UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

CARACTERIZAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA E SUA INFLUÊNCIA NO MICROCLIMA URBANO NA ESCALA DO PEDESTRE.

DANIELE CRISTINA GIACOMELI

São Carlos
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

CARACTERIZAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA E SUA INFLUÊNCIA NO MICROCLIMA URBANO NA ESCALA DO PEDESTRE.

DANIELE CRISTINA GIACOMELI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Almir Sales.

São Carlos
2013

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária da UFSCar

G429ca

Giacomeli, Daniele Cristina.
Caracterização da arborização viária e sua influência no microclima urbano na escala do pedestre / Daniele Cristina Giacomeli. -- São Carlos : UFSCar, 2013.
128 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Planejamento urbano. 2. Arborização das cidades. 3. Microclimas. 4. Conforto térmico. I. Título.

CDD: 711 (20ª)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
C. P. 676 – 13.560-970 – São Carlos – SP
Fone/FAX: (16) 3351-8295
e-mail: ppgeu@ufscar.br
home-page: www.ufscar.br/~ppgeu

PPGEU / UFSCar

FOLHA DE APROVAÇÃO

DANIELE CRISTINA GIACOMELI

Dissertação defendida e aprovada em 07/02/2011
pela Comissão Julgadora

Prof. Dr. Almir Sales
Orientador (DECiv/UFSCar)

Profª Drª Maria Solange Gurgel de Castro Fontes
(DAUP/UNESP - Bauru)

Profª Drª Lea Cristina Lucas de Souza
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
Presidente da CPG-EU

Ao meu filho Lucas Giacomeli Nunes, dedico.

Agradecimentos

A Deus que me concedeu a vida e a força de continuar aprendendo.

Aos meus pais, Fátima e Antonio, pelo apoio incondicional em todos os momentos e pelo amor dedicado que me tornou a pessoa que sou hoje.

A minha irmã Daiane, pela amizade franca e pelo apoio incondicional, através de seu carinho e na prontidão em auxiliar sempre.

Ao meu esposo Vinicius, fonte de amor, sabedoria, apoio, respeito e perseverança, além de grande incentivador desta conquista.

Ao meu filho Lucas, simplesmente minha luz e inspiração.

Ao Prof. Dr. Almir Sales, pela oportunidade, paciência, apoio e orientação. Acreditando sempre no meu trabalho enquanto pesquisadora.

A Prof. Dra. Maria Solange Gurgel de Castro Fontes, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", e a Prof. Dra. Léa Cristina Lucas de Souza, da Universidade Federal de São Carlos, pela amizade e aceite em participar da banca e contribuição no aprimoramento deste trabalho.

A Nivia Maria Sucomine, pela convivência e pelo estímulo na superação de obstáculos impostos pela vida. Sem dúvidas, um dos presentes que esta pesquisa me oferece, uma amiga.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

Aos inúmeros colaboradores, diretos e indiretos, responsáveis pela conclusão deste trabalho e que não foram mencionados nominalmente, meus agradecimentos e desculpas pelo esquecimento.

E finalmente, a todos que utilizarão este trabalho de forma a aprimorar seu conhecimento acadêmico ou profissional, por tornar esta pesquisa útil e não renegá-lo a um simples volume em uma prateleira qualquer de biblioteca.

Resumo

GIACOMELI, D. C. **Caracterização da arborização viária e sua influência no microclima urbano na escala do pedestre.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2011.

A ausência de condições adequadas para a circulação de pedestres nas calçadas vem degradando as relações humanas de convívio urbano e mente à qualidade de vida. São diversos os fatores que determinaram a atual situação do passeio público urbano dentre eles as ações sem diretrizes adequadas para execução destes, a presença de equipamentos aleatórios, a rede de fornecimento de energia elétrica, as redes subterrâneas e também a implantação inespecífica e irregular de vegetação ao longo do passeio. Neste contexto de degradação do espaço público e na busca de valorização destes espaços que diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas. Abordando temas como: metodologias de inventário; projetos para adequar o passeio público às necessidades da população; planejamento da arborização urbana e suas diversas relações; entre outros. Este trabalho buscou analisar, em uma fração urbana, as relações de espaços públicos de passagem (calçadas), determinados por serem de curta permanência, através de caracterização microclimática, inventário arbóreo da região e questionamento dos transeuntes, com o objetivo de entender a influência da arborização urbana no microclima na escala do pedestre.

Palavras-chave: arborização urbana, microclima, conforto térmico urbano.

Abstract

GIACOMELI, D. C. **Urban trees characterization and your influence on urban microclimate on the pedestrian scale.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2011.

The absence of appropriate conditions for the movement of pedestrians on sidewalks is degrading our human relationships of urban life and therefore the quality of life. There are several factors that determined the current situation of urban public walk among them are the actions without appropriate guidelines for implementation of these, the presence of random equipment, the network of electricity supply, the underground networks and also the deployment of nonspecific and irregular vegetation along the sidewalk. In this context, degradation of public space and the search for the recovery of several research areas that have been developed. Among the topics covered are: inventory methodologies, projects to bring the public footpath to the population needs, planning of urban trees and their various relationships, among others. This study aimed to examine, at a fraction of urban public spaces of the relations of way (sidewalk), are determined by a length of permanence, through microclimatic, tree inventory of the area and questioning passers-by, in order to understand the influence of urban trees on the microclimate on the scale of the pedestrian.

Keywords: urban trees, microclimate, urban thermal comfort.

Lista de Figuras

Figura 1 Localização da cidade de São Carlos no Estado de São Paulo e seus limites municipais. 55

Figura 2 Localização da área de estudo em relação a Av. São Carlos e outros referenciais da região central da cidade de São Carlos/SP. 57

Figura 3 Foto aérea da área de estudo. 57

Figura 4 Mapa de uso e ocupação da área de estudo. 58

Figura 5 Gráfico de uso e ocupação da área de estudo. 58

Figura 6 Mapa de caracterização da verticalidade da área de estudo. 59

Figura 7 Gráfico de caracterização da verticalidade da área de estudo. 59

Figura 8 Foto do trecho 1 (R. Major José Ignácio, entre R. Marcolino L. Barreto e R. Rafael de A. Sampaio). 60

Figura 9 Foto de residências do trecho 3. 61

Figura 10 Foto do trecho 2 (R. Major José Ignácio, entre R. Rafael de A. Sampaio e R. Antonio R. Cajado). 62

Figura 11 Foto do trecho 3 (R. Major José Ignácio, entre R. Antonio R. Cajado e R. São Paulo). 62

Figura 12 Foto do Prédio da Previdência Social. 62

Figura 13 Mobiliário urbano da área de estudo: ponto de ônibus coberto; cabine telefônica; poste de energia elétrica; e pavimento do passeio público. 63

Figura 14 Espécies encontradas na arborização viária da área de estudo. 63

Figura 15 Idade da arborização viária da área de estudo. 64

Figura 16 Composição da arborização viária da área de estudo. 64

Figura 17 Mapa de mobiliário urbano e cobertura vegetal. 66

Figura 18 Localização dos pontos de coleta dos dados climáticos. 68

Figura 19 Instrumento utilizado para obtenção dos dados climáticos. 73

Figura 20 Abóbada celeste de 13 a 18/03/2009. 77

Figura 21 Anemograma referente ao período de 13 a 18/03/2009. 77

Figura 22 Diferenças de temperatura do ar às 9 horas, de 14 a 18/03/2009. 78

Figura 23 Temperatura do ar às 9 horas, de 14 a 18/03/2009. 80

Figura 24 Umidade relativa do ar às 9 horas, de 14 a 18/03/2009. 80

Figura 25 Diferenças de temperatura do ar às 15 horas, de 13 a 18/03/2009. 82

Figura 26 Temperatura do ar às 15 horas, de 13 a 18/03/2009. 82

Figura 27 Umidade relativa do ar às 15 horas, de 13 a 18/03/2009. 83

Figura 28 Temperatura do ar às 21 horas, de 13 a 18/03/2009. 83

Figura 29 Umidade relativa do ar às 21 horas, de 13 a 18/03/2009. 85

Figura 30 Abóbada celeste de 12 a 17/08/2009. 86

Figura 31 Anemograma referente ao período de 12 a 17/08/2009. 86

Figura 32 Temperatura do ar às 9 horas, de 12 a 17/08/2009. 88

Figura 33 Umidade relativa do ar às 9 horas, de 12 a 17/08/2009. 88

Figura 34 Diferenças de temperatura do ar às 9 horas, de 12 a 17/08/2009. 89
Figura 35 Temperatura do ar às 15 horas, de 12 a 17/08/2009..... 91
Figura 36 Umidade relativa do ar às 15 horas, de 12 a 17/08/2009. 91
Figura 37 Diferenças de temperatura do ar às 15 horas, de 12 a 17/08/2009. 92
Figura 38 Temperatura do ar às 21 horas, de 12 a 17/08/2009..... 92
Figura 39 Umidade relativa do ar às 21 horas, de 12 a 17/08/2009. 93
Figura 40 Diferença de temperatura do ar às 21 horas, de 12 a 17/08/2009. 93
Figura 41 Médias de temperatura do ar em março e agosto de 2009. 95
Figura 42 Médias de umidade relativa do ar em março e agosto de 2009..... 95
Figura 43 Anemograma referente ao período de março e agosto de 2009. 97
Figura 44 Local de realização das entrevistas. 98
Figura 45 Gênero dos entrevistados. 98
Figura 46 Distribuição por faixa etária dos entrevistados. 98
Figura 47 Grau de escolaridade dos entrevistados. 99
Figura 48 Região do bairro de residência dos entrevistados. 99
Figura 49 Formas de acesso à área de estudo. 99
Figura 50 Grupos de vestimenta dos entrevistados. 100
Figura 51 Altura adequada da arborização urbana segundo os entrevistados. 101
Figura 52 Sensação térmica no momento da entrevista..... 102
Figura 53 Sensação térmica do ambiente no momento da entrevista. 103
Figura 54 Percepção de conforto no momento da entrevista..... 103
Figura 55 Considerações sobre a ventilação pelos entrevistados. 104
Figura 56 Considerações sobre a iluminação pelos entrevistados. 104
Figura 57 Mapa comportamental referente às 9 horas, de 13 a 18/03/2009. 107
Figura 58 Mapa comportamental referente às 9 horas, de 12 a 17/08/2009. 108
Figura 59 Mapa comportamental referente às 15 horas, de 13 a 18/03/2009. 110
Figura 60 Mapa comportamental referente às 15 horas, de 12 a 17/08/2009. 111
Figura 61 Mapa comportamental referente às 21 horas, de 13 a 18/03/2009. 113
Figura 62 Mapa comportamental referente às 21 horas, de 12 a 17/08/2009. 114

Lista de Quadros

Quadro 1 Escala de Beaufort. 39
Quadro 2 Critério de conforto relativo à ação do vento. 40
Quadro 3 Caracterização e localização dos pontos de medição microclimática. 69

Lista de Tabelas

Tabela 1 Variação de temperatura observada em sombra sob vegetação. 35
Tabela 2 Variações sazonais médias de umidade relativa observadas para meio urbano em sombra sob vegetação, conforme estação. 36
Tabela 3 Composição vegetal da área de estudo. 65
Tabela 4 Caracterização dos dados climáticos coletados. 72
Tabela 5 Detalhamento dos dados climáticos coletados. 74
Tabela 6 Dados climáticos coletados às 9 horas, de 13 a 18/03/2009. 79
Tabela 7 Dados climáticos coletados às 15 horas, de 13 a 18/03/2009. 81
Tabela 8 Dados climáticos coletados às 21 horas, de 13 a 18/03/2009. 84
Tabela 9 Dados climáticos coletados às 9 horas, de 12 a 17/08/2009. 87
Tabela 10 Dados climáticos coletados às 15 horas, de 12 a 17/08/2009. 90
Tabela 11 Dados climáticos coletados às 21 horas, de 12 a 17/08/2009. 94
Tabela 12 Média dos dados climáticos obtidos em março e agosto de 2009. 96

Sumário

1. INTRODUÇÃO 15

1.1. Objetivos da pesquisa 16

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17

2.1. O Clima Urbano 17

2.2. Urbanização e impacto ambiental 19

2.2.1. A Via Pública 22

2.3. Vegetação Urbana 24

2.3.1. Arborização urbana no Brasil 25

2.3.2. Principais conceitos e definições 29

2.3.3. Importância e função da vegetação 31

2.3.3.1. Função estética e arquitetural 32

2.3.3.2. Função ambiental 33

2.3.3.3. Função psicológica e social 42

2.3.3.4. Outras funções 43

2.4. Estudos recentes sobre o tema 45

3. MATERIAIS E MÉTODOS 54

3.1. Definição da Área de Estudo 55

3.1.1. Características Gerais e Climáticas 55

3.1.2. Características da Área de Estudo 56

3.2. Elaboração de uma base cartográfica 67

3.3. Levantamento de dados 68

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 76

4.1. Análise Microclimática 76

4.1.1. Análise dos dados climáticos coletados em Março/2009 76

4.1.2. Análise dos dados climáticos coletados em Agosto/2009 85

4.1.3. Análise combinada dos dados climáticos coletados em Março e Agosto/2009 95

4.2. Análise dos Questionários 97

4.3. Análise Comportamental 104

4.3.1. 9 Horas 105

4.3.2. 15 Horas 109

4.3.3. 21 Horas 112

5. CONCLUSÃO 115

5.1. Recomendações para trabalhos futuros 117

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 118

7. ANEXOS 128

7.1. Questionário 128

1. INTRODUÇÃO

A ausência de preocupação com a forma que as cidades vêm se desenvolvendo tem tornado-as inadequadas e insuficientes para proporcionar aos cidadãos qualidade de vida. Em relação ao conforto térmico, diversas pesquisas na área de arborização urbana consideram-na fator essencial para elevar estes índices. Entretanto, a despreocupação dos governos com a adequada implantação de um sistema de áreas verdes nas cidades (arborização urbana, parques, entre outros) contribui para a existência de diversos conflitos entre este e os outros sistemas, ditos de necessidade primária, aspectos que podem gerar desconforto e custos elevados para a população (FREITAS, 2005; GREY & DENEKE, 1978; LOMBARDO, 1985; MENDONÇA, 2006).

