determinar sua configuração, o modo como as atividades humanas se desenvolvem e ainda indicar caminhos para a forma mais apropriada de intervenção.

Afinal, segundo OLIVEIRA (1988) a forma urbana é o produto das relações estabelecidas pelo homem, e com os instrumentos de controle climático para obter condições de conforto e salubridade do espaço citadino. LAMAS (1989) ainda completa que a forma urbana, corpo ou materialização da cidade, é capaz de determinar a vida humana em comunidade.

Todas essas interações das atividades humanas com o ambiente natural produzem um ecossistema muito diferente daquele existente anteriormente à cidade. É um sistema sustentado por uma importação maciça de energia e de matérias primas, um sistema no qual os processos culturais humanos criaram um lugar completamente diferente da natureza intocada, ainda que unida a esta através dos fluxos de processos naturais comuns. À medida que as cidades crescem em tamanho

e densidade, as mudanças que produzem no ar, no solo, na água e na vida, em seu interior e à sua volta, agravam os problemas ambientais que afetam o bem-estar de cada morador (SPIRN, 1995).

HOUGH (1998), por sua vez, propõe uma nova linguagem de desenho urbano para a evolução das cidades através da ciência da climatologia moderna juntando os processos urbanos e naturais a nível local. Porém, alega que o clima das cidades também deve ser entendido em uma perspectiva mais ampla, que atravesse as fronteiras regionais. A poluição do ar, da água, o aquecimento global, o desaparecimento dos bosques, a diminuição da camada de ozônio, que já se pensou ter conseqüências locais, hoje se convertem em problemas globais. O pensamento global deve converter-se em ação local.

No Brasil, vários pesquisadores tais como LOMBARDO (1985), OLIVEIRA (1988), RORIZ (2002), ROMERO (1998; 2002), DUARTE (2002), ASSIS (1990) entre outros têm se dedicado à área da climatologia urbana, o que consolida uma fase de disponibilidade, na climatologia moderna brasileira e de uma original e sólida proposta teórico-metodológica para o estudo da atmosfera urbana tropical em sua interação com a sociedade citadina. Não obstante, a concentração de experiências nas regiões sul e sudeste do território brasileiro chama a atenção dos estudiosos para a elaboração de estudos sobre a porção central, norte e nordeste do Brasil, até porque é nestas áreas que se pode vislumbrar uma maior intensificação do processo de urbanização no presente e futuro próximo.

DUARTE (2002) analisa que os anos 90, do século XX, assinalaram o limiar de um novo tempo para o planejamento urbano. Algumas idéias foram incorporadas às novas bases constitucionais do país e implementadas nos municípios. Há um grande potencial de aproveitamento das leis de uso do solo para a criação de microclimas urbanos mais favoráveis, uma vez que já é largamente aceito que o espaço construído exerce influência no clima local e observações em todo o mundo já demonstraram como o clima pode ser degradado pela ocupação inadequada. As características do clima urbano, suas causas e efeitos, já são bem conhecidos, e nos últimos anos, a inclusão de questões relacionadas aos microclimas urbanos nas regulamentações municipais no Brasil começa a acontecer.

Uma parceria entre IBAM (Instituto Brasileiro de Administração Municipal) e PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) que visa

sensibilizar os municípios para o combate ao desperdício de energia, permitiu a realização da publicação do Modelo para Elaboração de Código de Obras e Edificações em 1997. Em nível formal, este Modelo oferece ao município orientações ao desenvolvimento através de um instrumento regulador dos espaços edificados e de seu entorno, constituindo-se um veículo que garanta a qualidade ambiental. Isso significa, para o contexto da cidade, que já existe material científico que pode nortear as decisões de planejamento urbano.

Em Maceió, a escala de problemas relacionados ao clima urbano é menor se comparada às grandes cidades que passam por um processo de acelerado crescimento urbano e industrial. Porém, a desordenada ocupação urbana, aliada à falta de planejamento na inserção de novos conjuntos urbanos, faz com que a cidade também apresente problemas ambientais urbanos.

A preocupação com a qualidade ambiental urbana deve estar inserida em todo processo de urbanização, seja ele acelerado ou não, considerando assim o estudo da climatologia urbana um instrumento importante no processo de planejamento das cidades como também na busca de estratégias de amenização de problemas climáticos urbanos já existentes.

Uma vez que, segundo KATZSCHNER (1997), os fenômenos urbanos são, até certo ponto, reversíveis, ou seja, podem ser alterados ou controlados pelas ações de planejamento, desenho urbano e projeto de edifícios, pode-se até restaurar ou amenizar as condições ambientais indesejadas.

Desse modo, o presente trabalho pretende, através da análise da relação entre configuração urbana e microclimas, avaliar as condições microclimáticas urbanas em áreas da cidade de Maceió, de modo que essas informações possam subsidiar futuras intervenções urbanas na cidade.

Para o desenvolvimento deste estudo, foram escolhidas duas frações urbanas dentro da cidade. A primeira localizada entre o mar e a lagoa Mundaú e a segunda iniciando-se também próxima ao mar e se estendendo para o interior do continente. Os critérios para escolha destas áreas levaram em consideração a peculiaridade de Maceió possuir em sua morfologia natural duas grandes massas d'água –Lagoa Mundaú e Oceano Atlântico, as características de crescimento atuais e a importância das frações urbanas no contexto da cidade (são vias de ligação entre bairros e de

grande atividade comercial). Foram traçados dois transetos, um em cada uma destas frações, onde se localizaram pontos de medição de variáveis climáticas, ao tempo em que foram analisadas e mapeadas as características da configuração urbana, de modo a permitir a análise microclimática.

Uma vez que a própria definição de clima urbano está relacionada ao comportamento térmico diferenciado nos recintos urbanos, decorrente de sua configuração e das propriedades termofísicas das superfícies de seu entorno, as vias escolhidas possuem características distintas como o gabarito e orientação, mas também semelhantes quanto ao tráfego intenso de veículos e a densidade construída. É objetivo deste trabalho, observar o comportamento microclimático, através de medições *in loco* de temperatura e umidade, em duas situações de ocupação do solo, presença de vegetação, porcentagem de áreas edificadas e pavimentadas, de modo a relacionar as características da configuração urbana e as variações microclimáticas locais.

A estrutura desta dissertação constitui-se de quatro etapas distintas, as quais foram traduzidas em capítulos.

Na primeira etapa (Cap. 2) consta a revisão da literatura sobre climatologia urbana e demais assuntos relacionados. Este capítulo forma a base conceitual da dissertação e situa o trabalho no estado atual do conhecimento sobre clima urbano.

Na segunda etapa (Cap. 3) desenvolve-se a metodologia de pesquisa do trabalho, cuja base conceitual foi formada através da análise e escolha de métodos desenvolvidos na literatura técnica existente. São realizados a escolha de áreas estudadas dentro da malha urbana de Maceió e o mapeamento destas; caracterização em relação à estrutura urbana, em especial aos seguintes aspectos: gabarito e ocupação do solo, características superficiais do solo – permeabilidade, cobertura vegetal e corpos d'água, presença de objetos tridimensionais – edificações, elevações e árvores. Nesta etapa consta ainda a escolha dos pontos de medição; a estratégia das medições *in loco* e a elaboração de fichas bioclimáticas, de apoio à análise realizada.

Na etapa seguinte, (Cap. 4) são organizados e discutidos os resultados obtidos nas medições, mapeamentos e caracterização das áreas em estudo.

Na última etapa que constitui o capítulo 5 constam as conclusões da dissertação.

É a partir da perspectiva da relação entre configuração urbana e microclima local que se apóia a presente pesquisa, de modo a contribuir para o desenvolvimento de projetos que promovam a qualidade do conforto ambiental. Afinal, a discussão a respeito desta relação é fundamental para a compreensão do papel do arquiteto e urbanista no processo de construção da cidade.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DEFINIÇÃO DE CLIMA

Existem várias definições para o termo “clima”, que se complementam e tentam traduzir sua complexidade. ROMERO (2000), por exemplo, define que o clima de um lugar pode ser considerado como a integração de uma série de elementos que se verificam em escalas diferentes, abrangendo desde a macroescala até a microescala.

O estudo do clima, ainda segundo ROMERO (2000), compreende tanto a formação resultante de diversos fatores geomorfológicos e espaciais em jogo (sol, latitude, altitude, ventos, massas de terra e água, topografia, vegetação, solo, etc), quanto sua caracterização definida por seus elementos (temperatura do ar, umidade do ar, movimentos das massas de ar e precipitações), torna-se, pois, importante para a compreensão dos princípios e para o entendimento do que deve ser controlado no ambiente a fim de se obter os resultados esperados durante o projeto.

GIVONI (1976) define ainda que o clima de uma dada região é determinado pelo padrão das variações dos vários elementos e suas combinações, destacando que os principais elementos climáticos que devem ser considerados no desenho dos edifícios e no conforto humano são: radiação solar, comprimento de onda da radiação, temperatura do ar, umidade, ventos e precipitações.

CABÚS (2002) completa as afirmações acima observando que o clima é uma das identidades de um lugar. É a soma de todas as ocorrências meteorológicas na atmosfera durante um longo período de tempo sintetizadas para uma determinada localização. A combinação de características como latitude, altura acima do nível do mar, proximidade de grandes massas de água e de montanhas, umidade do solo e a natureza da vegetação podem criar incontáveis tipos climáticos.

Ao tratar de termos como: modificações climáticas em áreas construídas e desenho de edifícios os autores começam a introduzir o conceito de clima urbano que será melhor definido a seguir.

2.1.1 Caracterização do clima

O estudo do clima abrange a compreensão dos fatores e elementos que o caracterizam. Existem fatores climáticos, que se dividem em globais e locais, e os elementos climáticos que configuram o clima de cada região (Tabela 01). A diferenciação feita por GOMES (1980) atribui aos elementos a função de definir o clima e aos fatores a função de dar-lhes origem ou determiná-los.

Quadro 01 – Configuração do Clima

FATORES CLIMÁTICOS GLOBAIS	
Radiação Solar	Quantidade/Qualidade/Inclinação do eixo terrestre/Equilíbrio térmico terrestre.
Latitude	
Altitude	
Ventos	
Massas de água e terra	
FATORES CLIMÁTICOS LOCAIS	
Topografia	Declividade/Orientação/Exposição/Elevação.
Vegetação	
Superfície do solo	Natural ou Construído /Reflexão/ Permeabilidade Temperatura/Rugosidade.
ELEMENTOS CLIMÁTICOS	
Temperatura	Valores médios/Variações/Valores extremos /Diferenças térmicas entre o dia e a noite.
Umidade do ar	Absoluta/Relativa/Pressão de vapor.
Precipitações	Chuva/Neve (todo tipo de água que se precipita da atmosfera).
Movimento do ar	Velocidade /Direção /Mudanças diárias e estacionais

Fonte: Romero (2000)

2.1.1.1 Fatores Climáticos Globais

Determinam, Condicionam e dão origem ao clima. São eles: radiação solar, altitude, latitude, longitude, ventos e massas d'água e terra.

- **Radiação solar**

É a energia transmitida pelo sol sob a forma de ondas magnéticas. A energia solar nas camadas mais altas da atmosfera contém certa quantidade de energia, que varia em função da distância da terra ao sol e das atividades solares e cujo espectro é constituído de ondas eletromagnéticas de diferentes comprimentos de onda, dividido grosseiramente em três regiões: a ultravioleta, a visível e a infravermelha.

À medida que a radiação penetra na atmosfera terrestre, sua intensidade é reduzida e sua distribuição espectral é alterada em função da absorção, reflexão e difusão dos raios solares pelos diversos componentes do ar.

Uma parcela da radiação solar que penetra na atmosfera é refletida pela superfície da terra ou pelas nuvens, outra é absorvida pelos níveis inferiores da atmosfera, produzindo um aumento da temperatura do ar (ROMERO, 2000).

A absorção e a reflexão da radiação solar depende de alguns fatores da superfície que a radiação irá incidir. As características da superfície como: cor, material, textura irão influenciar na quantidade de energia absorvida e refletida. A soma dos fluxos que incidem e refletem formam o fluxo total incidente. A quantidade de radiação absorvida e refletida depende ainda do ângulo em que os raios solares atingem a superfície sobre a qual incidem.

▪ **Altitude, latitude e longitude**

A latitude, a longitude e a altura sobre o mar são as coordenadas que determinam a posição de um ponto da superfície terrestre (ROMERO, 2000).

A latitude está relacionada à distância até linha do Equador. A temperatura média do ar esfria-se paulatinamente para os Pólos, ou seja, a medida que aumentam as distâncias até a linha do Equador. Mas, o esfriamento não é constante. As isotermas não seguem rigorosamente os paralelos, existem outros fatores que influenciam as temperaturas como: altura, ventos, correntes marinhas.

FITCH (1971), afirma que, quando a superfície do globo é absolutamente uniforme em perfil e material, a correlação entre latitude e clima pode ser absoluta. Mas esta situação não se verifica, já que a principal razão para os desvios do clima numa dada latitude é a diferente capacidade de armazenagem de calor das massas de água e de terra. Enquanto a água possui um calor específico alto, a acumulação de temperatura é muito mais baixa que a da terra. Tem-se que o efeito de qualquer corpo d'água sobre seu entorno imediato reduz as temperaturas extremas diurnas e estacionais. As massas d'água possuem um pronunciado efeito estabilizador.

A altitude está relacionada ao nível do mar. Trata-se de um fator que exerce grande influência sobre a temperatura do ar. Ao aumentar a altura, o ar está menos carregado de partículas sólidas e líquidas, e são justamente estas partículas que absorvem as radiações solares e as difundem aumentando a temperatura do ar. Portanto, a medida que a altitude aumenta as temperaturas tendem a diminuir.

Maiores altitudes estão geralmente associadas a menores temperaturas do ar. Na média, cada 100m a mais de altitude provoca uma queda de 0,6 °C a temperatura. Por outro lado, na ausência de ventos, o ar frio comporta-se como água, escoando para os pontos mais baixos do relevo. Apesar de pouco acentuadas, as diferenças de altitude provocaram alguma influência sobre as temperaturas máximas (RORIZ; BARBUGLI, 2003).

▪ Ventos

O vento é uma consequência direta das variações de pressão atmosférica. Constitui-se, fundamentalmente, de correntes de convecção na atmosfera que tendem a igualar o diferente aquecimento das diversas zonas. Na zona de máximo aquecimento da terra (entre os trópicos de Câncer e Capricórnio) o ar se aquece, se expande, diminui sua pressão, fica mais leve, sobe e se dirige às zonas mais frias das camadas superiores, e conseqüentemente, camadas de ar frio vêm tomar o lugar do ar que foi aquecido (BRANCO, 2001).

Além dos deslocamentos das massas de ar numa escala global, atuam também no clima os ventos locais, provocados pelos diferenciais térmicos gerados pelas características do relevo e presenças de terra e água.

Para o desenho urbano², o interesse centra-se nos ventos locais, sendo preciso conhecer somente como se processam os mecanismos do vento nas camadas mais baixas da atmosfera (ROMERO, 2000).

É importante observar que dos dados meteorológicos, o vento é o mais variável, tanto no curso do dia, como de um dia para o outro. Sendo muito complexo a investigação deste fator climático.

▪ Massas d'água e terra

² No presente trabalho entende-se como desenho urbano a definição de Romero (2000), que relaciona o termo ao desenho dos espaços que deve ser condicionado e adaptado às características do meio, tais como topografia, revestimento do solo, ecologia, latitude, objetos tridimensionais e clima.

Sabe-se que existe grande influência das massas de água e terra no comportamento climático de um lugar. A proporção entre as massas condiciona um efeito característico na área.

Segundo ROMERO (2000), as massas d'água influenciam fortemente as variações climáticas ao seu redor. As áreas ao redor de corpos d'água apresentam climas estáveis e desvios mínimos de características climáticas.

Porém, as massas de terra possuem grandes diferenças de armazenagem de calor, devido particularmente às características físicas do solo. As elevações possuem também um impacto climático importante sobre as terras baixas das proximidades. Geralmente forçam as massas de ar úmidas a subir e, neste processo, o ar esfriado provoca a condensação. Como resultado, as massas de ar descarregam a maioria de sua umidade (na forma de chuva, granizo ou neve) no lado mais quente da área.

O comportamento climático diferenciado entre as massas de terra e água pode ser explicado pela diferença de capacidade de armazenamento de calor. A água possui um alto calor específico, porém a acumulação de calor na terra é maior do que na água.

2.1.1.2 Fatores Climáticos Locais

Os fatores climáticos locais determinam e dão origem ao microclima. Ou seja, o clima verificado numa escala menor se referindo a uma cidade, bairro ou qualquer área definida dentro de um contexto maior. Estes fatores são: topografia, vegetação e superfície do solo natural ou construído.

- **Topografia**

A forma da superfície terrestre afeta o clima de uma região. E a forma que nos referimos aqui é a topografia, que é o resultado de processos geológicos e orgânicos. As regiões acidentadas possuem os microclimas mais variados. A orientação e sua declividade influenciam a absorção ou reflexão da radiação recebida.

A força, direção e conteúdo da umidade dos fluxos de ar também estão muito influenciados pela topografia. Os fluxos de ar podem ser desviados ou canalizados

pelas ondulações da superfície terrestre. Na topografia devem ser consideradas a declividade, a orientação, a exposição e a elevação das ondulações da superfície da terra.

A relação entre topografia e altitude pode apresentar diferenças significativas de temperatura e conseqüentemente influenciar outros fatores climáticos locais (ROMERO, 2000).

▪ **Vegetação**

A vegetação contribui de forma significativa ao estabelecimento dos microclimas. Além da sombra, a vegetação também auxilia na umidificação do ar através do vapor d'água que libera e ainda, segundo DUARTE; SERRA (2003), exerce um efeito psicológico, melhorando o desconforto promovido pela poluição sonora escondendo a fonte do ruído.

Em geral, a vegetação tende a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, reduzindo os extremos ambientais. Ou seja, auxilia na estabilização da temperatura do ar, absorve energia, filtra parte dos poluentes contidos na atmosfera. Além de melhorar as condições de ventilação nas cidades.

▪ **Superfície do solo**

As características da superfície do solo devem ser analisadas, primeiramente, partindo de dois aspectos: o solo natural e o solo modificado pelas ações humanas.

O solo natural será avaliado quanto as suas características de potencial hídrico, quantidade de areia e cascalho para possíveis drenagens, filtrações, erosões e capacidade térmica. Estas informações irão determinar os índices de reflexão e absorção da superfície do solo.

Porém, o solo que já sofreu alterações devido aos processos de urbanização ou qualquer outra intervenção humana será avaliado quanto à natureza dos materiais empregados e suas características quanto a absorção e reflexão de radiação solar e calor, permeabilidade.

2.1.1.3 Elementos Climáticos

Cada tipo de clima apresenta valores diferenciados relativos à temperatura, umidade, precipitações e movimentos do ar. Estes valores são os chamados elementos climáticos.

▪ **Temperatura**

Uma das mais significativas expressões da alteração climática na cidade diz respeito à elevação dos valores de temperatura. O desconforto promovido pelas alterações de temperatura é mais perceptível ao ser humano do que outros aspectos climáticos. Quando se trata de estudos na área de clima urbano, a temperatura é um aspecto amplamente investigado. Afinal, as alterações microclimáticas urbanas invariavelmente interferem nos valores da temperatura local.

A temperatura do ar é consequência de um complexo balanço energético onde intervêm: a energia incidente e o coeficiente de absorção da superfície receptora; a condutividade e a capacidade térmica do solo que determinam a transmissão do calor por condução; e as perdas por evaporação, por convecção e por radiação.

Sendo assim, existe uma estreita relação entre configuração urbana e temperatura. Uma vez que a forma e as características dos materiais constituintes da malha urbana são responsáveis pela recepção, absorção e transmissão do calor.

▪ **Umidade do ar**

Junto com a temperatura, a umidade do ar é outro elemento de clima com decisiva influência nas condições de vida e conforto humanos (GOMES, 1970).

O estudo da umidade assume importância pelo fato de atuar como agente regulador térmico, absorvendo tanto a radiação solar como a radiação terrestre; indica a potencialidade da atmosfera para produzir chuva logo acima da superfície; atua sobre a capacidade de evaporação e evapotranspiração dos elementos do meio e ajuda a enfrentar o problema da poluição atmosférica, retirando poluentes do ar por meio de processos físicos conhecidos como remoção pela via úmida. Atua também, como condicionante da vitalidade da vegetação; age sobre o período de floração; influi para o predomínio de determinadas espécies e, contribuindo para retirada de poluentes do ar, ajuda a diminuir a quantidade de fuligem que recobre as folhas, favorecendo o processo normal de fotossíntese, além de ser determinante para o

conforto térmico urbano e conseqüentemente dos seres vivos (DORIGHELLO, 2001).

A umidade contida no ar é o resultado da evaporação da água contida nos mares, rios e terra e também proveniente do processo de evapotranspiração das plantas. Pode ser expressa de duas maneiras: umidade absoluta e umidade relativa do ar.

A umidade relativa varia nas diferentes horas do dia e épocas do ano. Isto é devido às mudanças diurnas e anuais na temperatura do ar, que determina, a capacidade potencial do ar em conter determinada quantidade de vapor d'água.

Na maior parte dos trópicos úmidos, a umidade é próxima do ponto de saturação à noite, mas diminui rapidamente durante o dia. As variações sazonais são igualmente marcantes, sendo mais altas na estação úmida e mais baixas na estação seca. O vapor de pressão normalmente excede 25mb e os níveis da umidade relativa são geralmente acima dos 80% (CABÚS, 2000).

▪ **Precipitações**

A evaporação das águas de superfície leva à formação de nuvens que redistribuem a água na forma de chuva ou outras precipitações; esta água flui através dos córregos, rios e outros e volta para o oceano, completando o ciclo hidrológico.

As precipitações se dão a partir da condensação do vapor d'água na atmosfera, na forma de nuvens. Existem três tipos de precipitações: convencional, orográfica e convergente.

A precipitação convencional começa a partir das massas carregadas de umidade ascendentes que foram aquecidas pelo contato com superfícies quentes, e usualmente se precipita em pesados chuviscos de curta duração.

A precipitação orográfica se origina em massas de ar que foram impulsionadas a elevar-se sobre as declividades das montanhas pelo gradiente de pressão. A precipitação é maior no barlavento da montanha e diminui na declividade oposta a partir da cumeeira. Assim, uma cumeeira pode delimitar a divisão entre diferentes tipos de clima.

A precipitação convergente acontece quando a elevação das massas de ar se dirige para as zonas de baixa pressão ou frentes: numa frente tropical, duas correntes de ar convergente têm características similares, e sua ascensão simultânea e rápida dá origem ao aguaceiro.

Em relação ao que ocorre com as precipitações na malha urbana, LANDSBERG (1962) constatou como sendo de 5% a 10% maior o total das precipitações na cidade que no campo, também em função das correntes ascendentes urbanas (ilhas de calor).

▪ Movimento do ar

O ar se movimenta horizontal e verticalmente. O movimento horizontal é originário das diferenças térmicas num sentido global do planeta e num sentido local das diferenças de temperatura em terra firme: vale/montanha, cidade/ Campo.

O deslocamento vertical se dá dentro da troposfera (camada inferior da atmosfera) em função do perfil de temperatura que se processa (ROMERO, 2000).

É possível observar algumas mudanças significativas dos elementos climáticos causadas pela urbanização através da tabela 02 elaborada por LANDSBERG (1981).

Quadro 02 – Elementos Climáticos

Elemento	Comparação com o entorno rural
Radiação	
Global	15 a 20% menos
Duração do brilho do sol	5 a 15% menos
Temperatura	
Média anual	0,5 a 1°C mais
Mínimo no inverno (média)	1 a 2°C mais
Dias de maior calor	10% menos
Contaminantes	
Partículas e núcleos de condensação	10 vezes mais
Misturas gasosas	5 a 25 vezes mais
Velocidade do vento	
Média anual	20 a 30% menos
Rajadas de vento máximo	10 a 20% menos
Calmaria	5 a 20% mais
Precipitação	
Totais	5 a 10% mais
Dias com menos de 5mm	10% mais

Atmosfera	
Cobertura do sol	5 a 10% mais
Nevoeiro, inverno	100% mais
Nevoeiro, verão	30% mais
Umidade relativa	
Inverno	2% menos
Verão	8% menos

Fonte: Romero (2000)

2.2 CLIMA URBANO: HISTÓRICO E DEFINIÇÕES

Não é de hoje que o homem percebe que as modificações ocorridas nas cidades são consequência da má utilização dos recursos naturais e da má adaptação da cidade às características naturais do lugar.

Ainda no século I d.C., o arquiteto romano Vitruvius aconselhava seus contemporâneos a darem atenção especial ao sol e aos ventos ao projetar novas cidades nas províncias. “Os construtores das cidades antigas reconheciam os benefícios da adaptação da forma urbana às condições climáticas” (SPIRN, 1995).

Porém, os estudos sobre climatologia urbana só iniciaram no século XIX, quando o climatologista Luke Howard publicou o trabalho intitulado “The Climate of London deduced from meteorological observations” (O clima de Londres deduzido de observações meteorológicas) em 1833. Este começo foi consolidado com o trabalho de Chandler, “The Climate of London” (O Clima de Londres), publicado trinta anos mais tarde. Os estudos se multiplicaram nas cidades industrializadas da Europa Ocidental e depois na América do Norte. Mais tarde vieram os estudos de Munford e de Landsberg. Depois destacaram-se o meteorologista americano Robert Borstein e o sueco Roger Taesler.

Nas regiões tropicais e subtropicais surgiram os primeiros trabalhos, somente nos anos de 1970. Na década de 1980 aconteceram importantes conferências sobre climatologia urbana aplicada às regiões tropicais. Estes eventos se tornaram mais frequentes nos anos 90 e se realizam até hoje.

