



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste
(TROPEN)
Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(PRODEMA)
Subprograma PRODEMA/UFPI/TROPEN
Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente

RELAÇÃO ENTRE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS:
ESTUDO EM BAIRROS DA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ

Marcos Machado de Albuquerque

Teresina – PI
2012

MARCOS MACHADO DE ALBUQUERQUE

**RELAÇÃO ENTRE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS:
ESTUDO EM BAIRROS DA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Wilza Gomes Reis Lopes

Teresina – PI
2012

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

- | | |
|-------|--|
| A345r | <p>Albuquerque, Marcos Machado de.</p> <p>Relação entre o uso e ocupação do solo e variáveis climáticas: Estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí / Marcos Machado de Albuquerque. Teresina: 2012. 105f.:il.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, 2012.</p> <p>Orientação: Prof^a. Dr^a. Wilza Gomes Reis Lopes</p> <p>1. Meio Ambiente. 2. Clima Urbano. 3. Microclimas – Teresina. I. Título.</p> <p>CDD: 574.5</p> |
|-------|--|

MARCOS MACHADO DE ALBUQUERQUE

**RELAÇÃO ENTRE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS:
ESTUDO EM BAIRROS DA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Wilza Gomes Reis Lopes
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

Prof. Dr. José Machado Moita Neto
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales
Universidade Federal do Ceará (PRODEMA/UFC)

Teresina – PI
2012

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me confortar nos momentos difíceis e iluminar o meu caminho colocando pessoas certas em minha vida.

À minha esposa Carla e aos meus filhos Eduardo, Jessica e Sarah, pelo apoio e paciência que tiveram durante a realização do mestrado.

À Profa. Dra. Wilza Gomes Reis Lopes, por sua valiosa orientação.

Aos professores que transmitiram conhecimentos científicos importantes para a execução deste trabalho.

Aos professores da banca examinadora do Exame de Qualificação, Prof. Dr. José Machado Moita Neto e Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales, pelas sugestões.

Ao Prof. Dr. João Batista Lopes pela análise estatística.

Aos funcionários do TROPEN Maridete de Alcobaça e João Batista Araújo, pela sempre presteza em colaborar.

Aos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPI, Deisy Nayanni de Brito Silva e José Luis Holanda de Sousa, pela ajuda nos mapas.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Evolução Demográfica no Brasil de 1872 a 1940.....	22
Tabela 2.2 - Escalas climáticas e raios de influência.....	26
Tabela 4.1 - Cobertura vegetal por região administrativa em Teresina - PI, para os anos de 2000 e 2005/2006.....	46
Tabela 4.2 - População Residente no município de Teresina no período de 1970 a 2010.....	49
Tabela 4.3 - Taxa de Crescimento da População de Teresina (1970 a 2010).....	50
Tabela 5.1 - Valores de temperatura e umidade em função da época do ano e do Bairro.....	76
Tabela 5.2 - Valores de temperatura e umidade em função do Bairro e horário de coleta.....	78
Tabela 5.3 - Temperatura e umidade relativa do ar no horário das 9 horas.....	79
Tabela 5.4 - Temperatura e umidade relativa do ar no horário das 15 horas.....	80
Tabela 5.5 - Temperatura e umidade relativa do ar no horário das 21 horas.....	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 - Comportamento da temperatura do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Pedra Mole (PM).....	82
Gráfico 5.2 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Pedra Mole (PM).....	82
Gráfico 5.3 – Comportamento da temperatura do ar média, em março/2009 (período Chuvoso), no bairro Pedra Mole (PM).....	83
Gráfico 5.4 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em março/2009 (período Chuvoso), no bairro Pedra Mole (PM).....	84
Gráfico 5.5 – Comportamento da temperatura do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Jóquei Clube (JC).....	85
Gráfico 5.6 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Jóquei Clube (JC).....	86
Gráfico 5.7 – Comportamento da temperatura do ar média, em março/2009 (período chuvoso), no bairro Jóquei Clube (JC).....	87
Gráfico 5.8 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em março/2009 (período Chuvoso), no bairro Jóquei Clube (JC).....	87
Gráfico 5.9 – Comportamento da temperatura do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Dirceu Arcoverde (DA).....	88
Gráfico 5.10 – Comportamento da umidade relativa ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Dirceu Arcoverde (DA).....	89
Gráfico 5.11 – Comportamento da temperatura do ar média, em março/2009 (período chuvoso), no bairro Dirceu Arcoverde (DA).....	90
Gráfico 5.12 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em março/2009 (período chuvoso), no bairro Dirceu Arcoverde (DA).....	90
Gráfico 5.13 – Comportamento da temperatura do ar (média dos cinco pontos), em outubro/2008	91
Gráfico 5.14 – Comportamento da umidade relativa do ar (média dos cinco pontos), em outubro/2008.....	92
Gráfico 5.15 – Comportamento da temperatura do ar (média dos cinco pontos), em março/2009.....	92
Gráfico 5.16 – Comportamento da umidade relativa do ar (média dos cinco pontos), em março/2009.....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Distribuição mundial das cidades por classe de dimensão acima de um milhão.	21
Figura 2.2 - Classificação da rede urbana brasileira.....	24
Figura 3.1 - Mapa dos bairros das zonas leste /sudeste de Teresina.....	36
Figura 3.2 - Termo higrômetro digital Instrutherm Thal-300.....	38
Figura 4.1 - Mapa do Brasil, dividido em regiões e mapa do Piauí, destacando a cidade de Teresina.....	40
Figura 4.2 - Mapa da cidade de Teresina.....	42
Figura 4.3 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro, destacando-se a cidade de Teresina.....	43
Figura 4.4 - Mapa da cidade de Teresina, PI, datado de 1855.....	47
Figura 4.5 - Mapa de evolução da ocupação do perímetro urbano de Teresina - PI.....	51
Figura 4.6 - Divisão administrativa de Teresina.....	52
Figura 4.7 – Zona Leste de Teresina	53
Figura 4.8 – Zona Sudeste de Teresina.....	54
Figura 5.1 - Bairro Pedra Mole.....	56
Figura 5.2 - Vista Aérea do Bairro Pedra Mole e localização dos Pontos de coleta.....	57
Figura 5.3 - Vista da área verde do ponto 1.....	58
Figura 5.4 - Vista do ponto de medição 2 na rua entre as Quadras 1 e 2.....	59
Figura 5.5 - Imagem do Ponto 3 na rua entre as Quadras 2 e 3.....	60
Figura 5.6 - Imagem do Ponto 4 na rua entre as Quadras 4 e 5.....	61
Figura 5.7 - Imagem do Ponto 5 na rua entre a Quadra 5 e a Área Institucional.....	62
Figura 5.8 - Bairro Jôquei Clube.....	63
Figura 5.9 - Vista Aérea de trecho do Bairro Jôquei Clube (JC) e Pontos de Coleta.....	64
Figura 5.10 - Imagem do Ponto 6 na Avenida Jôquei Clube.....	65
Figura 5.11 - Imagem do Ponto 7 na Rua Napoleão Lima.....	66
Figura 5.12 - Imagem do Ponto 8 da Rua Antonio Tito.....	67
Figura 5.13 - Imagem do Ponto 9 da Rua Durvalino Couto.....	68
Figura 5.14 - Imagem do Ponto 10 na Avenida Senador Área Leão.....	69
Figura 5.15 - Bairro Dirceu Arcoverde, em Teresina.....	70
Figura 5.16 - Vista Aérea do Bairro Dirceu Arcoverde - Pontos de Coletas.....	71
Figura 5.17 - Imagem do Ponto 11 da Rua João Carneiro da Silva.....	72
Figura 5.18 - Imagem do Ponto 12 da Avenida Francisco José de Almeida Neto.....	73
Figura 5.19 - Imagem do Ponto 13 da rua entre as quadras 171 e 191.....	74

Figura 5.20 - Imagem do Ponto 14 da Rua entre as quadras 191 e 219.....	75
Figura 5.21 - Imagem do Ponto 15 da Rua entre as quadras 219 e 246.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGRITEMPO – Sistema de Monitoramento Agrimeteorológico

CEPRO – Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí

COHAB-PI – Companhia de Habitação do Piauí

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DA – Dirceu Arcoverde

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GPS – Global Position System

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

JC – Jôquei Clube

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

OMM - Organização Meteorológica Mundial

PM – Pedra Mole

PRODEMA - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

SAS – Statistical Analysis System

SDU – Superintendência de Desenvolvimento Urbano

SNK – Student-Newman-Keuls

TROPEN – Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste

UFC – Universidade Federal do Ceará

UFPI – Universidade Federal do Piauí

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

RESUMO

O intenso processo de urbanização tem interferido de forma marcante nas condições ambientais, promovendo a substituição de valores e estruturas naturais por equipamentos urbanos. Como consequências impactantes têm surgido as mais variadas formas de poluição, gerando crises ambientais nos mais diferenciados ecossistemas, alterando a qualidade de vida do planeta. O conforto térmico está diretamente relacionado às condições ambientais, tais como, a temperatura, a umidade do ar, a velocidade e direção predominante dos ventos, a radiação solar e a pluviometria, que são modificadas, consideravelmente, pela impermeabilização do solo e pela ausência de vegetação. Considera-se como sendo área verde urbana, àquela de superfície permeável e em que há predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. O estudo teve como objetivo determinar a influência das áreas verdes urbanas na temperatura da cidade de Teresina-PI, comparando dados coletados em regiões arborizadas com dados coletados em outras regiões da cidade com menor índice de vegetação, destacando a importância dessas áreas para a melhoria da qualidade ambiental do espaço urbano. A pesquisa foi desenvolvida nas Zonas Leste e Sudeste da cidade de Teresina, Piauí, enfocando os bairros Pedra Mole, Jóquei Clube e Dirceu Arcoverde. Em cada bairro, nos horários de 9, 15 e 21 h, foram realizadas medições simultâneas de variáveis climáticas em cinco pontos situados em locais com abundante vegetação e com características áridas. Os dados climáticos foram coletados durante sete dias consecutivos nos meses de outubro/2008 e março/2009, abrangendo os períodos seco e chuvoso. Nos três locais estudados, as temperaturas mais elevadas foram registradas em pontos desprovidos de vegetação. Também se pode constatar que o bairro com a menor densidade populacional e com vastas áreas verdes foi o que apresentou os menores valores de temperatura sugerindo, portanto a relação entre a vegetação e a redução da temperatura.

Palavras-chave: Áreas verdes urbanas; microclimas; Teresina/PI.

ABSTRACT

The intense process of urbanization has interfered markedly in environmental conditions, promoting the replacement of natural values and natural structures for urban facilities. How shocking consequences have arisen the various forms of pollution, creating environmental crises in more differentiated ecosystems, altering the quality of life of the planet. The Thermal comfort is directly linked to environmental conditions such as temperature, humidity, speed and predominant wind direction, radiation from the sun and rainfall, which are modified considerably by soil sealing and the absence of vegetation. It is considered as urban green land, that of permeable surface and there is a prevalence of tree, including the squares, public gardens and urban parks. The study with the objective aimed to determine the influence of urban green land in the temperature of Teresina-PI, comparing data collected in woodlands with data collected in other regions of the city with lower vegetation index, highlighting the importance of these areas for improve the environmental quality of urban space. The research was conducted in East and Southeast areas of the city of Teresina, Piauí, focusing on neighborhoods Pedra Mole, Jóquei Clube and Dirceu Arcoverde. In each neighborhood during the hours of 9, 15 and 21 h, were carried out simultaneous measurements of climatic variables in five points located in areas with abundant vegetation and arid characteristics. Climatic data were collected during seven consecutive days during the months of October and March, covering the rainy and dry seasons. In the three sites studied, the highest temperatures were recorded at points without vegetation. Also can be seen that the neighborhood with the lowest population density and vast green lands showed the lowest values of temperature thus suggesting the relationship between vegetation and reduction in temperature.

Keywords: Urban green land; microclimates; urbanization; Teresina/PI.

SUMÁRIO

1 Introdução.....	13
2 Evolução urbana e qualidade ambiental.....	18
2.1 Origem e evolução das cidades.....	18
2.2 Clima urbano e ilhas de calor.....	24
2.3 Vegetação e qualidade ambiental.....	28
2.4 Gestão ambiental urbana.....	33
3 Metodologia	36
3.1 Caracterização do Objeto de Estudo.....	36
3.2 Medições das Variáveis.....	37
4 A cidade de Teresina: características e dados climáticos.....	40
4.1 O estado do Piauí.....	40
4.2 A cidade de Teresina.....	41
4.3 Evolução histórica de Teresina.....	46
5 Relação entre uso e ocupação do solo e características microclimáticas.....	55
5.1 Bairro Pedra Mole (PM).....	55
5.1.1 Ponto 1 – Praça do Bairro Pedra Mole	57
5.1.2 Ponto 2 – Rua entre as quadras 1 e 2	58
5.1.3 Ponto 3 – Rua entre as quadras 2 e 3	59
5.1.4 Ponto 4 – Rua entre as quadras 4 e 5	60
5.1.5 Ponto 5 – Rua entre a quadras 6 e Área Institucional.....	61
5.2 Bairro Jóquei Clube (JC).....	62
5.2.1 Ponto 6 – Avenida Jóquei Clube	65
5.2.2 Ponto 7 – Rua Napoleão Lima.....	66
5.2.3 Ponto 8 – Rua Napoleão Lima.....	66
5.2.4 Ponto 9 – Rua Durvalino Couto.....	67
5.2.5 Ponto 10 – Avenida Senador Arêa Leão.....	68
5.3 Bairro Dirceu Arcoverde (DA).....	69
5.3.1 Ponto 11 – Rua João Carneiro da Silva.....	72
5.3.2 Ponto 12 – Rua Avenida Francisco José de Almeida Neto.....	73
5.3.3 Ponto 13 – Rua entre as quadras 171 e 191.....	73
5.3.4 Ponto 14 – Área Verde da Quadra 191.....	74
5.3.5 Ponto 15 – Rua entre as quadras 219 e 246.....	75
5.4 Análise das variáveis climáticas.....	76
5.4.1 Análise dos valores em função da época do ano e dos bairros.....	77
5.4.2 Análise dos valores em função do bairro e do horário de coleta.....	77
5.4.3 Dados Coletados.....	79
5.4.4 Análise dos gráficos de temperaturas e umidade relativa do ar.....	81
6 Conclusão.....	94
Referências.....	96

1 INTRODUÇÃO

O intenso processo de urbanização tem interferido de forma marcante nas condições ambientais, promovendo a substituição de valores e estruturas naturais por equipamentos urbanos. Como consequências impactantes têm surgido as mais variadas formas de poluição, gerando crises ambientais nos mais diferenciados ecossistemas, alterando a qualidade de vida do planeta Terra.

Para Freitas e Pouey (2002), o processo de urbanização modifica de forma incisiva os ecossistemas, aumentando a temperatura, reduzindo a umidade, além de alterar a composição química da atmosfera, o que acarreta a criação de microclimas, que nem sempre apresentam condições de habitabilidade e sustentabilidade satisfatórias. Os autores referem-se, ainda à vegetação como um dos fatores que pode ser usado para reverter ou minimizar estas consequências.

Os problemas ambientais são diretamente proporcionais ao crescimento da população, podendo ser os mais variados. Duarte e Serra (2003) citam, entre outros, a poluição do ar e da água, excesso de ruído, alterações no regime de chuvas e de ventos, formação de ilhas de calor, como problemas urbanos.

A urbanização inevitavelmente provoca alterações no microclima e atmosfera da cidade, no ciclo hidrológico, no relevo, na vegetação e na fauna e as áreas verdes têm atuado como moderadora da temperatura. Para Lombardo (1997, p. 60),

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

A cidade de Cuiabá, que possui altas temperaturas no verão, apresenta problemas provenientes da urbanização. Na visão de Barros; Nogueira e Musis (2010, p. 156), Cuiabá, de antes “[...] conhecida por ‘Cidade Verde’ pelos extensos fragmentos de cerrado presentes em toda a área urbana, vem sofrendo uma acelerada atividade imobiliária sem garantias de preservação das áreas verdes [...]”, sendo, então, necessários, segundo os citados autores, estudos voltados para o conforto ambiental, principalmente de espaços livres urbanos.

Na visão de Duarte e Serra (2003), as cidades são compostas por mosaicos de diferentes microclimas, caracterizados por pequenas ilhas de calor, bolsões de poluição atmosférica e diferenças locais no fluxo dos ventos.

A vegetação desempenha funções importantes para o recinto urbano, pois segundo Mascaró e Mascaró (2002), ajudam no controle do clima e da poluição, contribui para a conservação da água, na redução da erosão e na economia da energia, além de promover a biodiversidade e o bem estar dos habitantes.

Para Cavaleiro e Nucci (1998, p.279), “[...] as áreas densamente construídas, impermeabilizadas e com pouca vegetação são as que apresentam as mais altas temperaturas e baixa umidade”, o que confirma a importância da presença das áreas verdes para a melhoria da ambiência urbana.

Considera-se como sendo área verde urbana, àquela de superfície permeável e em que há predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas, que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como área verde (LIMA et al., 1994).

As áreas verdes urbanas, além de protegerem o solo da impermeabilização, facilitando a infiltração das águas pluviais e reduzindo o escoamento superficial, controlam a poluição atmosférica e melhoram, também, as condições climáticas, reduzindo os extremos das temperaturas. Proporcionam melhoria no ambiente da cidade e benefícios para os seus habitantes. Além disso, apresenta funções ecológicas, sociais, estéticas, educativas e psicológicas.

A vegetação atua diretamente na melhoria do conforto ambiental. Neste sentido, Dacanal; Labaki e Silva (2010, p. 116) afirmam que “o elemento vegetação aparece como parte integrante do projeto urbano, reconhecendo-se sua importância na alteração das condições microclimáticas e, conseqüentemente, no desempenho térmico das construções”.

É possível perceber a diferença entre a sensação térmica sentida em uma área arborizada e em uma área urbanizada, conforme visto em estudos desenvolvidos na cidade de Cuiabá, MT, por Almeida Jr. (2005), em Natal, RN por Carvalho (2001) e na cidade de Campinas, SP, por Abreu (2008), que constataram a redução de temperatura a partir do uso de vegetação.

A cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, tem grande parte de sua área situada entre dois rios, o Poti e o Parnaíba. Apresenta altitude média de 72 m e situa-se próxima à linha do equador, a $5^{\circ} 5' 12''$ de latitude sul e longitude oeste de $42^{\circ} 48' 42''$.

Nas últimas décadas, tem ocorrido na cidade de Teresina, como acontece em grande parte das cidades brasileiras, o aumento da ocupação do solo urbano, acarretando, inevitavelmente, a retirada da vegetação nativa de grandes áreas, substituída por

equipamentos urbanos. Além disso, modificou-se o costume da população de plantar árvores de grande porte, em seus jardins e quintais, com o objetivo de sombreamento. O que se observa agora é a impermeabilização cada vez maior dessas áreas, reduzindo, portanto, as áreas arborizadas e permeáveis da cidade, afetando o aumento de temperatura e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população.

Como consequência da pavimentação e do revestimento asfáltico das ruas urbanizadas, acentua-se ainda mais o desconforto para as pessoas que por estas trafegam, devido à elevação da temperatura.

Na década de 1960, observa-se a expansão do chamado Centro Comercial, que impossibilitado de crescer verticalmente, devido à ausência de uma rede de esgotamento sanitário, e à limitação da altura das construções (gabarito) imposta pela Aeronáutica por situar-se na zona de proteção do Aeroporto de Teresina, induz o crescimento horizontal da cidade principalmente da zona leste. Nesta década, segundo Façanha (1998), várias obras de infraestrutura foram executadas, visando o desenvolvimento urbano de Teresina, dentre elas, destaca-se a implantação de conjuntos habitacionais populares, que puderam ser implementados com a criação da COHAB-PI (Companhia de Habitação do Piauí), em 1965. A zona sul, por não possuir significativos obstáculos naturais teve sua ocupação facilitada. Já a zona leste, que tinha como obstáculo natural o rio Poti, somente após a construção da ponte sobre o mesmo rio, apresentou uma acelerada ocupação urbana. Com a implantação de grandes loteamentos com a finalidade residencial, vastas áreas de vegetação nativa foram desmatadas (FAÇANHA, 1998).

Por ocasião da execução da terraplenagem de determinada área com a finalidade de adaptação aos seus objetivos, são realizados cortes e aterros e, conseqüentemente, a vegetação natural é removida, sendo substituída por plantas ornamentais com pouca função ecológica. A deterioração da qualidade do clima afeta a qualidade de vida da população, que pode ser observada pelo desconforto térmico, que atinge cada vez mais, regiões de Teresina.

Em Teresina, chegam a ocorrer temperaturas de até 40 °C, nos períodos mais quentes, sendo conhecida como uma das cidades mais quentes do Brasil. No período de 1919 e maio de 2009, os meses de outubro, historicamente, têm apresentado as temperaturas mais elevadas, com o valor médio de 36,2 °C para as temperaturas máximas (AGRITEMPO, 2009).

Em estudo de Lima e Assunção (2002) são apresentados, para a cidade de Teresina, os valores de temperatura do ar de 27,3 °C, e temperaturas máxima e mínima, respectivamente, de 33,5 °C e de 22,2 °C. De acordo com os autores, neste período, o mês de setembro, foi o que apresentou a temperatura média mais elevada com o valor de 36,0 °C.

Em função das elevadas temperaturas, Andrade (2005, p. 188) salienta a necessidade, em Teresina, “[...] da presença de árvores, tanto pela produção de sombras quanto pela possibilidade de um maior controle sobre os problemas gerados pela grande radiação solar e, conseqüentemente, pela temperatura do ar”.

Como a vegetação urbana é fator importante para a melhoria do conforto ambiental, estudos nesta área são necessários para subsidiar a elaboração de projetos urbanísticos e paisagísticos, voltados para a melhoria ambiental dos aglomerados humanos.

Diante deste cenário, questiona-se a importância das áreas verdes urbanas como atenuante do desconforto térmico em cidades de clima quente seco.

O objetivo geral deste trabalho foi analisar as condições microclimáticas em áreas urbanas, considerando os diferentes padrões de uso e ocupação do solo e a influência das áreas verdes na modificação da temperatura e umidade relativa do ar, enfocando trechos das zonas leste e sudeste da cidade de Teresina.

Como objetivos específicos têm-se:

- Analisar o efeito amenizador que é proporcionado pela vegetação em ambientes urbanos, comparando as variáveis climáticas, coletadas em áreas com maior índice de vegetação e com aquelas coletadas em áreas onde os equipamentos urbanos já predominam,
- Caracterizar a influência das áreas verdes monitoradas sobre as condições térmicas de diferentes recintos urbanos na cidade de Teresina;
- Discutir a relação entre o perfil microclimático e os padrões de uso e ocupação do solo em diferentes bairros da cidade.

A dissertação está estruturada em seis seções. Na primeira delas – **Introdução** – foi feita a apresentação do tema, justificando e ressaltando a importância do estudo e descrevendo os objetivos geral e específicos, os procedimentos metodológicos e a descrição do trabalho.

A segunda seção – **Evolução urbana e qualidade ambiental** – traz uma abordagem teórica sobre aspectos relacionados às características e problemas das cidades, ao clima urbano, às áreas vegetadas e sua relação com a qualidade ambiental.

A terceira seção – **Materiais e Métodos** - descreve os percursos metodológicos empregados no trabalho.

A quarta seção – **A cidade de Teresina: características e dados climáticos** - apresenta detalhes da cidade Teresina, tais como características físicas regionais e da cidade em estudo, histórico do surgimento e da evolução da cidade e o perfil climático.

A quinta seção - **Uso e ocupação do solo e variáveis climáticas** - apresenta os resultados da investigação experimental das variáveis climáticas e a discussão da relação entre a vegetação urbana e o desconforto térmico.

A sexta seção – **Conclusão** - conclui o trabalho com uma análise geral dos resultados obtidos comparando-os com a hipótese formulada inicialmente.

2 EVOLUÇÃO URBANA E QUALIDADE AMBIENTAL

Neste item é realizada abordagem teórica sobre aspectos relacionados às características e problemas das cidades, ao clima urbano, às áreas vegetadas e sua relação com a qualidade ambiental, com a intenção de respaldar a pesquisa.

2.1 Origem e evolução das cidades

A construção e a configuração de aglomerados humanos ocorrem através da modificação ou alteração da natureza: terra, ar, água, flora e fauna. O resultado dessas alterações é um ambiente novo e construído, que novamente combina o social com os padrões naturais sob alta centralidade e densidade, configurando um ambiente urbano. Esse ambiente expressa a dinâmica das unidades físicas de espaço eco-demográfico, chamadas “cidades”.

Para Abreu (2002, p.77), a cidade está associada a “um caleidoscópio de cores, luzes, pessoas, idéias, tráfego, trânsito, conflitos, relações, beleza, sons, feiras, enfim, uma mistura de elementos visíveis e invisíveis, materiais e imateriais [...]”. Na visão de Rolnick (1988), a cidade configura-se como um ímã, que atrai e reúne grupos e idéias. Tal atração pela cidade é uma das razões para o contínuo aumento da população urbana.

O ambiente imediato da existência humana, do ponto de vista populacional e econômico, configura-se, cada vez mais, no espaço da cidade. O processo de urbanização é irreversível. Segundo Martine (2007), estimava-se que 2,9 bilhões de pessoas viviam em cidades em 2007, com perspectiva que esse número chegue perto de 5 bilhões até o ano de 2030.

Munford (2004, p. 11) relaciona a origem da cidade “à certa predisposição para uma vida social que o homem compartilha evidentemente, com diversas outras espécies animais”. Bernardi (2006, p. 16) corrobora com esta ideia, afirmando que “uma predisposição para o homem viver em sociedade foi o fator que permitiu que o homem sobrevivesse ao mundo hostil, disputando o mesmo território com outros animais e com os fenômenos incontrolláveis da natureza.” Neste sentido Abreu (2002, p. 82), afirma que “a cidade é o intrínseco desejo dos homens se reunirem, de se comunicarem, de produzirem, de trocarem, enfim de fazerem cultura no mais amplo sentido do termo.”