Porém estas relações estão mudando e tornam-se perceptíveis ao observar as diferenças dos espaços nos dias de hoje em relação ao passado (CHACEL, 2001). Observa-se que, mesmo sem grandes planos para a arborização, os poderes locais buscam estimular o plantio com o fim de promover melhores condições ao espaço urbano. Além de privilegiar a paisagem urbana com uma maior qualidade ambiental, as tornando psicologicamente mais agradável e favorável à permanência e convívio da população (Plano Diretor de Arborização Urbana – PDAU – de Porto Alegre/RS, Sorocaba/SP, Goiânia/GO, entre outros).

Sendo assim, a presença de arborização urbana merece destaque de pesquisas sob diversos aspectos: atenuação da radiação solar, amenização de microclima (conforto térmico e umidade relativa do ar), a escolha de espécies adequadas à implantação junto à rede elétrica assim como ao passeio público, identidade visual ao utilizar espécies nativas numa atitude contra a padronização ao utilizar espécies exóticas entre outros temas abordados. Destaco os trabalhos de Boussoualim & Legendre (2001), Romero (2001), Sales et al. (2010), Salomão et al. (2003), Souza et al. (2010), Young (2005) que abordam temas correlacionados.

O tema “arborização urbana”, ainda recente aos gestores urbanos e ao olhar da população, deve ser encarado com mais seriedade e planejamento. Pois com o aumento da valorização deste frente aos problemas relacionados ao desconhecimento da população e despreparo para a realização adequada da manutenção, gera problemas de diversas ordens, desde a antipatia da população a presença de árvores nas suas calçadas até a retirada do exemplar do meio urbano. Por isso, independendo da metodologia adotada, torna-se necessário inventariar e analisar o sistema de arborização urbana e ressaltar suas contribuições ao meio urbano.

Tendo em vista estas considerações, esta pesquisa busca contribuir para a análise climática do espaço urbano aberto, especificamente os passeios públicos, contribuindo para o estudo de conforto térmico do mesmo. Para estudo de caso foi escolhida uma fração urbana na região central da cidade de São Carlos-SP, pois se caracteriza com grande concentração de área construída, complexidade de uso e ocupação do solo além de pólo atrativo a circulação de pedestres.

1.1. Objetivos da pesquisa

O objetivo geral desta pesquisa é analisar uma fração urbana na cidade de São Carlos-SP, através da caracterização microclimática, inventário arbóreo da região e aplicação de questionários junto aos usuários com o objetivo de entender a influência da arborização urbana no microclima na escala do pedestre. Onde a arborização urbana abordada nesta pesquisa refere-se ao o verde de acompanhamento viário, ou arborização viária. Ou seja, as árvores ou as espécies arbóreas plantadas no passeio público de determinada rua ou avenida.

São objetivos específicos:

- Identificar características da arborização viária e de uso e ocupação ao longo do passeio público da área de estudo;
- Avaliar as características microclimáticas desses espaços;
- Avaliar o conforto térmico do pedestre na área de estudo através da aplicação de questionários;
- Correlacionar os dados climáticos com os elementos vegetais da área de estudo;
- Obter informação do ambiente intra-urbano que possam subsidiar intervenções no espaço analisado e/ou no planejamento de novos espaços.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. O Clima Urbano

O sistema que abrange o clima de um determinado espaço terrestre e sua urbanização chama-se clima urbano. Ou seja, é a feição característica e permanente do tempo, em dado lugar, em meio a suas infinitas variações (MASCARÓ, 2004).

Os primeiros estudos sobre o clima urbano datam do início do século XIX, na Europa. Um dos primeiros trabalhos publicados referiu-se ao clima de Londres, observando as diferenças de temperatura entre a cidade e o meio rural (PEZZUTO, 2007). Ainda nesse século, observou-se um grande crescimento nos estudos referentes ao clima urbano, principalmente na França e Alemanha, motivados pela expansão da rede de observação meteorológica.

Durante a II Guerra Mundial, a América do Norte e o Japão também desenvolveram diversos estudos sobre o clima, sendo a temperatura do ar a principal variável de estudo (ASSIS, 2000). Pesquisas como a de Landsberg[1] e Chandler[2] (1956 e 1965, respectivamente, apud MONTEIRO, 2003) são colocadas como marco histórico dos estudos climatológicos.

Já na década de 1960 e início dos anos 1970, Pezzuto (2007) observa um interesse na atmosfera urbana pelos estudos climáticos enfocando, principalmente, a problemática da concentração de poluentes em cidades. Foi neste período que a Organização Mundial de Meteorologia (WMO) patrocinou uma série de estudos sobre o assunto.

No Brasil, os estudos climatológicos surgiram a partir da década de 60, mas foi durante a década de 90 que estes estudos difundiram-se por todo o território nacional, impulsionados pela preocupação com a queda da qualidade ambiental das grandes cidades. Pesquisas como a de Gallego (1972) [3], Monteiro (1976)[4], Tarifa (1977)[5], Sartori (1979)[6], Fonzar (1981)[7],

---

[1] LANDSBERG, H. The climate of towns. Man's Role in Changing the Face of the Earth. W. L. Thomas Jr., Ed., The University of Chicago Press. 1956. p.584–603.

[2] CHANDLER, T. J. The Climate of London. Londres: Hutching & CO, 1965. 292p

[3] GALLEGO, L. P. **Tipos de tempo e poluição atmosférica no Rio de Janeiro: Um ensaio em climatologia urbana.** Tese (Doutorado). FFLCH/USP – São Paulo, 1972.

[4] MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** Tese (Livre Docência). FFLCH/USP – São Paulo, 1976.

Sampaio (1981)[8], Lombardo (1985)[9] e Dani (1987)[10] são consideradas referenciais (PEZZUTO, 2007).

À proporção que os estudos sobre o clima urbano foram tomando ao longo da história demonstram o caráter fundamental da cidade como local de uma contínua, cumulativa e acentuada "descrição antropométrica" do ambiente (MASCARÓ, 2004, p.32). E se a obtenção de conforto ambiental estiver condicionada a necessidade de consumo energético, esta problemática não é apenas decorrente da condição climática e sim, na maioria das vezes, do desconforto gerado pela organização espacial urbana incompatível com o meio. E, segundo vários autores, a possibilidade de diversas formas topográficas e de morfologia urbana são pré-requisitos para qualquer análise que se faça sobre a climatologia local (ASSIS, 2000; ROMERO, 2001; PEZZUTO, 2007; ROMERO, 2009; CORREA et al., 2009; entre outros).

Para Mascaró (2004), os estudos sobre a interferência da ação antrópica no clima urbano devem estar de acordo com as escalas de abordagens que, em níveis variados revelam alterações nas condições climáticas locais. Sendo assim, os dados climáticos obtidos devem ser considerados em três níveis: macroclima, mesoclima e microclima.

As estações meteorológicas são responsáveis pelos dados macroclimáticos. Estes, em geral, descrevem o clima de uma região, apresentando dados referentes à insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade do ar, ventos, entre outros. Já, os dados mesoclimáticos informam modificações do macroclima de uma localidade, como as interferências possibilitadas pela topografia (vale, montanhas, grandes massas de água, etc.), onde a

---

[5] TARIFA, J. R. **Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP), Brasil.** Geografia, V.2 (4), p. 59-60. Rio Claro, 1977.

[6] SARTORI, M. G. B. **O clima de Santa Maria, RS: Do Regional ao Urbano.** Dissertação (Mestrado). FFLCH/USP – São Paulo, 1979.

[7] FONZAR, B. C. **O processo de ocupação regional, o modelo urbano e o conforto térmico na Alta-Sorocabana: Um teste aplicado a Presidente Prudente /SP.** Dissertação (Mestrado). FFLCH/USP – São Paulo, 1981.

[8] SAMPAIO, A. H. L. **Correlações entre uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador.** Dissertação (Mestrado). FFLCH/USP – São Paulo, 1981.

[9] LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles. O exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucitec, 1985.

[10] DANI, I. M. **Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa em Porto Alegre em janeiro de 1982: contribuição ao estudo do clima urbano.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo – São Paulo, 1987.

ocupação humana, principalmente a urbanização, acrescentou características (uso e ocupação da terra, morfologia urbana, áreas verdes e espaços abertos, padrões de edificações, configuração vertical, densidade demográfica e de construção, intensidade de fluxo de veículos automotores e de pedestres, etc.).

E o microclima considera a influência destas alterações no nível do edifício e de seu entorno imediato, ou seja, na ambiência do usuário. Para Mascaró (2004, p.37-38), "microclima é um conceito impreciso, porém significativo", "[...] equivale a um desvio climático de características singulares e reconhecíveis – um recinto atmosférico de limites físicos identificáveis, como uma rua [...] de forma que: é regular desde que seu sentido e intensidade resultam previsíveis; é diariamente cíclico: seu sentido e intensidade variam, também, previsivelmente ao longo do dia, um dia atrás do outro [...]". E mais, para a autora, "o caráter do microclima evidencia-se quando fatores climáticos locais acentuam ou atenuam os fatores de origem externa, quando o fenômeno climático micro interfere de forma decisiva no contexto macroclimático".

Monteiro (2003) observa que o termo clima urbano independe de ordem de grandeza tanto quando referente ao grau de urbanização quando referente às características geoecológicas locais. Observa também que o termo clima urbano abrange inclusive o espaço concreto e tridimensional, formado pelos planos horizontais e verticais, onde existe ação da atmosfera e os espaços necessários à compreensão do fenômeno urbano.

Neste contexto, identificar detalhadamente os diferentes espaços urbanos é muito importante, pois possibilita elencar fatores que, possivelmente, possam diferenciar o clima de determinado local (PEZZUTO 2007). Monteiro (2003) coloca ainda que seja através da interação entre a extensão espacial do fenômeno urbano e da paisagem na qual esta inserida que definimos o ambiente atmosférico. Pois a particularidade climática esta diretamente ligada às características da cidade (dimensão, forma, etc.).

2.2. Urbanização e impacto ambiental

O acelerado processo de desenvolvimento a partir da segunda metade do século XX gerou um processo de urbanização intenso que trouxe como consequência sérios problemas de

degradação ambiental assim como significativos prejuízos econômicos, sociais e de qualidade de vida à população.

As primeiras alterações no processo de formação e expansão das cidades se originaram da necessidade de salubridade e este urbanismo propunha-se ser um instrumento técnico de melhoria da organização do espaço urbano e também das qualidades estéticas deste, priorizando as condições sanitárias das habitações e dos bairros (CAMPOS FILHO, 1989).

Já nas cidades industriais, os problemas causados pelo urbanismo (considerado tecnicamente teórico e rigoroso) estão diretamente ligados à natureza e a sua verdadeira dimensão. Pois a forma de ocupação e atuação do homem sobre o ambiente urbano, devido às diretrizes urbanísticas, gerou e geram diversas alterações como a poluição das águas e do solo, a erosão, as enchentes, a destruição das matas ciliares, etc.

O avanço deste processo, ao longo do tempo, transformou o pensamento e originou diversas vertentes urbanísticas, dentre elas, o das cidades jardins que foi uma atitude inovadora quanto à busca de uma melhor relação entre o meio urbano e o meio natural, incluindo maciços verdes na malha urbana (TERRA, 2004).

Segundo Bortoleto (2004), toda esta transformação da paisagem natural em um cenário urbano modifica os elementos naturais e, em geral, estes são os responsáveis pelas condições de conforto ambiental e qualidade do ar. A urbanização afeta as mais diferentes variáveis climáticas, por exemplo, no centro das cidades, em locais pouco vegetados, registram-se as maiores temperaturas, enquanto que as menores são obtidas em áreas verdes e reservatórios de água mais afastados. Esta alteração térmica é comprovada por diversos estudos, chegando a variar 5°C entre o meio urbano e o rural.

Pezzuto (2007) coloca que as condições climáticas são diferentes em áreas circunvizinhas, ou seja, estas modificações variam de cidade para cidade segundo características do sítio, intensidade do uso e ocupação do solo e do processo de urbanização local.