Atualmente, as pesquisas sobre clima urbano estão consolidadas e concentradas particularmente nos estudos dos fatores urbanos que modificam os principais elementos do clima. Têm-se estudado como a intensidade e as características dessas modificações são diferentes, quer de acordo com a cidade

como por inteiro, ou nos diferentes elementos que a consiste: sistema viário, densidade e tipos de construções, etc. (GOMEZ, 1998).

Ao longo do tempo com o surgimento e desenvolvimento de centros urbanos percebeu-se que ao construir e ocupar as cidades, o homem interfere significativamente sobre seu ambiente climático. Dependendo de suas decisões, os resultados dessa interferência serão favoráveis ou prejudiciais à vida. Os microclimas provocados pela ação humana podem ser extremamente desconfortáveis e, para restabelecer o conforto, geralmente são desperdiçados preciosos recursos energéticos (RORIZ ; BARBUGLI, 2003).

Não é difícil constatar que as áreas urbanas têm apresentado incontáveis problemas relacionados ao meio ambiente, sobretudo devido ao seu crescimento desordenado e à ausência quase completa de planejamento na orientação de seu desenvolvimento. Só muito recentemente é que o clima tem se configurado como elemento do planejamento urbano, principalmente a partir do momento em que a poluição gerada em tais ambientes, e sua estreita ligação com a dinâmica atmosférica, passou a chamar a atenção dos planejadores (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003).

Estas modificações climáticas ocorridas nas cidades ao longo de séculos de intervenção humana configuram-se em inter-relações que se verificam em múltiplos níveis; por exemplo, o clima afeta diretamente espaços construídos e o homem, e estes, por sua vez, modificam o clima. O clima urbano é a modificação do clima local pelo homem.

SPIRN (1995), afirma que a cidade é uma transformação da natureza, feita pelos homens, para servir às suas necessidades. A natureza na cidade é muito mais que árvores e jardins, é o ar que respiramos, o solo que pisamos, água que bebemos, é uma brisa noturna. A cidade é a consequência de uma complexa interação entre os múltiplos propósitos e atividades dos seres humanos e dos outros seres vivos.

BRAGA (2002) afirma também que um correto entendimento do funcionamento dos ecossistemas naturais é fundamental para o processo de planejar e projetar cidades. Uma vez que o ecossistema da cidade envolve variáveis ambientais que modificam – e também são modificadas – as características físicas desse espaço

urbano. Estes termos referem-se ao clima e a forma urbana que definem uma infinidade de combinações no espaço e no tempo.

Porém, a crescente urbanização das nossas cidades traz consigo uma complexidade cada vez maior, o que torna difícil a apreensão de sua estrutura como um todo. Não há o projeto da cidade, mas o projeto de cada lote, de cada espaço de maneira individual, resultando em um urbanismo estanque, que progressivamente divide, segrega, contrasta. (ROMERO et al, 2004)

Sendo assim, ao se analisar os problemas urbanos em geral, pode-se inferir que as atividades e práticas humanas podem criar um ecossistema próprio, distinto do natural, cuja peculiaridade é a cada dia, o consumo elevado dos recursos naturais, gerando poluição, degradação e extinção de características ambientais importantes (GONÇALVES, 2003).

É essencial que os estudos sobre clima urbano se intensifiquem cada vez mais com o intuito de promover a disseminação de práticas ambientais que visem o conforto ambiental numa escala a nível global. HOUGH (1998), alerta que a preocupação exclusiva com o microclima interior nega o papel condicionante climático ao espaço exterior, e os microclimas urbanos cada vez mais insalubres geram maior confiança nos microclimas interiores controlados.

Com a mesma preocupação de HOUGH; KATZSCHNER (1997), propõe uma estrutura de integração entre as escalas climáticas e as de planejamento urbano como um meio de viabilizar a tradução dos aspectos do clima urbano para uma linguagem de planejamento.

Sendo assim, o estudo do conforto ambiental deve ultrapassar as fronteiras do lote e chegar ruas, bairros e cidades. Ou seja, o estudo climático deve permear desde o projeto do edifício até o planejamento urbano.

Outro ponto importante na relação entre planejamento urbano e conforto ambiental é a noção de qualidade ambiental, que é complexa, não só por ser de ordem material, social e psicológica ao mesmo tempo, mas também porque se apresenta como um conjunto de anseios pessoais. Assim, condições materiais, como moradia e serviços básicos, estão acompanhadas, na prática, pela disponibilidade de condições sociais como: emprego, abastecimento, lazer. O conforto ambiental

geralmente não está inserido, conscientemente, na noção de qualidade ambiental urbana.

Ainda sobre a noção de qualidade ambiental, ALVA (1997), propõe que esta seja examinada a luz de certos indicadores de bem-estar material, social e psicológico, mas teria que se reconhecer, logo de saída, que os valores que qualificarem esses indicadores devem ser compartilhados por conjuntos significativos de indivíduos da mesma comunidade territorial. Alva quer dizer que a qualidade ambiental é um conceito local, válido dentro de contextos culturais definidos, como acontece nos bairros.

Se a hipótese acima for correta, não existe, portanto, qualidade ambiental média para conjuntos heterogêneos; a qualidade ambiental de uma cidade grande sendo, então, a soma de qualidades ambientais de seus diferentes bairros.

Neste caso, a morfologia do tecido urbano, isto é, a forma da cidade, as ruas os lotes, o tamanho dos espaços públicos, devem ser projetados de modo a amenizarem as condições climáticas, isto é, suas características devem obedecer a princípios de desenho urbano adequados ao clima local (BRANCO, 2001).

ROMERO (2000) ainda destaca que as concepções bioclimáticas³ podem ser aplicadas ao espaço urbano, de forma que os ambientes urbanos resultantes possam transformar-se em “filtros” dos elementos do clima adversos às condições de saúde e conforto térmico do homem; afirma também que todo o repertório do meio ambiente urbano (edifícios, vegetação, ruas, praças e mobiliário urbano) deve conjugar-se com o objetivo de trazer às exigências de conforto para as práticas sociais do homem.

Porém, ASSIS (1997) já constatava que apesar dos avanços da ciência e da tecnologia no conhecimento do clima e do reconhecimento da importância de estudos climáticos na elaboração dos planos para as cidades, constata-se que ainda muito pouco do conhecimento disponível da climatologia urbana tem sido usado no planejamento, com poucas e notáveis exceções.

A elaboração e Implementação de planos como orientadores das atividades humanas é o melhor caminho para o desenvolvimento objetivo da sociedade. Experiências efetivadas nos mais diferentes países e sob os mais diferentes regimes

³ Segundo ROMERO (2001), no conceito de arquitetura bioclimática o edifício é um filtro de fluxos energéticos que permite uma interação apropriada entre o ambiente externo e o interno.

têm produzido inúmeros exemplos, sendo observável que o progresso tecnológico tem possibilitado sua aplicação cada vez em maior escala mesmo se, de maneira geral, o enfoque econômico ainda suplanta largamente o social.

2.2.1 Microclima

A informação climática deve ser considerada em três níveis: macroclima, mesoclima e microclima. Para a presente dissertação o nível de estudo é o microclima. Porém, os outros dois conceitos mais abrangentes também são de fundamental importância para situar o estudo microclimático em questão.

Os dados macroclimáticos são obtidos nas estações meteorológicas e descrevem o clima geral de uma região, dando detalhes de insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade e ventos. Os dados mesoclimáticos, nem sempre de fácil obtenção, informam as modificações do macroclima provocadas pela topografia local como vales montanhas, grandes massas d'água, vegetação ou tipo de cobertura de terreno como, por exemplo, salitreiras. No microclima são levados em consideração os efeitos das ações humanas sobre o entorno, assim como a influência que estas modificações exercem sobre a ambiência dos edifícios (ROMERO, 2000).

Cada cidade ou bairro, dentro da mesma cidade, pode ter seu próprio clima, denominado microclima, ligeiramente diferente do clima da região (macroclima) onde está inserido. Usualmente, as estações meteorológicas descrevem o macroclima e, constitui-se em guia útil para sua caracterização. As condições climáticas, porém podem variar consideravelmente, a pequenas distâncias do ponto de observação, em função de alterações locais (KOENIGSBERGER et al, 1977).

As diferenças nas formas físicas da cidade, que envolvem orientação, composição, alturas, conglomerados de edifícios, densidades, proximidades ao centro da cidade ou à sua periferia, assim como a intensidade das atividades humanas, criam pacotes de microclimas urbanos na cidade. Logo, cada parte da cidade possui características térmicas diferentes (GOLANY, 1996).

É preciso então estabelecer relações entre os microclimas e os indivíduos. Afinal a cidade é viva e os indivíduos é que sofrem os efeitos microclimáticos ao mesmo tempo em que também são responsáveis por suas alterações.

SILVA et al (2004) analisa que a interação do homem com o microclima não se dá de modo passivo, pois o ser humano estabelece continuamente trocas com o ambiente, para obter um adequado equilíbrio térmico, que por sua vez é um dos requisitos básicos à saúde, ao bem-estar e ao conforto. O equilíbrio depende dos efeitos combinados de vários fatores, alguns relativos ao ambiente e outros ao próprio indivíduo.

Os principais fatores relativos ao ambiente são a umidade, a temperatura do ar, o vento e as radiações e, em princípio, podem ser considerados para a descrição do conforto ambiental para os usuários dos ambientes externos.

Já os fatores relativos ao corpo humano são dois mecanismos de regulação térmica como resposta às condições externas: um fisiológico e outro comportamental. As variáveis humanas que mais diretamente interferem na análise do conforto são: o tipo de atividade, a massa corpórea, a transpiração, a vestimenta e o metabolismo (SILVA et al. 2004).

Segundo BITAN (1992), o termo qualidade climática do ambiente urbano significa o uso correto dos elementos climatológicos e sua integração em diferentes níveis de planejamento e construção, contribuindo assim para melhorar os microclimas dos espaços internos e externos.

Portanto, a identificação e estudo dos microclimas urbanos permitem uma compreensão maior acerca das variações climáticas locais e sua relação com a configuração urbana.

2.3 ASPECTOS DA FORMA URBANA E SUAS INFLUÊNCIAS NO CLIMA URBANO

Muitos pesquisadores já estudam a influência da forma urbana na alteração do microclima, uma vez que suas características condicionantes introduzem modificações no desempenho do clima como um todo.

A intensidade das modificações introduzidas pela forma urbana no clima, com conseqüentes efeitos sobre o homem, está subordinada às características da forma urbana que são condicionantes do clima urbano, ao conjunto de suas relações e ao clima pré-existente ou potencialmente semelhante ao da área rural do entorno urbano.

OLGYAY (1968), define forma urbana como o produto das relações estabelecidas pelo homem: entre a morfologia da massa edificada e a morfologia dos espaços exteriores de permanência e circulação; e entre essas e a morfologia do solo / paisagem.

A morfologia dos espaços exteriores de permanência e circulação compõem-se dos espaços do estar urbano (pavimentados ou com cobertura vegetal) e da rede viária para circulação de veículos e pedestres.

A morfologia do solo / paisagem é definida pela topografia e pelas características do solo quanto à sua aptidão para ocupação agrícola, florestal, pastoril, edificatória, etc.

Quanto à morfologia da massa edificada, sua caracterização passa pela definição tipológica dos edifícios, das formas de agregação dos edifícios e do modo como se estabelece o acesso quer dos edifícios ao espaço exterior, quer entre os espaços exteriores situados entre conjuntos edificados.

Quanto às mudanças no clima urbano, GIVONI (1998) destaca que os principais fatores destas mudanças são a localização da cidade dentro da região, o tamanho das cidades, a densidade da área construída, a cobertura do solo, a altura dos edifícios, a orientação e a largura das ruas, a divisão dos lotes, os efeitos dos parques e áreas verdes e detalhes especiais do desenho dos edifícios.

A cidade atua como fator modificador do clima regional e cria condições especiais concretas que se pode definir como clima urbano. A atividade humana gerida no contexto da cidade, como a intensidade de veículos, a concentração industrial, o adensamento de edificações, processo de verticalização, e o asfalto de ruas e avenidas, a diminuição de áreas verdes, criam condições específicas de padrões de uso do solo urbano.

A parcela armazenada no balanço energético local é substancialmente modificada com a urbanização, com o desenvolvimento de um perfil urbano pouco adequado à dissipação de calor, bem como com o aumento da quantidade de massa passível de armazenar energia térmica (SANTOS, 2003).

O clima urbano, portanto, concretiza-se considerando a comparação da cidade com seu entorno próximo e como também pelas diferenças objetivas das feições identificáveis no contexto interno da cidade; tanto pelas características topográficas

do sítio quanto pelas diferenças produzidas pela estrutura urbana. (LOMBARDO, 1997).

Segundo analisa SPIRN (1995), a potencialidade que tem o ambiente natural tem de contribuir para uma forma urbana mais diferenciada, memorável e simbólica é desconsiderada e desperdiçada. As soluções não precisam ser abrangentes, mas o entendimento do problema sim. A natureza na cidade deve ser cultivada e integrada com vários propósitos dos seres humanos; mas primeiro precisa ser reconhecida, e seu poder de conformar os empreendimentos humanos avaliado.

OLIVEIRA (1988), observa também que a forma urbana possui características que são condicionantes do clima urbano: rugosidade e porosidade, densidade construída, tamanho (horizontal e vertical), ocupação do solo, orientação, permeabilidade do solo e propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes, além da presença de massas d'água e do efeito dos espaços livres e das áreas verdes.

2.3.1 Rugosidade e Porosidade

Segundo OLIVEIRA (1988) o grau de rugosidade da forma urbana depende de três principais elementos: diversidade de alturas das edificações, índice de fragmentação das áreas construídas e do diferencial de alturas encontradas.

A superfície urbana apresenta um aspecto mais rugoso que as superfícies não construídas, acarretando uma maior fricção entre a superfície e os ventos que a atravessam. Ao mesmo tempo, as superfícies das edificações atuam como refletoras e radiadoras que, em seu conjunto, aumentam os efeitos da radiação incidente (ROMERO, 2001).

Quanto a porosidade, esta se refere ao espaçamento entre as edificações e/ou arranjos morfológicos e está relacionada com a maior ou menor permeabilidade aos ventos que o tecido urbano pode apresentar. A análise deste atributo tem como base: o tipo de trama, a orientação da trama quanto aos ventos dominantes e a continuidade da trama (VIDAL, 1997).

A diminuição da porosidade da malha urbana em consequência da redução dos afastamentos mínimos (recuos) entre o edifício e o limite do lote e consequentemente entre os edifícios, e o aumento do gabarito das edificações

reduzem a velocidade dos ventos, prejudicando a ventilação e aumentando a temperatura.

BITTENCOURT et al. (1997) também constatam que os recuos maiores, além de facilitar a circulação do vento na área urbana, aumentam o potencial de uso da iluminação natural, reduzindo a carga térmica da iluminação artificial.

Com o propósito de melhorar o nível de conforto no meio urbano MARQUES; ARAÚJO (2004) propõem algumas medidas relacionadas aos aspectos de rugosidade e porosidade, tais como: controlar o gabarito, visto que em simulações os modelos que possuíam maiores alturas em relação ao nível do solo apresentaram menores médias das velocidades dos ventos, determinar que no caso de edificações superiores a cinco pavimentos, a torre deve ter ocupação inferior aos 50%, estabelecidos atualmente.

Com isso, estimular-se-á uma ocupação com variação de rugosidade e porosidade, instrumento para aumentar a velocidade dos ventos no nível do solo; diminuir ou estabelecer em, no máximo, a taxa de ocupação em 50% para terrenos de 500,00m², que sofrerá um aumento ou redução progressiva de acordo com a diminuição ou aumento da área do terreno respectivamente, provocando assim uma variação da porosidade; promover a variação da rugosidade através da permissão de um maior gabarito, contanto que não extrapole o limite estabelecido pela linha visual imaginária, em contrapartida a um melhoramento ambiental em seu entorno imediato; tornar a malha urbana mais porosa, aumentando as dimensões dos recuos (mínimos e adicionais) e incentivar o uso de pilotis ou de pavimentos intermediários vazados, propiciando assim uma melhor ventilação natural na malha urbana, pois esta é uma das melhores formas de se evitar a formação das ilhas de calor.

2.3.2 Densidade construída

Diferentes densidades construídas na cidade afetam os microclimas e pelo seu efeito cumulativo, determinam a modificação do clima regional pela urbanização. É conveniente, então, substituir o parâmetro “população” usado em alguns modelos para tratar os fenômenos climáticos urbanos por densidade construída, por esta

apresentar uma relação mais causal forte com o aquecimento urbano, e por ser mais permanente e relativamente fácil de ser qualificada (DUARTE; SERRA, 2002).

A densidade de área construída resulta de características independentes do desenho urbano, que afetam o clima das cidades, quais sejam: taxas de ocupação da área construída, distâncias entre edificações e alturas médias dos edifícios. Os efeitos de um certo nível de densidade de área construída dependem, em grande parte, de detalhes da estrutura urbana como tamanho e forma da edificações e posição relativa entre as mesmas (GIVONI, 1998).

GIVONI (1992) observa que para um clima quente-úmido, por exemplo, as melhores condições de conforto existem quando a densidade é obtida com edifícios altos e estreitos (torres), colocados tão distantes um do outro quanto seja conveniente com a densidade dada.

2.3.3 Tamanho da cidade (horizontal e Vertical)

O tamanho da cidade influi na quantidade de fontes produtoras de calor e de poluentes, isto é, o calor produzido é proporcional ao tamanho da estrutura urbana (SANTANA, 1999).

A altura dos edifícios em relação à largura da rua deve permitir que a luz do sol atinja a rua no meio da manhã, de forma a dissipar as inversões térmicas locais no nível da rua e permitir a penetração das brisas para dispersarem e diluírem os poluentes (SPIRN, 1995).

Estudos realizados na cidade de Maceió por BITTENCOURT (1997) concluem que a elevação da altura dos edifícios combinada à redução na taxa de ocupação do lote permite melhor distribuição do fluxo de ar, tanto nos ambientes internos quanto externos.

Desse modo, é necessário que a cidade tenha um tamanho tanto horizontal como vertical equilibrado. Ou seja, a distribuição das estruturas verticais é mais adequada do que seu adensamento em uma única área. Assim como a monotonia do tecido quanto a altura dos edifícios também é prejudicial a circulação dos ventos.

2.3.4 Ocupação do solo

Vários são os estudos que tratam do uso e ocupação no solo urbano, sob diferentes enfoques. Os trabalhos realizados por LEFEBVRE (1972), HARVEY (1980), OLIVEIRA (1983) e KOHLSDORF (1979) destacam o fato de que no solo se realizam processos sociais que possuem certas funções autônomas, que moldam o modo de vida de um povo, afetando o desenvolvimento das relações sociais e a organização da produção. O solo urbano, sendo um objeto real, concreto, apresenta uma natureza dinâmica, fruto da prática nele desenvolvida (ROMERO, 2000).

Desse modo, o estudo do uso e ocupação do solo nas cidades é um instrumento de análise da forma urbana e conseqüentemente das variações das características climáticas.

NERY et al (2003) confirmam a existência de uma relação entre os valores das médias das temperaturas e os padrões de ocupação. Os padrões de ocupação com maior densidade tendem a possuir as maiores médias de temperatura, enquanto que os padrões de ocupação com menores taxas tendem a possuir as menores médias. Conclui ainda o quanto seria conveniente que o planejamento urbano, de posse dessa informação, definisse com base em critérios climáticos, novos padrões de ocupação que implicassem em uma nova condição térmica.

Ainda sobre a ocupação do solo, GONÇALVES (1994) afirma que, se por um lado, o loteador tem algum interesse no melhor aproveitamento do solo em termos de área construída, a administração pública corrobora esse interesse, à medida que, quanto maior a área construída, maior a arrecadação de impostos e menores os custos de manutenção pela redução no número de áreas verdes.

2.3.5 Orientação

A relação da orientação e o estudo em clima urbano está mais relacionada a orientação das ruas. Ou seja, o traçado urbano pode determinar a melhor orientação dos lotes e em conseqüência o aproveitamento mais racional da radiação solar e dos ventos tanto no edifício como na malha urbana.

As ruas devem ser projetadas com o objetivo de promover eficiente circulação de veículos e pedestres e dispersar os poluentes atmosféricos através de uma boa circulação do ar (SPIRN, 1999).

Segundo ROMERO (2000), nos climas quentes e úmidos, a orientação das ruas deve procurar a sombra que permite a permanência no espaço público, pode ser obtida quando é lançado o traçado ou através da introdução de elementos que proporcionem este fator fundamental nas regiões tropicais. Os elementos podem ser a vegetação, os portais, as marquises, o alargamento de determinados trechos, as dimensões diferenciadas das calçadas.

É favorável que a orientação ofereça espaços ensolarados e espaços sombreados; se acompanhada de vegetação no lado poente, auxilia consideravelmente a permanência no lugar ou o simples percurso do pedestre.

2.3.6 Permeabilidade do solo

O processo de urbanização, como já se sabe, modifica as feições naturais de um lugar, principalmente, do solo. Tornando-o a maioria das vezes impermeável devido à introdução de materiais como pedra, cimento e asfalto.

É importante salientar que o processo de urbanização é o principal fator responsável pela alteração da superfície do solo natural. A substituição da cobertura natural por construções e áreas pavimentadas altera significativamente os microclimas.

2.3.7 Propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes

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 absorvância da 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: asfalto, por exemplo (RORIZ; BARBUGLI, 2003).

Os materiais das superfícies urbanas têm usualmente grande capacidade calorífica, seu potencial de estocar calor é maior que o das superfícies rurais, e, portanto, é maior seu potencial de aumentar a temperatura noturna do ar através da radiação do calor líquido acumulado (ASSIS, 1997).

Os revestimentos artificiais de urbanização interferem decisivamente no clima. Em geral, as zonas urbanizadas têm temperatura mais elevada e amplitudes térmicas mais acentuadas que a região circundante não urbanizada (SANTAMOURIS, 1997).

Já as características naturais dos terrenos tendem a moderar as temperaturas extremas e estabilizar as condições climáticas devido, principalmente, às qualidades refletoras das superfícies (LYNCH, 1980).

LOMBARDO (1985), destaca que a cidade possui fontes adicionais de calor de caráter antropogênico, sendo constituída de materiais bons condutores térmicos e com grande capacidade calorífica sendo capaz de provocar alterações na composição da atmosfera. Por isso define o clima urbano como uma modificação substancial de um clima local, ou seja, um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização.

2.3.8 Presença de massas d'água

O efeito de qualquer corpo de água sobre seu entorno imediato reduz as temperaturas extremas diurnas e estacionais; grandes massas de água possuem um pronunciado efeito estabilizador (ROMERO, 2000).

O fato do calor específico da água ser cerca do dobro do calor específico do solo, faz com que as terras se aqueçam e se resfriem duas vezes mais depressa que os mares. Por outro lado, os mares têm uma maior capacidade de armazenar calor que as terras e desempenham importante papel de estabilizador térmico. A evaporação das águas dos mares, além de consumir calor, cria uma camada de ar úmido sobre sua superfície que absorve e retém parte da radiação solar. Como consequência dessas diferenças tem-se que, globalmente e em valores médios, a temperatura do ar sobre os mares é superior à do ar sobre as terras (BRANCO, 2001).

O tamanho e a temperatura da massa d'água e a época do ano são fatores importantes para a modificação das temperaturas locais. Em média, as temperaturas,

tanto mínimas quanto máximas, são modificadas fortemente quando mais perto da costa do que em lugares mais afastados dela.

As diferenças de comportamento térmico e de temperatura entre as terras e os mares dão origem também a movimentos de ar, por exemplo, os regimes de monções, e nas zonas intertropicais e subtropicais a alternância de brisas terra-mar durante a noite e mar-terra durante o dia.

Existe uma forte relação entre a amplitude térmica e a presença de água ou vegetação, onde se constatou que nas proximidades destes fatores esta amplitude tende a ser menor.

A presença de corpos d'água tem participação relevante na modificação do efeito de ilha de calor nas cidades, devido às grandes diferenças no balanço energético entre superfície urbana e superfície de água (DUFNER et al., 1993). Em padrões diferenciados de uso do solo, a proximidade do oceano assume importância sobre as variações de temperatura na cidade (SAMPAIO, 1981). É evidente, ainda, o efeito positivo de massas d'água em áreas urbanas no microclima de áreas vizinhas, melhorando a qualidade climática dessas regiões (MURAKAWA; SEKINE; NARITA, 1990).

BARBIRATO et al (2002) destacam a influência do entorno imediato nos microclimas diferenciados, comprovando o efeito amenizador de grandes massas d'água e o sombreamento propiciado pela vegetação e ou pelas próprias massas edificadas, além do efeito de canalização da ventilação resultante da configuração das edificações no espaço urbano.

Em pesquisas realizadas na cidade de Maceió por Barbosa & Barbirato(2000); Barbirato et al (2002), mostram que a proximidade de grandes massas d'água – Lagoa e Mar – provoca maiores temperaturas durante o início da manhã e menores temperaturas durante o período vespertino e noturno ocasionando, desta forma, menor amplitude térmica nos recintos que a margeiam.

2.3.9 Efeitos dos espaços livres e áreas verdes

O conforto térmico e, conseqüentemente, o conforto ambiental urbano estão intrinsecamente ligados à qualidade de vida e do meio ambiente. Nas cidades, a qualidade ambiental é, em parte, preservada pelos índices urbanísticos de densidade

de área construída e de preservação de áreas verdes. As áreas verdes contribuem em muitos aspectos para a qualidade do meio ambiente urbano e têm grande impacto nas condições de conforto ambiental, especialmente em locais com características climáticas acentuadas. Além de contribuir para o microclima das cidades, a vegetação urbana tem influência no comportamento social, na poluição do ar, no amortecimento no nível de barulho, na estética das cidades, etc (GIVONI, 1998).