A definição de cidade não segue padrão mundial, variando de país para país. Os organismos governamentais tendem a se basear em critérios quantitativos, principalmente populacionais ao considerar a existência de uma cidade.

Do ponto de vista legal, no Brasil, segundo Monte-Mór (2006, p 6), “as cidades são definidas pelos perímetros urbanos das sedes municipais”. Ainda segundo o autor, as cidades “definem as formas de organização da população e localização das atividades econômicas, referenciam identidades sociais, definem as formas várias de constituição comunitária”.

Para Lencioni (2008, p. 117), cidade no Brasil está relacionada “a um aglomerado sedentário que se caracteriza pela presença de mercado (troca) e que possui uma administração pública”.

Com o crescimento da população urbana, cresce na mesma proporção a necessidade de mais áreas construídas para suprir as necessidades da sociedade, ocasionando, dessa forma, modificações no ambiente. Para Schlee (2001), o ser humano ao atuar em determinada área, contribui para modificar os fatores climáticos locais, a partir de ações como, terraplanagem, desmatamento e impermeabilização do solo.

A urbanização consiste no processo de aumento da concentração de uma população em determinado espaço estabelecendo relações sociais que se concretizam e conformando o espaço físico urbano. Segundo Santos (2005), a urbanização está relacionada ao processo de industrialização. A criação de uma indústria atrai um grande número de pessoas para a região de sua instalação, à procura de empregos diretos e indiretos gerados pela atividade industrial. Isto faz com que novos empreendimentos e prestadores de serviços se instalem no entorno impulsionando as relações e alimentando a urbanização das cidades. Portanto, a urbanização deve ser entendida como um processo de aumento da concentração de uma população em determinado espaço estabelecendo relações sociais que se concretizam e conforma o espaço físico urbano.

As cidades são aglomerações urbanas que possuem independência social e funcional apresentando uma relação de hierarquia. As cidades podem ser classificadas de acordo com seu tamanho, atividade econômica, importância regional entre outras características.

Três grandes mudanças na relação com o ambiente natural podem ser destacadas: A primeira é determinada pela transição do período paleolítico para o período neolítico, período em que o homem com o desenvolvimento de atividades agrícolas e de criação de animais para consumo; No século XVIII teve início a revolução industrial, proporcionando a segunda grande mudança na relação do homem com a natureza, tanto nos centros urbanos quanto nas áreas agrícolas que passaram a utilizar produtos industrializados como fertilizantes; A terceira

mudança é observada no início do século XXI, com o avanço na tecnologia da informação promovendo alterações na relação entre o tempo e o espaço, mudando a configuração das cidades.

Segundo Benévolo (2003, p. 10), o homem no início, sendo nômade, pouco interferiam no ambiente natural, vivendo da caça e da coleta de alimentos. Após a fusão das geleiras, cerca de 10.000 anos atrás, quando se tornou sedentário, foi que surgiram as primeiras aldeias, geralmente localizadas próximas ao local onde cultivavam e criavam. Há cerca de 5000 anos atrás, algumas dessas aldeias se transformaram em cidades, “nas planícies aluviais do Oriente Próximo”, que se destacavam por exercer, além das funções agrícolas, funções administrativas, comerciais, artesanais, e de segurança.

Já em 2500 a.C, surgem as cidades da Babilônia e Ur na região do Rio Tigre e do Eufrates que se desenvolveram explorando as terras férteis da região da Mesopotâmia. Estas cidades tiveram um crescimento rápido alcançando um número considerável de habitantes (GUIMARÃES, 2004).

O feudalismo predominante na Idade Média, com sua política de auto-sustentação, deu início a um processo de retorno dos habitantes ao campo resultando no abandono das cidades para produzir o seu próprio sustento enfraquecendo o comércio. Somente no século XIII, com a decadência do feudalismo e ascendência do comércio expressando os primeiros traços do capitalismo, surgem novas cidades já com visíveis alterações na política, na cultura e na sociedade.

No século XVIII, com a revolução industrial a urbanização das cidades foi impulsionada com as ofertas de novos empregos e garantia de trabalho fixo gerados na Administração, na política, na religião, na segurança e nas próprias indústrias. Os trabalhadores atraídos pelos benefícios urbanos se interessavam cada vez mais pela cidade grande, ocasionando um forte aumento na população.

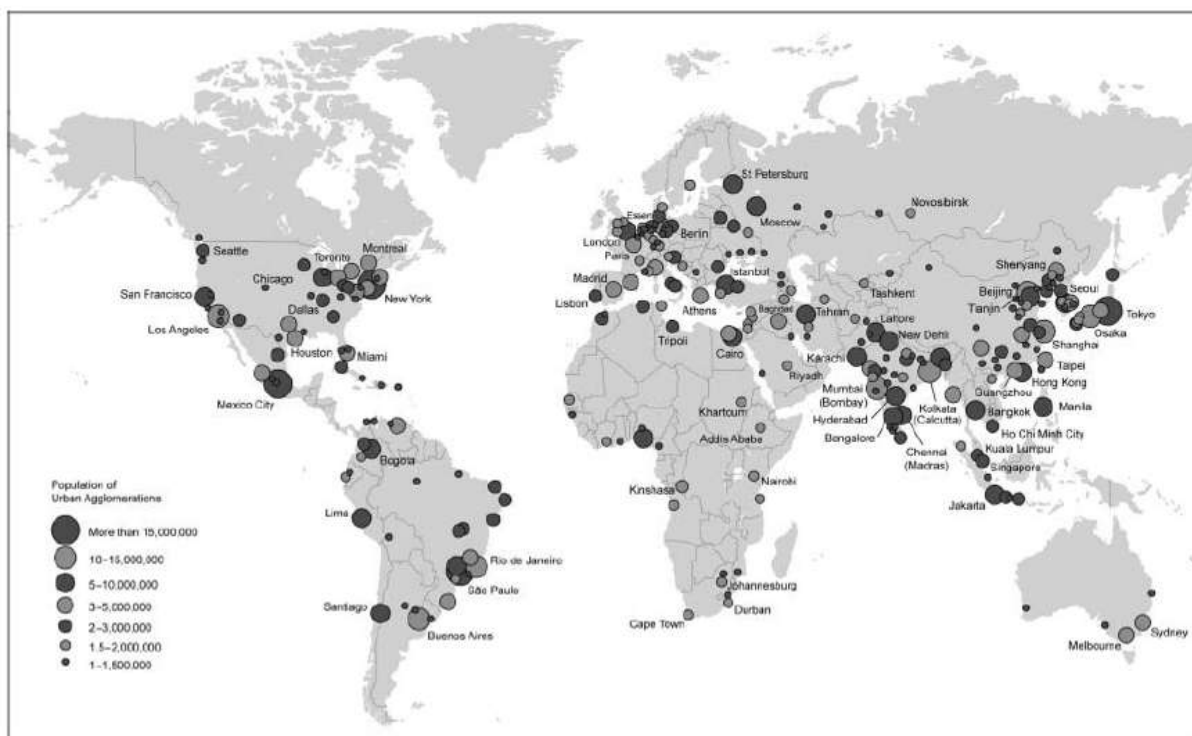
O primeiro ciclo da Revolução Industrial, segundo Guimarães (2004, p.59), “começou na Inglaterra no século XVIII e se espalhou pela Europa e pela América do Norte, trazendo o moinho de têxtil, a máquina a vapor e a estrada de ferro. O segundo ciclo introduziu a energia elétrica, produtos químicos e o motor de combustão interna”.

Londres, já no início do século XIX, contava com uma população de um milhão de habitantes, “passando a abrigar, no começo do século XX, 7.000.000 de pessoas. No mesmo período, Paris cresceu de 700.000 para 3.000.000 habitantes, e Berlim, de 172.000 para 4.000.000” (GUIMARÃES, 2004, p. 61).

No final do século XIX, surgiam as primeiras metrópoles e megalópoles. Cidades que cresceram e se expandiram para fora de seu perímetro, absorvendo aglomerados humanos rurais e outras cidades que até então possuíam vida política e administrativa autônoma, terminam comportando-se como parte integrante da metrópole ocorrendo, então, a dicotomia o espaço edificado e a estrutura politico-administrativa.

A população mundial urbana tem crescido de forma significativa. Segundo Simon (2007, p. 75), “O número das chamadas megacidades, com população de mais de 10 milhões, aumentou para 19, enquanto outras 22 cidades, em todo o mundo, têm entre cinco e dez milhões de pessoas cada, e 370 cidades possuem entre um e cinco milhões de habitantes” (Figura 2.1).

Figura 2.1 - Distribuição mundial das cidades por classe de dimensão acima de um milhão



Fonte: Simon (2007, p. 76), adaptado de Fellmann et al. (2003)¹

Segundo Santos (2005), em 1872 eram apenas três capitais brasileiras que possuíam mais de 100 mil habitantes: Rio de Janeiro, com 274.972 habitantes, Salvador com 129.109 habitantes e Recife, com 116.671 habitantes, sendo que Belém possuía 61.997 e São Paulo, apenas 31.385 habitantes. Já em 1900, eram quatro as cidades com mais de 100 mil

¹ Fellmann J, Getis A and Getis J. **Human geography –landscapes of human activities**. Dubuque, Iowa: 7th edn Wm C Brown Publishers, 2003.

habitantes: Rio de Janeiro (691.565), São Paulo (239.820), Salvador (205.813) e Recife com 113.106 moradores. Observa-se que a cidade de São Paulo teve aumento de sua população em mais de sete vezes e meia, no período menor que 30 anos.

Neste período, poucas cidades possuíam mais de 50 mil habitantes, como se observa na Tabela 2.1, que mostra o crescimento populacional de algumas cidades brasileiras, no período de 1872 a 1940. Inclusive, percebe-se, ainda, o decréscimo populacional no período de 1920 a 1940, de cidades como Belém, Manaus, Florianópolis e Teresina.

Tabela 2.1 - Evolução Demográfica no Brasil de 1872 a 1940

	1872	1890	1900	1920	1940
Belém	61 997	50 064	96 560	236 406	164 673
Cuiabá	35 987	17 815	34 393	33 678	...
Manaus	29 334	38 720	50 300	75 701	66 854
Vitória	16 157	16 887	11 850	21 886	42 098
Salvador	129 109	174 412	205 813	283 422	290 443
Florianópolis	25 709	30 687	32 228	41 338	25 014
Teresina	21 692	31 523	45 316	57 500	34 695
João Pessoa	24 714	18 645	28 793	52 990	71 158

Fonte: Santos (2005)

Até o fim da Segunda Guerra Mundial, a base econômica da maioria das capitais brasileiras, de acordo com Santos (2005, p. 27), era calçada “na agricultura que se realizava em sua zona de influência e nas funções administrativas públicas e privadas, mas sobretudo, políticas”.

Apenas, a partir da segunda metade do século XIX, houve o desenvolvimento da região sudeste, tendo São Paulo como polo gerador, a partir da produção de café, desencadeando o processo de industrialização no país (SANTOS, 2005).

As cidades de hoje, segundo Araújo (2006, p. 146), “são marcadas pelo fenômeno urbano, que produz espaços de privilégio e exclusão, de especulação e de inovação, com transformações ambientais que provocam incerteza quanto ao futuro das cidades”.

Para Ramalho (1999, p. 16), a forma acelerada como tem ocorrido a urbanização “[...] faz com que os aglomerados urbanos cresçam de maneira desordenada e caótica, com infraestrutura física, habitações e serviços altamente vulneráveis, avolumando ainda mais os problemas ambientais”.

Na visão de Barbirato; Souza e Torres (2007, p. 15), com a Revolução Industrial ocorreu o desenvolvimento tecnológico, crescimento populacional e urbanização, que vieram atrelados, também, à degradação ambiental com a ocorrência de “[...] desmatamentos,

escavações [...], poluição das águas por despejos industriais, aumento de temperatura devido aos adensamentos urbanos provocando o aparecimento de ilhas de calor”.

Sobre o fenômeno da urbanização, Labaki et al. (2011, p. 1), o consideram crescente e global, afirmando que, nas últimas décadas, “as cidades apresentaram grande crescimento da população, do espaço e de atividades, transformando drasticamente tanto o ambiente natural como o ambiente construído”, acarretando, muitas vezes, prejuízo na qualidade de vida de seus habitantes.

Para Barros e Virgílio (2003), com a urbanização, o ecossistema natural foi substituído por um meio desfavorável, o qual o homem tenta organizar, visando prover suas necessidades de manutenção, a partir do domínio que tem sobre este espaço.

A expansão urbana modifica a paisagem natural, interferindo em seus elementos, considerando que, segundo Buccheri Filho e João Carlos Nucci (2006, p. 48), “tanto o crescimento horizontal quanto o vertical das cidades ocorrem em detrimento da qualidade dos recursos naturais (solo, água, ar e organismos) e dos espaços livres”.

Muitas das cidades de hoje são caracterizadas por grande população e vários problemas urbanos. Para Silveira (2005, p. 34),

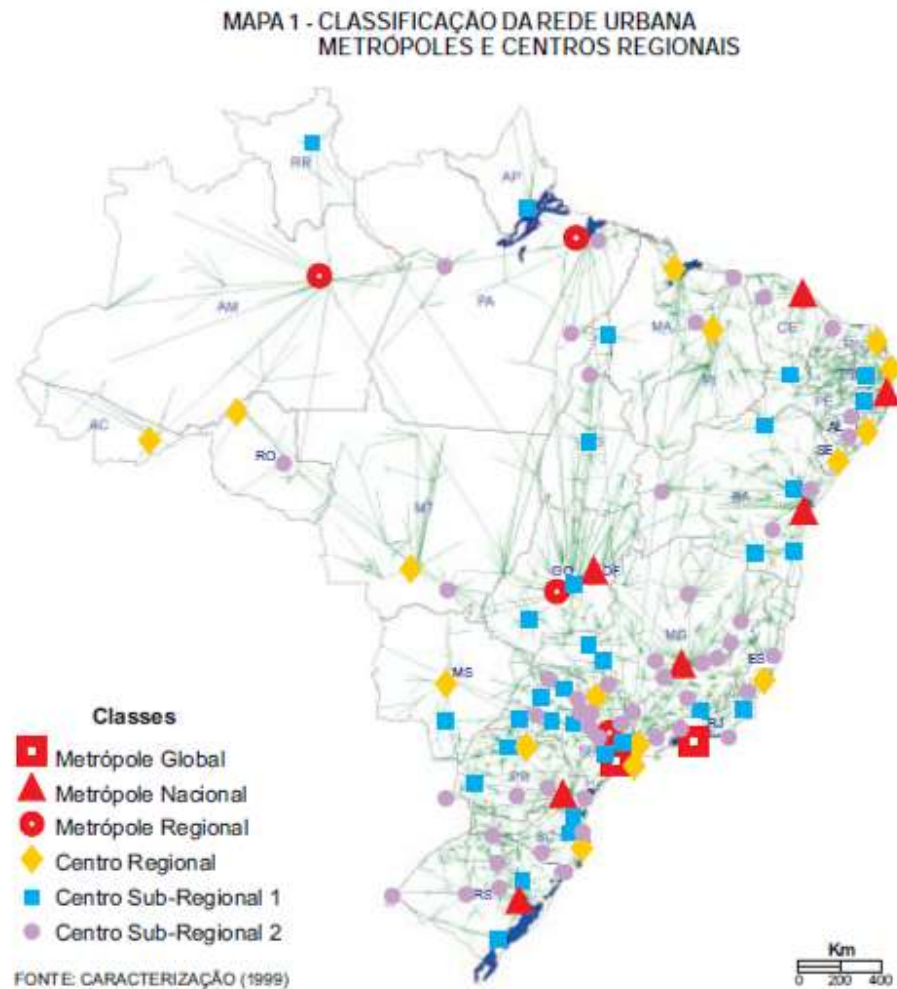
a cidade contemporânea apresenta-se, no que se refere a sua estrutura urbana e social, como uma cidade dividida entre duas realidades: uma é a cidade do consumo e do individualismo; e a outra é a cidade carente das necessidades básicas; é a cidade formal, com centro subcentros e bairros. E a informal, com favelas e periferias, onde convivem lado a lado, os privilégios de poucos e a exclusão da maioria.

Motta e Ajara (2001, p.10), na classificação da rede urbana, baseado em dados de 1999, identificaram seis categorias: Metrópoles Globais, Nacionais e Regionais, Centros Regionais e Centros Sub-Regionais 1 e 2. Na região Nordeste encontram-se três Metrópoles Nacionais, que são Fortaleza, Recife e Salvador. Nesta classificação, Teresina corresponde ao Centro Regional (Figura 2.2).

Dessa forma, a rede urbana do país, segundo Motta e Ajara (2001, p.10), compreende

o conjunto de centros urbanos que polarizam o território nacional e os fluxos de pessoas, bens e serviços que se estabelecem entre eles e com as respectivas áreas rurais. É formada por centros urbanos de dimensões variadas, que estabelecem relações dinâmicas entre si de diferentes magnitudes. São essas interações que respondem não apenas pela atual conformação espacial da rede, mas também por sua evolução futura, cuja compreensão é fundamental para o estabelecimento de metas de políticas públicas.

Figura 2.2 – Classificação da rede urbana brasileira



Fonte: Motta e Ajara (2001, p.11)

2.2 Clima urbano e ilhas de calor

A cidade configura-se, nas palavras de Monteiro (2009, p.10), como “o lugar de mais efetiva interação entre o Homem e a Natureza”. O homem atua diretamente na natureza, modificando-a para atender suas necessidades, cada vez maiores, em termos de edificações, espaços livres e sistemas de circulação entre outras.

Segundo Mendonça (2009, p.175), foi a partir da Revolução Industrial na Inglaterra que tiveram início os estudos sobre a qualidade do ar na cidade, enquanto no Brasil, esta preocupação foi mais recente, tendo sido a “partir da década de 1970 que os estudos do clima

urbano passaram a ser desenvolvidos mais amiúde no Brasil”, estando relacionada ao período no qual a população urbana suplantou a rural.

Mills (2008) afirma que o pesquisador inglês Luke Howard foi o primeiro a reconhecer o efeito que as áreas urbanas podem causar sobre o clima local. De acordo com Landsberg (2006, p. 95), nos primeiros registros meteorológicos, realizados por Howard, na cidade de Londres, já era possível identificar diferenças de clima entre as cidades e o campo, “que foram comentadas desde o pioneiro estudo específico do clima de uma cidade”, por Howard, de 1833 e que, “[...] ainda continuam a ser tratadas nas monografias atuais sobre o clima de cidades”.

Souza e Mattos (1997), referindo-se ao clima urbano, afirmam que a tendência em ocorrer um aumento da temperatura da periferia para o centro urbano é um fenômeno muito estudado, e que, por sua configuração espacial é denominada ilha de calor.

Gonçalves (2009, p. 76) relaciona as mudanças do clima na escala local ao processo de urbanização, considerando que,

a materialidade física da cidade as atividades dela decorrentes promovem alterações nos balanços energético, térmico e hídrico resultantes, trazendo como consequência modificações importantes nas propriedades físicas e químicas da atmosfera, propiciando, assim, a criação de condições climáticas distintas das áreas não urbanizadas.

Uma das razões para a formação de ilhas de calor está relacionada, segundo Gartland (2010), aos materiais de construção, comumente utilizados, que são impermeáveis e estanques, prejudicando a dissipação do calor do sol, devido à baixa umidade. Nestes locais, as temperaturas do ar, segundo a citada autora, “[...] são mais elevadas em consequência do aquecimento das superfícies urbanas, uma vez que superfícies artificiais absorvem mais calor do sol do que a vegetação natural” e, ainda, as ilhas de calor “tendem a ser mais intensas conforme o crescimento das cidades” (GARTLAND, 2010, p.11).

Segundo Frota e Shiffer (p. 66), as “ilhas de calor, basicamente, são geradas a partir das modificações impostas à drenagem do solo, notadamente pelo seu revestimento por superfície de concreto e asfalto”.

As diferentes temperaturas existentes na cidade (mais elevadas) e no seu entorno (menos elevadas), provocam diferenças de pressão atmosférica causando correntes de ar ascendentes nos locais de temperaturas mais elevadas e correntes de ar que se deslocam da periferia para o centro das ilhas de calor.

Sobre este fenômeno, Silveira (2007, p. 60) afirma que,

a ilha urbana de calor que se estabelece sobre as cidades é um dos resultados mais significativos da urbanização, com a elevação da temperatura do ar. O microclima nos cânions urbanos, um dos espaços que compõem as cidades, deve ser estudado em função de sua morfologia, revestimentos e características materiais, que interferem nas trocas de calor entre o espaço urbano e a atmosfera.

Oke (1978), citado por Stramandinoli (2008, p. 71), relacionou “a área de abrangência das escalas climáticas, [...] “indicando os diferentes raios de influência” (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Escalas climáticas e raios de influência

Escala climática	Raio de influência
Macroclima	100km em diante
Mesoclima	10km a 200km
Topoclima	100m a 50km
Microclima	0,01m a 1km

Fonte: Oke (1978) apud Stramandinoli (2008, p. 71)

Nas áreas urbanas, segundo Mota (2003, p.33), “em lugares pobres de vegetação as temperaturas alcançam valores máximos. Por outro lado, os valores mínimos são registrados em áreas verdes e reservatórios”, o que reforça a importância das áreas verdes para a melhoria ambiental.

De acordo com Lombardo (1985, p. 23), “o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização. É um mesoclima que está incluído no macroclima e que sofre na proximidade do solo, influências microclimáticas dos espaços urbanos”.

Freitas e Dias (2005, p. 355), ao se referirem à formação de ilha de calor, apontam como um dos motivos “a concentração relativamente alta de fontes de calor nas cidades”, destacando que, “[...] as propriedades térmicas dos materiais das construções urbanas também facilitam a condução de calor mais rapidamente que o solo e a vegetação das áreas rurais, contribuindo para um aumento no contraste de temperatura entre essas regiões”.

Maior índice de área pavimentada contribui para a redução da umidade e aumento de temperatura, considerando que, “a predominância de áreas pavimentadas sobre áreas de cobertura natural produz também uma superfície com elevada impermeabilidade, gerando grandes superfícies com rápido escoamento de águas com uma evapotranspiração quase nula” (STRAMANDINOLI, 2008, p.75).

Os climas urbanos, no que se refere às mudanças climáticas produzidas pelas cidades, apresentam temperaturas mais elevadas do que em seu entorno, formando o que se chama de ilhas de calor, que permanece à noite enquanto é dissipada a energia térmica que foi armazenada durante o dia devido à estrutura urbana e sua atmosfera sendo que o aumento dos gradientes de temperatura está diretamente relacionado ao aumento da estrutura urbana. Os ventos que se deslocam sobre a cidade se movimentam em forma de turbilhões e tomam sentidos e direções diferentes dos ventos da região (MASCARÓ, 2004).

Estudos realizados sobre clima urbano têm comprovado a existência de relação entre o uso e ocupação do solo e distribuição da temperatura. Lombardo (1985), ao estudar a ilha de calor na metrópole paulista, verificou que as temperaturas mais amenas são observadas em regiões residenciais, onde geralmente a presença de cobertura vegetal é mais acentuada enquanto que nas regiões comerciais e industriais onde há maior concentração de pessoas, as temperaturas são mais elevadas. Em estudo realizado por Almeida Junior (2005), em Cuiabá-MT, ficou constatado que as áreas arborizadas reduzem a temperatura do local.

Segundo Lamberts; Dutra e Pereira (2004), o conforto térmico pode ser analisado sob dois aspectos: pessoal ou ambiental. Do ponto de vista pessoal, considera-se conforto térmico como sendo uma condição mental que expresse satisfação com o ambiente térmico. Considerando o aspecto físico, o conforto térmico está associado ao equilíbrio térmico do indivíduo com o ambiente, ou seja, os mecanismos termorreguladores do organismo não precisam ser ativados para controlar sua temperatura interna. A condição de conforto térmico é em função de variáveis do ambiente, tais como temperatura do ar, umidade do ar, velocidade de deslocamento do ar, pressão atmosférica, calor irradiado e, variáveis do indivíduo como, metabolismo e vestuário. Considerando as variáveis individuais como em níveis padrão, podem-se determinar valores de conforto térmico em função apenas da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar.

O conforto térmico está diretamente relacionado às condições ambientais, tais como, a temperatura, a umidade do ar, a direção e velocidade predominante dos ventos, a radiação solar e a pluviometria. Segundo Lombardo (1985), a variação da temperatura superficial está relacionada ao tipo de solo urbano, observando-se que as maiores temperaturas ocorrem em locais de intenso crescimento vertical, alta densidade populacional e pouca cobertura vegetal. Desconsiderando o clima regional, pode-se afirmar que três fatores condicionam o clima urbano: a radiação, a forma urbana e as áreas verdes. As áreas verdes atuam como moderadoras das temperaturas urbanas.

Os estímulos ao meio ambiente são sentidos mesmo que inconscientemente. A mente submetida a diversos estímulos seleciona os aspectos que tenham chamado a atenção e nesse momento acontece a percepção e a consciência, conduzindo a uma reação comportamental. (LAMBERTS, DUTRA; PEREIRA, 2004).

Os seres humanos também reagem a diversas sensações proporcionadas pelo julgamento de observações de caráter exterior e interior provenientes de infinitas fontes de observação. As pessoas enxergam de forma diferente a realidade. Os valores e costumes de cada indivíduo dependem da educação familiar e cultural que o levam a ter uma visão própria das coisas, de sua interpretação e sua maneira de reagir (BUSTOS ROMERO, 2001).

A qualidade de vida urbana, segundo Loboda e De Angelis (2005, p. 131), “está diretamente atrelada a vários fatores que estão reunidos na infraestrutura, no desenvolvimento econômico-social e àqueles ligados à questão ambiental”, destacando-se as áreas vegetadas como fator primordial “para o bem estar da população, pois influencia diretamente a saúde física e mental da população”.

2.3 Vegetação e qualidade ambiental

Não existe uma definição amplamente aceita para os termos relacionados a áreas verdes. Lima et al. (1996) procurou definir os vários termos utilizados sobre áreas verdes que por sua similaridade confundem aqueles que trabalham nessa área, não só em nível de pesquisa, mas também em nível de ensino, planejamento e gestão.