Para Romero (2009) a ocupação do solo em uma cidade é caracterizada principalmente pela elevada densidade edificada e área aberta pavimentada e impermeável, possibilitando espaços com maiores temperaturas, designados “ilha de calor urbana”. Ou seja, quanto maior a densidade das construções e a ocupação do solo, maior o desenvolvimento de atividades

antrópicas, consequentemente, maior captação e difusão da radiação solar para o ambiente climático urbano e menor ventilação.

> "Se a proporção entre o gabarito de uma região da cidade ou bairro e a largura das ruas for elevada, estas se transformarão em verdadeiros cânions, com dificuldade de dissipar o calor antropogênico e contribuirão à formação de ilhas de calor. A temperatura mais elevada atentará contra o conforto térmico das pessoas e fará com que os sistemas de condicionamento de ar consumam muito mais energia elétrica. Também, a poluição do ar e o desconforto visual e acústico contribuirão para piorar a qualidade de vida dos moradores e passantes". (CORBELLA & YANNAS, 2009, p.28).

Assis (2000, p.17), segundo estudos que abordam o conceito de ilha de calor urbana, coloca que a modelagem física e numérica, com base nos dados observados, demonstra que "a diferença primária entre os processos térmicos dos ambientes rurais e urbanos está na repartição entre as magnitudes do fluxo turbulento de calor sensível (Q_H) e do fluxo turbulento de calor latente (Q_E) no balanço energético local".

> "[...] A insolação atinge a superfície terrestre, sendo parte absorvida e parte refletida, em proporções variáveis consoantes às propriedades dos materiais onde incide. Se a radiação incidente é absorvida por uma superfície seca, ela se transforma em calor sensível, com um conseqüente aumento da temperatura, já as superfícies úmidas e as folhas das plantas a convertem em calor latente, sem aumento de temperatura". (ROMERO, 2009, p.240).

Para Mascaró & Mascaró (2005, p.13), "na construção da cidade, materiais de construção e árvores são matéria-prima". Na maioria das vezes encontram-se na mesma escala, mas se não, estas perdem suas características ambientais tornando-se apenas objetos ornamentais. Se bem planejadas e tratadas constituem um referencial urbano ajudando a conservar a memória local. Além de contribuir para a amenização climática quando distribuídos em parcelas menores pela cidade.

Entre os pesquisadores existe consenso quanto à necessidade de desenvolver diretrizes quantitativas que determinem percentuais adequados à área edificada e de área de cobertura vegetal (como exemplo, a distribuição de forma uniforme de pequenas parcelas de cobertura vegetal por toda a cidade é, comprovadamente, mais eficiente para a amenização climática se comparada à concentração desta massa verde em grandes e poucos lugares). Assim como determinar limites na relação entre a altura dos prédios e a largura das vias (H/W), relação também muito importante no controle de ilhas de calor (ROMERO, 2009).

Outra questão citada por Pezzuto (2007) é o acréscimo de energia gerado no meio ambiente urbano devido às atividades antropogênicas. Segundo estudo desenvolvido na cidade chinesa

Nanjiiing, por Jiang et al. [11] (2006 apud PEZZUTO, 2007), baseando-se em dados de emissão de calor antropogênico em 2002, as simulações numéricas do clima urbano permitiram concluir que a contribuição média diária é de 26,6%, podendo alcançar 42,9% se o fluxo de calor antropogênico dobrar.

Segundo Santos & Teixeira (2001) os graus de intervenção aliados às características geográficas, sociais e políticas representam o diferencial das cidades e atestam seu grau de deterioração. Neste contexto, onde se somam os fatores negativos, a arborização de vias públicas assume importância como um fator de qualidade de vida.

Para Meneghetti (2003), os benefícios ambientais proporcionados pela arborização urbana são relativamente proporcionais à saúde ambiental do ecossistema urbano quanto maior for o nível de urbanização.

Neste contexto observa-se que muitos estudos têm sido realizados, mas não utilizados para a melhoria do uso e ocupação do solo, o que proporcionaria uma melhoria na qualidade de vida da população. Também é evidente a ausência de preocupação do poder público e da população em geral com a preservação da vegetação por não reconhecer nesta o valor a ser protegido (SERVILHA, 2003).

Sendo assim, o conhecimento dos fatores climáticos assim como das características do sitio, é de fundamental importância para a elaboração do meio urbano que vise melhores condições climáticas nas cidades.

2.2.1. A Via Pública

A via pública é o espaço que configura a cidade, o território urbano. Esta no limiar do público e do privado, delimitando os lotes. É o espaço onde as pessoas, animais e veículos transitam. Facilmente identificada e seu conjunto forma uma malha de espaços públicos destinados ao movimento e também à convivência. É, segundo a legislação, pertencente à coletividade, ou seja, acessível a todos. Sua forma e configuração, seus elementos e cores podem imprimir

[11] JIANG, W. et al. Study on the impact of anthropogenic heat on urban boundary layer characteristics. In: 6th International Conference on Urban Climate. Anais… Göteborg, Sweden, p.627-630, 2006.

significados a cidade, determina paisagens no imaginário urbano com o poder de cada vez mais atrair ou expulsar a população. Toda a vida da cidade acontece na rua, ela é o palco onde se anda, dirigi, passeia, desfila, convive, etc. (LYNCH, 1999; SPIRN, 1995).

Para Mascaró (2004, p.87), “é o espaço urbano de uso público que tem como função organizar e relacionar os fatos arquitetônicos na trama urbana. Constitui o marco da arquitetura, proporcionando ar e luz ao espaço urbano e aos edifícios, produzindo microclimas que influenciam sobre a insolação, os ventos, a temperatura, a umidade de clima local e no consumo de energia de seus edifícios”.

Conceitualmente, eles podem ser definidos como “aqueles espaços fundamentais que frequentemente condicionam os espaços construídos, que às vezes lhe conferem formas, relevos, suas características. São elementos essenciais da paisagem urbana que constituem os espaços da vida, que ‘percebem’ a cidade”. (ROMERO, 2001).

Porém, ao longo do desenvolvimento, a via pública de antigamente foi fortemente transformada, o que, de qualquer maneira, não a descaracterizou como um todo. Segundo Gonçalves (2009, p.08) “tanto os problemas ambientais como a poluição e aquecimento da camada intra-urbana, quanto os problemas sociais, de mobilidade, de acessibilidade, existentes nas vias públicas, são o resultado de uma série de fatores ocorridos a partir da metade do século XX”, fatores como a revolução industrial, as descobertas científicas e tecnológicas, a explosão demográfica urbana, a mecanização de bens e serviços e as redes de transporte e comunicação global. O ideal de valorização do uso do automóvel pela sociedade foi o maior determinador das novas formas que a cidade adquiriu, da nova configuração determinada pelo planejamento urbano. O espaço urbano previamente determinado pelo ser humano passa a ser expandido e suas funções distanciadas. Configura-se uma nova escala urbana, não mais determinada pelo pedestre, mas sim pelo automóvel.

Para Lamas (1993), a concepção e compreensão do território urbano se encontram em diferentes níveis, diferenciados pelo modo como é realizada a leitura e de como o espaço é produzido. Neste trabalho, a unidade de análise encontra-se no nível da rua, que é a menor unidade ou porção de espaço urbano com forma própria. Para a apreensão deste espaço, não há necessidade de grandes deslocamentos, movimentos em circuitos fechados permitem que o observador tenha domínio da unidade espacial do conjunto.

> "[...] Os estudos de Gordon Cullen em Townscape, ou de Ivor de Wolff, em Italian Tonwscape, permitem-nos uma idéia sistemática dos elementos morfológicos e das características desta dimensão: fachadas e os seus pormenores construtivos, mobiliário urbano, pavimentos, cores, texturas, letreiros, árvores, monumentos isolados – uma infinidade de elementos que, organizados entre si, definem a forma urbana". (LAMAS, 1993, p.73-74).

O autor observa ainda que, dentre estes elementos, o edifício e suas relações com o espaço e o uso e ocupação do solo ocupam posição de destaque nesta sistemática.

Com relação ao conforto térmico nas vias públicas, também objeto de estudo deste trabalho, a problemática envolvida na nova configuração do espaço urbano atua diretamente nas condicionantes do conforto do pedestre. Pois, este usuário passa a ter maiores trajetos a se percorrer, aumentando, respectivamente, a atividade física e o metabolismo, e o aquecimento da camada intra-urbana decorrente do calor e dos gases emitidos pelos automóveis.

Macedo (1999) coloca ainda que mesmo a rua tendo perdido em parte sua flexibilidade funcional devido o aumento do volume de tráfego, mantém-se ainda como o principal espaço livre urbano, principalmente nos bairros mais populares. Pois, na escassez de espaços públicos dedicados a conversa, comércio, passeio e brincadeira, a rua continua sendo a principal opção desta população para desenvolver estas e outras atividades.

Neste contexto, o estudo do conforto térmico em vias públicas justifica sua relevância devido à situação caótica encontrada atualmente nas cidades. E, visando uma urbanização mais sustentável, este trabalho parte do pressuposto que a existência de vegetação, ou seja, de indivíduos arbóreos ao longo do passeio público proporciona ao usuário melhor conforto térmico e consequentemente melhor qualidade de vida.

2.3. Vegetação Urbana

Segundo Mascaró & Mascaró (2005, p.11), vegetação urbana "é aquela que permite que o espaço construído se integre com o jardim e o parque" para construir a paisagem de uma determinada cidade. Paisagem esta que se caracteriza pela forma do território e pela ação do homem e de sua cultura. Porém, a falta de planejamento no desenvolvimento dos centros urbanos e em como eles se originam, crescem, produzem os bens, concentram os serviços, geram oportunidades, etc., favorece ao desenvolvimento de espaços contraditórios à qualidade de vida. E nas paisagens cada vez mais deterioradas, elementos como a vegetação poderia protagonizar, exercendo papel fundamental, nesta recuperação.

> "As formas que compõem a paisagem, a natureza, deveriam ser aproveitadas para criar uma continuidade entre espaço natural e o espaço construído, permitindo que a cidade se inscreva com facilidade no meio natural, produzindo, assim, uma transição gradual do puramente construído, do artificial para o natural através de matizes da paisagem, com a sua carga de transformações, confirmações ou contraposições". (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005, p.11).

Para Lamas (1993, p.106), "do canteiro à árvore, ao jardim de bairro ou ao grande parque urbano, as estruturas verdes constituem também elementos identificáveis na estrutura urbana. 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". Evidentemente, segundo o autor, a massa verde não exerce a mesma dureza ou permanência que os edifícios em geral, mas encontra-se no mesmo nível hierárquico morfológico e visual.

Neste contexto, é de grande importância tratar a vegetação urbana em todos os níveis, ou seja, desde o jardim privado até o público, desde a proximidade dos edifícios, das áreas verdes urbanas e da natureza próxima.

2.3.1. Arborização urbana no Brasil

Segundo Andrade (2004, p.77), ao longo do período de construção da estrutura urbana no Brasil, a utilização do termo 'arborizar' deve ser analisada com muita atenção, principalmente quando o objetivo é "entender, avaliar e dimensionar esta 'prática' na composição da paisagem de nossas cidades".

> "[...] admite-se que o fenômeno de arborização no decorrer da nossa história urbana transcendeu ao aspecto material, não estando, portanto, restrito ao simples ato de plantar árvores pelas ruas e demais áreas livres da cidade. A relação árvore/cidade foi estabelecida em função de fatores essencialmente culturais, onde o 'modelo' ideológico de civilidade pré-definido e importado da Europa praticamente antecedeu e dirigiu às práticas de organização do locus urbano. A partir desse enfoque avalia-se que a árvore e, conseqüentemente, o seu uso ordenado na construção da paisagem urbana no Brasil, foi mais uma etapa, mais um objeto, mais um discurso constituído visando corroborar ao projeto civilizatório que a imagem de nossas cidades foram submetidas até as primeiras décadas do século XX". (ANDRADE, 2004, p.78).

Para Bortoleto (2004), a própria cultura portuguesa não valorizava a arborização urbana e que, naquele período de ocupação inicial os esforços estavam concentrados em afastar a natureza das proximidades dos núcleos urbanos. Porém, fora o domínio português no território brasileiro, acredita-se que o primeiro núcleo urbano no continente americano a utilizar a arborização de vias foi Recife/PE, incentivada pelo Conde Johann Mauritius van Nassau, durante a ocupação holandesa no século XVII (MESQUITA, 1992). Nas demais localidades,

segundo Macedo (1999), os espaços foram tratados de modo singelo (às vezes calçados e com ausência de vegetação).

Segundo Andrade (2004, p.88), traçar um panorama sobre a inserção ordenada do elemento arbóreo nas cidades brasileiras do período colonial e imperial "é um exercício penoso devido à escassez de informações, que tratam especificamente da árvore como elemento associado à melhoria do espaço urbano". Porém, insiste na idéia e apresenta a arborização urbana "como um processo 'natural' na construção da imagem da cidade e surge destituída de regras, normas ou códigos, seguindo assim, um percurso, que, em geral, associa-se pela inter-relação homem-paisagem-temporalidade, estando sujeita ou não, entre outras coisas, a juízos valorativos imanentes ao espaço/tempo e a estrutura sócio-cultural característica" desses períodos (ANDRADE, 2004, p.78-79).

