

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO
MESTRADO EM DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO
DEHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Caracterização climática da cidade de Maceió
como subsídio a decisões de planejamento.**

Juliana Duarte de Melo

Maceió
2009.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

JULIANA DUARTE DE MELO

Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Gianna Melo Barbirato

Maceió
2009.

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- M528 Melo, Juliana Duarte de.
 Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento / Juliana Duarte de Melo, 2009.
 xviii, 147 f. : il., gráfs., tabs. e mapas.
- Orientadora: Gianna Melo Barbirato.
 Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo : Dinâmica do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Maceió, 2009.
- Bibliografia: f. 140-146.
 Anexos: f. 147.
1. Planejamento urbano – Maceió (AL). 2. Arquitetura e clima – Análise.
 I. Título.

CDU: 728(813.5)



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO EM DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO
DEHA

Juliana Duarte de Melo

Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

BANCA EXAMINADORA:

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

Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt

Prof. Dr. Flávio Antônio Miranda de Souza

Prof.^a. Dr.^a. Virgínia Maria Dantas de Araújo



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Agradecimentos

Existem pessoas em nossas vidas que nos trazem alguma contribuição pelo simples fato de terem cruzado o nosso caminho. Outras percorrem ao nosso lado, nos apoiando em todos os instantes, dando-nos a virtude de sua xgratidão. A todas elas agradeço.

Agradeço a Deus por imensa sabedoria, pela oportunidade de poder viver este momento e me entregar a esta tarefa tão sonhada. Obrigada senhor pela virtude com a qual tem conduzido o meu caminho.

A meus pais de quem recebi os princípios formadores de minha personalidade e que se doaram inteiramente, por vezes renunciaram seus sonhos para que os meus fossem realizados. Vocês que me incentivaram a prosseguir na jornada, sem temer os obstáculos, sempre com muito amor, carinho e confiança.

A meu irmão Filipe pelos momentos de descontração, carinho e entusiasmo.

Ao meu noivo Philippe pela compreensão nos momentos de ausência, pela paciência e apoio diante das dificuldades.

A todos os docentes que fazem o Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado, que contribuíram direta ou indiretamente para o amadurecimento deste trabalho, professores os quais me orgulho de ter usufruído um pouco de seus conhecimentos.

A minha orientadora Gianna Barbirato pelas lições de saber, pela generosidade em dividir seus conhecimentos, pelas orientações constantes, por toda assistência e incentivo. Obrigada pela amizade e esforço na concretização desse trabalho.

Aos professores Geraldo Magela e Verônica Robalinho obrigada pela oportunidade de realizar o estágio docência, atividade de grande valia na aquisição de experiência acadêmica, pelos ensinamentos transmitidos, materiais de pesquisa disponibilizados para a execução deste trabalho e imagens aéreas fundamentais na análise do objeto de estudo.

Ao Grupo de Estudos em Conforto Ambiental, obrigada pela acolhida, momentos vividos e experiências compartilhadas.

Aos amigos conquistados nestes dois anos de mestrado, Isabela, Elza, Tainá obrigada pelo companheirismo na luta por um mesmo sonho. A amiga Íria, mesmo distante, sempre presente.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

A professora Simone Torres obrigada pelas sugestões a este trabalho e o conhecimento compartilhado.

A todos os amigos, muito abrigada pelos instantes divididos e pelo incentivo na busca dessa conquista.

A Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento de Maceió – SMPD pelos dados e bases cartográficas fornecidos.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do estado de Alagoas - FAPEAL pela concessão da bolsa indispensável na realização deste trabalho.

Minha sincera gratidão.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Todas as 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 criou 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, p. 29).



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Resumo

O conhecimento sobre as transformações climáticas da cidade são instrumentos que podem auxiliar no entendimento das questões ambientais urbanas e na tomada de decisões no planejamento das cidades. Diante disto o presente trabalho caracteriza a cidade de Maceió segundo princípios climáticos, a fim de que as informações obtidas possam auxiliar em futuras intervenções arquitetônicas e urbanísticas e que critérios climáticos sejam incorporados ao planejamento da cidade, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida de seus cidadãos. Nesse sentido, mapas de topografia, uso do solo, ocupação do solo, altura de edificações e de áreas verdes foram elaborados, aliado à análise dos atributos bioclimatizantes da forma urbana. O resultado das análises dos referidos atributos constatam a influência da área urbana sobre as características térmicas e dinâmicas do lugar. A conformação urbana é, em grande parte de Maceió, a responsável por transformações da qualidade térmica dos espaços externos, devido às alterações causadas pelo excesso de impermeabilização do solo, aumento de superfícies construídas e alteração do regime de ventos. As porções localizadas em cotas mais baixas em relação ao nível do mar, como a planície litorânea e lagunar, apresentam densidade de construções e condições climáticas potencialmente desfavoráveis se comparadas às áreas mais altas da cidade, pois abrigam os núcleos iniciais de povoação da cidade, no qual sua conformação urbana, por vezes, é marcada pela baixa porosidade da malha urbana. A diversidade de uso do solo, o predomínio de núcleos urbanos com edificações com alturas uniformes e a má distribuição das áreas verdes urbanas configuram o cenário urbano de Maceió. A produção do mapa climático urbano e o estabelecimento de zonas climaticamente caracterizadas na cidade possibilitaram identificar zonas que devem ser protegidas, preservadas ou melhoradas sob o ponto de vista climático. A comparação do macrozoneamento estabelecido pelo Plano Diretor de Maceió para o uso e ocupação do solo com o zoneamento climático proposto pelo presente trabalho, mostrou uma clara dificuldade de articulação entre as legislações urbanísticas determinantes da ocupação do solo do município com os condicionantes climáticos da cidade. A fim de auxiliar a tomada de decisões no planejamento urbano, são traçadas algumas diretrizes que incluem aspectos relacionados a qualidade climática do espaço urbano, visto que são pouco exploradas na legislação urbana de Maceió. A pesquisa comprova a importância de se incorporar informações climáticas para o planejamento de Maceió, tendo em vista possíveis danos que podem ser causados pelo modelo atual de ocupação do solo. Da mesma forma, os



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

resultados podem ser aproveitados no planejamento da ocupação de novas e antigas áreas da cidade, a fim de que estas respondam positivamente as características climáticas locais.

PALAVRAS CHAVES: Clima Urbano, Análise Climática, Planejamento Urbano.



Abstract

Knowledge on climate change in the city is an instrument which can help with the understanding of urban environmental questions as well as with decision making in cities planning. Therefore the present work characterizes the city of Maceió according to climatic principles, so that the information obtained can help with future architectural and urban interventions and that the climatic criteria is incorporated to the city planning, contributing to a better quality of life of its citizens. In this sense, topography, soil usage, soil occupation, buildings height and green areas maps were elaborated, allied to the analysis of bioclimatizing attributes of the urban form. The result of the analysis of the aforementioned attributes verifies the influence of the urban area on the thermal and dynamic characteristics of the place. In great part of Maceió the urban conformity is responsible for transformations on the thermal quality of its external spaces, due to the alterations caused by the excess of soil impermeabilization, increase of built-on surfaces and wind regime alteration. The portions located in lower quotas in relation to the sea level, like the coastal and lagoon plain, present potentially unfavorable building density and climate conditions if compared to higher parts of the city, for they hold its initial population nuclei, where urban conformity is at times marked by the low porosity of the urban grid. The diversity in soil use, the predominance of urban nuclei with uniform height edifications and bad distribution of green urban areas configure the urban scenario in Maceió. The production of the urban climate map and the establishment of climatically characterized zones in the city made it possible to identify which zones must be protected, preserved or improved under the climatic viewpoint. The comparison between the macrozoning established by the Director Plan of Maceió for soil use and occupation with the climate zoning proposed by the present work, showed a clear difficulty concerning the articulation between urban legislations which determine the soil occupation in the city and its climate conditioners. In order to help with the decision making involved in urban planning, a few guidelines have been created. Those include aspects related to the climate quality in the urban space, as they are little explored in the urban legislation of Maceió. The research confirms the importance of incorporating climate information to the planning of Maceió, considering the possible damages that can be caused by the present model of soil occupation. In the same way, the results can be used in the occupation planning of new and old areas of the city, so that they answer positively to the local climate characteristics.

Key-words: Urban Climate, Climate Analysis, Urban Planning.



Lista de Ilustrações

Ilustração 1: Esquema representativo das escalas climáticas horizontais. Fonte: Adaptado de Oke (2006).....	28
Ilustração 2: Descrição esquemáticas das camadas verticais da atmosfera segundo Oke (2006). Fonte: Adaptado de Oke(2006).	29
Ilustração 3: Diagrama esquemático sobre as etapas do método de investigação do clima urbano desenvolvido por Katzchner (1997). Fonte: Adaptado de Katzschner, 1997.....	38
Ilustração 4: Síntese da metodologia do urbanismo bioclimático empregado nas cidades europeias. Fonte: Adaptado de Higuera, 2006.....	41
Ilustração 5: Índice sugerido por Duarte(2000) Fonte: Adaptado de Duarte(2000).....	48
Ilustração 6: Localização da cidade de Maceió.....	55
Ilustração 7: Divisão territorial do município de Maceió demarcando sua área urbana e rural. Fonte: adaptado a partir da base cartográfica da Prefeitura Municipal de Maceió (2005).....	55
Ilustração 8: Mapa da cidade de Maceió com demarcação dos 50 bairros do município e a densidade populacional por bairro. Fonte: Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento, 2005.....	56
Ilustração 9: Gráfico dos Valores mensais de temperatura média máxima, média mínima e média. Fonte: Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – Período -1961-1990.....	57
Ilustração 10: Gráfico dos Valores mensais de umidade relativa média de Maceió. Fonte: Normais Climatológicas do Instituto Nacional de meteorologia – INMET – Período -1961-1990.....	57
Ilustração 11: Gráfico dos Valores mensais de precipitação média de Maceió. Fonte: Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – Período -1961-1990.....	58
Ilustração 12: Frequência da direção dos ventos (em %) para a cidade de Maceió. Fonte: Apud Passos, 2009.....	58
Ilustração 13: Mapa da cidade de Maceió com a divisão de bairros com destaque para os bairros do início da urbanização de Maceió. Fonte: Adaptado a partir da base cartográfica da Prefeitura Municipal de Maceió de 1998.....	62
Ilustração 14: Praça Sinimbu no início do século XX. Fonte: Museu da imagem e do som - MISA.....	62
Ilustração 15: Vista aérea dos bairros com características de adensamento em Maceió: Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca. Fonte: Marcedo, 2007.....	64



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Ilustração 16: Vista aérea do litoral norte de Maceió, nova área de expansão e especulação do município. Fonte: Marcedo, 2007.	64
Ilustração 17: Ocupação em encostas no bairro do Mutange. Fonte: MACEIÓ, 2005a.	64
Ilustração 18: Ocupação na região dos tabuleiros de Maceió. Fonte: Marcedo, 2007.	65
Ilustração 19: Diferença de nível entre a planície litorânea e a região de tabuleiro. Desenho sem escala.	71
Ilustração 20: Mapa geomorfológico do município de Maceió. Fonte: Adaptado a partir da base cartográfica da Prefeitura Municipal de Maceió, 2005.	72
Ilustração 21: Mapa de Topografia de Maceió. Fonte: Mapa elaborado a partir do mapa topográfico da Secretaria Municipal de Planejamento.	73
Ilustração 22: Perfil esquemático da topografia de Maceió, com incidência dos ventos predominantes.	74
Ilustração 23: Habitações subnormais em favelas no bairro do Tabuleiro dos Martins em Maceió - AL.	77
Ilustração 24: Residências de classe baixa no bairro do Vergel do Lago na orla Lagunar de Maceió.	77
Ilustração 25: Residências em encostas no bairro do Jacintinho em Maceió.	77
Ilustração 26: Conjuntos habitacionais em Maceió no Bairro do Poço. Fonte: Organização Arnon de Melo, 2007.	77
Ilustração 27: Residência de classe alta em condomínio fechado em Maceió. Fonte: http://fotosdealagoas.blogspot.com/2008	77
Ilustração 28: Edifícios multifamiliares de classe média alta na orla marítima do bairro de Ponta Verde em Maceió.	77
Ilustração 29: Mapa de uso do solo de Maceió. Fonte: Mapa produzido a partir de visitas in loco e informações da Secretaria Municipal de Planejamento de Maceió.	78
Ilustração 30: Mapa de segmentação dos pólos residenciais em Maceió, segundo o poder aquisitivo da população. Elaborado a partir de dados da Organização Arnon de Melo, 2006.	79
Ilustração 31: Comércio informal nas proximidades do Mercado da Produção de Maceió no bairro da Levada.	79
Ilustração 32: Comércio varejista no centro de Maceió. Fonte: www.cdlmaceio.com.br	79
Ilustração 33: Comércio informal na linha ferroviária no bairro da Levada.	80
Ilustração 34: Comércio formal e informal em via do bairro do Jacintinho.	80
Ilustração 35: Indústria Química Brasken. Fonte: Marcedo, 2007.	81



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Ilustração 36: Indústria Sococo. Fonte: www.sococo.com.br. 81

Ilustração 37: Imagem satélite de Maceió em 11 de junho de 1990. Os tons esverdeados das imagens caracterizam áreas construídas em Maceió. Fonte: Araújo, 2006. 83

Ilustração 38: Imagem satélite de Maceió em 21 de setembro de 1998. Os tons esverdeados das imagens caracterizam áreas construídas em Maceió. Fonte: Araújo, 2006. 83

Ilustração 39: Imagem satélite de Maceió em 03 de setembro de 2003. Os tons esverdeados das imagens caracterizam áreas construídas em Maceió. Fonte: Araújo, 2006 83

Ilustração 40: Mapa de ocupação do solo de Maceió. Fonte: Mapa produzido a partir do mapa de edificações fornecido pela Secretaria Municipal de Planejamento. 84

Ilustração 41: Ocupação do solo na planície lagunar de Maceió. 85

Ilustração 42: Ocupação irregular e densidade ocupacional às margens da lagoa Mundaú. Fonte: Marcedo, 2007. 86

Ilustração 43: Encosta ocupada ilegalmente no bairro do Jacintinho. 86

Ilustração 44: Área ocupada ilegalmente no bairro do Reginaldo. Fonte: Marcedo, 2007. 86

Ilustração 45: Configuração urbana e forma de ocupação do solo na região norte da planície litorânea de Maceió. 87

Ilustração 46: Configuração urbana e forma de ocupação do solo na região dos tabuleiros de Maceió. 89

Ilustração 47: Configuração urbana do conjunto Benedito Bentes. Fonte: Marcedo, 2007. 89

Ilustração 48: Fluxo de vento em distintos arranjos construtivos urbanos. Arranjo escalonado e arranjo ortogonal, respectivamente. Fonte: Bittencourt; Cândido (2005, p. 47). 90

Ilustração 49: Densidade construtiva na orla lagunar de Maceió. Fonte Marcedo, 2007. 91

Ilustração 50: Mapa de localização dos principais eixos estruturantes do espaço urbano de Maceió. 92

Ilustração 51: Configuração urbana na circunvizinhança da avenida Fernandes Lima com indicação da incidência dos ventos predominantes oriundos do nordeste no traçado da cidade. 92

Ilustração 52: Configuração ortogonal na orla marítima de Maceió e permeabilidade da malha urbana aos ventos nordeste. Fonte: www.googleearth.com, acesso em janeiro de 2009. 94

Ilustração 53: Configuração urbana na região da planície lagunar de Maceió. Descontinuidade da trama dificulta a permeabilidade dos ventos na malha urbana. Fonte: www.googleearth.com, acesso em janeiro de 2008. 94



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Ilustração 54: Mapa de representação de áreas permeáveis e impermeáveis em Maceió. Fonte: adaptado da Secretaria Municipal de Planejamento de Maceió. 95

Ilustração 55: Mapa de alturas de edificações em Maceió. Fonte: Produzido a partir de imagens aéreas da cidade e visitas in loco..... 96

Ilustração 56: Aglomeração de edificações verticais na planície litorânea de Maceió. 97

Ilustração 57: Conjuntos habitacionais de 4 pavimentos localizado no bairro do poço em Maceió, AL. Fonte: Marcedo, 2007. 97

Ilustração 58: Zoneamento urbano de Maceió definido pelo Código de Urbanismo e Edificações de Maceió. Fonte: Maceió, 2007..... 98

Ilustração 59: Verticalização no Centro de Maceió..... 99

Ilustração 60: Verticalização no bairro do Farol. Fonte: Marcedo, 2007..... 99

Ilustração 61: Ocupação do solo na planície lagunar de Maceió, com predomínio da horizontalidade. 99

Ilustração 62: Ocupação das encostas na cidade de Maceió, com predomínio da horizontalidade de edificações..... 100

Ilustração 63: Ocupação das encostas na cidade de Maceió, com predomínio da horizontalidade de edificações..... 100

Ilustração 64: Ocupação da região dos tabuleiros na cidade de Maceió, apresentando uniformidade de alturas de edificações. 101

Ilustração 65: Ocupação da região dos tabuleiros na cidade de Maceió, apresentando uniformidade de alturas de edificações. 101

Ilustração 66: Mapa de Áreas Verde de Maceió. Fonte: Produzido a partir de imagens aéreas, dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Planejamento e visitas in loco. 104

Ilustração 67: Distribuição espacial das áreas verdes urbanas em Maceió, com destaque para concentração dessas áreas a norte do município, conforme constatado nas imagens A, B, C, E. Ao mesmo tempo em áreas como a planície litorânea a carência dessas áreas é notável, como visto nas imagens G,H,I. Já as margens da lagoa mundaú ainda conservam alguns resquícios de massa vegetada, visto nas imagens J, M..... 105

Ilustração 68: Ocupação de encostas e degradação da área vegetada em Maceió. Fonte: Marcedo, 2007..... 106

Ilustração 69: Arborização em canteiro central da Avenida Sandoval Arroxelas no bairro de Ponta Verde, Maceió - AL. Fonte: www.skyscrapercity.com..... 106



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Ilustração 70: Cinturão verde ao redor da indústria química Braskem. Fonte Marcedo, 2007.
 107

Ilustração 71: Resquícios de vegetação de mangue às margens da Lagoa Mundaú..... 107

Ilustração 72: Vegetação presente no interior de lotes na planície lagunar de Maceió..... 107

Ilustração 73: Parque municipal de Maceió. 108

Ilustração 74: Reserva de mata atlântica em pleno tecido urbano de Maceió. Fonte: Marcedo, 2007. 108

Ilustração 75: Concentração de áreas verdes na região dos tabuleiros. Fonte: Marcedo, 2007.
 108

Ilustração 76: Mapa de densidade construtiva de Maceió. Fonte: Produzido a partir de imagens aéreas, dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Planejamento e visitas in loco.
 111

Ilustração 77: Imagem Landsat que demonstra a distribuição da temperatura das superfícies na cidade de Maceió. Fonte: Produzida por Ricardo Barbosa a partir do algoritmo do softwear Idrise, denominado thermal. 113

Ilustração 78: Incidência dos ventos predominantes no tecido urbano de Maceió. Fonte: adaptado pela autora. 113

Ilustração 79: Incidência dos ventos predominantes na região da lagoa Mundaú e a dificuldade de permeabilidade dos ventos na região. Fonte: Marcedo, 2007..... 114

Ilustração 80: Penetração dos ventos predominantes na malha urbana da planície litorânea, com a criação de corredores de ventilação através das vias. Fonte: Produzido a partir de imagem do Google earth..... 114

Ilustração 81: Incidência dos ventos predominantes na região de verticalização na planície litorânea de Maceió, com a ocorrência de áreas com sombra de ventilação. Fonte: adaptado de Marcedo, 2007. 115

Ilustração 82: Mapa de localização dos perfis esquemáticos traçados de forma subsidiar a análise climática. 115

Ilustração 83: Perfil esquemático de Maceió N° 1 com demonstração do padrão de ventilação na região da planície. 116

Ilustração 84: Perfil esquemático de Maceió N° 2 com demonstração do padrão de ventilação na região de topografia acidentada. 116

Ilustração 85: Ocupação urbana em encostas e incidência dos ventos predominantes. Fonte: adaptado de Marcedo, 2007..... 116



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Ilustração 86: Perfil esquemático de Maceió N° 3 com padrão de ventilação na região de topografia acidentada.....	117
Ilustração 87: Incidência dos ventos predominante da região dos tabuleiros de Maceió. Fonte: Produzido a partir de imagem do Google earth.....	117
Ilustração 88: Mapa climático de Maceió.	119
Ilustração 89: Mapa de classificação da cidade de Maceió em zonas climaticamente caracterizadas.....	121
Ilustração 90: Macrozoneamento urbano de Maceió. Fonte: Maceió, 2005.	125
Ilustração 91: Sobreposição do Macrozoneamento urbano de Maceió com o mapa de zonas climaticamente caracterizadas evidenciando a identificação de zonas convergentes entre os zoneamentos.	127
Ilustração 92: Área de Adensamento Controlado estabelecida pelo Plano Diretor de Maceió e sua correspondência no mapa de zonas climaticamente caracterizadas.....	128
Ilustração 93: área de Estruturação Urbana estabelecida pelo Plano Diretor de Maceió e sua correspondência no mapa de zonas climaticamente caracterizadas.	129
Ilustração 94: Área de Implantação de Infra-estrutura estabelecida pelo Plano Diretor de Maceió e sua correspondência no mapa de zonas climaticamente caracterizadas.	130
Ilustração 95: Área de Expansão Urbana estabelecida pelo Plano Diretor de Maceió e sua correspondência no mapa de zonas climaticamente caracterizadas.	132
Ilustração 96: Área de Restrição a Ocupação estabelecida pelo Plano Diretor de Maceió e sua correspondência no mapa de zonas climaticamente caracterizadas.	133



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Lista de Quadros

Quadro 1: Alterações climáticas produzidas pelas cidades	26
Quadro 2: Classificação das Zonas Climáticas Urbanas	31
Quadro 3: Clima urbano e escalas de planejamento.....	42
Quadro 4: Atributos bioclimatizantes da forma urbana.	45
Quadro 5 : Diretrizes para intervenções em climas quente e úmido.	60



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Lista de Tabelas

Tabela 1: Normais Climatológicas de Maceió (1961-1990)	59
Tabela 2: Cálculo dos recuos obrigatórios para edificações em Maceió.....	88



Sumário

Agradecimentos	III
Resumo	VI
Abstract.....	VIII
Lista de Ilustrações	IX
Lista de Quadros	XV
Lista de Tabelas	XVI
Sumário.....	XVII
Introdução.....	19
Objetivo Geral	22
Objetivos Específicos	22
Estrutura da dissertação	23
1 Revisão Bibliográfica e Fundamentação Teórica.....	24
1.1 O Clima Urbano.....	24
1.2 As escalas climáticas urbanas	27
1.3 O clima urbano no planejamento das cidades.....	32
1.4 O clima urbano e o planejamento das cidades no Brasil	43
2 Procedimentos Metodológicos	52
3 Maceió - O objeto de estudo.....	55
3.1 Perfil climático.....	56
3.2 A ocupação do solo em Maceió.....	61
3.3 Legislação urbana municipal e a componente climática.....	66
4 Caracterização climática de Maceió	70
4.1 Fatores condicionantes do clima.....	70
4.1.1 Topografia	70
4.1.2 Uso do solo	76
4.1.3 Ocupação do Solo.....	82
4.1.4 Altura de edificações	95
4.1.5 Áreas verde	103
4.2 Mapa Climático Urbano.....	109
4.3 Classificação de zonas climaticamente caracterizadas	120



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

4.4	Análise comparativa da classificação de zonas climaticamente caracterizadas com o macrozoneamento urbano de Maceió	125
	Recomendações e Conclusão.....	135
	Referências	140
	Apêndices	147
	Apêndice A - Mapa de Topografia de Maceió	147
	Apêndice B - Mapa de Uso do Solo de Maceió	147
	Apêndice C - Mapa de Ocupação do Solo de Maceió.....	147
	Apêndice D - Mapa de Altura de Edificações de Maceió	147
	Apêndice E - Mapa de Áreas Verdes Urbanas de Maceió	147
	Apêndice F - Mapa de Densidade Construtiva de Maceió	147
	Apêndice G - Mapa de Climático de Maceió	147
	Apêndice H - Mapa de classificação da cidade de Maceió em zonas climaticamente caracterizadas.....	147



Introdução

O processo de crescimento das áreas urbanas é caracterizado por uma substituição do ecossistema natural por estruturas artificiais, acarretando em impactos no clima local. Acerca disso Gonçalves afirma que:

O processo de urbanização é bastante significativo em termos de modificação do clima em escala local. A materialidade física da cidade e as atividades dela decorrentes promovem alterações nos balanços energético, térmico e hídrico resultantes, trazendo como conseqüências modificações importantes nas propriedades físicas e químicas da atmosfera, propiciando, assim, a criação de condições climáticas distintas das áreas não urbanizadas (GONÇALVES, 2003, p.76).

O cenário urbano é marcado por transformações que contribuem para a modificação da atmosfera urbana, dentre essas a retirada de vegetação nativa, a impermeabilização excessiva do solo, emissão de poluentes no ar, ocupação de encostas e margens de cursos d'água, adensamento em determinadas áreas da cidade (ASSIS, 2006).

Algumas das principais evidências das modificações climáticas nas cidades são: o aumento da temperatura do ar, alterações na direção e velocidade dos ventos, diminuição da umidade relativa do ar, diminuição das áreas verdes urbanas e mudança nas propriedades térmicas dos materiais constituintes das superfícies.

O ambiente urbano tem, ainda, uma influência significativa na determinação da qualidade térmica dos espaços internos da edificação e o conseqüente aumento no consumo de energia, demandado para a obtenção do conforto ambiental nas edificações. Está, muitas vezes, atrelado a uma organização espacial urbana incompatível com as características do meio em que se insere e com o clima local (SANTAMOURIS, 2001).

Alguns autores, como Hough (1998) e Santamouris (2001), afirmam que a urbanização, dentre outros aspectos, é responsável pelo aumento da demanda energética “per capita” nas cidades, necessária para a obtenção do conforto térmico no interior de edificações. As áreas urbanas e as edificações inseridas neste contexto demandam mais energia para obtenção do conforto ambiental, o que pode ser previamente solucionado com um planejamento urbano climaticamente adequado.

O modelo de urbanização adotado por grande parte das cidades, inclusive as brasileiras, tem se caracterizado pela expansão e segregação espacial da malha urbana, atrelado à desconsideração das características climáticas locais. Da mesma forma, grande parte dos



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

instrumentos de legislação urbana, responsáveis pela ordenação da cidade, nem sempre contribuí para assegurar a salubridade e o conforto térmico urbano necessário.

Por isso, o planejamento urbano deve agregar informações resultantes de estudos de clima urbano. Segundo KATZSCHNER (1997), o estudo do clima urbano é um instrumento para o planejamento das cidades, por considerar aspectos climaticamente relevantes diante do cenário do crescimento urbano, evitando que as intervenções sobre o meio natural prejudiquem os recursos que o sítio oferece, assegurando a circulação e renovação das massas de ar na cidade.

Estudos que abordam o clima urbano têm contribuído para o entendimento das questões climáticas nas cidades. No entanto a aplicação de tais estudos as legislações de apoio ao planejamento urbano como planos diretores e códigos de obras ainda é restrita. Isso se dá, entre outros fatores, pela abordagem fragmentada e desintegrada entre os diversos campos de conhecimento envolvidos no processo (ASSIS, 2005).

O caráter, muitas vezes climaticamente danoso, assumido pelo crescimento das cidades no Brasil e obrigatoriedade da implantação de Planos Diretores, a partir do Estatuto da Cidade, justifica a necessidade de informações climáticas mais específicas que venham a auxiliar no planejamento urbano e projeto de edificações.

O aproveitamento dos condicionantes climáticos locais ainda não é uma prática incorporada às ações do planejamento urbano no país, da mesma forma que a definição de parâmetros urbanísticos não é feita com base nas condições climáticas de cada localidade (COSTA; ARAÚJO, 2001).

Questões como a qualidade do ambiente urbano, sobretudo as mudanças climáticas causadas pela ocupação do solo e o conforto ambiental urbano devem ser pensados pelos planejadores urbanos, incorporados às legislações urbanísticas e ao projeto arquitetônico de edificações (DUARTE,2000; OKE, 1984).

A relevância dos parâmetros climatológicos na construção do espaço urbano e das edificações torna-se um arcabouço importante, a fim de se construir um espaço habitado em conformidade com as condições ambientais e climáticas do local.

O projeto urbano baseado em informações sobre nas características climáticas locais pode proporcionar melhores condições climáticas dos espaços. No entanto, não há parâmetros nem modelos de projeto universais com possibilidade de serem utilizados indiscriminadamente em



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

qualquer localidade, visto que o clima se modifica nas diversas latitudes e longitudes, a capacidade de adaptação e a relação das pessoas com ele também se modificam (CARVALHO, 2006).

Na cidade de Maceió, como a maioria das cidades brasileiras, o cenário não é diferente. Modificações do sítio natural e alterações climáticas decorrentes da urbanização se fazem presente no contexto da cidade, porém, em escala inferior se comparada às grandes cidades e metrópoles brasileiras que passaram por processo de industrialização e urbanização mais intenso. Mas as transformações urbanas na cidade merecem ser avaliadas especialmente sob o ponto de vista da qualidade climática da cidade, a fim de evitar efeitos negativos ao clima urbano, causados pela implantação da forma urbana.

Nas últimas décadas, Maceió vem passando por um processo de crescimento urbano acelerado. Tal fato caracteriza-se pela ocupação e expansão da malha urbana, aumento da impermeabilização do solo, má distribuição e conservação de áreas verdes urbanas. Em alguns bairros, há um processo de adensamento do solo, com a substituição de moradias unifamiliares por multifamiliares ou por empreendimentos de comércio ou serviços provocando mudanças na dinâmica urbana da cidade. Tais alterações acarretam, entre outros aspectos, mudanças no comportamento térmico do espaço urbano e das edificações.

Com a Lei municipal Nº 5486 de 30/12/2005 (MACEIÓ, 2005) é instituído o Plano Diretor do Maceió como o principal instrumento da política de desenvolvimento urbano e ambiental da cidade. O modelo de cidade proposto pelo documento baseia-se na distribuição da população em função da otimização da infra-estrutura existente, tendo em vista potencializar a ocupação do solo condicionada a melhorias de infra-estrutura. No entanto, outros aspectos relevantes, como os condicionantes climáticos locais, deveriam ser destacados.

A cidade deve ser atentamente monitorada de modo que sua forma urbana não interfira negativamente na qualidade do clima local. É necessário que a organização do espaço urbano potencialize o aproveitamento das variáveis climáticas, priorizando o uso de recursos naturais de climatização para obtenção do conforto ambiental no espaço habitado.

Neste sentido, a urbanização é um fato necessário e irreversível que deve ser acompanhado por decisões de planejamento urbano adequadas à realidade climática local. Sendo assim, torna-se evidente a relevância da utilização dos princípios climáticos na



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

conformação do espaço urbano de Maceió, onde o planejamento urbano ainda pouco considera as questões climáticas para o ordenamento urbano do município.

Espera-se, com este trabalho, promover discussões acerca dos reflexos da ocupação do solo na qualidade climática do espaço urbano e arquitetônico de Maceió, bem como ressaltar a importância de informações relativas à climatologia urbana para o planejamento das cidades, despertando para importância da aplicação desse instrumento como informação complementar ao uso e ocupação do solo urbano.

A possibilidade de aplicação dos conhecimentos climáticos ao processo de planejamento urbano pode permitir a continuidade do crescimento urbano de forma equilibrada. Nesse contexto, torna-se importante o desenvolvimento de pesquisas climáticas que auxiliem o planejador urbano na organização dos espaços citadinos, fundamentadas não apenas em critérios de desenho, mas também com ênfase no conforto térmico dos ambientes urbanos.

Assim, considera-se importante que reflexões relativas aos impactos climáticos causados pelas intervenções arquitetônicas e urbanísticas sejam consideradas no planejamento da forma urbana e de seu uso e ocupação, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.

Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo caracterizar a cidade de Maceió – AL segundo princípios climáticos de forma a auxiliar o planejamento urbano na tomada de decisões quanto ao ordenamento da ocupação do solo do município.

Objetivos Específicos

O trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Descrever e analisar as condições climáticas do espaço urbano de Maceió;
- Classificar a cidade sob princípios de adequação climática identificando áreas que devem ser protegidas climaticamente, áreas a serem preservadas e áreas que necessitam de melhorias;
- Transformar as informações obtidas em diretrizes que sirvam de subsídio às legislações municipais com vistas a futuras intervenções arquitetônicas e urbanísticas.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Estrutura da dissertação

Esta dissertação de mestrado está estruturada em seis capítulos, a fim de atingir os objetivos propostos.

O primeiro capítulo diz respeito à introdução do trabalho. O segundo capítulo corresponde à revisão bibliográfica e fundamentação teórica essencial para a compreensão da problemática. Neste capítulo busca-se compreender questões concernentes ao clima urbano, escalas climáticas urbanas e o estado da arte envolvendo as pesquisas do clima urbano e o planejamento das cidades.

O terceiro capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados para a caracterização climática da cidade de Maceió.

O quarto capítulo aborda questões referentes à cidade de Maceió, seu perfil climático, ocupação do solo e abordagem dada à componente climática pela legislação municipal.

O quinto capítulo compreende a caracterização climática da cidade de Maceió a partir da aplicação do procedimento metodológico proposto para a investigação. O resultado é a produção de um mapa climático da localidade, a identificação de zonas climaticamente caracterizadas e a comparação do zoneamento climático proposto com o macrozoneamento para o uso e ocupação do solo de Maceió definido pelo Plano Diretor Municipal (MACEIÓ, 2005).

Por fim, são sugeridas algumas recomendações gerais para o planejamento urbano e descritas as conclusões do trabalho onde se ressaltou os principais aspectos da pesquisa.



1 Revisão Bibliográfica e Fundamentação Teórica

Esta primeira seção do trabalho corresponde à Revisão Bibliográfica e serve de aporte teórico para este trabalho. O entendimento do clima urbano, escalas climáticas, clima urbano e o planejamento das cidades no contexto internacional e brasileiro são abordados nesta seção.

1.1 O Clima Urbano

É característico da espécie humana modificar e se apropriar da natureza em virtude da evolução de suas necessidades individuais e coletivas.

Uma das expressões mais contundentes da capacidade social de se apropriar da natureza e transformá-la é a cidade. A cidade emerge como uma “forma de organização do espaço” (CASTELLS, 2006, p.40) fruto da evolução dos modos de produção e das relações da sociedade, apresentando um metabolismo próprio de organização.

O processo de desenvolvimento das cidades gerou modificações, cujas conseqüências repercutem não só na qualidade de vida das populações, devido à alta concentração de atividades e densidade construtiva e demográfica, como também no desequilíbrio do meio ambiente. Este processo vem provocando modificações substanciais no balanço de energia, na paisagem e na concentração de poluentes acentuando a escala dos processos de deterioração ambiental (LOMBARDO, 1985).

Desde então a cidade passou a atuar como um grande modificador do clima local, configurando o que se pode chamar de clima urbano. Este “(...) é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO, 2003, p.19).

Para Gonçalves (2003, p.76) o clima urbano:

(...)surge como a maior expressão de poder de decisão do homem sobre as características atmosféricas e ecológicas de um lugar. Os vetores fundamentais de sua geração são, pois, o sítio, a morfologia urbana e a função urbana, constituindo um dos parâmetros mais importantes de análise da qualidade ambiental urbana, imprescindível aos estudos de planejamento das cidades.

As atividades antrópicas realizadas no âmbito da cidade como o aumento do fluxo de veículos, redução de áreas verdes, adensamento de edificações, impermeabilização do solo, interferem, sobretudo, no balanço de energia das áreas urbanas.