A presença de espaços livres na malha urbana contribui para uma melhor movimentação do ar, transformando as condições de salubridade. Estas áreas, quando tratadas adequadamente, desempenham um papel importante para cidade, pois além de constituírem zonas de amenização do clima, cumprem funções sociais, culturais e higiênicas (CAVALCANTE; VELOSO, 2001).

Segundo ROMERO (2000), a vegetação contribui de forma significativa para o estabelecimento de microclimas. O próprio processo de fotossíntese auxilia na umidificação do ar, por meio do vapor d'água que libera. Ao umidificar o ar, a vegetação provoca "resfriamento evaporativo", processo resultante da evaporação da água da vegetação no ar, que diminui a temperatura e aumenta a umidade do mesmo.

Em geral a vegetação tende a estabilizar os efeitos do clima de seu entorno, reduzindo os extremos das variáveis ambientais. Além de auxiliar na diminuição da temperatura do ar, a vegetação absorve energia e favorece a manutenção do ciclo oxigênio-gás carbônico, essencial à renovação do ar. (DIMOUDI; NIKOLOPOULOU, 2003).

Nos centros urbanos, superfícies verdes são indispensáveis na prevenção de situações de desconforto, de gastos energéticos com a climatização de edifícios e do efeito urbano de "ilha de calor" (NIACHOU, 2001).

As áreas verdes provocam o aumento da umidade relativa do ar e, ao lado da redução da radiação solar, pelo sombreamento das árvores, contribuem para redução da temperatura do ar. Esse fenômeno é mais significativo quando se trata de grandes superfícies verdes urbanas, permitindo até mesmo a formação de "ilhas de frescor" dentro do microclima urbano (GARCIA, 1999).

Os estudos na área da climatologia urbana identificam que a qualidade, quantidade e forma de uso dos espaços públicos urbanos são determinadas em grande parte por suas condições microclimáticas, e que aspectos como o tipo de superfície,

geometria do espaço e a presença ou não de vegetação, são importantes para a determinação de sua qualidade bioambiental (LEVERATTO, 1999).

De forma geral, recomenda-se que a cidade recupere as suas áreas verdes ao invés de deixar que o processo de ocupação as destrua, recomenda-se o afastamento entre as edificações de modo a permitir a ventilação e a perda de calor pelas superfícies, bem como ampliar a arborização da cidade (RORIZ; BARBUGLI, 2003).

Conforme HIGUERAS (1997), árvores e outros tipos de vegetação são os elementos mais completos para adaptar e proteger os espaços livres, para manter o equilíbrio do ecossistema urbano e favorecer a composição atmosférica, a velocidade do ar ou a umidade ambiental. Por sua função fisiológica, liberam umidade ao ambiente, da água absorvida por suas raízes: um metro quadrado de bosque libera 500 kg de água por ano. No verão, são reduzidas as temperaturas no ambiente circundante à vegetação, em proporção equivalente ao calor latente necessário para evaporar a água transpirada.

Quanto a proporção e distribuição da vegetação em áreas urbanas, GIVONI (1998), SPIRN (1995), HONJO e TAKAKURA (1991) e ASSIS, (1990), considerando o efeito extremamente localizado das áreas verdes, recomendam a sua distribuição pelo espaço construído. A partir de um certo ponto, tamanho de um único parque faz pouca diferença nas condições climáticas além dos seus limites. Porém, a divisão da área verde em um maior número de pequenos parques, espalhados por toda a cidade, estende os benefícios a uma área maior, a um maior número de pessoas.

2.4 ESCALAS DE MEDIÇÃO EM CLIMA URBANO

OKE (2004), adverte que a clareza dos objetivos para estabelecer uma estação urbana é essencial para o sucesso das medições. Duas de muitas razões são o desejo de representar o meio ambiente meteorológico em lugar do clima em geral e o desejo de fornecer dados e dar suporte às necessidades de uso particular. Em ambos os casos as escalas espaciais e temporais de interesse quando definidas devem observar a localização da estação e a exposição dos instrumentos, o que, em cada caso, pode ser

muito diferente. Segundo Oke, existem três escalas de interesse dentro das escalas horizontais: a micro-escala, a escala local e a mesoescala.

a) Micro-escala – Toda superfície e objeto possui seu próprio microclima e em sua vizinhança imediata. A temperatura do ar nas superfícies pode variar diversos graus em distâncias muito pequenas, até mesmo em milímetros. Escalas típicas de microclimas urbanos relatam dimensões individuais de prédios, árvores, estradas, ruas, jardins, pátios, etc. Escalas típicas podem variar de um até centenas de metros.

b) Escala local – Esta é a escala na qual são necessárias estações climáticas para monitoramento. Incluem as características da paisagem como a topografia, mas excluem os efeitos da micro-escala. Em áreas urbanas estas traduções significam o clima da vizinhança como características similares de desenvolvimento urbano (cobertura de superfície, tamanho e espaço construído e atividades). Escalas típicas varia de um a vários quilômetros.

c) Mesoescala – A cidade influencia o tempo e o clima na escala da cidade inteira, tipicamente dezenas de quilômetros em extensão. Uma única estação não pode representar esta escala.

Existem ainda as escalas verticais que analisam os efeitos microclimáticos no nível médio dos telhados ou Camada de cobertura urbana ou camada intra-urbana (Urban Canopy Layer - UCL). As alturas estabelecidas são equivalentes aos elementos que compõem a rugosidade das superfícies (edifícios e árvores).

O espaço urbanizado modifica os parâmetros atmosféricos (e, conseqüentemente, o clima) e essas alterações geram camadas atmosféricas diferenciadas: a camada intra - urbana ou camada de cobertura urbana, que se estende do solo até o nível médio das coberturas das edificações; e a camada limite urbana ou simplesmente camada limite, porção acima da camada intra - urbana, cujas características, diferenciadas pela presença da cidade, são parcialmente determinadas pela malha urbana (OKE, 1992).

A camada limite urbana é porção onde as características climáticas estão modificadas pela presença da cidade na superfície. Estende-se, desta forma, desde os telhados dos edifícios até um nível abaixo do qual os fenômenos locais estão geridos pela natureza da superfície urbana.

A camada intra-urbana é a capa de ar existente por debaixo da capa limite urbana, estendendo-se desde a superfície até ao nível que marca a altura dos telhados dos edifícios. Engloba, pois, todos aqueles setores entre os edifícios da cidade e que apresentam toda uma gama de microclimas inferidas pelos arredores mais imediatos.

Enquanto a camada limite urbana é um fenômeno de escala local a de mesoescala, a camada de cobertura urbana é governada por processos de microescala, presentes nas ruas (“canyons”) entre edificações. A pluma urbana, por sua vez, é resultado do isolamento da camada mais quente urbana, mais acima da camada estável rural (Fig. 01).

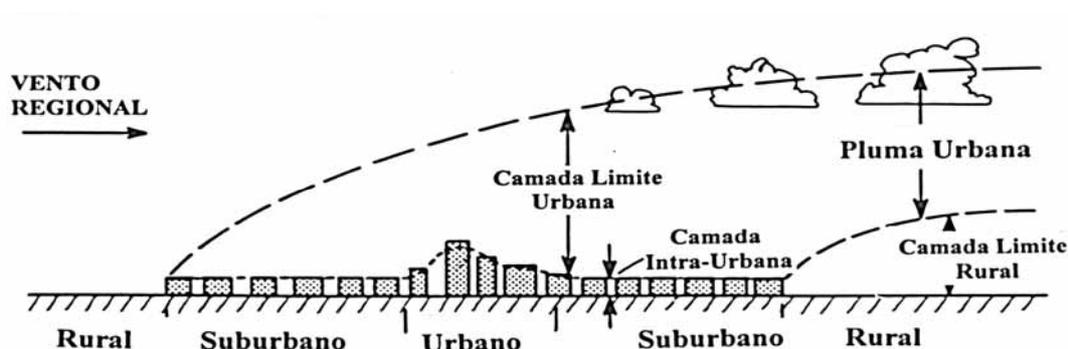


Fig. 01- Representação esquemática da atmosfera urbana ilustrando a classificação de duas camadas de modificação urbana. Fonte: OKE (1996)

Essas duas camadas de influência - camada intra-urbana e camada limite urbana - têm extensões variadas no tempo e no espaço e aumentam e diminuem em estilo rítmico, de acordo com o ciclo solar diário.

Conforme GIVONI (1988), é na camada intra-urbana que ocorrem as trocas de energia que afetam diretamente os moradores da cidade, trocas essas altamente dependentes da natureza da superfície e da forma das diversas estruturas urbanas.

3. METODOLOGIA

De acordo com os objetivos propostos a serem alcançados, a metodologia da presente pesquisa baseou-se em procedimentos metodológicos presentes na literatura específica sobre o assunto. As etapas metodológicas seguidas ao longo da pesquisa são mostradas a seguir:

- Pesquisa bibliográfica, conceitual e documental sobre o estado da arte e metodologias de pesquisa em clima urbano (trabalhos publicados, livros e teses) constituindo-se base conceitual e teórica do trabalho;
- Reconhecimento da cidade de Maceió e escolha das áreas em estudo;
- Caracterização das áreas em estudo – Características físicas, condições ambientais, infra-estrutura;
- Seleção de pontos dentro das áreas em estudo, segundo critérios de localização, configuração urbana e importância no contexto da cidade;
- Desenvolvimento da análise bioclimática baseado nas metodologias desenvolvidas por ROMERO (2001), KATZCHNER (1997) E OLIVEIRA (1989) a serem descritas a seguir;
- Pesquisa de Campo: medições móveis de variáveis climáticas (temperatura, umidade, velocidade dos ventos⁴) durante uma série de seis dias não consecutivos em condições típicas para cada transecto;
- Análise dos dados obtidos nas medições, e correlação destes com os dados da estação meteorológica de referência do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares para validação das medições microclimáticas;
- Análise de cada ponto, selecionado dentro das áreas em estudo, de alguns parâmetros físicos que teoricamente determinam os microclimas: ocupação do solo, presença de vegetação, porcentagem de áreas pavimentadas e edificadas;
- Verificar se existe relação entre os parâmetros de configuração urbana e os microclimas urbanos obtidos através das observações em campo;
- Conclusões.

3.1 RECONHECIMENTO DA REGIÃO EM ESTUDO: LOCALIZAÇÃO, MORFOLOGIA NATURAL E PERFIL CLIMÁTICO

⁴ Os dados de velocidade dos ventos servem como referência de apoio às medições das outras variações climáticas observadas. Porém, é necessário salientar que estes dados representam as condições daquele momento em que foram obtidos e não devem ser considerados como característicos para cidade de Maceió. Uma vez que são insuficientes para sejam realmente validados, já que quando se trata do estudo de velocidade e comportamento dos ventos faz-se necessário uma amostragem de dados mais densa.

A cidade de Maceió, capital do estado de Alagoas, está situada no litoral do nordeste brasileiro entre a latitude 9°45' ao sul em relação ao equador e longitude 35°42' Oeste em relação ao meridiano de Greenwich (Fig.02). A cidade abrange uma área de 512,8km², sendo aproximadamente 200km² de área urbana, onde reside a maioria da população de cerca de 800 mil habitantes (IBGE, Censo 2000).

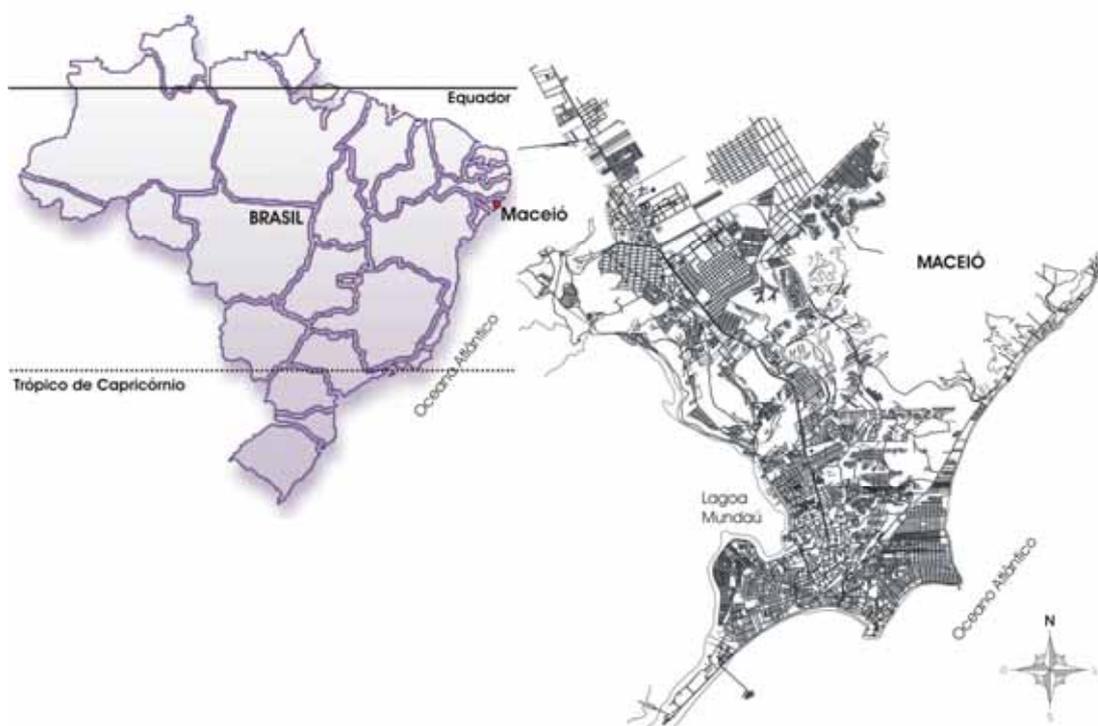


Fig. 02 – Localização de Maceió no território brasileiro

Fonte: Eveline Almeida, 2005

Adaptado de: www.maceioidoneos.com.br, 2005

Segundo LIMA (1990), o que diz respeito à morfologia natural, Maceió é a “cidade restinga”, dada a sua situação numa faixa arenosa, que transformou um estuário em lagoa, confirma-lhe a adjetivação.

A cidade é construída, a partir de um “terraço de erosão marinha”, esculpido na extremidade do tabuleiro, saliente na parte norte oriental da “calha” aberta para o mar, que se estende, continuado por uma faixa arenosa, a cruzar a “boca” de um rio, da direção de sudoeste. Apresenta do lado leste a praia em forma de “crescente”, e do lado da lagoa, a oeste, uma ponta arenosa a vasa de ilhas de mangues. A cidade também ocupa o alto do tabuleiro ao norte.

Assim, a posição de Maceió é na parte centro-leste do litoral de Alagoas e no extremo oriental da área das lagoas Mundaú e Manguaba; tem ao norte terras dos municípios de Maceió e Satuba; a oeste, municípios de Pilar e Marechal Deodoro (este também ao sul), a leste fica o Oceano Atlântico.

No Relatório de Avaliação Ambiental (RAA, 1999) consta da existência de 3 níveis topográficos em Maceió.

Nível 1 - A Planície ou Baixada Litorânea encontra-se a uma altitude que varia de 2m a 4m acima do nível do mar composta de: terraços eustáticos, pontas triangulares imitando tómbulos (como Ponta Verde e Ponta da capitania onde situa-se o porto de Maceió), da praia do terraço da Pajuçara e da restinga. Este nível estende-se por todo litoral e margem lagunar. Nele estão localizados os bairros da Levada, Ponta Grossa, Prado, Trapiche, Jaraguá, Pajuçara, Ponta Verde, Ponta da terra, Jatiúca, Cruz das Almas e toda área de expansão urbana na zona norte da cidade.

Nível 2 – É formado por um terraço estrutural cortado na base do tabuleiro, com altitude entre 6m e 10m acima do nível do mar, onde está localizado o Centro da cidade.

Nível 3 – Formado por tabuleiros com altitude entre 40m (na borda – baixo planalto também conhecido como alto da Jacutinga) e 80m acima do nível do mar (Cidade Universitária), cuja estrutura geológica é caracterizada por: tabuleiros terciários que se estendem nas proximidades do mar com suas falésias, fósseis e ribanceiras voltadas para os vales dos riachos e lagoas, pela incisão destes em sua estrutura que avançam até 30km para o interior do continente; e por rochas do embasamento cristalino que se encontram na metade ocidental no município sob os tabuleiros que compreendem a formação de barreiras. A outra metade em direção ao oceano, é um bloco afundado, parte da bacia sedimentar de Alagoas. Este nível também compreende uma área de expansão urbana –Tabuleiro dos Martins.

Os solos predominantes são: os argilo-arenosos de cor amarelada ou rosa, encontrados nos tabuleiros; os arenosos, das formações litorâneas; os vasosos, que suportam as vegetações de mangue e; o massapé, encontrado nas várzeas dos rios com algumas manchas turfosas. (LIMA, 1990).

Quanto ao clima da cidade, este é caracterizado como úmido do tipo Am i⁵ e quente e úmido com três meses de período seco, de acordo com a classificação de Köppen citado por NIMER (1989).

Porém, ROMERO (2001), alerta que a classificação geral não é tarefa simples nem é facilmente aceita pelos diversos autores que tratam da compreensão do clima. As classificações de clima de Thornthwaite, de Martone e do próprio Köppen, citado aqui, apresentam-se muito gerais. Portanto é interessante expor um resumo da classificação realizada por FERREIRA (1965) a respeito do clima quente-úmido para podermos confirmar esta classificação de clima quente e úmido para Maceió.

QUADRO 03: Características do Clima Quente e Úmido

Clima Quente-úmido						
Características:						
Pequenas variações de temperatura durante o dia. Amplitude das variações diurnas fracas. Dias quentes e úmidos. À noite, a temperatura é mais amena e com umidade elevada.	Duas estações: verão e inverno, com pequena variação de temperatura entre elas; o período das chuvas é indefinido com maiores precipitações no verão.	Radiação difusa muito intensa. O conteúdo de vapor d'água das nuvens evita a radiação direta intensa.	Alto teor de umidade relativa do ar	Localização geográfica entre os trópicos de Câncer (23°27'N) e Capricórnio (23°27'S).	Ventos fracos, direção dominante sudeste.	Semelhança sensível dos dados de uma localidade para outra.

Fonte: Romero (2000)

Apesar de alguma variação quanto a característica pluviométrica entre o clima de Maceió e a definição exposta no QUADRO 03, podemos afirmar que o clima da cidade de Maceió é caracterizado como quente e úmido com radiação solar intensa, alta umidade relativa do ar e ventos constantes.

A cidade apresenta basicamente duas estações: o verão e o inverno. A primeira caracterizada por altas temperaturas e ocorrência de chuvas passageiras, geradas pelo aumento da temperatura e da umidade; A segunda estação apresenta maior índice de pluviosidade e temperaturas um pouco mais amenas que o verão. Sendo assim o que distingue mais especificamente estas duas estações não é o

⁵ Clima úmido, megatérmico (temperatura de todos os meses maior que 18°C), com precipitação anual maior que dez vezes a precipitação do mês mais seco e precipitação do mês mais seco

aumento ou diminuição dos valores das temperaturas e sim a incidência de chuvas ou não.

Devido à proximidade de grandes massas d'água (Lagoa Mundaú e Oceano Atlântico (Fig. 03) e uma grande quantidade de riachos que cortam a cidade), Maceió apresenta um alto índice de umidade relativa do ar. Dados das Normais Climatológicas (1961-1990) citadas em CABÚS (2002) mostram que a umidade relativa anual é de 78,3%. Em maio ela apresenta seu pico, quando chega a uma média mensal de 82,6%, enquanto novembro apresenta menor média, 74,7°. É possível observar que a umidade relativa não tem uma variação significativa ao longo do ano, trazendo altos valores mesmo na estação seca.



Fig.03 – Maceió
Fonte: www.maceio.idoneos.com

De acordo com a Tabela 02, que apresenta as normais climatológicas de Maceió, para 30 anos, de 1961 a 1990 e foi disponibilizada pelo LABEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações), a cidade apresenta pequena variação térmica diária, anual e sazonal com média anual de 24,8°C e variação anual de 3,4°C. A estabilidade na temperatura também ocorre por influência da presença das massas d'água.

QUADRO 04: Normais Climatológicas para o período de 1961 – 1990

MÊS	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Pressão Atmosférica (mb)	Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)	Insolação (h)
Janeiro	26,5	29,9	23,2	1007,7	58,2	76,3	281,3
Fevereiro	26,7	30,2	23,4	1006,8	63,3	76,8	244,3
Março	26,6	30,0	23,4	1006,6	134,8	79,0	240,0
Abril	26,1	29,3	23,2	1007,4	225,0	80,8	215,8
Mai	25,3	28,2	22,7	1008,6	344,7	82,9	193,9
Junho	24,3	27,3	21,8	1010,6	263,9	81,7	186,3
Julho	23,7	26,7	21,1	1011,7	216,2	80,7	199,1
Agosto	23,7	26,7	21,1	1011,8	134,0	78,3	212,9
Setembro	24,5	27,6	21,6	1010,7	85,8	77,3	229,5
Outubro	25,3	28,5	22,3	1009,0	58,8	76,4	268,5
Novembro	25,9	29,3	22,5	1007,1	30,6	75,7	281,7
Dezembro	26,3	29,7	22,9	1006,9	38,4	76,2	192,3

Fonte: LABEEE
www.labee.ufsc.br

Os ventos que incidem mais frequentemente na cidade são provenientes do quadrante leste. Sendo os ventos alísios SE mais constantes durante o ano e os ventos de NE predominantes nos meses mais quentes (janeiro, fevereiro e março). A velocidade média anual dos ventos é de 2,8m/s chegando a 10m/s na direção NE.

A precipitação anual é de 2.167,7mm, com aproximadamente 60% da precipitação de todo o ano se concentrando entre os meses de abril e julho.

A condição típica do céu é parcialmente nublado. A nebulosidade apresenta média mensal em uma taxa 1:10. É possível observar que a nebulosidade é maior entre os meses de abril a julho, coincidindo com o mesmo período da estação chuvosa; contudo ela é também considerável durante todo o ano. Quando comparada à insolação, a nebulosidade exibe uma curva com uma tendência inversa.

Ao pesquisar o clima da cidade de Recife, situada no Nordeste brasileiro, BITTENCOURT (1992), afirma que ocorrências de céu claro são raras (4,5% em média), enquanto de céu nublado são acima de 15%.

3.2 DESCRIÇÃO DAS ÁREAS EM ESTUDO

Dentro da malha urbana da cidade de Maceió, foram selecionadas duas áreas para estudo. A escolha destas duas áreas procurou estabelecer relações entre diferentes configurações urbanas e parâmetros microclimáticos locais (temperatura e umidade). Sendo assim, foram escolhidas duas vias de grande importância no contexto da cidade, nas quais foram traçados dois transetos (Fig. 04): T.01 – que compreende o percurso das ruas Prof. Teonilo Gama, José Pimentel Leite Passos e Cabo Reis, localizadas no bairro de Ponta Grossa e T.02 – Av. Júlio Marques Luz (antiga Av. Jatiúca) no bairro de Jatiúca (Fig. 05). As áreas possuem diferentes padrões de ocupação urbana, mas com altitudes semelhantes.