Segundo Terra (2004), foi somente no final do século XVIII e durante o século XIX que a preocupação com a paisagem urbana e com a inserção de vegetação no meio urbano começou a adquirir importância no Brasil. Nesta fase é possível perceber que: as árvores passam a ser introduzidas na paisagem urbana segundo uma proposta projetual; a vegetação em geral deve atender a critérios de higiene e salubridade da cidade; e também ser um instrumento de civilidade.

> "As propostas de redefinição da malha urbana, concebidas ainda nas últimas décadas do 19, considerou a árvore como um instrumento de redenção daquela paisagem marcada, sendo assim transformada em um símbolo de qualidade de vida e, conseqüentemente, em um 'recurso' central para o redesenho da cidade. As falas instituídas, seja a do Poder Estatal, dos técnicos e até mesmo das camadas menos favorecidas da sociedade, reafirmam essa premissa, atribuindo maior ênfase ao uso da árvore no espaço livre público e elevando a mesma, de elemento figurante, à agente fundamental na composição dessa nova paisagem". (ANDRADE, 2004, p.80).

Com a chegada da Família Real ao Brasil, em 1808, ocorre a introdução de diversos costumes europeus. A cidade do Rio de Janeiro, principalmente, passou por diversas transformações urbanas, tornando-se capital em 1822 (MACEDO & SAKATA, 2002).

Nesse período também ocorre à criação de diversos jardins botânicos pelo país. Porém, a relação destes com a arborização urbana, num primeiro momento, são obscuras, pois se restringia a aclimatação de espécies exóticas e economicamente rentáveis. Já num segundo momento, estes espaços passam a ser responsáveis pela produção em larga escala de espécies para promover a arborização urbana. Como exemplo, o Jardim Botânico do Rio de Janeiro

que, segundo Heynemann [12] (1995 apud ANDRADE, 2004, p.94) demonstrava uma ligação aguda "entre a produção de mudas e a incorporação das mesmas no embelezamento da paisagem urbana". Os estudos de Antonio José Landi também são referenciais neste período, tanto pelo projeto arquitetônico como pelos estudos associados à fauna e flora.

A arborização fora da esfera dos passeios públicos e dos jardins botânicos não foi uma prática frequente neste período. São raros os casos em que a árvore é usada para promover melhorias em ruas, alamedas ou largos. Entretanto, em Belém/PA é possível encontrar indícios dessa atividade. Estes registros referem-se às melhorias do espaço urbanizado realizadas pelo Conselheiro Jerônimo Francisco Coelho, em 1849. Também no Rio de Janeiro, Auguste Glaziou, a serviço de D. Pedro II, no projeto de reforma dos passeios públicos (ANDRADE, 2004). E na cidade de São Paulo, ações particulares como o caso da Avenida São Luiz, construída e arborizada pelo Barão de Souza Queiroz (GOYA[13], 1922 apud SILVA FILHO, 2002).

Segundo Robba & Macedo (2002), a partir da década de 1940, começaram a aparecer os primeiros sinais de mudança conceptiva dos espaços livres das cidades brasileiras. Tem-se o surgimento de políticas públicas com enfoque na melhoria do espaço urbano, abordando questões da arborização urbana e suas ramificações relacionadas à higiene, salubridade e embelezamento da cidade. Passa-se a ter a utilização do elemento arbóreo condicionado a questões funcionais, estéticas e ambientais.

Macedo (1999) observa que as ruas dos novos bairros passam a ser largas e arborizadas. Além da valorização dos elementos arbóreos nativos, principalmente nos trabalhos desenvolvidos por Burle Marx, que rompeu com as escolas tradicionais e com o academicismo.

Segundo Trindade (2004, p.147), após a II Guerra Mundial houve uma intensificação no uso dos parques urbanos, influenciado pela inserção de atividades de lazer, principalmente ativo (como atividades esportivas, culturais e de recreação infantil). A autora observa ainda que em países de clima quente como o Brasil, "a árvore passa a ser um elemento fundamental de

---

[12] HEYNEMANN, C. Floresta da Tijuca: natureza e civilização no Rio de Janeiro século XIX. Rio de Janeiro: Coleção Carioca, 1995.

[13] GOYA, C. R. Relato histórico da arborização na cidade de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1, 1992, Vitória. **Anais...** Vitória:PMV/SMMA, 1992. p.403-408.

projeto, influenciando diretamente no tempo de utilização da população nos parques públicos [...] A disposição das árvores em grandes maciços próximos as atividades recém-criadas funcionava como amenizador de temperatura, identificador dos espaços pelas espécies utilizadas e marco referencial de grande efeito estético".

Porém, como já abordado neste texto, a massificação dos meios de transporte (automóveis, ônibus, caminhões, etc.) produz diversas modificações nas cidades, impondo uma rápida adaptação. Além disso, o aumento populacional no início da década de 70, consequentemente, o adensamento dos núcleos urbanos influencia diretamente a morfologia das cidades. Inicia-se um processo de retirada sistemática de árvores, praças, parques e outras áreas verdes para a implantação de viadutos, largas avenidas, edifícios altos, imensas áreas impermeáveis, etc. (TRINDADE, 2004).

> "[...] os centros das cidades brasileiras mais desenvolvidas ficam superlotados e com graves conflitos de utilização entre os pedestres e veículos". (TRINDADE, 2004, p.154).

Segundo Spirn (1995, p.189), "a árvore de rua é uma espécie ameaçada. Um grande parque no meio da cidade é um elefante branco, presa fácil dos planos de edificações municipais". Atenta também que a retirada destes elementos, ignorada por todos, terá como consequência direta cidades "mais secas, mais quentes, menos atrativas, com enchentes devastadoras, mais erosão e pior qualidade de vida".

Para Santos & Teixeira (2001) o século XX caracterizou-se por um período de perdas de patrimônio arquitetônico e vegetal, principalmente devido à ruptura da relação homem-natureza. Neste período também tivemos o surgimento da eletricidade, de serviços de infra-estrutura (como o sistema de telecomunicações, de abastecimento de água, de coleta de esgotos, etc.), que trouxeram para as cidades um complexo sistema de cabos, galerias e dutos, ocupando tanto o ar como o subsolo. Além do acelerado crescimento das cidades, do aumento significativo da população e de veículos automotores, a especulação imobiliária, fatores estes responsáveis pela alteração da configuração espacial dos centros urbanos e que, na maioria das vezes geraram grandes prejuízos a arborização urbana (MILANO & DALCIN, 2000; SILVA FILHO, 2002).

> "[...] Torna-se claro que a urbanização e a industrialização trazem conseqüências diretas para as estruturas sócio-econômicas de todas as cidades, além de uma diminuição da qualidade de vida dos habitantes urbanos. A conscientização da importância da natureza sob o ponto de vista ambiental e, das possibilidades de prazer resultantes dos diferentes tipos de vegetação, incentiva a utilização dos elementos naturais como integrantes de projeto, muitas vezes definindo ou requalificando os espaços projetados". (TRINDADE, 2004, p.157).

Sendo assim, no século XX teve-se ora a valorização do elemento arbóreo, ora a indiferença. E mesmo caracterizando-se pela inserção do elemento arbóreo no desenho urbano, permitiu frequentes embates com o sistema viário, com as características de uso e ocupação do solo e, principalmente, com a falta de conscientização ambiental da população em geral (TRINDADE, 2004).

2.3.2. Principais conceitos e definições

Nas últimas décadas, diversos estudos têm sido realizados sobre o tema "arborização urbana", seja: descrevendo os benefícios promovidos pela presença de vegetação no meio urbano; ou mostrando técnicas de quantificação de áreas verdes; ou analisando e sugerindo as espécies mais ou menos adequadas ao convívio urbano; ou ainda relacionando a vegetação e o meio urbano a fim de avaliar o impacto destes no clima urbano, no conforto térmico do pedestre; ou mesmo indicando metodologias de inventariar ou de amostragem de árvores de ruas.

Sucomine (2009) observa que uma grande dificuldade encontrada pelos profissionais envolvidos na área de arborização é a divergência de conceituação dos termos técnicos. Ainda, a essa problemática soma-se o fato de existirem diversos sinônimos para um mesmo conceito e muitos conceitos diferentes para a mesma nomenclatura. Ressalva para a importância de uma linguagem unívoca que descomplique os processos de identificação, classificação e quantificação do verde, provendo os responsáveis pelas políticas públicas de dados coerentes com a realidade e que garantam ações que visem à qualidade de vida das populações.

Sendo assim, na bibliografia se encontra diversos nomes para a vegetação presente no meio urbano. Porém, habitualmente encontramos o termo arborização urbana, que, segundo Bueno Sousa (2009, p.06), "ao pé da letra", refere-se "às espécies vegetais, principalmente, as arbóreas ou de porte arbóreo, as árvores, as palmeiras e similares existentes dentro da urbe; tais como: os arbustos, conduzidos como 'arvoretas', as cicadáceas, dracenas, etc., plantadas em vias públicas, jardins ou parques, e em todo sistema de áreas verdes urbanas".

Para Andrade (2004, p.77), a arborização é um "processo sistemático de organização da paisagem a partir da introdução ordenada de espécies vegetais de porte arbóreo estando o mesmo condicionado a fatores de ordem funcional, estética, ambiental e sócio-cultural. (...)

também está atrelada às características morfológicas e tipológicas própria de cada espécie em função de seu porte, forma, cor e permeabilidade e fatores biológicos. Seu uso pode estar delimitado pela malha urbana, ocupando áreas livres públicas como ruas, praças, parques, áreas litorâneas, e podendo ainda ser estendido a reservas florestais dentro do limite de área urbana".

Segundo Bueno Sousa (2009, p.06), em seu sentido mais amplo, entende-se a arborização urbana como "o conjunto ou sistema dos espaços verdes de uma cidade: as praças (quando com vegetação), os jardins públicos, os parques urbanos e a arborização viária".

Para Rachid (1999), as árvores de rua funcionam como um corredor que interliga estas diferentes modalidades de áreas verdes, permitindo a circulação de pássaros e insetos, que têm importante atuação na dispersão de sementes.

Um posicionamento bastante interessante e diferente do abordado até o momento é o de Bueno Sousa (2009, p.06) ao afirmar que apesar da arborização viária inserir-se na categoria de espaços livres públicos não pertencem ao sistema de áreas verdes, e, portanto não pode ser computada nos índices de áreas verdes urbanas. No entanto, concorda que a mesma apresenta "benefícios para o meio ambiente e para a manutenção do equilíbrio físico-ambiental das cidades".

Outro conceito frequentemente encontrado, principalmente na literatura internacional, é o de *urban forestry*, ou seja, florestas urbanas. Segundo Costa[14] (1997 apud SUCOMINE, 2009, p.16), este termo é adotado pela Sociedade Internacional de Arborização, caracterizando-o como "o envolvimento de todo o conjunto de vegetação arbórea presente nas cidades, independente de sua localização".

Em geral, a arborização de ruas, ramo este que vem sendo abordado sob diversos pontos de vista, é destinado à circulação de pedestres e tem infinitas dificuldades em ser adequada a sua função. A primeira e talvez o principal motivo pela situação atual seja a questão da posse e logo a obrigação que cada parte (população e poder público) deve desempenhar. O importante, porém desconsiderado, é que o passeio público deve oferecer ao pedestre uma

[14] COSTA, L. M. S. A. Arborização urbana e parques públicos. In: Seminário de Arborização Urbana do Rio de Janeiro, 1., 1996, Rio de Janeiro. Coleção paisagismo... Rio de Janeiro: EBA; Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997, p. 44-61.

circulação confortável e livre de obstáculos. Porém o que muito se observa ao circular pelas cidades brasileiras é a irregularidade ao longo do passeio conforme os limites de propriedade. Não existe, na maioria das cidades, uma padronização de projeto de calçadas. O que é comumente encontrado são os desníveis, os diferentes materiais utilizados (muitas vezes inadequados) e a presença de diversos equipamentos sem a devida preocupação com a função principal deste espaço. E com a arborização de rua não é diferente. Esta, realizada pelos moradores, é caracterizada pela falta de planejamento do poder público e pela falta de preocupação com o pedestre.

Encontram-se paisagens urbanas frequentemente mal projetadas, com a sensação de que alguma vegetação é melhor do que nada. Além do despreparo do poder público, a postura de arquitetos e urbanistas é ignorada na hora da tomada de decisão frente às modificações da paisagem urbana (MILLER, 1997).

2.3.3. Importância e função da vegetação

Os diversos responsáveis pela produção do espaço urbano (desenhistas, projetistas, arquitetos, engenheiros, entre outros) conhecem a importância da contribuição dos elementos vegetais no meio urbano, inserindo-a, sempre que possível e nos mais diversificados cenários urbanos, principalmente as grandes espécies arbóreas desde que a escala da edificação e do recinto urbano sejam suficientes e adequados a ela (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005).

Vale ressaltar, que o projeto do espaço livre urbano esta diretamente ligado ao projeto dos vazios, onde as formas, dimensões e sequências transmitem diversas sensações aos usuários. É possível encontrar estes planos organizados somente com vegetação, porém o que é mais comumente encontrado nos núcleos urbanos é uma combinação de volumes edificados e vegetais.