Considera-se como sendo área verde urbana, àquela de superfície permeável e em que há predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas, que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como área verde (LIMA et al., 1994).

Di Fidio (1990)² apud Loboda e De Angelis (2005, p. 131), destaca a diferença entre espaços públicos e privados e apresenta uma classificação - ou categorias - dos espaços urbanos e suburbanos,

Espaços verdes urbanos privados e semi-públicos: Jardins residenciais;
Hortos Urbanos; Verde semi-público.

² DI FIDIO, M. *Architettura del paesaggio*. 3.ed. Milano: Pirola Editores, 1990.

Espaços verdes urbanos públicos: Praças; Parques Urbanos; Verde balneário e esportivo; Jardim botânico; Jardim zoológico; Mostra (ou feira de jardins; cemitério; Faixa de ligação entre áreas verdes; Arborização urbana).
Espaços verdes sub-urbanos: Cinturões verdes.

É comum encontrar nos centros urbanos locais que apresentam alto grau de degradação do ambiente, caracterizado pelo excesso de elementos artificiais e ausência de vegetação. Conjuntamente com o crescimento urbano acelerado, a falta de planejamento tem ocasionado uma forte diminuição da qualidade ambiental das cidades, afetando diretamente a qualidade de vida da população urbana. A falta de integração entre os equipamentos urbanos e o verde tem tornado o ambiente urbano cada vez mais desagradável.

Gomes e Soares (2004, p. 28) relacionam fatores degradantes de um ambiente, comumente encontrados nas cidades, como: “[...] sujeira; trânsito; concentração populacional demasiada; construções desordenadas; ausência de elementos naturais como solo permeável, água e vegetação; bem como os diversos tipos de poluição em todas as suas dimensões são considerados”.

A vegetação é tida como um indicador de qualidade ambiental, atuando, junto a outros indicadores, como qualidade do ar, da água, solos, fauna e clima, como “[...] elemento indispensável ao equilíbrio, seja na manutenção de algumas condições vigentes desejáveis seja nas ações que visem à melhoria da qualidade de vida em áreas mais comprometidas” (JESUS; BRAGA, 2005, p. 208).

As áreas com vegetação são responsáveis, entre outros aspectos, pela melhoria do conforto ambiental, atuando na redução da temperatura e da poluição sonora, contribuindo, ainda, para estabilidade emocional e conforto psicológico, além de proporcionar ambientes para lazer, descanso e recreação. Para Mascaró et al. (2000), o uso da vegetação é um recurso eficiente contra o calor nas cidades tropicais úmidas, pois, além de fornecer sombreamento, permite a passagem da brisa local e absorve de maneira eficaz a radiação térmica de onda longa sobre as folhas refrescadas pela evaporação.

Lamas (2004, p. 106) valoriza a presença de vegetação nas cidades, afirmando que as estruturas verdes “caracterizam a imagem da cidade; têm individualidade própria ; desempenham funções precisas: são elementos de composição e do desenho urbano; servem para organizar definir e conter espaços”. Ainda, segundo Lamas (2004, p.106), as “árvores e vegetação existentes [...] são de grande importância na forma urbana, no controle do clima e qualificação da cidade”.

A arborização substitui com vantagens qualquer sistema de sombreamento, inclusive nos climas úmidos, atuando nos microclimas urbanos, contribuindo para o controle da radiação solar, da temperatura e da umidade do ar, da ação dos ventos e da chuva. Além disso, também serve para amenizar a poluição do ar e, em determinadas situações, a poluição sonora.

A área vegetada deve ser executada com o fim de amenizar os aspectos negativos do entorno urbano, proporcionando aos usuários um ambiente hospitaleiro. Normalmente, no ambiente urbano, as plantas são submetidas a condições adversas ao seu desenvolvimento. No entanto, tomando-se alguns cuidados como escolha adequada para o plantio e manutenção se conseguirá com facilidade cumprir as funções que lhes foram destinadas. A maioria das plantas precisa da luz para crescer corretamente: entretanto, outras espécies se desenvolvem muito bem em áreas sombreadas, podendo ser usadas com êxito em zonas densamente construídas, onde a disponibilidade de luz é limitada, mas não totalmente inexistente (MASCARÓ, 1994).

As áreas verdes urbanas, além de protegerem o solo da impermeabilização, facilitando a infiltração das águas pluviais e reduzindo o escoamento superficial, controlam a poluição atmosférica e melhoram, também, as condições climáticas. Desta forma, estudos sobre a vegetação urbana são importantes como subsídios na elaboração de projetos urbanísticos e paisagísticos, voltados para a melhoria ambiental dos aglomerados humanos.

Lombardo (1985, p. 16) contribui com esta questão, afirmando que:

A complexidade dos problemas do ambiente, principalmente em áreas urbanizadas com crescimento anormal, exige métodos radicalmente novos para se discutir a questão urbana. Toda a busca ecológica supõe uma reflexão prévia sobre a sociedade, o que permitirá um melhor redimensionamento da qualidade de vida do homem.

Para Lombardo (1997), a vegetação desempenha importante papel nas áreas urbanizadas no que se refere à qualidade ambiental. A cobertura vegetal em termos qualitativo e quantitativo deve ser considerada na avaliação da qualidade de vida urbana.

A maior quantidade de vegetação existente em certas áreas pode valorizar bairros ou empreendimentos imobiliários, sendo, inclusive, explorada nas campanhas publicitárias, quando o verde é transformado em moeda. Na visão de Costa e Colesanti (2011, p. 241-242), “este valor é tanto econômico, entendido enquanto valoração dos espaços urbanos; alvo da especulação imobiliária, quanto subjetivo, ligado ao prazer, à beleza e a sensação de tranquilidade”

O conforto térmico está diretamente relacionado às condições ambientais, tais como, a temperatura, a umidade do ar, a direção e velocidade predominante dos ventos, a radiação solar e a pluviometria, que são modificadas, consideravelmente, pela impermeabilização do solo e pela ausência de vegetação (PAULA; LABAKI, 2005).

A busca pela melhoria da qualidade de vida e o efeito da vegetação para melhoria do conforto ambiental tem estimulado vários autores a pesquisar a influência da vegetação em ambientes urbanos, sendo tema de dissertações e teses, desenvolvidas em diversas regiões do Brasil e do mundo.

Bueno (1998), em sua dissertação de mestrado, estudou a atenuação da radiação solar por diferentes espécies arbóreas: Jatobá (*Hymenaea courbaril*); Chuva-de-ouro (*Senna Siamea L.*); Magnólia (*Magnolia grandiflora*); Ipê roxo (*Tabebuia avellaneda*) e Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides benth*) em Campinas-SP, com base em medições da radiação solar, da temperatura de globo e ambiente e, da umidade relativa. A partir dos resultados apresentados, foi observado que as árvores, através do sombreamento, contribuem para atenuar os efeitos negativos da radiação solar e, que as espécies Sibipiruna Jatobá, e Chuva-de-ouro, se destacaram quanto à melhoria do microclima.

Bartholomei (2003), com o objetivo de constatar experimentalmente a contribuição das árvores para o conforto térmico em ambientes internos, analisou mais sete espécies: Cássia (*Senna Spectabilis*); Aroeira salsa (*Schinus molle*); Pata-de-vaca (*Bauhinia variegata L.*); Jambolão (*Coringium jambolana*); Sombreiro (*Clitoria fairchildiana*); Cedro rosa (*Cedrella fissilis*) e Fícus (*Ficus benjamina*), e aplicando o método do Voto Médio Estimado (ISO 7730, 1994), avaliou o conforto térmico em duas salas de aula de ambiente escolar na situação com e sem sombreamento. Foi concluído que, as árvores contribuem significativamente para o conforto térmico em ambientes externos e internos, ressaltando-se que em ambientes internos, os indivíduos arbóreos na fase jovem, já contribuem para a redução na temperatura do ar, no entanto, árvores com copas densas e baixas dificultam a circulação do ar em ambiente externo restando, portanto o calor.

Em estudo realizado por Almeida Jr. (2005), na cidade de Cuiabá em Mato Grosso, foram coletados dados de temperatura, por meio de equipamentos situados, simultaneamente, à sombra de árvores e expostos ao sol, nos períodos chuvoso (inverno) e seco (verão). Comparando os valores de temperatura nas duas condições, concluiu-se que as áreas arborizadas proporcionam melhores condições de conforto ambiental e amenizam as altas temperaturas dos ambientes urbanos, reduzindo a temperatura entre 6 e 15 °C no inverno e entre 6 e 10 °C no verão. Foi proposta, ainda, a implantação de espécies arbóreas para

contribuir com a redução da temperatura, por meio do sombreamento proporcionado pelas árvores.

Em Natal, estado do Rio Grande do Norte, Carvalho (2001) realizou estudo comparativo de elementos climáticos, dentro e fora, dos limites da área do Parque das Dunas, buscando observar a influência da vegetação na ambiência de uma cidade com clima quente e úmido. Foi confirmada a importância do Parque das Dunas para o clima de Natal, constatando a amenização da temperatura em cidades, proporcionada pela criação de microclimas agradáveis por meio das áreas verdes.

Com o objetivo de identificar a influência da vegetação no conforto térmico, Abreu (2008) em estudo na cidade de Campinas, São Paulo, no qual foram selecionadas algumas espécies arbóreas e realizadas medições de parâmetros ambientais (temperatura, umidade do ar e velocidade do vento), em pontos situados à sombra da copa e exposto ao sol em várias distâncias do tronco das árvores. Foi medida, ainda, a radiação solar incidente em dois pontos, à sombra e ao sol. As medições foram realizadas no período diurno, durante três dias distribuídos ao longo do ano, em distintas estações do ano. Foi constatado que até a uma distância de 15 metros do tronco, o conjunto de variáveis ambientais proporciona conforto térmico.

Barbosa (2005), em estudo realizado na cidade de Maceió, Alagoas, analisou a influência das áreas verdes no comportamento térmico de ambientes urbanos, adotando a metodologia usada por SHASHUA-BAR & HOFMAN (2000), que analisa o comportamento térmico dos locais com vegetação, comparando-o com um ponto de referência sem a presença de vegetação e estrutura urbana similar. Os dados higrotérmicos obtidos apresentaram as maiores diferenças de temperatura em torno de 3,3°C no horário das 9h e 15h e, pouca diferença no horário noturno. Foi concluído que as áreas verdes urbanas influenciam o comportamento térmico dos ambientes monitorados e que a vegetação atenua o rigor térmico. Observou-se, ainda, que as unidades amostrais urbanas com presença de vegetação, mesmo com estrutura diferentes, apresentaram valores de temperatura similares, concluindo, também, que os sombreamentos da superfície proporcionados pelas árvores atenuam o rigor térmico, mesmo em lugares propícios à formação de ilhas de calor.

Costa (2003) realizou estudo como a forma urbana influenciou as alterações no clima da cidade, enfocando o bairro Petrópolis, na cidade de Natal, Rio Grande do Norte, constatando que a temperatura do ar encontrada no bairro é maior que em outras áreas menos urbanizadas da cidade, como no Campus da UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, por exemplo.

Paz (2009) ao analisar a influência da vegetação no clima da cidade de Palmas, Tocantins, verificou a presença de ilhas de frescor em áreas que possuíam grande massa de vegetação.

Gomes e Amorim (2003, p. 96) investigaram “as diferenças térmicas e higrométricas existentes entre uma praça densamente arborizada e uma outra desprovida de cobertura vegetal”, na cidade de Presidente Prudente, São Paulo. Os autores constataram que os melhores índices de conforto térmico foram encontrados na praça mais arborizada, destacando, ainda, que “é principalmente sob altas temperaturas e baixa umidade que a arborização age eficientemente regulando as condições térmicas do ambiente” (GOMES; AMORIM, 2003, p.104).

Em estudo realizado por Feitosa (2010), em Teresina, foi constatado aumento dos valores de temperatura média do ar, no período de 1992 a 2009, quando houve perda de parte da vegetação, ao se comparar com o período de 1977 a 1991, podendo estar relacionado à redução das áreas com vegetação na cidade.

2.4 Gestão Ambiental Urbana

Em relação às cidades, Matos (2002, p. 223-224) afirma que, “preservar o ambiente natural e harmonizar a vida de seus habitantes com seus espaços faz-se imprescindível à geração do bem-estar à qualidade de vida dos habitantes de uma cidade.” Dessa forma, é importante que estas questões sejam consideradas pelos gestores públicos.

Nucci (2008, p. 25) reforça a necessidade e os benefícios que a vegetação e os espaços livres podem representar para o homem nas cidades, e a importância do correto planejamento dessas áreas, afirmando que, “Setores de Planejamento da Alemanha propõem que o solo urbano seja dividido em 40% para Espaços Construídos, 40% para Espaços Livres de Construção e 20% para o Sistema Viário”.

A intensa exploração dos recursos naturais promoveu um crescente agravamento dos processos de degradação ambiental resultando em ameaça para a economia e a qualidade de vida nos ambientes urbanos. Com a constatação de graves problemas em nível global oriundos do desenvolvimento da economia mundial, da globalização e da segregação social, ainda na década de 1970 se atentava para a necessidade de se rever os conceitos de desenvolvimento urbano sustentável e o equilíbrio com o meio ambiente surgindo um novo

conceito, amplamente divulgado e defendido em eventos científicos com a denominação de Sustentabilidade.

As mais variadas formas de ocupações urbanas que de acordo com os momentos; histórico, político, econômico ou social sempre influenciou a ocupação do território brasileiro. O padrão de qualidade ambiental dessas aglomerações humanas está diretamente relacionado com esses fatores.

A natureza de acordo com o lugar e suas características físicas nos mostra e o caminho para uma adaptação às mais diversas características geográficas. Pode-se observar que as modificações da paisagem estão diretamente relacionadas com sua localização, caracterizando-se, portanto uma adequação da natureza ao longo de milhões de anos e que, devido às condições de cada região, reagem de maneiras diferentes às ações antrópicas. Atualmente por interesses econômicos, se importa equipamentos e tecnologias desenvolvidas para as regiões de clima temperado, sem considerar a cultura e o clima da região.

A cidade apresenta uma infinidade complexa de inter-relações que devem ser entendidas, antes de tudo, numa ótica local e regional. O grande desafio dos urbanistas atuais está em corrigir as legislações ultrapassadas e as ações político-econômicas, que resultaram em verdadeiros desastres urbanos.

Os instrumentos de política ambiental podem ser reunidos em três grandes grupos: instrumentos de comando e controle ou regulação direta; instrumentos econômicos ou de mercado e instrumentos de comunicação. Estes instrumentos são aplicados geralmente conjuntamente de quatro diferentes formas: Normativa através da legislação de uso e ocupação do solo e de regulamentação de emissão de poluentes; Fiscalização e controle das atividades com base na legislação; Preventiva, delimitando as áreas protegidas avaliando os impactos ambientais; Corretiva, com intervenções de implantação e manutenção de infraestrutura de saneamento, formação de praças, etc. (MARGULIS, 1996).

O conceito meio ambiente engloba tanto o patrimônio natural, quanto o patrimônio construído e a interação com diversas formas de vida com o meio. Meio Ambiente está definido na resolução CONAMA 306/2002, como sendo “O conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (CONAMA, 2008, p.656).

Consta na ISO 14001/2004 o conceito de meio ambiente como: “circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações” (NBR ISO 14001, 2004). Portanto no meio urbano as interações e a respectiva avaliação dos impactos deve contemplar as características e

necessidades da cidade, decorrentes da significativa urbanização que cria o aglomerado urbano. Assim, o equilíbrio ambiental no meio ambiente urbano precisa compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, visando ao desenvolvimento sustentável.

Peluso (2003, p.194) destaca a necessidade de se propor uma gestão ambiental que satisfaça a todos os atores sociais envolvidos e afirma que,

Considerar que os problemas ambientais urbanos se restringem a questões de poluição do ar, saneamento básico, preservação dos espaços verdes ou deterioração das condições de vida é promover a fantasia cidadina de que relações sociais se processam apenas com o ambiente construído, que passa a se constituir em todo o “ambiente mundo”.

O conceito meio ambiente engloba tanto o patrimônio natural, quanto o patrimônio construído e a interação com diversas formas de vida com o meio. No meio urbano esta interação e a respectiva avaliação dos impactos deve contemplar as características e necessidades da cidade, decorrentes da significativa urbanização que cria o aglomerado urbano. Assim, o equilíbrio ambiental no meio ambiente urbano precisa compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, visando ao desenvolvimento sustentável.

Rogers (2001, p. 167), ao se referir à cidade sustentável coloca que,

O conceito de cidade sustentável reconhece que a cidade precisa atender aos nossos objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais, bem como aos objetivos econômicos e físicos. É um organismo dinâmico e tão complexo quanto a própria sociedade e suficientemente ágil para reagir rapidamente as suas mudanças.

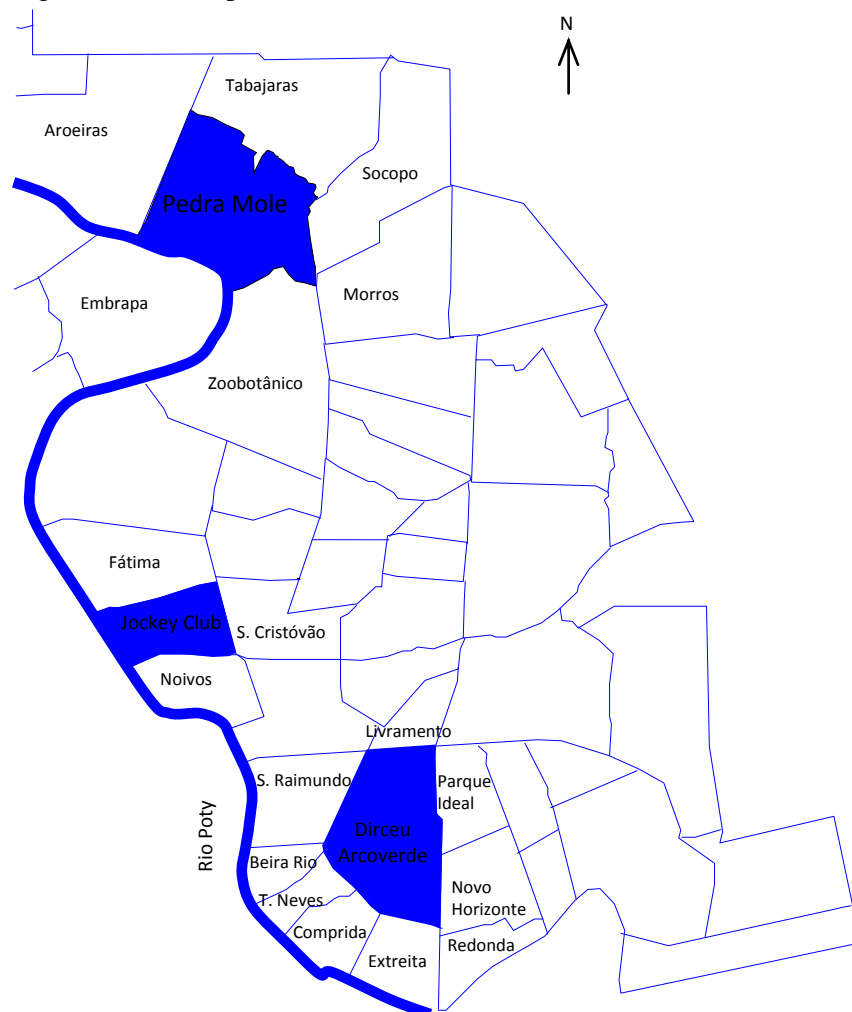
Na gestão ambiental, segundo Ribeiro e Vargas (2004, p. 14), os instrumentos tradicionais utilizados são os normativos, os de fiscalização e controle, os preventivos e os corretivos. Contudo, tais instrumentos têm sua eficácia restrita, devido “à impossibilidade de se implementar todas as ações necessárias diante da escassez de recursos, humanos e técnicos; e por [...] obstáculos criados por grupos sociais ou indivíduos que atuam de forma contrária aos resultados satisfatórios em termos de qualidade ambiental.”

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do objeto de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na Zona Leste e Sudeste da cidade de Teresina, Piauí, enfocando três bairros que apresentam características diversas (Figura 3.1). O Bairro Jóquei Clube (JC), em fase de verticalização e apresentando significativas áreas verdes, o Bairro Pedra Mole (PM), que ainda possui extensas áreas verdes e baixa densidade populacional e o Bairro Dirceu Arcoverde (DA), com alta densidade habitacional e pouca área verde. Com o intuito de reduzir os fatores influenciadores na temperatura e umidade do ar nas regiões estudadas, os três bairros foram escolhidos levando-se em consideração a direção predominante dos ventos, a sua proximidade e a sua posição (lado direito) do rio Poti.

Figura 3.1 – Mapa dos Bairros das Zonas Leste/Sudeste de Teresina



Fonte: Mapa de Teresina - bairros [200-], adaptado por Marcos Albuquerque (2011)

Foi realizada caracterização física das áreas, enfocando o uso e ocupação do solo, altura das edificações, materiais de construção utilizados, existência de áreas verdes e tipo de revestimento do solo.

Em cada bairro foram escolhidos cinco pontos de coleta de dados, identificados com a utilização de Base Cartográfica da Cidade, fotografias aéreas, imagens de satélites, receptores GPS Autônomos e visitas “in loco”. Na escolha dos pontos observou-se em cada bairro o critério da menor distância para os pontos de referência com o objetivo de analisar valores de pontos localizados em um mesmo microclima. Considerando também a direção predominante dos ventos da região, os pontos foram localizados em ruas posicionadas na direção Leste-Oeste.

3.2 Medição das variáveis

Nos 15 pontos analisados, sendo cinco pontos em cada um dos três bairros estudados, foram realizadas medições de temperatura e de umidade do ar, com auxílio de Termo-higrômetros digitais (Figura 3.2), nos horários de 9:00, 15:00 e 21:00 horas, conforme padrão internacional da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Estes três horários, segundo Silveira (2007, p. 91),

possibilitam o entendimento dos elementos do clima de uma região ao longo do dia: pela manhã, quando a radiação solar começa a incidir sobre a superfície terrestre; à tarde quando a temperatura do ar atinge seus valores máximos e a umidade relativa do ar é mais baixa; e no início da noite, quando não há mais radiação solar.

As medições foram realizadas durante sete dias consecutivos, nos meses de outubro de 2008 e março de 2009 que abrangem os períodos seco (verão) e chuvoso (inverno), respectivamente. No período seco as medições foram realizadas nos dias 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 de outubro e, no período chuvoso nos dias 25, 26, 27, 28, 29, 30 e 31 de março.

Para o registro da temperatura e da umidade relativa do ar nos pontos de coletas, foram utilizados seis termo-higrômetros digitais da Marca Instrutherm, Modelo Thal-300, devidamente aferidos. O instrumento utilizado apresenta para a medida da temperatura, uma faixa de 0 a 50 °C, com resolução de 0,1 °C e precisão de 0,5 °C. Nas medidas da umidade relativa do ar o equipamento apresenta faixa de 10 a 95 % Rh, com resolução de 0,1 % Rh e

precisão de $\pm 4\%$ e $\pm 1,2\%$ Rh para umidades inferiores e iguais ou superiores a 70% Rh respectivamente.

Em cada bairro empregou-se dois instrumentos de medição para o registro da temperatura e umidade relativa do ar. Simultaneamente nos três bairros, enquanto um dos equipamentos permanecia fixo no ponto de referência (ausência de vegetação), sendo verificado se a temperatura permanecia constante, o outro equipamento era utilizado sequencialmente nos demais pontos (com presença de vegetação).

No caso de se verificar alteração na temperatura do ponto de referência, os demais pontos eram novamente ocupados até que a leitura do ponto de referência permanecesse inalterada durante o procedimento, para que se pudesse considerar leituras simultâneas e analisar as diferenças ocorridas. Nos três bairros, as leituras válidas para um determinado horário, foram obtidas dentro de um mesmo intervalo de tempo.

Figura 3.2 – Termo Higrômetro Digital Instrutherm Thal-300



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

Os pontos amostrais selecionados no campo foram plotados no mapa para determinação do campo térmico, proporcionando a verificação da relação entre a temperatura do ar e as áreas verdes.

Foi adotada a metodologia utilizada por Shashua-Bar & Hofman (2000), na qual são tomados dois pontos com características distintas, sendo um ponto com abundante vegetação e outro ponto com características áridas.

O efeito moderador da temperatura foi analisado através da correlação dos dados coletados no ponto de referência com os dados coletados nos demais pontos de um mesmo bairro. Inicialmente, os dados coletados foram analisados conjuntamente para verificar a

existência de diferenças significativas entre valores registrados nos diferentes horários, dias, bairros, e principalmente nos pontos de um mesmo bairro. Constatadas as diferenças de valores, estas foram analisadas comparando pontos de referência com os demais pontos.