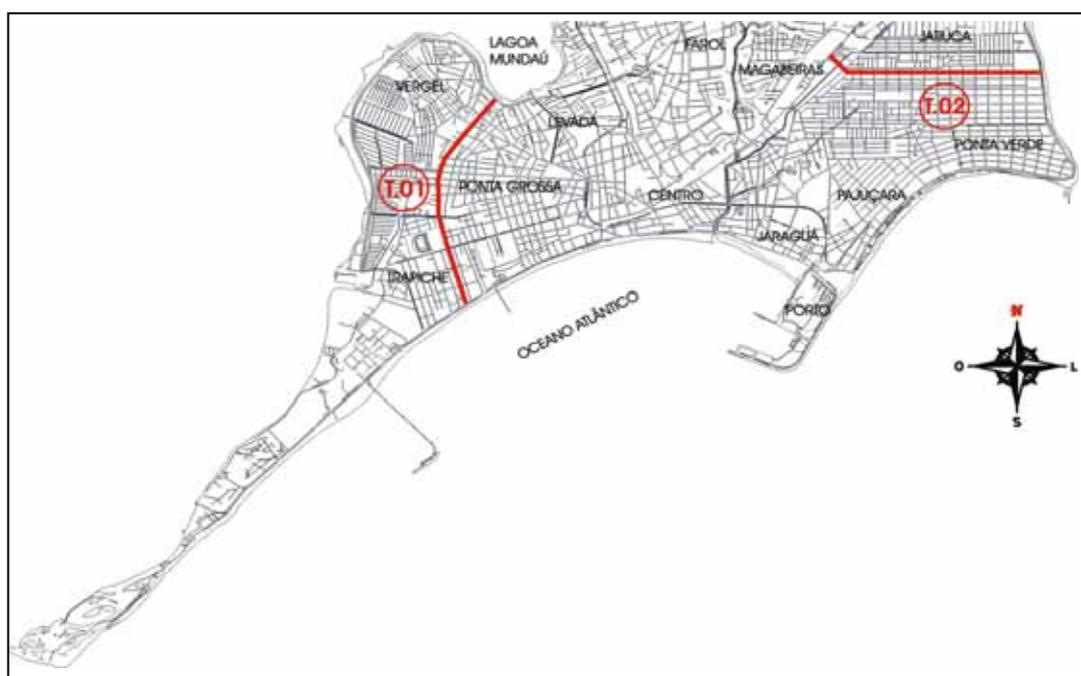


Fig.04 – Mapa com transetos (T.01 e T.02)

Fonte: Eveline Almeida, 2005

3.3 ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DAS ÁREAS EM ESTUDO

Foi utilizado o método de análise do espaço urbano desenvolvido por KATZCHNER (1997) que avalia as condições do clima urbano caracterizando qualitativa e quantitativamente o espaço através da elaboração de mapas que classificam as áreas quanto à topografia, altura das edificações, uso do solo, quantidade de áreas verdes, densidade de área construída e cobertura do solo. Assim, de acordo com esta metodologia, foi necessária a elaboração de um mapa de configuração urbana para cada área em estudo que contém informações sobre: altura

das edificações, densidade de área construída e largura das ruas e cobertura do solo (Figs. 06 e 07);

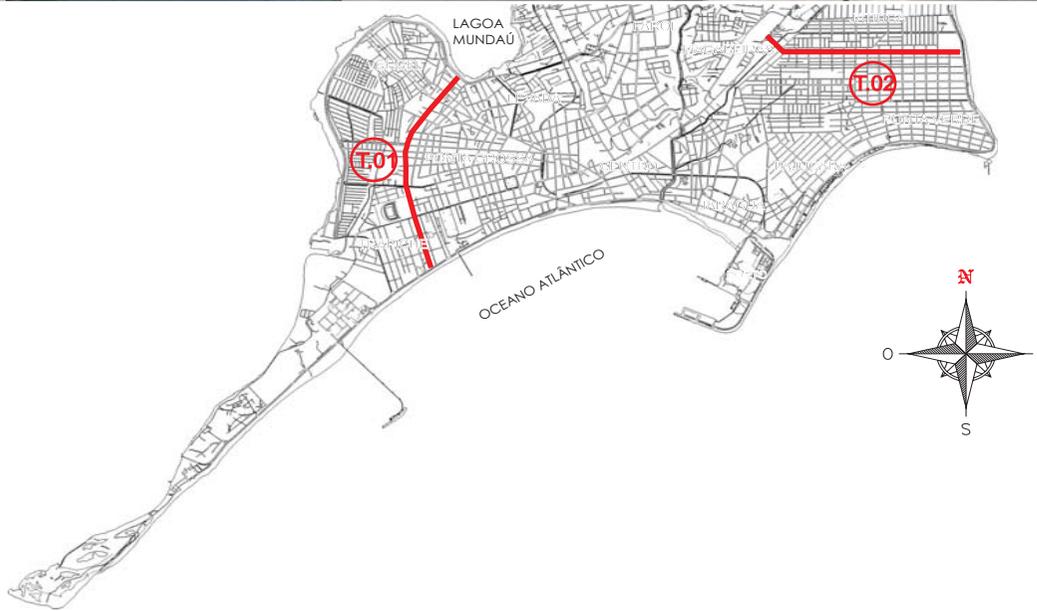
Com o objetivo de analisar as características de ocupação do solo e quantificar porcentagens de áreas pavimentadas, áreas edificadas e vegetação foi necessário adotar uma área de influência em torno dos pontos de medição. Sendo assim, adotou-se um raio de 150m ao redor de cada ponto de medição (Fig. 08 e 09), como utilizou RORIZ (2003) em seus estudos sobre mapeamento e análise de microclimas urbanos.

O método de OLIVEIRA (1989) analisa os atributos da forma urbana quanto ao sítio e a tipologia e veio auxiliar na análise dos mapas elaborados segundo o método de KATZCHNER (1997).

Quanto à contribuição de ROMERO (2001), esta se fez presente na confecção das fichas bioclimáticas. Instrumento que se constituiu em um método de análise qualitativa dos espaços e um estudo da dimensão ambiental do espaço urbano aliado à conjugação dos elementos formais dos edifícios e dos espaços públicos;



T.01



T.02

Figura 05- Mapa dos Transetos T.01 e T.02
 Fonte: Eveline Almeida, 2005



Fig. 06 - Mapa de Configuração Urbana(T.01)
 Fonte: Eveline Almeida, 2005

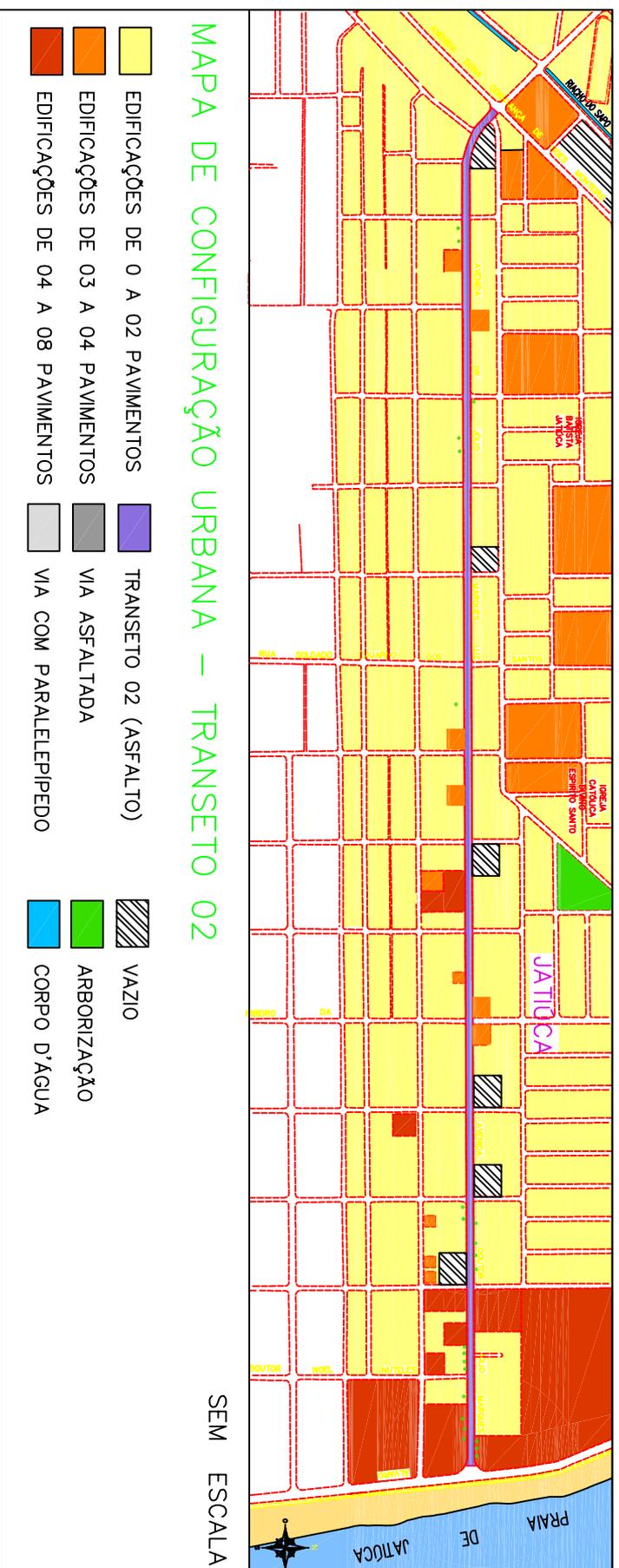


Fig. 07 - Mapa de Configuração Urbana(T.02)

Fonte: Eveline Almeida, 2005

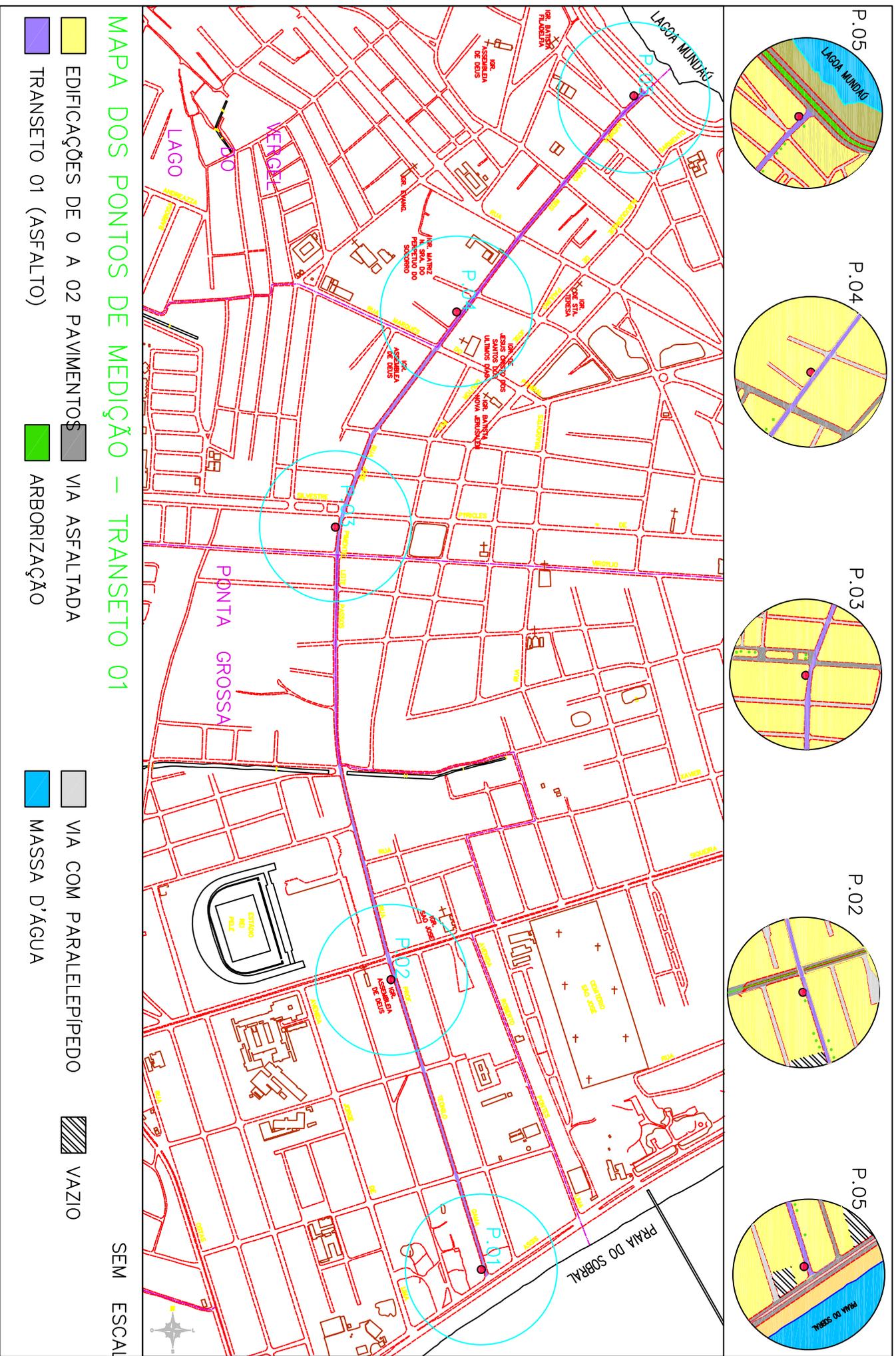


Fig. 08 - Mapa dos Pontos de Medição(T.01)

Fonte: Eveline Almeida, 2005

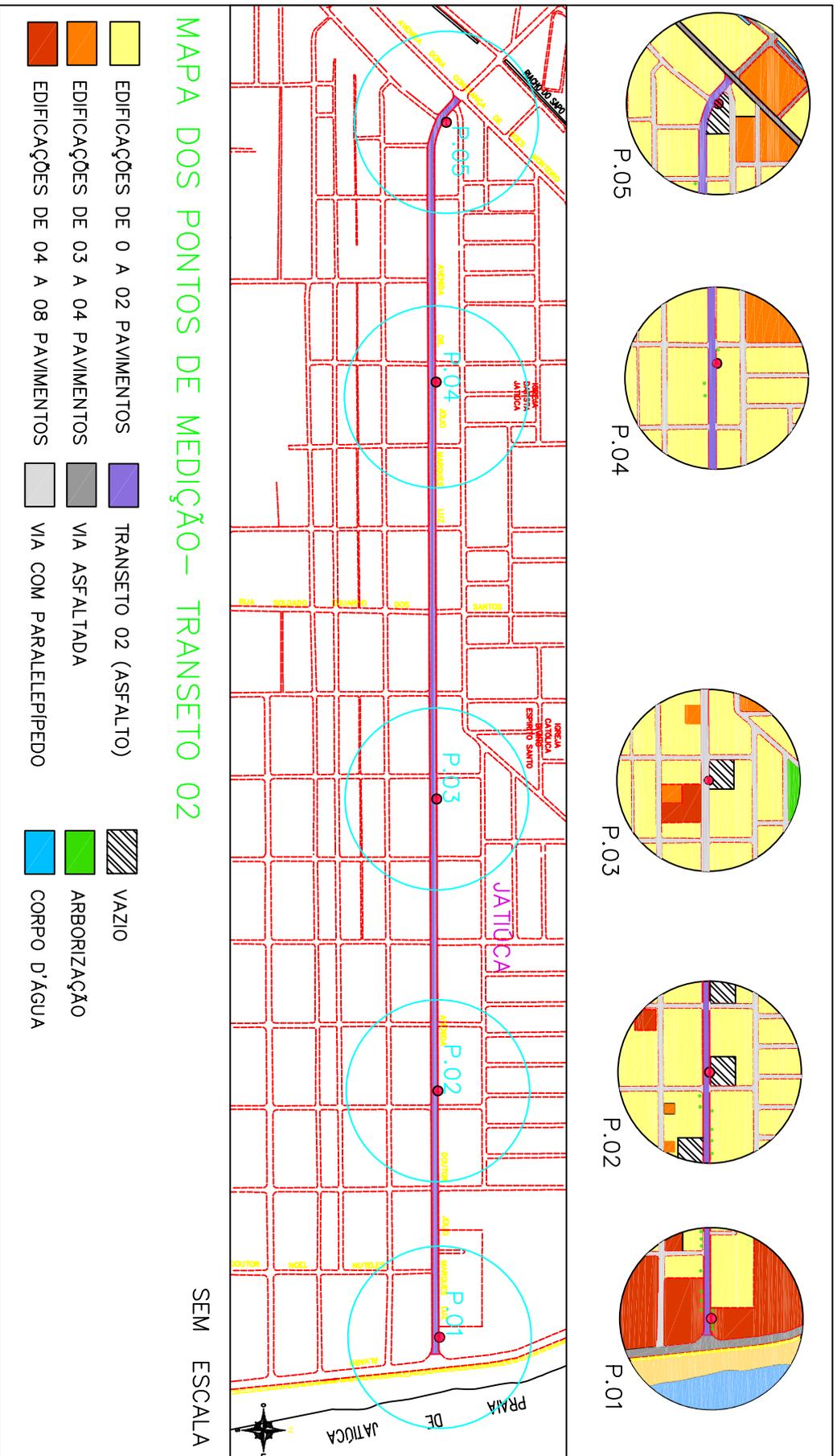


Fig. 09 - Mapa dos Pontos de Medição(T.02)
 Fonte: Eveline Almeida, 2005

3.5 PESQUISA DE CAMPO: MEDIÇÕES

A coleta de dados foi realizada através de medições móveis utilizando-se termo-higro-anemômetros digitais (Fig.10), em cinco pontos do Transeito 01 (T.01) e em mais cinco pontos do Transeito 02 (T.02), onde os trajetos dos dois transetos foram percorridos de carro durante uma série satisfatória de 06 dias, não consecutivos, em cada transeito no período de verão – Janeiro de 2005, por se tratar de um mês bastante representativo das condições climáticas.



Fig. 10 – Termo-higro-anemômetro
Fonte: Eveline Almeida, 2005

As medições⁶ microclimáticas, de acordo com BRANCO et al (2001), aconteceram às 9h, 15h e 21h segundo o padrão da OMM (Organização Mundial de Meteorologia). Para cada período, foram elaborados gráficos de temperatura local x temperatura no ponto de referência (Estação Meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares). Posteriormente, verificou-se, através da análise estatística dos dados, a influência dos parâmetros de configuração urbana nos resultados obtidos.

⁶ As medições não ocorreram simultaneamente nos dois transetos, uma vez que de acordo com FARIA; SOUZA (2004) o levantamento de dados de temperatura do ar para caracterização do comportamento térmico de diferentes áreas urbanas pode ser realizado por medições móveis. O levantamento pode ser realizado inclusive em épocas distintas, desde que respeitada a similaridade das condições de tempo, o qual necessariamente deve ser estável.

Já as medições em cada transeito podem ser consideradas simultâneas, segundo afirma GARCIA (1999) que em cidades costeiras, como é o caso de Maceió, onde a influência marinha com seu efeito termo-regulador torna reduzidas às amplitudes diárias, as medições efetuadas durante um certo intervalo de tempo podem ser consideradas simultâneas.

O equipamento utilizado, Termo-higro-anemômetro, encontrava-se protegido da radiação solar direta e localizado entre 1.00 e 1.10m de altura, conforme recomendação de MAYER; HÖPPE (1987) que afirma que a altura de 1.10m acima do solo corresponde à altura média do centro de gravidade para adultos e “esta altura freqüentemente é usada na quantificação biometeorológica de diferentes climas”.

A análise dos dados obtidos nas medições aconteceu em duas etapas. A primeira comparou os dados obtidos em cada transeto com os da estação do aeroporto Zumbi dos Palmares⁷ obtidos no mesmo período de observação. A seguinte verificou os dados obtidos em cada ponto dos transetos e a relação das configurações urbanas com os microclimas identificados.

3.5 FICHAS BIOCLIMÁTICAS

Na confecção das fichas bioclimáticas de frações das áreas onde foram localizados os pontos de medição, foram especificados seus componentes espaciais: entorno, base e superfície fronteira, segundo metodologia proposta em ROMERO (2001). O entorno incluiu os acessos espaciais que o espaço público apresenta aos elementos ambientais do sol e vento, além das características espaciais da continuidade da massa construída e a condução do ar entre edificações. A base incluiu a caracterização da pavimentação, vegetação, presença de água, mobiliário urbano e propriedades físicas dos materiais utilizados. A superfície fronteira compreendeu a convexidade, tipologia edificadora e continuidade. A ficha ainda contém os valores médios de temperatura, umidade e velocidade dos ventos encontrados nas medições.

⁷ É importante salientar que o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares dista, em média, cerca de 20 km dos pontos de medição. No entanto, não existem em Maceió outras estações meteorológicas que possam disponibilizar dados. BARBIRATO (1998) afirma que a maioria dos trabalhos realizados sobre climas tropicais baseia-se unicamente em dados de estações-padrão já existentes, localizadas freqüentemente em aeroportos, e que raramente são ideais para o monitoramento urbano. Dessa forma, os pesquisadores não podem contar com uma rede meteorológica densa, e isso inclui ainda escassez de equipamentos apropriados para estudos adequados da camada limite urbana. Porém, os dados obtidos na estação meteorológica instalada no aeroporto são de grande relevância já que servem como referencia para uma análise geral do clima da cidade ao mesmo tempo em que podem ser comparados com os dados, das áreas em estudo, obtidos em medições *in loco*.

Transecto 01: R. Prof. Teonilo Gama, Rua José P. L. Passos e Av. Cabo Reis

Ficha Bioclimática: Ponto 01

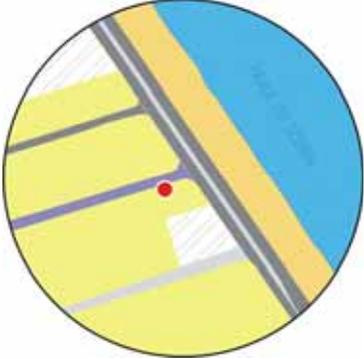
Localização				
	Entorno	<p>Sol: Espaço físico é totalmente exposto à luz solar.</p> <p>Vento: Os ventos predominantes são canalizados ao longo da avenida.</p> <p>Densidade de área construída: Alta</p> <p>Uso do solo: Misto – residências, comércio e serviços e institucional predominando o primeiro neste ponto.</p> <p>Densidade de tráfego: Alta</p> <p>Conexidade e continuidade da superfície:</p> <p>Tipologia Arquitetônica: Edifício institucional com 2 pavimentos, galpão e residências térreas.</p> <p>Número de lados: 2 lados constituídos</p> <p>Altura: Entre 4 e 8m</p> <p>Continuidade da massa construída: A massa construída apresenta-se contínua dos 2 lados ao longo da avenida.</p>		
Superfície Fronteira				Recursos
Umidade Média	Umidade %	P.01		
	9:00	70,3		
	15:00	62,2		
	21:00	73,6		
Temperatura Média			Temp. °C	P.01
			9:00	30,2
			15:00	30,5
			21:00	27,3
Vel. do Vento Média			Vel. Vento m/s	Do P.01
			9:00	4,9
			15:00	3,6
			21:00	3,8

Figura 11 - Ficha Bioclimática T.01/P.01

Fonte: Eveline Almeida, 2005

Transeto 01: R. Prof. Teonilo Gama, Rua José P. L. Passos e Av. Cabo Reis

Ficha Bioclimática: Ponto 02

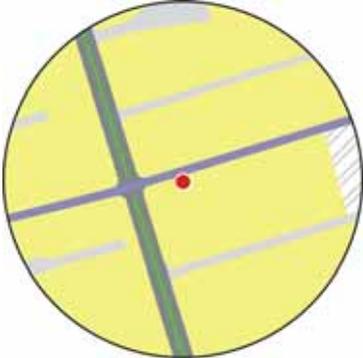
Localização	 																	
Entorno	<p>Sol: Espaço físico é totalmente exposto à luz solar.</p> <p>Vento: Os ventos predominantes são canalizados ao longo da avenida.</p> <p>Densidade de área construída: Alta</p> <p>Uso do solo: Residências, comércio e serviços</p> <p>Densidade de tráfego: Alta</p>	<p>Pavimentação: Superfície impermeabilizada com cimento e asfalto ao longo da avenida.</p> <p>Vegetação: pouca vegetação de médio porte no canteiro central da Av. Siqueira Campos</p> <p>Água: Oceano Atlântico a 500m (Praia do Sobral)</p> <p>Mobiliário Urbano: Postes de energia e telefone público,</p>																
Superfície Fronteira	<p>Conexidade e continuidade da superfície:</p> <p>Tipologia Arquitetônica: Edifícios comerciais, de serviços com 2 pavimentos e institucionais(Estádio Rei Pelé, Ginásio do SESI) e a maioria residências térreas.</p> <p>Número de lados: 4 lados constituídos</p> <p>Altura: Entre 4 e 20m</p> <p>Continuidade da massa construída: A massa construída apresenta-se contínua dos 4 lados que acompanham o cruzamento da Rua ... e da Avenida Siqueira Campos.</p>																	
Umidade Média	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Umidade %</th> <th>P.02</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>61,1</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>57,6</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>72,2</td> </tr> </tbody> </table>	Umidade %	P.02	9:00	61,1	15:00	57,6	21:00	72,2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temp. °C</th> <th>P.02</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>29,5</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>30,9</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>27,6</td> </tr> </tbody> </table>	Temp. °C	P.02	9:00	29,5	15:00	30,9	21:00	27,6
Umidade %	P.02																	
9:00	61,1																	
15:00	57,6																	
21:00	72,2																	
Temp. °C	P.02																	
9:00	29,5																	
15:00	30,9																	
21:00	27,6																	
Vel. do Vento Média	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vel. Do Vento m/s</th> <th>P.02</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>2,8</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>2,9</td> </tr> </tbody> </table>	Vel. Do Vento m/s	P.02	9:00	2,8	15:00	2,4	21:00	2,9									
Vel. Do Vento m/s	P.02																	
9:00	2,8																	
15:00	2,4																	
21:00	2,9																	

Figura 12 - Ficha Bioclimática T.01/P.02
Fonte: Eveline Almeida, 2005

Transecto 01: R. Prof. Teonilo Gama, Rua José P. L. Passos e Av. Cabo Reis

Ficha Bioclimática: Ponto 03

Localização																				
	Entorno	<p>Sol: Espaço físico é totalmente exposto à luz solar.</p> <p>Vento: Os ventos predominantes são canalizados ao longo da avenida.</p> <p>Densidade de área construída: Alta</p> <p>Uso do solo: Misto - residências, comércio e serviços predominando o segundo e o terceiro neste ponto.</p> <p>Densidade de tráfego: Alta</p>		<p>Pavimentação: Superfície impermeabilizada com cimento e asfalto ao longo da avenida.</p> <p>Vegetação: Nenhuma</p> <p>Água: Oceano Atlântico a 900m (Praia do Sobral)</p> <p>Mobiliário Urbano: Postes de energia, telefone público</p>																
Superfície Fronteira		<p>Conexidade e continuidade da superfície:</p> <p>Tipologia Arquitetônica: Edifícios comerciais e de serviços a maioria com 2 pavimentos e residências térreas.</p> <p>Número de lados: 2 lados constituídos</p> <p>Altura: Entre 4 e 6m</p> <p>Continuidade da massa construída: A massa construída apresenta-se contínua dos 2 lados ao longo da avenida.</p>		Temperatura Média	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temp. °C</th> <th>P.03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>32,1</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>32,7</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>28,4</td> </tr> </tbody> </table>	Temp. °C	P.03	9:00	32,1	15:00	32,7	21:00	28,4							
	Temp. °C	P.03																		
9:00	32,1																			
15:00	32,7																			
21:00	28,4																			
Umidade Média	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Umidade %</th> <th>P.03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>57,5</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>55,3</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>69,5</td> </tr> </tbody> </table>		Umidade %	P.03	9:00	57,5	15:00	55,3	21:00	69,5	Vel. do Vento Média	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vel. Do Vento m/s</th> <th>P.03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>1,3</td> </tr> </tbody> </table>	Vel. Do Vento m/s	P.03	9:00	1	15:00	1,1	21:00	1,3
	Umidade %	P.03																		
9:00	57,5																			
15:00	55,3																			
21:00	69,5																			
Vel. Do Vento m/s	P.03																			
9:00	1																			
15:00	1,1																			
21:00	1,3																			

Figura 13 - Ficha Bioclimática T.01/P.03
Fonte: Eveline Almeida, 2005

Transecto 01: R. Prof. Teonilo Gama, Rua José P. L. Passos e Av. Cabo Reis

Ficha Bioclimática: Ponto 04

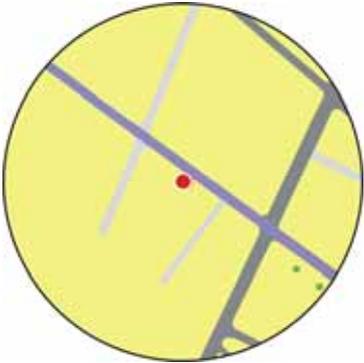
Localização																					
	Entorno	<p>Sol: Espaço físico é totalmente exposto à luz solar.</p> <p>Vento: Os ventos predominantes são canalizados ao longo da avenida.</p> <p>Densidade de área construída: Alta</p> <p>Uso do solo: Comércio, serviços e algumas residências.</p> <p>Densidade de tráfego: Alta</p>		<p>Pavimentação: Superfície impermeabilizada com cimento e asfalto ao longo da avenida.</p> <p>Vegetação: Escassa com pequenos arbustos em algumas calçadas</p> <p>Água: Oceano Atlântico a 1400m (Praia do Sobral e Lagoa Mundaú a 500m)</p> <p>Mobiliário Urbano: postes de energia</p>																	
Superfície Fronteira	<p>Conexidade e continuidade da superfície:</p> <p>Tipologia Arquitetônica: Edifícios comerciais e de serviços a maioria com 2 pavimentos e residências térreas.</p> <p>Número de lados: 2 lados constituídos</p> <p>Altura: Entre 4 e 6m</p> <p>Continuidade da massa construída: A massa construída apresenta-se contínua dos 2 lados ao longo da avenida.</p>		Temperatura Média	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temp. °C</th> <th>P.04</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>30,3</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>30,6</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>27,8</td> </tr> </tbody> </table>		Temp. °C	P.04	9:00	30,3	15:00	30,6	21:00	27,8								
Temp. °C	P.04																				
9:00	30,3																				
15:00	30,6																				
21:00	27,8																				
Umidade Média	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Umidade %</th> <th>P.04</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>63</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>62,1</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>72,2</td> </tr> </tbody> </table>		Umidade %	P.04	9:00	63	15:00	62,1	21:00	72,2	Vel. do Vento Média	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vel. Do Vento m/s</th> <th>P.04</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>1,9</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>1,7</td> </tr> </tbody> </table>		Vel. Do Vento m/s	P.04	9:00	1,9	15:00	0,9	21:00	1,7
Umidade %	P.04																				
9:00	63																				
15:00	62,1																				
21:00	72,2																				
Vel. Do Vento m/s	P.04																				
9:00	1,9																				
15:00	0,9																				
21:00	1,7																				

Figura 14 - Ficha Bioclimática T.01/P.04
Fonte: Eveline Almeida, 2005

Transeto 01: R. Prof. Teonilo Gama, Rua José P. L. Passos e Av. Cabo Reis

Ficha Bioclimática: Ponto 05



Figura 15 - Ficha Bioclimática T.01/P.05
Fonte: Eveline Almeida, 2005.