Segundo Bueno Sousa (2009), a falta de planejamento na implantação e manutenção da arborização urbana pública pode prejudicar a eficiência das funções ou de seus aspectos benéficos e, ainda, colocar a população contra a presença destes elementos. Sendo assim, é importante conhecer no meio urbano quais os benefícios propiciados pela presença de vegetação.

2.3.3.1. Função estética e arquitetural

Para Bueno Sousa (2009), a primeira função da vegetação urbana organizada e planejada (tanto em praças, jardins ou vias públicas) é ser bela, pois buscamos na natureza organizada o paraíso cristão perdido.

A introdução de vegetação no meio urbano deveria ocorrer segundo um cuidadoso planejamento com o objetivo de criar paisagens atraentes. Porém, também pode ocorrer naturalmente, ou de um planejamento desatento, ou ainda sem planejamento algum.

A vegetação encontrada nas cidades não significa necessariamente que toda ela é desejável ou esteticamente agradável (MILLER, 1997). Segundo Mascaró & Mascaró (2005, p.13), a árvore, assim como monumentos estrategicamente localizados nas cidades, "pode ser um ponto de grande atração, um referencial urbano que ajude a conservar a memória deste lugar".

Robinette (1972) observa que a utilização estética e arquitetural dos materiais vegetais é composta de abordagens distintas, e afirma ainda que as plantas, individualmente ou em grupo, formam as paredes, tetos, pavimentos, através de diferentes alturas e densidades. Para ele, a utilização de materiais vegetais é tão importante quanto os materiais de construção na criação de paisagens confortáveis para os seres humanos, pois proporcionam privacidade e tem a capacidade de triar cenas indesejáveis.

As plantas possuem diferentes formas, cores, texturas, porte, densidade de folhagem, floração, galharia, taxas de crescimento e características ambientais que variam de espécie para espécie. Como elementos de design, a mistura destes atributos as estruturas e relevos, reforçam e completam as paisagens, ressaltando o fator escultórico da vegetação (MILLER, 1997; MASCARÓ & MASCARÓ, 2005).

Para Miller (1997), as plantas podem direcionar a visão, acabar com grandes espaços e definir importantes componentes no ambiente. Elas podem ser usadas para enquadrar cenas, participarem como primeiro plano ou fundo de uma paisagem qualquer.

Nas cidades observa-se que a árvore isolada é a situação mais comumente encontrada, o que possibilita "grande variedade de funções em relação às qualidades espaciais dos traçados urbanos. Uma árvore solitária, por exemplo, frequentemente pode ser usada como ponto focal de um pequeno grupo de habitações que se abre a uma rua secundária; pode ser também, o eixo ao redor do qual gira uma rua curta de acesso a um bairro no seu trecho final. Ao mesmo

tempo ela poderá ser uma meta visual para aqueles que dela se aproxima percorrendo o recinto urbano" (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005, p.25-26).

A vegetação propicia também, ambientes diferentes dependendo da estação do ano, da hora do dia e das condições meteorológicas. Elas têm seus próprios sons e odores, e estes elementos em contato com os usuários urbanos permitem um contato perdido no tumulto da vida urbana (MILLER, 1997).

Bueno Sousa (2009) observa que para se obter o melhor efeito estético da vegetação urbana e maximizar esse valor, é necessária a utilização dos princípios básicos de composição estética na elaboração do projeto, como a variação e diversidade de espécies, a repetição, unidade, ritmo, proporção, equilíbrio, beleza e harmonia.

Mascaró & Mascaró (2005, p.30) atenta para a questão da escala, ou seja, "a relação entre o observador e a paisagem". Os autores colocam que a vegetação desempenha bem esta função, quer minimizando a visualização da edificação, quer organizando locais aconchegantes. Observam ainda que a escala é relativa à percepção visual do observador, permitindo a manipulação das dimensões tanto em termos físicos como psicológicos.

Sendo assim, pode-se dizer que a árvore é "a forma vegetal mais característica da paisagem urbana, à qual se incorporou em estreita relação com a arquitetura ao longo da história". Contribuindo para a obtenção de uma ambiência urbana agradável. Ao trabalhar as massas vegetais, proporciona-se noção de espaço, condição de sombra e frescor, além da ornamentação dos edifícios (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005, p.14).

2.3.3.2. Função ambiental

A arborização viária, as áreas verdes e as áreas livres são fundamentais na melhoria das características do ambiente urbano e, consequentemente, da qualidade de vida da população (LOIS & LABAKI, 2001). A vegetação, segundo diversos autores, reduz os impactos resultantes do intenso processo de urbanização, através da moderação climática, conservação de energia, redução de gás carbônico, controle do escorrimento superficial e inundação, etc. Favorecem a composição atmosférica, pois fixam poeira, resíduos em suspensão, gases tóxicos, bactérias e outros microorganismos e recicla gases pelo processo da fotossíntese (PAIVA, 2006; VOLPE-FILIK et al., 2007).

Quanto à influência da vegetação no microclima, esta promove um melhor equilíbrio entre solo-clima-vegetação, amenizando a radiação solar na estação quente; alterando a temperatura e umidade do ar do recinto através do sombreamento que reduz a carga térmica recebida; conservando a umidade do solo; mantendo a permeabilidade e a fertilidade do solo; alterando a velocidade e direção dos ventos; reduzindo a poluição sonora, amortecendo os sons; influenciando no balanço hídrico, pois quando em grandes quantidades, interfere na frequência das chuvas; através da fotossíntese e da respiração, reduz a poluição do ar; etc. (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005; PAIVA, 2006).

Lois & Labaki (2001) completa ainda que a vegetação reduz despesas com condicionamento térmico dos edifícios, melhora as condições de conforto acústico e lumínico, aumenta a diversidade e quantidade de fauna, qualifica ambiental e paisagisticamente os imóveis (agregando valor econômico) e é uma opção de lazer e recreação nas áreas públicas (parques, praças e jardins), principalmente para a população menos abastada.

Segundo Mascaró & Mascaró (2005, p.26), as árvores plantadas isoladas têm potencial para amenizar o desconforto do microclima urbano, porém os “efeitos de sombreamento, diminuição da temperatura e elevação da umidade relativa do ar” serão sentidos somente sob sua copa. Em grupos ou isoladas, como citado acima, a redução da temperatura é atingida através da atenuação direta e indireta da radiação solar incidente. De maneira direta, o sombreamento reduz a conversão de energia radiante em calor sensível, consequentemente diminuindo as temperaturas do ar e superficiais dos materiais de construção. Indiretamente, consumindo energia na evapotranspiração, retirando calor do ambiente. Completa ainda que a influência da vegetação na temperatura do ar está relacionada ao controle da radiação solar, ventilação e da umidade relativa do ar.

Mascaró (2004) observa que a diferença de temperatura sob agrupamentos arbóreos pode ser até 4°C menor do que em áreas expostas a radiação solar, podendo ser acentuada com a redução do deslocamento entre áreas ensolaradas e sombreadas, ou ainda com o aumento do porte e variedade de espécies.

A tabela abaixo mostra a variação da temperatura do ar segundo as estações do ano e as características de agrupamento da vegetação.

Tabela 1 Variação de temperatura observada em sombra sob vegetação.

Variações de temperatura sob vegetação (°C)				
Estação/Orientação	Verão	Outono	Primavera	Inverno
Árvores isoladas	-3,7 a -1,3	-	-	-8,0 a -1,0
Grupos Heterogêneos	-4,4	-3,6 a -2,8	-	-5,0
Grupos Homogêneos	-4,7	-3,1	-3,7 a -3,2	-5,1

Fonte: Mascaró (2004, p.76).

Preambe[15] (2001 apud MASCARÓ & MASCARÓ, 2005) desenvolveu uma pesquisa em Porto Alegre/RS, comparando o desempenho térmico entre espécies vegetais durante estações críticas do ano. A pesquisa comparou três espécies arbóreas (Extremosa, Sibipiruna e Cinamomo – folhagem caducifólia, copa permeável, folhas verdes claro, escuro e lisa). As diferenças de temperatura entre as áreas expostas ao Sol e as áreas sombreadas variou no período de verão de 4,5°C (Extremosa e Cinamomo) a 9°C (Sibipiruna). No período de inverno esta variação foi menor (1°C), exceto para a espécie Cinamomo, onde a diferença atingiu 3,5°C.

Segundo Falcòn (2007), a umidade relativa do ar entre ruas arborizadas e não arborizadas pode variar até 10%. Este aumento ocorre pela transpiração das árvores que, ao mesmo tempo em que geram umidade, absorvem calor. O autor estima que o efeito refrescante de uma árvore adulta, que transpira 450 litros por dia por meio de suas folhas, equivale ao que geraria um ar condicionado funcionando cerca de 20 horas por dia em cinco habitações de porte médio.

Para Mascaró (2004), esta variação também é influenciada pelo albedo, morfologia, rugosidade e resistência articular da superfície foliar, dependendo mais de sua estrutura do que de seu porte.

A tabela 2 mostra a variação da umidade relativa do ar segundo as estações do ano e as características de agrupamento da vegetação.

[15] PREAMBE, Programa de preservação do meio ambiente pelo uso racional de energia. 5 vol. Porto Alegre: PROPAR – UFRGS, MCT-FINEP, 2000. Relatório de pesquisa.

Tabela 2 Variações sazonais médias de umidade relativa observadas para meio urbano em sombra sob vegetação, conforme estação.

Variações de umidade relativa sob vegetação (%)				
Estação/Tipo de agrupamento	Verão	Outono	Primavera	Inverno
Árvores isoladas	11	-	-	6
Grupos Heterogêneos	5	11	-	17
Grupos Homogêneos	14	8	10	11

Fonte: Mascaró (2004, p.78).

Algumas pesquisas avaliaram ainda, que os benefícios da vegetação não se restringem somente ao local onde essa esta inserida. Shashua-Bar & Hoffman (2000), em estudo desenvolvido na cidade de Tel-Aviv, avaliaram o efeito refrescante de pequenas áreas arborizadas segundo diferentes configurações geométricas no verão. Os autores concluíram que o efeito de resfriamento de pequenas áreas verdes é perceptível até 100 metros aproximadamente.

Segundo Borges Leão (2007), o processo de evapotranspiração é um importante regulador climático, pois os parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, insolação e precipitação) interagem com elementos do meio, estimulando a transpiração vegetal e a evaporação do solo. No processo de transpiração da vegetação, a água é retirada do solo e é depositada no ar pela abertura dos estômatos para a troca com o meio, influindo na umidificação do ar. Já no processo de fotossíntese, as plantas retiram o gás carbônico (CO_2) da atmosfera e devolvem o oxigênio (O_2), contribuindo para a renovação do ar. Em ambos os processos, a planta necessita de energia (radiação solar líquida) disponível no meio. E seu metabolismo, durante a noite, libera calor, proporcionando redução da amplitude térmica nos espaços (SUCOMINE, 2009).

A morfologia e as características físicas da vegetação são os fatores responsáveis pela reflexão da radiação solar, principalmente quanto ao albedo da superfície foliar, equivalente até a 30% da superfície total. Segundo Mascaró (2004), a radiação solar de onda curta incide sobre as folhas e será parcialmente transmitida como radiação difusa, porque a folha não é opaca á radiação solar; a radiação refletida também é difusa (se as folhas forem brilhantes, esta radiação pode ser orientada); e a radiação absorvida é transformada em calor físico e em energia química. Ou seja, a radiação solar é transmitida dependendo da transparência, cor, espessura das folhas, da distribuição e adensamento dos troncos, dos ramos e do ângulo de incidência dos raios solares. A associação destas propriedades delimitará o efeito da vegetação no controle da radiação solar, ou seja, se a planta obstruirá (bloqueio da radiação, sendo este proporcional a sua absorção) ou filtrará (interceptação parcial) a radiação incidente

e refletida. A interação destes elementos relacionados com as características de cada espécie determina o quanto à vegetação influencia nas características climáticas do ambiente construído.

Para Robinette (1972), a escolha de espécies de folhagem densa, por exemplo, permitirá a absorção da radiação solar e o resfriamento do ar. Esta absorção, determinada principalmente pela pigmentação das folhas, absorve cerca de 50% da radiação de onda curta e 95% da radiação de onda longa. E a iluminância, composta por radiação difusa e por uma parcela variável de radiação solar, também é modificada e determinada pela morfologia e características físicas da vegetação (MASCARÓ, 2004).

Segundo Bueno Sousa (2009), através de características da espécie é possível maximizar os benefícios ambientais da vegetação. Sendo assim, sempre que possível, é preferível optar pelas espécies arbóreas de porte médio ou alto em vez das de porte baixo; optar por copa densa, de folhas pequenas, com a folhagem verde mais escuro e de alto grau de pubescência, pois fornecem mais sombra e absorvem maior quantidade de radiação solar. Dependendo das características climáticas locais devemos, por exemplo: em regiões tropicais optar por espécies perenes, de porte alto e folhas grandes; em regiões subtropicais e temperadas optar por espécies decíduas, permitindo um aproveitamento da insolação durante o inverno e sombreando durante o verão; em locais muito quentes (ou de alta radiação solar) optar por plantações mais próximas das superfícies refletoras; etc.