Algumas características que diferem o clima da cidade de uma área rural são: a forma rugosa da estrutura urbana; a mudança na propriedade térmica dos materiais constituintes das



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

coberturas, uma vez que interfere modificando o albedo¹; a quantidade de energia calorífica proveniente dos sistemas de refrigeração; menor índice de evaporação devido ao excesso de área pavimentada e pelo sistema de drenagem urbano; o aumento da contaminação do ar; geração local de energia térmica e qualidade do ar (SANTAMOURIS, 2001).

As expressões mais significativas das alterações climáticas na cidade em relação às áreas rurais são as elevações de temperatura, diminuição da umidade relativa do ar, da velocidade das massas de ar e aumento na ocorrência de precipitações.

Lombardo (1997, p.60) sintetiza os principais aspectos que caracterizam o clima urbano a partir dos estudos comparativos de Lowry, Landsberg, Oke, dentre outros:

- O clima urbano é uma modificação substancial de um clima local;
- O desenvolvimento urbano tende a acentuar ou eliminar as diferenças causadas pela posição do sítio;
- A partir da relação cidade – campo pode-se pontuar que:

1) a cidade modifica o clima através de alterações da superfície que respondem diferentemente tanto à radiação solar quanto ao regime de ventos;

2) a cidade apresenta várias fontes adicionais de calor, de caráter antropogênico, que são compostas de materiais, em sua maioria, bons condutores térmicos e com grande capacidade calorífica;

3) a cidade aumenta a produção de calor e conseqüentemente acarreta modificação no regime de ventos, umidade e precipitações;

4) a cidade atua na alteração da composição da atmosfera resultando, na maioria das vezes, em condições adversas.

Para Oke (2003), o clima urbano é o resultado atmosférico particular do meio ambiente citadino, seja pela rugosidade e geometria do tecido urbano, pela sua ocupação, permeabilidade ou pelas propriedades térmicas dos materiais que o compõem. Tais características diferem o ambiente urbano de um rural.

Landsberg (1981) apresenta um quadro das alterações produzidas pela cidade sobre as variáveis climáticas comparadas às áreas rurais, em cidades de clima temperado (Quadro 1).

¹ Albedo: capacidade que o material possui de receber e refletir a luz solar.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

O quadro demonstra que o ambiente urbano em regiões temperadas está mais sujeito a concentração de poluentes, a maior radiação, maior nebulosidade, precipitação, temperatura, se comparado a áreas menos urbanizadas. Está sujeito ainda a valores menores de umidade relativa do ar e velocidade dos ventos.

Quadro 1: Alterações climáticas produzidas pelas cidades

<u>ELEMENTOS</u>	<u>COMPARAÇÃO COM O AMBIENTE RURAL</u>
Contaminantes	
Núcleos de condensação	10 vezes mais
Partículas	10 vezes mais
Misturas gasosas	5 a 25 vezes mais
Radiação	
Total	0 a 20% Menos
Ultravioleta Inverno	30% Menos
Ultravioleta Verão	5% Menos
Duração do brilho do sol	5 a 15% Menos
Nebulosidade	
Nuvens	5 a 10% Mais
Nevoeiros Inverno	100% Mais
Nevoeiros Verão	30% Mais
Precipitação	
Valor Total	5 a 15 % Mais
Dias com menos de 5mm	10% Mais
Quedas de neve	5 a 10% Menos
Trovoadas	10 a 15% Mais
Temperatura	
Média Anual	0.5 a 3.0°C Mais
Mínima no inverno (média)	1 a 2 °C Mais
Máxima no verão	1 a 3°C Mais
Dias de maior calor	10% Menos
Umidade Relativa	
Média Anual	6% Menos
Inverno	2% Menos
Verão	8% Menos
Velocidade do vento	



Caracterização climática da cidade de Maceió com subsídio a decisões de planejamento.

Média anual	20 a 30% Menos
Rajadas de vento extremas	10 a 20% menos
Calmaria	5 a 20% Mais

Fonte: Adaptado de Landsberg (1981)

Os dados descritos no quadro acima não condizem com a realidade da cidade de Maceió, objeto de estudo deste trabalho, localizada em região tropical. No entanto, os parâmetros citados ilustram a interferência das áreas urbanas sobre o clima local.

Assim, as alterações nestas variáveis têm uma relação direta com efeitos causados pelo processo de ocupação do solo e construção do espaço urbano. Desta forma, é importante considerar os elementos climáticos no processo construtivo do espaço urbano, de modo a minimizar os efeitos climáticos mais adversos às condições de saúde e conforto térmico do homem.

1.2 As escalas climáticas urbanas

A compreensão das transformações do clima no âmbito da cidade se dá, segundo Oke (2003; 2006), a partir da apreensão de conceitos relativos a escalas horizontais e verticais da estrutura atmosférica.

Assim, o autor classifica as seguintes escalas horizontais e verticais:

- **Escalas Horizontais:**

Micro-escala: Reflete a influência dos elementos urbanos individuais, considerando que cada objeto na superfície possui seu próprio microclima e pode influenciar estruturas vizinhas (edifícios, ruas, praças, pátios, estradas, jardins etc.). Nesta escala a temperatura do ar pode variar em muitos graus e a distância entre os objetos na superfície urbana é curta, podendo variar de 10-2 a 103 m (Ilustração 1).

A **Escala local** sofre influência das características físicas da paisagem, como por exemplo, a influência da topografia sobre o clima, excluindo os efeitos da micro-escala. Esta escala é ideal para a representação de áreas urbanas com características semelhantes quanto a seu desenvolvimento urbano (cobertura das superfícies e tamanho de espaçamento das edificações). Varia de 102 a 5 x 104 m (Ilustração 1).

Mesoescala: Escala que corresponde à influência atmosférica e climática da cidade como um todo. Neste sentido, uma única estação meteorológica não é capaz de representar esta



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

escala, em virtude de sua dimensão atingir dezenas de quilômetros, 104 a 2 x 105 m (Ilustração 1).

Dentre as classificações de escalas horizontais sugeridas pelo autor, o presente trabalho adotou a análise da Mesoescala do objeto de estudo, visto que a abordagem desta dissertação contempla todo o espaço urbano do município de Maceió - AL. O trabalho foi complementado com análises da escala local em determinadas porções da cidade, explícito em seções subseqüentes deste trabalho.

A ilustração a seguir demonstra graficamente a classificação das camadas horizontais sugeridas por Oke (2006).

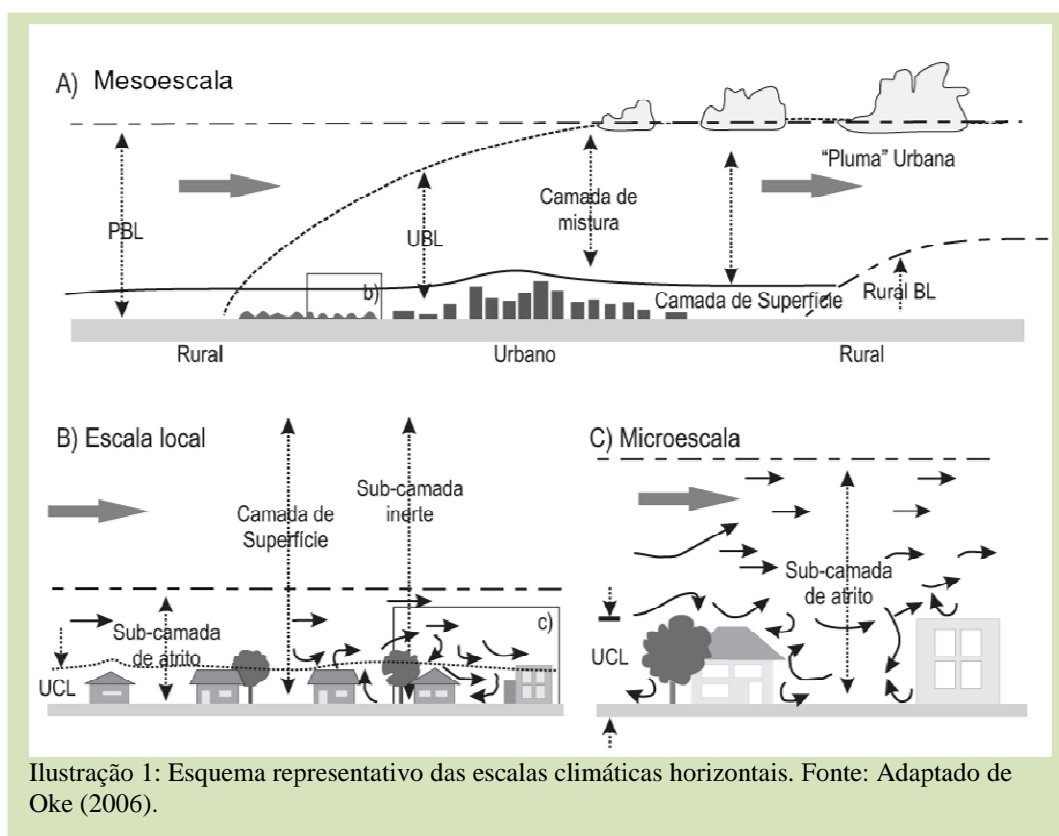


Ilustração 1: Esquema representativo das escalas climáticas horizontais. Fonte: Adaptado de Oke (2006).

• **Escalas Verticais:**

Oke (2006) divide a atmosfera urbana em 2 camadas verticais: a Camada intra-urbana e Camada limite urbana (Ilustração 2).

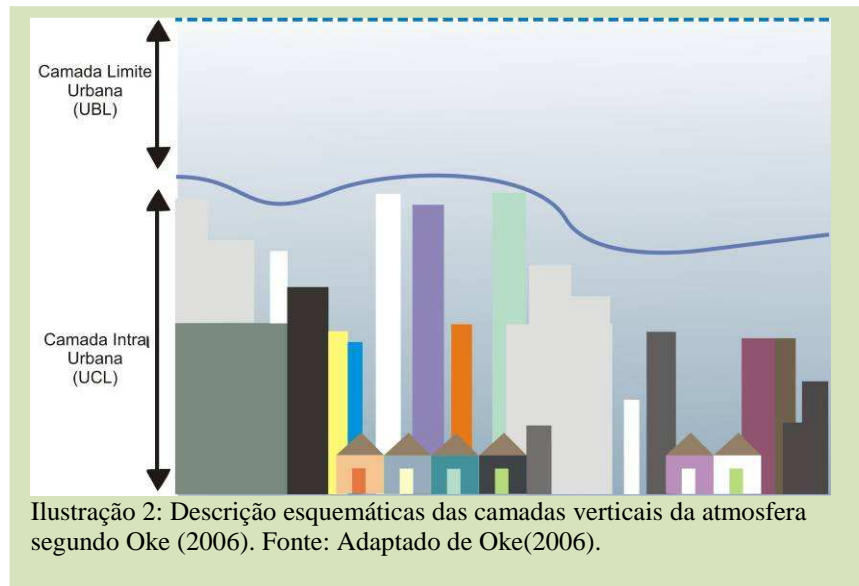
Camada intra-urbana ou camada de cobertura urbana: Corresponde a expressão “Urban Canopy Layer” (UCL) (OKE, 2003). A referida camada estende-se do solo até o nível da cobertura das edificações, ou seja, está em plano microclimático. A Camada limite urbana “Urban Boundary Layer” (UBL), situa-se logo acima da camada intra-urbana, de escala meso-



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

climática, apresentando características parcialmente determinadas pela malha urbana, pelas características da cidade.

Influenciada pelos ventos regionais, a camada limite urbana pode, a sotavento, mais acima da camada estável rural, separar-se da superfície, alongar-se em forma de pluma atingindo a região a sotavento da estrutura urbana e passa a ser chamada de “pluma urbana” (OKE, 2006).



A altura da camada limite urbana é variável no espaço e no tempo. Em uma “situação ideal”, durante o dia, quando há transferência de calor para cima na direção da atmosfera mais fria, a altura da camada limite pode se estender para 1 a 2 km. À noite, por outro lado, há uma transferência de calor para baixo, já que a superfície da terra esfria mais rapidamente que a atmosfera (OKE, 2003).

Segundo Oke (2006) em cada um destes níveis na atmosfera os efeitos das ações antrópicas e do processo de urbanização sobre o clima se refletem, sobretudo, quando se trata da distribuição térmica do ar na superfície urbana.

As camadas verticais foram importantes, neste trabalho, para a compreensão de aspectos em Maceió como o fluxo de vento.

Oke (2006) trata ainda do conceito da Zona Climática Urbana (Urban Climate Zone – UCZ). Sua importância está na classificação de áreas urbanas com suas características morfológicas particulares, avaliando a influência de cada tipologia urbana na modificação do clima local (Quadro 2).



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

São características relevantes da UCZ:

- Estrutura urbana: dimensão das edificações, espaçamento entre elas e largura das ruas;
- Cobertura urbana: corresponde ao tipo de pavimentação do solo;
- Metabolismo urbano: calor e poluentes gerados mediante as atividades antrópicas desenvolvidas no ambiente citadino.

Em Maceió, a avaliação da dimensão das edificações, espaçamento entre elas, largura das ruas, tipo de pavimentação, auxiliou na identificação dos diferentes ambientes urbanos presentes no perímetro da cidade.

As áreas mais centrais das cidades apresentam maior geração de calor, mediante as atividades antrópicas desenvolvidas no meio, bem como pelo excesso de pavimentação do solo e densidade de edificações. À medida que há o distanciamento dos centros urbanos, os efeitos da urbanização são amenizados, a densidade urbana é reduzida e, conseqüentemente, os impactos sobre a qualidade climática são menos agressivos.

A relevância dos indicadores descritos pelo autor no quadro a seguir está na capacidade de classificar áreas da cidade, identificando suas características e potencialidades na modificação do clima urbano local. O quadro 2 apresenta uma classificação de distintos padrões de ocupação urbano, dispostos de maneira decrescente quanto ao impacto da forma urbana ao clima local. Assim, o conceito de Zona Climática Urbana constitui-se em um subsídio importante na avaliação da influência dos fatores causadores de distinções climáticas na cidade.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Quadro 2: Classificação das Zonas Climáticas Urbanas

<u>Zona Climática Urbana – UCZ</u>	<u>Imagem</u>	<u>Classe de Rugosidade²</u>	<u>Relação H/W³</u>	<u>% Construído (impermeável)⁴</u>
Desenvolvimento urbano intenso, com aglomerado de edifícios altos revestidos. Ex: Torres da Downtown		8	>2	>90
Áreas urbanas com alta densidade construtiva e intenso desenvolvimento, com edificações de 2 a 5 pavimentos. Ex: Núcleo antigo da cidade.		7	1.0-2.5	>85
Áreas da cidade com altura desenvolvida, de média densidade urbana, próximo a conjuntos residenciais, comércios e apartamentos. Ex: Habitação urbana.		7	0.5-1.5	70-85
Alto desenvolvimento, baixa densidade com grandes e baixos edifícios e estacionamentos pavimentados. Ex: Shoppings e supermercados.		5	0.05-0.02	70-95
Área de desenvolvimento médio, com baixa densidade suburbana, com edificações de 1 ou 2 andares. Ex: Residências suburbanas.		6	0.2-0.6 Acima de >1 com árvores	35-65
Área de uso misto com grandes edifícios na paisagem aberta. Ex: instituições como hospitais, universidades e aeroportos.		5	0.1-0.5 Depende das árvores	<40
Desenvolvimento semi-rural com residências distribuídas na superfície da propriedade agrícola. Ex: Fazendas, propriedades.		4	>0.05, Depende das árvores	<10

Fonte: adaptado de Oke, (2006).

² Classe de rugosidade: o autor define os efeitos da rugosidade no espaço urbano conforme o conceito estabelecido em: DAVENPORT, et. al., 2000: Estimating the roughness of cities and sheltered country. Proceedings 12th Conference on Applied Climatology, Asheville, NC, American Meteorological Society, Boston, pp. 96-99.) (OKE, 2006).

³ Relação entre altura e largura entre os elementos constituintes da rugosidade urbana.

⁴ Proporção média de terreno coberto por materiais impermeáveis.



1.3 O clima urbano no planejamento das cidades

O estudo climático pode se constituir em um importante subsídio ao planejamento das cidades, proporcionando a base para intervenções que minimizem os impactos gerados pelas modificações antrópicas diárias ao ambiente.

Mas é fato que, durante muito tempo, o conhecimento científico referente à atmosfera urbana desenvolveu-se sob uma perspectiva estática e isolada dos demais ramos do saber. É a partir da teoria dos sistemas⁵ e da noção da dinâmica da atmosfera, do sítio e do fato urbano que o clima urbano passou a ser focado sob um ponto de vista mais holístico (MENDONÇA, 2003b).

A preocupação humana com a questão climática é tão longínqua quanto sua inter-relação com a natureza, pois tais questões influenciaram as inúmeras atividades e hábitos desenvolvidos pelos seres humanos. A busca por um abrigo aos fenômenos da natureza é um dos primeiros indícios desta inquietação humana.

Uma longa tradição de considerações climáticas pode ser rastreada na concepção urbana até mais de 2000 anos quando, por exemplo, o engenheiro e arquiteto romano Vitruvius, no seu livro "Os Dez Livros sobre Arquitetura", debateu o layout das cidades e edifícios individuais, de acordo com várias condições climáticas (MORGAN, 1960 APUD ELIASSON, 2000, p.33).

Desde o desenvolvimento das cidades na antiguidade que se percebe alterações na qualidade climática entre áreas urbanas e rurais (LANDSBERG, 1981).

No período romano, algumas observações sugeriam diferenças nos efeitos climáticos entre as áreas rurais e urbanas. A primeira rede de medição de temperatura teve início entre 1653 e 1654, centrada em áreas urbanas, com estações em cidades como Florença, Parma, Milão e Paris (GRIMMOND, 2006).

Uma das referências mais longínquas acerca da preocupação com a alteração da atmosfera urbana é a proposição de Sir John Evelyn para a criação de um cinturão verde em 1661 na cidade de Londres a fim de purificar o ar nocivo do espaço urbano (MUMFORD, 1998).

Todavia, os estudos sobre clima urbano tiveram início a partir de análises comparativas entre os ambientes rural e urbano. É em 1818 que surge a primeira literatura científica sobre o

⁵ Teoria Geral dos Sistemas: teve origem nas ciências biológicas, o que explica a teoria sistêmica colocada sob a perspectiva organísmica, visando, compreender o funcionamento, desempenho e organização dos fatos como sistemas interagentes e interdependentes (MONTEIRO, 2003).



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

clima da cidade intitulada “The Climate of London deduced from meteorological observations made in metropolis and various places around it” por Luke Howard⁶. A pesquisa desenvolvida pelo autor adverte acerca de alterações climáticas, tais como o aquecimento em algumas áreas da cidade se comparadas a áreas menos urbanizadas (LANDSBERG, 1981; GRIMMOND, 2006).

Em 1855, Emilien Renou observou as alterações climáticas em Paris, por meio de modificações na temperatura do ar na cidade. Estudos desta natureza se difundiram na segunda metade do século XIX, sobretudo, a partir da expansão das redes de observação meteorológicas (LANDSBERG, 1981).

A introdução da técnica dos transetos móveis em 1927 por Wilhelm Schmidt possibilitou a coleta de informações climáticas em vários pontos da cidade por meio de veículos automotores, fornecendo, assim, um elemento essencial para os estudos de clima urbano (LANDSBERG, 1981; OKE, 1984).

A origem da climatologia urbana moderna é um marco importante que se sucede a partir destes estudos, com a crítica às restrições apresentadas pelo método descritivo utilizado pela climatologia tradicional. Nesse contexto, conforme afirma Ayoade:

O homem moderno é afetado pelo tempo e pelo clima, da mesma forma que seus antepassados. Mas ao contrário dos antigos, o homem moderno não quer viver a mênção do tempo meteorológico. Ele agora quer manejar ou até mesmo planejar o controle das condições meteorológicas. Para essa finalidade o homem necessita capacitar-se a entender os fenômenos atmosféricos de modo que possa prevêê-los modificá-los ou controlá-los quando possível (AYOADE, 1998).

Após a Segunda Guerra Mundial houve um aumento no número de trabalhos acerca do clima das cidades, especialmente em países da Europa, bem como, América do Norte e Japão. Isto, em virtude da expansão do processo de urbanização, do crescimento da industrialização nesses países e dos problemas relacionados à qualidade climática.

Nesse período, a variável mais avaliada foi à temperatura do ar. Foi analisada a relação entre as diferenças rural-urbano, ressaltando a consequência do tamanho da cidade sobre as condições climáticas. A maioria dos trabalhos foi realizada por meteorologistas, com participação de climatologista e geógrafos (OKE, 1984).

⁶ Identificado como o pai da meteorologia moderna, embora fosse um farmacêutico inglês, célebre no início do século XIX (BRYSON, 2005).



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

As obras de Landsberg⁷ em 1956 e Chandler⁸ em 1965 vêm consolidar os trabalhos desenvolvidos na área da climatologia urbana, a partir da avaliação da influência das áreas urbanas sobre o clima. Contribuíram, ainda, com uma revisão histórica das pesquisas de climatologia urbana.

No fim da década de 1960 e início de 1970 há um aumento dos trabalhos sobre a poluição atmosférica e sobre os efeitos da urbanização no clima. Nascia o que vinha a ser a nova climatologia física, a partir da inserção de dois conceitos: balanço energético e hidrológico, associado a programas de observação (OKE, 1984).

Na década de 1970, importantes trabalhos foram produzidos, lançando bases teóricas referenciais para a climatologia urbana contemporânea. A Organização Mundial de Meteorologia - OMM⁹ custeou algumas destas publicações, reunidas na forma de revisão de literatura por Chandler em 1970, Oke em 1974, Chandler em 1976 e Oke em 1979 (BARBIRATO, 1998).

Métodos, técnicas de pesquisa e monitoramento do clima urbano tiveram os grandes avanços das duas últimas décadas do século XX, especialmente em virtude da multiplicação dos estudos climáticos, diante dos problemas ambientais e atmosféricos causados pela transformação do espaço natural.

Apesar destes avanços e das recentes mudanças com ênfase nas investigações do clima urbano, grande parte da produção científica acerca da temática permaneceu concentrada em regiões de climas temperados.

Oke (1984) já relatava acerca da importância de se incorporar contribuições climáticas ao planejamento urbano, porém, criticava a falta de diálogo entre planejadores e estudiosos do clima. Tal distanciamento se dá mediante a complexidade do assunto, a natureza interdisciplinar da temática e a dificuldade em traduzir os resultados obtidos em estudos climáticos em informações que sejam aplicadas ao planejamento urbano (OKE, 1984).

⁷ LANDSBERG, H. E. **The climate of towns, in Man's Role in Changing the face of the earth**. Edited by Wilian L. Thomas Jr., Published for the Wenergrem Foundation for Antropological Research and the National Science Foundation, The University Of Chicago Press, 1956.

⁸ CHANDLER, T. J. **The Urban Climate of London**. Hutchinson, London, 1965.

⁹ Fundada em 1950, como Organização Mundial de Meteorologia (OMM), possibilitou o aprimoramento na coleta de dados meteorológicos. (AYOADE, 1998)



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Embora haja um reconhecimento da importância do clima urbano para o planejamento das cidades, sua aplicabilidade ainda é restrita, carecendo de uma maior aproximação entre a climatologia urbana e o planejamento das cidades.

É essencial ao planejador urbano a aplicação dos princípios de adequação climática na concepção de novos assentamentos e o poder preditivo de prever o impacto climático de estratégias de desenho urbano. Assim, é necessário que se crie um alicerce integrado entre climatologia urbana e planejamento. Oke (1984) classificou os métodos de pesquisa do clima urbano em três categorias:

- Empíricos: refere-se uma base de dados empíricos, que inclui métodos estatísticos de parametrização.
- Modelos físicos: Permite simular o fluxo do ar em torno das edificações ou em zonas urbanas através da implantação de uma estrutura planejada, utilizando túneis de vento.
- Modelos Numéricos: Este modelo ganhou uma atenção considerável nos anos 1990, pois permite simular as condições climáticas a partir da implantação de determinada estrutura no espaço urbano. No entanto, a maioria destes modelos trabalha acima da camada limite urbana e não na camada de atuação do planejamento urbano.

Oke acrescentou mais uma contribuição ao clima urbano e planejamento das cidades ao desenvolver em 1988 um estudo acerca da geometria de cânions urbanos e sua influência no fluxo de ar na cidade (OKE, 1988). Estudou as áreas edificadas e sua interferência no fluxo de ar urbano criando zonas de turbulência ao redor das edificações.

Metodologias de análises do clima urbano foram sendo desenvolvidas ao longo do transcurso histórico, objetivando a aplicação desses conhecimentos ao planejamento das cidades.

Bitan (1999) apresentou uma metodologia segundo a qual a climatologia deve ser aplicada ao planejamento tanto no nível do espaço urbano quanto ao nível da edificação, integrando os distintos elementos climatológicos em todos os planos de planejamento (BITAN, 1988). O autor descreveu um método de caráter universal, para que possa ser usado em qualquer lugar e ao mesmo tempo possibilitar o uso separadamente para cada estágio do processo de planejamento.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

A referida metodologia baseia-se em cinco estágios: requisitos dos usuários, dados ambientais, coleta de dados climáticos, observação climatológica e processo de análise que auxiliam o planejamento e projeto urbano e edificações.

Para Bitan (1988) a representação dos dados climáticos para fins de planejamento deve contemplar mapas, gráficos, tabelas e diagramas a fim de facilitar a interpretação do planejador urbano. Em áreas urbanas, a compreensão do fenômeno climático determina a escolha do sítio, a configuração do assentamento urbano, a localização das funções, o uso do solo na cidade, contribuindo para a redução dos aspectos negativos do clima relacionados ao desenho urbano.

Estudos sobre regiões de clima tropical e subtropical podem ser considerados recentes. Há 18 anos, menos de 10% das publicações científicas acerca do clima urbano contemplavam regiões de baixa latitude. Isso se dava em virtude da insuficiência de redes de observação meteorológicas e equipamentos apropriados para a análise do clima urbano. Parte dos trabalhos contava apenas com dados coletados em estações localizadas em áreas suburbanas da cidade como em aeroportos. Outro fato era a pouca demanda desses estudos e informações para aplicação ao planejamento urbano e gestão ambiental (OKE, 1991).

A fim de desenvolver as pesquisas em áreas tropicais e minimizar os efeitos do clima urbano, a Organização Mundial de Meteorologia (OMM), lançou em 1993 o experimento do clima urbano para regiões Tropicais - The Tropical Urban Climate Experiment - TRUCE. Teve por objetivo melhorar a compreensão dos mecanismos capazes de modificar a atmosfera urbana, subsidiando decisões relativas ao desenho urbano e gestão ambiental, especialmente à luz dos possíveis impactos da mudança climática sob a qualidade ambiental dos habitantes da cidade (OKE, 1991).

Entretanto, limitações orçamentárias da OMM restringiram o programa à investigações de alguns aspectos específicos do clima urbano, desenvolvidos por grupos limitados de especialistas.

Katzschner (1997) desenvolveu uma metodologia de avaliação do clima urbano, tendo em vista a aplicação do conhecimento da climatologia no desenho urbano, no projeto arquitetônico e sua estreita relação com o planejamento das cidades.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

O método propõe uma avaliação qualitativa das qualidades climáticas do espaço urbano, a fim de traduzí-las para o âmbito do planejamento das cidades. Katzschner (1997) traça como metas a serem atingidas pelo planejamento urbano aspectos como:

- A redução da poluição do ar;
- Desenvolvimento da vida urbana;
- Melhoria na qualidade dos espaços exteriores as edificações.

Para isso, adota como ferramentas climáticas urbanas, respectivamente:

- Análise da circulação local do ar;
- Análise da diversidade do clima urbano;
- Análise das condições micro climáticas dos espaços abertos, tendo em vista a redução da ilha de calor urbana.

Para a descrição das qualidades climáticas urbanas, o primeiro passo, segundo o autor é uma análise geográfica da localidade, por meio da confecção de mapas de uso do solo, estrutura urbana, altura de edificações e vegetação. A validação e correção destes mapas sucinta em um mapa climático da localidade que inclui todos os fatores que influenciam no clima urbano.

Após a elaboração dos referidos mapas, sugere a superposição dos mesmos a fim de identificar áreas com características climáticas semelhantes e distintas de acordo com as seguintes categorias:

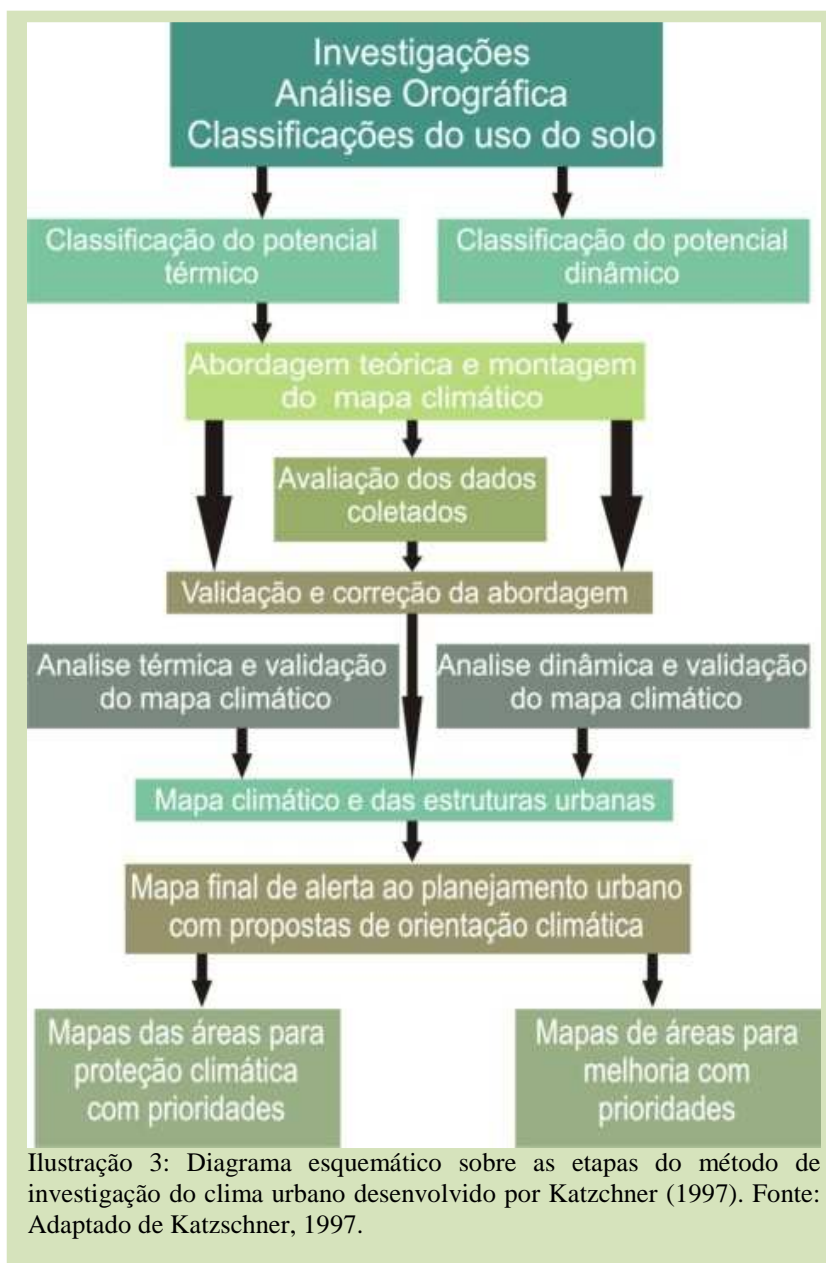
- Áreas que devem ser preservadas, pois são importantes para o microclima urbano, para as condições de conforto térmico e no desenvolvimento de circulações térmicas induzidas: áreas com alta porcentagem de vegetação e com produção de ar fresco;
- Áreas a serem protegidas por razões climáticas: são áreas importantes para ventilação, áreas com movimento de descida de massas de ar frio e áreas onde o vento regional penetra na cidade;
- Áreas com que devem ser melhoradas por razões climáticas: áreas com baixa ventilação e alta poluição do ar em espaços densamente construídos, ou em áreas com ventilação reduzida devido a diferentes tipos de barreira, áreas com alta intensidade de ilhas de calor ou com temperaturas extremas.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Medições das variáveis climáticas dos recintos urbanos podem ser incorporadas ao método. A partir das medições e da análise qualitativa dos mapas, a metodologia propõe a construção de um mapa síntese da pesquisa, a partir da identificação destas três áreas supracitadas, traçando recomendações que podem ser incorporadas as legislações de planejamento urbano dos municípios.

A ilustração 3 esquematiza os passos metodológicos supracitados proposto pelo autor.



A metodologia proposta por Katzchner (1997) serviu de base para estudos em cidades europeias como Kassel e Frankfurt. Os trabalhos puderam comprovar que o cruzamento das informações obtidas através do método serviu de subsídio para o planejamento urbano, a partir da melhoria das ocupações urbanas existentes.

Esta dissertação de mestrado utiliza o referido referencial teórico metodológico proposto por Katzchner (1997) tendo em vista sua grande aceitação na área da climatologia urbana e a forma de tradução das informações requeridas, através de mapeamentos, bastante próximas da linguagem do arquiteto e urbanista.



Caracterização climática da cidade de Maceió com subsídio a decisões de planejamento.

Os estudos do clima urbano e sua aplicação ao planejamento urbano são tradicionais em cidades alemãs como Frankfurt, Stuttgart, Hanover e Kassel e desde 1976 o país inclui em legislações de planejamentos e edificações questões relativas à climatologia urbana (DUARTE, 2000).

Katzschner (1999) reafirmou que as cidades devem dotar de descrições qualitativas acerca do clima urbano, que incluam o padrão de ventilação e a caracterização da ilha de calor nas cidades, para que possam ser utilizados pelos planejadores urbanos. Assim, lista diferentes aspectos que relacionam o planejamento urbano à saúde e bem estar dos cidadãos, sendo eles:

- A poluição do ar que deve ser evitada a partir da análise da ventilação e os sistemas de circulação de ar com o intuito de minimizar a alta concentração de partículas do ar em diferentes áreas.

- Análise das condições de conforto térmico no espaço externo a partir da avaliação dos parâmetros meteorológicos como vento, radiação, temperatura e umidade do ar.

- Arquitetura e design de construção: O equilíbrio térmico dos edifícios está em função da velocidade do vento. Esta muda em relação do fator k (transferência de calor) entre as casas.

- Economia de energia que pode ser contemplada através uso da ventilação natural e a troca de ar no contexto urbano.

Eliasson (2000) realizou um trabalho com um grupo interdisciplinar de investigação composto por meteorologista e planejadores, o que incluiu arquitetos, urbanistas, engenheiros, consultores e políticos, cujo principal objetivo foi averiguar como e quando os conhecimentos sobre o clima eram utilizados no processo de planejamento.

O trabalho foi elaborado em três cidades do sul da Suécia: Gotemburgo, segunda maior cidade Sueca com 500 mil habitantes, Trollhattan cidade industrial com 55 mil habitantes e Tidaholm com 13mil habitantes localizada numa região agrícola.

Foram avaliados por meio de entrevistas: o nível de conhecimento do clima urbano; uso de informação de clima; quais os elementos da organização espacial utilizam informações climáticas; motivações e barreiras para o uso das informações climáticas; métodos e técnicas de encontrar e utilizar informações climáticas; em que fase do processo de planejamento as informações climáticas são utilizadas; o peso das informações climáticas na tomada de decisão.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Eliasson (2000) constatou que os aspectos climáticos tiveram importância secundária no âmbito do planejamento urbano e que tal fato poderia estar atrelado, dentre outras circunstâncias, a problemas de comunicação entre os agentes envolvidos no processo.