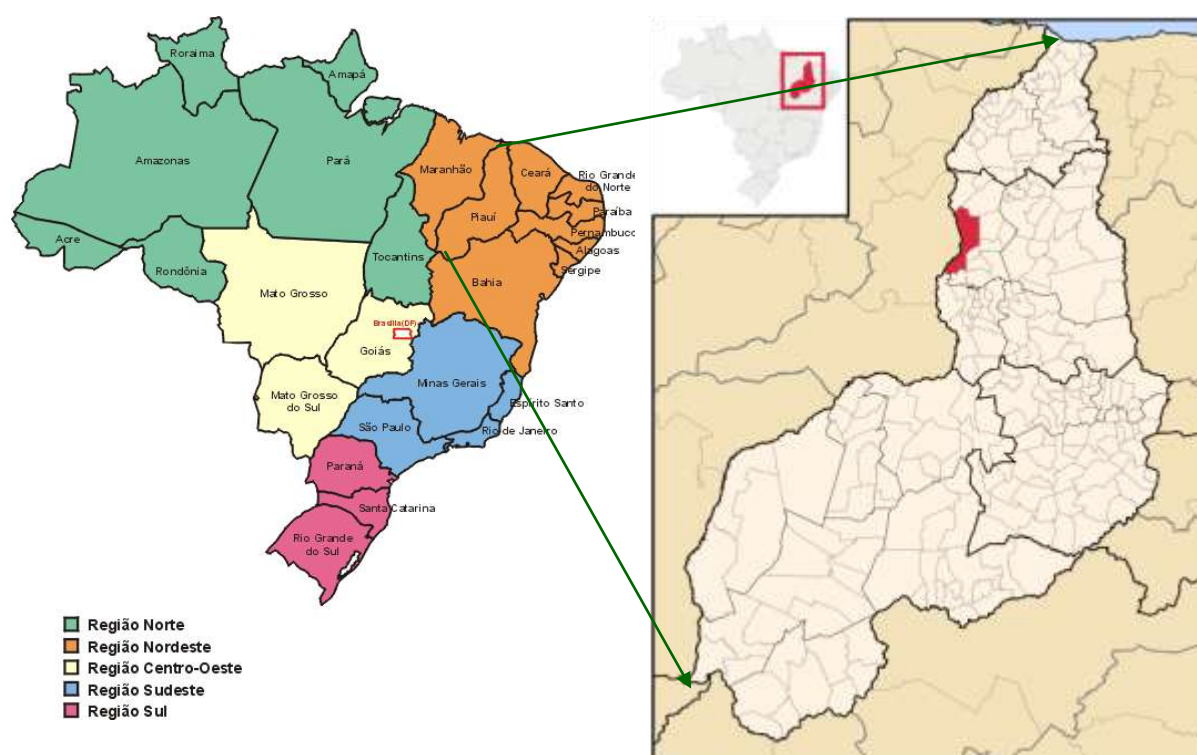
Foi feita análise de variância e teste de comparação de médias de acordo com os procedimentos do SAS- Statistical Analysis System (SAS/STAT, 1996).

4. A CIDADE DE TERESINA: CARACTERÍSTICAS E DADOS CLIMÁTICOS

4.1 O estado do Piauí

O estado do Piauí (Figura 4.1) está situado no Nordeste brasileiro entre 2°44' e 10°53' de latitude Sul e entre 40°29' e 46°00' de longitude Oeste (LIMA; ASSUNÇÃO, 2002). É o terceiro maior estado nordestino, ocupando área de 251.529 km² (ARAÚJO, 2006). Possui população de 3.118.360 habitantes, distribuídos em 224 municípios, dos quais os mais populosos são Teresina (capital do estado), Parnaíba e Picos. A população urbana é de 2.050.959, enquanto que a, rural é de 1.067.401 pessoas (IBGE, 2010).

Figura 4.1 - Mapa do Brasil, dividido em regiões e mapa do Piauí, destacando a cidade de Teresina



Fonte: MAPA do Brasil-Regiões [20--]

A superfície do estado é formada por um relevo plano, com poucas áreas do território acima de 600 m de altitude, localizadas mais ao leste e sul do estado. Compreendem: I- Depressões Periféricas à Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí ; II- Chapadões do Alto-Médio Parnaíba; III- Planalto Oriental da Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí; IV- Baixos Planaltos do Médio-Baixo Parnaíba; V- Tabuleiros pré-Litorâneos e VI – Planície Costeira,

com baixas altitudes ocupando as proximidades do rio Parnaíba e se estendendo até o litoral, que corresponde à faixa litorânea (ARAÚJO, 2006).

O Estado do Piauí caracteriza-se, em termos fisiográficos, como uma típica zona de transição, apresentando, conjuntamente, aspectos do semiárido nordestino, da Pré-Amazônia e do Planalto Central do Brasil. Refletindo as condições de umidade das diversas zonas, as regiões ecológicas distribuem-se em faixas paralelas, com a caatinga arbórea e arbustiva predominando no sudeste, a floresta decidual no Baixo e Médio Parnaíba, cerrado e cerradão, no centro-leste e sudoeste e as formações pioneiras de restinga, mangue e aluvial campestre, na zona litorânea.

No estado são identificadas duas tipologias climáticas segundo a classificação de Köppen, a tropical quente e úmido (aw) e a semiárida quente (bsh). O clima tropical abrangendo a maior parte do território, com temperaturas variando entre 25 e 27°C, chuvas variáveis de norte a sul. O clima semiárido predomina na porção sudoeste do estado com baixos índices pluviométricos com chuvas distribuídas irregularmente na região e com temperaturas variando entre 24 e 40°. A estação seca é prolongada (aproximadamente oito meses).

O estado do Piauí possui três rios perenes, o rio Parnaíba como principal e seus afluentes, rio Uruçuí Preto e rio Gurguéia perfazendo um total de 2600 km de cursos perenes e ameaçados pelo intenso processo de assoreamento provocado pelo desmatamento principalmente nas nascentes e nas margens que propiciam o carreamento de material para o leito desses rios.

4.2 A cidade de Teresina

O município de Teresina localiza-se na mesoregião Centro-norte do estado do Piauí à margem direita do Rio Parnaíba, distando cerca de 350 km do litoral piauiense. A cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, tem grande parte de sua área situada entre dois rios, Poti e Parnaíba (Figura 4.2), apresentando altitude média de 72,00 m, situa-se próxima à linha do equador, a 05°05'12", de latitude sul e longitude oeste, de 42°48'42" (CASTELO BRANCO; ARAÚJO, 2001). A cidade de Teresina, distando cerca de 350 km do litoral piauiense, encontra-se conurbada com a cidade de Timon e juntas somam mais de 1 milhão de habitantes.

Figura 4.2 Mapa da cidade de Teresina



Fonte: MAPA DE TERESINA (200_)

Segundo Castelo Branco (2003), devido à proximidade à linha do Equador, os raios solares atingem a cidade com o ângulo muito próximo a 90° , permitindo que a cidade receba intensa radiação e apresente temperaturas elevadas, na maior parte do ano.

De acordo com o Censo de 2010, Teresina possui 814.439 habitantes, distribuídos numa superfície de 1.391,97 km², possuindo, atualmente, 113 bairros (IBGE, 2010).

A cidade foi criada para ser a capital do Piauí, construída em 1852, no lugar de Oeiras. “A idéia do Conselheiro José Antônio Saraiva de eleger a cidade como capital foi repudiada pelos oeirenses por muitos anos, e somente depois de muitos convencimentos e justificativas ela começou a ser erguida” (IBGE, 2010). O nome Teresina é uma homenagem a D. Teresina Cristina, esposa de D. Pedro II (MENDES, 2002).

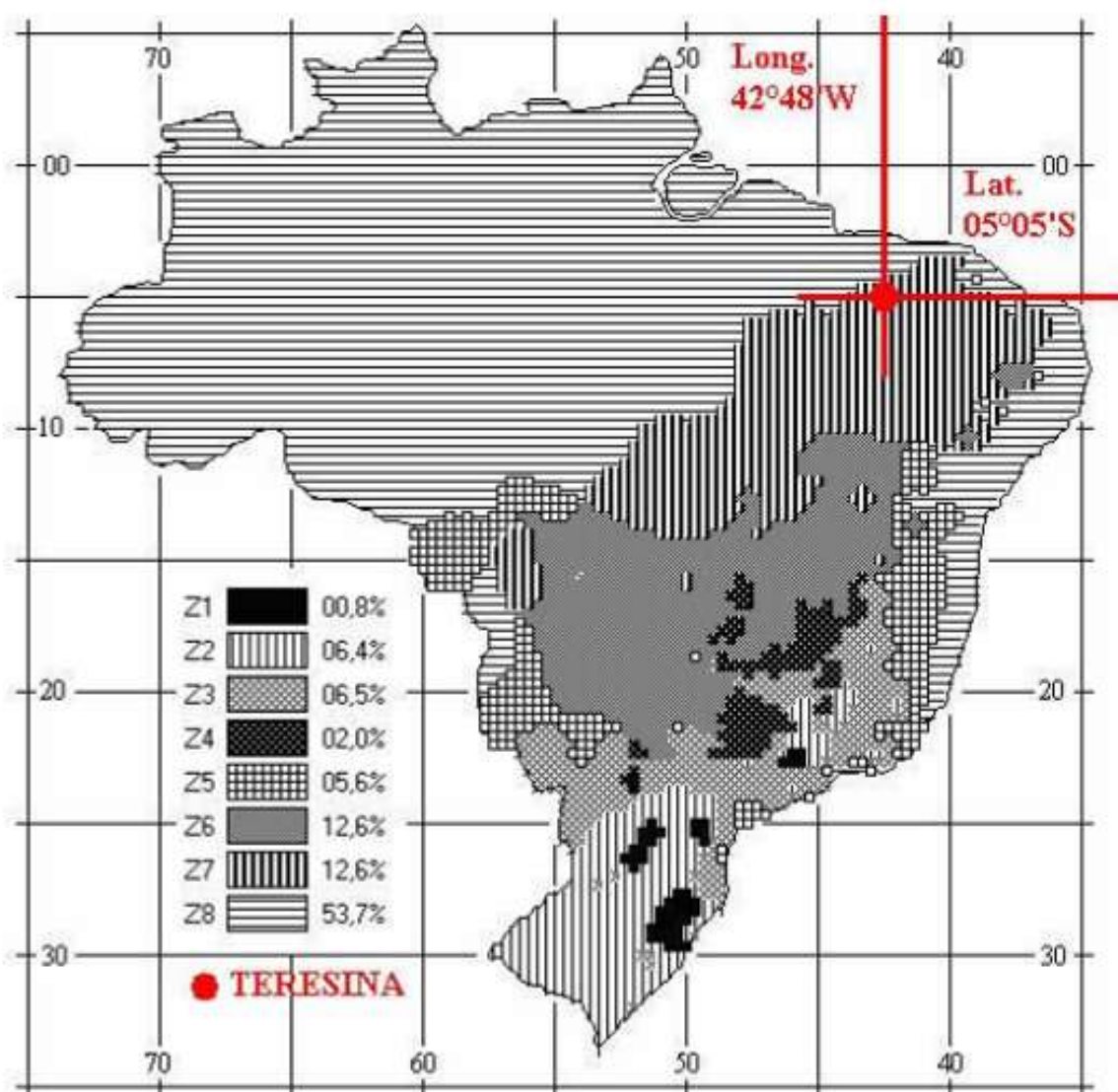
O clima de Teresina, segundo a classificação de Köppen é tropical megatérmico (AW), “com amplitude térmica anual menor que 5°C . Caracteriza-se por ser um clima

tropical continental, com duas estações bem definidas: uma chuvosa, no 1º semestre (de janeiro a maio) e outra seca, no 2º semestre (de julho a novembro)” (SILVEIRA, 2007, p. 86).

No período chuvoso de janeiro a maio concentram-se cerca de 60% do volume das chuvas, amenizando a temperatura. No período seco de junho a agosto, a temperatura é agradável e de setembro a dezembro apresenta baixas umidades e elevadas temperaturas. Em Teresina as chuvas têm como peculiaridade o fato de serem rápidas e torrenciais (CEPRO, 2010).

Teresina está localizada na região bioclimática 07, de acordo com o Zoneamento Zoneamento Bioclimático Brasileiro (Figura 4.3)

Figura 4.3 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro, destacando-se a cidade de Teresina



Fonte: Silveira (2007, p.27), adaptado da ABNT 15220-3 (2005)

Teresina é tida como uma das cidades mais quentes do Brasil, chegando a apresentar temperaturas de até 40 °C nos períodos mais quentes. Segundo Silveira (2007, p. 87), “a região recebe forte radiação solar durante todo o ano, devido à proximidade do Equador. A baixa altitude é outro fator que, associado à baixa latitude, faz com que sejam registradas altas temperaturas na região o ano todo”.

Os dados históricos da meteorologia em Teresina-PI, no período compreendido entre novembro de 1919 e maio de 2009, fornecidos pelo INMET/EMBRAPA/AgriTempo apresentam os valores de temperatura média do ar de 27,7 °C, e temperaturas máxima e mínima de 33,3 °C e de 22,1 °C respectivamente. Os meses de outubro historicamente têm apresentado a temperatura média mais elevada com o valor de 36,2 °C (AGRITEMPO, 2009).

Os dados históricos da meteorologia em Teresina, no período compreendido entre novembro de 1919 e maio de 2009, apresentam os valores de temperatura média do ar de 27,7 °C, e temperaturas máxima e mínima de 33,3 °C e de 22,1 °C, respectivamente. Os meses de outubro, historicamente, têm apresentado a temperatura média mais elevada com o valor de 36,2 °C (AGRITEMPO, 2009).

Sobre os ventos da região, Silveira (2007, p. 89) afirma que, “são fracos, com velocidade média anual de 1,4 m/s e direção predominante sudeste. Nos meses de julho a outubro, a velocidade média é um pouco elevada 1,7 m/s, diminuindo para 1,2 m/s de janeiro a maio.” A autora destaca ainda, “a elevada presença de calmarias, variando entre 40 e 60% ao ano”. Enquanto que, em Fortaleza, segundo dados apresentados por Paiva (2010 p. 84), “a velocidade do ar apresenta uma média anual de 3,7 m/s”, sendo que, no segundo semestre “os ventos intensificam registrando valores mais acentuados nos meses de setembro (4,7 m/s) e outubro (4,6 m/s)”. Na cidade de Natal, os valores de velocidade do vento se situam entre 2,2 m/s e 5,0 m/s no período de abril a setembro e entre 3,7 m/s a 5,2 m/s no período de outubro a março (ARAÚJO; MARTINS, ARAÚJO, 1998 apud COSTA, 2003). Acredita-se, então, que em Teresina, o fator vento tem contribuição reduzida na dissipação do calor.

Segundo Sales (2003), o processo de formação do sítio urbano de Teresina teve início em 1852, com a elevação da Vila do Poti à categoria de cidade. Estimulados pelo aforamento de grandes terrenos situados nas quadras planejadas, várias famílias migraram para estas áreas, impulsionando o crescimento da população urbana. As grandes áreas dos terrenos se justificavam pela necessidade de espaço não apenas para a construção de moradias, mas também de espaço para as diversas necessidades diárias da população, como higiene e afazeres domésticos que eram realizados fora da residência. Os moradores com o objetivo de

proteger do sol as áreas não edificadas, passaram a plantar árvores que logo formaram grandes pomares (SALES, 2003).

Ao longo do tempo os terrenos que originalmente ocupavam quadras inteiras, foram aos poucos sendo divididos, por força da necessidade de se construir mais moradias para familiares do proprietário, pelo fortalecimento do comércio e sua consequente necessidade de ocupação de espaço para ampliação da zona comercial. Com objetivo de embelezamento da cidade, em 1880 a Câmara Municipal de Teresina apela aos proprietários de imóveis para que plantem árvores em frente às suas propriedades, respeitando o código de postura vigente que permitia o plantio de determinadas árvores frutíferas e que conservassem folhas em todas as estações do ano (SALES, 2003).

A zona urbana de Teresina apresenta um relevo plano em quase toda a sua área, com excessão de algumas regiões, como é o caso do bairro Monte Castelo na Zona sul (elevadas altitudes) e na zona Leste podemos destacar os bairros Satélite, Vila Bandeirante e Socopo localizados sobre uma superfície acidentada com a presença de morros.

A cidade de Teresina é banhada por dois rios. O rio Parnaíba que nasce na Chapada das Mangabeiras na fronteira com o estado do Tocantins, passa por Teresina e desemboca no oceano Atlântico. O Rio Poti nasce na serra da Joanelha no Ceará e em Teresina desagua no rio Parnaíba, no bairro Poti Velho, na zona norte da cidade.

No espaço urbano de Teresina, segundo Lima (2002, p. 185),

restam alguns pontos-reliquia das matas verdes naturais, que são conservadas como unidades ambientais: o Parque da Cidade (Primavera) , o Parque de Teresina (Mocambinho), o Zoobotânico (zona nordeste da cidade) e alguns trechos que margeiam os Rios Parnaíba e Poti, entre outros de menor expressão, considerados como áreas de conservação/preservação. Esses ecossistemas são compostos por imponentes árvores como angicos brancos, babaquais, caneleiros e tantas outras espécies que compõem as faixas de transição da floresta semidecídua x cerrado x caatinga.

Segundo Sales (2003), à época da fundação da cidade, a vegetação nativa predominante era composta por palmeiras de babaçu que ocupavam os vales úmidos dos rios Poti e Parnaíba, vegetação esta que no decorrer dos anos vem sendo substituída por equipamentos urbanos.

Em estudo realizado por Machado, Pereira e Andrade (2010), sobre a cobertura vegetal existente, em Teresina, foi constatada a redução de vegetação do período de 2005/2006, em relação ao ano de 2000 (Tabela 4.1).

TABELA 4.1 - Cobertura vegetal por região administrativa em Teresina - PI, para os anos de 2000 e 2005/2006

REGIÃO	Área Total da Região (Km ²)	Área de Cobertura Vegetal (Km ²)	Percentual de Cobertura Vegetal (%)	Área de Cobertura Vegetal (km ²)	Percentual de Cobertura Vegetal (%)
		2000		2005/2006	
Centro-norte	68,11	31,57	46,35	22,54	33,09
Sul	70,09	27,76	39,60	28,62	40,84
Sudeste	29,62	15,57	52,56	11,97	40,39
Leste	63,60	30,53	48,01	28,88	45,40
Totais	231,43	105,43	45,56	92,01	39,76

Fonte: adaptado de Machado; Pereira; Andrade (2010)

Feitosa et al. (2011, p. 68), analisando a modificação da vegetação na cidade de Teresina, no período de 1989 a 2009, concluíram que “A área ocupada aumentou, em 2009, 60,4 %, em relação a 1989, atingindo 113,9 km², enquanto a vegetação foi suprimida”.

4.3 Evolução histórica de Teresina

A posição geográfica de Oeiras, então capital do Piauí, se constituía em obstáculo para o progresso e o desenvolvimento do comércio. Portanto buscava-se uma nova sede situada em local estratégico para o desenvolvimento do comércio e para melhor administrar o estado. Foi então que no ano de 1850, José Antonio Saraiva jovem de grande visão administrativa, assumiu o governo da província com vontade de mudanças. Saraiva apesar das pressões contrárias às mudanças da capital, usando de seu prestígio político, fundou a cidade a seis léguas da vila do Poti, e deu-lhe o nome de Teresina em homenagem à imperatriz Teresa Cristina (CHAVES, 1998).

Sobre a escolha da localização da nova cidade, Façanha (1998, p. 48) afirma que o motivo foi as “condições favoráveis para o uso da navegabilidade do rio Parnaíba, bem como da possibilidade de uma maior articulação entre os principais núcleos urbanos da região, a exemplo de Caxias, no Maranhão”.

Com a fundação de Teresina em 16 de agosto de 1852, a paróquia de Nossa Senhora do Amparo foi transferida da vila do Poti para a nova cidade e foi construída a Igreja Matriz. Estas realizações foram de primordial importância para o fortalecimento do estado (ABREU; LIMA, 2000).

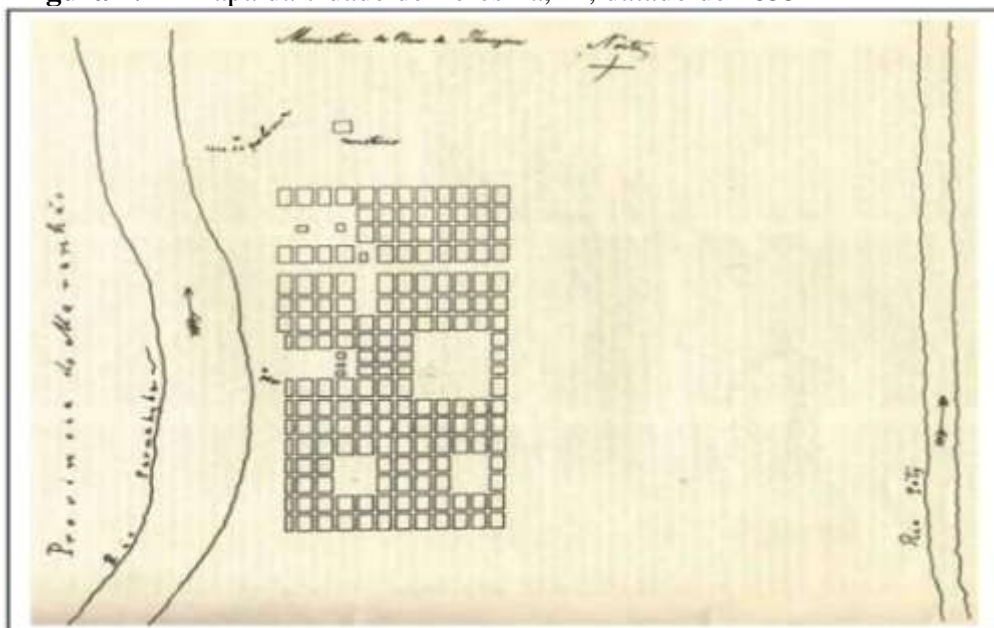
Teresina já nasce com base em uma planta elaborada sem muitas técnicas, no entanto determinando a localização de praças e de ruas dispostas simetricamente em linhas paralelas partindo do rio Parnaíba na direção do rio Poti. No centro foram edificados os prédios públicos necessários ao estabelecimento da administração do governo da província.

De acordo com Lima (1996, p.18), Teresina, que teve o início de seu crescimento no entorno da Praça da Constituição, atual Praça Marechal Deodoro da Fonseca, foi projetada “[...] a partir de um rígido formato de xadrez com ruas paralelas partindo do rio Parnaíba, a Oeste, em direção ao rio Poti, contendo um espaço urbano inicialmente delimitado por 18 quadras no sentido norte-sul e 12 no sentido leste-oeste [...]” (Figura 4.4).

Com o desenvolvimento do centro administrativo e do comércio varejista, surgiu a necessidade de escoamento de produtos e, em 1858, foi fundada a companhia de navegação do rio Parnaíba dando origem ao porto fluvial de intenso movimento (FAÇANHA, 1998).

A população de Teresina teve um rápido crescimento, pois segundo Lima (2002, p.184), “dois anos depois de fundada, a cidade já contava com 8.000 habitantes. Este crescimento foi estimulado pelo aforamento dos terrenos situados nas ruas planejadas, ficando muitas famílias com a área de uma quadra inteira para suas residências”.

Figura 4.4 - Mapa da cidade de Teresina, PI, datado de 1855



Fonte: Acervo IPHAN

A princípio a expansão mais acentuada da cidade se deu ao norte e em 1868, no sentido sul, com a retirada de afloramentos rochosos. No sentido leste-oeste, os rios Poti e Parnaíba com suas áreas de inundação foram barreiras para a expansão (ABREU; LIMA, 2000).

Até a década de 1900, a cidade expandiu-se obedecendo a essas diretrizes, tendo como eixo central a Avenida Frei Serafim, que a divide em norte e sul. Neste sentido, Nascimento (2002, p. 118) afirma que “até a década de 1990, a cidade expandiu-se tendo como referência a Praça da Constituição, atual Deodoro. O eixo central era a Avenida Frei Serafim que a dividia em Norte-Sul”. A retirada de afloramentos rochosos localizados entre as ruas Riachuelo e da Glória (Lizandro Nogueira) possibilitou o crescimento de Teresina, também, na direção Sul (NASCIMENTO, 2002).

Desde a transferência da capital Teresina, o estado do Piauí tem passado por uma crescente urbanização. Para Façanha (1998), no final da década de 1940, destacavam-se Teresina, Parnaíba e Floriano como as principais cidades do Estado. Apesar de nesse período não ter apresentado um crescimento demográfico esperado, Teresina se torna o principal centro urbano piauiense em função do comércio.

Lima (2002, p. 188) afirma que a instalação da Companhia de Fiação e Tecidos Piauienses, “onde hoje funciona o Lojão do Paraíba, entre a Baixa da Égua e o rio Parnaíba, no final do século XIX, contribuiu para aumentar o povoamento desse trecho da cidade”.

Segundo Cardoso (2006), a cidade até a década de 1940 era conhecida como “entre rios”, pois seu perímetro urbano era praticamente limitado pelos rios Parnaíba e Poti. Somente a partir da segunda metade do século XX, decorrente de um processo migratório, a configuração da paisagem de Teresina se torna mais dinâmica.

O crescimento da cidade em direção à zona Leste, segundo Lima (2002, p. 191-192),

ainda no interflúvio Parnaíba/Poti, na área atual da Avenida Frei Serafim e do bairro Ilhotas, se deu a partir do prolongamento do eixo da Rua Grande, hoje Senador Teodoro Pacheco, que ultrapassando a Igreja São Benedito, seguia caminho até chegar ao porto dos noivos, no rio Poti, servindo de rota aos viajantes. A travessia do rio, no período chuvoso, era feita através de um pontão, que dava acesso à margem direita, no lugar que hoje corresponde ao bairro dos Noivos, enquanto no período sem chuvas os veículos podiam atravessar diretamente no seu leito.

Tendo como barreira para o crescimento, no sentido leste o rio Poti e para o norte o encontro dos rios, o espaço para expansão se restringia ao sentido sul. Segundo Façanha (1998), nas décadas seguintes, a urbanização piauiense ganha nova dinâmica e consolida de vez Teresina como principal cidade do estado.

Kallas (2008, p. 74) afirma que Teresina, inicialmente concentrada entre os rios Poti e Parnaíba, teve seu crescimento seguindo “[...] pela zona Leste por meio da construção da ponte JK, acompanhado da zona Sudeste, levando a um maior crescimento de moradias populares”.

Três elementos foram importantes para a ocupação da Zona Leste de Teresina especialmente dos bairros Fátima e Jóquei Clube. A construção da ponte sobre o Rio Poti, segundo Araújo (2009, p. 41), “[...], a criação do Jockey Clube do Piauí e a elevação da igreja de Fátima à condição de Paróquia foram substanciais para o desenvolvimento e posterior povoamento da área que começou a adquirir caráter elitista devido ao elevado preços do terreno”.

Para Lima (2002, p. 196), “a construção do primeiro vão da ponte de cimento sobre o rio Poti, no período 1956-1958, ligando a BR-343 ao eixo da Avenida Frei Serafim, o crescimento da cidade extrapolou o rio, estimulando o povoamento de sua margem direita”. É desse período, então, a formação dos bairros da zona Leste, iniciados a partir de loteamentos residenciais em áreas antes ocupadas por chácaras de propriedade de famílias mais abastadas. Ainda segunda a citada autora, outro evento que impulsionou o crescimento desta zona, foi a instalação da Universidade Federal do Piauí, no final da Avenida Nossa Senhora de Fátima, na década de 1970, que deu origem ao bairro Ininga.