Quanto ao conforto humano, a radiação solar afeta positiva e negativamente, pois a radiação infravermelha do Sol aquece o corpo humano ao colidir diretamente com a pele ou roupa, e indiretamente quando refletida ou irradiada dos objetos e materiais de construção. A vegetação, projetada adequadamente, pode ser uma ferramenta de interceptação da radiação solar (evitando o aquecimento excessivo) ou não interferindo se for este o objetivo, como visto anteriormente (MILLER, 1997).

Outra questão citada por Bueno Sousa (2009) é o aquecimento global e o sequestro de gás carbônico (CO_2), durante a fotossíntese. Uma árvore nativa, por exemplo, remove cerca de 20 kg de CO_2 da atmosfera por ano enquanto um brasileiro emite, em média, 1,7 toneladas de gás carbônico (Revista Época, n.463, 02/04/2007). Segundo Falcòn (2007), em uma cidade com um volume médio de áreas verdes, a vegetação produz cerca de 10% do oxigênio consumido pelos seus habitantes. Uma árvore de grande porte, com aproximadamente 24 metros de altura

e 15 metros de diâmetro de copa produz o oxigênio equivalente ao necessário para a respiração de 10 pessoas.

A vegetação das áreas verdes urbanas também serve para fixar as partículas de poeira e gases poluentes que estão suspensas na atmosfera (como chumbo, flúor, ácido sulfúrico, etc.). Estas partículas são mantidas, especialmente nas folhas. A retenção é mais eficiente quanto maior for o volume e a área de plantas presentes no espaço, embora a morfologia das folhas também influencie neste aspecto, pois folhas com superfícies ásperas são mais eficazes. Segundo Falcòn (2007), uma área arborizada pode filtrar mais de 86% das partículas suspensas no ar. Em casos de árvores decíduas, o percentual é reduzido em cerca de 40%. As plantas trepadeiras também proporcionam uma grande superfície foliar, capaz de filtrar a entrada de poeira, contaminantes em geral, e até de vírus.

Para Miller (1997), a concentração de poluentes na atmosfera depende da quantidade produzida, do clima local e das variações do dia a dia no tempo. Em geral, as massas de ar urbano estão cronicamente poluídas. Problemas de poluição do ar são agravados também por inversões térmicas que retém os poluentes sobre as cidades por longos períodos, e as massas de ar urbano poluído que vão além da cidade, contaminando as áreas rurais.

Segundo Mascaró & Mascaró (2005), dentre os fatores que determinam o desempenho da vegetação com relação à ventilação, destacam-se as características locais (como permeabilidade, o perfil do recinto, a orientação segundo os ventos predominantes, a densidade de ocupação do solo e o gabarito das edificações) e as características das espécies (como porte, forma, permeabilidade, período de desfolhamento, idade, etc.). Também consideram quatro os efeitos básicos da vegetação na ventilação: a canalização do vento (quando o ambiente urbano caracteriza-se como um corredor bem definido e relativamente estreito); a deflexão do vento (a posição e a distância da vegetação em relação ao edifício ou espaço aberto a ser ventilado ou protegido influenciam de modo significativo na trajetória do vento, redirecionando-o); a obstrução (uma barreira de vegetação pode bloquear a passagem do vento, reduzindo sua velocidade e atenuando seus efeitos no microclima); e a filtragem (as barreiras vegetais têm a capacidade de reduzir a velocidade do vento e de barrar os resíduos transportados por ele).

Quadro 1 Escala de Beaufort.

Número de Beaufort	Descrição do vento	Velocidade (m/s)	Descrição dos efeitos dos ventos
0	Calmo	Menor que 0,4	Vento não perceptível.
1	Ventos leves	De 0,4 a 1,5	Vento não perceptível.
2	Brisa leve	De 1,6 a 3,3	Vento sentido no rosto.
3	Brisa suave	De 3,4 a 5,4	Ventos que levemente estendem as bandeiras; cabelos desarrumados; roupas balançando.
4	Brisa moderada	De 5,5 a 7,9	Ventos levantando poeira, solo seco, papéis soltos; cabelos desordenados.
5	Brisa fresca	De 8,0 a 10,7	Força do vento sentido no corpo; neve acumulada surgida pelo vento; limite do vento agradável sobre a terra.
6	Brisa forte	De 10,8 a 13,8	Uso de sombrinhas com dificuldade; cabelos golpeados imediatamente; dificuldade de caminhar com firmeza; ventos ruidosos, desagradável no ouvido; ventos nascidos da neve em torno da altura da cabeça.
7	Ventania moderada	De 13,9 a 17,1	Sentida de maneira inconveniente, quando caminhando.
8	Ventania fresca	De 17,2 a 20,7	Geralmente impede de progredir; grande dificuldade com balanço das rajadas.
9	Ventania forte	De 20,8 a 24,4	Pessoas golpeadas por cima das rajadas.

Fonte: PENWARDEN & WISE (1975).

Quanto à sensação de conforto e ambiência urbana, a ação do vento é sentida como força e velocidade, na medida em que aumenta a troca de calor. Durante o verão, a movimentação do ar resfria a superfície da pele através da evaporação do suor, enquanto que no inverno esfria a

pele substituindo o ar aquecido pelo ar frio (MASCARÓ, 2004). Estes critérios de conforto e segurança em relação á ação do vento estão apresentados na escala de Beaufort (Quadro 2) e também por Davenport & Isyumov [16] (1975 apud MASCARÓ, 2004) apresentado no Quadro 3.

Quadro 2 Critério de conforto relativo à ação do vento.

Atividade	**Áreas aplicáveis**	**Perceptível**	**Tolerável**	**Desagradável**	**Perigoso**
1 – Caminhando rápido	Caminhos laterais	5	6	7	8
2 – Patinando, andando de skate, etc.	Parques, pistas de skate	4	5	6	8
3 – Parado, sentado, exposição curta.	Parques, praças	3	4	5	8
4 – Parado, sentado, exposição longa.	Restaurantes e teatros ao ar livre	2	3	4	8
Critério representativo de aceitabilidade	-	-	< 1 vez/semana	< 1 vez/mês	< 1 vez/ano

Unidades: número de Beaufort, temperatura 10°C. Para temperaturas menores, o nível de conforto relativo pode ser reduzido em número de Beaufort para cada 20°C de diminuição de temperatura.
Fonte: DAVENPORT & ISYUMOV, 1975 apud MASCARÓ, 2004, p.46.

Também são considerados benefícios ecológicos da vegetação, além dos já abordados, a: função estabilizadora do relevo; a proteção da qualidade e da capacidade de reservação de

[16] DAVENPORT, A. G.; ISYUMOV, N. The ground level wind environment in built up áreas. In: Proceeding of International Conference on Wind Effects on Builddings and Structures. Proceedings… London Heatrow, 1975.

água; a proteção de nascentes e áreas de mananciais; como fonte de alimento; corredor de fauna e suporte para a vida silvestre; e a proteção da biodiversidade (PAIVA, 2006).

Para maximizar os benefícios ecológicos da vegetação é necessário: ter uma composição de arborização urbana pública o mais diversificado possível (através de grande número de famílias e de espécies arbóreas e de outros vegetais); e optar, sempre que possível, por espécies nativas locais e regionais, pois são mais resistentes e adaptadas (a composição arbórea ideal é de 70% de espécies nativas e o restante de espécies exóticas). Através destas diretrizes, conserva-se a diversidade biológica e aumenta-se a quantidade de avifauna na cidade, pois a vegetação fornecerá aos animais alimento, abrigo, etc. E a vegetação viária, agindo como um importante eixo de integração dos parques e das áreas verdes urbanas funciona como corredor e fornece abrigo para diversos animais (BUENO SOUSA, 2009). A diversidade vegetal também é desejável por manter a fitossanidade de todo o conjunto arbóreo, impedindo a sua perda total ou parcial.

A erosão do solo em áreas urbanas também é um problema frequente e sério que pode ser tratado através da presença de vegetação. Por exemplo, o controle de tráfego de pedestres em áreas vegetadas pode ser realizado através de barreiras vegetais que bloqueiem a linha de visão ou de barreiras que orientem os percursos através da paisagem. Além disso, as superfícies urbanas são, em sua maioria, impermeáveis e concentram os fluxos superficiais. Como resultado, tem-se a erosão do solo, graves problemas de poluição da água, assoreamento de cursos d'água urbano, etc. Deve-se optar por solução vegetal ou não vegetal para estes espaços, assim como monitorar frequentemente o uso, avaliando o desgaste e a necessidade ou não de intervenção. Para potencializar a infiltração sugere-se adicionar material orgânico, perfurar os gramados, utilizar sistemas de drenagem de cascalho para escoamento superficial, terraços, ou utilizar blocos de pavimentação ecológicos em áreas como estacionamentos (MILLER, 1997; FALCÒN, 2007).

Na hidrologia urbana, além da vegetação proporcionar um abrigo temporário durante as chuvas, ela desempenha um papel fundamental de proteção do solo, interferindo no impacto da água. A folhagem da copa, dependendo da espécie intercepta uma percentagem da precipitação e permite que esta retorne a atmosfera (OLIVEIRA, 1996; MILLER, 1997; BORGES 2006; FALCÒN, 2007). Por exemplo, a *Chamaecyparis lawsoniana* (Cipreste anão, Cedro-do-oregon), a *Pinus nigra* (Pinheiro-da-Austrália, Pinheiro-Negro) e a *Quercus rubra*

(Carvalho-americano) que interceptam, respectivamente, 55,6%, 52,1% e 67,6% da precipitação anual (ROBINETTE, 1972).

Em resumo, Bueno Sousa (2009) atenta que, para otimizar os benefícios da vegetação no ambiente urbano, deve-se impulsionar o plantio baseando-se em um planejamento adequado que vise o todo.

2.3.3.3. Função psicológica e social

O local onde se vive influencia e determina as atitudes e desejos. Neste contexto, o desejo e a necessidade de espaços verdes urbanos são inversamente proporcionais ao grau de ruralização da vida cotidiana, ou seja, nos casos dos habitantes que estão em contato direto com a natureza (moradores rurais - agricultores, pecuaristas, etc.), eles tem em abundância aquilo que falta aos habitantes do meio urbano, que, muitas vezes atinge níveis patológicos. Mesmo que parte da economia dos núcleos localizados em áreas rurais seja alta, com parques industriais nas proximidades, a demanda e a necessidade de espaços verdes ainda são inferiores a existente nas cidades (FALCÒN, 2007).

Como visto anteriormente, além das funções estéticas e ambientais, os espaços verdes urbanos são essenciais para reconectar os habitantes urbanos a natureza, convivendo, relaxando, praticando atividades esportivas e de lazer, etc. Além de desempenharem um papel importantíssimo no reequilíbrio social das populações desfavorecidas (LOIS & LABAKI, 2001).

A função social dos espaços verdes urbanos também está ligada à evolução dos hábitos da população e do comportamento do público em relação a estes espaços. Pois espaços bem equipados exercem um impacto atrativo sobre a população, já que oferece atividades de lazer contra a tendência de isolamento da população em suas residências.

Com relação aos benefícios psicológicos relevantes para a população, o verde urbano organiza o território através de diferentes áreas, criando espaços que incentivem as relações de vizinhança e de dignificação do ambiente. Estes espaços são referenciais na educação ambiental dos cidadãos, transmitindo a percepção das mudanças na natureza ao longo do ano, refletindo os ciclos de vida e da passagem do tempo. Estes espaços têm ação calmante sobre as pessoas e seus efeitos são proporcionais à densidade destas no meio urbano. A vegetação

atua como uma tela, permitindo o isolamento visual do tráfego rodoviário e da paisagem urbana, contribuindo significativamente para o bem-estar do usuário (FALCÒN, 2007; SUCOMINE, 2009).

Ulrich [17] (1981 apud FALCÒN, 2007) acrescenta outras vantagens potenciais dos espaços verdes urbanos, principalmente ligados aos benefícios à saúde. Por exemplo, o estudo que avaliou pacientes em recuperação de cirurgias constatou que os pacientes que tinham vistas, das suas camas, de paisagens com árvores, encurtaram em 24 horas, pelo menos, sua estadia no hospital. Além de exigirem, aparentemente, menos atenção do departamento de enfermagem e menores doses de medicamento. E para Shoereder [18] (1987 apud PAIVA, 2006), a vegetação influencia também o humor, as emoções e a satisfação dos usuários com o ambiente ao redor.

> "[...] a vegetação possui capacidade estabilizadora do plano psíquico, não somente através das cores, mas também por toda classe de percepções, emoções, odores, radiações, perturbações imperceptíveis do campo magnético local etc. [...] a realização social da personalidade é favorecida pela existência de áreas verdes e livres nas cidades, já que facilita o contato entre as pessoas, a prática de esportes e a brincadeira das crianças." (LLARDENT [19], 1982 apud PAIVA, 2006, p.21).

2.3.3.4. Outras funções

Além das funções já abordadas neste texto, a vegetação também exerce influência nas áreas da alimentação, medicina popular e de proteção de encostas (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005).