Mais recentemente, cidades européias como Lisboa vem desenvolvendo trabalhos no âmbito da investigação sobre o clima urbano e incorporando suas contribuições nas legislações urbanísticas. A capital portuguesa vem passando atualmente por um processo de revisão de seu plano diretor municipal aprovado em 1994. Questões climáticas são um dos aspectos revistos e incorporados pelo novo plano. São as referências de informações acerca do clima urbano na primeira geração de planos diretores municipais de Lisboa.

Dentre os estudos desenvolvidos pelo Centro de Estudos Geográficos (CEG) de Lisboa, vários temas têm sido tratados acerca do clima urbano, com abordagem, particularmente, sobre as características da ilha de calor urbana e ao regime de ventos na cidade, em diferentes escalas. Os estudos têm por finalidade prever as principais modificações climáticas resultantes do crescimento da cidade e sugerir alternativas a fim de reduzir os impactos negativos do clima urbano, objetivando contribuições para o planejamento das cidades (ALCOFORADO et. al. 2005).

Alcoforado et. al.(2005) desenvolveram algumas orientações climáticas para o ordenamento de Lisboa que levou em consideração melhorias nas condições de ventilação, a fim de mitigar os efeitos da ilha de calor e suas conseqüências para o favorecimento da qualidade do ar, do conforto bioclimático e da saúde de seus habitantes. O trabalho surgiu a partir do interesse e financiamento da Câmara Municipal de Lisboa (CML) mediante os projetos desenvolvidos pelo Centro de Estudos Geográficos.

A representação do espaço através de mapas foi o método utilizado para a compreensão dos efeitos do crescimento da cidade nas modificações climáticas. Como síntese da pesquisa, foi gerado um mapa de orientações climáticas para o ordenamento de Lisboa, a fim de contribuir para o planejamento urbano da cidade.

O trabalho desenvolvido em Lisboa serviu de base para esta dissertação de mestrado, visto que traz contribuições ao ordenamento da cidade, bem como demonstra a possibilidade de aplicação concreta dos conhecimentos desenvolvidos em estudos de clima urbano no planejamento das cidades.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

O urbanismo bioclimático é outra experiência que vem sendo difundida em cidades europeias como uma alternativa de minimizar os danos causados pelo processo de urbanização na qualidade ambiental e climática.

Os princípios do urbanismo bioclimático que podem ser utilizados pelo planejamento urbano são listados por Higuera (2006), como sendo:

- Sistema viário estruturante que responda aos critérios de insolação e aos ventos locais;
- Ruas adaptadas a topografia, adequadas aos critérios de insolação e ventos locais;
- Áreas verdes adequadas às necessidades de umidade e evaporação;
- Morfologia urbana com parcelamento adequado que gere edifícios bem orientados com relação ao sol e aos ventos;
- Tipologia edificada diversa e adequada às condições de insolação e ventilação.

Uma metodologia empregada pelo urbanismo que considere os aspectos bioclimáticos, segundo Higuera (2006), deve basear-se inicialmente em uma síntese dos condicionantes do meio físico ambiental, posteriormente na análise dos condicionantes do microclima local, com o intuito de quantificar as necessidades locais, traçando estratégias gerais para o condicionamento ambiental higrotérmico. Por fim o resultado do método empregado suscita em legislações urbanísticas de parcelamento do solo urbano (Ilustração 4).

Em Katzschner (2007) são destacados alguns aspectos do desenvolvimento urbano que são representativos de interferências ao

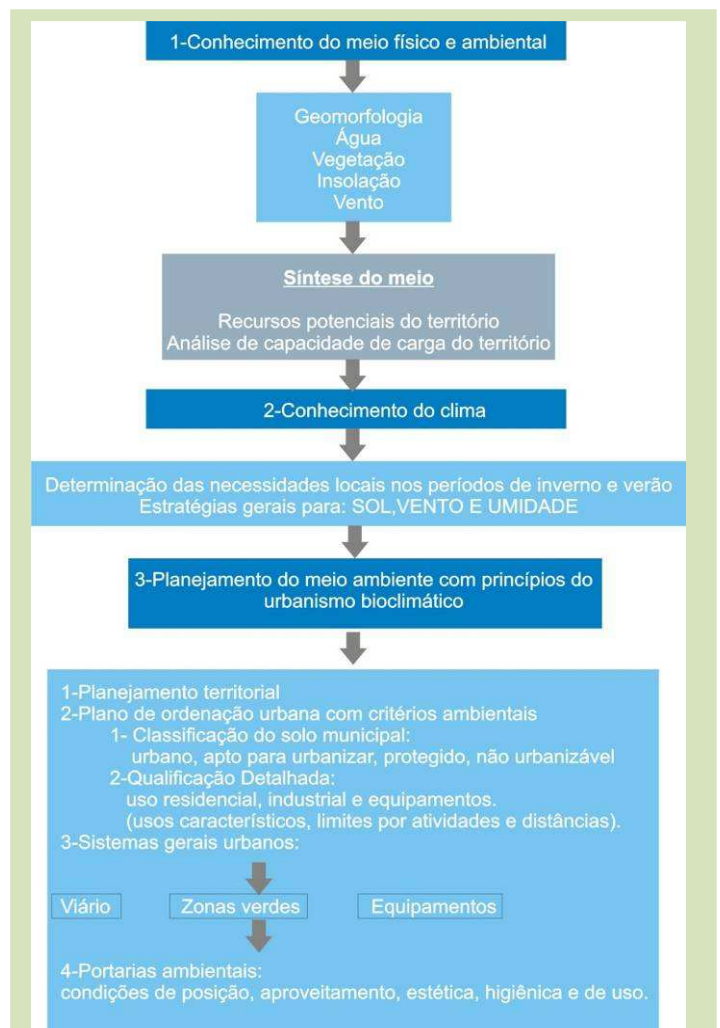


Ilustração 4: Síntese da metodologia do urbanismo bioclimático empregado nas cidades europeias. Fonte: Adaptado de Higuera, 2006.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

clima local tais como: o aumento da população; o deslocamento da produção industrial; aumento da densidade das cidades a evolução da verticalidade nas cidades; redução das áreas verdes, dos espaços abertos e aumento do tráfego urbano.

Para o autor o clima urbano não pode apenas ser descrito e analisado, também, tem de ser traduzido para o planejamento. Para debater e analisar o clima urbano, unificando a linguagem entre climatologista e planejadores urbanos, Katzschner (2007) define escalas de planejamento representadas no quadro a seguir (Quadro 3).

Quadro 3: Clima urbano e escalas de planejamento.

Nível Administrativo	Nível de Planejamento	Questão Climática Urbana	Escala Climática
Cidade 1:25000	Desenvolvimento Urbano, plano diretor	Efeitos ilha de calor; Trajetórias de Ventilação	Mesoescala
Bairro 1/5000	Sistema de tecido urbano	Poluição do ar	Mesoescala
Quadra 1/2000	Projeto de espaços abertos	Conforto térmico	Microescala
Construção 1/500	Projeto de construções edificações	Radiação e efeitos da ventilação	Microescala

Fonte: Adaptado de Katzschner 2007.

Em qualquer trabalho de planejamento das cidades, mapeamentos do clima urbano são importantes na avaliação do conforto térmico de espaços abertos, na identificação de problemas de poluição do ar, de ventilação urbana, dentre outros aspectos (KATZSCHNER 2007).

O presente trabalho adota como escala de estudo toda a extensão da cidade de Maceió, em uma abordagem meso, avaliando o efeito da ocupação do solo em todo o território do município.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Em Katzschner (2008) é realizada uma análise qualitativa do clima urbano de oito aldeias chinesas combinando informações do uso do solo, informações topográficas e climáticas, através de Sistema de Informação Geográfica. O produto final da metodologia aplicada resultou em um mapa climático com recomendações térmicas e de ventilação. Estes mapas são fontes importantes de subsídio ao planejamento e desenvolvimento das cidades, tendo em vista sua qualidade ambiental e o bem estar de seus habitantes.

Constata-se enfim, nas duas últimas décadas, especialmente, em países europeus, um avanço da relação clima e planejamento das cidades, com a expansão do conhecimento da climatologia apresentando propostas de planejamento orientadas segundo princípios de adequação climática.

Um potencial ainda a ser explorado consiste no aproveitamento dos dados climáticos na criação de leis de uso e ocupação do solo que favoreçam melhorias ao planejamento urbano e no microclima da cidade.

O contexto brasileiro de pesquisas envolvendo o clima urbano e planejamento das cidades será tratado no item a seguir com o intuito de compreender como a temática do clima urbano vem sendo abordada no âmbito nacional.

1.4 O clima urbano e o planejamento das cidades no Brasil

É sabido que o processo de urbanização brasileiro se deu de forma acelerada e desigual, acompanhado pela queda da qualidade ambiental das cidades. Nesse contexto, configuraram-se os estudos de clima urbano no país.

As primeiras investigações sobre o clima urbano no Brasil datam do fim dos anos 1970. Os problemas ambientais que se iniciaram nas grandes cidades brasileiras, como um reflexo de deterioração dos recursos naturais e do aumento populacional, trouxe consigo, dentre outros problemas, modificações nas condições atmosféricas.

Os estudos de clima urbano no país foram impulsionados a partir da contribuição teórica de Monteiro¹⁰ em 1976. O autor traz uma base teórico-conceitual e metodológica, propondo observar a cidade a partir de uma conduta de co-participação entre homem e natureza, na avaliação do clima urbano.

¹⁰ MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1976. (Tese, Livre-Docência em Geografia).



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Com base na Teoria Geral dos Sistemas – TGS, Monteiro desenvolveu seu trabalho intitulado Teoria do Sistema Clima Urbano- SCU. Defendeu a utilização da TGS como referencial para os estudos de clima urbano. Propôs analisar o sistema do clima urbano a partir de três canais de percepção do ser humano: conforto térmico (subsistema termodinâmico), qualidade do ar (subsistema físico-químico) e o impacto meteórico (subsistema hidrodinâmico). Tal abordagem parte do pressuposto de que o homem deve constituir sempre o referencial dos problemas e valores dos fatos geográficos. Assim, fenômenos como inundações, ilha de calor, poluição do ar, ocorridos no espaço citadino, simbolizam peculiaridades do clima da cidade, assumindo destaque no SCU (MONTEIRO, 2003).

Monteiro ressaltou ainda que estudos de clima urbano devam considerar a relação entre as diferentes escalas geográficas no qual se insere o espaço urbano em estudo. Neste sentido, é necessário compreender a articulação entre o sítio e o modelo urbano com o ambiente regional imediato, já que o clima urbano assume um caráter específico para cada ambiente urbanizado (MONTEIRO, 2003).

Um avanço na produção científica de trabalhos na área marcou as décadas de 1980 e 1990, especialmente, pelo interesse de arquitetos e engenheiros em desenvolver estudos que subsidiem o planejamento urbano, como forma de contribuir para a construção da qualidade ambiental e climática do espaço habitado. No entanto, ainda é restrita a produção científica que aborda as questões climáticas atuando como subsídio à tomada de decisões ao planejamento urbano e o projeto de edificações.

Distintos estudos acerca do clima urbano no país se iniciaram investigando as alterações na atmosfera urbana, que estão diretamente correlacionadas a modificações das características do sítio local, do desenho urbano das cidades, das propriedades térmicas dos materiais constituintes das superfícies urbanas.

Em 1981, Sampaio verificou a relação existente entre a variação diária de temperatura com as variáveis do uso do solo urbano em oito pontos da cidade de Salvador-BA, dentre os quais se encontram áreas livres e edificadas. Não foi observada, nesse estudo, uma correlação significativa entre temperatura e o uso do solo. Isto não constata a ausência de influência do espaço urbanizado sobre a temperatura do ar citadino e, sobretudo, nas características do clima local (SAMPAIO, 1981).



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Lombardo (1985) analisou a área urbana da cidade de São Paulo sob a ótica da interferência da distribuição espacial de distintas tipologias de uso do solo urbano na alteração das temperaturas superficiais na cidade. Sobretudo, comprovou a existência de ilhas de calor, a partir de comparações entre áreas centrais e periféricas da cidade, especialmente em áreas densamente ocupadas e de fluxo intenso de veículos. Constatou uma distinção de 10°C entre a porção central e periférica da cidade, principalmente no período de 15h as 21h. Integra, em seu trabalho, a avaliação de campo, imagens de satélite e o desenvolvimento de um algoritmo para o cálculo das temperaturas superficiais. O trabalho foi de grande contribuição aos estudos posteriores sobre a problemática de ilha de calor urbana em regiões tropicais.

Oliveira (1985) desenvolveu um método qualitativo de avaliação do clima urbano por meio da análise dos atributos bioclimatizantes da forma urbana quanto ao sítio e à massa edificada (Quadro 4). O autor definiu esses atributos visando auxiliar planejadores e projetistas no processo decisório de expansão urbana, intervenções e na criação de novas cidades. Para Oliveira (1985) o clima urbano é definido pelas características do clima regional, pela forma urbana e pelas atividades desenvolvidas na cidade (Quadro 4).

Quadro 4: Atributos bioclimatizantes da forma urbana.

Atributos bioclimatizantes da forma urbana	
Quanto ao Sítio	Quanto a Tipologia Urbana
Relevo – declividade (acentuada, pouco acentuada)	Formato Horizontalidade / verticalidade
Relevo – orientação (favorável ou desfavorável à penetração dos ventos predominantes locais)	Formato densidade/ ocupação do solo
Relevo - conformação geométrica (sítio plano, côncavo ou convexo)	Formato - orientação ao sol
Relevo – altura relativa (verificação da altitude)	Rugosidade – diversidade de alturas
Solo – Natureza	Rugosidade - fragmentação
	Porosidade – tipo de trama
	Porosidade – orientação aos ventos
	Porosidade – continuidade da trama
	Presença, ausência de vegetação urbana

Fonte: adaptado de Oliveira (1985)



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

O trabalho de Oliveira (1985) contou com posterior revisão e acréscimos em 1993. Essa metodologia vem sendo amplamente utilizada no país e seus conceitos servirão de base para a análise do espaço urbano da cidade de Maceió, como uma complementação os conhecimentos adquiridos com a metodologia de Katzschner (1997).

Vidal (1992) analisou a relação entre a morfologia urbana e a distribuição espacial da temperatura de ar, caracterizando a ilha de calor urbana na cidade de Natal-RN. Identificou que por se tratar de um clima tropical quente e úmido a radiação solar e os ventos são elementos climáticos determinantes na temperatura do ar local.

Nascimento (1993) avaliou as características da forma urbana capazes de influenciar na alteração da qualidade do clima local, particularmente, na temperatura do ar na cidade de Belém-PA. Foram estudadas as variáveis de temperatura do ar, umidade relativa e ventos. O autor suscita reflexões acerca da relação dialética entre ilha de calor e forma urbana na cidade objeto de estudo, traçando recomendações para o planejamento urbano.

Em 1994 Mendonça criou uma abordagem metodológica voltada para o estudo climático aplicado ao planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno, tomando como estudo de caso da cidade de Londrina-PR. O método fundamentou-se no embasamento cartográfico e no conhecimento geográfico da cidade, sendo dividido em quatro etapas (MENDONÇA, 2003a):

1ª: Definição da área de estudo e dos subsistemas (termodinâmica, físico-químico ou hidrometeorológico);

2ª Embasamento cartográfico da área, setorização da cidade em ambientes geográficos e caracterização climática;

3ª Medições em campo;

4ª Fase de formulação de sugestões para o planejamento urbano a com elaboração um mapa síntese.

A metodologia proposta por Mendonça pode ser adaptada para qualquer localidade considerando as particularidades naturais e climáticas de cada região. O autor critica a abordagem unicamente descritiva e estatística dos trabalhos de clima urbano até então realizados no Brasil.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Barbirato (1998) realizou um trabalho com aplicação de um modelo de balanço de energia urbano unidimensional, adaptado para as condições típicas do clima quente úmido da cidade de Maceió - AL. A autora considerou em seu estudo a relação entre a massa construída por unidade de área, na análise do ambiente térmico na cidade. O trabalho foi um avanço no auxílio ao planejamento das cidades, visto que veio a possibilitar a previsão e simulação de possíveis efeitos térmicos de diferentes tipologias de uso do solo urbano.

Leveratto (1999) propôs uma ferramenta de análise climática que permitiu compreender a inter-relação entre a conformação geométrica da cidade e a qualidade ambiental dos espaços urbanos. Para o autor, a propriedade térmica dos materiais constituintes da superfície do solo, a geometria do entorno e as áreas vegetadas são as variáveis a serem avaliadas sob a ótica da climatologia urbana e aplicadas em trabalhos de arquitetos e planejadores do espaço urbano de modo a minimizar os impactos a qualidade ambiental na cidade.

Araújo (1999) realizou um estudo climático da cidade de Natal-RN, ressaltando que o conhecimento sobre clima urbano não pode ser ignorado no processo de planejamento das cidades. Elaborou descrições qualitativas dos atributos do clima urbano a partir da análise de mapas de uso do solo, topografia, altura das edificações e áreas verdes, conforme proposto por Katzschner (1997), que apresenta-se como método eficiente no diagnóstico das condições climáticas urbanas.

O trabalho de Araújo suscitou em desdobramentos posteriores de análises do clima urbano de frações urbanas da mesma cidade, conforme constatado nos trabalhos de Araújo, (2001), Araújo, B. (2004), Gonçalves (2005). Foram averiguadas distintas conformações do clima urbano na cidade, em função da configuração de cada localidade.

A contribuição de Assis (2000) para o clima urbano partiu da relação intrínseca entre o impacto da forma urbana na mudança climática. Utilizando a cidade de Belo Horizonte - MG como estudo de caso, avaliou a influência da geometria urbana sobre o balanço energético. Empregou o método indutivo, por meio de simulações com um modelo físico reduzido para a previsão do comportamento térmico do recinto urbano, com vistas a subsidiar o planejamento das cidades.

Duarte (2000) investigou a correlação entre algumas variáveis do uso do solo urbano com a temperatura do ar na cidade na região de clima tropical continental, tomando como estudo de caso a cidade de Cuiabá, MT. Utilizou variáveis de planejamento urbano que podem ser regulamentadas pela legislação municipal, a fim de minimizar os efeitos climáticos na região.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

No período noturno, variáveis como taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento mantêm correlação positiva com a temperatura do ar, enquanto que as variáveis arborização e água esta correlação é negativa em todos os horários.

Neste contexto, Duarte (2000) sugere um índice que representa a proporção entre a taxa de ocupação e o coeficiente de aproveitamento pela soma das variáveis referentes ao espaço natural (Ilustração 5).

$$I = \frac{\text{TAXA OCUP.} \times \text{COEF. APROV.}}{\text{SUP. ÁGUA} + \text{ARBORIZAÇÃO}}$$

Ilustração 5: Índice sugerido por Duarte(2000) Fonte: Adaptado de Duarte(2000).

O índice apresentado pode ser incorporado em estudos de planejamento urbano como mecanismo de determinação de áreas verdes urbanas e corpos d'água como forma de amenizar o adensamento urbano. No entanto, como enfatiza a autora, para se determinar as devidas proporções destas áreas, novos estudos devem ser elaborados.

Costa (2003) tomando como estudo de caso uma fração urbana da cidade de Natal – RN investigou as intervenções climáticas decorrentes das alterações na forma urbana, bem como sua interferência na sensação térmica do usuário do ambiente externo. Fez uso dos referenciais teóricos metodológicos desenvolvidos por Katzschner (1997) e Oliveira (1988), aliado a medições das variáveis ambientais: umidade relativa e temperatura do ar, velocidade e direção dos ventos e entrevistas com os usuários. Os resultados apontaram diretrizes para a ocupação e o uso do solo urbano da área como auxílio ao planejamento das cidades.

Carvalho (2005) investigou o campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte segundo uma abordagem bioclimática e registro das variáveis ambientais sugerindo diretrizes para a implementação do conhecimento produzido no Plano Diretor do Campus Central da UFRN. A autora adotou, assim como Costa (2003), referencial metodológico descrito por Katzschner (1997) e Oliveira (1988). Esses métodos foram complementados com a metodologia defendida por Bustos Romero (2001) para a análise qualitativa e quantitativa do espaço urbano. Por meio das ferramentas de análise bioclimática supracitadas, foram identificadas em toda a extensão do Campus, áreas com microclimas diferenciados, o que possibilitou a autora traçar recomendações climáticas de subsídio ao plano diretor do Campus da UFRN.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Barbosa (2005) investigou as áreas verdes urbanas de Maceió, tendo em vista sua importância como elemento mitigador dos efeitos da urbanização sobre a qualidade climática. Afirmou que a degradação e escassez das áreas verdes na cidade de Maceió se dão, dentre outros fatores, pela pressão do mercado imobiliário em aumentar a taxa de impermeabilização do solo e reduzir a largura das calçadas.

Essa atitude reduz o percentual de área verde urbana, aumentando as áreas constituídas por materiais de maior capacidade térmica e que são melhores condutores de calor que os materiais encontrados nas superfícies não construídas. Tudo isto resulta em um aumento da temperatura do ar, influenciando no conforto térmico do usuário no espaço urbano.

Almeida (2006) avaliou as condições microclimáticas de áreas de Maceió, a partir da análise de duas frações urbanas da cidade com configurações distintas. Por meio de medições de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, constatou-se alterações microclimáticas na malha urbana da cidade, decorrente da influência da configuração urbana.

Assis et. al. (2007) demonstraram resultados de trabalhos desenvolvidos em três cidades do estado de Minas Gerais onde foram aplicados estudos de clima urbano, no processo de elaboração de planos diretores participativos. Dados climáticos como: temperatura do ar, umidade relativa, precipitação pluviométrica e velocidade e direção de ventos foram levantados, sobrepostos em mapas temáticos, cruzados com informações de ocupação do solo e topografia. Assim, foram identificadas zonas das cidades com problemas de ventilação urbana, outras mais quentes, expostas a radiação e secas.

O trabalho de Assis et. al. (2007) propôs a elaboração de macrozoneamentos urbanos com a definição de áreas adensáveis e não adensáveis, na localização das regiões mais adequadas para a implantação de áreas verdes, preservando os canais de vento, na fundação de distritos industriais, bem como na identificação das áreas urbanas que apresentam más condições de ventilação e/ou são áreas com tendência ao maior aquecimento.

Enfim, é fato que a preocupação com o clima urbano nas atividades de planejamento das cidades brasileiras nunca ocupou lugar de destaque até os anos de 1980. O estado da arte neste campo do conhecimento comprova que os estudos climáticos se detiveram durante décadas a abordagem do edifício enquanto elemento isolado do contexto urbano. Contudo, pouca atenção foi dada ao espaço urbano como um todo.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Nestas últimas décadas, um novo contexto de transformações urbanas culminou em mudanças climáticas em regiões distintas, despertando a necessidade de estratégias apropriadas a realidade local e adaptadas as questões culturais, políticas, ambientais e econômicas de cada localidade.

No entanto, as dificuldades para tornar funcional ao urbanismo o conceito de clima urbano para gerar subsídios para o planejamento da cidade, se deparam com a carência de padronização dos instrumentos a serem utilizados, inclusive na definição das escalas climáticas e sua integração às escalas de planejamento.

Ainda há um distanciamento entre as abordagens dos climatologistas e dos planejadores urbanos, tais como os arquitetos. As ferramentas de trabalho utilizadas pelos dois segmentos não permitem uma abordagem generalizada do problema. Os arquitetos, muitas vezes, não possuem o domínio da modelagem matemática utilizada pelos climatologistas, nem estes, o conhecimento de planejamento urbano necessário à aplicabilidade dos conhecimentos da climatologia ao planejamento urbano. Carece, ainda, uma linguagem comum para a integração destes conhecimentos (DUARTE, 2000).

Uma característica que concerne à produção científica brasileira é que grande parte dos estudos enfocam principalmente cidades de grande porte, sobretudo pela gravidade dos problemas ambientais e pela facilidade como podem ser percebidos.

No entanto, cidades de porte médio e pequeno possuem características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas e apresentam, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intra-urbanas; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano (MENDONÇA, 2003a).

Para tanto é necessário que os estudos de clima urbano contemplem todas as áreas urbanizadas, a fim de oferecer reflexões conscientes quanto ao impacto gerado pelo processo de urbanização ao clima urbano.

Observa-se, ainda, que grande parte da produção científica brasileira se detém ao estudo da interferência das áreas urbanizadas sob a temperatura do ar, identificando a influência da morfologia urbana na alteração da qualidade climática local.

Assis e Pereira (2005) elaboraram um levantamento acerca da produção científica do clima urbano, conforto ambiental e eficiência energética no período de 1995 a 2005 no Brasil.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Constataram que os aspectos descritivos e as variáveis climáticas são os mais abordados em estudos de clima urbano. A variável mais estudada é a temperatura do ar. Quanto ao método, predominam as medições em campo por meio de estações fixas e/ou móveis. Quanto ao tecido urbano, os principais aspectos avaliados são: o uso e ocupação do solo, a forma urbana, as áreas verdes e sua influência sobre o planejamento urbano e o conforto térmico humano.

De acordo com Assis (2005) o que se constata no contexto nacional são:

(...)avanços na abordagem preditiva da influência da geometria urbana e da inércia térmica na variação dos parâmetros de temperatura e umidade do ar; na avaliação da ventilação urbana na dispersão de poluentes atmosféricos, bem como na consideração do conforto térmico do usuário em área externa. Porém, a maior parte desses modelos são empíricos ou muito simples, o que restringe sua aplicação generalizada, havendo provavelmente maior potencial de aplicação para o planejamento no desenvolvimento de modelos termodinâmicos baseados no balanço de energia urbano (ASSIS, 2005:92).

Os resultados de trabalhos descritivos restringem à aplicação dos resultados obtidos nas áreas estudadas. No entanto, o método utilizado pode ser disseminado em trabalhos consecutivos, adaptado a realidade regional de cada localidade, o que contribuiria para gerar recomendações ao planejamento urbano.

No caso do Brasil, os estudos descritivos do clima urbano têm uma relevância significativa do ponto de vista do planejamento das cidades. Partindo das exigências humanas de conforto e pureza de ar, busca-se identificar os elementos a serem preservados ou alterados pelo traçado urbano, com o objetivo de implantar melhorias nas condições climáticas da cidade (ASSIS, 2005).

Acredita-se que um grande desafio brasileiro é superar a falta de integração entre os profissionais envolvidos no processo de planejamento urbano das cidades brasileiras e os estudiosos do clima e aplicar esses conhecimentos ao planejamento urbano. Visto que, o conhecimento climático é cada vez mais um aporte, através de ações de planejamento, para restaurar ou amenizar as condições ambientais e urbanas indesejadas, produzindo cidades mais saudáveis, eficientes e sustentáveis.



2 Procedimentos Metodológicos

Nesta seção são descritos os métodos utilizados para alcançar os objetivos traçados pelo trabalho.

O estado da arte das pesquisas do clima urbano envolvendo o planejamento das cidades no contexto mundial e mais especificamente no Brasil foi um aporte na definição do referencial teórico metodológico a ser aplicado neste estudo de caso.

A pesquisa, de natureza aplicada¹¹, visa gerar conhecimentos de aplicação prática ao planejamento urbano dirigido à solução de problemas específicos da cidade objeto de estudo, referentes, sobretudo, às questões climáticas locais. Constitui-se, quanto a sua forma de abordagem, de uma análise qualitativa¹², tendo como bases de apoio os referenciais teóricos metodológicos propostos por: Katzschner (1997), Oliveira (1985) e algumas contribuições de Alcoforado (2005).

De acordo com os objetivos delineados, a investigação se sucedeu em quatro etapas distintas.

Inicialmente elaborou-se um levantamento da base conceitual e teórica, acerca do clima e sua relação com o planejamento urbano ao longo do transcurso histórico.

Segundo Monteiro (1990) qualquer análise introdutória para o estudo do clima urbano demanda uma observação tanto da tipologia do sítio como dos modelos de morfologia urbana e das combinações que se podem configurar.

Assim, para se ter uma apreensão do espaço urbano da localidade objeto de estudo, a cidade de Maceió, em paralelo a pesquisa bibliográfica, elaborou-se um levantamento das legislações urbanísticas determinante do uso e ocupação do solo na cidade de Maceió e de bases cartográficas da cidade frente à Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento de Maceió – SMPD.

¹¹ Pesquisa que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais (SILVA; MENEZES, 2001).

¹² Segundo Gil (1991), uma análise qualitativa consiste em uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicos no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Percebeu-se que ainda é precário o número de documentos cartográficos e imagens da cidade que sirvam de aporte a trabalhos desta natureza, que possam ser disponibilizados a comunidade acadêmica.

Foram fornecidos os seguintes mapas:

- Mapas do Documento de Informações Básicas do Plano diretor de Maceió (MACEIÓ, 2005)¹³;
- Mapas do Plano Diretor de Maceió (Maceió, 2005) ¹⁴;
- Mapas do Código de Edificações do município de Maceió (Maceió, 2007) ¹⁴;
- Mapa com localização das edificações do município de Maceió na escala 1/35000¹⁴;
- Mapa topográfico de Maceió¹⁴;

A partir do êxito de experiências utilizando os métodos de análise qualitativa do espaço urbano foi adotado, em uma segunda etapa, o referencial teórico metodológico proposto por Lutz Katschner da Universidade de Kassel na Alemanha (KATZSCHNER,1997). O método propõe avaliar qualitativamente as condições do clima urbano, baseado nos padrões térmicos e dinâmicos e a fim de gerar propostas de planejamento urbano conforme descrito na seção 1.3.

O segundo método utilizado foi à metodologia complementar desenvolvida por Oliveira (1985) que propõe uma avaliação do clima urbano por meio da análise dos atributos bioclimatizantes da forma urbana quanto ao sítio e à massa edificada nas cidades.

Para a análise do espaço urbano de Maceió mapas de uso, ocupação do solo, altura de edificações e áreas verdes urbanas foram confeccionados a partir de visitas sistemáticas in loco para confirmação das informações, dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Planejamento, imagens satélites e aéreas.

O mapa de topografia foi adaptado a partir da base cartográfica fornecida pela Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento de Maceió – SMPD.

Vale ressaltar que diante da dimensão da unidade amostral estudada, a área urbana do município de Maceió, o uso de manchas de predominância, na identificação das zonas

¹³ Disponível para o software AutoCad (AutoDesk Corporation).



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

urbanas, foi essencial para a confecção dos mapas supracitados, especialmente do mapa de altura de edificações¹⁴.

Cortes esquemáticos foram estabelecidos sobre os planos longitudinais e transversais da cidade de Maceió de forma subsidiar a análise climática da região, bem como um mapa de densidade construtiva, incorporando contribuições de Alcoforado (2005), auxiliou na análise dos aspectos térmicos e dinâmicos da cidade.

A sobreposição dos mapas de topografia, uso, ocupação do solo, altura de edificações e áreas verdes, aliado a análise térmica e dinâmica da cidade, suscitou em um mapa climático da localidade, importante instrumento de análise das condições climáticas locais.

A terceira etapa da investigação consistiu na elaboração de zoneamento climático da cidade de Maceió. Um mapa com zonas climaticamente caracterizadas para Maceió com propostas de orientação climática foi criado, identificando áreas na cidade que devem ser protegidas por razões climatológicas, áreas a serem preservadas e áreas que devem ser melhoradas, visando elaborar diretrizes para o planejamento urbano conforme descrito na metodologia de Katzschner (1997).

Por fim, foi realizada uma comparação entre o zoneamento proposto pelo trabalho, com o macrozoneamento estabelecido pelo Plano Diretor de Maceió (MACEIÓ, 2005) e o zoneamento previsto pelo Código de Edificações de Maceió (MACEIÓ, 2007), o com vista debater o papel da ocupação do solo na qualidade climática do município.

A última etapa consiste em recomendações gerais para o ordenamento urbano do município acrescidos das conclusões, síntese do trabalho.

¹⁴ O aporte para a confecção dos mapas partiu de bases cartográficas disponibilizadas pela SMPD e imagens aéreas do sobrevôo produzidas na Oficina: Sistema de espaços livres urbanos e a constituição da esfera pública contemporânea em Maceió promovida pelo Núcleo de Estudos de Morfologia dos Espaços Públicos- MEP da Universidade Federal de Alagoas, nos dias 3 e 4 de dezembro de 2007 e visitas in loco foi outro subsídio importante na análise do espaço urbano.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

3 Maceió - O objeto de estudo

A cidade de Maceió, capital de Alagoas, localiza-se na faixa costeira do nordeste brasileiro entre a latitude $9^{\circ}39'57''$ Sul e longitude $35^{\circ}44'07''$ Oeste, às margens do Oceano Atlântico (Ilustração 6).

Apresenta uma superfície de 512,80 Km², correspondendo a aproximadamente a 1,84% do território do alagoano, sendo destes cerca de 233 Km² correspondem a área urbana do município, ou seja, 37,40% do território municipal, o que equivale a área de estudo deste trabalho (MACEIÓ, 2005a).

A divisão territorial de Maceió em área urbana e rural é demonstrada na ilustração a seguir (Ilustração 7).

No fim do século XIX, Maceió possuía 30 mil habitantes em sua área urbana. Em 1920, 74 mil. Na década de 1950 a população era superior a 120 mil habitantes. A partir desse período esses números aumentaram constantemente, constatando 240 mil habitantes em 1960 e 500 mil em 1980 (ORGANIZAÇÃO ARNON DE MELLO, 2007). Em 1996 a área urbana de Maceió contava com uma população de 723.142 habitantes, em 2000 este número sobe para 797.759 e em 1º de julho de 2008, Maceió possui 924.143 habitantes (IBGE, 2008). Em 2025 espera-se que a população de Maceió atinja 1.5 milhões de habitantes (ONU, 2007).



Ilustração 6: Localização da cidade de Maceió.