Transecto 02: Av. Dr. Júlio Marques Luz

Ficha Bioclimática: Ponto 01

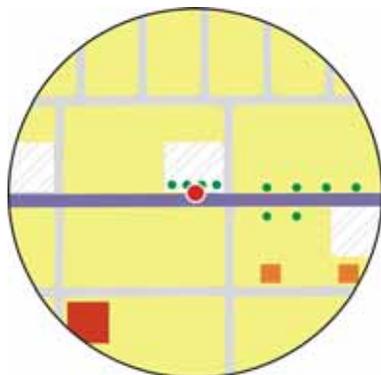


Figura 16 - Ficha Bioclimática T.02/P.01
Fonte: Eveline Almeida, 2005

Transeto 02: Av. Dr. Júlio Marques Luz

Ficha Bioclimática: Ponto 02

Localização



Sol: Espaço físico é parcialmente exposto à luz solar, um vez que este ponto existe a presença de algumas árvores.

Vento: Os ventos predominantes são canalizados ao longo da avenida.

Densidade de área construída: Alta. Porém, neste ponto localiza-se um terreno vazio.

Uso do solo: Comércio e serviços

Densidade de tráfego: Alta

Conexidade e continuidade da superfície:

Tipologia Arquitetônica: Edifícios comerciais e de serviços a maioria com 2 e 3 pavimentos e alguns térreos.

Número de lados: 2 lados constituídos

Altura: Entre 4 e 30m

Continuidade da massa construída: A massa construída apresenta-se contínua dos 2 lados ao longo da avenida.

Pavimentação: Superfície em terra batida e asfalto ao logo da avenida.

Vegetação: vegetação de médio porte

Água: Oceano Atlântico a 400m (Praia de Jatiúca)

Mobiliário Urbano: poste de energia

Entorno

Superfície Fronteira

Umidade Média

Umidade %	P.02
9:00	62
15:00	57,9
21:00	70,8

Desc

Temperatura Média

Temp. °C	P.02
9:00	29,5
15:00	29,8
21:00	28.2

Vel. do Vento Média

Vel. Do Vento m/s	P.02
9:00	4,1
15:00	1,6
21:00	1,5

Figura 17 - Ficha Bioclimática T.02/P.02
Fonte: Eveline Almeida, 2005

Transeto 02: Av. Dr. Júlio Marques Luz

Ficha Bioclimática: Ponto 03

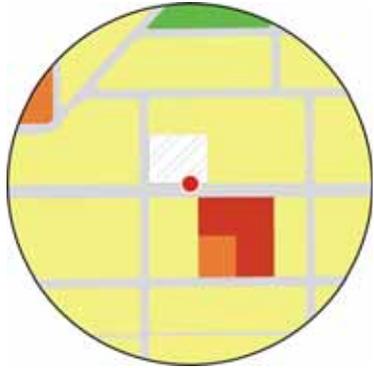
Localização																				
Entorno	<p>Sol: Espaço físico é parcialmente exposto à luz solar, uma vez que existe um abrigo para ponto de ônibus.</p> <p>Vento: Os ventos predominantes são canalizados ao longo da avenida.</p> <p>Densidade de área construída: Alta</p> <p>Uso do solo: Misto - residências, comércio e serviços predominando o segundo e o terceiro neste ponto.</p> <p>Densidade de tráfego: Alta</p> <p>Conexidade e continuidade da superfície:</p>		<p>Pavimentação: Superfície impermeabilizada com cimento e asfalto ao longo da avenida.</p> <p>Vegetação: Escassa com pequenos arbustos em algumas calçadas.</p> <p>Água: Oceano Atlântico a 900m (Praia de Jatiúca)</p> <p>Mobiliário Urbano: Abrigo para ponto de ônibus, poste de energia</p>																	
Superfície Fronteira	<p>Tipologia Arquitetônica: Edifícios comerciais e de serviços a maioria com 2 e 3 pavimentos e alguns térreos e ainda a presença de 2 edifícios residenciais com 8 pavimentos.</p> <p>Número de lados: 2 lados constituídos</p> <p>Altura: Entre 4 e 30m</p> <p>Continuidade da massa construída: A massa construída apresenta-se contínua dos 2 lados ao longo da avenida.</p>		<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Temperatura Média</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Temp. °C</th> <th>P.03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>29,7</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>29,9</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>28,3</td> </tr> </tbody> </table>		Temp. °C	P.03	9:00	29,7	15:00	29,9	21:00	28,3								
Temp. °C	P.03																			
9:00	29,7																			
15:00	29,9																			
21:00	28,3																			
Umidade Média	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Umidade %</th> <th>P.03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>61,5</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>56,4</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>71</td> </tr> </tbody> </table>		Umidade %	P.03	9:00	61,5	15:00	56,4	21:00	71	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Vel. do Vento Média</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vel. Do Vento m/s</th> <th>P.03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9:00</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>15:00</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td>21:00</td> <td>1,1</td> </tr> </tbody> </table>		Vel. Do Vento m/s	P.03	9:00	2	15:00	1,1	21:00	1,1
Umidade %	P.03																			
9:00	61,5																			
15:00	56,4																			
21:00	71																			
Vel. Do Vento m/s	P.03																			
9:00	2																			
15:00	1,1																			
21:00	1,1																			

Figura 18 - Ficha Bioclimática T.02/P.03
Fonte: Eveline Almeida, 2005

Transeto 02: Av. Dr. Júlio Marques Luz

Ficha Bioclimática: Ponto 04



Figura 19 - Ficha Bioclimática T.02/P.04
Fonte: Eveline Almeida, 2005

Transeto 02: Av. Dr. Júlio Marques Luz

Ficha Bioclimática : Ponto 05

Localização



Entorno

Sol: Espaço físico é totalmente exposto à luz solar.
Vento: Os ventos predominantes são canalizados ao longo da avenida.
Densidade de área construída: Alta
Uso do solo: Comércio e serviços
Densidade de tráfego: Alta

Pavimentação: Superfície impermeabilizada com cimento e asfalto ao longo da avenida.
Vegetação: Nenhuma
Água: Oceano Atlântico a 2000m (Praia de Jatiúca)
Mobiliário Urbano: postes de energia, telefone público, placas indicativas

Superfície Fronteira

Conexidade e continuidade da superfície:
Tipologia Arquitetônica: Edifícios comerciais e de serviços a maioria com 2 e 3 pavimentos.
Número de lados: 4 lados constituídos
Altura: Entre 4 e 9m
Continuidade da massa construída: A massa construída apresenta-se contínua dos 4 lados que acompanham o cruzamento das avenidas Jatiúca e D. Constança

Temperatura Média

Temp. °C	P.05
9:00	30,4
15:00	31,8
21:00	28,7

Umidade Média

Umidade %	P.05
9:00	58
15:00	53,2
21:00	70,9

Vel. do Vento Média

Vel. Do Vento m/s	P.05
9:00	2,8
15:00	1
21:00	0,8

Figura 20 - Ficha Bioclimática T.02/P.04
Fonte: Eveline Almeida, 2005

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DOS ATRIBUTOS DA FORMA URBANA

Foram escolhidos para esta análise os atributos da forma urbana, definidos em OLIVEIRA (1988), mais relevantes nas áreas dos transetos estabelecidos, T.01 e T.02.

4.1.1 Rugosidade e Porosidade

A análise das áreas permitiu a identificação de pouca rugosidade no T.01 por se tratar de uma área composta por edificações de no máximo dois pavimentos, apresentando, portanto pouca variação na altura dos edifícios (Fig.21). Este transeto atravessa uma área antiga da cidade de Maceió que é predominantemente residencial e não apresenta características de verticalização nem de crescimento urbano. Ainda por se tratar de uma área antiga, os lotes não apresentam os recuos previstos hoje do Código de Urbanismo, e, esta característica acarreta a diminuição da porosidade da malha urbana. Além dos recuos insuficientes e alta taxa de ocupação dos lotes, o traçado das vias também não colabora com a porosidade, uma vez que o traçado é composto por pequenas vias.



Fig. 21 - T.01 – Homogeneidade na altura das edificações (Av. Cabo Reis)
Fonte: Eveline Almeida, 2005

No T.02 existe uma situação diferenciada. Em se tratando de uma área em fase de crescimento vertical da malha urbana, já apresenta estruturas verticais principalmente no início do transeto. Ao longo da via principal (Av. Dr. Júlio Marques Luz) e em ruas secundárias é possível identificar edifícios com gabarito entre três e oito pavimentos (Fig. 22). É importante ressaltar que a situação analisada

hoje é uma transição do processo de verticalização ao qual a área vem sofrendo assim como toda parte norte da orla marítima da cidade. O mapeamento executado durante a pesquisa, em janeiro de 2005, já é diferente da situação encontrada hoje, pois edificações térreas e vazios urbanos estão sendo substituídos por edifícios residenciais, a maioria com oito pavimentos.



Fig. 22 - T.02 – Diversidade na altura das edificações (Av. Dr. Júlio Marques Luz)
Fonte: Eveline Almeida, 2005

Sendo assim identifica-se maior rugosidade nesta área do T.02 que no T.01, ainda que da metade até o final do T.02 essa verticalização seja, por enquanto, tímida. A porosidade, no entanto, é prejudicada pela característica de ocupação dos lotes no T.02, onde se observa a ausência de recuos frontais e laterais, principalmente, nas edificações dedicadas ao comércio e serviços. As vias secundárias ainda apresentam a uma taxa de ocupação menor embora os edifícios que estão sendo construídos apresentem uma taxa elevada de ocupação.

4.1.2 Áreas verdes

A presença de áreas verdes limita-se ao canteiro central da via que constitui a orla lagunar (Fig.23), onde termina o T. 01, embora não se trate de uma área de permanência, dedicada a descanso ou amenização dos efeitos de radiação e temperatura do ar. Porém, trata-se de uma área sombreada que desempenha um papel

importante para comunidade local. No T.02 identificou-se uma concentração arbórea em uma rua secundária próxima ao P.03. Nas demais áreas, em ambos os transetos, não foi encontrada nenhuma área verde significativa a ponto de interferir na variação microclimática local. Apenas algumas árvores encontram-se em alguns poucos pontos isolados dos transetos (Fig.24).



Fig. 23 - Fim do T.01 – Arborização na via perpendicular
Fonte: Eveline Almeida, 2005



Fig. 24 - T.02 – Arborização árvores isoladas ao longo da via
Fonte: Eveline Almeida, 2005

4.1.3 Densidade Construída

Em ambos os transetos verifica-se a alta taxa de ocupação e foram identificadas poucas áreas livres (Fig. 25 e 26). Além da alta taxa de ocupação dos lotes, também não foram encontrados muitos exemplos de praças, parques ou vazios urbanos que pudessem contribuir para melhoria do conforto ambiental urbano. As vias principais apresentaram sempre os dois lados constituídos e áreas livres quase que insignificantes, dadas as proporções de áreas edificadas. Esta característica se estende às vias secundárias mais próximas.



Fig. 25 - T.01 – Alta densidade construída (Alta taxa de ocupação)
Fonte: Eveline Almeida, 2005



Fig. 26 - T.02 – Alta densidade construída (Ausência de recuos)
Fonte: Eveline Almeida, 2005

4.1.4 Permeabilidade do solo

Como já foi dito, os transetos apresentam uma alta densidade construída e em conseqüência disto um grande volume áreas pavimentadas. É predominante o asfalto nas vias principais e nas vias secundárias de maior tráfego (Figs. 27 e 28). Nas outras vias o asfalto é substituído por paralelepípedos. As calçadas também se apresentam como áreas cimentadas e ou revestidas de material cerâmico, salvo raras e insignificantes exceções que ainda apresentam o revestimento natural (areia) e ou cobertura vegetal. Estas características tornam o solo um atributo que contribui para diminuição da umidade relativa do ar, maior acúmulo de energia radiante e maior temperatura do ar.



Fig. 27 - T.01 Baixa permeabilidade do solo
Fonte: Eveline Almeida, 2005



Fig. 28 - T.02 Baixa permeabilidade do solo
Fonte: Eveline Almeida, 2005

4.1.5 Presença de massas d'água

A presença de massas d'água é marcante em ambas as frações urbanas analisadas. O Oceano Atlântico encontra-se no início dos dois transetos e exerce grande influencia sobre estes. No T.02 existe ainda a presença da Lagoa Mundaú na parte final do transeto. A presença de massas d'água é o atributo de maior destaque tanto no T.01 (Fig. 29 e 30) quanto no T.02 (Fig. 31).



Fig. 29 - T.01 Início: Praia do Sobral
Fonte: Eveline Almeida, 2005



Fig. 30 - T.01 Fim: Lagoa Mundaú
Fonte: Eveline Almeida, 2005



Fig. 31 - T.02 Início: Praia de Jatiúca
Fonte: Eveline Almeida, 2005

4.2 ATRIBUTOS BIOCLIMATIZANTES DA FORMA URBANA

A análise dos atributos bioclimatizantes da forma urbana proposta por ARAÚJO (2001); VIDAL (2000), reforçam a caracterização dos transetos T.01 e T.02 realizados anteriormente.

4.2.1 Relevô-declividade

As áreas são caracterizadas por declividade muito baixa, praticamente inexistente, o que contribui para uma melhor situação para o controle climático segundo VIDAL (2000).

4.2.2 Formato-horizontalidade

O T.01 apresenta um formato predominantemente horizontal em todo o percurso, sendo uma forma mais adequada para o clima quente e úmido (ARAÚJO,

2001). No T.02 ainda se verifica o formato horizontal preponderante, embora esteja clara a tendência de verticalização em curto prazo.

4.2.3 Formato-verticalidade

Trata da dimensão vertical da malha urbana e esta se apresenta no T.01 constituída de edificações de no máximo dois pavimentos, enquanto no T.02 encontram-se edifícios de até oito pavimentos, sendo a maior concentração de superfícies verticais no início do transeto.

4.2.4 Formato-densidade/ocupação do solo

A densidade e taxa de ocupação são bastante elevadas em ambos os transetos, o que constitui um condicionante de degradação ambiental. Esta característica é confirmada pela proximidade das edificações e praticamente inexistência de recuos e áreas livres dentro das quadras.

4.3 ANÁLISE DAS MEDIÇÕES

A análise dos dados obtidos nas medições (QUADROS 05, 06, 07 e 08) aconteceu em duas etapas. A primeira comparou os dados obtidos em cada transeto com os dados da estação do aeroporto Zumbi dos Palmares – Estação de Referência (E. R) obtidos no mesmo período de observação e a segunda etapa verificou os dados obtidos em cada ponto dos transetos ao longo do dia e a relação das configurações urbanas com os microclimas identificados.

TABELA 05: Temperatura no transeto 01

Ponto	Temperatura																	
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
1	29,9	30,1	27,1	30,2	31,0	27,3	29,8	29,9	27,5	30,6	30,7	28,1	29,9	30,2	26,6	30,8	31,3	27,2
2	30,3	30,7	28,1	29,8	31,0	27,2	28,9	31,2	27,5	28,3	30,3	27,3	30,2	31,1	28,2	28,7	31,1	27,3
3	32,3	33,1	28,8	32,0	32,5	27,9	32,6	32,3	28,2	31,8	32,8	27,9	31,9	32,1	28,7	32,0	33,4	28,9
4	29,6	31,2	27,9	29,8	30,2	28,1	31,3	30,6	29,0	30,2	31,3	27,3	30,4	30,8	27,2	30,5	29,5	27,5
5	29,9	28,9	27,5	29,7	29,7	28,8	30,4	30,3	27,9	29,6	30,1	27,2	29,8	29,9	27,1	29,4	30,5	27,1

TABELA 06: Umidade no transeto 01

Ponto	Umidade																	
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
1	70,5	64,1	73,5	69,8	61,3	74,6	70,1	62,3	72,8	69,9	61,8	73,6	71,1	60,7	72,3	73,8	63,0	74,5
2	61,6	56,6	73,4	60,2	57,9	72,1	61,3	56,9	72,3	63,0	57,8	74,1	60,2	57,7	71,8	60,3	58,7	69,5
3	58,1	56,1	68,7	57,1	55,6	69,9	56,9	54,7	69,0	57,4	54,8	69,3	56,9	55,4	69,1	56,8	55,2	71,0
4	64,0	62,1	73,1	63,7	63,0	72,1	62,8	61,7	71,8	62,5	61,8	72,3	63,2	62,2	70,9	61,8	61,8	73,0
5	64,0	62,1	73,1	63,7	63,0	72,1	62,8	61,7	71,8	62,5	61,8	72,3	63,2	62,2	70,9	61,8	61,8	73,0

TABELA 07: Temperatura no transeto 02

Ponto	Temperatura																	
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
1	28,6	28,9	28,3	28,1	29,1	27,4	28,4	28,3	27,2	29,2	28,5	27,3	28,1	28,8	27,9	28,6	28,6	28,1
2	29,9	30,1	28,5	30,1	29,5	27,6	28,7	29,2	28,9	30,0	29,9	28,5	29,7	30,3	28,1	28,6	29,8	27,6
3	30,2	30,1	29,6	30,1	30,3	28,1	29,9	29,8	27,8	30,0	29,6	28,4	29,2	30,1	28,3	28,8	29,5	27,6
4	30,3	31,2	28,1	30,1	31,9	28,3	29,8	29,7	28,7	29,8	30,9	28,1	30,5	31,6	28,9	30,1	31,9	27,7
5	29,6	31,9	27,6	30,6	32,1	28,7	30,8	31,1	28,8	30,9	31,2	29,1	29,9	31,6	28,6	30,6	32,3	29,4

TABELA 08: Umidade no transeto 02

Ponto	Umidade																	
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
1	69,5	64,3	76,4	68,8	64,8	72,4	69,6	64,2	74,2	68,9	63,0	73,1	69,9	63,2	72,9	70,3	62,7	73,8
2	61,5	58,8	70,8	61,0	57,7	71,6	63,0	57,9	70,3	61,8	57,4	70,9	62,7	58,6	71,2	62,0	57,0	70,0
3	61,4	56,2	72,0	60,9	57,8	71,1	61,8	56,1	70,3	62,0	56,7	70,6	61,3	56,4	71,4	61,6	55,2	70,6
4	59,0	51,6	71,3	59,1	52,1	71,8	58,7	51,4	70,9	58,2	51,7	71,4	58,7	51,3	71,7	59,1	51,5	69,5
5	58,7	53,1	71,0	58,1	53,4	70,7	57,6	52,7	70,9	58,1	53,6	71,1	57,2	52,5	70,1	58,3	53,9	71,6

4.3.1 Temperatura do ar: Valores Obtidos nas Medições X Estação de Referência

4.3.1.1 Transeto 01

Os gráficos 01, 02, 03, 04, 05 e 06 mostram a comparação entre o comportamento térmico de cada ponto do Transeto 01 (T.01) ao longo do dia e os valores obtidos nas medições da E.R.