Na Tabela 4.2 está exposto o crescimento da população de Teresina, no período de 1970 a 2010, considerando ainda a população urbana e rural.

Tabela 4.2 – População Residente no município de Teresina no período de 1970 a 2010

Ano	População Residente (habitantes)		
	Urbana	Rural	Total
1970	181.021	39.346	220.487
1980	338.975	38.796	377.771
1991	556.911	42.361	599.272
2000	677.470	37.890	715.360
2010	767.557	46.673	814.230

Fonte: IBGE, Censo Demográficos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010

Ao se observar os dados da Tabela 4.3, que apresenta a taxa de crescimento da população de Teresina no período de 1970 a 2010, percebe-se que o crescimento da população urbana em detrimento da rural ocorreu no período de 1970 a 1980 (6,47 %). A taxa de crescimento da população urbana foi maior que a rural, também de 1980 a 1990 e de 1990 a

2000. Mas já de 2000 a 2010, este quadro mudou, tendo a taxa de crescimento urbano se apresentado menor que a rural.

Tabela 4.3 – Taxa de Crescimento da População de Teresina (1970 a 2010)

Período	Urbana (%)	Rural (%)	Total (%)
1970 -1980	6,47	-0,14	5,53
1980 - 1991	4,62	0,80	4,28
1991 – 2000	2,20	-1,23	1,99
2000 – 2010	1,26	2,11	1,30

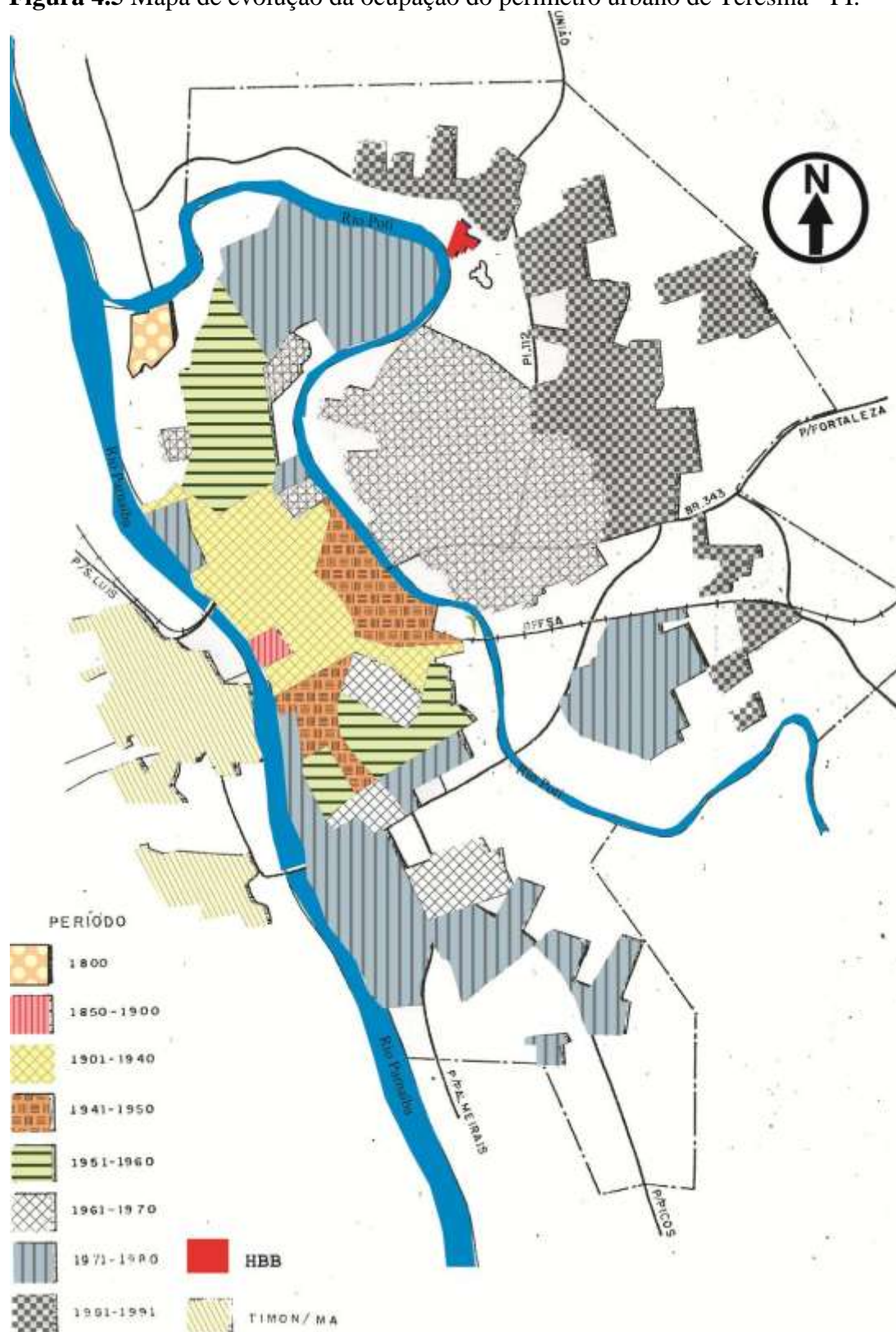
Fonte: IBGE, Censo Demográfico de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010

A necessidade de habitação, provocada principalmente pelo êxodo rural, influenciou sensivelmente o acelerado crescimento urbano da cidade e promoveu o surgimento da indústria da construção civil. O intenso crescimento horizontal se acentuou com a ocupação desordenada de extensas áreas inclusive nas proximidades das margens dos citados rios. Também foram implementados a partir da década de 1960 através COHAB-PI (Companhia de Habitação do Piauí), programas para obtenção da casa própria em conjuntos habitacionais causando devastadores impactos ao meio ambiente ao se desmatar grandes áreas contínuas principalmente a zona sul por não apresentar obstáculos naturais (FAÇANHA, 1998, p. 128-129).

Teresina atua como atrativo regional, tendo na visão de Façanha (2007, p.78), “um forte papel na região, por meio de sua importância comercial e, mais recentemente, pela existência de um polo de saúde em formação, que atrai pacientes dos Estados do Ceará, Maranhão, Pará e Distrito Federal entre outros”. Dessa forma, a cidade recebe inúmeras pessoas que chegam à cidade em busca de atendimento de saúde.

Na Figura 4.5 é possível visualizar a expansão de Teresina até a década de 1990.

Figura 4.5 Mapa de evolução da ocupação do perímetro urbano de Teresina - PI.

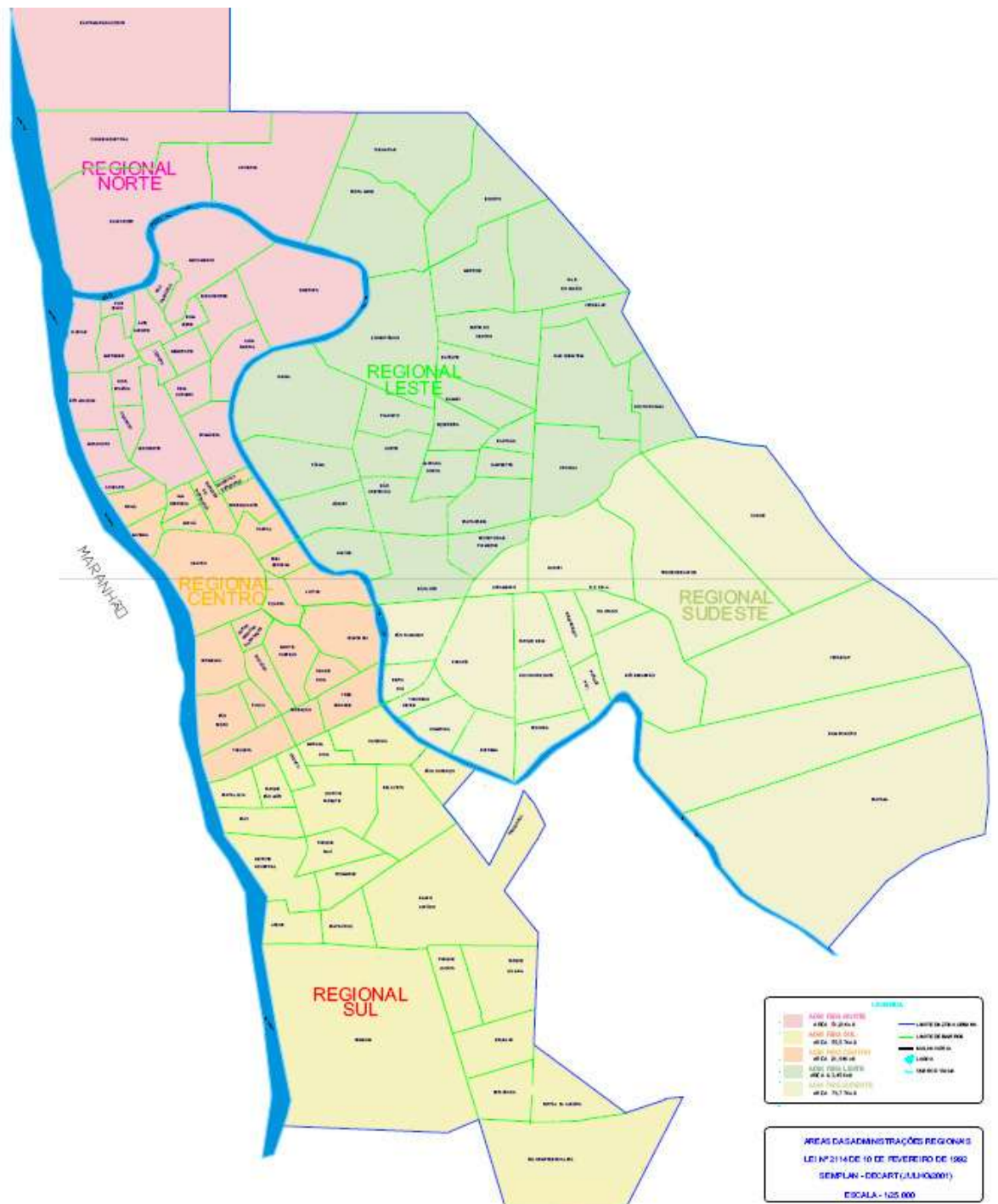


Fonte: Kallas (2008, p. 73) modificado de Façanha (1998, p. 83).

Para fins administrativos, a cidade de Teresina foi dividida em Administrações Regionais – Centro/Norte, Sul, Leste e Sudeste (Figura 4.6), cuja finalidade principal foi

descentralizar a execução de obras e serviços de interesse local, de modo a garantir maior eficiência no atendimento às comunidades bem como aproximar do cidadão usuário as políticas e ações municipais, garantindo melhor interesse entre Prefeitura Municipal e o cidadão (TERESINA, 1993).

Figura 4.6 – Divisão administrativa de Teresina



Fonte: TERESINA (2008)

Lima (2002, p.196) afirma que, no início do povoamento da zona Leste, “a especulação imobiliária crescia nesses bairros através de slogans, como ‘área nobre de clima frio’, fazendo ampliar rapidamente o povoamento da zona Leste [...]”. Percebe-se a alusão ao melhor clima do local em relação aos outros bairros da cidade, atraindo a população mais abastada, que ocupava lotes de maiores dimensões. Dessa forma, esta área esteve associada a um clima mais ameno.

Segundo Abreu (1983), em 1981 estava inscritas no CRECI – 23^a região, na cidade de Teresina 56 imobiliárias e construtoras, que impulsionaram o crescimento da cidade na direção leste. Com o total de 14 bairros em 1983, a zona Leste, atualmente, é formada por 27 bairros, entre eles o Jóquei e o Pedra Mole, enfocados neste estudo (Figura 4.7).

Figura 4.7 – Zona Leste de Teresina



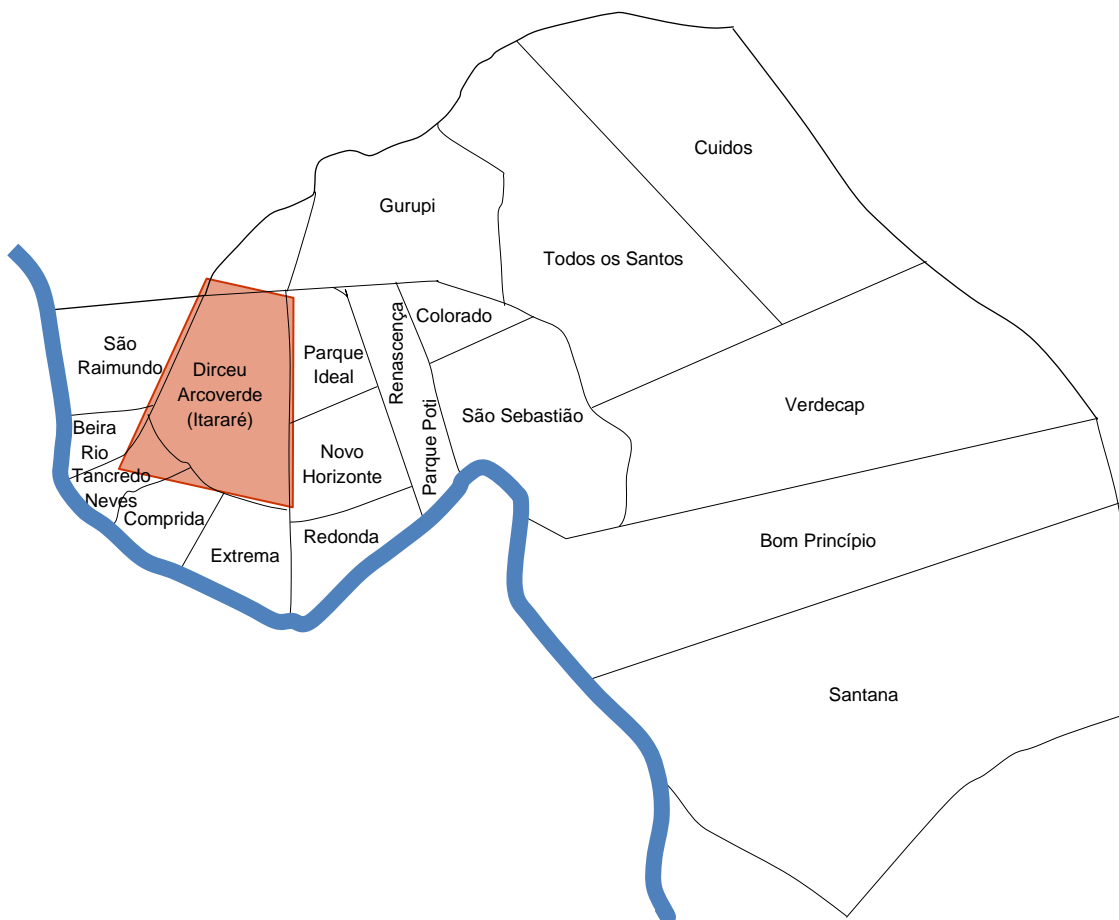
Fonte: SDU- Leste, adaptado por Deisy Nayanni Silva (2012)

As terras que hoje formam a zona sudeste eram antes ocupadas por fazendas, glebas, sítios e povoados rurais. Dentre essas, as fazendas Comprida, Redonda, Itararé e Extrema, que posteriormente emprestaram seus nomes aos bairros que surgiram em suas terras (TERESINA, 1993).

Para Kallas (2008), o crescimento em direção zona sudeste a partir de 1990, que levou a um maior crescimento das moradias populares, seguia uma política habitacional que fez com que o tecido urbano se expandisse, criando espaços não ocupados em seu interior, encarecendo os serviços de infraestrutura para os loteamentos situados, quase sempre, na periferia do perímetro urbano.

A região Sudeste é formada atualmente por 20 bairros (Figura 4.8), compreendendo área de 78,80 km². Nesta zona encontra-se o bairro Dirceu Arcoverde (Itararé), objeto deste estudo, considerado o mais populoso de Teresina, com 37.443 habitantes dos 134.119 que habitam a região (IBGE, 2010).

Figura 4.8 – Zona Sudeste de Teresina



Fonte: SDU- Sudeste, adaptado por Áureo Vitor de Souza Moura (2011)

5 RELAÇÃO ENTRE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E CARACTERÍSTICAS MICROCLIMÁTICAS

Nesta seção é realizada a descrição dos bairros estudados, abordando entre outros aspectos, localização, população, época de criação e tipologia das construções, enfatizando a localização e as características dos locais (pontos de coleta) onde foram realizadas as medições.

Em seguida, são apresentados os resultados das coletas das variáveis climáticas nos locais estudados e a discussão.

Os bairros analisados estão localizados na zona Leste (Pedra Mole e Jóquei Clube) e na zona Sudeste (Dirceu Arcoverde) da cidade de Teresina. A região Leste é composta de 27 bairros, tendo em 2010, uma população de 167.443 habitantes, enquanto que, a zona Sudeste possui 20 bairros e uma população total de 134.119 habitantes (IBGE, 2010).

A zona Leste possui, atualmente, 11 parques ambientais e 43 praças. E a Zona Sudeste possui 31 praças e 4 parques.

5.1 Bairro Pedra Mole (PM)

Localizado na região da Socopo, Zona Leste de Teresina, o bairro Pedra Mole (Figura 5.1) teve origem com a construção do conjunto habitacional, Pedra Mole em 1991, financiado pela Caixa Econômica Federal. O nome está relacionado com a gleba de terra de mesmo nome que recebeu essa denominação em função da existência de pedras com pouca resistência “mole”. A região da Socopo se desenvolveu no entorno de um balneário de água mineral construído ainda na zona rural de Teresina.

Construído pela Empresa Sociedade Construtora Poti, o balneário recebeu a denominação de Socopo, que deu origem ao nome da localidade. Somente em 1988, com a implantação do Plano Estrutural de Teresina, parte da área passou a fazer parte da Zona Urbana. De acordo com o Censo de 2010, o bairro possui 10.528 moradores (IBGE, 2010).

O bairro Pedra Mole limita-se: ao norte com o bairro Aroeiras; ao sul com o rio Poti e bairro Zoobotânico; a Leste com a rodovia PI-112; a Oeste com o bairro Aroeiras.

O acesso ao bairro se dá através da rodovia estadual PI-112 (pavimentada) e da rodovia municipal TER-240 (pavimentada), possuindo atualmente, duas praças,

Figura 5.1 – Bairro Pedra Mole



Fonte: SDU - Sul, adaptado por Deisy Nayanni de Brito Silva (2012)

Neste bairro observam-se áreas com ocupação e características distintas. A área central, onde foi realizada a pesquisa (Figura 5.2), ocupada pelo conjunto residencial Pedra Mole que deu origem ao nome do bairro, é composta por quadras projetadas e delimitadas por ruas pavimentadas com largura de 9,00 m, incluindo os passeios laterais (calçada). Os lotes com área em torno de 160 m² (8,00 m x 20,00 m), atualmente apresentam uma taxa de ocupação próxima de 100%, por construções com apenas um pavimento e baixo padrão. Já a região do entorno da área central apresenta uma vasta área com baixa densidade populacional, composta de imóveis de forma irregular com extensas áreas de vegetação de grande porte.

Figura 5.2 – Vista Aérea do Bairro Pedra Mole e localização dos Pontos de Coleta



Fonte: Google Earth, 2009

A seguir é feita pequena descrição dos pontos de coleta, abordando entre outras características, os materiais utilizados, altitude e a vegetação existente.

5.1.1 Ponto 1 – Praça do Bairro Pedra Mole

O ponto 1, com altitude de 80,00 m, foi localizado na Praça João Clímaco de Almeida, situada entre a rodovia TER-240 e a quadra 1 do conjunto Pedra Mole. Trata-se de uma área verde com árvores de médio e grande porte. O solo é revestido com gramineas circundadas por passeios em pedra portuguesa (Figura 5.3). Com exceção de trecho do lado Norte, que

confronta com a Quadra 1, onde predomina a ausência de vegetação, o entorno da área (Ponto 1) é composto por extensas áreas com vegetação arbórea de médio e grande porte.

Figura 5.3 – Vista da área verde do ponto 1.



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.1.2 Ponto 2 – Rua entre as quadras 1 e 2.

A rua entre as quadras 1 e 2 (Figura 5.4), onde está localizado o ponto2 (altitude de 85,00 m), é uma via local cuja finalidade é apenas a de proporcionar acesso às residências do Conjunto Residencial Pedra Mole. O tráfego é muito baixo e composto quase que, exclusivamente, por veículos de usuários locais. A via possui uma pista em pavimentação poliédrica (calçamento). O uso do solo é caracterizado por residências unifamiliares com apenas um pavimento. Nos lotes são observadas algumas árvores, no entanto na via não há vegetação arbórea, já no entorno do conjunto predominam vastas áreas de mata nativa com árvores de grande porte.

Figura 5.4 – Vista do ponto de medição 2 na rua entre as Quadras 1 e 2.



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.1.3 Ponto 3 – Rua entre as quadras 2 e 3.

A rua entre as quadras 2 e 3 (Figura 5.5), onde localiza-se o ponto 3 (altitude de 85,00 m), também é uma via local que dá acesso às residências do Conjunto Residencial Pedra Mole. Por se tratar de uma via de acesso, o tráfego de veículos é muito baixo e composto por veículos de usuários locais em sua quase totalidade. A via possui uma pista em pavimentação poliédrica (calçamento). O uso do solo é caracterizado por residências unifamiliares com apenas um pavimento. Nos lotes são observadas algumas árvores, no entanto, na via há apenas duas árvores de porte médio e localizadas em uma área institucional, onde existe uma quadra de esportes, com piso em concreto. O entorno do conjunto é caracterizado por vastas áreas de mata nativa com árvores de grande porte.

Figura 5.5 – Imagem do Ponto 3 na rua entre as Quadras 2 e 3.



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.1.4 Ponto 4 – Rua entre as quadras 4 e 5.

A rua entre as quadras 4 e 5 (Figura 5.6), situação do ponto 4 (altitude de 87,00 m), é mais uma via local do Conjunto Residencial Pedra Mole. A via apresenta um baixo tráfego de veículos e composto por veículos de usuários locais em sua quase totalidade. A via possui uma pista em pavimentação poliédrica (calçamento). O uso do solo é caracterizado por residências unifamiliares com apenas um pavimento. Na via não há vegetação arbórea; As raras árvores que se pode observar estão situadas no interior dos imóveis. O entorno do conjunto residencial onde se situa a rua é composto por extensas áreas ocupadas por árvores de grande porte.

Figura 5.6 – Imagem do Ponto 4 na rua entre as Quadras 4 e 5



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.1.5 Ponto 5 – Rua entre a quadra 6 e a Área Institucional

O ponto 5 (altitude de 87,00 m) está localizado na rua entre a quadra 6 e a Área Institucional (Figura 5.7), distinguindo-se das demais ruas locais do conjunto residencial Pedra Mole, pela presença de muitas árvores de grande porte, tanto no interior da Área institucional quanto no trecho desta via que com ela confronta. A série sul da via é ocupada por residências unifamiliares com casas de apenas um pavimento. A via possui pavimentação poliédrica (Calçamento) em toda a sua extensão.

Figura 5.7 – Imagem do Ponto 5 na rua entre a Quadra 6 e a Área Institucional



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.2 Bairro Jóquei Clube (JC)

Situado na zona Leste de Teresina e à margem direita do Rio Poti, o bairro Jóquei Clube (Figura 5.8) teve sua formação iniciada em 1952 com a construção do Jockey Club do Piauí, direcionado para a prática de corridas de cavalos.

Ao mesmo tempo foi implantado o primeiro loteamento residencial urbano no entorno do clube, onde belas residências foram edificadas, dando início à urbanização da valorizada zona leste da cidade. O processo se intensificou com a construção da primeira ponte rodoviária sobre o rio Poti em 1956, permitindo a interligação do bairro com o centro urbano da cidade.

Também foram fatores importantes na evolução da ocupação desse espaço, a pavimentação da BR-343 e a implantação da Universidade Federal do Piauí na década de 1970 (GUIA DE TERESINA, 2010). Atualmente, a população do bairro é de 5.967 moradores (IBGE, 2010).

O bairro Jóquei Clube limita-se: ao norte com o bairro de Fátima; ao sul com bairro dos Noivos; a Leste com o bairro São Cristovão; a Oeste com o rio Poti. As principais vias do

bairro são as avenidas N. S. de Fátima que cruza o bairro na direção norte-sul, e a avenidas Jóquei clube e senador Arêa Leão, na direção leste-oeste.

Figura 5.8 Bairro Jóquei Clube



Fonte: SDU – Sul, adaptado por Deisy Nayanni de Brito Silva (2012)

A região possui vias em sua totalidade pavimentadas (Asfáltica / Poliédrica) que delimitam quadras em formatos bastante regulares. O bairro teve sua ocupação em função da implantação de dois tipos de loteamentos: o primeiro a sul da Avenida Jóquei Clube as quadras são formadas por lotes com área em torno de 420m^2 (12 m x 35m); o segundo situado ao norte da Avenida Jóquei Clube apresenta quadras com poucos lotes, em torno de quatro.

A região passa por um acelerado processo de verticalização, portanto a ocupação do solo do bairro é bastante mista. Segundo Viana (2005, p. 8), a verticalização em Teresina teve início na segunda metade da década de 1970, tendo nas classes altas médias seus principais consumidores, “acentuando, assim, o processo de segregação espacial com o progressivo esvaziamento do uso residencial da área central e a consolidação da verticalização em bairros nobres da cidade, a exemplo dos bairros de Fátima e Jóquei”.

As principais avenidas são ocupadas predominantemente com finalidades comerciais, enquanto que as demais áreas são ocupadas por imóveis residenciais composto na grande

maioria por construções de alto padrão. É cada vez mais frequente o surgimento de condomínios com edifícios de até 22 pavimentos, que se destacam entre as residências unifamiliares com um e dois pavimentos.

O bairro Jôquei Clube em termos de presença de vegetação se apresenta como um meio termo entre o bairro Pedra Mole com extensas áreas verdes e bairro Dirceu Arcoverde com pouca vegetação arbórea.