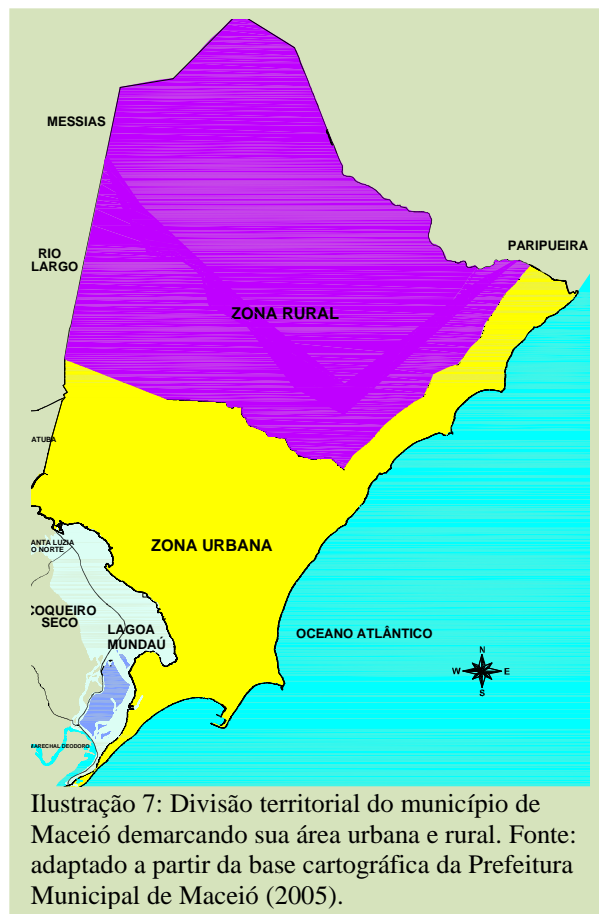


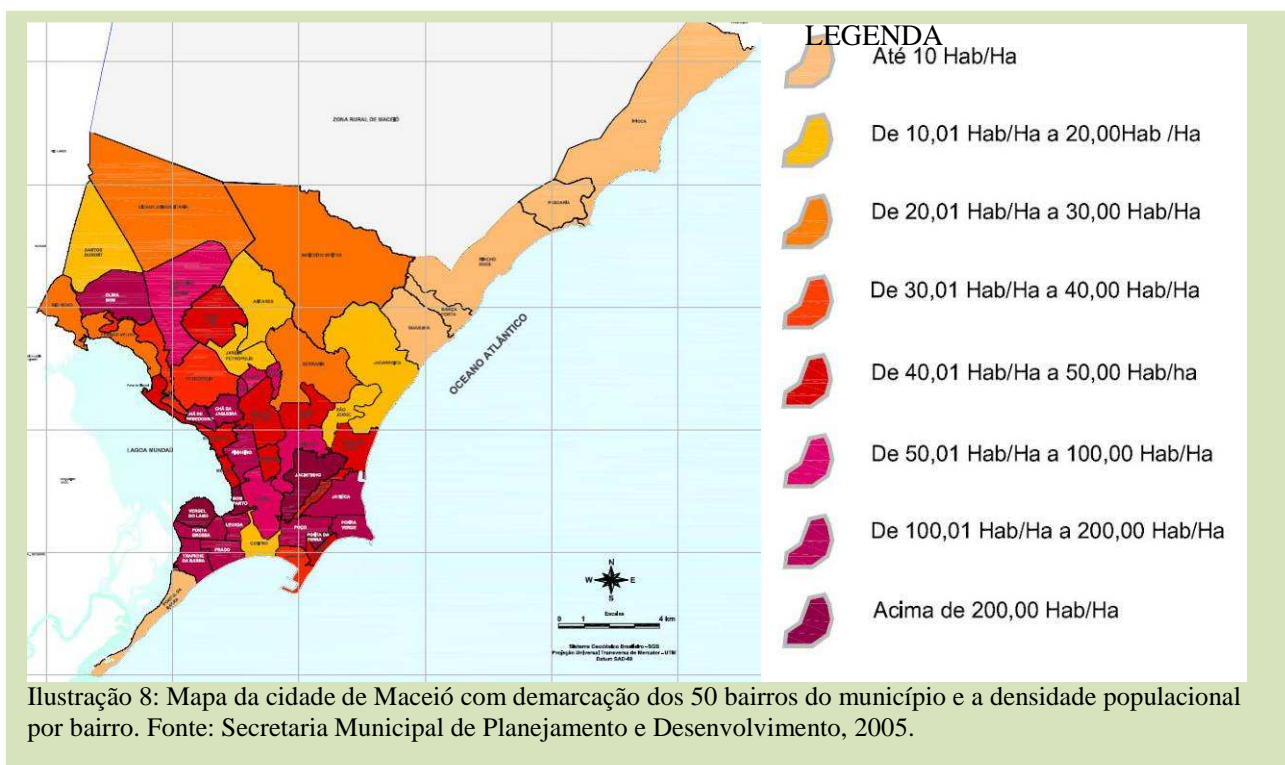
Ilustração 7: Divisão territorial do município de Maceió demarcando sua área urbana e rural. Fonte: adaptado a partir da base cartográfica da Prefeitura Municipal de Maceió (2005).

¹⁵ - http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/POP2008_DOU.pdf, acesso em 5 de outubro de 2008.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

A concentração desse contingente populacional se dá especialmente na área urbana da cidade, espalhada de forma desequilibrada pelos 50 bairros do município, agrupados em 8 regiões administrativas (Ilustração 8), concentrados, sobretudo, nos bairros onde não há infraestrutura urbana básica suficiente para atender a demanda populacional (MACEIÓ, 2005a).



3.1 Perfil climático

A cidade de Maceió é caracterizada por um clima quente e úmido, no qual duas estações marcam o perfil climático da cidade: verão com altas temperaturas e pouca pluviosidade e o inverno com temperaturas amenas e alta pluviosidade. É característico do clima da cidade as pequenas variações térmicas diárias, sazonais e anuais de temperatura, bem como a incidência de radiação solar intensa propiciada pela baixa latitude.

De acordo com as normais climatológicas de 1961 -1990 do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, a cidade de Maceió possui temperatura média anual de 24,8°C e variação anual de 2,8°C entre os valores médios mensais das temperaturas médias, apresentando 26,3°C em fevereiro como maior média e 23,5°C como menor média respectivamente (Ilustração 9).



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

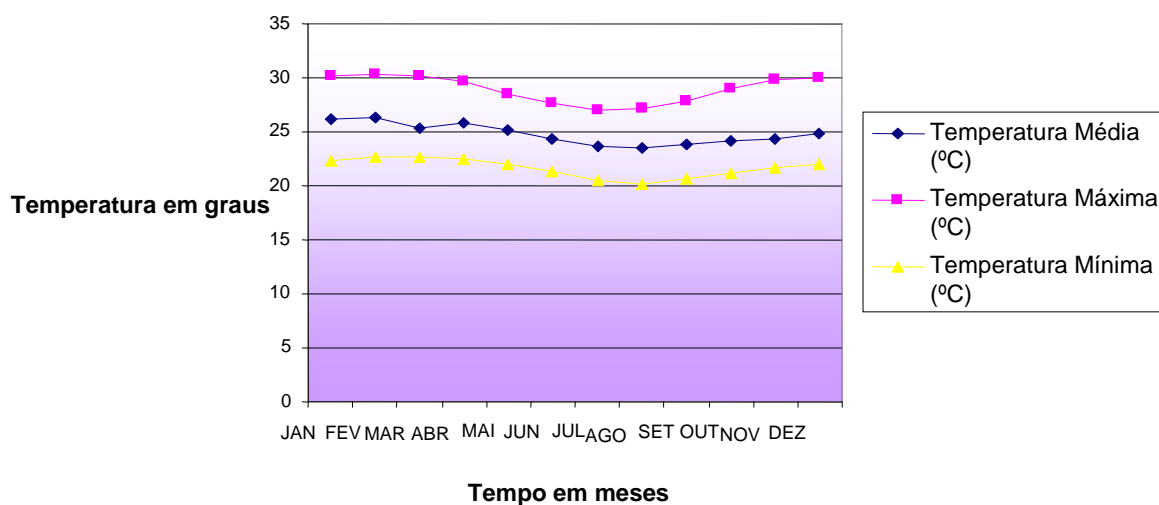


Ilustração 9: Gráfico dos Valores mensais de temperatura média máxima, média mínima e média. Fonte: Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – Período -1961-1990.

De acordo com dados do INMET 1961-1990 Maceió possui uma alta umidade relativa com média na ordem de 78,3%. A alta umidade no município se dá pelo grande índice de elementos hídricos presentes na região, como o complexo estuarino lagunar Mundaú Manguaba, os inúmeros riachos que cortam a cidade e o oceano Atlântico (Ilustração 10).

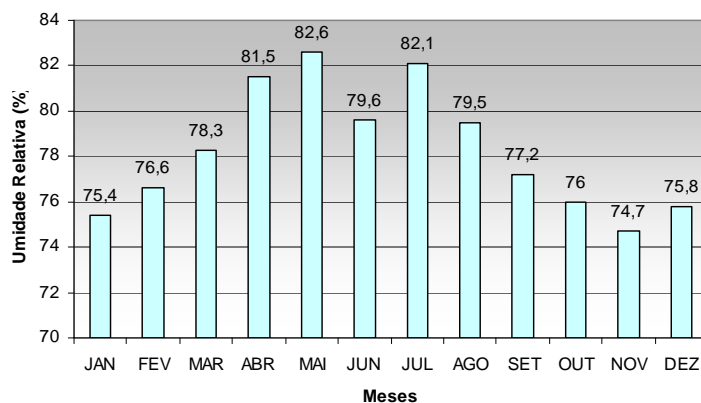


Ilustração 10: Gráfico dos Valores mensais de umidade relativa média de Maceió. Fonte: Normais Climatológicas do Instituto Nacional de meteorologia – INMET – Período -1961-1990.

A pluviosidade média anual é de 2167,7mm, com meses mais chuvosos de abril a julho como mostram os dados do INMET apresentados na ilustração 11. A concentração de chuva em alguns meses do ano e sua irregularidade de distribuição influencia na estabilidade das



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

encostas, que se tornam desprotegidas com a retirada da vegetação, constituindo áreas de risco para a população. O céu é parcialmente nublado com raras ocorrências de céu claro.

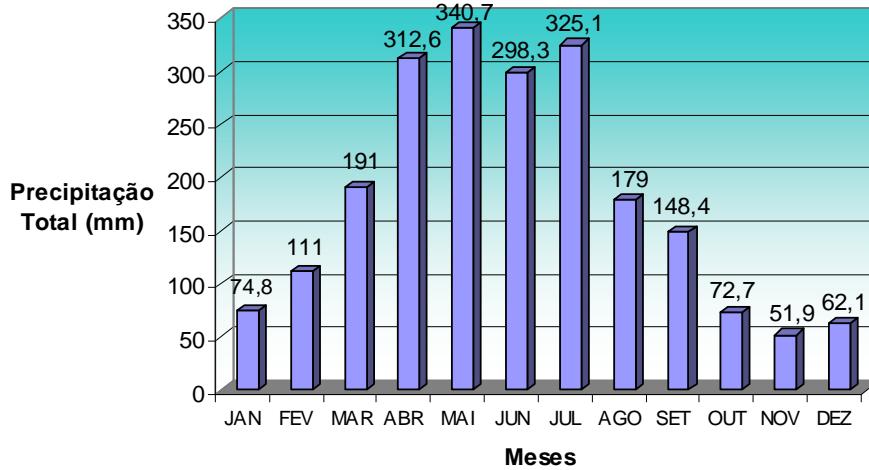


Ilustração 11: Gráfico dos Valores mensais de precipitação média de Maceió. Fonte: Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – Período -1961-1990.

Maceió está sob influência dos ventos alísios oriundos do quadrante leste sendo os do sudeste predominante durante grande parte do ano, mas com velocidades mais moderadas, e os do nordeste, nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro considerados os mais quentes do ano. O valor médio mensal da velocidade de vento é entre 2,2 e 4,0 m/s (APUD PASSOS, 2009).

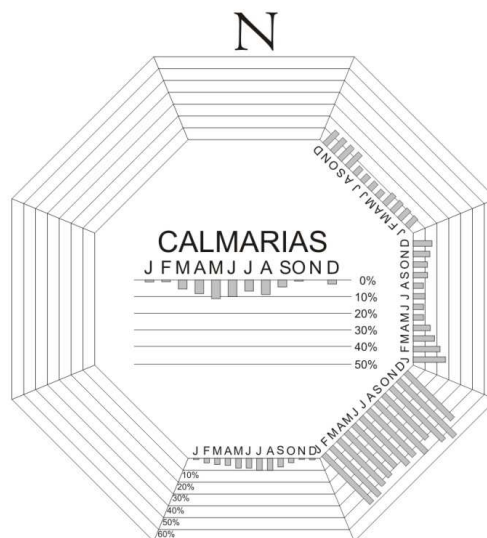


Ilustração 12: Frequência da direção dos ventos (em %) para a cidade de Maceió. Fonte: Apud Passos, 2009.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

A tabela a seguir demonstra o comportamento médio dos principais parâmetros meteorológicos da cidade:

Tabela 1: Normais Climatológicas de Maceió (1961-1990)

Normais climatológicas de Maceió 1961-1990													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Temperatura Média (°C)	26,2	26,3	25,3	25,9	25,1	24,3	23,7	23,5	23,9	24,1	24,4	24,8	24,8
Temperatura Máxima (°C)	30,2	30,4	30,2	29,6	28,5	27,6	27,0	27,1	27,8	29,0	29,9	30,0	28,9
Temperatura Mínima (°C)	22,4	22,6	22,7	22,5	22,0	21,3	20,5	20,2	20,7	21,2	21,6	22,0	21,6
Temperatura Máxima Absoluta (°C)	38,0 – 13/82	34,4 – 04/89	35,0 – 14/82	33,4 – 01/84	32,6 – 04/87	33,2 – xx/77	31,8 – 31/87	30,7 – 10/87	32,0 – 02/83	34,1 – 30/74	34,1	34,2 – 31/88	38,0 – 13/01/82
Temperatura Mínima Absoluta (°C)	18,8 – 13/84	19,1 – 25/76	17,4 – 24/79	17,8 – 29/82	18,0 – 28/81	11,3 – 16/80	16,0 – 15/76	15,9 – 17/76	16,0 – 04/81	17,4 – 03/74	18,2 – 22/78	17,9 – 01/74	11,3 – 16/06/80
Precipitação Total (mm)	74,8	111,0	191,0	312,6	340,7	298,3	325,1	179,0	148,4	72,7	51,9	62,1	2167,7
Precipitação – Altura Máx em 24h (mm)	100,1 – 31/66	152,2 – 20/85	200,5 – 03/79	407,6 – 28/79	149,7 – 02/77	137,4 – 27/77	185,6 – 12/89	91,3 – 26/68	109,3 – 29/78	90,3 – 16/77	140,4 – 22/86	89,2 – 21/89	407,6 – 28/04/79
Umidade Relativa (%)	75,4	76,6	78,3	81,5	82,6	79,6	82,1	79,5	77,2	76,0	74,7	75,8	78,3
Insolação total (horas e décimos)	254,2	225,7	203,0	179,4	191,8	178,6	176,0	205,2	204,6	252,4	274,7	264,2	2609,7
Nebulosidade (0-10)	5,9	6,0	6,3	6,8	6,8	6,8	6,8	6,3	6,2	5,5	5,5	5,6	6,2

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, período: 1961 – 1990. Fonte: adaptado de Barbosa, 2005.

Os parâmetros descritos no quadro supracitado são indicadores que devem ser observados pelos planejadores durante a elaboração de planos de desenvolvimento para a cidade e propostas de intervenções arquitetônicas e urbanísticas. Como por exemplo, os dados de precipitação alertam para a necessidade de artifícios que garantam o escoamento das águas pluviais e a uniformidade da insolação durante o ano, para o cuidado com a orientação de vias



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

e edificações. Ou seja, todos os índices devem ser analisados e considerados a fim de favorecer o planejamento urbano o projeto de edificações.

Para climas quente e úmido, como a cidade de Maceió, deve-se potencializar a circulação do ar, minimizar as temperaturas e reduzir a absorção da radiação. Segundo Romero (1988), recomenda-se que o sítio esteja localizado em lugares altos, abertos ao vento e orientados para receber os ventos dominantes; o tecido urbano deve ser solto, aberto e disperso; os lotes devem ser largos, com poucas vedações; alinhamento irregular das edificações garantindo a circulação de ar entre elas; uso de edificações de diferentes alturas a fim de promover a ventilação no espaço urbano; uso de vegetação proporcionando espaços externos sombreados amenizando a incidência da radiação solar; prever o fácil escoamento de águas pluviais pelo solo, havendo um equilíbrio entre áreas permeáveis e impermeáveis.

O quadro a seguir apresenta resumidamente os principais aspectos a serem considerados no projeto climático em climas quente e úmido como na cidade de Maceió.

Quadro 5 : Diretrizes para intervenções em climas quente e úmido.

Critérios para escolha do sítio	Morfologia urbana do tecido
Locais altos e abertos aos ventos	Tecido urbano solto, aberto, de forma a permitir a ventilação das estruturas urbanas
Orientação segundo direção dos ventos Predominantes	Construções espaçadas, com presença de vegetação para sombreamento e absorção da radiação solar
Uso das declividades naturais do sítio para escoamento das águas de chuva	Ruas orientadas de modo a permitir sombreamento dos espaços externos
	Alinhamento irregular das edificações, permitindo circulação de ar entre elas.
	Em áreas pouco adensadas utilizar lotes mais largos que compridos



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Os espaços públicos não devem apresentar grandes dimensões já que a sombra é fundamental.

Fonte: adaptado de Romero (1988).

3.2 A ocupação do solo em Maceió

Maceió inicia seu processo de desenvolvimento urbano no início do século XIX. Expande-se sobre um sítio natural originalmente formado por mata atlântica, restinga, dunas, mangues e riachos. Teve seu núcleo de povoação inicial localizado entre a lagoa Mundaú e o Oceano Atlântico (ROBALINHO, 2002).

Maceió é uma cidade construída, a partir de um “terraço de erosão marinha”, esculpida na extremidade do tabuleiro, saliente na parte norte oriental da “calha” aberta para o mar, que se estende, continuando por uma faixa arenosa, a cruzar a “boca” de um rio, na direção sudeste. Apresenta do lado leste a praia em forma de “crescente”, e do lado da lagoa, a oeste, uma ponta arenosa e vasa de ilhas de mangues (LIMA 1990, p.27).

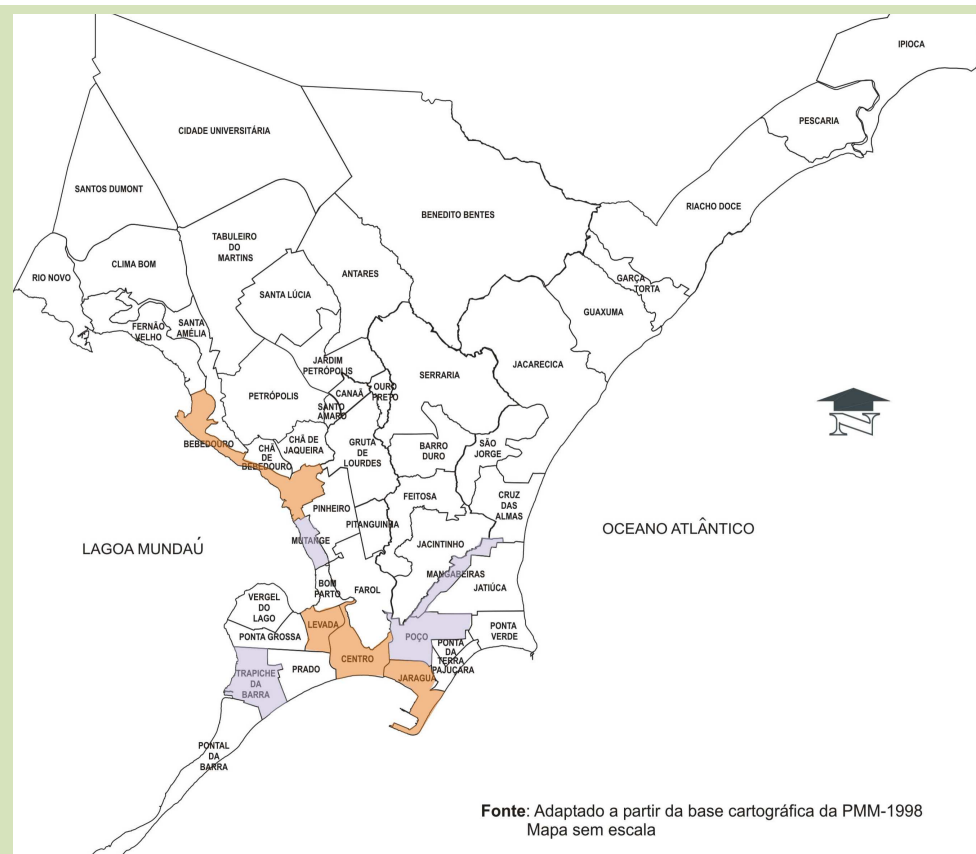
A cidade teve seu crescimento impulsionado pelo comércio e pela atividade açucareira. O processo de evolução urbana de Maceió demonstra que sua estrutura espacial e física é um reflexo do modo de produção dominante, o sistema da agroindústria açucareira, o que é claramente percebido através do uso e ocupação do solo da cidade.

Em 1850 a cidade já contava com bairros propícios ao adensamento como o Centro e o bairro de Jaraguá, enquanto que na região sul e sudoeste da cidade, intervenções urbanísticas como aterros em áreas pantanosas configuravam a paisagem da região. Tal prática demonstra a necessidade de adaptabilidade humana frente à nova vida social, com a substituição da natureza por elementos que simbolizam o processo de urbanização da cidade.

O tecido urbano de Maceió desenvolveu-se sob três planos: planície costeira - parte baixa; um platô médio, onde se localiza o centro da cidade e a parte alta do planalto do Jacutinga, atualmente bairro do Farol. Inicialmente a ocupação do município se deu na parte baixa da cidade, mais especificamente nos bairros de Jaraguá, Levada e Centro. Posteriormente surgem os bairros de Bebedouro, Trapiche, Mutange, Poço e Mangabeiras, conforme mostra a ilustração 13 (MACEIÓ, 2005).



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.



Fonte: Adaptado a partir da base cartográfica da PMM-1998
Mapa sem escala

Ilustração 13: Mapa da cidade de Maceió com a divisão de bairros com destaque para os bairros do início da urbanização de Maceió. Fonte: Adaptado a partir da base cartográfica da Prefeitura Municipal de Maceió de 1998.

A partir de início do século XX, um novo pensamento higienista se difunde. A implantação de espaços públicos arborizados e vias largas eram sinônimos de salubridade, bem estar e conforto térmico no espaço urbano. Foi nesse período que importantes espaços de uso público arborizados foram inseridos no contexto do tecido urbano na cidade, como as praças Sinimbú, Centenário, dentre outras (Ilustração 14).



Ilustração 14: Praça Sinimbú no início do século XX.
Fonte: Museu da imagem e do som - MISA.

Entre 1901 e 1940 o processo de urbanização se intensifica devido à ocorrência de imigrações. A população passa a densificar, sobretudo os bairros da baixada litorânea sul e do centro da cidade.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Em 1927 na administração do prefeito Moreira Lima surgem às primeiras manifestações em termos de planejamento urbano. Neste momento houve a preocupação com o alargamento de vias, alinhamento e expansão dos espaços abertos (BARBOSA, 2005).

No período de 1940 a 1980, desenvolve-se um intenso crescimento demográfico, marcado por uma expansão urbana direcionada a parte alta de Maceió. A ocupação dessa região foi impulsionada a partir da inserção de vias de acesso, como as avenidas Fernandes Lima, Durval de Góes Monteiro e Av. Menino Marcelo, especialmente no bairro do Farol ultrapassando limites chegando até o Tabuleiro dos Martins.

Em Maceió nos anos 1960 surgem as primeiras edificações verticais da cidade localizados no bairro do Centro. Mas foi no final da década de 1970 e início de 1980 que o processo de verticalização teve seu impulso em Maceió. O processo principiou na região central da cidade e seguindo em direção ao norte, no bairro de Pajuçara. Posteriormente vai ocupando a faixa litorânea que engloba os bairros de Ponta Verde, Jatiúca, Cruz das Almas e Mangabeiras. Os referidos bairros eram sítios de coqueirais os quais foram ocupados, em sua maioria por edificações residenciais unifamiliares. Aos poucos o processo de verticalização desta área começou a cobrar mais espaço e rapidamente vem substituindo residências e estabelecimentos por edifícios multifamiliares que atendem a um maior número de habitantes, em virtude da valorização da área pelo mercado imobiliário local. Assim se configurou um paredão de prédios em plena orla marítima.

Ainda na década de 1970 há a implantação de indústria química de grande porte em plena orla marítima no litoral sul da cidade de Maceió, no bairro do Pontal da Barra. Tal fato impactou a vida social e econômica da cidade. Com o surgimento da indústria o direcionamento da expansão inverteu-se para o lado norte da planície mais especificamente os bairros de Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca.

Atualmente esses bairros encontram-se adensados (Ilustração15), sendo necessária a busca de novas áreas para expansão da cidade.



Caracterização climática da cidade de Maceió com subsídio a decisões de planejamento.

Uma das áreas consideradas de expansão de Maceió, e que está iniciando seu processo de especulação imobiliária é a faixa litorânea da região norte da cidade de Maceió – AL. A área compreende os bairros de Jacarecica, Guaxuma, Garça Torta, Riacho Doce, Pescaria e Ipioca, abrangendo um total de 5139 Ha, com uma faixa litorânea de aproximadamente 20 Km lineares, segundo dados do Plano Estratégico para o Litoral Norte (2000) (Ilustração 16).

Áreas de risco como encostas e grotas (Ilustração 17) passaram a serem ocupadas por uma população de baixa renda, mediante a carência de espaços urbanos de moradia digna, enquanto que a classe média alta cria novas centralidades junto à beira mar.

Os bairros localizados na porção mais alta da cidade, região dos tabuleiros, receberam grande número de conjuntos habitacionais populares, sendo ainda considerada como área de expansão urbana para o município (Ilustração 18).

Assim foi desenhada a fisionomia da cidade de Maceió. Por um lado, a cidade rica, vislumbrada pelo mercado imobiliário e que ao mesmo tempo encontra-se cercada por outra porção da cidade dominada pela ocupação do solo por população de menor poder aquisitivo.



Ilustração 15: Vista aérea dos bairros com características de adensamento em Maceió: Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca. Fonte: Marcedo, 2007.



Ilustração 16: Vista aérea do litoral norte de Maceió, nova área de expansão e especulação do município. Fonte: Marcedo, 2007.



Ilustração 17: Ocupação em encostas no bairro do Mutange. Fonte: MACEIÓ, 2005a.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

No contexto, constata-se que o processo de expansão urbana e o crescimento demográfico da cidade não foram acompanhados pela devida infraestrutura urbana necessária para garantir uma boa qualidade de vida à população, comprometendo o potencial de desenvolvimento do município. Hoje a região noroeste e o litoral norte da cidade são alvos do processo de desenvolvimento e ocupação urbana.



Ilustração 18: Ocupação na região dos tabuleiros de Maceió. Fonte: Marcedo, 2007.

De maneira desordenada, a cidade cresceu acompanhada pelo aumento do tráfego, concentração da massa construída, alterando as condições térmicas locais, comprometendo a qualidade climática do espaço urbanizado.

A inexistência de um plano urbanístico para Maceió que agisse como um instrumento estruturador do espaço urbano criou uma configuração espacial problemática. A análise do processo de evolução urbana demonstra que a estrutura físico-espacial dos tempos de sua formação até a conjuntura atual, reflete o modo de produção dominante na região, atrelado ao sistema da agroindústria açucareira, traduzido num alto grau de concentração de renda e exclusão social, representado em Maceió não só nas oportunidades de subemprego, mas sobretudo na forma de ocupação do solo (MACEIÓ, 2005a:13).

Atualmente Maceió apresenta uma expansão de sua malha urbana, caracterizada, sobretudo por uma ampliação horizontal do tecido urbano em direção a porção norte da cidade e um adensamento vertical em determinadas porções da cidade, mediante a substituição de edificações unifamiliares por multifamiliares. Observa-se que tal crescimento não é acompanhado por uma avaliação da qualidade climática da cidade causada por novas construções e intervenções urbanísticas.

O escalonamento das alturas das edificações, a partir das quadras contíguas à orla, bem como recuos progressivos de acordo com o número de pavimentos das edificações são importantes para a qualidade térmica do espaço urbano, uma vez que pode potencializar a ventilação natural na refrigeração passiva de ambientes internos e externos a edificação.

É dever do poder público por meio das legislações urbanas, legislar sobre seu território e estabelecer limites para as construções na cidade. Em toda a dimensão do município, a legislação urbanística deve atuar de modo a garantir que áreas de penetração de ar na cidade, áreas importantes para o microclima e para as condições de conforto térmico sejam protegidas



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

e potencializadas, de forma a assegurar uma integração entre a ordenação do solo e qualidade climática do espaço urbano.

3.3 Legislação urbana municipal e a componente climática

A cidade de Maceió não contou com muitos Planos que regessem a sua ocupação do solo de maneira compatível com as características físicas e climáticas do local.

No início da urbanização de Maceió, algumas preocupações quanto à salubridade do ambiente urbano eram explícitas, inicialmente seguindo as determinações das leis gerais do Império do Brasil. Segundo Robalinho (2002, p. 03) o referido documento explicitava “preocupações com qualquer elemento que possa alterar e corromper a salubridade da atmosfera”.

O Código de Posturas da Câmara de Maceió do século XIX já expressava a preocupação com a higiene da cidade, estabelecendo a largura de vias, calçadas, alinhamento das novas e antigas ruas, determinação dos limites mínimos das alturas de edificações, a fim de permitir melhor circulação do ar no ambiente urbano (ROBALINHO, 2002).

No entanto, de acordo com Espíndola (1871 apud ROBALINHO, 2002) a cidade apresentava extensas áreas insalubres, nas quais a atmosfera da área era dotada de substâncias nocivas à saúde humana. Seriam as áreas expostas às correntes marítimas e eflúvios de áreas pantanosas.

Apenas em 1981 foi elaborado o Plano de Desenvolvimento de Maceió o qual não foi regulamentado como lei municipal, apenas os códigos de Edificações - Lei nº3537 de 23/12/1985; Código de Posturas – Lei nº3538 de 23/12/1985 e Código de Urbanismo – Lei nº. 3536 de 23/12/1985 foram devidamente regulamentados. Estes sofreram modificações por algumas normas setoriais: Códigos de Limpeza Urbana, Sanitário e Meio Ambiente, e por normas que dispõem da estrutura administrativa do poder público municipal. As alterações sucessivas formaram documentos confusos e insuficientes.

Contudo, o Plano de Maceió deste período nunca foi realmente aprovado, o que não o torna inexistente, visto que o plano é constituído por um conjunto de legislações complementares que o auxiliam. No entanto, neste caso a legislação se apresentou pouco eficiente e a cidade cresceu sem obedecer criteriosamente às recomendações contidas no mesmo. Esta situação levou a uma lentidão de procedimentos de licenciamento e controle, que dificultou o investimento produtivo e propiciou as atividades irregulares, a sonegação e a



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

especulação. Além disso, não promoveu o desenvolvimento urbano e ocupação do solo de forma coerente com as características ambientais, sociais e a disponibilidade de infra-estrutura (MACEIÓ, 2005a).

Com o Estatuto da Cidade, Lei 10.257 criada em 10 de julho de 2001, os artigos 182 e 183 Constituição Federal Brasileira de 1988 (BRASIL, 1988), que subscrevem sobre a Reforma Urbana, são regulamentados. A partir desses artigos da Constituição, os municípios brasileiros ganharam autonomia e passaram a ser legisladores do território municipal, sendo obrigados a revisar ou elaborar seus planos diretores (PEREIRA, 2007).

Por meio da revisão e elaboração dos planos diretores de cada município, importantes instrumentos urbanísticos, tributários e jurídicos são criados a fim de estabelecer as políticas urbanas, o desenvolvimento das funções sociais e ambientais da cidade.

Algumas diretrizes previstas no Estatuto da Cidade e que devem ser contempladas pelos planos diretores municipais tratam da ordenação e do controle do uso e ocupação do solo de modo a evitar: utilização inadequada dos imóveis urbanos; proximidade dos usos incompatíveis; parcelamento do solo ou uso excessivo inadequado em relação à infra-estrutura; instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como pólos geradores de tráfego; poluição e degradação ambiental. Percebe-se que, dentre esses aspectos grande parte está relacionado à questão climática, no entanto não são citados claramente pelo documento.

Observa-se que a relação entre o clima urbano e o planejamento das cidades continua sendo pouco abordada por legislações urbanísticas, apesar de reconhecida sua importância e os problemas causados na atmosfera urbana diante do crescimento das cidades. Como afirma Assis:

Com a aprovação da Lei 10.257, de 10 de julho de 2001, chamada Estatuto da Cidade, criou-se a possibilidade de desenvolver estudos urbanísticos considerando aspectos ambientais para a qualidade urbana que sirvam de subsídio para a elaboração do Plano Diretor. Entretanto, mesmo com o Estatuto, é possível perceber que as questões referentes à bioclimatologia urbana continuam sendo tratadas de forma simplificada e genérica. É comum, por exemplo, associar o conforto ambiental urbano ou o urbanismo bioclimático, como tem sido denominado, ao conceito de planejamento ambiental, cuja experiência no Brasil tem basicamente agregado à metodologia convencional de planejamento territorial e urbano as questões – evidentemente importantes – de preservação e/ou conservação de sistemas naturais, e a intervenção paisagística em áreas degradadas ou de vazios urbanos. O urbanismo bioclimático vai mais além dessa abordagem, ao associar a capacidade de carga dos sistemas naturais locais a uma matriz de interações entre os aspectos ambientais (insolação, ventos, vegetação, recursos energéticos e hídricos, e geomorfologia) e as variáveis do



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

ambiente urbano (estrutura de circulação, espaços livres e áreas verdes, condições das quadras, lotes e edificações) (ASSIS, 2007, p. 153).

O papel do plano diretor deve transcender a uma abordagem meramente econômica e social, sendo necessário garantir a coerência entre a expansão urbana e as atividades sociais, políticas e econômicas associadas, sobretudo, a proteção do ambiente natural, envolvendo nestas as reflexões climáticas.

No caso específico da cidade de Maceió, é a lei municipal Nº 5486 de 30/12/2005 que institui o Plano Diretor do município como o principal instrumento da política de desenvolvimento urbano e ambiental da cidade. O Plano de Maceió tem por finalidade “fomentar inclusão social, mediante ampliação da oferta de terra urbana, moradia digna, saneamento básico, infra-estrutura urbana, transporte público, trabalho, renda, cultura e lazer” (MACEIÓ, 2005, p.10).

O Plano Diretor de Maceió não faz referência às particularidades do clima urbano. O clima da cidade só se faz presente na descrição das características naturais do sítio em um documento preliminar ao Plano.

A “falta de planejamento” tem sido, muitas vezes, considerada a grande justificativa para o modelo de crescimento e expansão urbana adotado, negligenciando alguns aspectos ambientais e climáticos, entretanto, muitas vezes, não se trata exatamente da ausência de planejamento, mas de uma contradição entre a legislação urbana e a gestão.

A cidade vem sendo, nas últimas décadas, objeto de estudo de alguns trabalhos que tratam das nuances do processo de urbanização e os impactos causados ao clima da cidade. Trabalhos como Barbirato (1998), Barbosa (2005) e Almeida (2006) abordaram questões de clima urbano e são importantes de ser observados por planejadores urbanos e arquitetos no processo de elaboração de intervenções arquitetônicas e urbanísticas, tendo em vista minimizar impactos sociais, ambientais e climáticos da ocupação do território de Maceió.

Os trabalhos produzidos constatarem a forte influência dos efeitos da urbanização sobre a qualidade climática da cidade de Maceió, evidenciando a importância do conhecimento climático como parte integrante do processo de planejamento urbano.

No entanto, a legislação de apoio ao planejamento urbano do município ainda carece de uma abordagem que contemple as questões climáticas locais, apesar de haver preocupações com outros problemas causados a natureza, decorrente do crescimento da cidade.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

É importante que o planejamento da cidade inclua a questão climática com um dos subsídios capazes de garantir o bem estar dos cidadãos e a salubridade do espaço urbano. Contudo, não se pode ter uma visão reducionista da realidade urbana. Aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais devem atuar conjuntamente na constituição do mosaico da cidade. De modo que a produção humana garanta a perpetuação da natureza dentro da própria estrutura urbana.

Reconhece-se que o espaço urbano simboliza a espacialização da sociedade vigente, de seu modo de produção e relações sociais. E neste sentido ressalta-se a promoção de um crescimento urbano aliado ao ambiente natural, sobretudo, considerando as especificidades climáticas de cada região, a fim de garantir o bem estar e o conforto térmico dos habitantes da cidade.



4 Caracterização climática de Maceió

Esta seção do trabalho compreende a descrição dos resultados obtidos a partir da aplicação do referencial teórico metodológico adotado para a presente investigação.

4.1 Fatores condicionantes do clima

Os fatores que condicionam o clima de Maceió são analisados a seguir por meio da espacialização, através de mapas, e avaliação dos seguintes aspectos: topografia, uso e ocupação do solo, altura de edificações e áreas verdes. Aliada a elaboração dos mapas a análise dos fatores condicionantes do clima de Maceió é subsidiada por categorias descritas por Oliveira (1985,1993), resultando na caracterização do espaço urbano de Maceió sob o ponto de vista climático.

4.1.1 Topografia

Cada lugar possui características singulares quanto aos processos geológicos e orgânicos responsáveis pela conformação de sua topografia. Esta exerce influência na configuração de microclimas, visto que o fluxo de ar, a temperatura, o teor de umidade e a incidência da radiação podem ser modificados mediante a forma da superfície da terra.