Gráfico 01

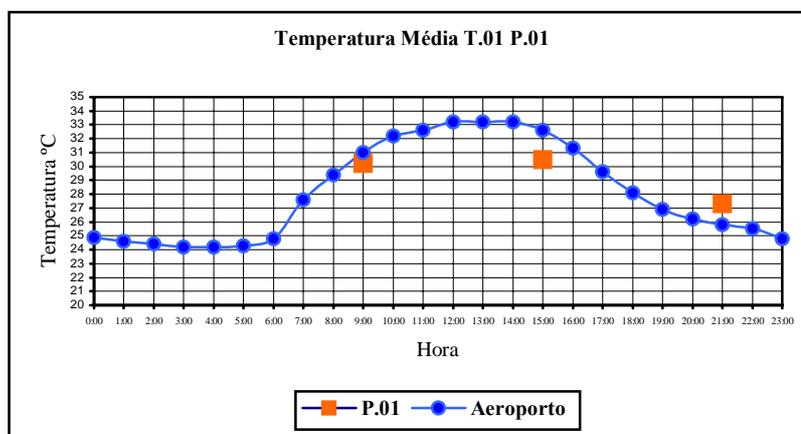


Gráfico 02

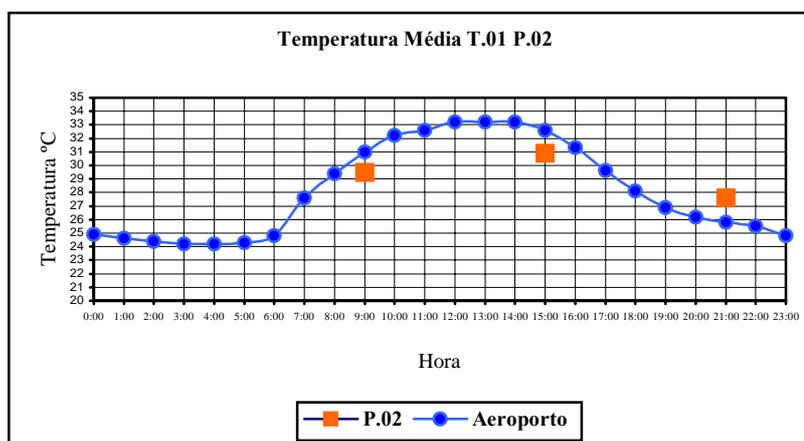


Gráfico 03

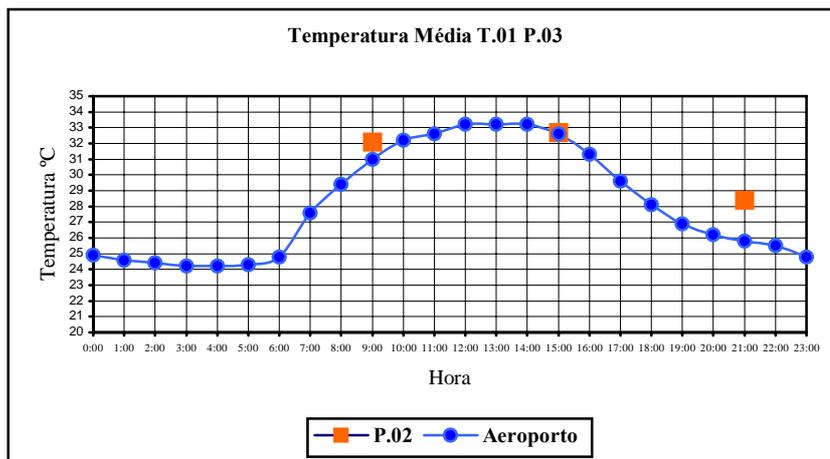


Gráfico 04

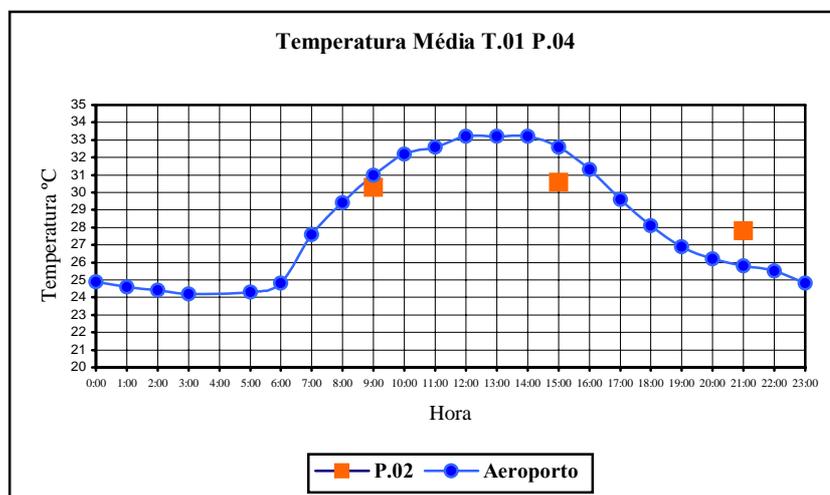


Gráfico 05

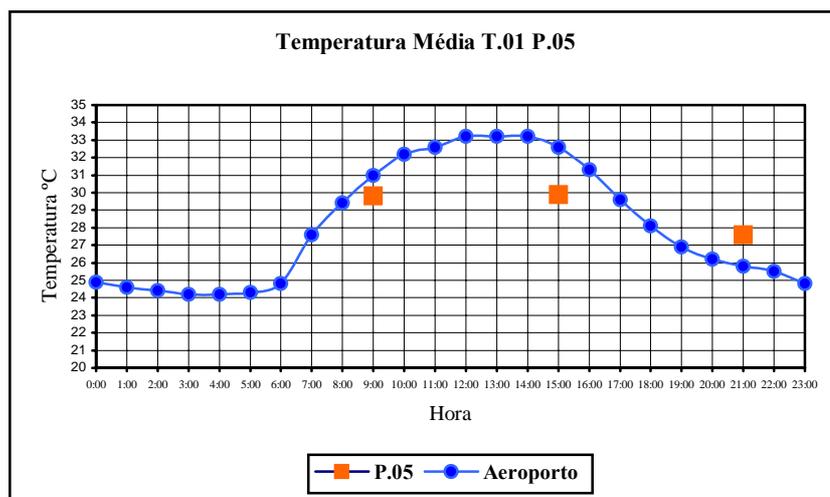
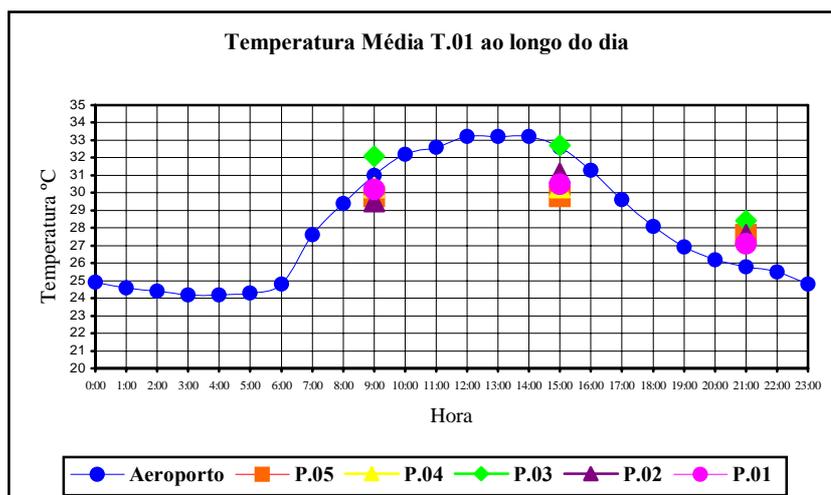


Gráfico 06



Podemos observar no Gráfico 06, que resume os dados obtidos ao longo do dia, que em quase todos os pontos do T.01, nos horários das 9h e 15h, as temperaturas se encontram iguais ou mais baixas que as encontradas na E.R. e às 21h as temperaturas são mais elevadas que as encontradas na E.R. Porém, essa variação da temperatura em relação a E.R. não demonstra uma alta amplitude térmica diária nos pontos. Esta diferença não ultrapassa os 4,3°C registrados no P.03. Enquanto na E.R a diferença é de 6,8°C também nos horários de 9h, 15h e 21h e de 8,4°C ao longo das 24 horas do dia.

No T. 02 as temperaturas se comportaram praticamente do mesmo modo que no T.01. Ou seja, em todos os pontos se encontravam abaixo ou bem próximos aos valores encontrados na E.R. nos horários de 9h e 15h e só às 21h estes valores se encontravam acima dos valores da E.R. A amplitude térmica diária também se manteve menor que na E.R.

Essa pequena amplitude térmica diária encontrada nos dois transetos se justifica pelo efeito de armazenamento de calor das superfícies impermeabilizadas como asfalto, concreto e outros materiais de revestimento que compõem a malha urbana.

4.3.1.2 Transecto 02

Gráfico 07

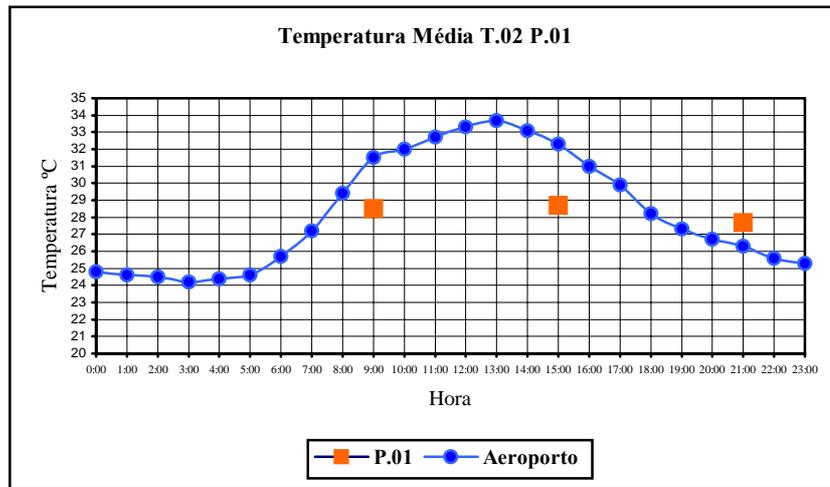


Gráfico 08

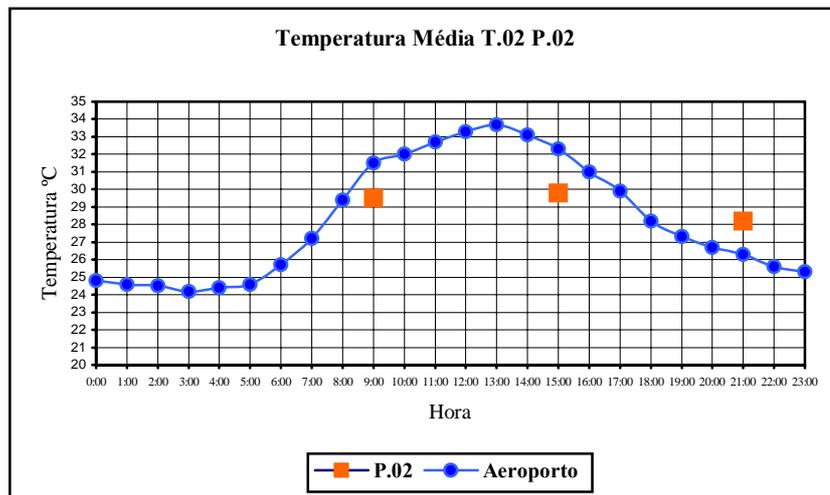


Gráfico 09

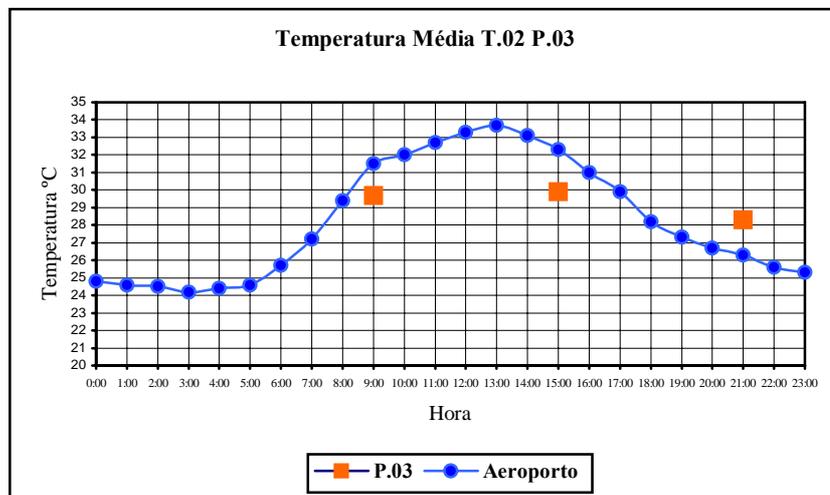


Gráfico 10

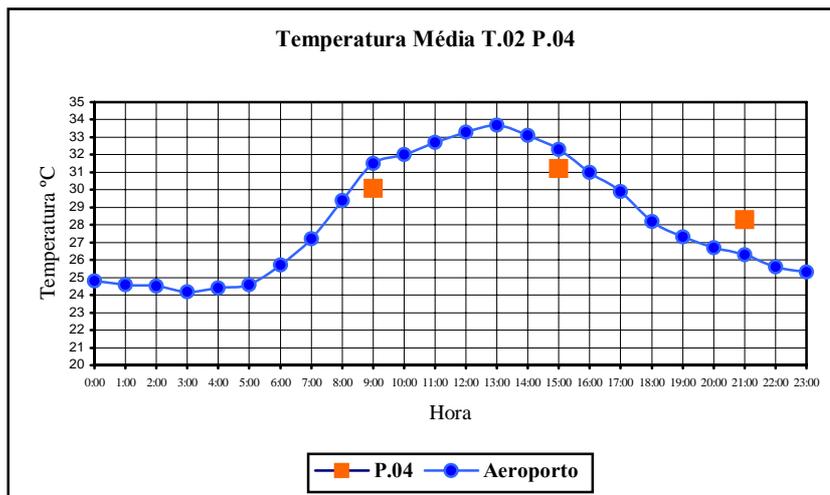


Gráfico 11

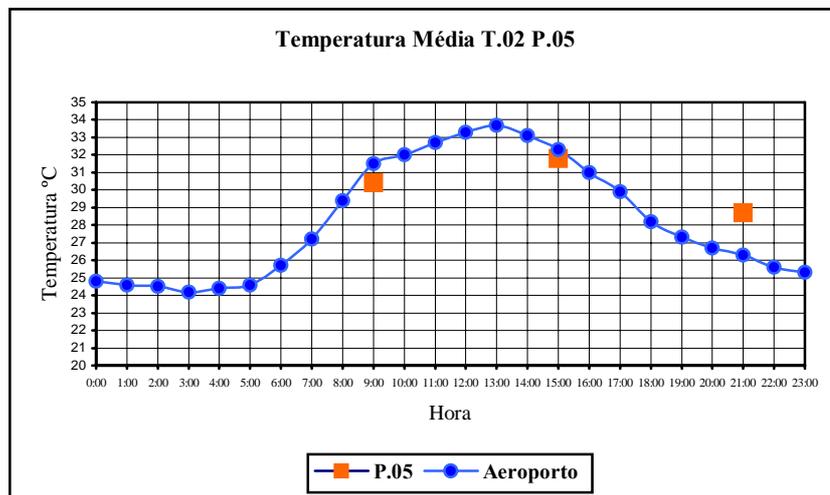
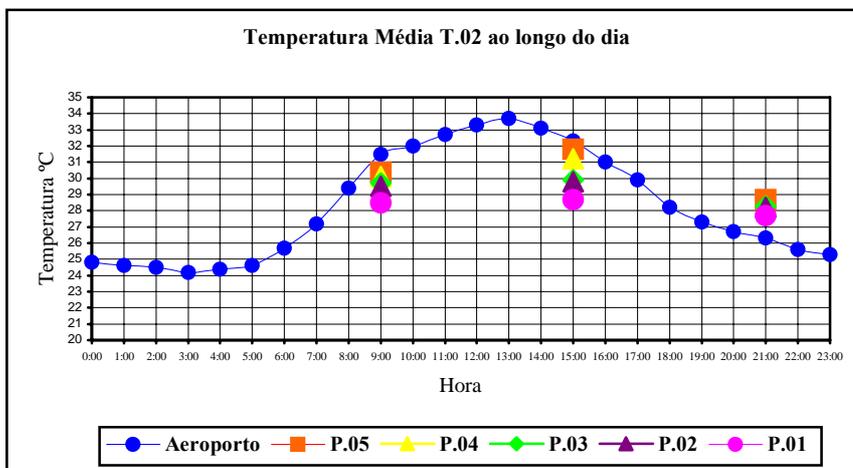


Gráfico 12



O Gráfico 12 mostra o resumo dos dados obtidos às 9h, 15h e 21h. Podemos observar que a maior diferença de temperatura no T.02 ocorreu em P.05 chegando a 3°C, enquanto na Estação de Referência (E.R.) essa diferença chega a 6°C no período das 9h, 15h e 21h, e 9,5°C ao longo das 24 horas do dia. Mais uma vez a amplitude térmica diária se manteve em valores menores se comparados a E.R.

A baixa amplitude térmica é justificada, além de outros fatores, pela presença de grandes massas d'água próximas aos dois transetos analisados. Em T.01 existe a presença do Oceano Atlântico e da Lagoa Mundaú e em T.02 o Oceano Atlântico.

Estes resultados ilustram o fato de que, em relação aos dois transetos analisados, as temperaturas mais elevadas foram encontradas na estação do aeroporto. Porém, ao entardecer verificou-se que existe uma tendência da temperatura do ar ser mais elevada na área urbana. Isto se deve ao fato que o aeroporto é uma área mais aberta e possui a capacidade de refrigerar-se mais rapidamente que a área urbana que é mais densa.

OKE (1982) confirma este fato quando afirma que as temperaturas do ar rural à noite exibem uma curva de caimento exponencial até logo após o nascer do sol, enquanto que o regime urbano é bem diferente, apresentando taxas de aquecimento e resfriamento geralmente menores.

Verificou-se ainda que a amplitude térmica diária em T.02 foi menor que em T.01, o que pode ser justificado pela maior densidade de área construída encontrada em T.02 retardando o resfriamento da área.

4.3.2 Temperatura do Ar: Comportamento dos Transetos ao Longo do Dia

Os gráficos 13, 14 e 15 mostram os dados médios de temperatura do ar nos cinco pontos do Transeto 01 (T.01) às 9:00h, 15:00h e 21:00h respectivamente. Os mesmos apresentam uma pequena diferença nos valores de temperatura entre os pontos.

A diferença máxima identificada foi de 2,9°C às 15h entre P.03 e P.05 sendo maior em P.03 (Gráfico 14). Os gráficos demonstram ainda que os valores mais elevados encontram-se sempre em P.03, que se localiza mais no interior do continente e os valores mais baixos em P.01 e P.05, fato que demonstra que à medida

que os pontos se afastam das massas d'água as temperaturas do ar tendem a se elevar.

4.3.2.1 Transeito 01

Gráfico 13

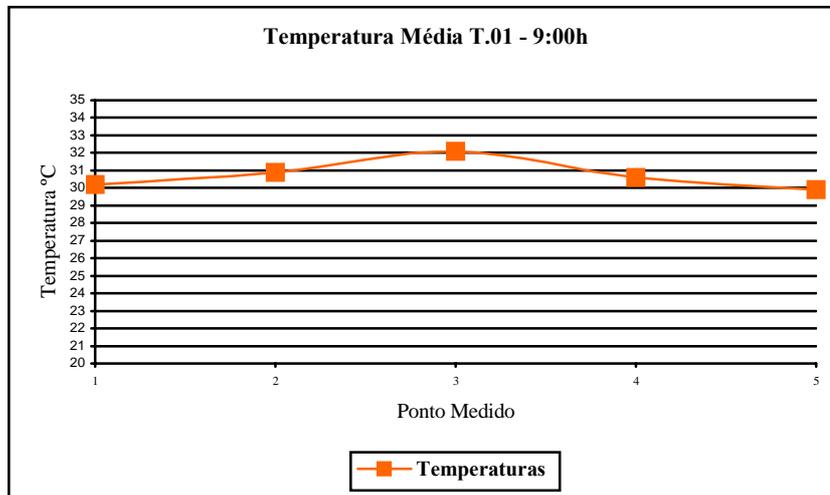


Gráfico 14

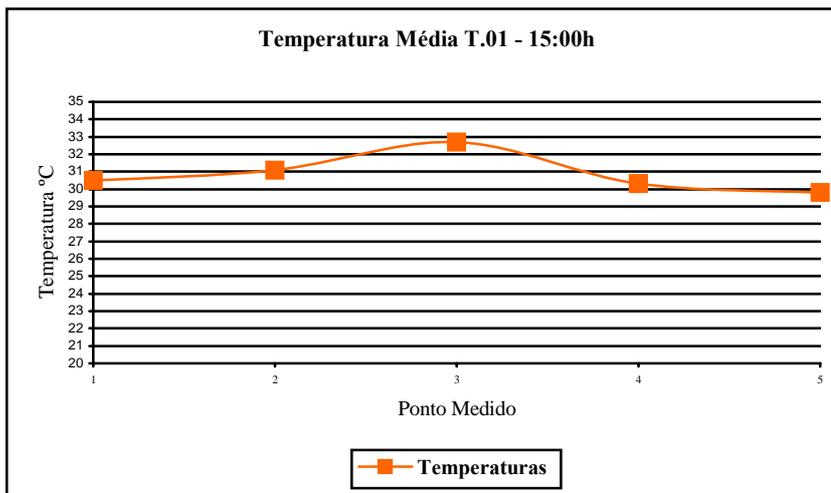
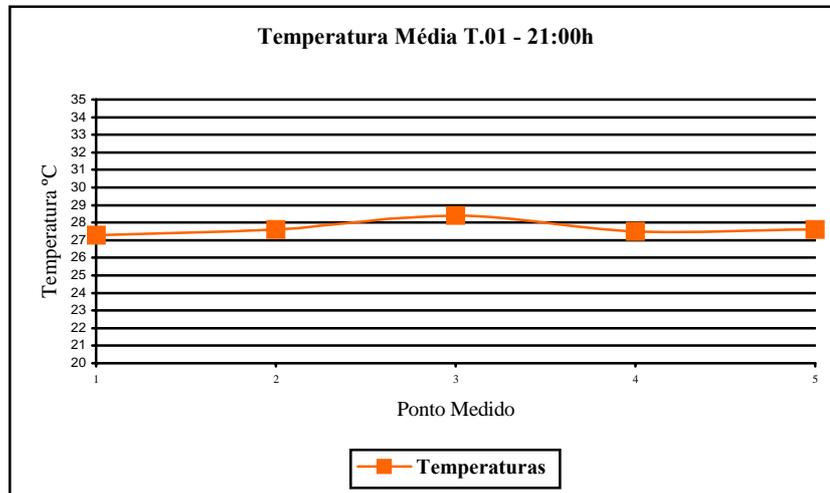


Gráfico 15



Os gráficos 16, 17 e 18 mostram os dados médios de temperatura do ar nos cinco pontos do Transeito 02 (T.02) às 9:00h, 15:00h e 21:00h respectivamente. Assim como em T.01 os valores das temperaturas apresentam pouca variação ao longo do T.02, como também apresentam maiores valores à medida que se afastam do oceano Atlântico. As temperaturas mais elevadas e a maior amplitude térmica diária encontram-se em no período das 15h (Gráfico 17) entre os pontos P.01e P.05 que é de 3,2°C, sendo maior em P.05.

4.3.2.2 Transeito 02

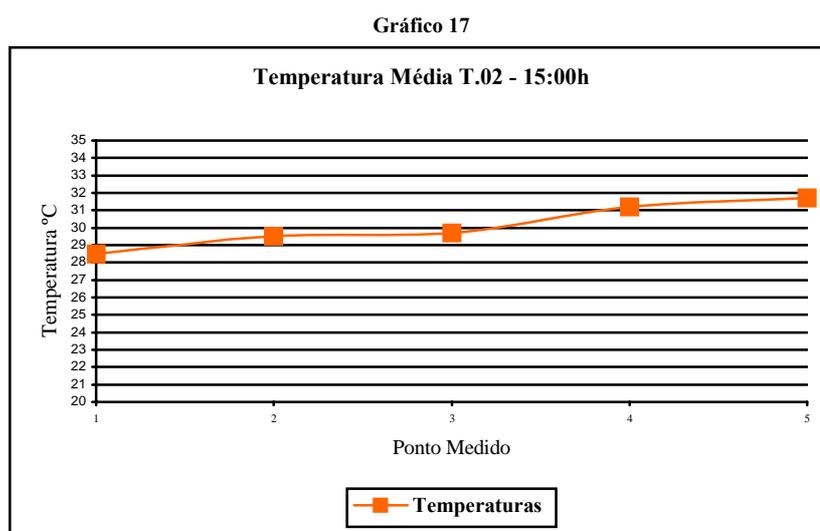
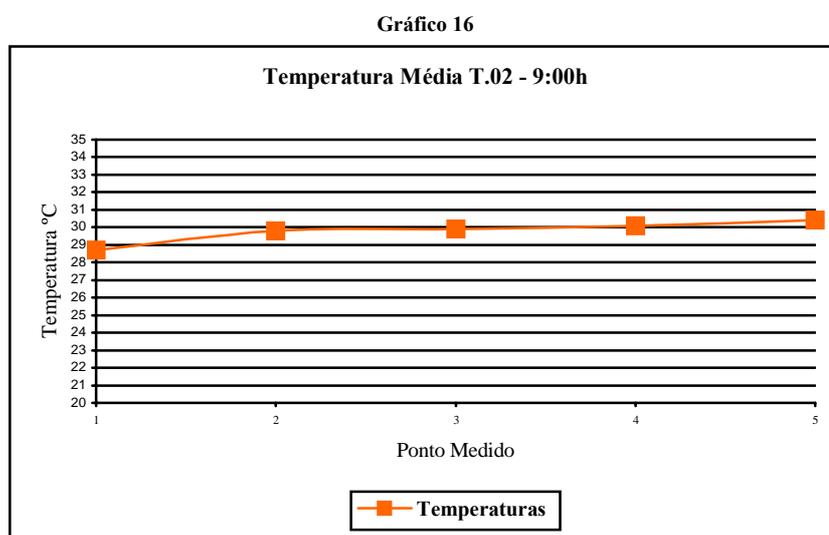
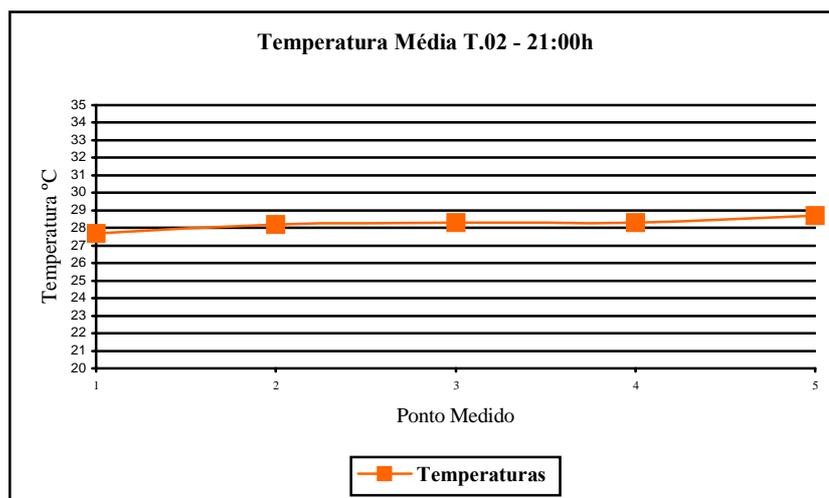


Gráfico 18



Quanto à questão da distribuição espacial da temperatura do ar dentro da malha urbana, verificou-se que as variações ocorrem de acordo com as diversas características da configuração urbana.

Verificou-se que durante o dia as temperaturas mais elevadas foram registradas nos espaços abertos, sem sombreamento ou arborização, onde a radiação solar direta é mais intensa, ou seja, na E.R.

No entanto, durante a noite as temperaturas mais altas foram registradas nas áreas urbanas onde devido a rugosidade e densidade da área o calor é armazenado durante mais tempo. Isto significa que, à noite o espaço urbano está sob a influência da radiação térmica.

As menores amplitudes térmicas foram encontradas nos pontos P.01 e P.05 do T.01 e no P.01 do T.02, áreas próximas às massas d'água, elementos que agem como estabilizadores das temperaturas do ar.

A localização das áreas em estudo, próximas ao oceano Atlântico e à Lagoa Mundaú, constitui-se num aspecto importante na amenização das temperaturas do ar.

4.3.3 Umidade Relativa do ar: Valores Obtidos nas Medições X Estação de Referência

Os gráficos 19, 20, 21, 22, 23 e 24 mostram a comparação entre o comportamento térmico de cada ponto do Transeito 01 (T.01) ao longo do dia e os valores obtidos nas medições da E.R.