O bairro Jôquei Clube, atualmente, possui três praças e dois parques ambientais. Na figura 5.9 se vê trecho do bairro Jôquei Clube, com a localização dos pontos de coleta.

Figura 5.9 – Vista Aérea de trecho do Bairro Jôquei Clube (JC) e Pontos de Coleta.



Fonte: Google Earth, 2009.

5.2.1 Ponto 6 – Avenida Jóquei Clube

O ponto 6 (altitude de 81,00 m) localiza-se na Avenida Jóquei Clube (Figura 5.10), que corresponde a uma via coletora principal que liga a Avenida Presidente Kennedy à Avenida N.S. de Fátima. Trata-se de um corredor de transporte coletivo que apresenta um volume de tráfego elevado durante todo o dia, principalmente no horário de início e de final de expediente.

A via possui duas pistas de rolamento com revestimento asfáltico, separadas por um passeio central em pedra portuguesa com a presença esparsa de árvores jovens. O uso do solo na via é predominantemente comercial, com poucas residências, no entanto no entorno do ponto de coleta predominam lotes com áreas em torno de 500,00 m² ocupados por residências unifamiliares com máximo de dois pavimentos.

Alguns edifícios residenciais com mais de quatro pavimentos já substituem as antigas residências, demonstrando a tendência da verticalização da região. No interior dos lotes, observa-se a presença de árvores frutíferas de grande porte.

Figura 5.10 – Imagem do Ponto 6 na Avenida Jóquei Clube



Fonte: Marcos Albuquerque (2010)

5.2.2 Ponto 7 – Rua Napoleão Lima

A Rua Napoleão Lima (Figura 5.11) abriga o ponto 7, com altitude de 80, 00 m. Trata-se de uma via coletora secundária com apenas uma pista de rolamento em pavimentação asfáltica e sentido duplo de tráfego que interliga as Avenida Homero Castelo Branco e a Avenida N.S. de Fátima. O uso do solo na via é misto com predominância residencial, sendo que nas imediações do ponto de coleta predominam residências unifamiliares com até dois pavimentos. Observam-se alguns edifícios residenciais com mais de dez pavimentos nas proximidades. É rara a presença de vegetação arbórea na via, já no entorno do ponto de coleta de dados é forte a presença de árvores frutíferas de grande porte no interior dos lotes.

Figura 5.11 – Imagem do Ponto 7 na Rua Napoleão Lima



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.2.3 Ponto 8 – Rua Antonio Tito

A Rua Antonio Tito (Figura 5.12), onde está localizado o ponto 8 (altitude de 77,00 m), é uma via destinada ao tráfego local com apenas uma pista de rolamento em pavimentação poliédrica (Calçamento) e tráfego de veículos nos dois sentidos. O uso do solo

na via e no seu entorno é residencial com prédios de no máximo dois pavimentos. Nas imediações do ponto de coleta predominam residências com menos de três pavimentos.

O ponto 8 de coleta de dados está situado em uma área verde (Praça) ocupando toda uma quadra com árvores de grande porte e solo parcialmente recoberto com gramíneas e passeios em pedras laminadas.

Figura 5.12 – Imagem do Ponto 8 da Rua Antonio Tito



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.2.4 Ponto 9– Rua Durvalino Couto

A Rua Durvalino Couto (Figura 5.13), onde se localizou o ponto 9 (altitude de 77,00 m), é uma via local com apenas uma pista de rolamento em pavimentação poliédrica (Calçamento) e tráfego de veículos nos dois sentidos. O uso do solo é residencial com prédios ocupando lotes amplos com predominância de edificações com no máximo dois pavimentos. Nas imediações do ponto de coleta predominam residências com menos de três pavimentos.

O ponto 9 de coleta de dados observa-se presença de prédios com mais de dez pavimentos demonstrando a tendência da verticalização da região. Diferente dos locais dos demais pontos de coleta, no ponto 9 e nas imediações é rara a presença de vegetação arbórea.

Figura 5.13 – Imagem do Ponto 9 da Rua Durvalino Couto



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.2.5 Ponto 10 – Avenida Senador Área Leão

A Avenida Senador Área Leão (Figura 5.14) é uma via coletora principal que interliga a Avenida Homero Castelo Branco à Avenida N.S. de Fátima. A via apresenta um elevado volume de tráfego de veículos e também faz parte de trajetos de transportes coletivos.

A via possui duas pistas de rolamento com revestimento asfáltico, separadas por um passeio central em pedra portuguesa com a presença esparsa de árvores de pequeno e médio porte. O uso do solo na via é predominantemente residencial, com poucos pontos comerciais. O entorno do ponto de coleta é caracterizado por lotes ocupados parcialmente por residências unifamiliares com máximo de dois pavimentos.

Edifícios com mais de quatro pavimentos já surgem ocupando áreas vazias ou em substituição às antigas residências acompanhando, portanto a tendência de verticalização da

região. No interior dos imóveis, observa-se a presença de árvores frutíferas de grande porte, que podem contribuir para a redução de temperatura e aumento da umidade relativa do ar.

Figura 5.14 – Imagem do Ponto 10 na Avenida Senador Área Leão



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.3 Bairro Dirceu Arcoverde (DA)

A zona sudeste de Teresina, que tem 346.172 habitantes (IBGE, 2010), é formada por 20 bairros. Entre eles, destaca-se o bairro Dirceu Arcoverde, conhecido popularmente, também, por Itararé, que é o mais populoso da cidade, tendo de acordo com o último censo, 37.443 habitantes (IBGE, 2010).

O bairro Dirceu Arcoverde (Figura 5.15) se expandiu com o surgimento na década de 1980, de diversos conjuntos habitacionais, loteamentos e vilas em seu entorno. Sua população aumentou sensivelmente juntamente com o desenvolvimento social, econômico e Cultural.

O bairro está localizado na área da antiga Fazenda Itararé, Zona Sudeste da Capital. Surgiu a princípio com a construção da primeira etapa do conjunto habitacional da COHAB-PI, em 1977, e da segunda etapa, em 1980. Denominado Conjunto Itararé teve sua denominação modificada para Dirceu Arcoverde, para homenagear o ex-governador do Piauí de mesmo nome, após seu falecimento.

Figura 5.15 – Bairro Dirceu Arcoverde, em Teresina



Área das medições

Fonte: TatukGIS Viewer, adaptado por José Luis Holanda de Sousa (2012)

Limita-se ao norte com o bairro Livramento; ao sul com os bairros Estreita e Comprida; a Leste com os bairros Parque Ideal e Novo Horizonte e a Oeste com os bairros São Raimundo, Beira Rio e Tancredo Neves. As principais vias de acesso ao bairro são as avenidas José Francisco de Almeida Neto (avenida principal) e Noé Mendes.

Na figura 5.16 estão marcados os locais dos pontos de coleta das variáveis climáticas do bairro Dirceu Arcoverde.

Figura 5.16– Vista Aérea do Bairro Dirceu Arcoverde - Pontos de Coletas



Fonte: Google Earth, 2009

Observa-se que a região teve uma ocupação uniforme com construções de casas de conjunto popular em quadras projetadas e bem definidas. Estas quadras são compostas por lotes padrões com área de 200,00 m² (10 x 20 m). Com exceção dos trajetos de ônibus e das avenidas, que possuem pavimentação com revestimento asfáltico, as vias do bairro são pavimentadas com pedras poliédricas e possuem largura de 9 metros. O bairro tem como característica, a alta densidade habitacional, com elevada taxa de ocupação dos lotes (área construída por lote).

5.3.1 Ponto 11 – Rua João Carneiro da Silva.

A Rua João Carneiro da Silva (Figura 5.17), onde foi localizado o ponto 11 (altitude de 95,00 m), é uma via destinada apenas ao acesso local do Conjunto Residencial Dirceu Arcoverde. O tráfego é relativamente baixo e composto por veículos leves. A via possui uma pista em pavimentação poliédrica (calçamento) com mão dupla de sentido de tráfego.

O uso do solo é caracterizado por residências unifamiliares com apenas um pavimento ocupando, praticamente, todo o terreno e pela ausência de árvores nos imóveis particulares e na via. No entorno do ponto de coleta de dados, como em todo o conjunto Dirceu Arcoverde, predomina a ausência de vegetação arbórea, com raríssimas exceções.

Figura 5.17 – Imagem do Ponto 11 da Rua João Carneiro da Silva



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.3.2 Ponto 12 – Avenida Francisco José de Almeida Neto.

O ponto 12 (altitude de 97,00 m) foi localizado na Rua Francisco José de Almeida Neto (Figura 5.18). Trata-se de uma via arterial que interliga a Avenida Joaquim Nelson à Rodovia Federal BR-343. Destinada a dar vazão ao tráfego, a via possui pavimentação asfáltica e é composta por duas pistas separadas por um passeio central com piso em pedra portuguesa. Por se tratar do centro comercial do Grande Dirceu, o tráfego é intenso e pesado.

Ao longo do Passeio Central da Via, observam-se algumas árvores de porte médio. O uso do solo é caracterizado por prédios comerciais de, no máximo, dois pavimentos.

Figura 5.18 – Imagem do Ponto 12 da Avenida Francisco José de Almeida Neto



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.3.3 Ponto 13 – Rua entre as quadras 171 e 191.

A rua entre as quadras 171 e 191 (Figura 5.19), onde se localiza o ponto 13 (altitude de 96,00 m), é uma via local destinada apenas ao acesso aos imóveis do Conjunto Residencial Dirceu Arcoverde. O tráfego é relativamente baixo e composto por veículos leves.

A via possui uma pista em pavimentação poliédrica (calçamento) com mão dupla de sentido de tráfego. O uso do solo é caracterizado por residências unifamiliares com apenas um

pavimento ocupando praticamente todo o terreno e pela ausência de árvores nos imóveis particulares, já na via observa-se algumas árvores de porte médio.

Figura 5.19 – Imagem do Ponto 13 da rua entre as quadras 171 e 191



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.3.4 Ponto 14 – Área Verde da Quadra 191

O ponto 14 (altitude de 95,00 m) está situado na Quadra 191 do conjunto residencial Dirceu Arcoverde (Figura 5.20). Esta quadra é ocupada em parte por instituições governamentais e em outra é ocupada por uma área verde com árvores de porte médio.

O piso da área vegetada é revestido com gramíneas contornadas por passeios em pedra portuguesa. O maior volume de tráfego das ruas que contornam a quadra é proveniente da procura dos serviços prestados pelas citadas instituições.

O uso do solo do entorno é caracterizado por residências unifamiliares com apenas um pavimento ocupando praticamente todo o terreno e pela ausência de árvores nos imóveis. A área em estudo é caracterizada pela ausência de vegetação arbórea.

Figura 5.20– Imagem do Ponto 14 da Rua entre as quadras 191 e 219



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.3.5 Ponto 15 – Rua entre as quadras 219 e 246.

A rua entre as quadras 219 e 246 (Figura 5.21), onde foi localizado o ponto 15 (altitude de 92,00 m), é uma via local destinada apenas ao acesso aos imóveis do Conjunto Residencial Dirceu Arcoverde. O tráfego é relativamente baixo e composto por veículos leves. A via possui uma pista em pavimentação poliédrica (calçamento) com mão dupla de sentido de tráfego.

O uso do solo é caracterizado, como acontece no restante do conjunto, por residências unifamiliares com apenas um pavimento, ocupando, praticamente, todo o terreno e pela ausência de árvores nos imóveis particulares e na via. No entorno do ponto de coleta de dados como em todo o conjunto Dirceu Arcoverde, predomina a ausência de vegetação arbórea.

Figura 5.21 – Imagem do Ponto 15 da Rua entre as quadras 219 e 246



Fonte: Foto Marcos Albuquerque (2010)

5.4 Análise das variáveis climáticas

Na tabela 5.1 estão apresentados os resultados médios de temperatura e de umidade relativa do ar em relação à época do ano e dos bairros estudados.

Tabela 5.1 – Valores de temperatura e umidade em função da época do ano e do Bairro

Bairro	Temperatura (°C)	
	Estação	
	Chuva	Seca
Pedra Mole	27,58 ^{bC}	33,92 ^{aC}
Jóquei	29,20 ^{bB}	35,49 ^{aB}
Dirceu Arcoverde	30,22 ^{bA}	36,62 ^{aA}
CV (%)	2,21	
Bairro	Umidade Relativa (%)	
	Chuva	Seca
	Chuva	Seca
Pedra Mole	54,49 ^{aA}	42,97 ^{bA}
Jóquei	47,68 ^{aB}	34,13 ^{bC}
Dirceu Arcoverde	43,80 ^{aC}	36,59 ^{bB}
CV (%)	5,54	

Médias, na mesma linha, seguidas da mesma letra minúscula e na coluna, seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre pelo teste SNK ($\alpha=0,05$).

Constatou-se que os valores médios das temperaturas na época seca e umidade relativa do ar no período chuvoso nos três bairros estudados foram mais elevados ($P<0,05$).

5.4.1 Análise dos valores em função da época do ano e dos bairros

Na tabela 5.1 observa-se que ao se aplicar o teste de comparação das médias, os três bairros apresentam diferenças significativas entre si de valores de temperatura e umidade relativa nas duas estações do ano.

O bairro Pedra Mole, com extensas áreas verdes no entorno da área monitorada e com baixa densidade habitacional, foi o que apresentou os menores valores de temperaturas médias, tanto no período chuvoso (27,58 °C) como no seco (33,92 °C), enquanto a umidade relativa do ar apresentou maiores valores para a umidade relativa do ar, 54,49 % no período chuvoso e 42,97 % no período seco.

Já o bairro Dirceu Arcoverde ocorreu o oposto aos do bairro Pedra Mole, apresentando as maiores médias de temperatura do ar, 30,22 °C no período chuvoso e 36,62 °C no período seco, e os menores valores médios para umidade relativa, sendo 43,80% no período chuvoso e 36,59%, no seco. Esta constatação reforça que a escassez de vegetação arbórea aliada à elevada densidade habitacional da região, são fatores influenciadores deste resultado.

Nas áreas urbanas, segundo Mota (2003, p.33), “em lugares pobres de vegetação as temperaturas alcançam valores máximos. Por outro lado, os valores mínimos são registrados em áreas verdes e reservatórios”, o que reforça a importância das áreas verdes para a melhoria ambiental.

Observa-se que o bairro Jóquei Clube aparece na tabela com o valor da média das temperaturas, intermediário aos dos dois outros bairros. No entanto, o valor da umidade, apesar de próximo ao do bairro Dirceu Arcoverde (diferença de 1,3 °C) é inferior. Essa região que já perdeu bastante cobertura vegetal e, portanto já não conta com o sombreamento das árvores suprimidas, ainda possui um número significativo de árvores nos imóveis. Apesar dos efeitos negativos para o microclima da região provocados pelo processo de verticalização do bairro, os edifícios fornecem sombreamento, contribuindo para amenizar o rigor térmico.

Estes resultados são similares aos encontrados por Almeida Jr. (2005), na cidade de Cuiabá em Mato Grosso, onde foram coletados dados de temperatura, por meio de equipamentos situados, simultaneamente, à sombra de árvores e expostos ao sol, nos períodos chuvoso (inverno) e seco (verão). Neste estudo foi constatado que as áreas arborizadas proporcionam melhores condições de conforto ambiental e amenizam as altas temperaturas dos ambientes urbanos, reduzindo a temperatura entre 6 e 15 °C, no inverno, e entre 6 e 10 °C, no verão.

5.4.2 Análise dos Valores de temperatura e umidade em função do Bairro e horário de coleta.

Os resultados dos valores da temperatura e umidade em função do bairro e horário de coleta encontram-se apresentados na tabela 5.2.

Conforme se observa na análise estatística dos valores de temperatura em função dos bairros e dos horários de coleta (Tabela 5.2), há diferenças de médias entre horários em um mesmo bairro. Diferem também quando se compara entre bairros as médias de um determinado horário.

Tabela 5.2 – Valores de temperatura e umidade em função do Bairro e horário de coleta

Bairro	Temperatura (°C)		
	Horário		
	Nove	Quinze	Vinte e Uma
Pedra Mole	30,31 ^{bC}	33,91 ^{aC}	28,03 ^{cC}
Jóquei	31,80 ^{bB}	34,56 ^{aB}	30,50 ^{cB}
Dirceu Arcoverde	33,39 ^{bA}	35,67 ^{aA}	31,21 ^{cA}
CV (%)	2,21		
Bairro	Umidade Relativa (%)		
	Nove	Quinze	Vinte e Uma
	Nove	Quinze	Vinte e Uma
Pedra Mole	47,38 ^{bA}	41,10 ^{cA}	57,70 ^{aA}
Jóquei	38,63 ^{bB}	31,92 ^{cB}	52,17 ^{aB}
Dirceu Arcoverde	38,31 ^{bB}	30,31 ^{cC}	51,95 ^{aB}
CV (%)	5,54		

Médias, na mesma linha, seguidas da mesma letra minúscula e na coluna, seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre pelo teste SNK ($\alpha=0,05$).

Para as umidades e aplicando-se o teste t, fica demonstrado em algumas comparações que as médias não diferem entre si. Observa-se que no horário das 9:00 horas, não há diferença entre os valores do bairro Pedra Mole e do bairro Jóquei Clube, no entanto difere dos valores do bairro Dirceu Arcoverde que tem como característica a alta taxa de ocupação e a ausência de vegetação arbórea. No horário das 15:00 horas quando a radiação solar é mais intensa e as temperaturas atingem altos valores, os três bairros não apresentam diferenças nas médias das umidades. Às 9:00 horas, o bairro Dirceu Arcoverde, que por suas características de ocupação do solo, permanece nesse horário uma grande quantidade de calor que foi acumulado durante o dia impedindo o aumento da umidade do ar.

Verificou-se que as temperaturas nos três bairros estudados, o horário das 15:00 horas foi o que apresentou as temperaturas mais elevada, seguido do das 9 horas e por último das 21:00 horas ($P>0,05$).

Em estudo similar na cidade de Fortaleza, Moura; Zanella e Sales (2010, p. 187), observaram que os horários de 14:00 e 15:00 horas foram os mais críticos, em questão de desconforto térmico, ocorrendo “possivelmente, pelas elevadas taxas de radiação incidente na superfície urbana de Fortaleza pela manhã e sua devolução à tarde [...] associado à complexa realidade do espaço urbano, na sua morfologia e funcionalidade”.

Avaliando as temperaturas dos bairros dentro de cada horário, o bairro Dirceu Arcoverde apresentou sempre temperaturas mais elevadas, seguido do Jóquei e Pedra Mole ($P<0,05$).

Para a umidade relativa do ar, observa-se que no horário das 9:00 e de 21:00 horas, não há diferença entre nos valores entre Jóquei Clube e Dirceu Arcoverde, enquanto o bairro Pedra Mole apresenta maiores valores nos três horários. No horário das 15:00 horas quando a radiação solar é mais intensa e as temperaturas atingem altos valores, Pedra Mole apresenta maior valor de umidade seguido do Jóquei e do Dirceu Arcoverde.

5.4.3. Dados coletados

Os dados coletados nos pontos e bairros estudados encontram-se nas tabelas 5.3, 5.4 e 5.5.

Tabela 5.3 – Temperatura e umidade relativa do ar no horário das 9 horas

Local	Outubro de 2008						Março de 2009					
	Temperatura (°C)											
	a	b	c	d	e	Média	a	b	c	d	e	Média
PM 1-5	31,7	34,2	33,4	33,8	33,1	33,2	26,4	28,2	27,5	27,7	27,1	27,4
JC 6-10	34,6	36,1	34,1	36,3	35,5	35,3	27,8	28,8	27,7	29,2	27,9	28,3
DA 11-15	38,2	36,5	36,9	35,7	37,2	36,9	31,4	29,7	29,9	28,4	30,1	29,9
	Umidade Relativa (%)											
PM 1-5	44,8	41,6	41,2	37,8	43,6	41,8	53,6	50,3	54,2	53	53,8	53,0
JC 6-10	33,5	29,5	35,8	31,9	30,9	32,3	44,8	45,6	46,6	43,1	44,6	44,9
DA 11-15	36,2	37,6	35,7	38,8	34,6	36,6	39,8	38,4	39,8	42,8	39,4	40,0

No horário das 9:00 horas (Tabela 5.3), os menores valores de temperatura foram encontrados no bairro Pedra Mole (31,7 °C), no período seco como no período chuvoso (26,4 °C), ambos no ponto 1, que está localizada numa praça.

Tabela 5.4 – Temperatura e umidade relativa do ar no horário das 15 horas

Local	Outubro de 2008						Março de 2009					
	Temperatura (°C)											
	a	b	c	d	e	Média	a	b	c	d	e	Média
PM 1-5	36,0	38,5	37,8	38,5	37,5	37,7	29,0	31,3	30,3	30,6	29,6	30,2
JC 6-10	37,0	38,7	36,7	39,0	38,1	37,9	30,4	32,5	30,2	32,2	30,8	31,2
DA 11-15	40,1	38,8	39,3	37,8	39,3	38,9	33,7	32,1	32,5	31,4	32,4	32,4
	Umidade Relativa (%)											
PM 1-5	35,6	34,6	35,2	34,1	37,6	35,4	47,6	45,4	48,1	46,0	47,0	46,8
JC 6-10	22,5	21,6	24,4	20,8	25,2	22,9	41,7	40,5	41,9	40,0	40,6	40,9
DA 11-15	21,5	26,0	24,4	25,5	22,4	24,0	34,8	35,9	37,1	38,8	36,9	36,7

Analisando os dados da tabela 5.4, observam-se maiores valores de temperatura do ar em outubro (período seco) no bairro Dirceu Arcoverde (DA), com o valor médio de 39,3 °C e máximo registrado no ponto 11 (40,1 °C) e o valor mínimo registrado no ponto 14 (37,8 °C). Os pontos 11 e 14 possuem características extremas, sendo o ponto 11, local desprovido de vegetação (referência) e o ponto 14, que corresponde a uma área com maior presença de vegetação (área verde) do bairro e apresentaram a maior diferença (2,3 °C).

No horário das 15 horas, o bairro Pedra Mole (PM) apresentou a menor temperatura média (37,9 °C). Ao se fazer a correlação de pontos com e sem vegetação, observou-se uma diferença máxima de temperatura de 2,5 °C, sugerindo a influência da vegetação;

No horário noturno foram registradas as menores variações de temperatura. Na tabela 5.5, observa-se que houve pequenas diferenças de temperaturas entre pontos e entre bairros.

Tabela 5.5 – Temperatura e umidade relativa do ar no horário das 21 horas

Local	Outubro de 2008						Março de 2009					
	Temperatura (°C)											
	a	b	c	d	e	Média	a	b	c	d	e	Média
PM 1-5	31,2	30,8	30,7	30,9	30,8	30,9	25,5	25,2	25,1	24,9	25,2	25,2
JC 6-10	33,5	33,2	32,9	33,1	33,3	33,2	27,5	27,9	27,4	28,3	27,7	27,8
DA 11-15	34,2	34	33,8	33,8	34,2	34,0	29,0	28,4	28,1	27,9	28,6	28,4
	Umidade Relativa (%)											
PM 1-5	52,9	51,0	52,3	50,3	52,2	51,7	66,0	62,6	60,5	62,9	66,4	63,7
JC 6-10	46,2	46,4	49,3	45,9	47,9	47,2	56,4	57,5	58,8	55,5	57,8	57,2
DA 11-15	49,0	49,6	47,9	50,8	48,8	49,2	53,0	54,2	56,6	56,6	52,9	54,7

5.4.4 Gráficos de temperatura e umidade relativa do ar

Nos gráficos a seguir (5.1 a 5.12) é apresentado o comportamento da temperatura do ar (média dos sete dias de medições) nos pontos amostrais dos três bairros e nas duas estações (seca e chuvosa).

Bairro Pedra Mole

Nos gráficos 5.1 e 5.2 apresenta-se o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar (média dos sete dias de medições) nos pontos amostrais do bairro Pedra Mole, em outubro de 2008, nos horários das 9 h, 15 h e 21 h.

Gráfico 5.1 – Comportamento da temperatura do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Pedra Mole (PM).

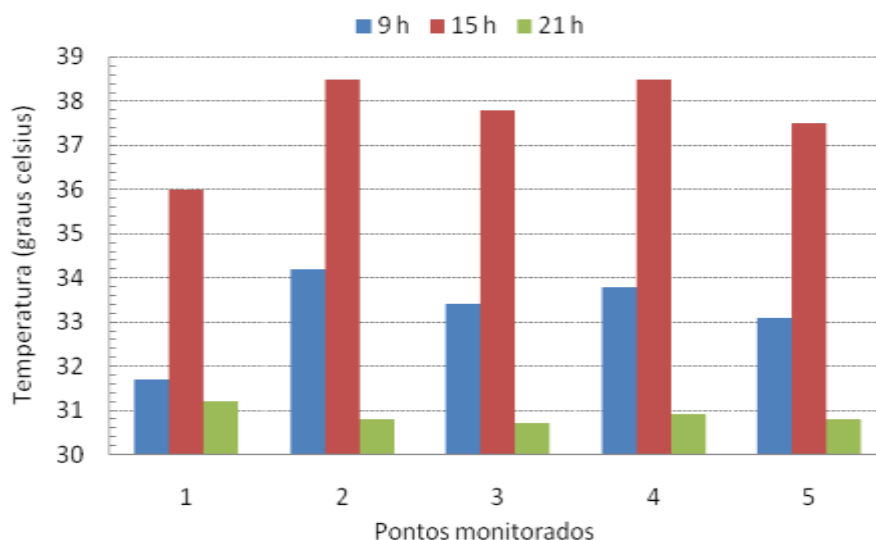
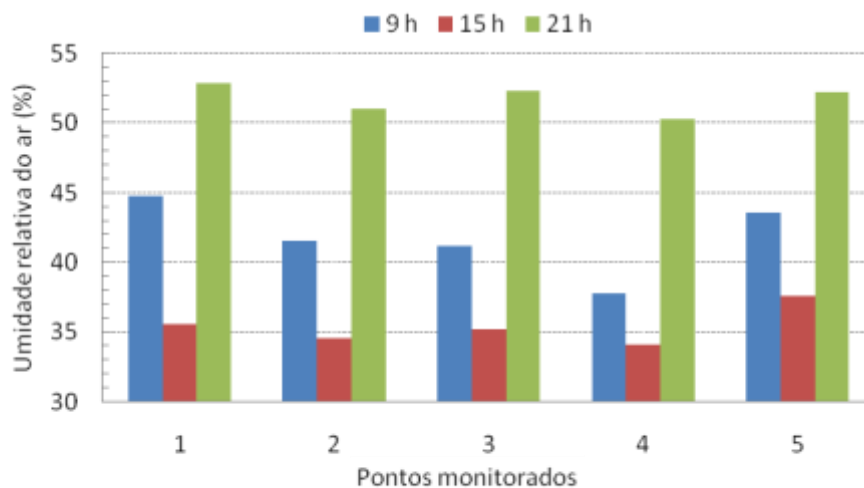


Gráfico 5.2 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Pedra Mole (PM).