Segundo Bustos Romero (1998, p.30) a topografia é um dos elementos que afeta o microclima do lugar. Regiões com relevo acidentado possuem microclimas variados. A orientação e sua declividade influenciam os aportes de radiação. Bem como, fluxos de ar podem ser desviados ou canalizados pelas variações da superfície terrestre.

De acordo com a autora “Na topografia devem ser consideradas a declividade, a orientação, a exposição e a elevação das ondulações da superfície terrestre”. Assim, uma topografia plana é capaz de facilitar a circulação do vento, antagonicamente, em um relevo acidentado o vento pode ser desviado ou canalizado modificando as condições de umidade e temperatura do ar.

Em sua morfologia natural, a cidade de Maceió situa-se sob uma restinga arenosa e apresenta duas formas principais de configuração: a planície marinho lagunar e o planalto sedimentar dos tabuleiros, formando três planos topográficos bem delineados entre eles, a parte baixa, a alta e o intrínseco das encostas que cortam a cidade (LIMA, 1990).

A parte mais baixa da cidade, que constitui a planície marinho lagunar de formação quaternária, situa-se a 10m acima do nível do mar, contornando o litoral e a lagoa, sendo



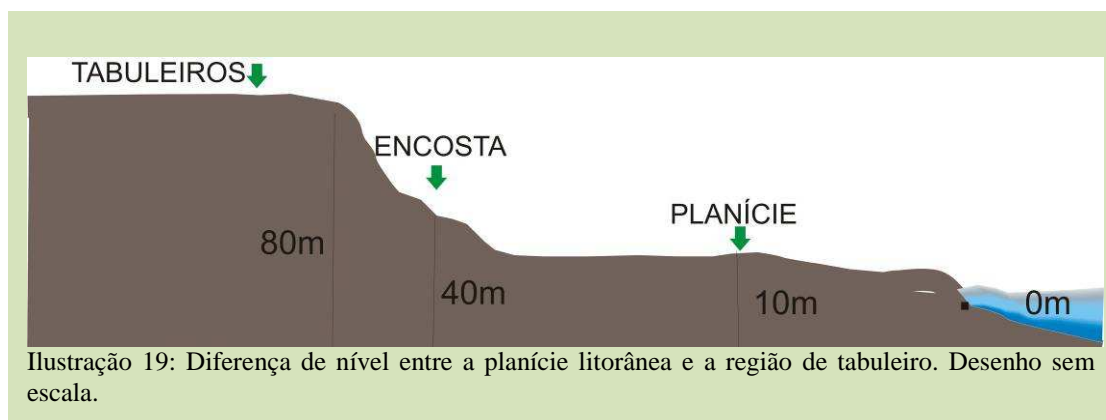
Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

formada por manguezais que compõem ilhas na Lagoa Mundaú, a sudoeste, e cobrindo estuários dos rios a leste, constituída por restingas, praias, terraços, recifes, resto de dunas, mangues, rios e lagoas. Esta área é a denominada baixada litorânea de Maceió a qual sofreu ao longo de seu transcurso histórico sucessivas modificações por ações humanas, como aterros (ARAÚJO, L. M. de, 2004).

Já os tabuleiros, situados ao norte, são formados por um amplo baixo-platô constituídos por sedimentos terciários, como vasta superfície aplainada. Tem composição areno-argilosa com altitude em torno de 80 metros, podendo atingir altura de mais de 100m no bairro Tabuleiro dos Martins (ARAÚJO, L. M. de, 2004).

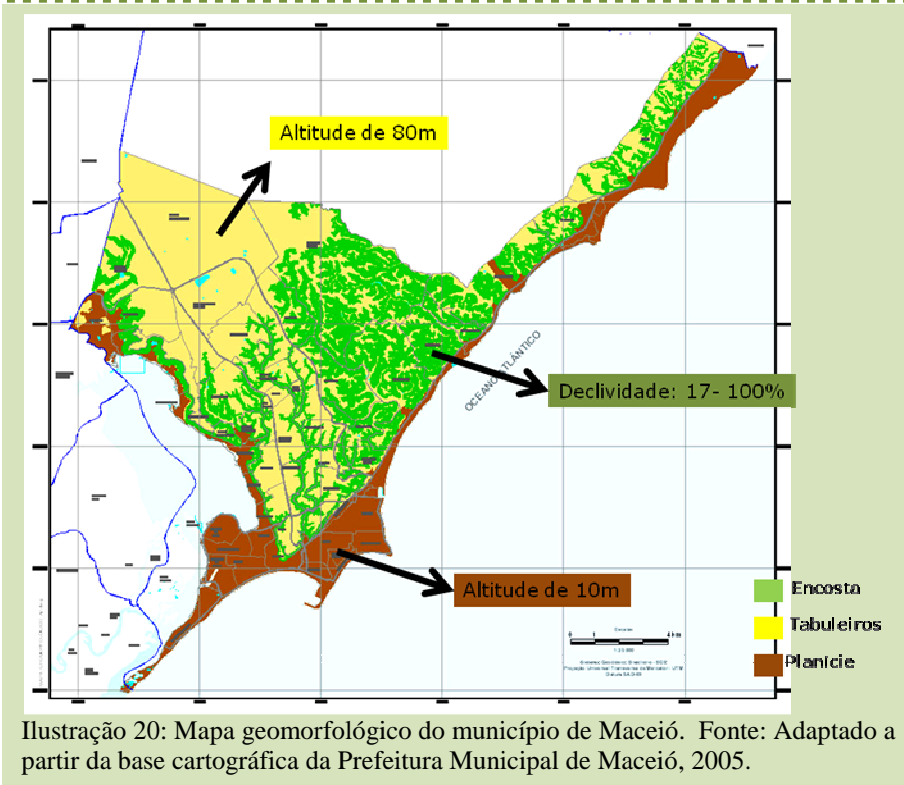
O desnível resultante desta conformação compõe o terceiro compartimento, as encostas dotadas declives que oscilam entre 17 a 100%. Apresenta ligeira inclinação no sentido do oceano e possuem cotas topográficas variando entre 15 e aproximadamente 40 metros. Esta classe de declividades torna-se crítica nos períodos chuvosos reduzindo a segurança da área em relação aos períodos de estiagem. A suscetibilidade ao escorregamento aumenta com a retirada de vegetação, que propicia maiores infiltrações e erosões que associadas às sobrecargas, tornam-se agentes promotores de instabilidade (MACEIÓ, 2005a).

Os três diferentes planos que definem a topografia da cidade de Maceió são ilustrados nas imagens a seguir (Ilustração 19 e Ilustração 20):





Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.



A topografia de Maceió influenciou diretamente no processo de urbanização da cidade. Áreas consideradas inadequadas para ocupação como encostas, são sujeitas a problemas de instabilidade diante de sua declividade. Algumas áreas encontram-se ocupadas ilegal e inadequadamente, acarretando conflitos sociais, ambientais e econômicos de difícil solução.

Observando o mapa de topografia da cidade, constata-se que o município apresenta uma configuração topográfica ascendente (Ilustração 21 e Apêndice A).

Nota-se que as áreas mais altas do município, os tabuleiros, encontram-se a norte e noroeste, fazendo limite com a zona rural de Maceió e municípios vizinhos. Apresenta extensas áreas planas, com pequenos declives que oscilam entre 0 e 5%.

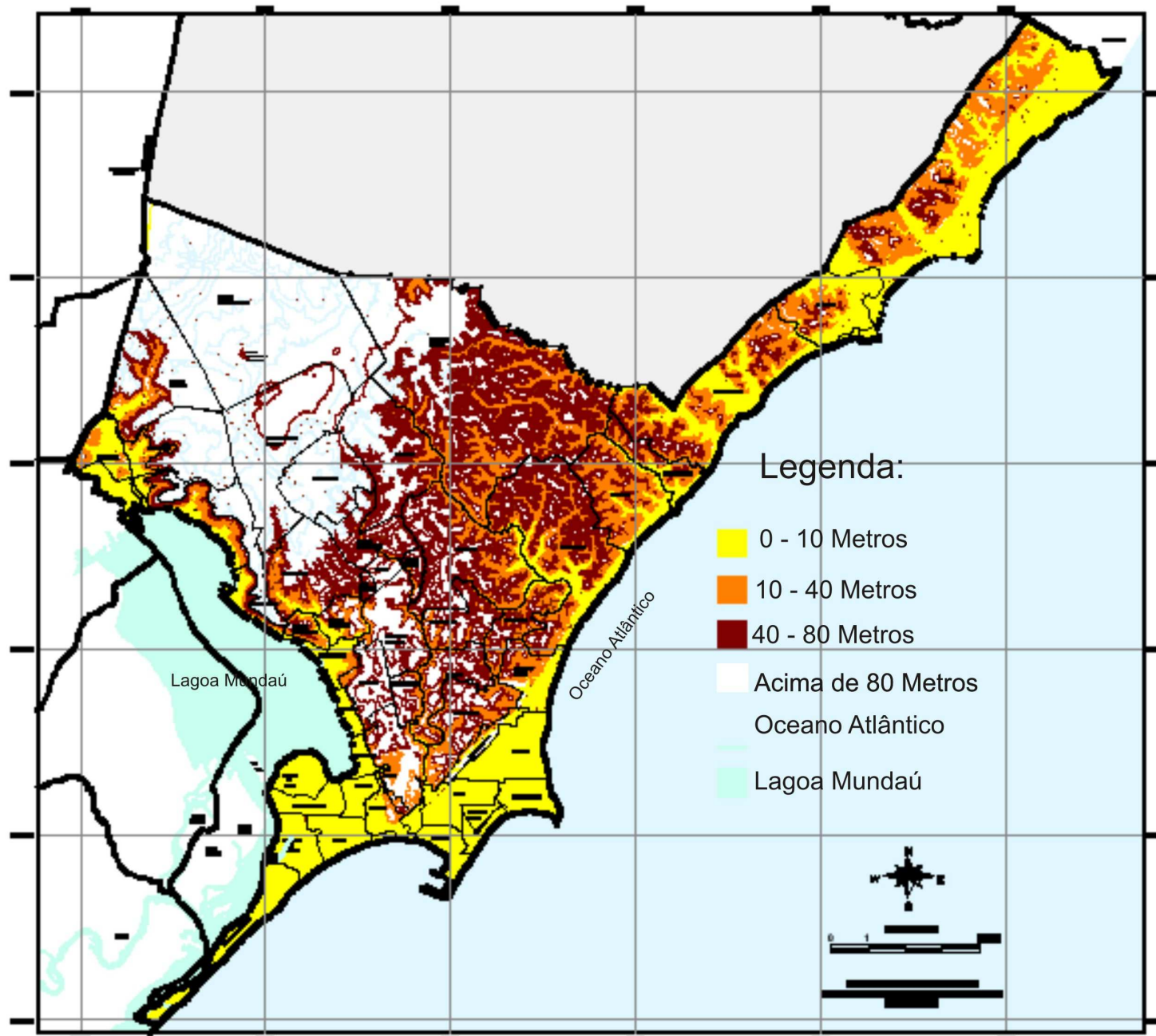


Ilustração 21: Mapa de Topografia de Maceió. Fonte: Mapa elaborado a partir do mapa topográfico da Secretaria Municipal de Planejamento.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

A altitude reduz em direção ao sul do município atingindo o nível zero nas proximidades da lagoa Mundaú. Grandes áreas planas configuram a região mais baixa da cidade em bairros com características de adensamento e expansão imobiliária tais como Levada, Centro, Jaraguá, Poço, Jatiúca, Ponta Verde, Pajuçara, dentre outros.

Quanto às categorias descritas por Oliveira (1993) relacionadas à topografia serão analisadas: relevo-declividade; relevo-orientação; relevo - conformação geométrica; relevo - altura relativa; solo-natureza.

- Relevo-declividade

De acordo com Oliveira (1993, p.1004) “a declividade do sítio determina maiores ou menores trocas de calor. Quanto maior a declividade maior as trocas térmicas, pois a superfície de contato também é maior, o que não favorece a circulação de ar, conduzindo a grandes consumos energéticos nos deslocamentos urbanos”.

Maceió apresenta uma declividade que facilita a penetração dos ventos nos dois planos da cidade: planície litorânea e na porção mais alta do município, os tabuleiros. Segundo Oliveira (1993) isto implica em menores trocas de energia com o ambiente climático, favorecendo a circulação do ar e os deslocamentos urbanos, constituindo uma das melhores situações para climas quente e úmido.

No entanto, de acordo com corte topográfico no terreno (ilustração 22) entre estes planos encontram-se as encostas que apresentam declividades de 17% a 100%, considerada alta de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo autor. Isto pode acarretar desvios no fluxo horizontal do ar no contexto urbano, pois os ventos oriundos do quadrante leste, predominantes no município, elevam sua altura ao encontrarem as encostas e podem provocar turbulências no escoamento do ar na região do topo das encostas, início dos tabuleiros.

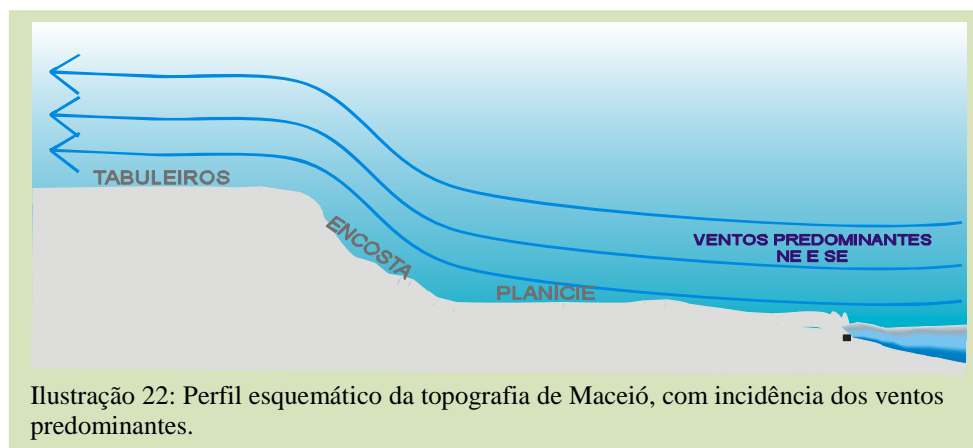


Ilustração 22: Perfil esquemático da topografia de Maceió, com incidência dos ventos predominantes.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

- Relevo-orientação / conformação geométrica / altura relativa

Quanto à conformação geométrica, em meso escala, a cidade apresenta uma forma aberta facilitando o escoamento dos ventos e expondo as superfícies a trocas térmicas, tendo uma forma adequada ao controle climático de climas quente e úmido, não sendo possível classificá-la segundo as características de concavidade e convexidade descritas por Oliveira (1993).

- Solo – natureza

O tipo de solo de uma área é um aspecto determinante na ocupação urbana, pois suas características podem torná-la suscetível ou não a determinado uso.

A cidade de Maceió tem seu sítio urbano localizado sobre terrenos sedimentares neocenozóicos e quaternários. Os primeiros correspondem à formação de barreiras, gerado a partir da deposição da Bacia sedimentar de Alagoas, com ocorrência nos tabuleiros, e os quaternários resultam da ação marinha, configurando a planície litorânea e lagunar da cidade, com terraços marinhos e cordões arenosos (ARAÚJO, L. M. de, 2004).

Na planície litorânea o solo apresenta uma composição arenosa. Oliveira (1993) afirma que “terrenos arenosos possuem um alto albedo e maior incidência de radiação, umidade baixa e inércia térmica média em áreas compactadas”. Em climas quente e úmido esse tipo de solo apresenta baixo desempenho climático.

Já nos tabuleiros, o solo tem composição areno-argilosa, sendo facilmente moldável às necessidades humanas de ocupação do solo. Para Oliveira (1993) terrenos argilosos apresentam baixo ou médio albedo, menor incidência de radiação solar, umidade alta e alta inércia térmica em áreas mais compactas.

Em fim, a topografia de uma região é um elemento preponderante no uso e ocupação do solo, bem como exerce enorme influência na modificação do clima local. Assim, é preciso estabelecer conformidades entre esses parâmetros a fim de minimizar os impactos adversos à paisagem, prejuízos causados ao meio ambiente e ao clima urbano.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

4.1.2 Uso do solo

O uso do solo diz respeito à distribuição das atividades tais como residências, comércios, serviços, instituições e indústrias, na malha urbana. Há uma relação estreita entre as atividades desenvolvidas na cidade e as conseqüências destas sob o clima urbano. A distribuição dos diversos tipos de uso do solo parece interferir na qualidade climática da cidade, uma vez que as atividades antropogênicas diferem em virtude do uso do solo da região, bem como as características térmicas dos materiais constituintes. Ou seja, nas áreas residenciais o comportamento térmico citadino pode diferir de áreas industriais, comerciais e de serviço.

Sobretudo, áreas de maior concentração de atividades antropogênicas, grande concentração de massa construída e altas densidades resultam em uma maior produção de calor e poluentes, com temperaturas do ar mais elevadas. Quanto maior a estrutura urbana, maior a quantidade de fontes produtoras de calor e de poluentes.

Constata-se em Maceió um uso do solo diversificado. Há ocorrência de usos residencial, industrial, comércio/serviço e institucional (ver mapa de uso do solo na ilustração 29 e apêndice B). No entanto por se tratar de uma análise em meso escala do objeto de estudo, as diversas formas de uso do solo existentes em Maceió se destacam pela concentração das atividades no espaço urbano.

O uso residencial é predominante no tecido urbano do município. No contexto, residências unifamiliares e multifamiliares com mais de nove pavimentos e de alto padrão se contrapõe a outras formas de residir da população menos favorecida que habitam as vilas, cortiços, palafitas, conjuntos habitacionais e grotas (Ilustração 23 a ilustração 28).



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.



Ilustração 23: Habitações subnormais em favelas no bairro do Tabuleiro dos Martins em Maceió - AL.



Ilustração 24: Residências de classe baixa no bairro do Vergel do Lago na orla Lagunar de Maceió.



Ilustração 25: Residências em encostas no bairro do Jacintinho em Maceió.



Ilustração 26: Conjuntos habitacionais em Maceió no Bairro do Poço. Fonte: Organização Arnon de Melo, 2007.



Ilustração 27: Residência de classe alta em condomínio fechado em Maceió. Fonte: <http://fotosdealagoas.blogspot.com/2008>.



Ilustração 28: Edifícios multifamiliares de classe média alta na orla marítima do bairro de Ponta Verde em Maceió.

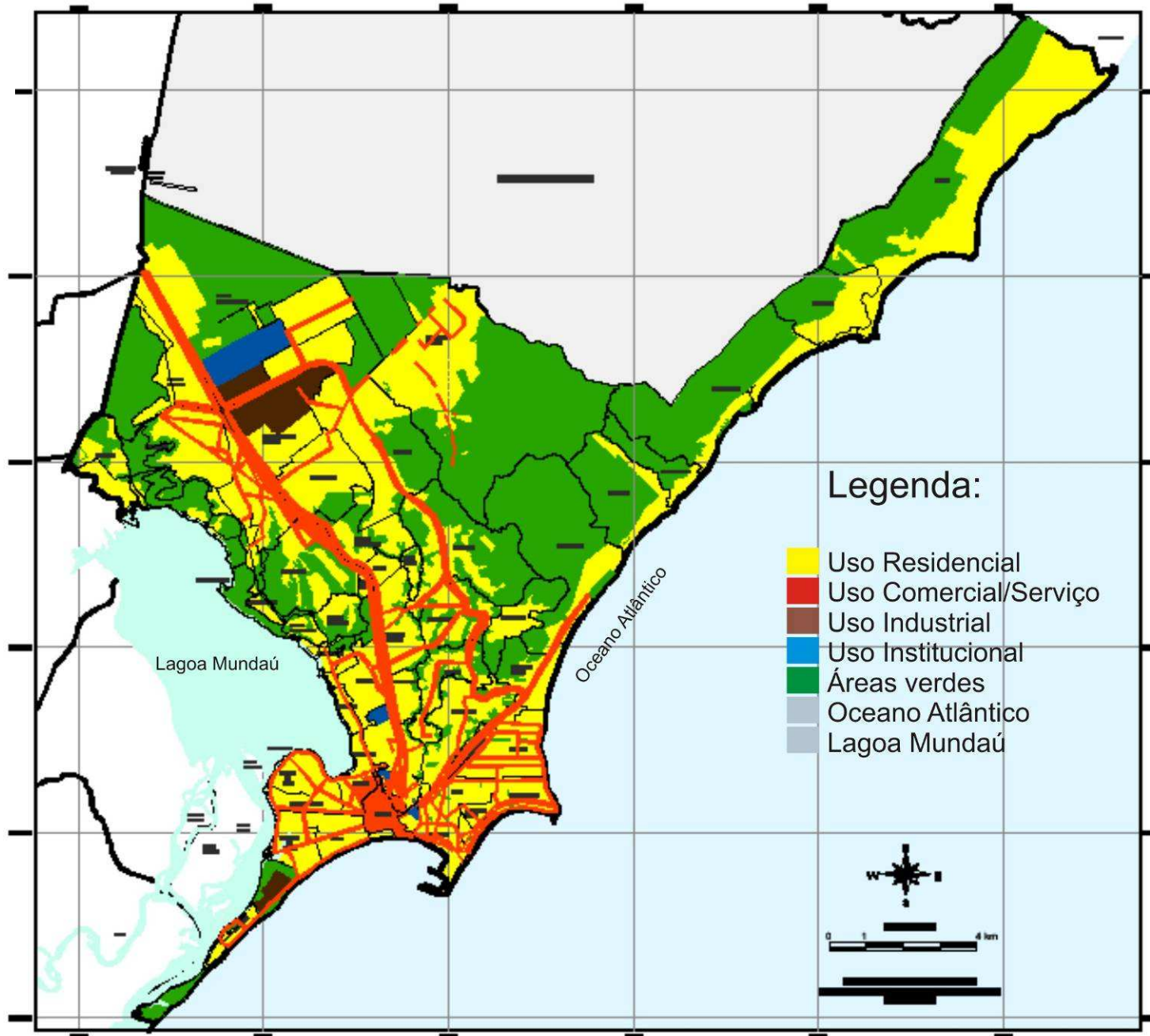


Ilustração 29: Mapa de uso do solo de Maceió. Fonte: Mapa produzido a partir de visitas in loco e informações da Secretaria Municipal de Planejamento de Maceió.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

O uso residencial de Maceió acaba sendo polarizado de acordo com a distribuição de renda e especializado nos bairros da cidade da seguinte maneira: bairros com população de renda alta dotados de infra-estrutura urbana e reconhecida pelo mercado imobiliário abrigam 20% da população da cidade; bairros de renda média e

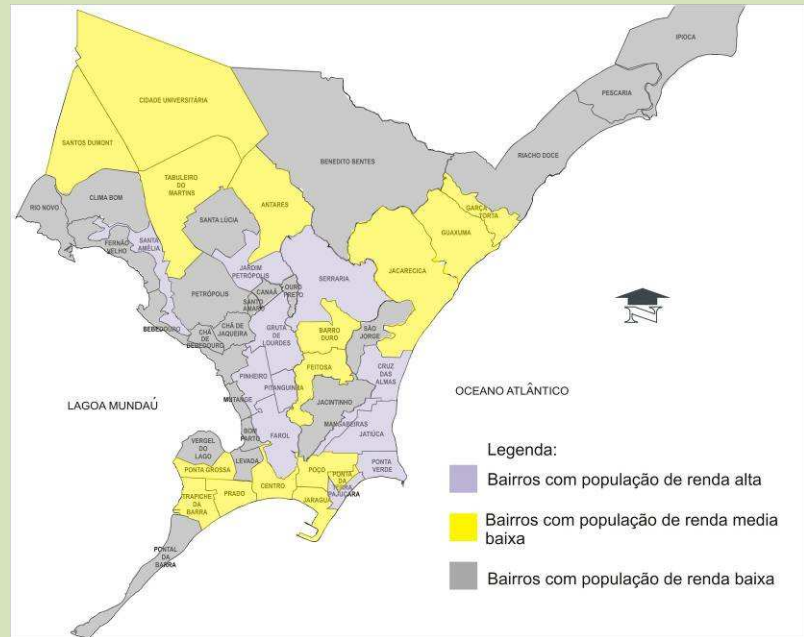


Ilustração 30: Mapa de segmentação dos pólos residenciais em Maceió, segundo o poder aquisitivo da população. Elaborado a partir de dados da Organização Arnon de Melo, 2006.

baixa contemplando alguns bairros antigos e de expansão recente abarcando 34% da população; bairros de renda baixa que margeiam a Lagoa Mundaú, além de bairros com expansão recente, marcados pela presença de conjuntos habitacionais e bairros do Litoral Norte habitados por pescadores (Ilustração 30). Esse bloco aglomera 46% da população de Maceió (ORGANIZAÇÃO ARNON DE MELO, 2006).

Outro uso que se faz presente no contexto urbano da cidade, em menor escala, mas de grande expressividade são as edificações de comércio e serviço, visto que essas duas atividades são base da economia de Maceió. A concentração das atividades de comércio e serviço, de pequeno, médio e grande porte, formais e informais, se dá especialmente no bairro do Centro, Levada e Jaraguá conforme se observa no mapa de uso do solo de Maceió (Ilustração 29 e apêndice B) e onde as atividades são ativas e dinâmicas (Ilustração 31 e Ilustração 32).



Ilustração 31: Comércio informal nas proximidades do Mercado da Produção de Maceió no bairro da Levada



Ilustração 32: Comércio varejista no centro de Maceió. Fonte: www.cdlimaceio.com.br



Caracterização climática da cidade de Maceió com subsídio a decisões de planejamento.

O comércio formal convive paralelamente com o comércio informal muito praticado em grande parte dos bairros populares da cidade. Este tipo de comércio se estabelece em espaços públicos como estacionamentos, ruas, calçadas, linha ferroviária e praças configurando feiras livres onde se comercializam diversos gêneros alimentícios, roupas, calçados e eletrônicos, gerando grande movimentação de pedestres e veículos na circunvizinhança (Ilustração 33 e Ilustração 34).



Ilustração 33: Comércio informal na linha ferroviária no bairro da Levada.



Ilustração 34: Comércio formal e informal em via do bairro do Jacintinho.

O que ocorre nessas áreas de centralização de atividades de comércio e serviço em Maceió, em sua maioria, é a concentração de concreto e pavimentação asfáltica, que aumentam a absorção da energia solar devido ao baixo albedo e são capazes de modificar as condições microclimáticas locais, agravado pelo grande fluxo de veículos.

O uso institucional se faz na cidade de forma pontual em determinadas áreas especialmente na porção mais alta de Maceió, nos bairros do Farol, Pinheiro e Cidade Universitária conforme demonstra o mapa de uso do solo do município.

Quanto às atividades industriais, estas aparecem no contexto urbano de Maceió de forma restrita. Não há uma dinâmica industrializante significativa no município. Duas indústrias de grande expressividade para o estado de Alagoas foram implantadas na área urbana da cidade, mais especificamente, planície litorânea de Maceió, na década de 1970: a Braskem e a indústria de derivados de coco, Sococo (Ilustração 35 e ilustração 36).



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.



Ilustração 35: Indústria Química Brasken. Fonte: Marcedo, 2007.



Ilustração 36: Indústria Sococo. Fonte: www.sococo.com.br.

Apesar da ocorrência de algumas unidades industriais na planície em Maceió, o maior distrito industrial, denominado Distrito Industrial Governador Luiz Cavalcante está situado no bairro do Tabuleiro dos Martins, na porção mais alta e a noroeste da cidade, conforme explicito no mapa de uso do solo da cidade.

O distrito industrial de Maceió não apresenta uma atividade antropogênica significativa que possa gerar poluição e conseqüências perceptíveis a qualidade do ar. Mesmo assim, orientado de forma favorável à penetração dos ventos predominantes da cidade, a malha urbana a sotavento do distrito industrial de Maceió, apresenta boa porosidade para dispersar possíveis ocorrências de poluição. Nesta área da cidade o terreno apresenta configuração relativamente plana, com poucas variações de cota, mas com carência de vegetação.

Oliveira (1985:112) afirma que quanto maior a concentração de massa edificada contendo atividades industriais, comerciais e de serviços, maior a produção de calor e poluentes atmosféricos, logo, maiores as chances de alterações climáticas inadequadas ao conforto e salubridade do usuário.

Assim, observa-se que apesar da diversidade de uso do solo na cidade, a concentração de áreas verdes urbanas em determinadas áreas contribuem para minimizar os efeitos nocivos da urbanização sobre o clima local. Os pontos concentradores de serviço e de comércio existentes aumentam a quantidade de emissores de calor e a atividade antrópica, sobrecarregando a infra-estrutura, especialmente a viária.

Contudo em Maceió, as áreas onde o potencial de alteração climática é mais significativo são aquelas que convergem às atividades de comércio, serviço e indústria devido à densidade da configuração urbana, poluição do ar e concentração de tráfego.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

4.1.3 Ocupação do Solo

A atual configuração da ocupação do solo em Maceió está intrinsecamente relacionada ao processo histórico de ocupação da cidade, aos aspectos naturais do sítio e aos processos eminentes das desigualdades sociais.

Desde o início de sua urbanização Maceió apresenta a segregação social através de configuração espacial. De um lado a cidade valorizada pelo mercado imobiliário, por outro os bairros estagnados e pobres.

Apesar desta dicotomia presente em Maceió, a cidade tem sido palco de uma rápida expansão da ocupação do solo urbano em virtude do crescimento demográfico identificado na cidade nos últimos 20 anos.

A forma de ocupação do solo de Maceió vem ocorrendo pela ampliação do espaço periférico, através da implantação de conjuntos habitacionais; pelo processo de substituição de moradias unifamiliares por multifamiliares, além da autoconstrução de edificações realizada pela população desprovida de opções de moradia. Por outro lado, há áreas da cidade que apresentam baixas taxas de crescimento, por estarem densamente ocupadas, impossibilitando a expansão de suas fronteiras.

Houve uma evolução significativa no tocante da expansão de área construída em Maceió nas últimas duas décadas. Os tons esverdeados das imagens correspondem às áreas construídas da cidade e sua expansão ao longo de sua evolução temporal (Ilustração 37, ilustração 38 e ilustração 39).

Analisando o mapa de ocupação do solo de Maceió (Ilustração 40 e apêndice C) observa-se que é na planície litorânea e lagunar que se encontra a maior densidade de edificações da cidade, nos bairros mais antigos e centrais, bem como nas áreas de valorização imobiliária como a orla marítima.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

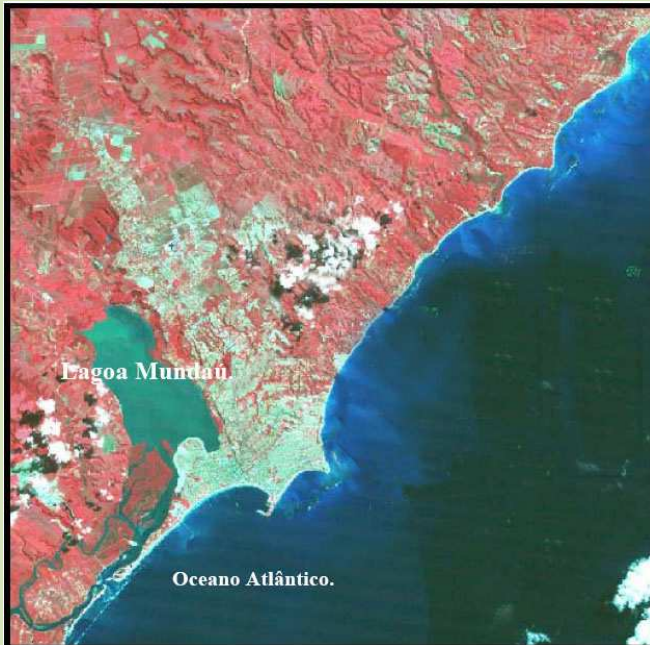


Ilustração 38: Imagem satélite de Maceió em 11 de junho de 1990. Os tons esverdeados das imagens caracterizam áreas construídas em Maceió. Fonte: Araújo, 2006.



Ilustração 39: Imagem satélite de Maceió em 21 de setembro de 1998. Os tons esverdeados das imagens caracterizam áreas construídas em Maceió. Fonte: Araújo, 2006.



Ilustração 37: Imagem satélite de Maceió em 03 de setembro de 2003. Os tons esverdeados das imagens caracterizam áreas construídas em Maceió. Fonte: Araújo, 2006

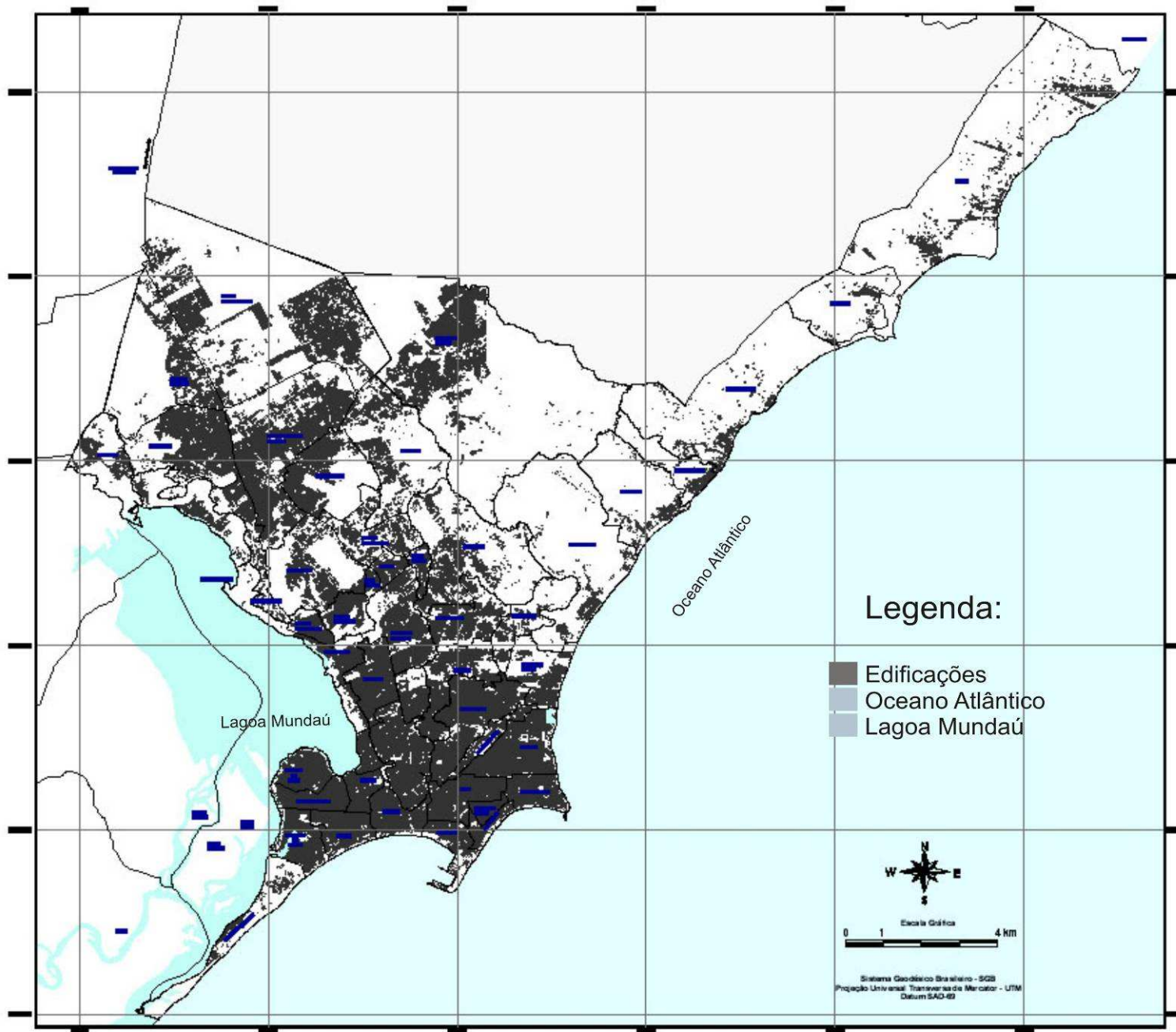


Ilustração 40: Mapa de ocupação do solo de Maceió. Fonte: Mapa produzido a partir do mapa de edificações fornecido pela Secretaria Municipal de Planejamento.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Na porção sul do município onde estão localizados alguns bairros de baixa renda, tais como Levada, Ponta Grossa, Vergel do Lago, Bom Parto, Trapiche da Barra, dentre outros, observa-se alguns tipos de ocupação do solo bem definidos:

Uma área de ocupação mais densa, caracterizada por edificações amontoadas, em lotes pequenos (30 a 50 m²), com pouco ou nenhum recuo, baixa rugosidade, com um traçado desordenado desprovido de preocupações quanto às questões ambientais do sítio e carente de um desenho urbano que considere adequadamente os condicionantes do clima local. Edificações localizadas nessa área são erigidas com diversos tipos de material, desde alvenaria, restos de construção, plásticos e papelão (Ilustração 41 e ilustração 42).