Quanto ao enfoque na alimentação, Mascaró & Mascaró (2005) cita a cidade de Belém/PA, que tem suas principais ruas arborizadas com mangueiras de grande porte. Estas, além de oferecer sombra, também fornecem frutas que são muito apreciadas pelas populações de menor renda. Exemplos como estes estão frequentes em muitos cenários urbanos. Vale

---

[17] ULRICH, R. S. Natural versus urban scenes: some psychophysiological effects. Environment and Behavior, v.13, n.1, p.523-556, 1981.

[18] SCHOEREDER, H. W. Psychological value of urban trees: measurement, meaning, and imagination. 5th ed. In.: Nacional Urban Forestry Conference, 3., 1987, Orlando. Proceedings… Orlando: 1987, p.55-60.

[19] LLARDENT, L. R. Zonas verdes y espacios libres en La ciudad. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local, 1982. 538p.

ressaltar que vias com intenso fluxo de veículos e de pedestres não deveriam ser arborizadas com espécies frutíferas, pois as árvores criam problemas a deixarem seus suculentos e pesados frutos caírem sobre os usuários do recinto urbano, sendo questionada sua presença. Os autores observam ainda que o modelo de arborização menos usado nos centros das cidades é frequentemente encontrado na periferia.

Botrel et al. (2006), quanto à medicina popular, observa que o conhecimento popular a respeito do uso das espécies vegetais nativas pode contribuir na conservação destes ecossistemas quanto à adoção de práticas de manejo, contribuindo também para o resgate e preservação da cultura popular.

E a proteção das encostas, que devido aos trabalhos de urbanização (como cortes e aterros necessários a determinado projeto), criam encostas íngremes que não protegidas se desestabilizam causando sérios prejuízos. Em muitos casos, com o uso de vegetação adequada, estas encostas poderiam ser estabilizadas, desempenhando varias funções no meio em que se encontram (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005).

Falcòn (2007) observa também que, assim como existem diversos benefícios na presença de vegetação no meio urbano, também existem alguns problemas vinculados. O mais corrente deles, é o agravamento de doenças respiratórias ou alergênicas devido, principalmente, a ação do pólen. Outras situações que motivam o desinteresse com relação à arborização urbana são: vizinhos que se opõe ao plantio de vegetação em geral por usar determinada área como estacionamento; ou aqueles que atribuem à presença de algum animal indesejado ás árvores presentes no passeio público (por exemplo, ratos); ou ainda, aqueles que consideram a possibilidade de favorecimento a crimes de roubos os ramos alcançarem as varandas. O autor completa que apesar destas questões citadas acima, a maioria da população é a favor da presença de vegetação nos núcleos urbanos, partindo do princípio de que esta natureza é um bem valioso.

Neste contexto de valorização da arborização urbana é importante avaliar como este processo esta sendo implantado e conduzido nas cidades. Assim, conhecer as características de um determinado lugar, as características peculiares às espécies, o microclima gerado, ou seja, conhecer fatores que possam influenciar ou não nos seus usos, constitui importante subsídio projetual.

2.4. Estudos recentes sobre o tema

A seguir, serão relatadas diversas pesquisas que relacionam a climatologia, a forma urbana e a presença ou não de vegetação em espaços urbanos. As abordagens, aqui relatadas, conduzem a um conhecimento cada vez maior da realidade dos centros urbanos, corroborando na busca de melhor qualidade de vida urbana.

Como visto anteriormente, fatores como a localização da cidade na região, o tamanho da cidade, a densidade da área construída, o tipo e uso do solo urbano, a altura dos edifícios, a orientação e largura das vias, a subdivisão da parcela individual urbana, o tamanho e localização dos parques e outras áreas verdes, o desenho particular de detalhes dos edifícios, etc., influenciam no clima urbano (ASSIS, 2000; PEZZUTO, 2007; MONTEIRO, 2003; ROMERO, 2009; entre outros).

Uma metodologia para a concepção bioclimática do espaço público urbano, desenvolvida por Romero (2001), considerou as seguintes características do espaço urbano: tamanho, densidade e orientação das construções na área urbana; rugosidade; anteparos das emissões de radiação solar; a relação entre o tamanho dos edifícios e a distância existente entre eles; e a relação de distribuição dos edifícios mais altos e dos mais baixos.

Silva & Romero (2009) avaliaram o desempenho ambiental da arborização urbana inserida de uma via pública em Teresina/PI, buscando contribuir com diretrizes gerais de desenho urbano bioclimático para a produção de um espaço climaticamente confortável. Abordou-se o microclima gerado a partir da configuração da arborização e das calçadas, relacionando-se diversos fatores que influenciam no microclima urbano (como topografia, revestimento do solo, vegetação, presença de barreiras, etc.), pois estes alteram, sobretudo, a incidência dos raios solares e de ventilação. Como conclusão, os autores demonstraram que o espaço público das vias possui seu microclima diferenciado de acordo com as características quali-quantitativas da arborização que possui e que esta pode ser uma alternativa de desenho urbano bioclimático, objetivando um melhor conforto térmico para o espaço público das vias urbanas.

Por outro lado, as diferenças de temperatura no meio urbano são influenciadas por diversos parâmetros da geometria urbana. Diversos estudos têm demonstrado uma correlação direta entre estes. Romero (2009), em pesquisa desenvolvida nas superquadras do Plano Piloto de Brasília-DF, avaliou, sob a ótica de conforto e sustentabilidade, o desempenho da estrutura urbana e da relação entre estes atributos do espaço urbano e o microclima, especialmente a

relação entre a largura das vias e a altura dos edifícios (W/H) e os *canyons* urbanos. Foram realizadas medições *in loco* e simulações sobre a formação de ilhas de calor nos espaços residenciais. A pesquisa detectou que as construções a partir de 1990 estão influenciando negativamente o microclima. Edifícios mais largos, a descaracterização dos pilotis, a presença de apartamentos não vazados, de sacadas fechadas, a falta de brises, as fachadas espelhadas e as árvores ornamentais (que não fornecem sombra), estão prejudicando o fluxo do vento e aumentando a temperatura do ar.

Outro estudo que verificou a influência de dois parâmetros ligados à legislação urbanística (densidade construída e geometria urbana) no comportamento térmico de áreas urbanas foi realizado por Gomes & Lamberts (2009). A pesquisa foi realizada em Montes Claros/MG, através de um modelo empírico em que se associaram dados de temperatura do ar aos parâmetros urbanísticos, estes considerados as principais variáveis relacionadas à variação de balanço energético local. Os resultados encontrados constataram uma significativa correlação entre os parâmetros urbanísticos de densidade construída e geometria urbana e a temperatura do ar, principalmente no período noturno. As variáveis envolvidas atuam principalmente no processo de trocas térmicas secas entre as superfícies e a atmosfera. Também se constatou a importância de considerar a influência de outras variáveis envolvidas no balanço energético, como a ação dos ventos e a presença de áreas verdes.

Um estudo sobre a influência das alterações nos padrões de ocupação do solo sobre a ventilação natural foi realizado por Leite & Frota (2009). Este, tendo como estudo de caso alguns bairros da cidade de Fortaleza/CE, através da visualização de cenários de ocupação do solo submetidos à ambiente de mecânica dos fluidos computacional, analisou a influência dos padrões de ocupação do solo e do adensamento populacional sobre a ventilação natural. Partindo-se da premissa de que o vento é o elemento chave de qualidade do ar no ambiente urbano e conforto térmico em localidades de clima quente úmido, este é o elemento do clima urbano mais modificado pelo processo de urbanização que dificulta o aproveitamento de seu potencial para condicionamento passivo de edificações e do espaço público urbano em geral.

Dentro desta abordagem, Assis (2000), através de modelagem física e numérica analisou a influência da geometria urbana na formação de ilha de calor noturna, em Belo Horizonte/MG. A autora analisou também a melhor relação de arranjo dos edifícios e da volumetria para preservar a insolação e iluminação natural, baseado na aplicação da legislação urbanística.

Torres et al. (2003), com o objetivo de avaliar climaticamente ruas e praças do centro de Maceió/AL, de modo a quantificar o comportamento microclimático (temperatura e umidade do ar) nestes recintos, constataram forte relação entre a formação de ambientes térmicos urbanos e a morfologia urbana. Diagnosticaram-se diferenças significativas de temperatura e umidade do ar nos recintos de tipologias diferenciadas, comprovando a influência de um maior adensamento e acúmulo de atividades antropogênicas no aumento da temperatura do ar e na respectiva diminuição da umidade relativa.

Também neste enfoque, Costa Filho et al. (2009) investigou a correlação entre a morfologia urbana de uma área do centro da cidade de Fortaleza/CE e os dados das variáveis climáticas locais. A partir da análise topográfica, da altura dos edifícios, do uso do solo, tipo de revestimento das superfícies e presença de vegetação, foram determinados os pontos de medição, assim como se caracterizou morfologicamente os ambientes. Os resultados constataram a influência de diferentes tipos de morfologia na intensidade da temperatura do ar (as maiores médias de temperatura do ar foram registradas em uma região de alta densidade construída, pouca cobertura vegetal e alto índice de pavimentação do solo). Destacou-se também, através dos resultados obtidos, a influência da cobertura vegetal na amenização da temperatura do ar e que áreas que oferecem maior variação na altura dos edifícios tendem a redução nas médias de temperatura do ar. Os autores concluem que a verticalização, tão condenada em algumas situações, se bem equilibrada e controlada, pode reduzir as temperaturas do ar através do sombreamento dos espaços urbanos e possibilitar maior permeabilidade a ventilação natural.

Bertacchi & Faria (2003) analisaram a distribuição da temperatura do ar na camada intra-urbana da cidade de Bauru/SP. A partir de um levantamento preliminar de temperatura do ar em diversos pontos distribuídos pela cidade, foram selecionados os pontos cujos dados apresentaram valores acima e abaixo da temperatura do ar fora da área urbana (estação meteorológica local). A análise destes dados juntamente com as características de uso e ocupação do solo dos locais selecionados permitiu concluir que a área central, ao apresentar maior aquecimento que as demais áreas, confirmou a influência do uso do solo, do adensamento de construções e da configuração do desenho urbano. A presença de vegetação foi o aspecto mais importante na análise das diferenças de temperatura entre as diversas áreas, confirmando sua importância no controle da variação diurna da temperatura do ar na camada intra-urbana.

Nichol & Wong (2005), em pesquisa desenvolvida na cidade de Hong Kong, observou que devido às características do sítio e do processo de urbanização, esta sofre um alto grau de desconforto térmico. Muitas áreas urbanas são destituídas de árvores e áreas verdes devido à falta de espaço, e, ainda é um local congestionado, ruidoso e evidentemente mais quente do que as áreas rurais. A pesquisa que combinou análise de diversos tipos de imagens e modelagem tridimensional possibilitou uma visualização interativa da qualidade ambiental na cidade, evidenciando o efeito positivo de pequenos bolsões de áreas verdes, pequenos parques ou de ruas arborizadas, identificando a qualidade ambiental oferecida por estes elementos. O estudo concluiu que as relações entre topografia, ilha de calor urbana, biomassa e poluição do ar dentro dos limites urbanos são complexas e dinâmicas e só superficialmente entendidas. E que a modelagem tridimensional melhora a compreensão destes fenômenos.

Segundo Asawa et al. (2008), um estudo desenvolvido em áreas metropolitanas do Japão observou que o fenômeno de ilhas de calor é muito mais frequente durante os meses de verão. De tal forma que o governo local desenvolveu uma legislação de controle de ilhas de calor (Heat Island Countermeasure Scheme, aprovado em março de 2004). Esta legislação, num futuro próximo, prevê que os arquitetos e engenheiros, responsáveis pelo projeto do espaço urbano, estimem os potenciais efeitos de um determinado projeto sobre o ambiente térmico urbano nas diversas fases do projeto. Neste contexto, os autores desenvolveram uma ferramenta de design térmico para o uso no planejamento de espaços abertos, combinando simulações de equilíbrio térmico de superfícies urbanas (como edifícios – diversidade de materiais de construção, variações de solo, áreas verdes, etc.) com o sistema 3D-CAD (modelo geométrico espacial detalhado), objetivando o uso em computadores pessoais. A aplicação desta ferramenta confirmou capacidade de simular os efeitos da geometria e dos materiais de construção nos espaços abertos imediatos, incluindo o efeito do sombreamento das árvores, caracterizando as temperaturas superficiais e os índices de avaliação térmica em ambientes abertos.

Outros estudos relatam a relação entre a configuração do céu (fator de visão do céu – FVC) e as variações térmicas. Segundo Oke (1981), o fator de visão do céu é uma das medidas mais apropriadas para determinar a geometria de radiação de um determinado local, pois representa a fração de céu disponível para a troca de calor. Basicamente, o FVC é uma estimativa da área visível do céu a partir de um ponto de observação da malha urbana, determinado pela razão entre a radiação total recebida por uma superfície plana e aquela recebida por todo o ambiente

radiante. Souza et al. (2009, p.183) completa que o FVC é uma das “principais causas de ilha de calor urbana, porque o resfriamento das superfícies terrestres é proporcional à área de céu visível a partir desta superfície”.