Os valores de umidade relativa obtidos no T.01 geram um gráfico bastante parecido com o da E.R. Valores mais altos nas primeiras horas do dia que diminuem a cada hora e tornam a aumentar ao final da tarde.

Porém, a variação é bem maior na E.R, chegando a uma diferença de 35% no mesmo período das medições em campo(9h, 15h e 21h) e chega a uma diferença ao logo do dia de 46.7%, sendo o valor mais alto às 6h e o mais baixo ao meio dia. Enquanto no T.01 a maior diferença encontrada foi de 13,7% no P.05, sendo o maior valor às 21h e o menor às 9h.

4.3.3.1 Transeto 01

Gráfico 19

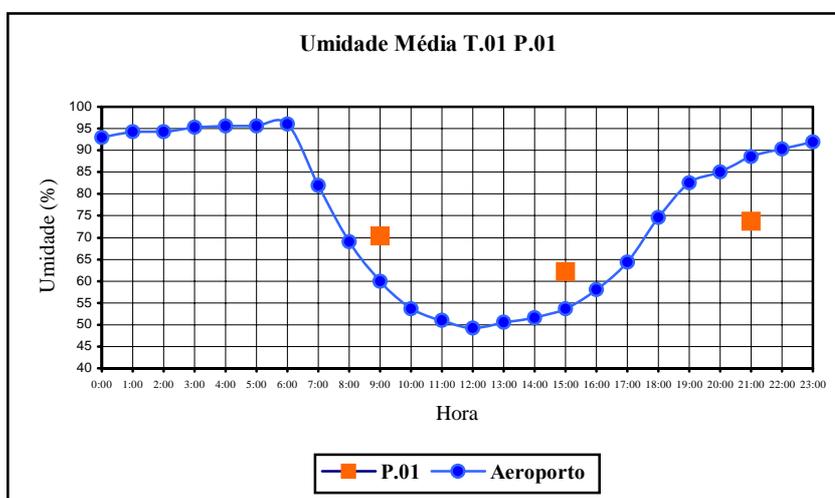


Gráfico 20

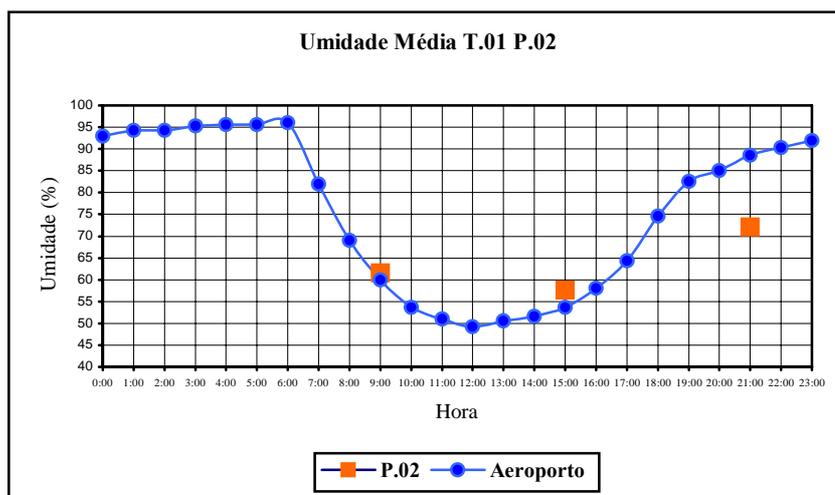


Gráfico 21

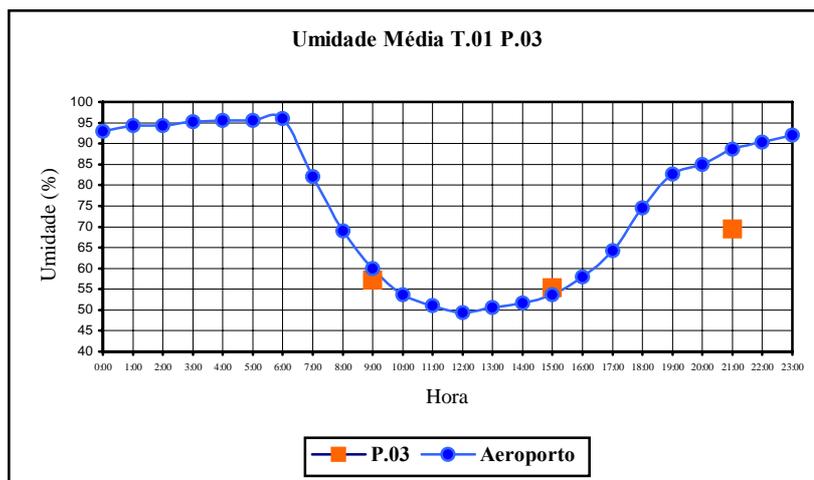


Gráfico 22

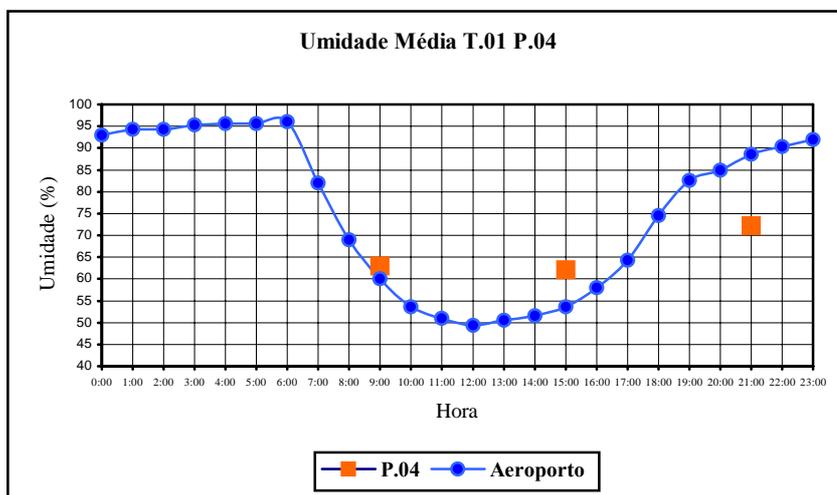


Gráfico 23

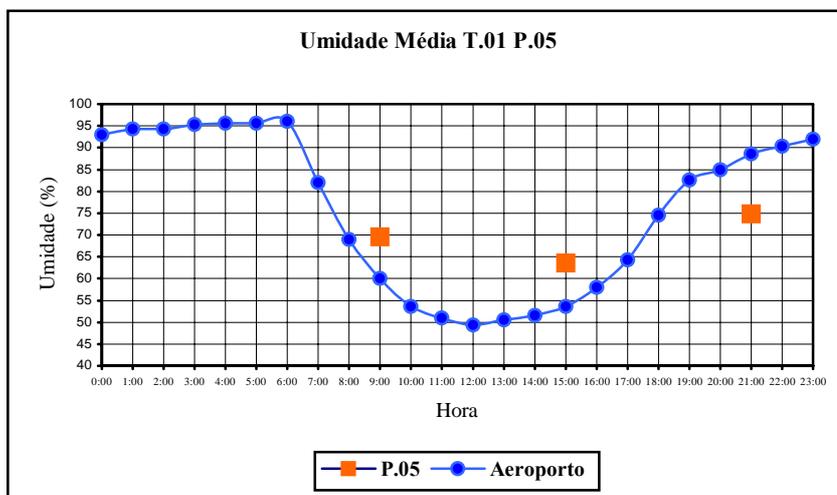
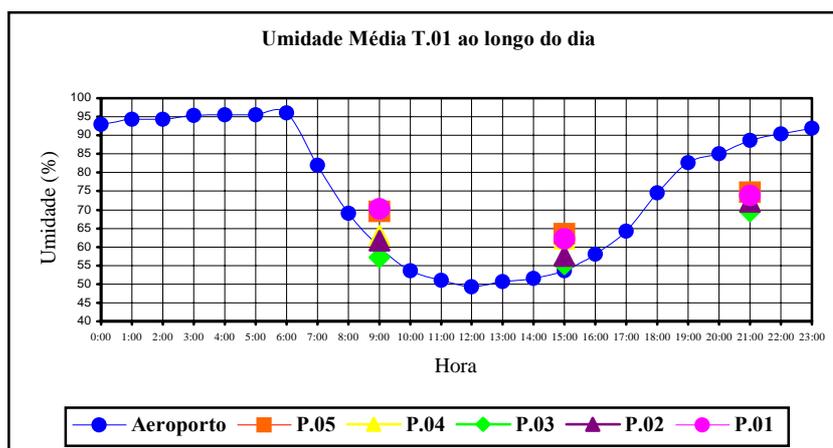


Gráfico 24



Ao longo do dia os valores de umidade relativa do ar no T.01 apresentaram uma pequena variação. Nos períodos das 9h e das 15h estes valores ficaram iguais ou acima dos valores encontrados na E.R. Esse aspecto estabilizado dos valores deve-se ao fato da proximidade da área com o oceano Atlântico e a Lagoa Mundaú.

No transeto 02 acontece também uma variação semelhante à E. R, ou seja, valores mais elevados no início e no final do dia. Sendo a diferença dos valores também menor no T.02. Na E.R nos mesmo dias de medição a diferença chegou a 46%, sendo o valor mais alto as 4h e o mais baixo as 13h enquanto no T.02 não ultrapassou os 17,1% no P.04 entre as 15h e 21h.

4.3.3.2 Transeto 02

Gráfico 25

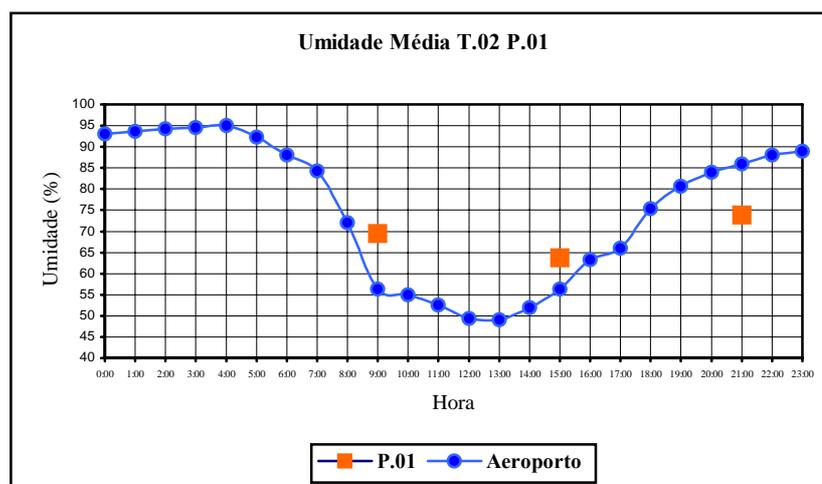


Gráfico 26

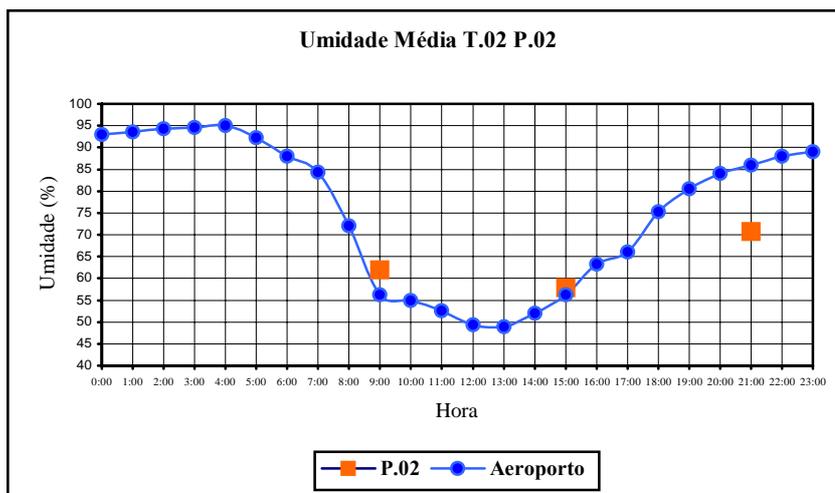


Gráfico 27

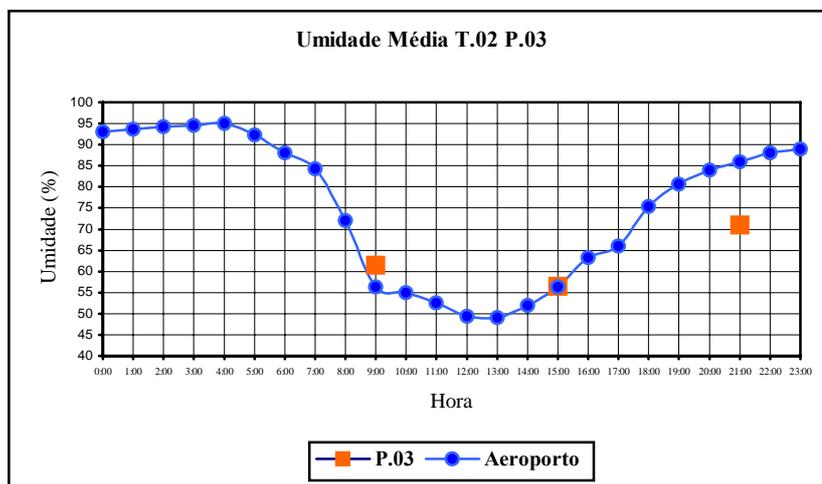


Gráfico 28

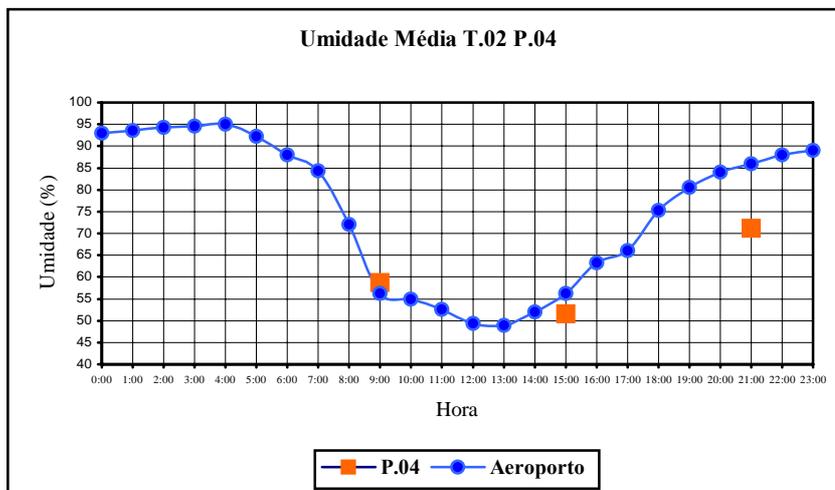


Gráfico 29

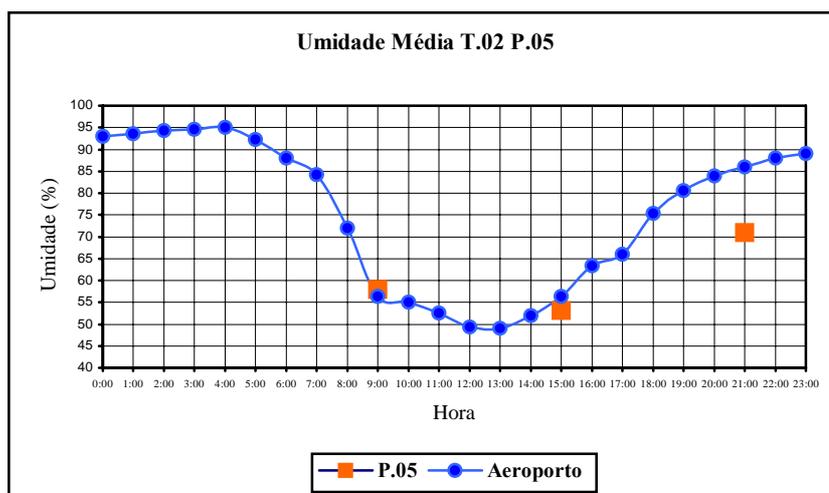
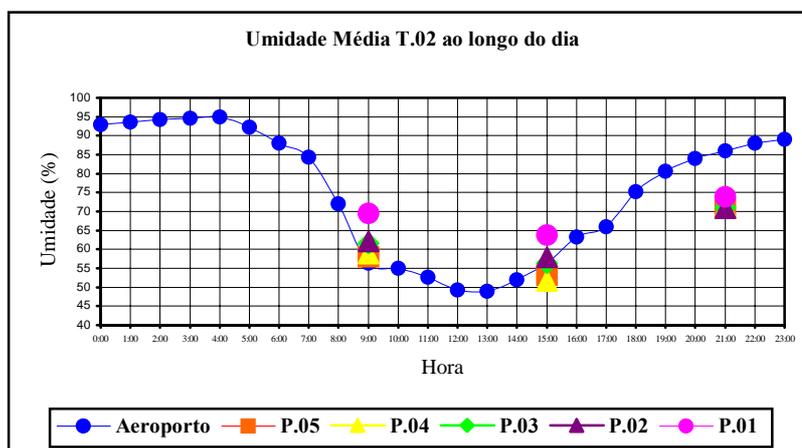


Gráfico 30



Os valores de umidade relativa se mantiveram mais ou menos dentro da curva da E.R, apresentando pequena variação diária. Foram identificados valores mais altos às 9h e 15h nos pontos P.01 e P.02 certamente por estarem mais próximos ao oceano Atlântico.

4.3.4 Umidade Relativa do ar: Comportamento dos Transetos ao Longo do Dia

4.3.4.1 Transeto 01

Os gráficos 31, 32 e 33 mostram o comportamento térmico do Transeto 01 (T.01) ao longo do dia. À medida que os pontos se afastam das massas d'água os valores de umidade tendem a diminuir, assim como se elevam no início e final do dia.

Gráfico 31

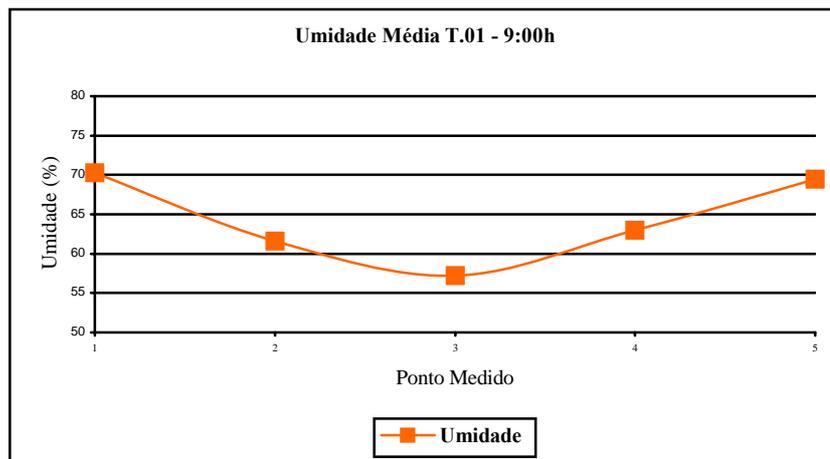


Gráfico 32

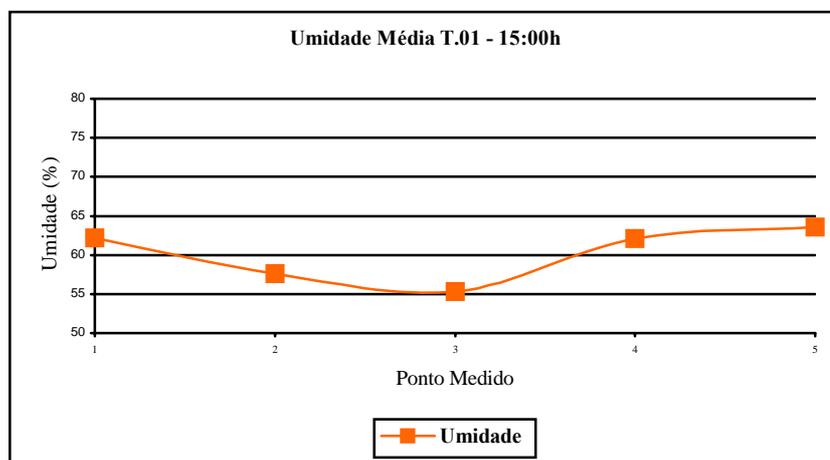
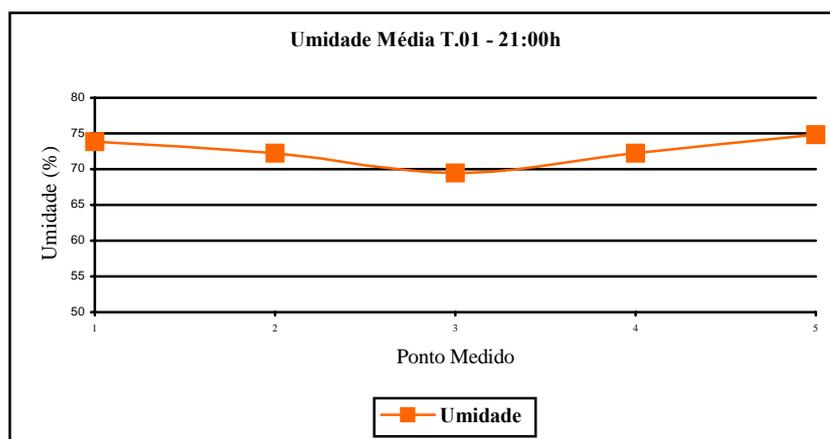


Gráfico 33



4.3.4.2 Transeto 02

Os gráficos 34, 35 e 36 mostram o comportamento térmico do Transeto 02 (T.02) ao longo do dia. Como já era esperado, os valores tendem a diminuir a medida que os pontos se afastam do Oceano Atlântico e a malha urbana torna-se mais densa.

Gráfico 34

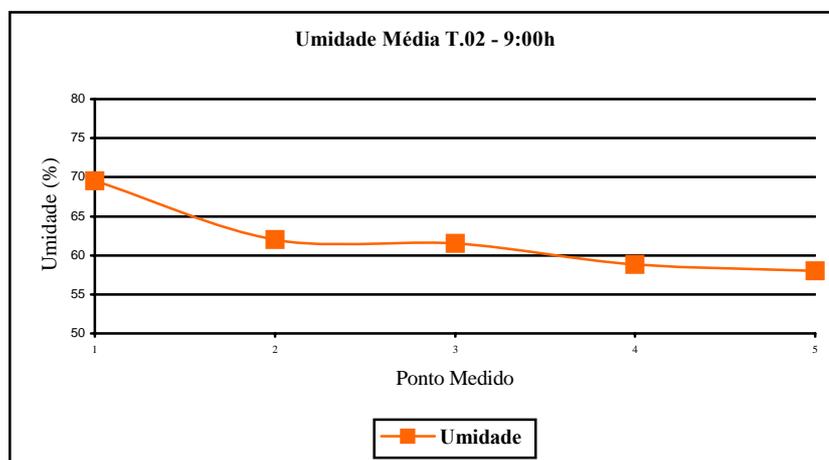


Gráfico 35

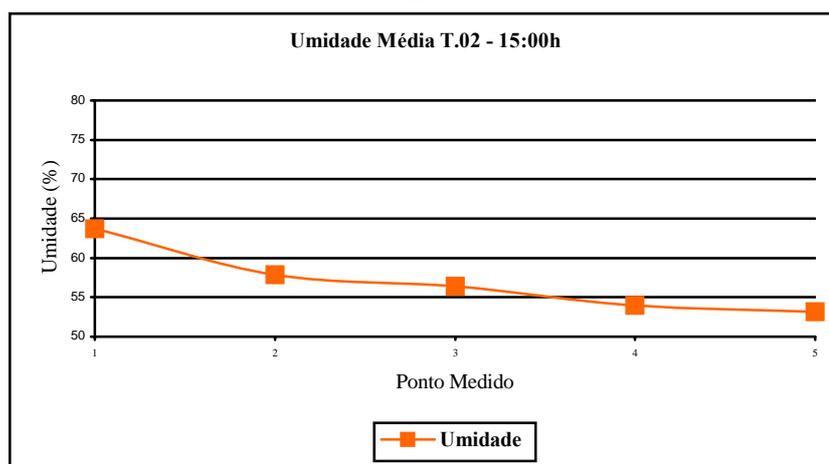
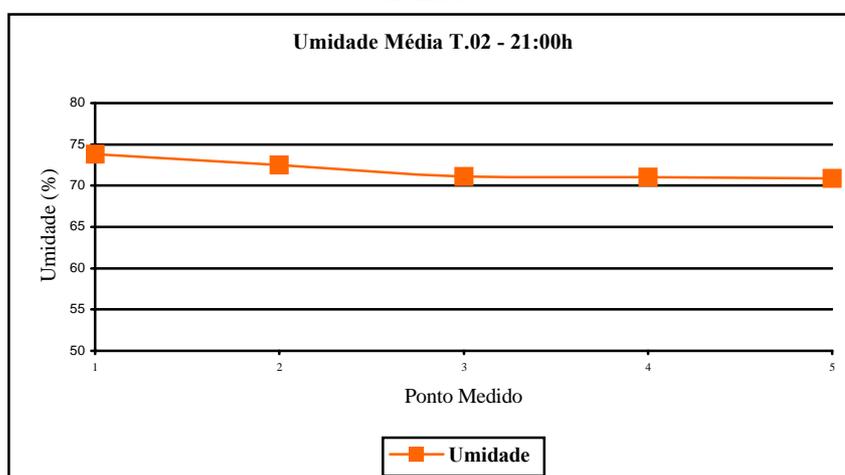


Gráfico 36



Verificou-se ainda, que nos dois transetos há uma relação entre o aumento da temperatura e a diminuição da umidade relativa do ar.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Observadas as características da configuração urbana dos transetos T.01 e T.02 e os valores obtidos nas medições em campo, partiu-se para análise estatística desses valores.