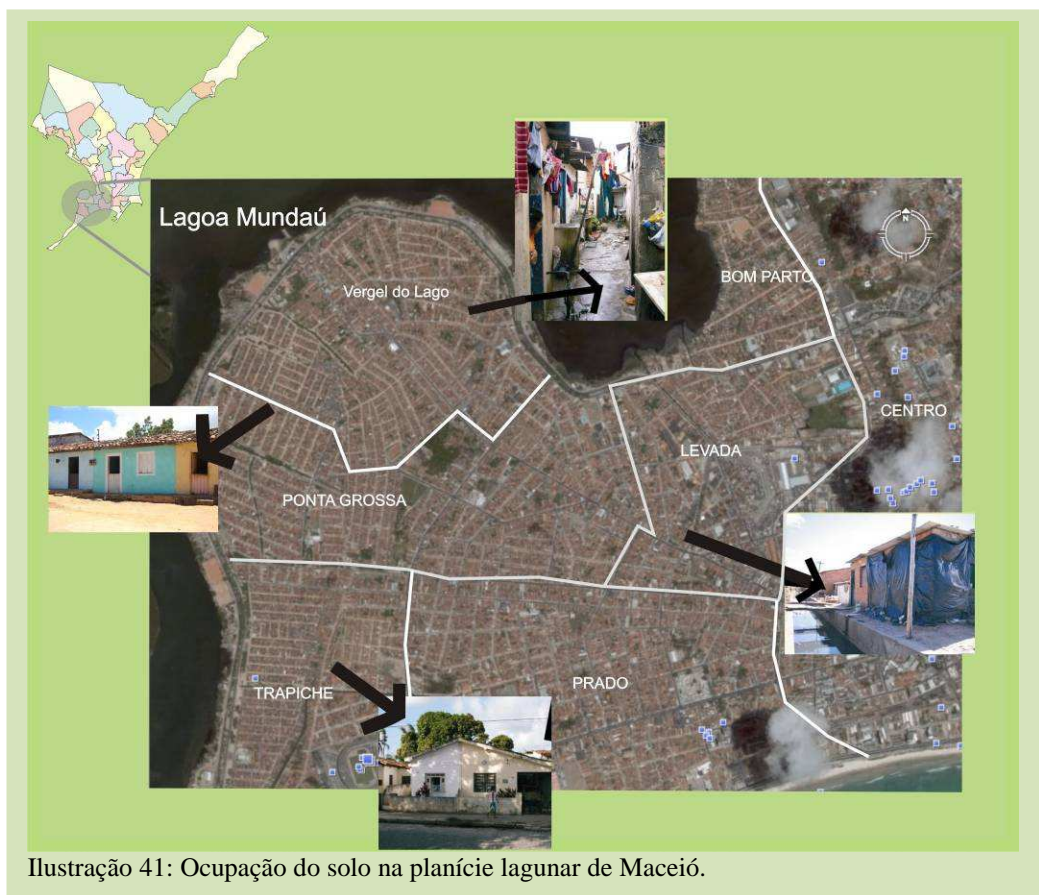


Ilustração 41: Ocupação do solo na planície lagunar de Maceió.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Os índices urbanísticos estabelecidos pelo Código de Urbanismo e Edificações de Maceió (MACEIÓ, 2006) limitam a taxa de ocupação dos lotes em 90% para edificações de até dois pavimentos, desprovidos da obrigatoriedade de recuos e 60% para edificações de até 4 pavimentos. A alta taxa de ocupação dos lotes garante a área um elevado índice de impermeabilidade de solo, aumentando a densidade urbana e conseqüentemente tendendo a elevar a temperatura do ar na região.



Ilustração 42: Ocupação irregular e densidade ocupacional às margens da lagoa Mundaú. Fonte: Marcedo, 2007.

Outro tipo de ocupação diz respeito à porção mais antiga da referida área e apresenta lotes parcelados, seguindo um padrão quanto ao tamanho, com testada média de 8 metros e podendo apresentar ou não recuos. Tais edificações se configuram em áreas que sofreram o processo de loteamento, apresentando traçado regular e ortogonal, como em áreas do bairro do Trapiche da Barra (Ilustração 41).

Outras porções da cidade, como áreas de risco e de preservação ambiental, como as encostas passam a ser ocupadas pela população de baixa renda. Esse processo se dá de forma desordenada, com um traçado urbano espontâneo, desconsiderando os aspectos ambientais e climáticos da região.

Um exemplo são as áreas invadidas e densamente habitadas nas Grotas do Jacintinho e do riacho Reginaldo conforme demonstrado nas ilustrações a seguir.



Ilustração 43: Encosta ocupada ilegalmente no bairro do Jacintinho.



Ilustração 44: Área ocupada ilegalmente no bairro do Reginaldo. Fonte: Marcedo, 2007.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Do outro lado da planície, ao norte do município (Ilustração 45), nos bairros de Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca, Mangabeiras e Cruz das Almas, percebe-se a ocorrência de um traçado urbano ortogonal, resultado de sucessivos loteamentos que constituíram a ocupação urbana da área.



Ilustração 45: Configuração urbana e forma de ocupação do solo na região norte da planície litorânea de Maceió.

Esses loteamentos eram inicialmente compostos por lotes padrões nas dimensões de 15 x 30m, destinados a construção de residências de classe média. Atualmente essas áreas encontram-se altamente adensadas em virtude da valorização imobiliária da região. Este processo foi intensificado graças aos investimentos em infra-estrutura realizados por parte do poder público, com obras de saneamento, pavimentação e principalmente a urbanização das praias, beneficiadas com equipamentos de lazer para uso da população.

Nessa região é comum o processo de substituição de edificações unifamiliares por multifamiliares, graças à valorização da área e o crescimento populacional da cidade. No entanto, assim como em todo o espaço urbano da cidade, os construtores se deparam com algumas limitações no gabarito das edificações, fundamental na definição da configuração urbana da cidade, em especial a interferência na qualidade climática do espaço urbano.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

A Taxa de Ocupação e Coeficiente de Aproveitamento são dois parâmetros urbanísticos determinantes na definição da ocupação do solo no município. A relação estabelecida entre os parâmetros significa que quanto maior o número de pavimentos, menor será a taxa de ocupação do lote e conseqüentemente maiores são os recuos entre as edificações. Os recuos são calculados como mostrado na tabela 2:

Tabela 2: Cálculo dos recuos obrigatórios para edificações em Maceió.

	FRONTAL	LATERAL/FUNDOS
Fórmulas para cálculo dos		
recuos mínimos	$3 + (n-2)$	$1,50 + (n-2)$
obrigatórios	2	2

Fonte: Código de Urbanismo e Edificações de Maceió, 2006.

A taxa de ocupação máxima é fixada em 50% da área do lote, para edificações verticais nos bairros de Ponta Verde e Jatiúca, e o coeficiente de aproveitamento é estabelecido em até 4 vezes a área do lote.

Contudo, contata-se que no Código de Urbanismo e Edificações de Maceió (MACEIÓ, 2007) uma redução dos recuos em relação aos parâmetros existentes na legislação de 2004. Essa medida pode acarretar modificações nos regimes de ventos no espaço urbano, dificultando a passagem da ventilação para as quadras subseqüentes à orla marítima, bem como, contribuir para reduzir a sensação de conforto térmico nos edifícios e no espaço urbano.

Em algumas áreas mais afastadas do Centro de Maceió, na região dos Tabuleiros e em porções do norte da planície, distintos padrões de ocupação do solo são identificados, com predomínio de um traçado ortogonal decorrente a implantação de loteamentos (Ilustração 46).

Grandes conjuntos habitacionais populares emergiram entre as décadas de 1960 e 1980 com incentivos do Banco Nacional de Habitação. Essas são ocupadas pela população de menor poder aquisitivo, diante do baixo custo do solo urbano, devido à carência de infraestrutura.



Caracterização climática da cidade de Maceió com subsídio a decisões de planejamento.



Ilustração 46: Configuração urbana e forma de ocupação do solo na região dos tabuleiros de Maceió.

A configuração urbana dos conjuntos habitacionais apresenta distintos arranjos construtivos, ou seja, a disposição e configuração das edificações no terreno corresponderiam a diferentes formas de aproveitamento da área disponível. No entanto, há predominância de um desenho urbano ortogonal, com um conjunto de edificações de mesma altura, como se pode constatar no bairro do Benedito Bentes (Ilustração 47).



Ilustração 47: Configuração urbana do conjunto Benedito Bentes. Fonte: Marcedo, 2007.

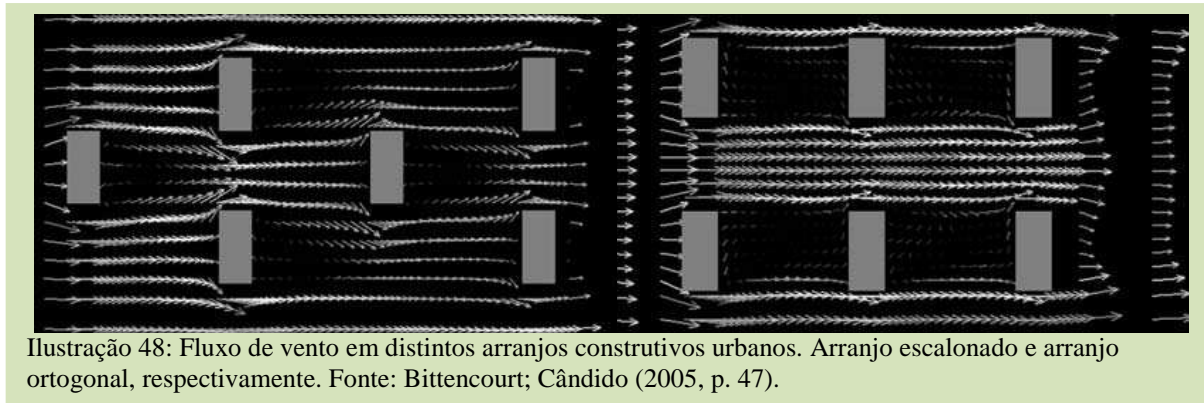
A carência de normas e critérios para a orientação construtiva de conjuntos habitacionais horizontais em Maceió revela a desconsideração das especificidades climáticas locais (TORRES, 2006).



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

A fim de garantir um bom desempenho térmico das edificações e conforto no espaço exterior é preciso que a implantação do arranjo construtivo seja caracterizada por malha urbana dispersa, com densidade de construção baixa ou média, visto que o arranjo construtivo influencia na definição da qualidade térmica dos ambientes internos e externos a edificação.

Bittencourt L. S.; Candido, M. C. (2005, p. 45) destacam os estudos sobre o comportamento do vento a partir da análise de diferentes disposições de arranjos urbanos. Arranjos construtivos em malha xadrez (escalonado) com incidência de vento paralela a grelha reduz a área de sombra de vento se comparada ao arranjo construtivo em malha ortogonal (Ilustração 48).



A porosidade da malha urbana é uma característica que diz respeito à maior ou menor permeabilidade de uma estrutura urbana à passagem dos ventos. Em Maceió, regiões com ocupação mais antiga, essa característica se faz inerente no contexto urbano, é o que ocorre nas margens da lagoa Mundaú, onde o aproveitamento do lote para a construção torna-se prioritário, estando em segunda estância os recuos entre edificações capazes de melhorar as condições de conforto térmico e a qualidade do ar na estrutura urbana.

Em áreas de urbanização recente, como na planície litorânea e nos tabuleiros, os recuos construtivos são uma prática mais comum entre as construções. Mas, sempre que possível, construtores visam o maior aproveitamento da área construída, através de artifícios como a diminuição do espaçamento entre as edificações, com limitações quanto ao emprego dos recuos e elementos capazes de facilitar a circulação dos ventos na malha urbana.

Quanto às categorias descritas por Oliveira (1993) relacionadas à ocupação do solo serão analisadas: Formato densidade – Ocupação do solo; Formato – Orientação ao sol; Porosidade – Tipo de trama / Continuidade da Trama / Orientação aos ventos; Pisos / tetos – Permeabilidade.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

- Formato densidade – Ocupação do solo:

Refere-se à forma de implantação das construções no sítio que está relacionado à ocupação histórica da cidade, sua evolução urbana e os processos eminentes das desigualdades sociais.

A alta densidade construtiva associada à intensa atividade antrópica em determinadas áreas de Maceió, como nas áreas mais centrais, ao longo das principais vias de concentração de atividades de comércio e serviço com intenso tráfego de veículos, bem como nas áreas de ocupação da população menos favorecida, podem se associadas a temperaturas mais elevadas e menores condições de conforto térmico (Ilustração 49).

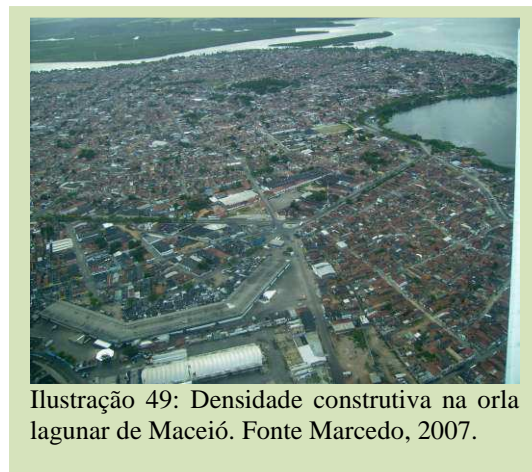


Ilustração 49: Densidade construtiva na orla lagunar de Maceió. Fonte Marcedo, 2007.

Oliveira (1993, p.1007) afirma que “quanto maior a densidade de construção, a ocupação do solo, maiores são as atividades antrópicas e conseqüentemente maior a captação e difusão da radiação solar e menor a ventilação no ambiente climático urbano”. É o que ocorre em áreas da planície litorânea e lagunar de Maceió, alta densidade de construções e intensa ação antrópica, podem acarretar prejuízos a ventilação urbana e temperaturas elevadas em algumas porções da área.

A taxa de ocupação prescrita pelo Código de Urbanismo e Edificações de Maceió (2006) para área da cidade como a planície lagunar é de 90% considerada alta segundo os parâmetros estabelecidos por Oliveira (1993).

É importante se ter baixas taxas de densidade – ocupação do solo, pois muitos dos efeitos negativos da urbanização sobre a atmosfera podem ser minimizados através do controle da ocupação do solo.

- Formato – Orientação ao sol:

Diz respeito ao posicionamento da forma urbana frente aos caminhos aparentes do sol e os elementos naturais ou não significativos para o microclima local. Quanto maior a exposição das superfícies ao sol, maiores serão os ganhos de radiação solar, trocas térmicas com os espaços exteriores e temperaturas mais elevadas no espaço urbano.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Em Maceió as principais vias estruturadoras do espaço urbano, responsáveis pela ligação entre a parte alta e baixa da cidade, assim como interliga o município a outras cidades do estado de Alagoas estão orientadas no sentido Noroeste-Sudeste conforme demonstrado na Ilustração 50. Assim, as Avenidas Fernandes Lima, Durval de Goes Monteiro e Via Expressa permitem a circulação intensa por parte dos pedestres e usuários de veículos na porção mais alta da cidade.

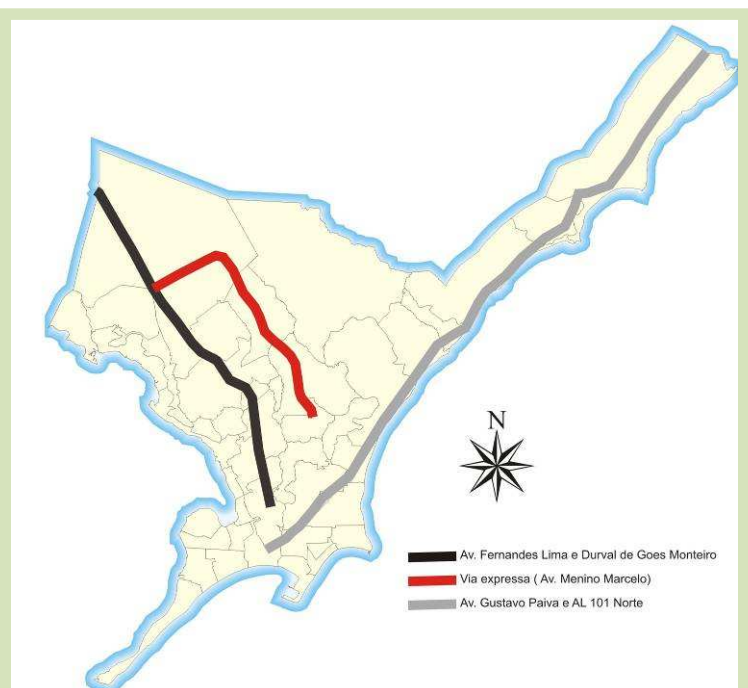


Ilustração 50: Mapa de localização dos principais eixos estruturantes do espaço urbano de Maceió.

A Avenida Gustavo Paiva com extensão para a rodovia AL 101 Norte assume uma posição de centralidade no meio urbano de Maceió, pois liga o litoral norte do município ao centro da cidade. É ainda uma via de escoamento de tráfego em direção ao litoral norte de Maceió.

Geralmente o parcelamento do solo na circunvizinhança das vias estruturantes (ilustração 51) é definido e suas edificações seguem o direcionamento do traçado da via, conseqüentemente se apresenta de maneira positiva sob o ponto de vista climático já que as vias podem atuar como corredores de ventilação capazes de amenizar os efeitos térmicos no

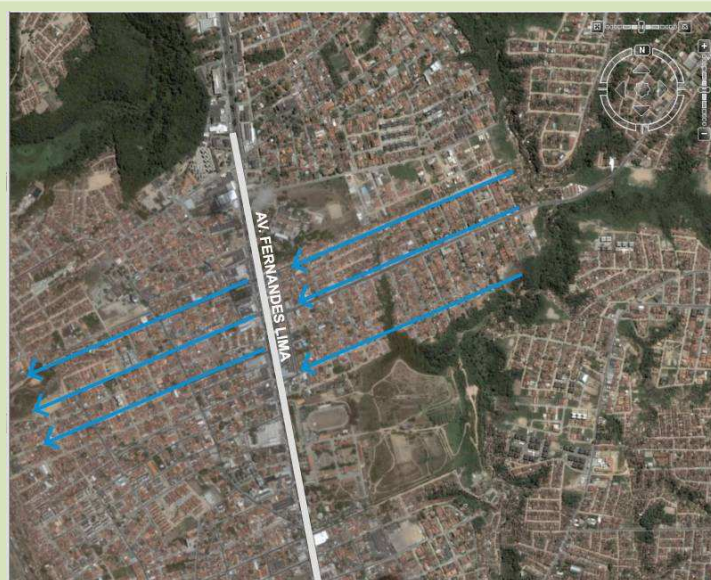


Ilustração 51: Configuração urbana na circunvizinhança da avenida Fernandes Lima com indicação da incidência dos ventos predominantes oriundos do nordeste no traçado da cidade. Fonte: www.googleearth.com, acesso em janeiro de 2009.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

espaço urbano.

Segundo Givoni (1998) em climas quente e úmido como Maceió o traçado urbano é responsável pelo potencial de ventilação na cidade e nas edificações. A orientação e a largura das vias são de grande importância principalmente em zonas urbanas de alta densidade construtiva. Vias paralelas a direção dos ventos predominantes da região, são favoráveis para o resfriamento passivo do espaço urbano. No entanto, nessa conformação urbana, o potencial de ventilação do edifício pode ser comprometido, visto que as paredes do edifício podem estar em áreas de sombra de ventilação. Enquanto que vias perpendiculares aos ventos predominantes impedem a ventilação urbana, pois bloqueiam a penetração dos ventos.

- Porosidade – Tipo de trama / Continuidades da Trama / Orientação aos ventos

Já a **porosidade** é um atributo que se refere a uma maior ou menor permeabilidade aos ventos de uma estrutura urbana e depende do **tipo, orientação e grau de continuidade da trama**.

De acordo com Oliveira (1993) os tipos de trama recomendados para climas quente e úmido como o de Maceió são em xadrez, tijolinho e a menos adequada é a do tipo aleatória. Trama orientada na direção dos ventos predominantes na região, segundo Oliveira (1993) permitem a canalização e penetração dos ventos na estrutura urbana, aumentando as perdas térmicas por convecção, como ocorre em tramas do tipo xadrez e tijolinho.

Há porções urbanas em Maceió com características diversas. O traçado urbano apresenta definições claras nas áreas que sofreram processo de loteamento, na planície litorânea e na região do tabuleiro, configurando-se de forma ordenada, seguindo um desenho ortogonal. Esse traçado e a continuidade da trama presentes na área são favoráveis à incidência dos ventos dominantes na região, oriundos do nordeste. É o que ocorre na orla marítima de Maceió, as vias atuam como corredores de ventilação à medida que promove uma maior penetração dos ventos na estrutura urbana, e, conseqüentemente maior troca térmica entre os ventos e a massa edificada, amenizando o calor característico do clima local (Ilustração 52).



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

No entanto, nos edifícios, o resfriamento passivo através da ventilação pode ser comprometido, conforme afirmação de Givoni (1998), relatado no sub item anterior deste trabalho. A disposição ortogonal da malha urbana pode resultar na construção de edificações que pouco atendem às exigências de conforto térmico humano, aumentando o consumo de energia elétrica das



Ilustração 52: Configuração ortogonal na orla marítima de Maceió e permeabilidade da malha urbana aos ventos nordeste. Fonte: www.googleearth.com, acesso em janeiro de 2009.

construções. Os pequenos recuos entre as edificações tendem a dificultar a passagem da ventilação impedindo a climatização natural eficiente no interior das edificações.

À medida que avança em direção a Lagoa Mundaú e nas áreas de encostas o traçado passa a ser desordenado e com formações tortuosas. Isso é resultado da fixação de uma população de menor poder aquisitivo, desprovidos de melhores alternativas de moradias, sujeitando-se a viver em condições insalubres em áreas de risco. Logo, o traçado tortuoso dificulta a penetração dos ventos no interior da malha urbana, aliado a ausência de recuos entre as edificações (Ilustração 53).

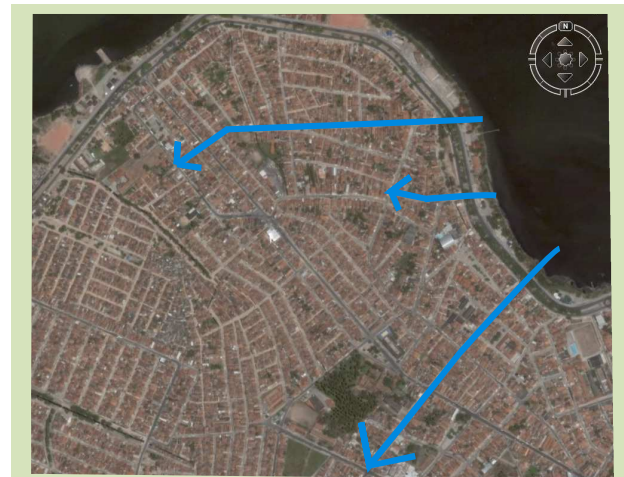


Ilustração 53: Configuração urbana na região da planície lagunar de Maceió. Descontinuidade da trama dificulta a permeabilidade dos ventos na malha urbana. Fonte: www.googleearth.com, acesso em janeiro de 2008.

- Pisos / tetos – Permeabilidade:

O tipo de material que constitui a massa edificada influencia na quantidade de energia térmica armazenada e irradiada pelas superfícies. Sendo assim, as maiores temperaturas do ar são encontradas nas áreas de maior concentração de concreto e pavimentação asfáltica, por possuírem estes, grande capacidade de armazenagem térmica.

A grande parte das vias da cidade objeto de estudo é pavimentada, especialmente nos bairros pertencentes à planície litorânea sendo raras as ocorrências de vias com solo natural, o



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

que favorece ao aumento das temperaturas, como consequência do baixo albedo e alta absorção dos materiais constituintes. Quanto menos solos naturais, menor a possibilidade da estrutura urbana perder calor.

Atualmente boa parte do solo da planície encontra-se impermeável (Ilustração 54) seja pela pavimentação ou pela implantação de construções, o que pode acarretar na elevação da temperatura do ar nessa região, em função das propriedades térmicas dos materiais. Por ser a área mais baixa da cidade e pelo excesso de solo impermeável é comum na região da planície litorânea e lagunar a ocorrência de alagamentos em períodos chuvosos.

Sendo uma área de urbanização recente e ainda em expansão, bairros localizados nos tabuleiros de Maceió, apresentam ocorrências de vias e áreas como vazios urbanos em solo natural e concentração de algumas áreas verdes, o que permite maior absorção das águas, melhorando a qualidade térmica do espaço circundante, como serão visto neste trabalho na seção 5.1.5.

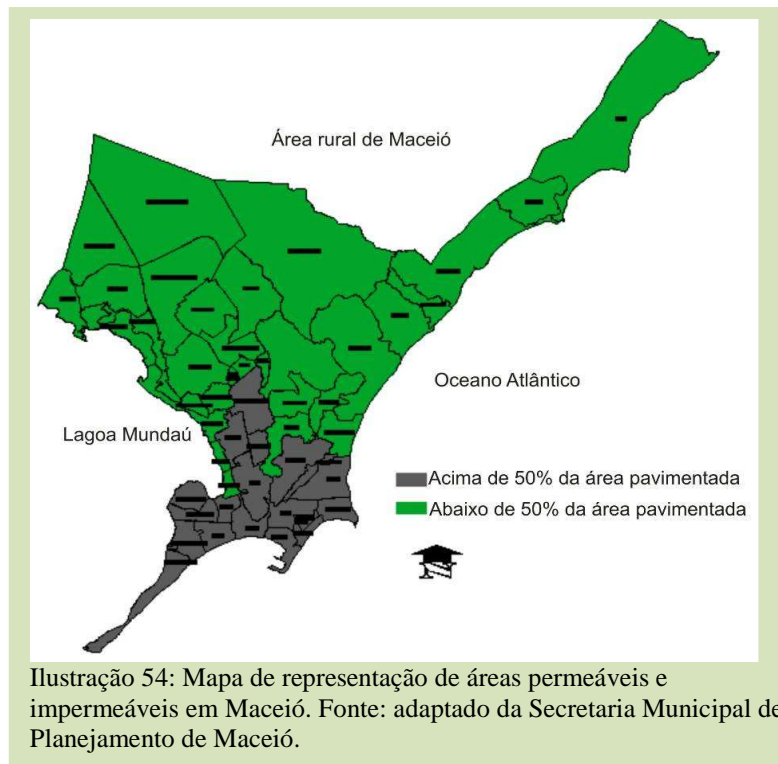


Ilustração 54: Mapa de representação de áreas permeáveis e impermeáveis em Maceió. Fonte: adaptado da Secretaria Municipal de Planejamento de Maceió.

4.1.4 Altura de edificações

Para o estabelecimento de um mapa de altura de edificações de Maceió (Ilustração 57 e apêndice D) foram identificadas cinco classes que definem, por predominância, o padrão das alturas das construções na cidade. O conjunto de edificações apresenta alturas que variam de edificações térreas até 11 pavimentos. Edificações de 1 a 2 pavimentos, 3 a 4 pavimentos, de 5 a 11 pavimentos e acima de 11, são as tipologias presentes no espaço urbano de Maceió.

O resultado mostra que a cidade apresenta uma diversidade de alturas com a predominância de edificações térreas. Há edificações que variam de cinco a onze pavimentos, com raras ocorrências de construções com mais de onze pavimentos, no bairro do Farol e no Centro da cidade.

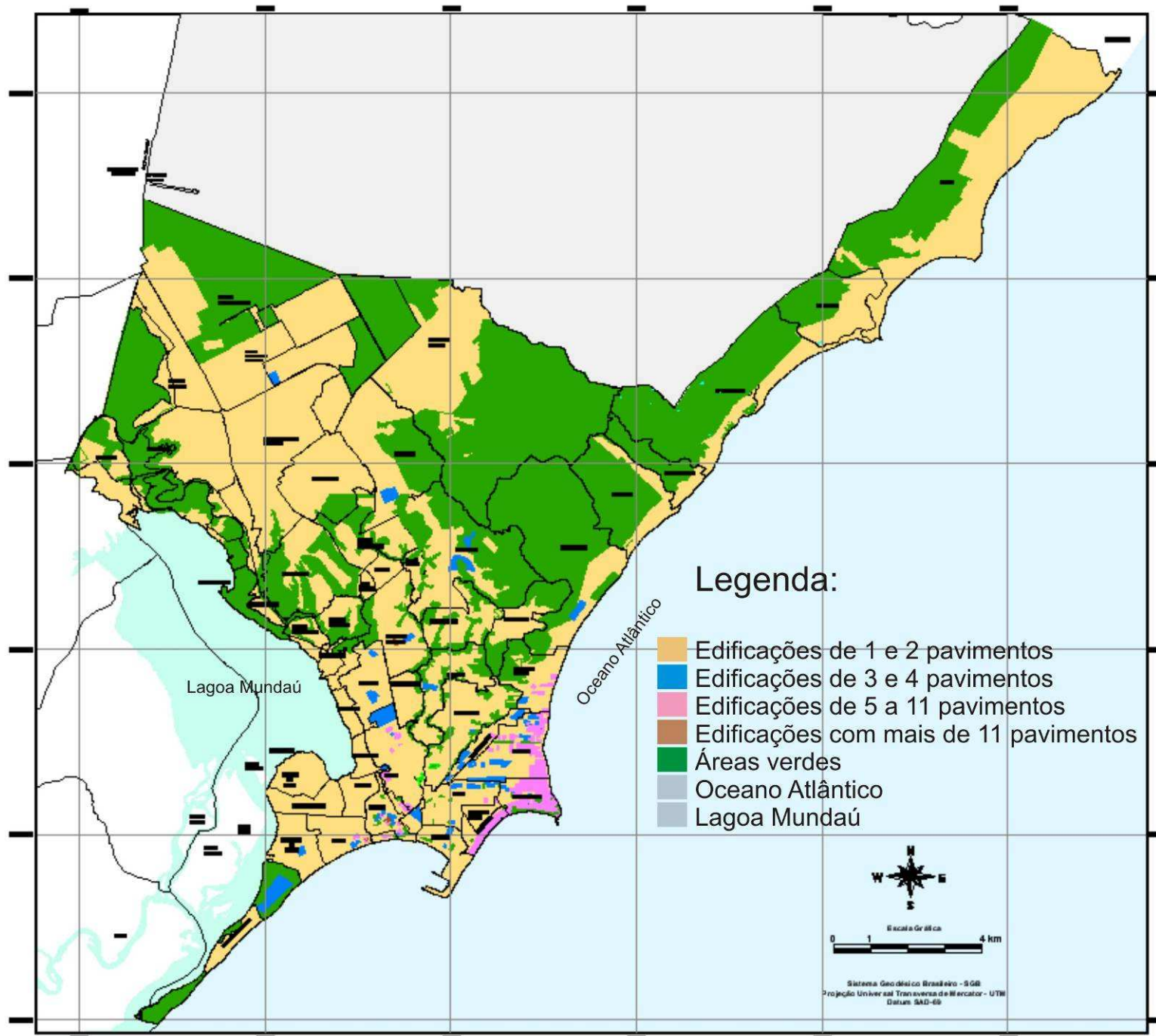


Ilustração 55: Mapa de alturas de edificações em Maceió. Fonte: Produzido a partir de imagens aéreas da cidade e visitas in loco.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Observa-se ainda que as construções de gabarito mais elevado situam-se espacialmente na planície litorânea, na orla marítima (Ilustração 55). Constata-se na mesma região a presença de alguns conjuntos habitacionais de três a quatro pavimentos implantados na região (Ilustração 57), na década de 1970 (ORGANIZAÇÃO ARNON DE MELO, 2007) (Ilustração 56).



Ilustração 56: Aglomeração de edificações verticais na planície litorânea de Maceió.

Ilustração 57: Conjuntos habitacionais de 4 pavimentos localizado no bairro do poço em Maceió, AL. Fonte: Marcedo, 2007.

A atual configuração da verticalização urbana em Maceió é decorrente das limitações impostas pelos códigos de edificações do município. Em 1989 o código de urbanismo e edificações da cidade fixou um limite para o número de andares dos prédios construídos na orla marítima (CRUZ, 2001). Na primeira quadra da orla de Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca o limite estabelecido foi de seis andares, aumentando em um pavimento a cada quadra posterior. No entanto os edifícios têm sua altura delimitada pelo cone do farol de auxílio à navegação, o que permitia uma média de oito pavimentos nas edificações localizadas à beira mar.