Observa-se que o ponto 1 se destacou dentre os demais pontos, apresentando os menores valores da temperatura do ar nos horários de 9 h e de 15 h, tendo sido registrados os valores de 31,7 °C e 36,0 °C respectivamente. Os demais pontos não apresentaram grandes diferenças entre si para os valores da temperatura do ar registrados em um mesmo horário, não tendo ultrapassado 1,1 °C. No entanto a maior diferença registrada ocorreu no horário das 15 h, com a máxima nos pontos 2 e 4 (38,5 °C) e a mínima no ponto 1 (36,0 °C).

O pontos 1 (praça) e o ponto 5, estão situados em área verde enquanto que os demais estão em locais desprovidos de vegetação arbórea.

Analisando os gráficos 5.1 e 5.2, verifica-se que em todos os pontos, os menores valores da umidade relativa do ar foram registrados nos horários em que as temperaturas apresentaram os maiores valores enquanto que os maiores valores de umidade relativa foram observados nos horários de menores valores de temperatura.

Nos gráficos 5.3 e 5.4 é apresentado o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar (média dos sete dias de medições) nos pontos amostrais do bairro Pedra Mole, em março de 2009, nos horários das 9 h, 15 h e 21 h.

Gráfico 5.3 – Comportamento da temperatura do ar média, em março/2009 (período chuvoso), no bairro Pedra Mole (PM).

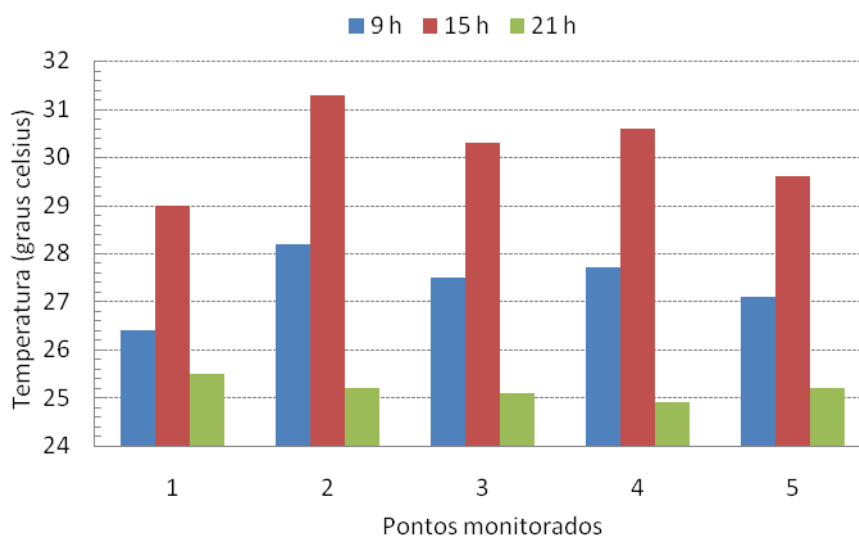
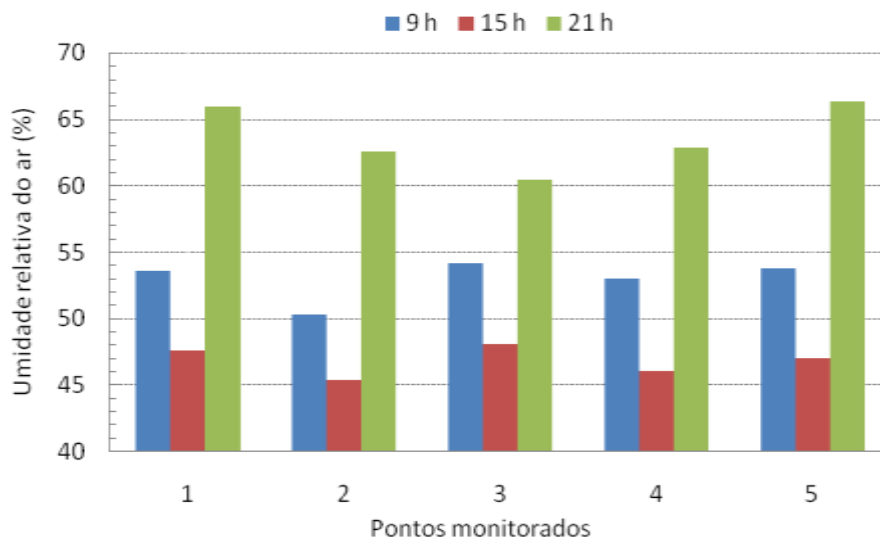


Gráfico 5.4 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em março/2009 (período chuvoso), no bairro Pedra Mole (PM).



É possível constatar que em março/2009 (período chuvoso), em todos os pontos monitorados houve redução nos valores da temperatura e aumento nos valores da umidade relativa do ar nos três horários quando se compara os períodos de outubro/2008 e março/2009. Nos horários de 15 h e 21 h, apesar de ter havido redução nos valores da temperatura do ar e aumento da umidade relativa, a diferença se mantém. Destaca-se que os pontos 1 (praça) e 5 (com vegetação), apresentaram para os horários de 9 h e 15 h, os menores valores de temperatura do ar e a variação nas médias dos valores registrados nos diferentes horários são mais próximas que nos demais pontos. No horário das 21 h os valores das temperaturas nos cinco pontos são muito próximos.

Nas duas estações, ao se comparar os pontos, nota-se que os valores das umidades relativas, apresentam pequenas diferenças entre si no mesmo horário. À noite (21 h), esses valores aumentam em todos os pontos e em março (seca) se destacam com as máximas (66,0 % e 66,4%) registradas, os pontos situados em duas áreas com vegetação (pontos 1 e 5) respectivamente.

O menor valor (60,5 %) ocorreu no horário noturno ocorreu na estação chuvosa e foi registrado no ponto 3 que apesar de estar situado próximo a uma árvore, está próximo também a uma quadra de esportes com piso em concreto que acumula calor durante o dia, através da radiação solar.

Nos gráficos 5.5 e 5.6 apresenta-se o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar (média dos sete dias de medições) nos pontos amostrais do bairro Jóquei Clube, em outubro de 2008, nos horários das 9 h, 15 h e 21 h.

Gráfico 5.5 – Comportamento da temperatura do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Jóquei Clube (JC).

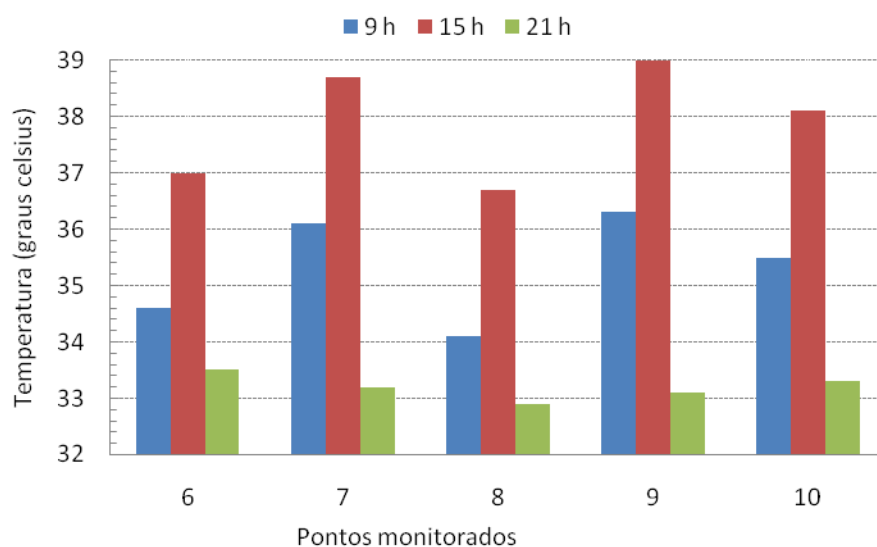
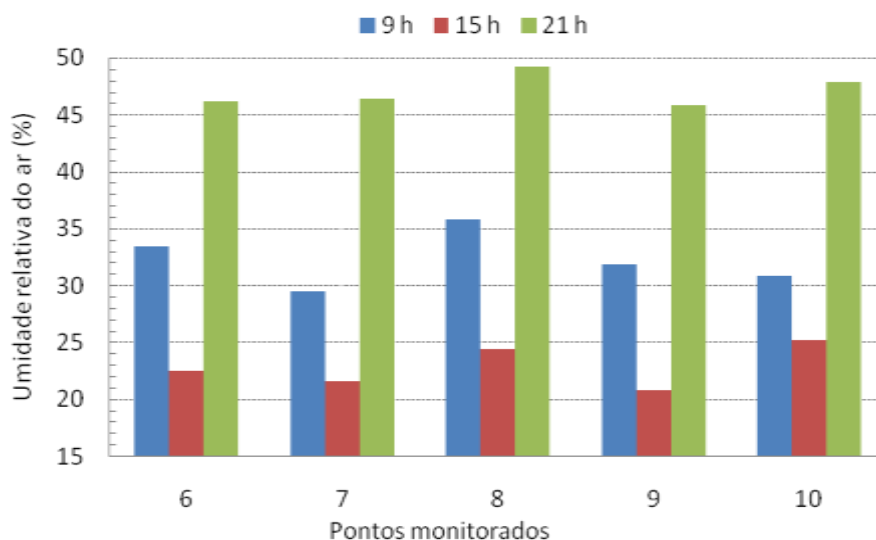


Gráfico 5.6 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Jóquei Clube (JC).



Observando-se o gráfico 5.5, é possível constatar que em outubro (período seco) as diferenças de valores das temperaturas do ar entre pontos são mais acentuadas nos horários de 9 h e 15 h enquanto que no horário das 21 h as diferenças observadas são mínimas.

As maiores diferenças ocorreram no horário das 15 h, com o menor valor registrado no ponto 8 (36,7 °C) e o maior valor registrado no ponto 9 (39,0 °C), apresentando uma diferença de 2,3 °C.

O ponto 8 está localizado em uma área verde (praça), com alta densidade arbórea promovendo sombreamento durante o dia todo. O ponto 9 está situado em uma rua desprovida de vegetação, portanto sem sombreamento diurno. O local do ponto 6 é uma rua com poucas árvores, no entanto existem muitas árvores no interior dos imóveis da quadra.

Nos gráficos 5.7 e 5.8 apresenta-se o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar (média dos sete dias de medições) nos pontos amostrais do bairro Jóquei Clube, em março 2009, nos horários das 9 h, 15 h e 21 h.

Gráfico 5.7 – Comportamento da temperatura do ar média, em março/2009 (período chuvoso), no bairro Jóquei Clube (JC).

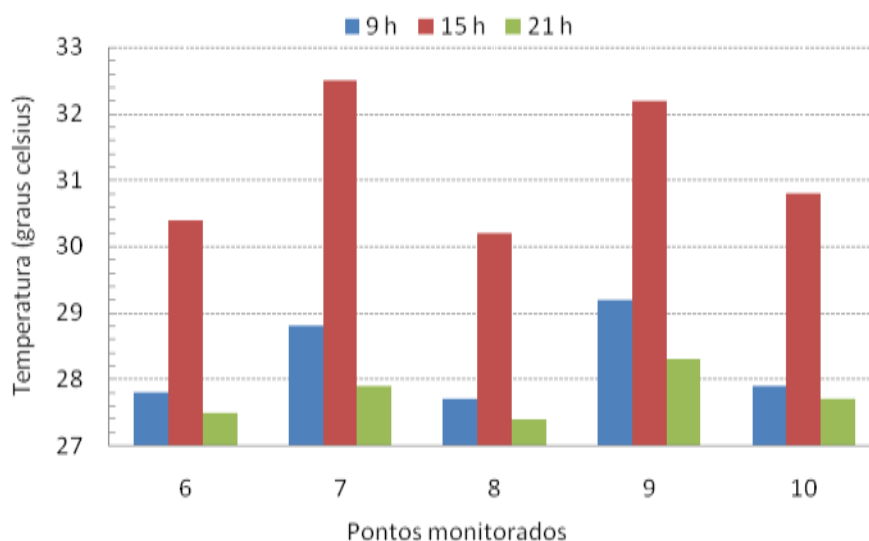
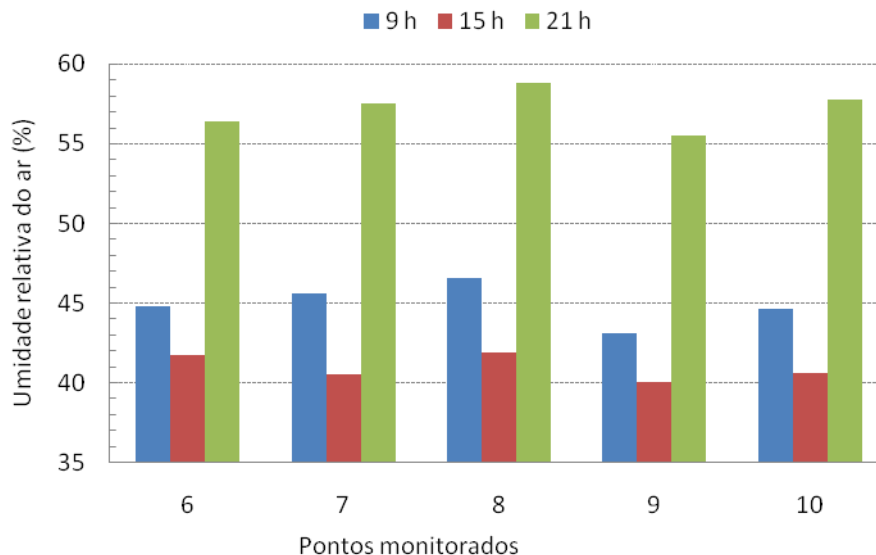


Gráfico 5.8 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em março/2009 (período chuvoso), no bairro Jóquei Clube (JC).



Observa-se que também no mês de março (período chuvoso) as maiores diferenças entre os valores da temperatura do ar ocorreram no período da tarde (às 15 h) sendo que os maiores valores da temperatura do ar foram registrados no ponto 7 (32,5°C) e no ponto 9 (32,2°C). Destaca-se que estes pontos com maiores temperaturas estão ambos, em áreas com

ausência de vegetação. Os menores valores registrados ocorreram no ponto 6 (30,4°C), no ponto 3 (30,2°C) e no ponto 9 (30,8°C), que são locais com vegetação.

Pode ser observado, também, que houve uma aproximação nos valores das temperaturas do ar ao se comparar os valores registrados no horário das 9 h e no horário das 21 h. Também para o horário das 9 h, os valores demonstram uma redução nas diferenças de temperaturas do ar entre pontos (1,5 °C). Isto se justifica pelo sombreamento proporcionado por nuvens, principalmente no início do dia e pelo resfriamento do solo devido às constantes precipitações.

Para o bairro Jóquei Clube, os resultados dos valores das umidades relativas, demonstram que em um mesmo horário, os pontos também não apresentam grandes diferenças. Verifica-se que as maiores médias de umidade (março) apesar de inferiores são próximas às do bairro Pedra Mole, com uma diferença de 6,5 %.

Nos gráficos 5.9 e 5.10 é apresentado o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar (média dos sete dias de medições) nos pontos amostrais do bairro Dirceu Arcoverde, em outubro de 2008, nos horários das 9 h, 15 h e 21 h.

Gráfico 5.9 – Comportamento da temperatura do ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Dirceu Arcoverde (DA).

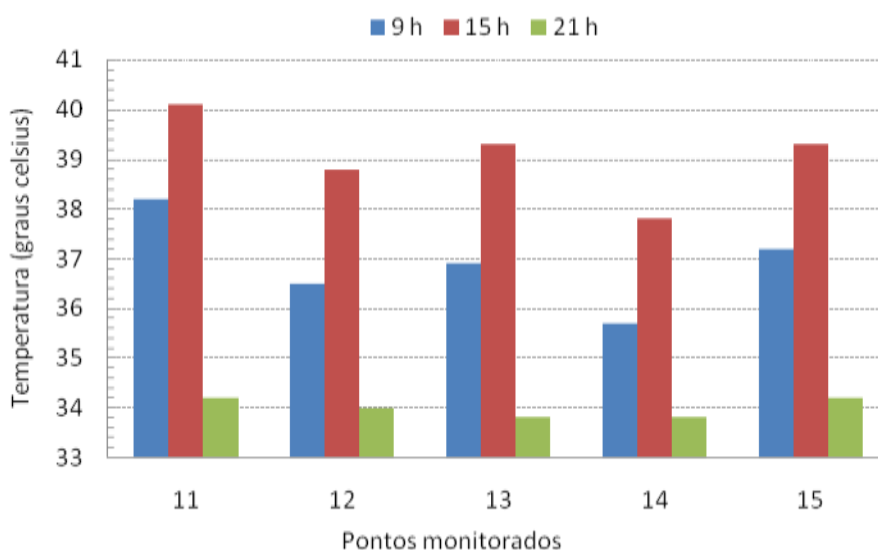
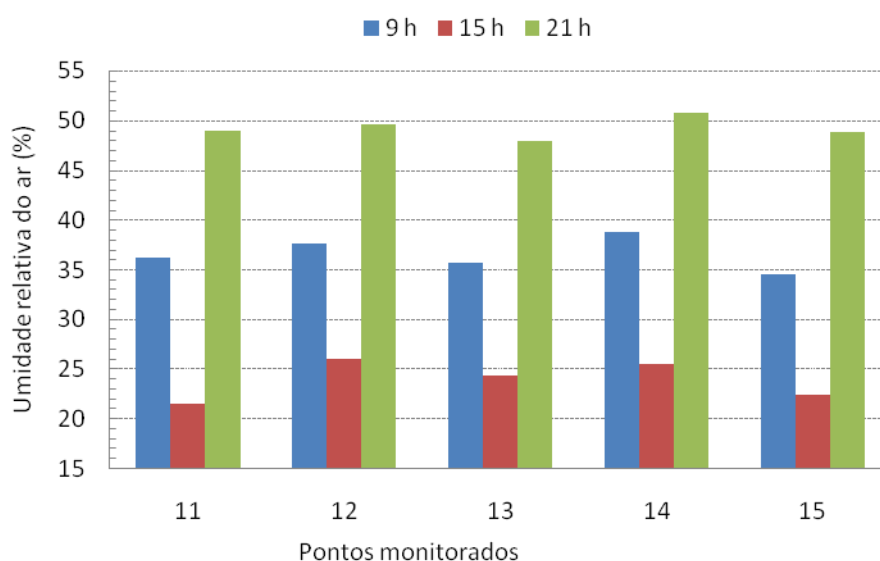


Gráfico 5.10 – Comportamento da umidade relativa ar média, em outubro/2008 (período seco), no bairro Dirceu Arcoverde (DA).



Observa-se que os pontos 11, 13 e 15 apresentaram os maiores valores da temperatura do ar, nos horários de 9h e de 15h, com destaque para o ponto 11 cujo valores registrados da temperatura foi de 38,2 °C e 40,1 °C respectivamente. No ponto 14, nos horários de 9 h e 15 h, foram registrados os valores mais baixos de temperatura (35,7°C e 37,8°). As maiores diferenças registradas ocorreram no horário das 15 h. Já no horário de 21 h não houve significativas diferenças entre os valores registrados nos pontos de coleta.

O ponto 14 está situado em uma área verde (praça), o ponto 12 está localizado em uma avenida com a presença de algumas árvores de pequeno porte e os demais pontos estão em local desprovido de vegetação arbórea.

Nos gráficos 5.11 e 5.12 apresenta-se o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar (média dos sete dias de medições) nos pontos amostrais do bairro Dirceu Arcoverde, em março de 2009, nos horários das 9 h, 15 h e 21 h.

Gráfico 5.11 – Comportamento da temperatura do ar média, em março/2009 (período chuvoso), no bairro Dirceu Arcoverde (DA).

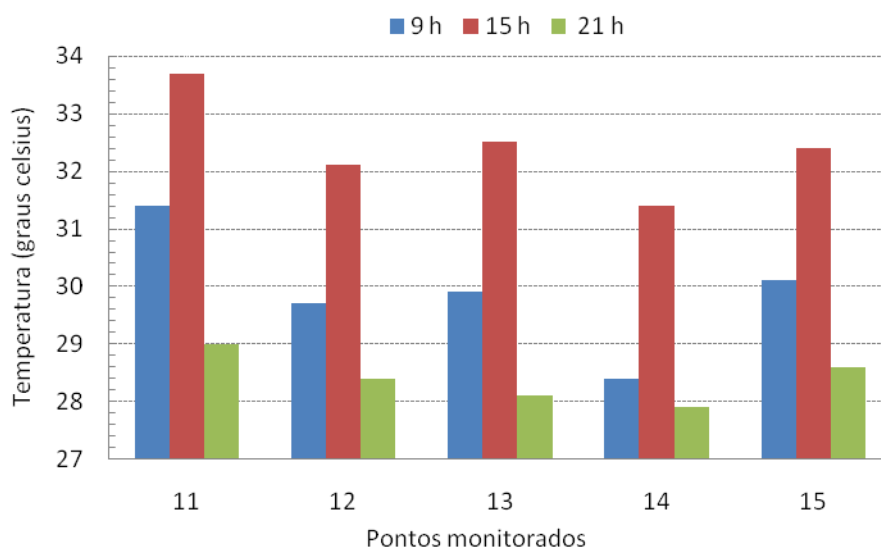
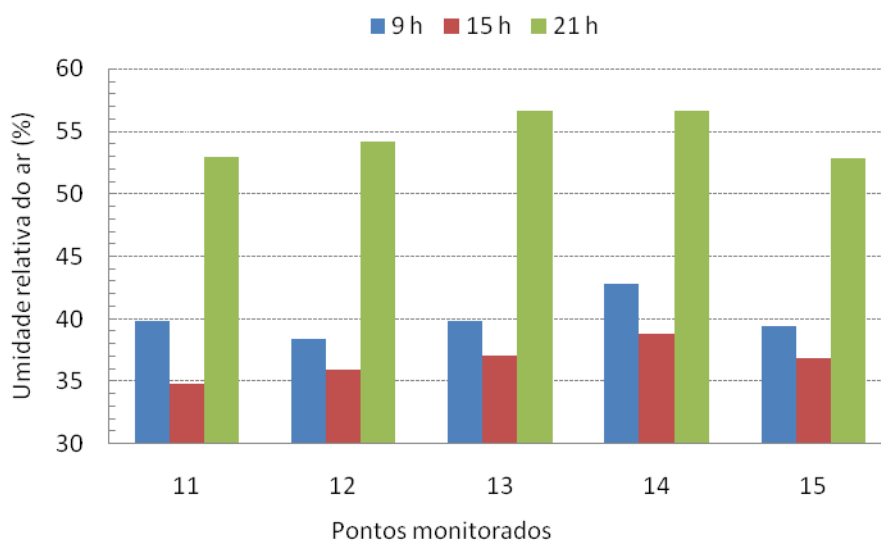


Gráfico 5.12 – Comportamento da umidade relativa do ar média, em março/2009 (período chuvoso), no bairro Dirceu Arcoverde (DA).

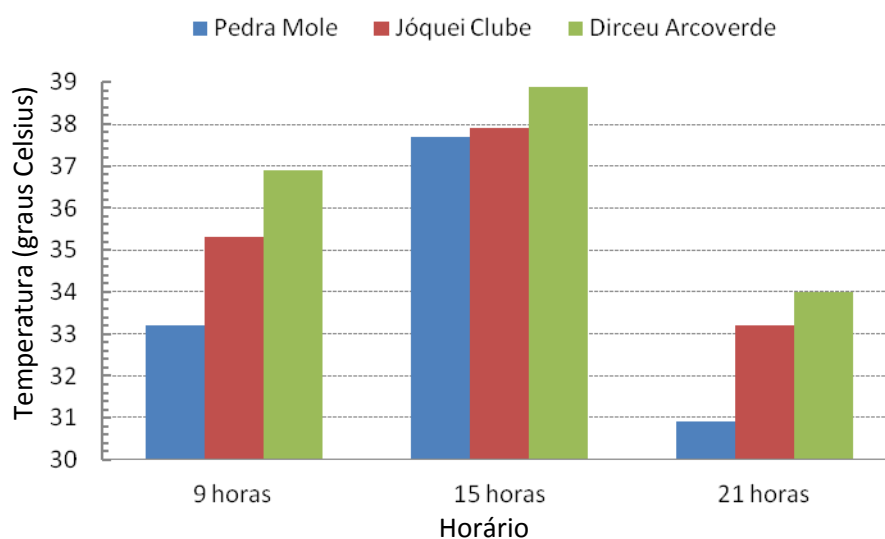


Ao se observar o gráfico 5.11, é possível verificar que, apesar de ter havido uma aproximação entre os valores de temperatura medidos nos horários de 9 h 15 h e 21 h para um mesmo ponto, os pontos 11, 13 e 15 continuaram com os maiores valores da temperatura do ar, nos horários de 9 h e de 15 h, destacando-se o ponto 11, cujos valores registrados da temperatura foi de 31,4 °C e 33,7 °C, respectivamente. O ponto 14 apresentou os menores

valores de temperatura registrados e as maiores diferenças registradas ocorreram no horário das 15 h, e no horário de 21 h não houve grandes diferenças entre os valores registrados nos pontos de coleta.