Os dados obtidos em campo das variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar em T.01 e T.02 foram avaliados através de uma análise de variância, que indicou que a temperatura e umidade sofrem influência das variáveis estudadas (horário e características do ponto de medição) nas condições em que foram realizadas as medições.

Foram considerados nos dois transetos os percentuais, em cada ponto, dos seguintes parâmetros: área edificada, área pavimentada e vegetação, dentro de um raio de 150m (conforme já descrito na metodologia), conforme mostra a Tabela 09.

QUADRO 09: Porcentagens de Área pavimentada, edificada e vegetação

TRANSETO 01			
	Área Edificada (%)	Área Pavimentada (%)	Vegetação (%)
P.01	41,3	14	0,4
P.02	84,5	14	1,4
P.03	83,2	16,6	0,3
P.04	86,9	13	0,1
P.05	44,7	18,8	4,3
TRANSETO 02			
P.01	40,6	15,6	0,6
P.02	77	16	0,3
P.03	78,1	16,8	2,4
P.04	83,1	16,8	0,3
P.05	77,4	19,35	0,2

Primeiramente foram avaliados os dados de temperatura e umidade para cada ponto de cada transeto separadamente, para verificar a influência da hora de medição nos resultados obtidos. Em seguida, foi realizada outra análise levando em

consideração todo o transeto, para avaliar a influência dos parâmetros característicos de cada ponto nos resultados das variáveis ambientais observadas.

A análise inicial em que foi testada a influência da hora de medição em cada um dos pontos em T.01 e T.02, usou-se um nível de significância de 0,05 . Os resultados indicaram que, para todos os pontos onde foram realizadas as medições, o horário de medição tem influência significativa no valor resultante das variáveis medidas.

A segunda análise efetuada levou em consideração os pontos nos dois transetos, e a influência, nos mesmos, dos parâmetros observados nos resultados das variáveis temperaturas e umidades relativas do ar.

Da mesma forma, tanto para o T.01 quanto para o T.02, a análise de variância mostrou que as variáveis ambientais de temperatura e umidade relativa do ar têm variação significativa, para um nível de significância de 0,05, quando medida em cada ponto, com características e percentuais diferentes de área edificada, área pavimentada e vegetação.

Foram construídas, através de regressão linear múltipla, equações que permitiram estimar as temperaturas (T_i) e umidades médias (U_i) em cada transeto, em cada horário de medição, e em função dos três parâmetros estudados: área edificada (AE), área pavimentada (APav) e vegetação(V):

$$T_i = \alpha_0 + \alpha_1 AE + \alpha_2 APav + \alpha_3 V$$

$$U_i = \beta_0 + \beta_1 AE + \beta_2 APav + \beta_3 V$$

Assim, os coeficientes das equações traduzem a influência de cada parâmetro sobre as variáveis medidas, em cada transeto, e em cada horário de medição, conforme mostra a tabela 10.

QUADRO 10 : Coeficientes obtidos para cada transeto

	α_0	α_1	α_2	α_3	β_0	β_1	β_2	β_3
T01/ 9:00	21,74262	0,0458	0,61927	-0,89538	101,99973	-0,22867	-1,55642	0,81482
T01/ 15:00	22,87556	0,01898	0,5056	-0,74423	82,63772	-0,09119	-1,18228	1,15356
T01/ 21:00	23,9637	0,01283	0,20742	-0,20012	86,42255	-0,04529	-0,80355	0,6699
T02/ 9:00	23,67881	0,02806	0,2371	-0,06235	93,82377	-0,2077	-1,03211	0,50728
T02 /15:00	20,1724	0,03508	0,46342	-0,32649	85,9971	-0,21085	-0,88305	0,67932
T02 /21:00	24,81018	0,0106	0,15808	-0,00187	77,32262	-0,07018	-0,04664	0,01847

Os resultados obtidos comprovam, de acordo com pesquisas anteriores, que as temperaturas do ar são elevadas com o aumento da área edificada e área pavimentada e, por outro lado, são reduzidas por efeito da vegetação. A umidade relativa do ar, por sua vez, é elevada com o aumento da vegetação, e diminuída com o aumento dos demais parâmetros.

No transeto 01, observou-se uma maior influência do parâmetro vegetação, seguido do parâmetro área pavimentada, nos resultados obtidos de temperatura do ar. Para a umidade relativa, o parâmetro área pavimentada exerceu maior influência.

No transeto 02, tanto nos resultados de temperatura do ar como para os resultados de umidade relativa, a área pavimentada exerceu maior influência, seguido da vegetação.

É importante enfatizar que os resultados aqui obtidos demonstram os pesos relativos de apenas três parâmetros observados, para um determinado período de medição. Certamente outros parâmetros podem ser importantes na determinação das variáveis climáticas, como ventos e nebulosidade, entre outros. Apesar dessa limitação, a presente análise identifica que o ambiente climático urbano pode ser significativamente modificado, de maneira favorável ou prejudicial, e mostra a importância das características físicas da ocupação urbana na formação de microclimas.

5. CONCLUSÕES

O crescimento das cidades e a conseqüente substituição dos materiais naturais pelos materiais que constituem a malha urbana ocasionam uma transformação no meio ambiente climático. Como destaca ALVA (1997), o meio ambiente construído, principalmente as cidades, é o ambiente “natural” para uma parte cada vez maior dos habitantes do planeta. Ou seja, não há como reverter o processo de urbanização, mas, através da climatologia urbana, pode-se buscar situações de equilíbrio adequadas às características climáticas de cada região e criar modelos de ocupação urbana que visem a qualidade ambiental.

A presente dissertação teve como objetivo principal a análise da configuração urbana e sua relação com os microclimas através do estudo de duas frações urbanas na cidade de Maceió, a partir da análise das características físicas das áreas e de medições *in loco* de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos.

A análise das áreas identificou alterações microclimáticas entre os pontos onde foram realizadas as medições das variáveis ambientais. Tais alterações demonstraram relação com a configuração urbana de cada ponto.

Em curto prazo as características microclimáticas hoje identificadas podem sofrer outras alterações uma vez que no Transeto 01 se observa uma área já bastante adensada, pouco arborizada e sem nenhum plano que indique a melhora do espaço urbano e no Transeto 02 o processo de verticalização e adensamento da área é iminente como foi observado, ainda durante a pesquisa, a substituição de áreas livres por edificadas e de áreas com habitações térreas por edifícios.

Detwyler (1974) observa algumas alterações no meio urbano quanto à mudança da superfície da terra pela densa construção, o aumento da capacidade armazenadora de calor com a diminuição do albedo e a emissão de contaminantes na atmosfera. Alterações estas que já são evidentes nas áreas em estudo, uma vez que a superfície de ambas as áreas encontra-se modificada pela alta densidade construída e pavimentação, aumentando assim a capacidade armazenadora de calor. A emissão de contaminantes também é um fato perceptível já que os transetos T.01 e T.02 são duas vias de tráfego intenso de veículos.

Dos resultados obtidos pode-se concluir que existem microclimas diferenciados na malha urbana de Maceió, determinados pela influência da configuração urbana das áreas em estudo. Foram identificados padrões diferenciados de ocupação do solo e conseqüentemente características quanto aos atributos da forma urbana (item 4.1) e aos atributos bioclimatizantes da forma urbana (item 4.2).

A análise estatística dos dados pôde embasar duas constatações: a primeira diz respeito à interferência do horário de medição nos valores obtidos e a segunda confirma a influência da configuração urbana nos microclimas.

Desse modo, confirmou-se a influência de alguns aspectos urbanos no comportamento microclimático como: a relação entre densidade construída e

temperaturas mais elevadas do que em áreas abertas, diferenças entre áreas pavimentadas e solo natural tanto nos valores de temperatura como na diminuição da umidade relativa do ar e a pouca influência da vegetação dispersa.

Um dos aspectos que também influenciou na determinação de microclimas diferenciados nas áreas em estudo foi a proximidade de massas d'água (Oceano Atlântico e Lagoa Mundaú), evidenciada nos resultados de temperatura e umidade relativa do ar. Foi possível observar que à medida que os pontos se afastam das massas d'água houve um aumento na temperatura do ar e uma diminuição na umidade relativa do ar. Observou-se ainda que essa variação de temperatura mostrou-se pequena ao longo do dia, como também foi pequena a variação entre os pontos, fato que comprovou o efeito termo-regulador das massas d'água.

De acordo com a caracterização física das áreas em estudo pode-se identificar alguns aspectos relevantes que podem influenciar em uma melhor ou pior configuração urbana da área e conseqüentemente amenizar ou intensificar a situação de desconforto encontrada.

A carência de áreas verdes identificada ao longo dos dois transetos demonstra as condições de desconforto decorrente, dentre outros fatores, da falta de um tratamento paisagístico que amenize a radiação solar recebida, gerando áreas de sombra com temperaturas mais amenas, podendo criar espaços mais confortáveis tanto do ponto de vista do conforto ambiental como psicológico. A pouca área verde encontrada mostra-se dispersa e com pouca ou quase nenhuma influência sobre os dados de temperatura e umidade obtidos.

Outro ponto observado é o crescente volume de áreas pavimentadas e edificadas e a substituição do solo natural pelo construído na área estudada, o que obriga a cidade a conviver com superfícies em geral de maior refletividade de radiação solar, de maior emissividade de radiação infravermelha, de maior capacidade térmica e mais secas, que superfícies recobertas por um tipo qualquer de vegetação, conforme já constatado em FARIA; SOUZA (2004).

Ainda sobre os casos em estudo, sendo ambas as áreas locais de grande impacto paisagístico natural, seria interessante torná-las também áreas agradáveis do ponto de vista do conforto ambiental. Ou seja, com intervenções urbanas que ocorressem de modo racional, respeitando as características naturais, estabelecendo

parâmetros para adensamento, verticalização, pavimentação, porcentagem de áreas verdes e áreas livres.

Assim, é importante divulgar o aperfeiçoamento do urbanismo bioclimático, melhorando as condições climáticas a que são submetidos os habitantes das nossas cidades, pois o estudo climático urbano pode orientar o planejamento das cidades através da inserção de medidas que minimizem situações de desconforto existentes e que previnam outras que possam surgir.

OLIVEIRA (1988), confirma a importância do estudo microclimático nas cidades quando afirma que a intensidade das modificações introduzidas pela forma urbana no clima, com conseqüentes efeitos sobre o homem, está subordinada às características da forma urbana que são condicionantes do clima urbano, ao conjunto de suas relações e ao clima pré-existente ou potencialmente semelhante ao da área rural do entorno urbano.

Dessa forma, é essencial que a configuração urbana seja entendida como o conjunto de características naturais e construídas de uma determinada área. Estas devem interagir com as decisões projetuais, desde o projeto ao nível do edifício até o planejamento urbano.

No entanto, a cidade é um organismo muito complexo e certamente a preocupação ambiental é apenas um aspecto a ser considerado no seu processo de construção. Sem dúvida, qualquer tipo de intervenção urbana deverá levar em consideração aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais.

O presente trabalho, portanto, pretende contribuir para o aprimoramento das intervenções urbanas de modo a oferecer aos habitantes uma cidade mais digna, salubre e confortável.

REFERÊNCIAS

ALVA, E. N. Qualidade ambiental urbana. In: *IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 25 a 28 de novembro de 1997, Salvador-BA. Anais do IV ENCAC; 1997, p. 67-71.

ARAÚJO, B. C. Análise ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico. In: *VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 18 a 21 de julho de 2004, São Paulo-SP. Anais do X ENTAC. São Paulo: USP; ANTAC; 2004, (Anais Eletrônico).

ARAÚJO, E. H. S., ARAÚJO, V. M. D., COSTA, A. D. L. Forma Urbana e Climatologia em Natal-RN. In: *VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 25 a 28 de abril de 2000, Salvador-BA. Anais do VIII ENTAC. Salvador: UEFS; ANTAC; 2000, (Anais Eletrônico).

ASSIS, Eleonora S. Bases teóricas para a aplicação da climatologia ao planejamento urbano. In: *IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 25 a 28 de novembro de 1997, Salvador-BA. Anais do IV ENCAC, 1997, p.134-139.

BARBIRATO, G. M. *Aplicação de modelo de balanço de energia para análise de ambiente térmico urbano em Maceió-AL*. 1998, 173f, Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Departamento de Hidráulica e Saneamento, EESC, São Carlos-SP.

BARBIRATO, G.M. et al. Análise de perfis térmicos urbanos em Maceió – AL. In: *IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*, 7 a 10 de maio de 2002, Foz do Iguaçu, PR. Anais do IX ENTAC 2002, p.319 – 325.

_____, G. M. et al. Comparações entre escalas climáticas de análise urbana. In: *VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 11 a 14 de novembro de 2001, São Pedro, SP. Anais do VI ENCAC; 2001 (CD ROM).

_____, G.M. & MATTOS, A. Os modelos de balanço de energia e sua aplicação no planejamento urbano. In: *VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 25 a 28 de abril de 2000, Salvador-BA. Anais do VIII ENTAC. Salvador: UEFS; ANTAC; 2000, (Anais Eletrônico).

BITTENCOURT, L.S. Ventilation as a Cooling Resource For Warm-Humid Climates: An Investigation on Perforated Block Wall Geometry to Improve

Ventilation Inside Low-Rise Building. 1993. Tese de Doutorado Architectural Association Graduate School, Environment and Energy Studies Programme - London.

BITTENCOURT, L. S. et al. A influência da relação entre taxa de ocupação X nº de pavimentos no potencial de ventilação natural dos ambientes internos e externos. In: *Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 4., 1997, Salvador. Anais...* Salvador: ANTAC, 1997. p. 102-106.

BRANCO, A. E. C. O desenho urbano e sua relação com o microclima: um estudo comparativo entre duas áreas centrais em Teresina – Piauí. In: *VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 11 a 14 de novembro de 2001, São Pedro, SP. Anais do VI ENCAC; 2001 (CD ROM).*

CAVALCANTE, E. S.; VELOSO M. F. D. A influência das áreas livres no microclima local: um estudo das praças do conjunto habitacional Ponta Negra em Natal/RN. *VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 11 a 14 de novembro de 2001, São Pedro, SP. Anais do VI ENCAC; 2001 (CD ROM).*

CABÚS, R. C. *Tropical daylighting: predicting sky types and interior illuminance in northeast Brazil.* 2002. 288f. Architecture, University of Sheffield, Sheffield.

COSTA, A.D.L.; ARAÚJO, V.M.D.de. A bioclimatologia como forma de análise da ocupação urbana: estudo de caso para Natal – RN. In: *VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 11 a 14 de novembro de 2001, São Pedro, SP. Anais do VI ENCAC; 2001 (CD ROM).*

COSTA, D.L.C.; ASSIS, E.S. de. Análise de insolação e ventilação em meio urbano através de modelos físicos. In: *VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 11 a 14 de novembro de 2001, São Pedro, SP. Anais do VI ENCAC; 2001 (CD ROM).*

DETWYLER, T. R.; MARCU, M. G. *Urbanization and environment.* Califórnia: Duxbury Press, 1974.

DIMOUDI, A. & NIKOLOPOULOU, M. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and Building*, n. 35, 2003, p.69-76.

DUARTE, D.; SERRA, g. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos. *Téchne*, São Paulo, Nº 64, p. 46-49, 2002.

DUARTE, Denise. Estado da Arte em Clima Urbano e Planejamento. In: *NUTAU 2002*. Anais em (CD ROM).

_____, Denise. A inclusão de Conforto Térmico Urbano nas Regulamentações Municipais no Brasil. In: *NUTAU 2000*. Anais em (CD ROM).

_____, D. Ocupação e clima urbano. In: *VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 25 a 28 de abril de 2000, Salvador-BA. Anais do VIII ENTAC. Salvador: UEFS; ANTAC; 2000, Anais Eletrônico).

DUFNER, K.L. et al. Determination of climate variation within metropolitan areas, phase I summary. *ASHRAE Transaction*, 1993, v.99, p.430-449.

FARIA, J. R. G.; SOUZA, L. C. L. Caracterização do comportamento térmico intra-urbano a partir de medições móveis. In: *VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 18 a 21 de julho de 2004, São Paulo-SP. Anais do X ENTAC. São Paulo: USP; ANTAC; 2004, (Anais Eletrônico).

FERREIRA, C. P. Alguns dados sobre o clima para edificação em Brasília. 1965, Tese de Mestrado, UnB, Brasília-DF.

FERNANDES, P.A. & BARBIRATO, G.M. Análise bioclimática do centro urbano de Maceió – AL. In: *VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 11 a 14 de novembro de 2001, São Pedro, SP. Anais do VI ENCAC; 2001 (CD ROM).

FITCH, J. M. *The Environmental forces that shape it*. New York: Schocken Books, 1971.

GARCÍA, Maria C. M. *Climatologia Urbana*. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1999. Textos Docents – 160p.

GIVONI, B. *Climate considerations in building and urban design*. New York: John Wiley & Sons, 1998.

GIVONI, B. *Cimatic aspects of urban design in tropical climates*. Atmospheric Environment, v. 26B, nº 2, p. 289-299, 1991.

GIVONI, B. Urban design in different climates. Los Angeles, *World Meteorological Organization*, 1989.

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

GOLANY, G. S. Urban design morphology and thermal performance. *Atmospheric Environment*, v. 30, n° 3, p. 455-165, 1996.

GOMES, R. J. *Introdução à compreensão do clima*. Brasília: UnB, 1980. Mimeo.

GOMEZ, F. et al. (1998). Vegetation and climatic changes in a city. *Ecological Engineering*, Volume 10, Issue 4, July 1998, Pages 355-360.

GONÇALVES, W. *Padrões de assentamento de áreas verdes municipais – uma visão crítica*. 1994, Tese de Doutorado. FAUUSP, São Paulo-SP.

HIGUERAS, Esther. *Urbanismo Bioclimático.1997. Criterios Medioambientales en la Ordenación de Asentamientos*. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Madrid.

HONJO, T.; TAKAKURA, T. Simulation of Thermal effects of urban green areas on their surrounding areas. *Energy and Buildings*, n° 15-16, 1990/91, p. 443-446.

HOUGH, Michael. *Naturaleza y Ciudad*. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 1998.

KATZCHNER, Lutz. Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: *IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 25 a 28 de novembro de 1997, Salvador-BA. Anais do IV ENCAC, 1997, p.49-58.

KOENIGSBERGER, O. H. ET AL. *Vivendas y edificios en zonas cálidas e tropicales*. Madrid: Paraninfo, 1977.

KOHLDORF, M.E. *A apreensão do espaço urbano: sobre as possibilidades e limitações das técnicas de análise visual, no casão de Barra do Graças*. 1979, Dissertação de Mestrado - UnB.

LIMA, I. F. *Maceió – A cidade restinga*. Maceió: EDUFAL, 1999, 255p.

LANDSBERG, H.E. *The urban climate*. New York, Academic Press, 1981, 275p.

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

_____, M. A. O clima e a cidade. In: *IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 25 a 28 de novembro de 1997, Salvador-BA. Anais do IV ENCAC, 1997, p.59-62.

LAMAS, J. R. G. *Morfologia Urbana e desenho da cidade*. Lisboa: Fundação CalousteGulbenkian / Junta Nacional de Investigação Científica e tecnológica, 1989.

LEVERATTO, M. J. Propuesta de un metodo para analizar las condiciones microclimaticas en espacios urbanos. In: *V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*. Anais 1999. Fortaleza –CE (CD ROM)

LYNCH, K. *Planificación del sítio*. Barcelona: G. Gilli, 1980.

MAYER, H.; HOPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. In: *Theoretical and applied climatology*, 1987, 38p.

MARQUES, R. S.; ARAÚJO, V.M.D. A influência das prescrições urbanísticas na ventilação urbana: o caso da orla da Praia do Meio em Natal – RN. In: *VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 18 a 21 de julho de 2004, São Paulo-SP. Anais do X ENTAC. São Paulo: USP; ENTAC; 2004, (Anais Eletrônico).

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

MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e clima urbano*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1976, Série Teses e Monografias, nº25.

NERY, J. Et al. Temperatura do ar e padrões de ocupação em Salvador. In: *VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 05 a 07 de novembro de 2003, Curitiba-PR. Anais do VII ENCAC; 2003.

NERY, J. et al. Primeira aproximação para estudo de clima urbano em Salvador. In: *IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 25 a 28 de novembro de 1997, Salvador-BA. Anais do IV ENCAC; 1999, p. 124-128.

_____, J.; ANDRADE, T. Metodologia de avaliação dos fatores microclimáticos. In: *VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 11 a 14 de novembro de 2001, São Pedro, SP. Anais do VI ENCAC; 2001 (CD ROM).

OKE, T. R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. *IOM Report N° 81, 2004. Organiz. www.wmo.ch/web/www/imop/publications/iom-81/iom-81-urbanmetobs.pdf*

OKE, T. R. *Boundary layer climates*. 2.ed. New York: Routledge, 1996, 435p.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly journal of the royal meteorological society*. N° 108, 1982.

OLGYAY, V. *Design with climate*. New Jersey: Princeton University, 1968.

OLIVEIRA, P. M. P. *Metodologia do desenho urbano considerando os atributos bioclimatizantes da forma urbana e permitindo controle do conforto ambiental, do consumo energético e dos impactos ambientais*. Brasília, 1993.

OLIVEIRA, P.M.P. *Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano*. Brasília, 1988. Dissertação de Mestrado, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

OLIVEIRA, J. C. F. *Efeitos diretos e indiretos de variáveis meteorológicas na saúde e qualidade de vida da população urbana da cidade de Maceió-AL*. 2004, Dissertação de Mestrado – PRODEMA/UFPB.

ROMERO, M. A. B.; LIMA, F. M. Forma urbana e sentido de lugar em zonas urbanas centrais: um estudo bioclimático. In: *I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 18 a 21 de julho de 2004, São Paulo - SP. Anais do X ENTAC 2004. (Anais Eletrônico).

_____, M. A. B. *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001. 226p.

_____, M. A. B. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. 2.ed. São Paulo: ProEditores, 2000.128p.

RORIZ, M.; BARBUGLI, R. A. Mapeamento e análise de Micro-climas Urbanos. In: *VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 05 a 07 de novembro de 2003, Curitiba-PR. Anais do VII ENCAC; 2003, p. 592-599.

ROSSETTO, A. M. et al. Proposta de Um Sistema de Indicadores para Gestão de Cidades Visando ao Desenvolvimento Sustentável. In: *I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 18 a 21 de julho de 2004, São Paulo - SP. Anais do X ENTAC 2004. (Anais Eletrônico).

SAMPAIO, A. H. L. Correlações entre o uso do solo e ilhas de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador. 1981. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo-SP.

SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D. N. *Energy and Climate in the urban built environment*. London: James & James, 2001, 402p.

SANTAMOURIS et al. (2001). On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. *Solar Energy*, Volume 70, Issue 3, 2001, Pages 201-216.

SANTANA, A.M.S. de. O desenho urbano e a climatologia em Fortaleza. In: *IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 25 a 28 de novembro de 1997, Salvador-BA. Anais do IV ENCAC; 1997, p. 140-143.

SANTOS, I. G. et al. Influencia da geometria urbana e da inércia térmica na alteração do clima urbano: uma abordagem preditiva. In: *VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 05 a 07 de novembro de 2003, Curitiba-PR. Anais do VII ENCAC; 2003.

SHASHUA – BAR, L.; HOFFMAN, M.E. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street. An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. *Energy and Buildings* 31, 2000, p. 221 – 235.

SILVA, C. A. S. Conforto ambiental urbano – Apropriação e análise de dados microclimáticos. In: *VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 18 a 21 de julho de 2004, São Paulo-SP. Anais do X ENTAC. São Paulo: USP; ANTAC; 2004, (Anais Eletrônico).

SOUZA, L. C. L. de. *Influência da geometria urbana na temperatura do ar ao nível do pedestre*. São Carlos, SP, 1996, 125f. Tese (Doutorado). Departamento de Hidráulica e Saneamento, EESC, Universidade de São Paulo.

SPIRN, Anne W. *O jardim de granito*. São Paulo: EDUSP, 1995.

TAHA, H. urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration and anthropogenic heat. *Energy and Buildings* 25(1997), p. 99-103.

TARIFA, J. R.;ARMANI, G. Unidades climáticas urbanas da cidade de São Paulo (primeira aproximação). In: *Atlas Ambiental do município de São Paulo - FASE I*. Secretaria do Verde e do meio ambiente e Secretaria de Planejamento, Prefeitura Municipal de São Paulo, 2000.

TOMÁS, D.D. Comportamento da umidade relativa do ar em centros urbanos: o exemplo da metrópole de São Paulo. In: *VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, 11 a 14 de novembro de 2001, São Pedro, SP. Anais do VI ENCAC; 2001 (CD ROM).

UNGER, J. Some aspects of the human bioclimate of a medium-sized town and its surroundings. In: *Proceed. Climatology and Air Pollution Conference*. Mendoza, Argentina, 1995, p. 41-49.

VIDAL, R. D. M. Análise bioclimática da área do campus da UFRN. In: *IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 25 a 28 de novembro de 1997, Salvador-BA. Anais do IV ENCAC*; 1997, p. 107-109.

VIDAL, R. D. M. *Influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade de Natal*. Brasília, 1991. Dissertação (mestrado). Apresentada ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 1991.

YEANG, Ken. *Proyectar com la naturaleza*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SA, 2000.

PESQUISA ELETRÔNICA

www.ibge.gov.br

www.labeee.ufsc.br

www.maceio.idoneos.com