A área de maior concentração de edificações verticais em Maceió, a orla marítima, encontra-se na zona residencial 4 (Ilustração 58), estabelecida pelo Código de Urbanismo e Edificações de Maceió (2007). A altura das edificações está diretamente associada a outros parâmetros urbanísticos, visto que a referida legislação estabelece para a área uma Taxa de Ocupação do lote de 50% e Coeficiente de Aproveitamento é de quatro vezes para edificações de até dez pavimentos. Observa-se que ao ocupar a área máxima do lote permitida pela legislação, o edifício passa a ter oito pavimentos. Números adicionais de pavimentos resultam na diminuição da taxa de ocupação do lote.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

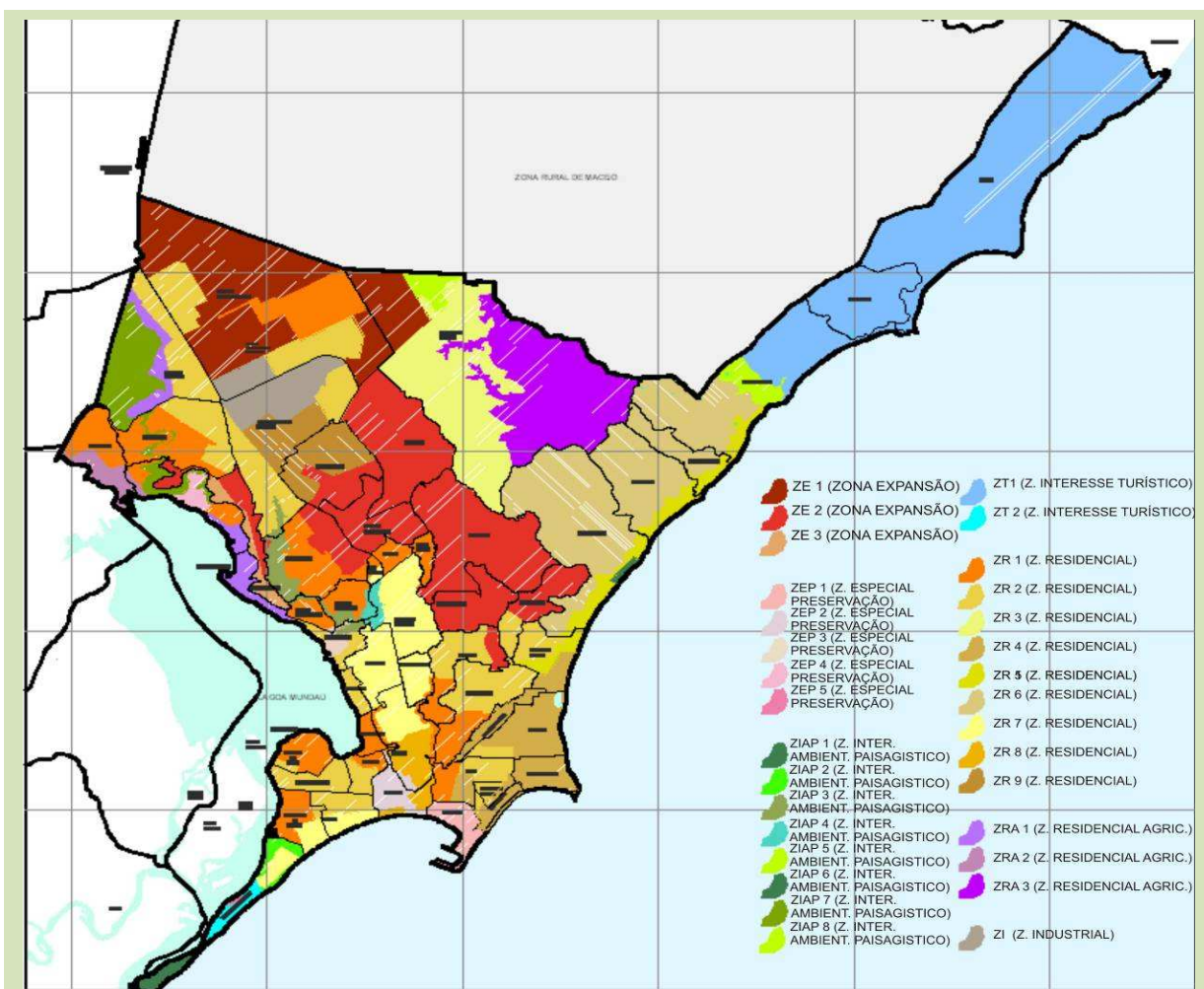


Ilustração 58: Zoneamento urbano de Maceió definido pelo Código de Urbanismo e Edificações de Maceió. Fonte: Maceió, 2007.

O escalonamento proposto pela legislação municipal ocorre apenas até a terceira quadra da orla marítima. Edifícios são implantados nas quadras subsequentes tendo em vista o máximo aproveitamento permitido do lote, bem como o maior número de pavimentos possíveis a fim de ter maior lucratividade frente ao mercado imobiliário. Esse parâmetro de ocupação cria zonas com edificações de mesma altura na cidade.

Givoni (1998) afirma que áreas com características de densidade construtiva e concentração de edificações de mesma altura podem alterar o fluxo de ar. De fato o ideal seria fazer uso de edificações com diferentes alturas em áreas de alta densidade construtiva. Não é o que ocorre em toda extensão do município de Maceió, constata-se o adensamento construtivo, desprovido de um diferencial de alturas capaz que contribuir na otimização do fluxo de ar na malha urbana.



Caracterização climática da cidade de Maceió com subsídio a decisões de planejamento.

Segundo Oliveira (1985, p.112) “quanto maior o grau de centralização de determinados elementos morfológicos (por exemplo, edifícios altos, avenidas, estacionamentos, etc), maior a produção de calor e de poluentes atmosféricos e maior a quantidade de radiação solar armazenada”. Isso pode ser constatado na área da planície litorânea de Maceió, onde o adensamento de edificações multifamiliares a barlavento promove uma sombra de ventilação a sotavento da região, o que dificulta a amenização dos efeitos térmicos causados pela quantidade de radiação solar incidente no meio urbano.

Na porção central de Maceió ainda se constata indícios do princípio do processo de verticalização da cidade. Edificações de até treze pavimentos incorporam o conjunto de edificações do Centro de Maceió (Ilustração 59). No bairro do Farol verticalização também se faz presente, mas com poucas ocorrências (Ilustração 60).



Ilustração 59: Verticalização no Centro de Maceió.



Ilustração 60: Verticalização no bairro do Farol. Fonte: Marcedo, 2007.

Na planície lagunar o que predomina no conjunto arquitetônico da região é o adensamento e a horizontalidade das construções (Ilustração 61). Localizada sob um solo turfoso, a região não suporta grandes construções, a menos que se executem fundações profundas, o que onera o custo da construção.

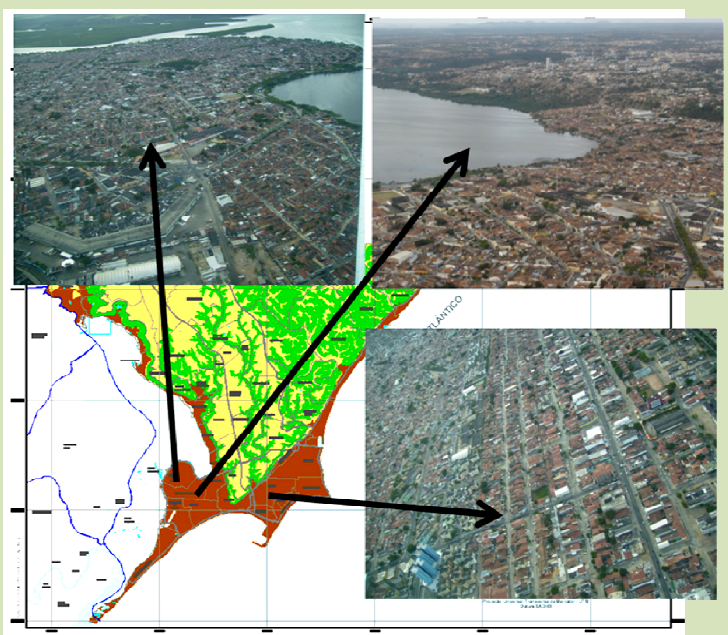


Ilustração 61: Ocupação do solo na planície lagunar de Maceió, com predomínio da horizontalidade.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Segundo Código de Urbanismo e Edificações de Maceió, (Maceió, 2006), a área encontra-se na Zona Residencial 1 (ZR1) e Zona Residencial 2 (ZR2) (Ilustração 58).

Nos artigos 27 e 28 do Código de Edificações (MACEIÓ, 2006) fica explícita a permissão à verticalização baixa na ZR1 e alta na ZR2. As conseqüências podem ser prejudiciais já que as condições geológicas do terreno não são favoráveis à implantação de edificações de grande porte, além da deficiência quanto à infra-estrutura urbana.

Nas encostas há predomínio de edificações de 1 e 2 pavimentos (Ilustração 62 e Ilustração 63).

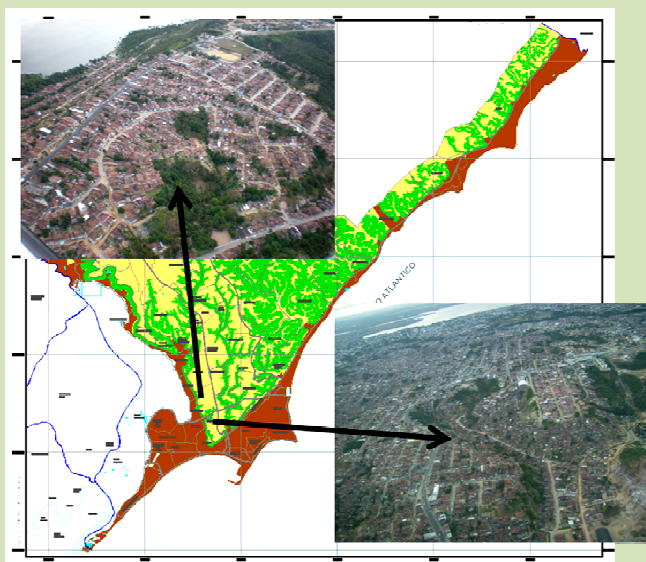


Ilustração 62: Ocupação das encostas na cidade de Maceió, com predomínio da horizontalidade de edificações.

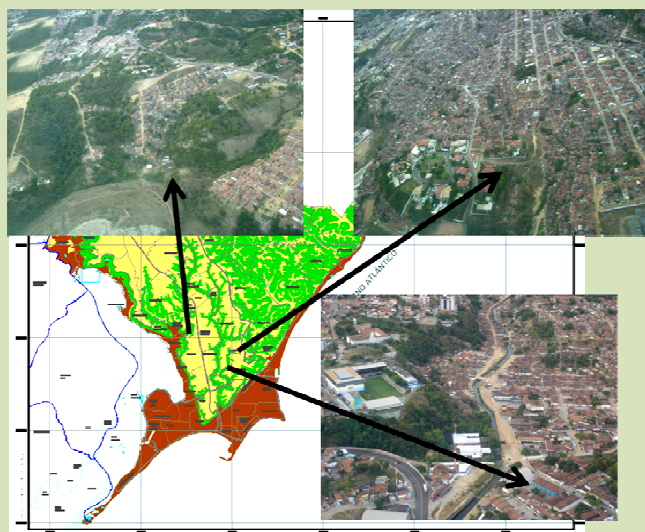


Ilustração 63: Ocupação das encostas na cidade de Maceió, com predomínio da horizontalidade de edificações.

Na porção dos tabuleiros há preponderância de edificações térreas com ocorrências de conjuntos habitacionais de três a quatro pavimentos (Ilustração 64 e Ilustração 65).



Caracterização climática da cidade de Maceió com subsídio a decisões de planejamento.

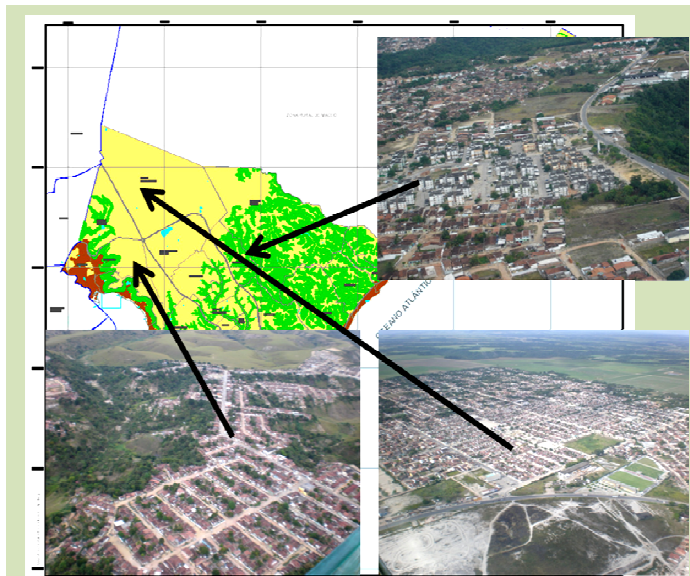


Ilustração 64: Ocupação da região dos tabuleiros na cidade de Maceió, apresentando uniformidade de alturas de edificações.

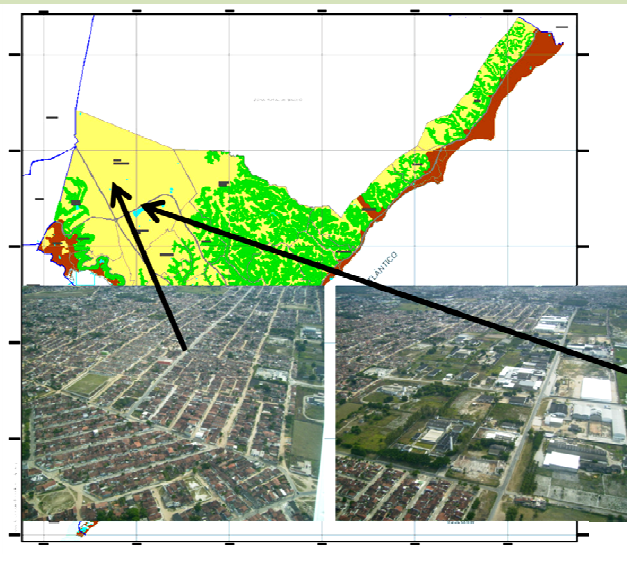


Ilustração 65: Ocupação da região dos tabuleiros na cidade de Maceió, apresentando uniformidade de alturas de edificações.

O predomínio da horizontalidade de edificações, aliado a ausência de recuos entre elas, especialmente em bairros da planície lagunar, dificulta a penetração dos ventos na superfície urbana.

Villas Boas (1979) apud Oliveira (1985, p.47) afirma que: “a localização apropriada de edifícios altos entre edifícios baixos irá ventilar os espaços urbanos mais eficientemente do que quando tem a mesma altura, resultando em melhores condições de conforto térmico e qualidade do ar”. No entanto o que se constata na configuração urbana de Maceió é uma concentração de massa edificada com alturas semelhantes, dificultando a circulação do ar no tecido da cidade.

Desta forma a verticalização pode ser vista como um auxílio à ventilação intra-urbana quando utilizado o escalonamento de edificações, contribuindo para amenizar o calor absorvido pelas superfícies na cidade.

Com relação à abordagem descrita por Oliveira (1993) relacionadas à altura das edificações serão analisadas: Formato – Horizontalidade, Formato – Verticalidade, Rugosidade – Diferencial de alturas/ Diversidade de alturas/ Fragmentação.

- Formato - Horizontalidade

A cidade apresenta uma forma urbana horizontalmente alongada, facilitando as trocas térmicas com o meio, no entanto, por se localizar em região de baixa latitude e com predomínio de edificações horizontais, facilita os ganhos térmicos pela estrutura urbana.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

• Formato - Verticalidade

Em mesoescala Maceió configura-se em um formato-verticalidade baixo, por ser constituído predominantemente de edificações de um a dois pavimentos. Dimensões verticais menores acarretam em menor utilização de materiais de construção com energia embutida. Quanto menor a estrutura da edificação mais reduzido será o consumo energético. Logo, Maceió não apresenta interferências significativas se considerado este atributo sob o ponto de vista climático.

• Rugosidade – Diferencial de alturas/ Diversidade de alturas/ Fragmentação

A rugosidade da estrutura urbana compreende os espaçamentos entre edifícios e/ou arranjos morfológicos e as alturas relativas entre edificações e demais superfícies urbanas, que influenciam no deslocamento das massas de ar. De acordo com Bustos Romero (2001, p.47) “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”.

A cidade de Maceió apresenta-se desfavorável quanto a esse atributo, pois não há uma diversidade, nem um diferencial de alturas entre as estruturas urbanas, existindo uma predominância de edificações horizontais térreas e uma concentração de edificações de 5 a 11 pavimentos. A ocorrência de construções predominantemente da mesma altura dificulta o escoamento dos ventos das edificações a sotavento.

Constata-se ainda uma compacidade da massa edificada, que revela um baixo índice de fragmentação em algumas áreas da cidade, especialmente na planície litorânea e lagunar, devido à ausência ou deficiência de espaçamentos entre as construções e a uniformidade de alturas, o que dificulta uma melhor distribuição do fluxo do ar ao nível da edificação.

Assim, a ocorrência de uma malha urbana com rugosidade contribuiria no desempenho climático da cidade, evitando barreiras à ventilação urbana.

Oke (2006) classifica áreas urbanas de acordo com as características morfológicas do lugar, a partir do grau de rugosidade presente na estrutura urbana. Com a definição de Zonas Climáticas Urbanas determinadas por Oke (2006), demonstrados no quadro 2, é possível identificar em Maceió uma similaridade entre a área da planície litorânea dotada de edificações de 5 a 11 pavimentos (identificadas no mapa de altura de edificações do



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

município, ilustração 55) e a zona climática urbana 3 definida por Oke (2006). Assim, esta porção da cidade, segundo a classificação do autor apresenta uma alta rugosidade, com 70% a 85 % de área construída e com solo impermeável.

Não é possível identificar as demais classes estabelecidas por Oke em Maceió visto que os padrões definidos pelo autor diferem dos encontrados na cidade e não se enquadram na conformação urbana presente em Maceió.

4.1.5 Áreas verde

A vegetação é um elemento primordial na manutenção do equilíbrio do sistema urbano. A sua substituição e modificação pode acarretar conseqüências ao clima da área urbana.

As áreas verdes urbanas são relevantes por atuar como moderadores climáticos, agindo no conforto térmico urbano. Promovem o sombreamento urbano, contribuem para minimizar a sensação térmica em regiões de clima quente úmido e repercutem, ainda, no desempenho energético da cidade, podendo promover melhorias no clima e na qualidade do ar em recintos urbanos.

Sabe-se que os vários elementos climáticos como radiação solar, temperatura do ar, regime de ventos, umidade relativa do ar e precipitação, podem ser influenciados pela presença de vegetação no ambientes urbano, sendo responsáveis pelo grau de conforto e desconforto ambiental das cidades.

Entendendo as áreas verdes como espaços que apresentam a vegetação como principal elemento estruturante e solo permeável, analisa-se a distribuição espacial destas áreas em Maceió (Ilustração 66 e apêndice E) e observa-se que a cidade apresenta grande concentração dessas áreas em determinadas porções do município.

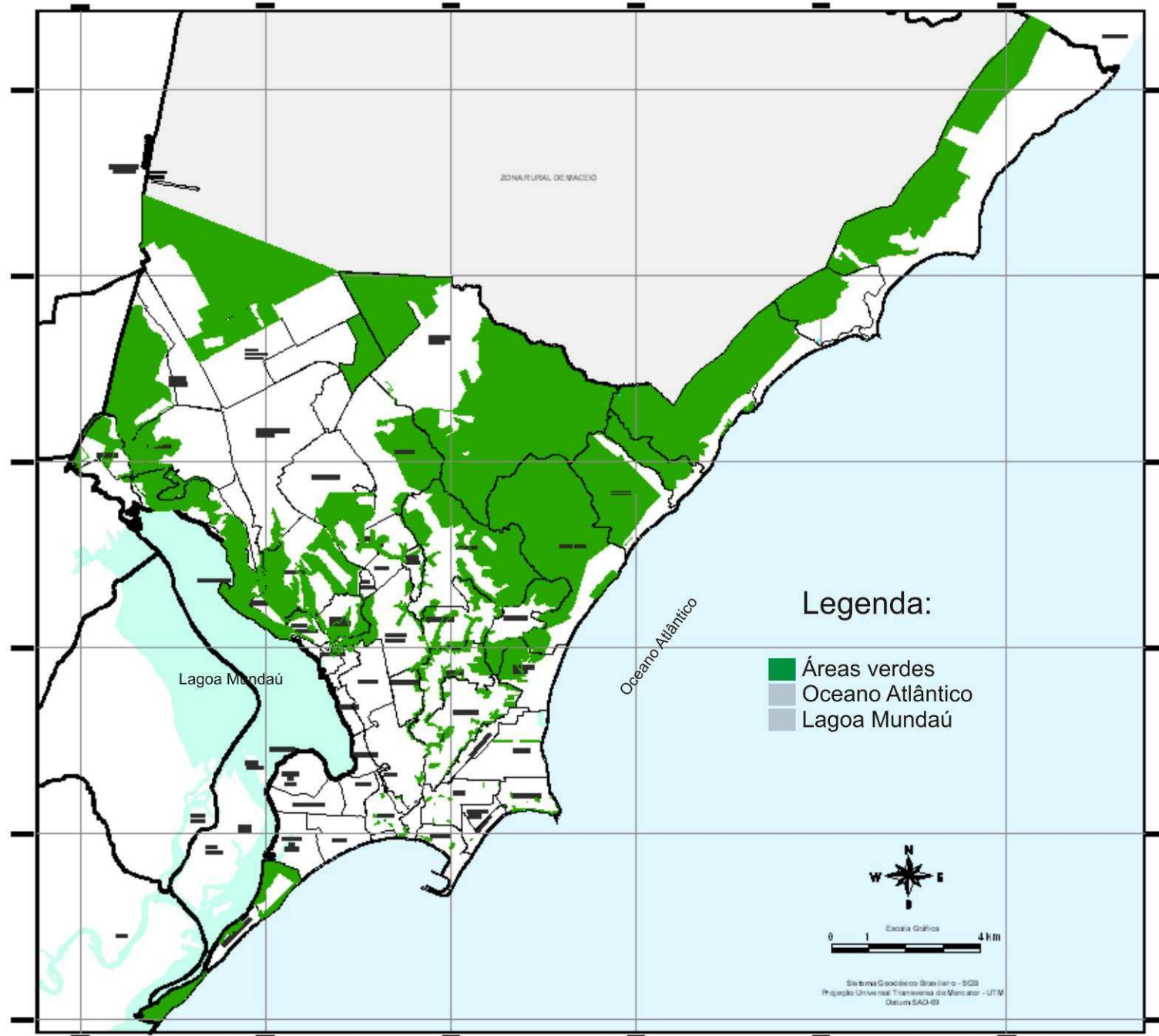


Ilustração 66: Mapa de Áreas Verde de Maceió. Fonte: Produzido a partir de imagens aéreas, dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Planejamento e visitas in loco.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.



Ilustração 67: Distribuição espacial das áreas verdes urbanas em Maceió, com destaque para concentração dessas áreas a norte do município, conforme constatado nas imagens A, B, C, E. Ao mesmo tempo em áreas como a planície litorânea a carência dessas áreas é notável, como visto nas imagens G,H,I. Já as margens da lagoa mundaú ainda conservam alguns resquícios de massa vegetada, visto nas imagens J, M.

A concentração das áreas verdes ocorre especialmente na região dos tabuleiros, a norte da cidade, nas encostas, a leste, e uma pequena porção a oeste do município (Ilustração 66 e Ilustração 67).

Em cidades de clima onde a temperatura é alta durante todo o ano, como Maceió, as áreas verdes tornam-se fundamentais na busca da amenização climática. A vegetação proporciona o sombreamento das áreas urbanas, criando um microclima próprio que influencia de forma positiva na amenização dos efeitos térmicos no entorno próximo. Além disso, espaços com solo permeável contribuem para absorção de maior quantidade de radiação solar, irradiando menor quantidade de calor.



Caracterização climática da cidade de Maceió com subsídio a decisões de planejamento.

O código de urbanismo e edificações do município de Maceió (MACEIÓ, 2006) prevê em seu Art. 140 que as áreas localizadas nas encostas ou partes desta com declividade superior a 45°(quarenta e cinco graus) será considerada de preservação permanente a paisagem natural. No entanto, o processo de degradação e a redução das áreas verdes, especialmente na região de vales e encostas de grandes declividades, é uma pratica presente em Maceió, em virtude da ocupação destas áreas.

A ocupação de encostas urbanas (Ilustração 68) é sinônimo de uma dicotomia sócio-ambiental. Por um lado a necessidade por habitação, por outro a degradação das áreas verdes das encostas em função da ocupação.

O solo permeável é substituído por áreas impermeabilizadas na cidade, dificultando o escoamento de águas pluviais e a captação de águas pelas espécies vegetais.

Na região da planície litorânea, antigos sítios de coqueirais foram devastados cedendo espaço a grandes edificações. Vegetações remanescentes de grande porte e solo coberto por gramíneas contribuem na absorção de parte da radiação solar incidente. Exemplares como estes podem ser constatadas em canteiros de avenidas e praças (Ilustração 69). Coqueirais ainda estão presentes na orla marítima, conferindo um caráter peculiar a esta porção da cidade.

Lotes desta região da cidade abrigam, em sua maioria, edifícios verticais. Praticamente inexistem áreas verdes, todo o lote acaba sendo tomado por superfícies impermeáveis, dificultando o escoamento de águas pluviais, acarretando maior armazenamento de calor pelas estruturas urbanas.



Ilustração 68: Ocupação de encostas e degradação da área vegetada em Maceió. Fonte: Marcedo, 2007.



Ilustração 69: Arborização em canteiro central da Avenida Sandoval Arroxelas no bairro de Ponta Verde, Maceió - AL. Fonte: www.skyscrapercity.com.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Ainda na planície, localizado entre o oceano Atlântico e a lagoa Mundaú, encontra-se um importante cinturão verde de Mata Atlântica, situado no entorno da indústria química Braskem. O cinturão tem a função de amenizar os efeitos climáticos gerados pela atividade (Ilustração 70).



Ilustração 70: Cinturão verde ao redor da indústria química Braskem. Fonte Marcedo, 2007.

Resquícios de vegetação de mangue são encontrados na orla lagunar de Maceió. Sua importância para o ecossistema local está na

proteção das margens da lagoa e na renovação do ar na região (Ilustração 71).

No entanto, o adensamento da ocupação urbana na planície lagunar resultou em uma redução significativa da vegetação. Exemplos estão presentes principalmente em quintais e fundos de lotes com exemplares de árvores frutíferas (Ilustração 72).



Ilustração 71: Resquícios de vegetação de mangue às margens da Lagoa Mundaú.



Ilustração 72: Vegetação presente no interior de lotes na planície lagunar de Maceió.

Áreas vegetadas protegidas pela legislação da cidade como o Parque Municipal (Ilustração 73) que é uma área de preservação permanente de reserva de Mata Atlântica, localizada a oeste da cidade, vem sofrendo sucessivas invasões pela população desprovida de alternativas de moradia. Além do Parque Municipal a área de preservação ambiental (APA) do Catolé e a APA do Pratagi também vem sofrendo o mesmo tipo de invasões impedindo a perfeita manutenção da área.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Maceió apresenta, ainda, uma reserva florestal em pleno tecido urbano, localizada às margens da Av. Fernandes Lima, que está sob a tutela do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. A localização desta reserva nas proximidades de uma das principais avenidas da cidade atua como amenizador climático dos efeitos causados pelo excessivo fluxo de veículos e atividades antropogênicas da região circunvizinha (Ilustração 74).



Ilustração 73: Parque municipal de Maceió.
Fonte: www.primeiraedicao.com.br, acesso em 22 de fevereiro de 2009.

Na região dos tabuleiros, onde há maior concentração das áreas verdes urbanas da cidade, encontram-se ainda sítios com árvores frutíferas e algumas manchas de florestas ciliares ou resquícios de Mata Atlântica. Tal concentração pode ser atribuída à urbanização recente da região. Essas matas, antes abundantes na região dos tabuleiros, foram sendo substituídas pela cultura da de cana-de-açúcar (Ilustração 75).



Ilustração 74: Reserva de mata atlântica em pleno tecido urbano de Maceió. Fonte: Marcedo, 2007.



Ilustração 75: Concentração de áreas verdes na região dos tabuleiros. Fonte: Marcedo, 2007.

Em fim, a forma da ocupação de Maceió resultou numa degradação de áreas verdes urbanas. Segundo Araújo, L. M., 2004:

A cobertura vegetal encontra-se completamente devastada. A vegetação litorânea praticamente não existe; manguezais como o da lagoa da Anta foram exterminados, dando lugar a um estabelecimento hoteleiro. Outras formações como floresta e cerrado que ocorriam no planalto também foram desmatadas para dar lugar a conjuntos habitacionais, residências ou implantação de indústrias. Restam ainda na orla litorânea coqueirais e alguns resquícios de vegetação de restinga. No planalto, são encontrados alguns sítios e encostas com uma mata secundária, que vem sendo



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

alvo de fogo, e uma vez queimadas, são ocupadas rapidamente pela população de baixa renda, ou sem renda, que não tendo outra opção, ali se instalam, apesar dos riscos a que se expõem (ARAÚJO, L. M. 2004, 196).

Assim, a degradação das áreas verdes urbanas dentre outros efeitos, é responsável pela redução da umidade do ar e da evapotranspiração na área urbana. Efeitos da radiação térmica acumulada na massa edificada, como temperaturas altas torna-se mais evidentes na ausência de áreas verdes capazes de minimizar os efeitos térmicos no ambiente.

A preocupação com a implantação e manutenção de áreas verdes na cidade deve estar associado a sua distribuição na malha urbana, de modo a se ter uma relação proporcional e compatível entre as áreas verdes e a massa edificada.

Em suma, a problemática das áreas verdes urbanas em Maceió não diz respeito à quantidade dessas áreas e sim a qualidade destas e sua má distribuição no espaço da cidade.

4.2 Mapa Climático Urbano

A partir das análises dos fatores condicionantes de modificações no clima de Maceió um mapa climático pode ser construído como continuidade da metodologia proposta por Katzschner (1997).

O mapa climático urbano é uma ferramenta de análise das condições climáticas na cidade. É desenvolvido com a finalidade de reconhecer funções climáticas urbanas e contribuir na descrição da atmosfera mais próxima às edificações, em nível da cobertura (Urban Canopy Layer - UCL).

Mapas climáticos urbanos podem ser considerados instrumentos que traduzem o conhecimento climático para o processo de planejamento, a fim de ajudar os planejadores a compreender e avaliar os efeitos da ventilação e conforto térmico, auxiliando na ordenação territorial.

Katzschner (1997) estabelece dois aspectos básicos a serem investigados na elaboração do mapa climático: a análise dinâmica do regime de ventos e meios responsáveis por sua alteração e a análise térmica.

Com a apreensão do comportamento dos diversos parâmetros capazes de influenciar no clima local, tais como, topografia do meio, seu uso e ocupação do solo, a altura das edificações e as áreas verdes urbanas em Maceió, analisados na seção 4.1 deste trabalho, é possível identificar na cidade, áreas favorecidas pela ventilação, áreas de ventilação reduzida, áreas de alta carga térmica e de baixa carga térmica, etc.



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

Um aporte é necessário na compreensão do comportamento dos elementos climáticos no espaço urbano, a morfologia urbana. As distintas classes de rugosidade e porosidade presentes no contexto urbano de Maceió conferem a cada área da cidade características climáticas distintas. Assim, áreas com características físicas semelhantes do ponto de vista da morfologia urbana, foram selecionadas de modo a representar a densidade da malha urbana presente na cidade.

A observação de imagens satélites, visitas in loco, mapa de ocupação do solo, além da sobreposição dos mapas já descritos na seção anterior deste trabalho, possibilitou a confecção do mapa de densidade de ocupação do solo de Maceió.

Adaptando as classes de densidade urbana descritas por Alcoforado (2005) para a cidade de Maceió, o município é classificado segundo as seguintes categorias:

- Ocupação urbana de baixa densidade: espaços em que as áreas edificadas ocupam menos de 10% do total da área.
- Ocupação urbana de média densidade - espaços urbanos em que as áreas edificadas ocupam em média 15% a 50 % do total do lote.
- Ocupação urbana de elevada densidade - espaços urbanos em que as áreas edificadas ocupam mais de 50 % do total do lote.

Maceió apresenta predominantemente uma alta densidade construtiva, conforme se observa na Ilustração 76 e apêndice F. A ocupação urbana de alta densidade é constatada espacialmente em toda a planície litorânea e lagunar, bem como nas áreas de loteamentos na região dos tabuleiros.

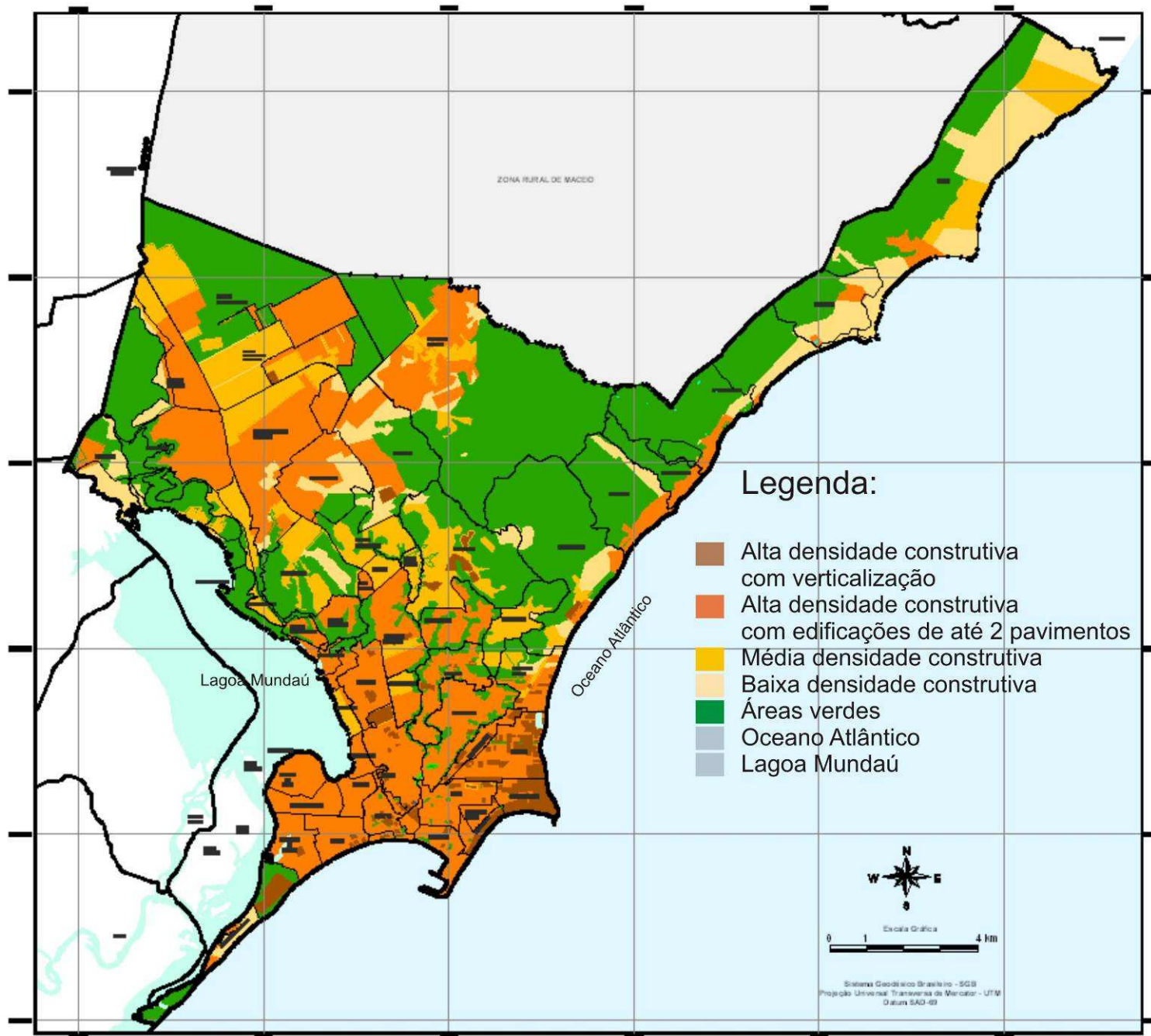


Ilustração 76: Mapa de densidade construtiva de Maceió. Fonte: Produzido a partir de imagens aéreas, dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Planejamento e visitas in loco.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

A alta densidade construtiva na planície pode ser atribuída ao processo de evolução urbana da cidade o qual privilegiou a região, inicialmente, pela facilidade de escoamento de mercadorias pelo porto de Maceió, atraindo envolvidos no processo a se fixarem na área.

A valorização imobiliária da porção litorânea aliciou investimentos do setor da construção civil, visando o máximo aproveitamento do lote, conferindo a área características de adensamento construtivo, com a ocorrência de edificações verticais.

A densidade construtiva é um parâmetro capaz de influenciar no regime de ventos na malha urbana, na temperatura do ar, na umidade relativa, sobretudo em função da porosidade e rugosidade da malha urbana.

Áreas de média e baixa densidade construtiva são constatadas na região dos tabuleiros visto que é uma área de expansão urbana recente e ainda propícia a ocupação.

Em áreas de maior adensamento construtivo é comum a redução da umidade do ar e da evaporação pela pouca absorção das águas pluviais perante a presença de estruturas impermeáveis.