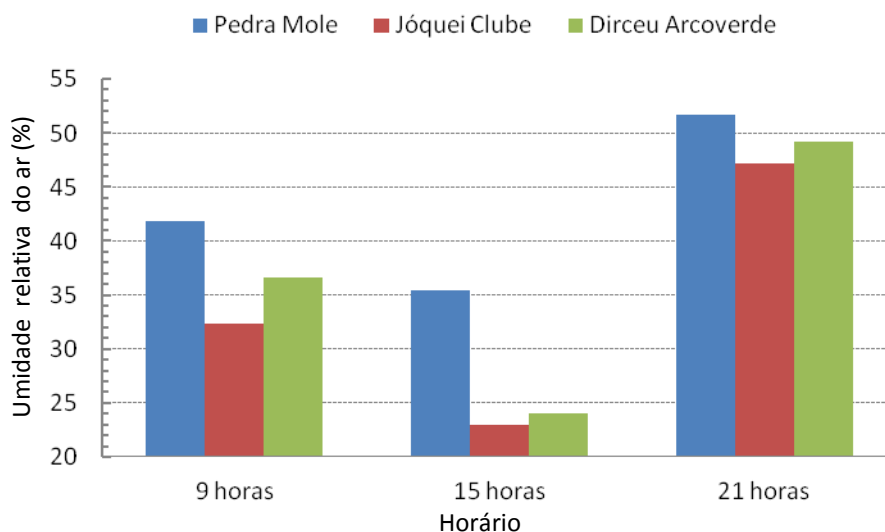
Nos gráficos a seguir é apresentado o comportamento da temperatura do ar nos três bairros (média dos cinco pontos) nas duas estações (seca e chuvosa).

Gráfico 5.13 – Comportamento da temperatura do ar (média dos cinco pontos), em outubro/2008.



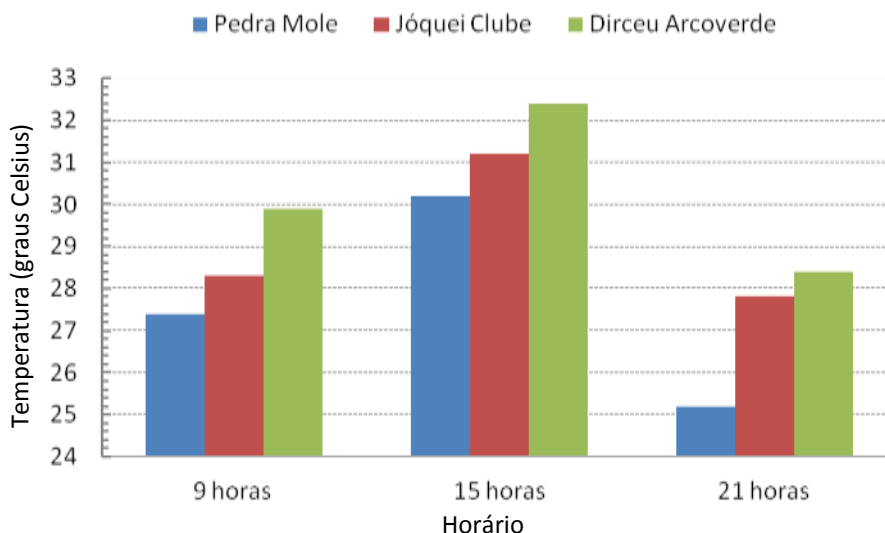
O gráfico 5.13 nos permite observar que para a estação seca, nas três áreas de estudo os maiores valores de temperatura foram obtidos no turno da tarde (15 h) e que nos três horários de coleta, o bairro Dirceu Arcoverde apresentou a maior média de temperaturas. No bairro Pedra Mole foi registrado a menor média com 30,9 °C às 21 h e a maior foi registrada no bairro Dirceu Arcoverde com 38,9 °C às 15 h, o que representa uma amplitude térmica de 8 °C.

Gráfico 5.14 – Comportamento da umidade relativa do ar (média dos cinco pontos), em outubro/2008.



Para o período seco o gráfico 5.14 demonstra que os maiores valores de umidade relativa do ar nos três bairros foram registrados no horário noturno (21 h) e os menores à tarde (15 h) e que o bairro Jóquei Clube apesar de não possuir a área de estudo com a menor presença de vegetação no entorno, apresentou as menores médias por horário de coleta.

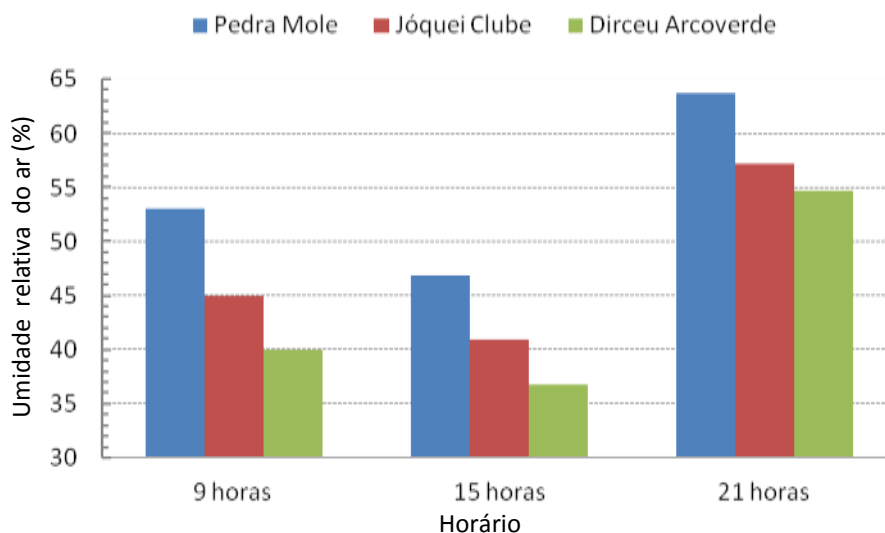
Gráfico 5.15 – Comportamento da temperatura do ar (média dos cinco pontos), em março/2009.



Os resultados coletados na estação chuvosa e demonstrados através do gráfico 5.15, seguem a mesma tendência da estação seca, com os maiores valores registrados no horário de 15 h e os menores no horário de 21 h, sendo que em todos os horários os menores valores foram registrados no bairro Pedra Mole e os maiores no bairro Dirceu Arcoverde. No entanto

ao se comparar com os valores registrados em outubro, observa-se que houve redução nos valores absolutos das temperaturas em todos os bairros e horários.

Gráfico 5.16 – Comportamento da umidade relativa do ar (média dos cinco pontos), em março/2009.



O gráfico 5.16 nos permite observar que diferente do que ocorreu no período seco, na estação chuvosa, o bairro que apresentou nos três horários as menores médias de umidade relativa do ar foi o bairro Dirceu Arcoverde.

Nos três bairros estudados ficou demonstrado que os menores valores de umidade relativa ocorreram no horário das 15 h, atingindo maiores valores às 21 horas. Enquanto que, às 9 horas, a umidade já dá sinais de redução certamente em função da incidência do sol que nesse horário já é elevada. As grandes variações aconteceram entre estações, não podendo se desprezar as variações de bairro para bairro.

6 CONCLUSÃO

Os resultados da pesquisa demonstraram a influência da vegetação arbórea na atenuação do rigor térmico nas áreas estudadas. O efeito do sombreamento proporcionado pela vegetação é mais acentuado no período seco (verão) quando ocorrem as maiores amplitude térmicas nos pontos monitorados.

Os três bairros estudados estão situados do lado direito do rio Poti sendo que apenas o Dirceu Arcoverde não possui o rio como limite e abrange a área estudada com maior altitude, tendo apresentado os maiores valores de temperatura do ar.

Em geral, os pontos com a presença de vegetação arbórea apresentaram os menores valores de temperatura e os maiores valores de umidade relativa do ar. Constatou-se que enquanto no bairro Pedra Mole com extensas áreas verdes no entorno do local da pesquisa foram registrados os valores mais baixos de temperatura, o bairro Dirceu Arcoverde que tem como característica a alta densidade habitacional que restringe os espaços livres e suprime a vegetação, apresentou um expressivo rigor térmico e as maiores diferenças de temperaturas entre o ponto de referência e ponto com presença arbórea.

Observou-se também que o bairro Jóquei Clube que passa por um intenso processo de verticalização, no entanto ainda matem bastantes árvores principalmente no interior dos imóveis privados apresentou valores intermediários. Deduz-se, portanto que o sombreamento proporcionado pelas edificações, também contribui para amenizar o efeito da radiação solar, principalmente no período seco (verão).

As diferenças verificadas ao se comparar pontos desprovidos de vegetação com pontos sob a presença de vegetação, aliadas à observação de valores mais baixo no bairro com áreas verdes no entorno do local estudado, nos conduz à constatação da existência da influência das áreas verdes na amenização do desconforto térmico em ambientes urbanos. As áreas verdes urbanas, além de protegerem o solo da impermeabilização, facilitando a infiltração das águas pluviais e reduzindo o escoamento superficial, controlam a poluição atmosférica e melhoram, também, as condições climáticas.

Desta forma, destaca-se a importância da vegetação para a melhoria da qualidade ambiental dos aglomerados humanos, devendo ser uma preocupação dos gestores públicos e técnicos de projetos urbanísticos, a elaboração de planos que promovam a conservação, quando possível, da vegetação existente, e ainda, de projetos voltados para a implantação de espaços livres com mais área de vegetação e para a arborização urbana.

Para a solução de problemas ambientais se faz necessário a conscientização da sociedade de que é imprescindível o compromisso de todos no sentido de contribuir para a melhoria do relacionamento com o meio ambiente.

Observou-se que a dificuldade em se encontrar local para se destinar a biomassa proveniente da poda de árvores tem contribuído para a eliminação de elementos arbóreos por parte da população. Portanto são necessárias ações do poder público através de campanhas de educação ambiental no sentido de conscientizar a população da importância da conservação da vegetação urbana. O serviço de coleta do material proveniente da poda por parte dos órgãos de limpeza pública seria uma medida de incentivo ao plantio e à manutenção de árvores.

REFERÊNCIAS

ABREU, Irlane Gonçalves. Cidade: conceitos e interpretações. **Scientia et Spes**. Teresina, ano 1, n.1, p.77-83, 2002.

ABREU, Irlane Gonçalves. **O crescimento da zona Leste de Teresina: um caso de segregação**. 1983, 109 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1983;

ABREU, Irlane Gonçalves; LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Igreja do Amparo: o marco zero de Teresina. In: **Cadernos de Teresina**. Teresina, n. 32. p. 20-25. 2000.

ABREU, Loyde Vieira de. **Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas**. 2008, 163f,. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

AGRITEMPO. **Dados Históricos da Estação Meteorológica INMET (Teresina-PI)**. 2009. Disponível em: <[http:// www.agritempo.gov.br/ agroclima/sumario?uf=PI](http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario?uf=PI)>. Acesso em: 20 maio 2009.

ALMEIDA JUNIOR, N. L. **Estudo de Clima Urbano: uma proposta metodológica**. 2005, 94 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2005.

ANDRADE, Carlos Sait P. de. O calor descortinando paisagens: Um "olhar" sobre a cidade de Teresina. In: VASCONCELOS, José Gerardo; ADAD, Shara Jane Holanda Costa (Org.). **Coisas de Cidade**. Fortaleza: Editora UFC, 2005.

ARAÚJO, Cristina Cunha de. **Trilhas e estradas: a formação dos bairros Fátima e Jockey Clube (1960 – 1980)**. 2009, 155p. Dissertação (Mestrado em História do Brasil) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2009.

ARAÚJO, Maria Luiza Malucelli. Sustentabilidade das cidades: aspectos conceituais. **RAÍÇA**, Curitiba, n. 12, p. 145-152, 2006.

ARAÚJO, José Luís Lopes (Coord.). **Atlas Escolar do Piauí: geo-histórico e cultural**. João Pessoa: Editora Grafset, 2006.

BARBIRATO, Gianna Melo; SOUZA, Lea Cristina Lucas de; TORRES, Simone Carnaúba. **Clima e cidade:** a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. Maceió: EDUFAL, 2007.

BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos:** estudo em microclimas de Maceió (AL). São Carlos. Dissertação (Mestrado em. Ciências da Engenharia Ambiental), 2005. 117p Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

BARROS, Marcelo Paes de; Nogueira, Marta Cristina Jesus Albuquerque; MUSIS, Carlo Ralph de. O projeto de parque urbano e os riscos da exposição ao calor. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 147-156, abr./jun. 2010.

BARROS, Miriam Vizintim Fernandes; VIRGÍLIO, Haroldo. Praças: espaços verdes na cidade de Londrina. **Geografia**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 533-544. 2003.

BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo Bueno. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano no ambiente construído.** 2003, 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003.

BASTOS, Edson Alves; ANDRADE JR., Aderson S. de. **Dados Agrometeorológicos para o município de Teresina, PI (1980-1999).** Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/68911>>. Acesso em: 9 set. 2011.

BENÉVOLO, Leonardo. **História da cidade.** 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.

BUENO, Carolina Lotufo. **Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas.** 1998. 177 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP, Campinas, 1998.

BUCCHERI Filho Alexandre Theobaldo; NUCCI, João Carlos. Espaços Livres, Áreas Verdes e Cobertura Vegetal no Bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.18, p. 48-59, 2006.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M.V. Introdução à Ciência da Geoinformação. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros.html>>

CASTELO BRANCO, Aline Elvas. Urbanização e Clima em Teresina. **Caderno de Teresina**, Teresina, ano 15, n.35. mar. 2003, p. 10-15.

CASTELO BRANCO, Aline Elvas; ARAÚJO, Virginia Maria Dantas de. O desenho urbano e sua relação com o microclima: um estudo comparativo entre duas áreas centrais de Teresina. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 6., 1997. Salvador, BA, **Anais...** São Pedro, SP: ANTAC, 2001.

CAVALHEIRO, F; NUCCI, J. C. Espaços Livres e Qualidade de vida Urbana. **Paisagem Ambiente: ensaios**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 1998, n. 11, 279-288, dez. 1998.

CARVALHO, Marcia Monteiro. **Clima urbano e vegetação**: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal. 2001. 288 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001.

CEPRO, Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Publicações**. Disponível em: <<http://www.cepro.pi.gov.br/download>>. Acesso em: 15 mai. 2010.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do Conama**: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008. 2. ed. Brasília: Conama, 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2011.

COSTA, Angelina Dias Leão. **Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambientes externos**: uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN. 2003, 179 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2003.

COSTA, Renata Geniany Silva; COLESANTI, Marlene Munro. A contribuição da percepção ambiental nos estudos das áreas verdes. **RA'E GA**, Curitiba, n. 22, p. 238-251, 2011.

DACANAL, Cristiane; LABAKI, Lucila Chebel; SILVA, Talita Meulman Leite da. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente construído**. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr./jun. 2010.

DUARTE, Denise Helena Silva; SERRA, Geraldo Gomes. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de indicador. **Ambiente construído**. Porto Alegre, v.3, n.2, p.7-20, abr./jun.2003.

FAÇANHA, Antônio Cardoso. Gestão urbana e dilemas no poder local: internidade e dispersão em Teresina (PI). **Revista de Geografia**. Recife, v. 24, n. 1, p. 77-97, jan/abr. 2007.

FAÇANHA, Antônio Cardoso. **A revolução urbana de Teresina:** agentes, processos e formas espaciais na cidade. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 1998.

FEITOSA, Sonia Maria Ribeiro et al. Consequências da Urbanização na Vegetação e na Temperatura da Superfície de Teresina – Piauí. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.6, n.2, p.58-75, 2011.

FEITOSA, Sonia Maria Ribeiro. **Alterações climáticas em Teresina, PI decorrentes da urbanização e supressão das áreas verdes.** 2010, 112 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Piauí, 2010.

FREITAS, Edmilson Dias de; DIAS, Pedro Leite da Silva. Alguns efeitos de áreas urbanas na geração de uma ilha de calor. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, SP, v.20, n.3, 355-366, 2005.

FREITAS, Ruskin; POUEY, Maria Tereza. Arborização: um indicador de sustentabilidade urbana. In: ENCONTRO NACIONAL DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL, 6., BARBOSA 2002. Recife, PE. **Anais ...** Recife: UFPE, 2000. 1 CD.

FROTA, Anésia Barros; SHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto Térmico:** arquitetura, urbanismo. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FUNDAÇÃO CEPRO. **Piauí:** evolução, realidade e desenvolvimento. Teresina: Fundação CEPRO, 1979.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor:** como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre; SOARES, Beatriz Ribeiro. Reflexões sobre qualidade ambiental urbana. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 21-30, jul-dez. 2004.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Caminhos de Geografia**. v. 7, n. 10, p. 94-106, set. 2003.

GONÇALVES, Neyde Maria Santos. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, p 69-91, 2009.

GUIA de Teresina. Disponível em: <www.guiadeteresina.com/historia>. Acesso em: 10 out. 2011.

GUIMARÃES, Pedro Paulino. **Configuração Urbana**: Evolução, Avaliação, Planejamento e Urbanização. São Paulo: Prolivros, 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Teresina: IBGE, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. IBGE, Brasília. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 24 jan. 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades @**: Município de Teresina, 2009. Homepage de internet. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados agregados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=25&i=P&c=202>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

JESUS, Silvia Cristina de; BRAGA, Roberto. Análise espacial das áreas verdes urbanas da estância de águas de São Pedro. **Caminhos de geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 16, p. 207-224, out. 2005

KALLAS, Luana Miranda Esper. **Desenhando com o clima e a vegetação**: Um estudo de caso do loteamento HBB em Teresina – PI. 2008, 167 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília – UNB, Brasília, 2008.

LABAKI, Lucila Chebel et al. **Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. Fórum Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, 2011.

LAMAS, José M. Ressano Garcia. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 2004.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Rutkay. **Eficiência energética na arquitetura**. 2. ed. São Paulo: Prolivros, 2004.

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.18, p.95-111, 2006.

LENCIONI, Sandra. Observações Sobre o Conceito de Cidade e Urbano. **Geousp - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 24, p. 109 - 123, 2008.

LIMA, A.M.L.P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUZA, M.A.L.B.; FIALHO, N. O; DEL PICCHIA, P.C.D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, São Luís/MA. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 539-550.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Teresina: Urbanização e Meio Ambiente. **Scientia et Spes**. Teresina, ano 1, n. 2, p. 181-206, 2002.

LIMA, Antônia Jesuíta de. **Favela COHEBE**: uma história de luta por habitação popular. Teresina: EDUFPI. 1996.126p.

LOBODA, Carlos Roberto; DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingos. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, uso se funções. **Ambiência**. Guarapuava, PR, v.1, n. 1, p. 125-139, jan./jun., 2005.

LOMBARDO, Magda Adelaide. O clima e a cidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 4. 1997. Salvador, BA, **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997, p. 59-62. 1 CD.

_____. **Ilhas de calor nas metrópoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

MACHADO, R.R.B.; PEREIRA, E.C.G.; ANDRADE, L.H.C. Evolução temporal (2000-2006) da cobertura vegetal da zona urbana do município de Teresina - Piauí - Brasil. **REVSBAU**. Piracicaba - SP, n.3, v.5, 2010, p.97-112.

MAPA Brasil, suas Regiões e Estados. [200-] Disponível em:
<<http://www.brasilrepublica.com/mapa.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

MAPA de Teresina. [200-]. Disponível em:
<http://www.geocities.ws/teresina_pi/mapa.htm>. Acesso em: 15 jun. 2011

MAPA Teresina em bairros [200-]. Disponível em:
<<http://www.geo.teresina.gov.br/teresinaembairros/mapa.htm>>. Acesso em: 12 mai. 2009

MARGULIS, S. **A Regulamentação Ambiental**: Instrumentos e Implementação. Rio de Janeiro: IPEA, 1996. Texto para Discussão, n 437.

MARTINE, George. O lugar do espaço na equação população/meio ambiente. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 181-190, jul./dez. 2007

MASCARÓ, J. L. **Manual de loteamentos e urbanizações**. Porto Alegre: Sagra/ DC Luzzatto, 1994.

MASCARÓ, Lúcia Raffo de. **Ambiência Urbana**. 2. ed. Porto Alegre: +4 Editora, 2004.

MASCARÓ, Lúcia Elvira Alicia Raffo de; MASCARÓ, Juan Luis. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: L. Mascaró, J. Mascaró, 2002. 242 p.

MASCARÓ et al. Aspectos Ambientais, Energéticos e de Harmonia com a Infra-Estrutura Urbana. In: ENCONTRO NACIONAL DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL. 5., 2000. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: FAUUF RJ, 2000.

MATOS, Karenina Cardoso. A paisagem da Lagoa dos Oleiros: uma proposta de cenários urbanos para uso sustentável. **Scientia et Spes**. Teresina, ano 1, n. 2, p. 223-238, 2002.
MENDES, Maria Cecília. A princesa de Teresina. **Scientia et Spes**. Teresina, ano 1, n. 2, p. 239-253, 2002.

MENDONÇA, Francisco. O estudo do clima urbano no Brasil: evolução, tendências e alguns desafios. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, p 175-192, 2009.

MILLS, G. Luke Howard and the climate of London. **Weather**, v. 63, n. 4, Abril, 2008.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e Clima Urbano. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, p 9-68, 2009.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976, 181p.

MONTE-MÓR, Roberto Luís. **O que é o urbano, no mundo contemporâneo**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2006 (Texto para discussão, 281).

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

MOTTA, Diana Meirelles da AJARA Cesar. Configuração da Rede Urbana do Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. Curitiba, n. 100, p. 7-25, jan./jun., 2001.

MOURA, Marcelo de Oliveira; ZANELLA, Maria Elisa; SALES, Marta Celina Linhares. Conforto térmico em Fortaleza-CE. **Revista da ANPEGE**. Fortaleza, v. 6, p. 177-189, jan./dez., 2010

MOURA, M. O.; ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L. Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza/CE. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, vol.28, n.2, p.33-44, jul-dez., 2008.

MUNFORD, Lewis. **A cidade na história**: suas origens, transformações e perspectivas. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

NASCIMENTO, Francisco Alcides do. **A cidade sob o fogo**: modernização e violência policial em Teresina – (1937-1945). Teresina: Fundação Monsenhor Chaves, 2002.

NUCCI, João Carlos. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. 2. ed. Curitiba: João Carlos Nucci, 2008.

PAULA, Roberta Zakia Rigitano de; LABAKI, Lucila Chebel. A vegetação e o conforto térmico do ambiente construído: um estudo sobre a avaliação de conforto. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 8., 2005. Maceió, AL, **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005, p. 1424-1430. 1 CD.

PAIVA, João Paulo Matias. **Análise Microclimática em Conjuntos Habitacionais**: o caso do Conjunto Ceará – Fortaleza/CE. 2010, 151 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual do Ceará, 2010.

PAZ, Luiz Hildebrando Ferreira. **A Influência da Vegetação sobre o Clima Urbano de Palmas, TO**. 2009, 170 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

PELUSO, Marília Luiza. Reflexões sobre ambiente urbano e representações sociais. In: PAVIANI, Aldo. Gouvêa, Luiz Alberto de Campos. (Org.). **Brasília**: Controvérsias ambientais. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2003. p. 181-196.

RAMALHO. Deolinda de Sousa. Degradação ambiental urbana e pobreza: a percepção dos riscos. **Raízes -Revista de Ciências Sociais e econômicas**, Campina Grande, ano 18, n. 19, p. 16-30, maio 1999.

RIBEIRO, Helena; VARGAS, Heliana Comim. Qualidade ambiental urbana: ensaio de uma definição. In: _____. **Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana**. São Paulo: EDUSP, 2004.

ROGERS, Richard. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2001;

ROLNICK, Raquel. **O que é cidade**. São Paulo: Brasiliense, 1988. (Coleção Primeiros Passos).

SALES, Maria do Socorro T. Melo. **Educação Ambiental**: a preservação do verde na zona urbana na cidade de Teresina-PI. 2003, 215 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, 2003.

SANTOS, Milton. **A urbanização Brasileira**. 5. Ed. São Paulo: EDUSP, 2005.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**. São Paulo: Hucitech, 1999.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. E. Vegetation as a Climatic Component in the Design of a Urban Street: An Empirical Model for Predicting the Cooling Effect of Urban Green Areas with Trees. **Energy and Buildings**, v. 31, p. 221-235, apr. 2000.

SCHLEE, Andrey Rosenthal. O clima e a arquitetura brasileira. **Ciência & Ambiente**. n.22, p. 19-34, jan./jun., 2001.

SILVEIRA, Ana Lúcia Ribeiro Camillo da. **Parâmetros Bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil**. 2007. 312 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília- UNB, Brasília, 2007.

_____. A cidade contemporânea: características e desafios. **Scientia et Spes**. Teresina, ano 4, n. 7, p. 33-46, 2005

SIMON, David. Urbanization and global environmental change: 21st century challenges. **The Geographical Journal**, v.173, n. 1, p. 75-92, March, 2007.

SOUZA, Léa Cristina Lucas de Souza; MATTOS, Artur. Ilha de calor e geometria urbana na cidade de São Carlos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 4., 1997. Salvador, BA, **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997, p. 97-101. 1 CD.

SAS/STAT - Statistical Analysis System. **User's guide version 6.11**, 4. ed., v.2. Cary: SAS Institut Inc., 1996, 842 p.

STRAMANDINOLI, Cristina Malafaia Caetano. **Análise da qualidade ambiental de espaços urbanos em clima tropical úmido: uma proposta metodológica para espaços residuais**. 2008, 167 f. Tese (Doutorado em Ciências de Arquitetura), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

TERESINA. SEMPLAN. **Teresina em dados**. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina, 2008.

TERESINA. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral/ SEMPLAN. **Teresina em Bairros**. Prefeitura Municipal de Teresina, Teresina, 2002. Disponível em: <<http://semplan.teresina.pi.gov.br:85/semplan/thebairros.asp>>. Acesso em: 16 set. 2011.

TERESINA. SEMPLAN. **Teresina - aspectos e características – perfil**. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina, 1993.

VIANA, Bartira Araújo da Silva. O sentido da cidade: entre a evolução urbana e a verticalização. **Carta CEPRO**. Teresina, v. 23, n.1, p.66-75, jan./jul. 2005.