Assim, constata-se que:

- O acúmulo de radiação térmica, não dispersada pela evaporação aquece os espaços acarretando elevação de temperaturas do ar e das superfícies. A elevação da temperatura das superfícies em regiões de maior adensamento construtivo, menor rugosidade e porosidade é constatado em Maceió, conforme demonstrado na ilustração 77.

- O espaço urbano de Maceió apresenta características climáticas distintas nas diversas áreas da cidade em virtude da presença ou ausência de áreas verdes, da topografia, do uso e ocupação do solo, da altura das edificações e da densidade construtiva.

- Na área urbana, a velocidade do vento é mais baixa que nos arredores. O ar tende a velocidades mais baixas próximo ao solo e aumenta a velocidade com a altura. A diminuição da velocidade do vento está relacionada à rugosidade da superfície edificada na cidade, devido aos efeitos de fricção (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005).



Caracterização climática da cidade de Maceió com subsídio a decisões de planejamento.

- Os padrões de ventilação urbana modificam-se em função dos distintos modelos de conformação urbana que se faz presente em Maceió. O vento desempenha um papel fundamental de resfriamento do espaço urbano principalmente em cidades com clima quente e úmido como Maceió. Os ventos predominantes na região (Ilustração 78), oriundos especialmente do quadrante leste, amenizam os efeitos negativos causados pela radiação solar excessiva, atuando positivamente no conforto térmico do espaço urbano.

- Ao sul da cidade, em toda a região da planície lagunar, porção de baixa rugosidade e alta densidade construtiva, as condições de ventilação são prejudicadas, sobretudo pela uniformidade de altura das edificações e pela carência de espaçamento entre elas.

- O traçado urbano irregular dificulta a permeabilidade dos ventos, impossibilitando a formação de corredores de ventilação através das vias, especialmente nos bairros

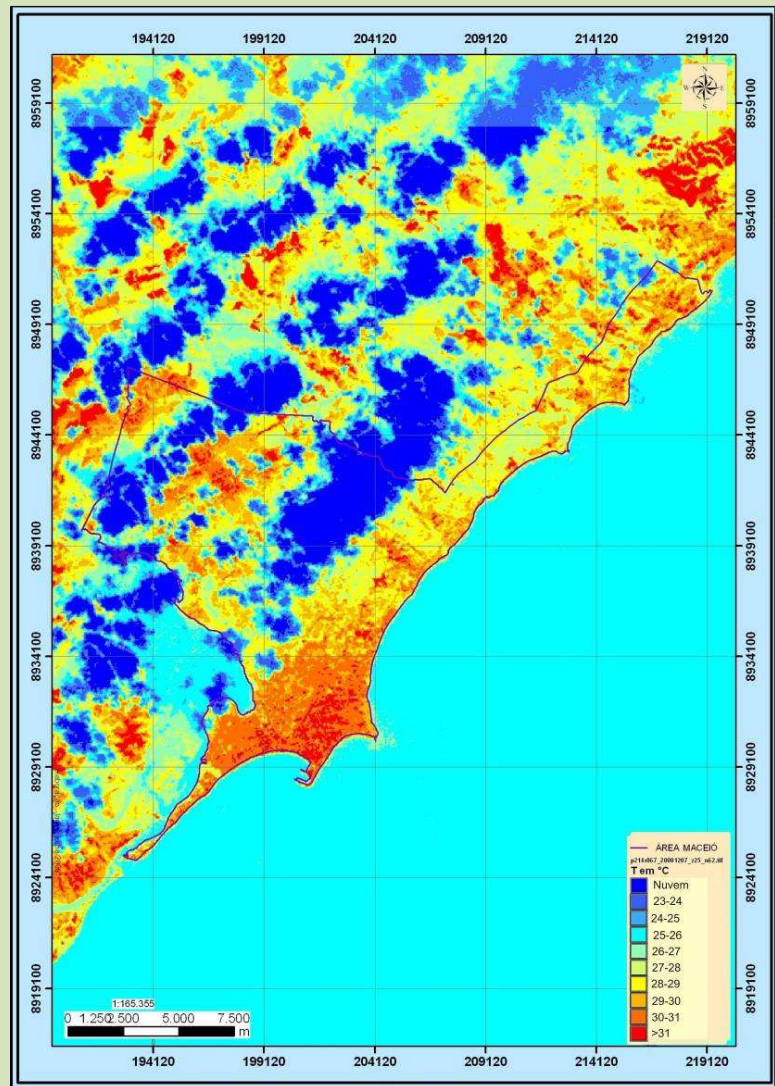


Ilustração 77: Imagem Landsat que demonstra a distribuição da temperatura das superfícies na cidade de Maceió. Fonte: Produzida por Ricardo Barbosa a partir do algoritmo do software Idrise, denominado thermal.

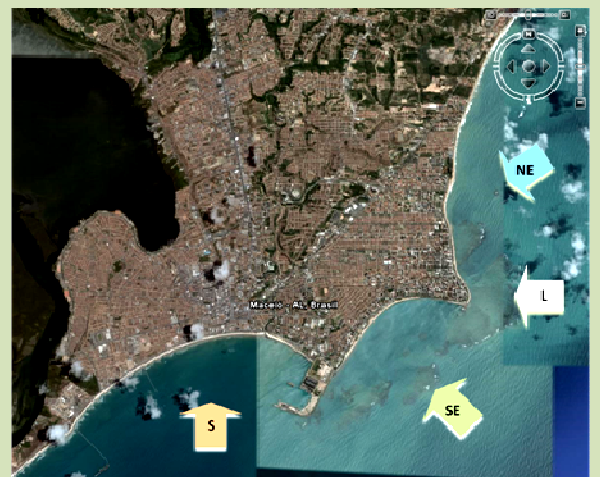


Ilustração 78: Incidência dos ventos predominantes no tecido urbano de Maceió. Fonte: adaptado pela



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

que margeiam a lagoa Mundaú. O regime de ventos ocorre, sobretudo, acima do nível das edificações na camada limite urbana (UBL) (Ilustração 79).

- Na planície litorânea a presença da verticalização na orla de Maceió e a ausência de um diferencial de alturas torna-se prejudicial sob o ponto de vista climático, exceto para o trecho imediatamente a barlavento da região. Arranjos urbanos dotados de edificações com alturas distintas podem possibilitar a adequada penetração dos ventos nos recinto urbanos, se aliado a uma alta porosidade e adequado afastamento entre edificações em novas áreas de expansão da cidade como nos Tabuleiros e em novas intervenções no litoral norte da cidade.

Bustos Romero (2001) afirma que configurações urbanas densas com edificações de alturas diferenciadas são melhores se comparadas a configurações com edifícios de alturas uniformes e de baixa rugosidade. De fato, seria mais positivo obter áreas de maior densidade urbana com a ocorrência de um diferencial de alturas de edificações, com melhores condições de ventilação do que áreas de baixa densidade com edificações de mesma altura.

Edificações altas dotadas de grandes espaçamentos entre si possibilitam condições mais favoráveis de ventilação se comparadas às áreas com edifícios baixos e com pouco espaçamento entre eles. Apesar da presença de edificações altas na orla de Maceió, observa-se um predomínio de edificações de mesma altura e com pouca distância entre elas. No entanto a orientação das vias paralelas à incidência dos ventos predominantes na planície litorânea cria corredores



Ilustração 79: Incidência dos ventos predominantes na região da lagoa Mundaú e a dificuldade de permeabilidade dos ventos na região. Fonte: Marcedo, 2007.



Ilustração 80: Penetração dos ventos predominantes na malha urbana da planície litorânea, com a criação de corredores de ventilação através das vias. Fonte: Produzido a partir de imagem do Google earth.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

canalizadores de vento, conforme demonstrado na ilustração 80, que contribui na diminuição dos efeitos térmicos no local, pois desvia o fluxo de ar até o solo.

- A ocorrência de edifícios altos expostos a fortes correntes de ar implica em mudanças nas características do fluxo de ar, visto que o referido fluxo é determinado pela forma espacial do arranjo urbano. Assim, zonas de alta pressão são formadas na região frontal dos edifícios resultando, ao mesmo tempo, em área de sombra de ventilação à sotavento das edificações verticais, conforme se pode observar na ilustração 81 e no perfil da região (Ilustração 82 e 83).



Ilustração 81: Incidência dos ventos predominantes na região de verticalização na planície litorânea de Maceió, com a ocorrência de áreas com sombra de ventilação. Fonte: adaptado de Marcedo, 2007.

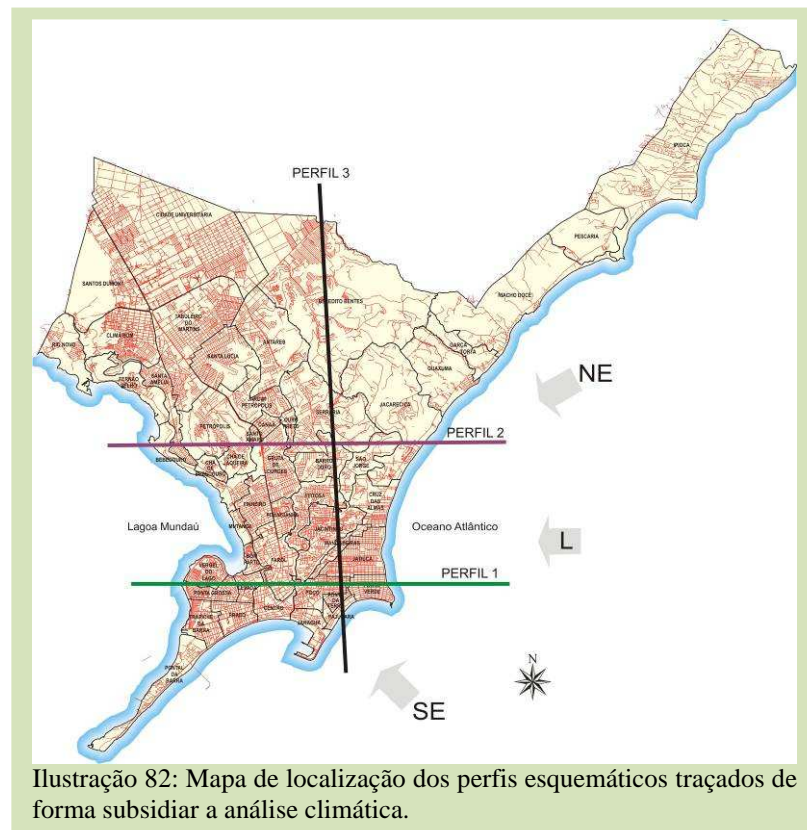


Ilustração 82: Mapa de localização dos perfis esquemáticos traçados de forma subsidiar a análise climática.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.



Ilustração 83: Perfil esquemático de Maceió Nº 1 com demonstração do padrão de ventilação na região da planície.

Em direção à região norte da cidade, áreas de baixa rugosidade, com média e alta densidade construtiva, com a presença de áreas verdes estão presentes na configuração da região. A topografia local, com inclinação no sentido leste da cidade, é aberta a incidência dos ventos predominantes favorável no resfriamento da região mais alta da cidade (Ilustração 84).

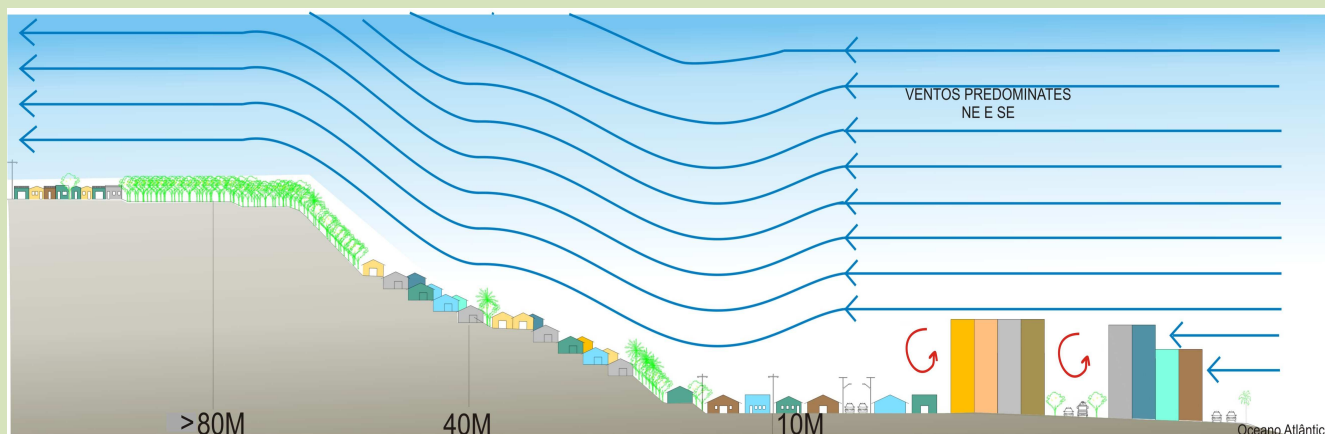


Ilustração 84: Perfil esquemático de Maceió Nº 2 com demonstração do padrão de ventilação na região de topografia acidentada.

A ocupação desordenada de encostas dificulta a penetração dos ventos predominantes na malha urbana, em virtude da baixa porosidade e do traçado aleatório característico desta porção da cidade conforme constatado na ilustração 85.

Traçando um perfil vertical na cidade (Ilustração 82 e 86) observam-se padrões de ventilação diferenciados em função da conformação urbana de cada porção da cidade.

Áreas de sombra de ventilação são formadas posteriores as edificações multifamiliares da planície.



Ilustração 85: Ocupação urbana em encostas e incidência dos ventos predominantes. Fonte: adaptado de Marcedo, 2007.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

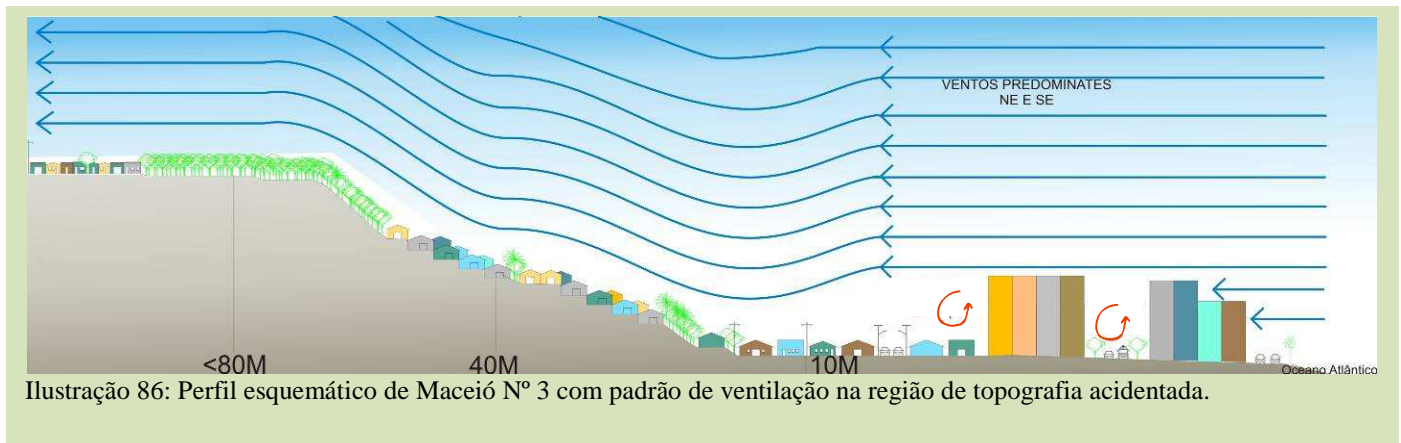


Ilustração 86: Perfil esquemático de Maceió N° 3 com padrão de ventilação na região de topografia acidentada.

Nos tabuleiros a conformação do traçado urbano favorece o aproveitamento da ventilação no interior da malha urbana em porções com topografia plana (Ilustração 87). Em terrenos acidentados a malha urbana não apresenta um traçado ortogonal, dificultando a criação de corredores de ventilação através das vias.

A partir da convergência das informações obtidas é possível distinguir no mapa climático de Maceió áreas distintas, em função dos princípios térmicos e dinâmicos avaliados.

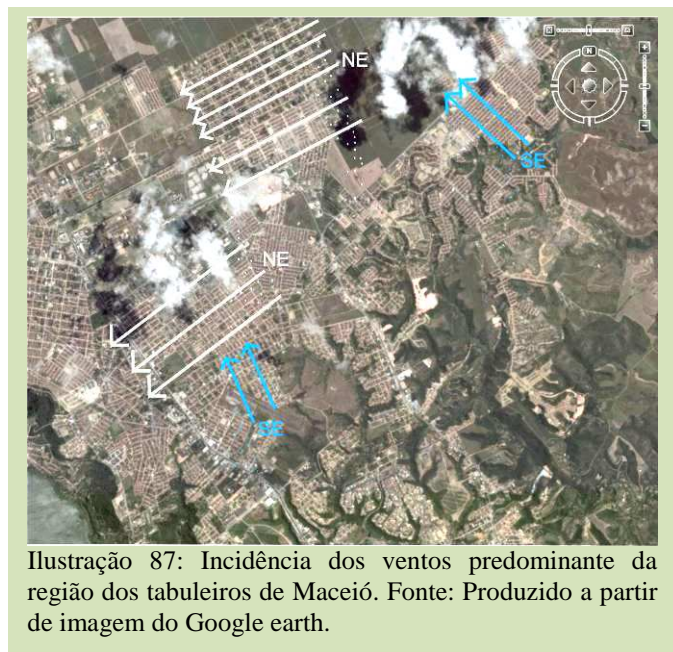


Ilustração 87: Incidência dos ventos predominante da região dos tabuleiros de Maceió. Fonte: Produzido a partir de imagem de Google earth.

Foram identificadas na cidade, conforme sugere Alcoforado (2005), áreas com alta carga térmica determinada pela alta densidade construtiva e com presença significativas de estruturas constituídas por materiais de alta capacidade térmica; áreas de baixa carga térmica caracterizada por baixa densidade construtiva; áreas favorecidas pela ventilação na cidade e áreas com ventilação reduzida, seja pela morfologia do sítio ou do tecido urbano, e áreas verdes com potencial de melhorias microclimáticas.

No mapa climático de Maceió (Ilustração 88 e apêndice G), as áreas favorecidas pela ventilação na cidade situam-se na porção mais alta do município, onde a topografia atua como



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

elemento favorável a circulação do ar na cidade visto que Maceió apresenta uma conformação aberta aos ventos predominantes na região.

Na planície litorânea, áreas de maior penetração de vento são aquelas onde efeitos de canalização do ar estão presentes nas vias em virtude do arranjo construtivo de malha ortogonal, com incidência dos ventos paralelo a direção das vias. São especialmente as quadras dos bairros de Jatiúca e Ponta Verde e as primeiras quadras que margeiam a orla marítima de bairros como o Pajuçara, Jaraguá, Centro, Prado e Trapiche da Barra. A ventilação nesta área atua na redução dos efeitos térmicos resultantes da alta densidade construtiva.

Zonas de ventilação reduzida são encontradas em áreas de maior carga térmica, na planície litorânea, lagunar e áreas onde topografia local configura vales que dificultam a penetração dos ventos. Sobretudo, essas áreas são agravadas pelo traçado urbano desfavorável a circulação dos ventos no espaço urbano, disposição das edificações no lote, por vezes sem recuos, baixa porosidade e rugosidade.

No tabuleiro, a conformação côncava do sítio e o traçado irregular das vias configuram uma área com características de ventilação reduzida.

A influência positiva dos espaços verdes na cidade ameniza os efeitos da radiação solar sobre o ambiente, configurando áreas importantes sob o ponto de vista climático. Essas áreas são responsáveis pela modificação do clima local originando condições térmicas mais agradáveis. No entanto, se apresenta de forma concentrada no território urbano de Maceió, onde deveria ser distribuída sobre áreas de maior densidade, carga térmica e carente de ventilação na cidade.

As informações obtidas a partir do mapa climático urbano poderão ser utilizadas na orientação da ordenação urbana, auxiliando a confecção de mapas sínteses da cidade que classificam zonas climaticamente caracterizadas, que será mostrado a seguir.

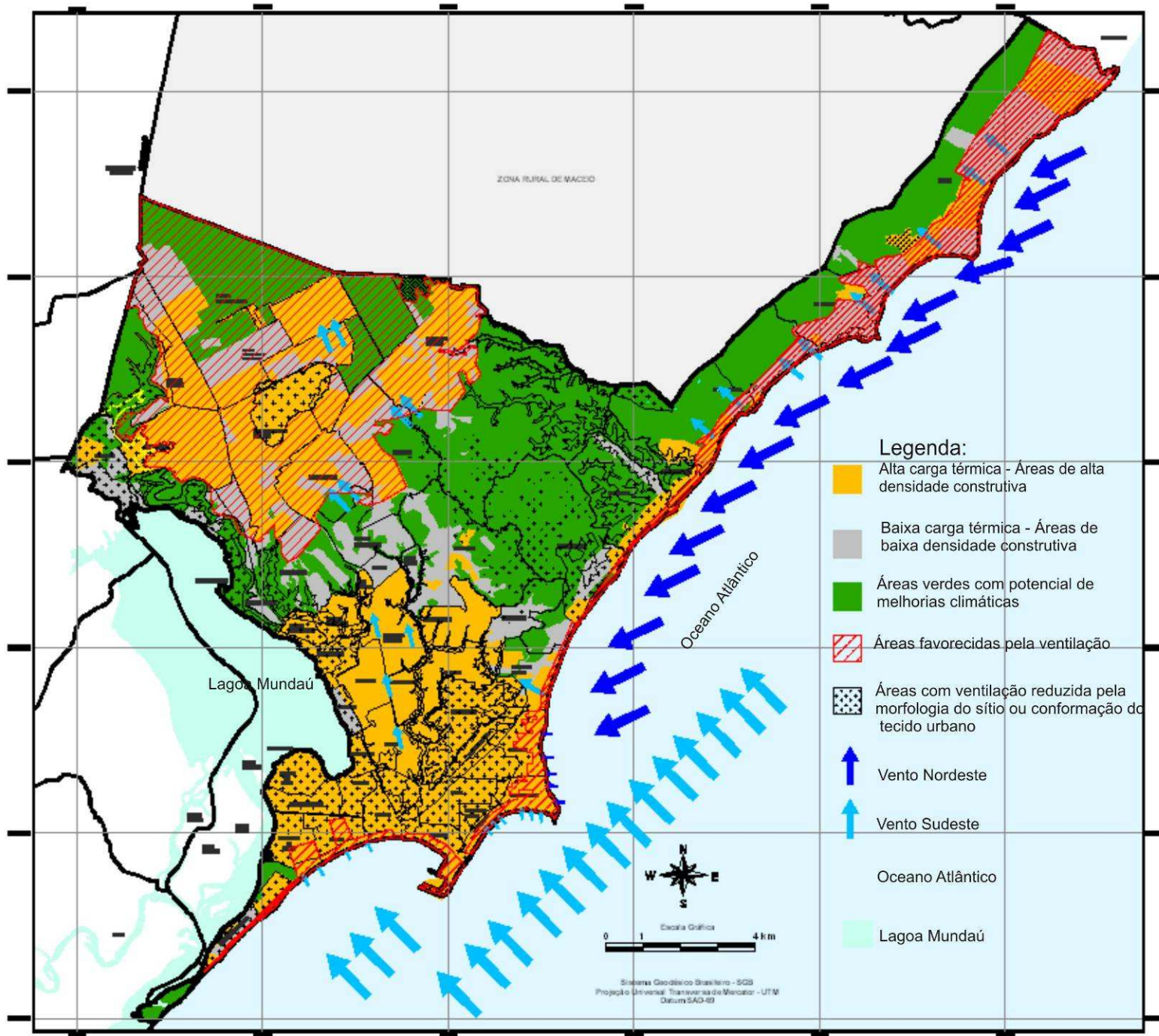


Ilustração 88: Mapa climático de Maceió.



4.3 Classificação de zonas climaticamente caracterizadas

Nessa seção, a partir das análises qualitativas dos aspectos determinantes de modificações climáticas no espaço urbano de Maceió e com o aporte do mapa climático, foi possível estabelecer zonas com características climáticas diferenciadas na cidade em estudo, que podem subsidiar ações de planejamento urbano.

Baseado na superposição dos mapas elaborados e nos atributos bioclimatizantes da forma urbana observados, um mapa síntese de alerta ao planejamento urbano foi constituído para Maceió, o Mapa de classificação da cidade em Zonas Climaticamente Caracterizadas (Ilustração 89). A partir da classificação de áreas com características específicas, a região foi disposta em três zonas, onde se identificaram áreas que devem ser preservadas, áreas que devem ser protegidas e áreas a ser melhoradas climaticamente.

Como sugere Katzschner (1997), as **áreas a serem preservadas** devem ser interditas à construção. Compreendem basicamente as zonas de escoamento de ventilação, de produção de ar fresco, áreas importantes para o microclima urbano, como grandes massas vegetativas ou reservas de vegetação.

As **áreas a serem protegidas** são aquelas importantes para a ventilação urbana e para produção de ar fresco na cidade, com alguma presença de vegetação, especialmente apresentando algumas árvores isoladas ou espaços públicos de lazer dotados de vegetação, mas com solo impermeável. São áreas importantes para circulação local do vento, no qual o arranjo urbano facilita a permeabilidade do ar na malha urbana a fim de minimizar os efeitos térmicos negativos do clima local. Nessa zona a construção de novas edificações é permitida desde que não interfira no sistema de circulação de ar. São proibidas construções de novas fontes de emissão de calor.

As **áreas a serem melhoradas** são porções da cidade com condições climáticas negativas. Compreendem locais de grande adensamento, temperaturas mais elevadas, com baixa circulação de ventos, intensas atividades antrópicas e carente de áreas com vegetação. É possível construir nessas áreas, desde que o sistema de circulação, os ventos e incentivo a implantação de espaços vegetados sejam considerados.

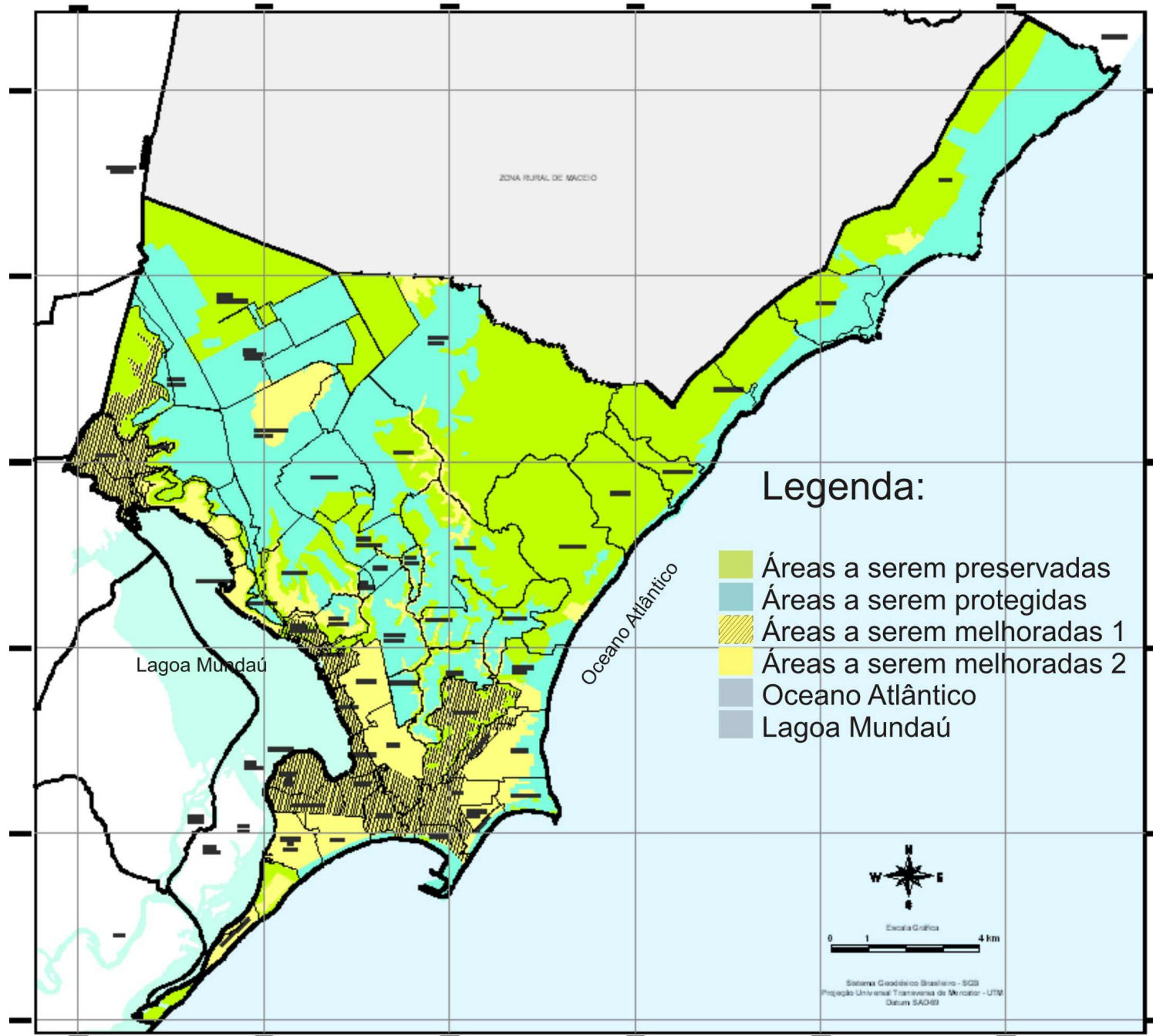


Ilustração 89: Mapa de classificação da cidade de Maceió em zonas climaticamente caracterizadas.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

Em Maceió **áreas a serem preservadas** são caracterizadas pela presença de vegetação e solo permeável (Ilustração 89 e apêndice H). São porções na cidade dotadas de massa vegetativa localizadas de forma concentrada em determinados espaços do município, tais como em encostas no litoral norte de Maceió, na região dos tabuleiros e uma pequena porção a oeste do município.

Essas áreas devem ser preservadas tendo em vista sua importância para a produção de ar fresco, para o escoamento de águas pluviais e conseqüentemente para a diminuição dos efeitos da radiação solar. Contribuem, ainda, na criação de microclimas distintos de outras áreas da cidade, com temperaturas mais baixas, oferecendo maior conforto térmico em suas imediações.

A presença dos corpos d'água que circundam a cidade, como a lagoa Mundaú e o oceano Atlântico, aliado aos efeitos positivos da vegetação estabilizam as variações de temperatura na cidade.

Um contexto de destruição da vegetação nativa é constatado em encostas e demais áreas da cidade em virtude do processo de ocupação urbana. Por isso deve-se preservar as áreas importantes para o clima local e controlar a invasão destes espaços. A preservação de áreas como estas auxiliam na purificação do ar, aumento da umidade e diminuição da temperatura do ar.

As **áreas a serem protegidas** em Maceió ocupam parte do território e compreendem zonas com boas condições de conforto térmico e com microclima urbano agradável (Ilustração 89).

São áreas na cidade localizadas em cotas topográficas acima de 40m em relação ao nível do mar, com traçado urbano favorável a incidência dos ventos predominantes, lotes com algum recuo e pouca obstrução dos ventos na malha urbana.

Bairros situados nos tabuleiros de Maceió apresentam esta conformação e devem ser protegidos. Novas intervenções arquitetônicas e urbanísticas devem ser primorosamente avaliadas a fim de não comprometer a qualidade térmica do espaço urbano.

Na orla marítima, apesar da alta carga térmica presente na região e o adensamento de edificações verticais, o desenho urbano ortogonal das vias, orientadas paralelas à direção dos ventos predominantes da região, facilita o resfriamento das mesmas por meio do recurso da ventilação. Para tanto, deve ser protegida.



Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.

A construção de novas edificações na região deve garantir a permeabilidade dos ventos na malha urbana através do uso dos recuos entre as construções. A reflexão da radiação solar incidente e superfícies de baixo albedo devem ser permanentemente evitadas.

Nesta zona da cidade os espaços vegetados são caracterizados por árvores isoladas e por espaços públicos de lazer dotados de alguma vegetação de grande porte e ocorrência predominante de solo impermeável. Esses espaços, apesar de escassos, devem ser protegidos. As árvores proporcionam sombreamento urbano, especialmente em canteiros centrais e praças, minimizando as temperaturas e as trocas térmicas entre as superfícies.

Da mesma forma, as encostas devem ser protegidas e a expansão da ocupação na área controlada, de modo a garantir a manutenção da região, protegendo as áreas verdes remanescentes.

As **áreas a serem melhoradas** ocupam boa parte da cidade. São caracterizadas por alta carga térmica, em regiões densamente construídas, com carência de ventilação, alta impermeabilização do solo e déficit de áreas verdes.

Essas podem ser subdivididas em duas áreas distintas de acordo com as características da forma urbana (Ilustração 89 e apêndice H).

A **área a ser melhorada 1** é composta por bairros de formação mais antiga da cidade, localizados sobretudo da planície como aqueles que margeiam a lagoa Mundaú tais como Centro, Levada, Jaraguá. Observa-se que é nesta porção da cidade onde há maior concentração de atividades antropogênicas, fluxo de veículos e transeuntes.

A grande parte da área, especialmente os bairros contíguos a lagoa Mundaú, foi densamente ocupada, de forma espontânea, por casas justapostas, sem recuos, predominantemente horizontais, formando ruas estreitas e irregulares. Apresenta em toda a sua extensão solo predominantemente impermeável e carência de áreas verdes.

A trama irregular e descontínua desta região impedem a circulação das massas de ar de forma eficiente. Conseqüentemente, a radiação solar absorvida e a energia térmica acumulada na área são intensas, assim como a produção de calor e de poluentes, provenientes principalmente dos veículos.

O bairro do Jacintinho, localizado em regiões de cotas mais elevadas, apresenta configuração urbana semelhante aos bairros próximos a lagoa Mundaú, o que confere a área a



Caracterização climática da cidade de **Maceió** como subsídio a decisões de **planejamento**.

necessidade de melhorias quanto à forma de uso e ocupação do solo, segundo princípios climáticos.

A **área a ser melhorada 2** aglomera bairros da planície litorânea e dos tabuleiros com topografia plana e traçado urbano regular, o que facilita a circulação dos ventos. Mas tal característica se contrapõe com a ausência de um diferencial de altura entre as edificações, que seria favorável na melhoria das condições térmicas da região.

Uma grande área de sombra de ventilação é criada entre os bairros de Jatiúca, Ponta Verde e Pajuçara, visto a incidência dos ventos dominantes a barlavento de estruturas urbanas verticais de mesma altura conforme visto na ilustração 81. Estas áreas a sotavento podem apresentar níveis de temperatura mais elevados se comparado a outras áreas da cidade.

Segundo Katzschner (1997) locais com ventos frescos, com troca reduzida de massas de ar e velocidades baixas, associados às altas concentrações de absorção térmica, constituem áreas que requerem melhoramentos. Deve-se, portanto, ser prioridade minimizar a emissão de calor nas vias dessa área, por meio da implantação de espécies arbóreas.

A carência de arborização desta área da cidade é evidente; apenas poucas árvores isoladas são encontradas nas ruas. Um plano de arborização urbana deveria ser implantado em áreas com pouca ocorrência de vegetação, tendo em vista a melhoria das propriedades térmicas de áreas adensadas na cidade.

Em uma determinada área no centro do bairro do Tabuleiro dos Martins, localizada na porção de cota superior a 80 metros em relação ao nível do mar, tende a dificultar a trajetória dos ventos. A área apresenta uma conformação do sítio côncava e o traçado de sua trama não facilita a permeabilidade dos ventos predominantes da região.

Áreas consideradas desfavoráveis sob o ponto de vista climático devem se adequar às condições do clima local. A criação de áreas verdes bem distribuídas, a garantia da porosidade e rugosidade da malha urbana, de certa forma contribuiria para melhoria das condições climática locais.