O trabalho realizado por Souza (1996), em uma região da cidade de São Carlos (SP), avaliou quantitativamente a influência térmica da configuração geométrica na atmosfera urbana. Para isso, usou-se o FVC e a relação altura dos edifícios e largura das vias (H/W) como unidades representativas da geometria urbana. Segundo o estudo, a área avaliada apresentou um índice de adensamento classificado de médio a baixo e que, se respeitado o acesso solar, a ventilação e iluminação das edificações o adensamento urbano pode ser considerado sem prejuízos térmicos graves, considerando-se a geometria urbana.

Minella et al. (2009), em pesquisa desenvolvida em uma rua de Curitiba/PR, investigou a influência do FVC sobre os níveis de conforto térmico em espaços abertos. A metodologia consistiu em monitorar dois pontos ao longo da Rua XV de Novembro, com maior e menor obstrução da abóbada celeste, em um período de cinco horas de um dia de verão. Foram realizadas medições locais de temperatura do ar e temperatura radiante média, e calculados, através do programa *Rayman*, os índices PMV (*Predicted Mean Vote*) e PET (*Physiological Equivalent Temperature*). Os resultados finais mostram que o FVC pouco influenciou a temperatura do ar. Além disso, apontaram que este fator não pode ser considerado isoladamente como fator determinante para os níveis de conforto dos índices PMV e PET. No entanto, a temperatura radiante média é uma importante variável no que se refere aos índices de conforto estudado. Isso mostra que a influência do FVC no microclima é menor quando comparado ao efeito da incidência da radiação solar no mesmo. Sendo assim, algumas características do desenho urbano (como altura das edificações, largura e orientação das vias) tem forte influencia no ganho de radiação solar nos pontos medidos, e em consequência nos níveis de conforto.

Souza et al. (2010) avaliou o papel do FVC na intensidade de ilhas de calor, na escala do pedestre, em um bairro residencial da cidade de Bauru/SP. Realizou-se a caracterização da área de estudo e a determinação da geometria urbana. Em seguida, determinaram-se os pontos de referência e realizaram-se as medições de temperatura do ar em *canyons* urbanos. Através dos dados obtidos (tanto no local como os dados disponibilizados pela estação meteorológica) foram realizadas comparações com um modelo de regressão linear desenvolvido por Oke (1981), correlacionando o FVC e a temperatura. Os resultados indicam não haver uma relação

linear constante entre o acréscimo de temperatura à medida que o FVC aumenta. Acredita-se que, devido o perfil bastante variado do local, alguns locais com FVC menores estiveram sujeitos à influência do sombreamento pelas edificações mais altas, alterando assim, o comportamento esperado durante a noite, contrariando ao que poderia ser esperado pela literatura.

Outro aspecto bastante importante no controle climático urbano é a vegetação. Segundo Oliveira (1996), dentre os benefícios da vegetação urbana já citada neste texto, destaca-se a sua importância no controle climático, na poluição do ar e acústica, na melhoria da qualidade estética, nos efeitos sobre a saúde física e mental da população, no aumento de conforto ambiental, na valorização das áreas em geral, na formação do imaginário urbano e no patrimônio cultural.

Quanto ao controle climático, em pesquisa realizada na cidade de São Carlos/SP, os resultados obtidos das medições das variáveis climáticas (temperatura e umidade relativa do ar) em uma praça arborizada evidenciaram o efeito amenizador da vegetação, principalmente quando comparados a um ponto isolado de vegetação, distante aproximadamente 100 metros. A diferença entre um ponto interno da praça e o ponto externo, no horário das 15 horas chegou a 2°C. Com relação à umidade relativa do ar, a diferença chegou a 8,2% no horário das 9 horas (GIACOMELI et al., 2009).

Bueno (1998) propôs uma metodologia para o estudo da atenuação da radiação solar por diferentes espécies arbóreas. Através de medições de radiação solar, temperatura de globo e ambiente, e umidade relativa, a autora avaliou cinco espécies arbóreas quanto à melhoria do microclima proporcionado à sombra das mesmas. Foram estudadas as espécies: *Hymenaea courbaril* (Jatobá), com 87,2% de atenuação da radiação solar; *Cassia fistula* (Chuva-de-ouro), com 87,3%; *Michelia champacca* (Magnólia), com 82,4%; *Tabebuia impetiginosa* (Ipê Roxo), com 75,6%; e *Caesalpinia peltophoroides* (Sibipiruna), com 88.5%. Analisando os resultados, pode-se observar que a Sibipiruna, o Jatobá e a Chuva-de-ouro apresentaram o melhor desempenho, comprovando a eficiência da metodologia para este tipo de abordagem.

Bueno-Bartholomei et al. (2001), utilizando à mesma metodologia, estudou outras espécies: *Senna spectabilis* (Cassia Carnaval), com 90,4% de atenuação da radiação solar; *Schinus molle* (Schinus), com 74,7%; *Bauhinia forficata* (Bauínia), com 84,8%; *Clitoria racemosa*

(Sombreiro), com 78,8%; e *Cingingium jambolana* (Jambolão), com 92,8%. Dentre estas, o Jambolão apresentou o melhor desempenho.

Segundo Abreu & Labaki (2007), a vegetação proporciona a redução da temperatura local, de gastos energéticos, bem como melhores condições de bem-estar às pessoas, além de ser uma solução prática e barata capaz de melhorar as condições de conforto. Sendo assim, a pesquisa realizada pelos autores na cidade de Campinas/SP, avaliou o raio de influência de espécies arbóreas e agrupamentos na melhoria dos microclimas urbanos. Os resultados permitiram concluir que o raio de influência das espécies arbóreas é um dado importante para quantificar o número de indivíduos arbóreos necessários para garantir condições ideais de conforto térmico no planejamento urbano que visa a requalificação do microclima urbano.

Bueno-Bartholomei (2003), partindo da premissa de que diferentes espécies arbóreas apresentam comportamentos diferentes quanto à atenuação da radiação solar, considerou que o sombreamento por árvores de fachadas de edificações expostas ao Sol pode melhorar o desempenho térmico da mesma. Dentre as espécies avaliadas, a *Bauhinia variegata* (Pata-de-vaca) teve um dos melhores desempenhos quanto à atenuação da radiação solar e melhoria do conforto térmico. Já, quanto aos benefícios proporcionados ao ambiente interno analisado, frente à fachada com e sem vegetação, observou-se que, em média, as temperaturas na situação com árvores foram 1,5°C menores do que na situação sem árvores.

Sob o aspecto da influência das áreas verdes na qualidade de vida, Brusantin & Fontes (2009) investigaram as condições de conforto térmico dos usuários de um espaço público aberto de Bauru/SP. Para os autores, a qualidade ambiental de espaços públicos abertos depende de diversos aspectos, tais como microclima, segurança, disponibilidade de equipamentos, entre outros. Sendo assim, os microclimas favoráveis à convivência humana são fundamentais para o sucesso de espaços, e juntamente com outros aspectos qualitativos podem influenciar positivamente a sensação e satisfação térmica dos usuários. Os resultados da pesquisa permitiram uma análise comparativa entre as condições de conforto térmico real (obtido através dos questionários) e calculado (através dos índices PMV e PET), em que se observou grande diferença entre ambos. As diferenças entre a sensação e satisfação térmicas também foram encontradas, pois mesmo em condições de frio ou calor, grande parte dos usuários disse sentirem confortáveis.

Segundo Dacanal et al. (2009), os espaços livres públicos conferem oportunidades de lazer democrático à população urbana, sendo sua qualidade ambiental responsável pela atratividade e convite à permanência. Neste contexto, foi desenvolvida uma pesquisa na cidade de Campinas/SP, em que analisou-se o conforto térmico humano em espaços livres, caracterizando os diferentes usos presentes, decorrentes da configuração espacial e dos aspectos microclimáticos. O estudo avaliou duas situações distintas, o "Parque Portugal", arborizado e com presença de água, e a "Praça Imprensa Fluminense", com subespaços sem vegetação. Através dos dados obtidos (monitoramento microclimático, questionários aplicados para avaliação da sensação e preferência térmica e dos índices PET e VME) verificou-se que a sensação térmica real dos usuários difere dos índices calculados em 30%, constatando-se que 100% dos interrogados consideram-se confortáveis termicamente. Conclui-se que o prazer de estar em um espaço livre público, associado ao tempo livre, decorre de uma somatória de fatores, dentre os quais o microclima faz parte, mas não é decisivo para a percepção do conforto.

Outros trabalhos ainda constataram importante contribuição da vegetação no conforto ambiental acústico, como Niemeyer (2010), Silva & Oliveira (2010), Lima et al. (2010). Simões & Villanova (2009), em pesquisa realizada em Porto Alegre/RS, compararam os níveis de pressão sonora obtidos simultaneamente junto ao meio-fio e junto ao alinhamento das construções. A fonte geradora considerada foi o ruído do tráfego rodado para analisar a influência dos recuos urbanos na atenuação do ruído. Dentre os resultados obtidos, tem-se que a vegetação cumpre um papel importante na obtenção de conforto ambiental acústico, reduzindo o ruído do tráfego urbano.

Sendo assim, a identificação destas informações quanto às espécies, microclima e as particularidades de uso e ocupação dos espaços podem ser feitas a partir de diversas metodologias desde que estas avaliem fatores técnicos, funcionais, econômicos, estéticos e comportamentais do ambiente em uso, e tendo em vista tanto a opinião de técnicos, projetistas e clientes, como também dos usuários, diagnosticando aspectos positivos e negativos que tanto possam minimizar e/ou corrigirem problemas do ambiente analisado, como também utilizar os resultados dessas avaliações sistemáticas (estudos de casos) para realimentar o ciclo do processo de produção e uso de ambientes semelhantes (ORNESTEIN, 1992).

Os trabalhos citados e muitos outros existentes na literatura nacional e internacional mostram a importância de conhecer os ambientes externos e suas relações com a climatologia local, a

fim de se realizar um planejamento urbano preocupado com as condições de conforto dos usuários, proporcionando maior qualidade de vida nas cidades. Vale ainda ressaltar e atentar que a grande maioria dos planejadores urbanos não considera o conforto ambiental como uma condicionante de projeto, tornando-os falhos numa área de suma importância para o bem-estar e no incremento da qualidade de vida.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo da arborização urbana e suas influências sobre o microclima e conforto térmico urbano perpassa pela necessidade de considerar a relação entre o uso e ocupação do solo, a existência ou não de vegetação, as características formais, as características dos elementos vegetais, as variáveis climáticas, o uso pela população, entre outros aspectos.

Desse modo, esta metodologia esta voltada a obter resultados que possibilitem a análise integrada dos dados climáticos obtidos *in loco* (temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos) e das informações obtidas através dos mapas comportamentais e questionários, pois se entende que a riqueza das características microclimáticas em espaços abertos urbanos, aliadas as implicações de conforto para as pessoas que os usam, cria novas possibilidades para o desenvolvimento desses espaços.

Partindo-se de um embasamento cartográfico e no conhecimento geográfico da cidade como início e parte fundamental do estudo, determinou-se a área de estudo e os pontos de medição e realizou-se a coleta de dados climáticos e comportamentais dos usuários. Antes e após a coleta destes, aplicaram-se questionários com os pedestres ao longo do trecho em estudo e o objetivo dos questionários foi analisar a sensação de conforto térmico e relacionar com as variáveis ambientais e a presença ou não de vegetação.

Os dados obtidos em campo permitiram a confecção de mapas, gráficos e tabelas para a análise da variação de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos no decorrer do período em análise, nos diferentes pontos de coleta dos dados. Assim como a elaboração de mapas comportamentais e do perfil dos usuários.

Sendo assim, este capítulo apresenta detalhadamente a área de estudo e os métodos, técnicas, materiais e instrumentação utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa.

Os procedimentos metodológicos basearam-se nas seguintes etapas:

- Etapa 1 – Definição da área de estudo;
- Etapa 2 – Elaboração de uma base cartográfica;
- Etapa 3 – Levantamento de dados.

3.1. Definição da Área de Estudo

3.1.1. Características Gerais e Climáticas

A cidade de São Carlos, localizada no interior do Estado de São Paulo, distando 240 km da capital, é considerada um importante centro regional do interior paulista. Ocupa uma área de aproximadamente 1.140 km², abrigando em torno de 213 mil habitantes, onde cerca de 95% vive em sua área urbana, distribuída em uma área de 67,25 km² - 6% do território municipal. Tem uma taxa de crescimento anual de 2,61% e densidade demográfica média de 186,7 hab./km² (IBGE, 2008; SEADE, 2008).

Localizada na parte centro-oriental (NNE) do estado, a 47°53’ e 48°30’ de Longitude Oeste e 21°30’ e 22°30’ de Latitude Sul, apresenta altitudes que ultrapassam 875 m. Limita-se ao Norte com os municípios de Rincão, Luís Antônio e Santa Lúcia; ao Sul com Ribeirão Bonito, Brotas e Itirapina; a Oeste com Ibaté, Araraquara e Américo Brasiliense; e a Leste com Descalvado e Analândia (SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO – SMHDU, 2002).

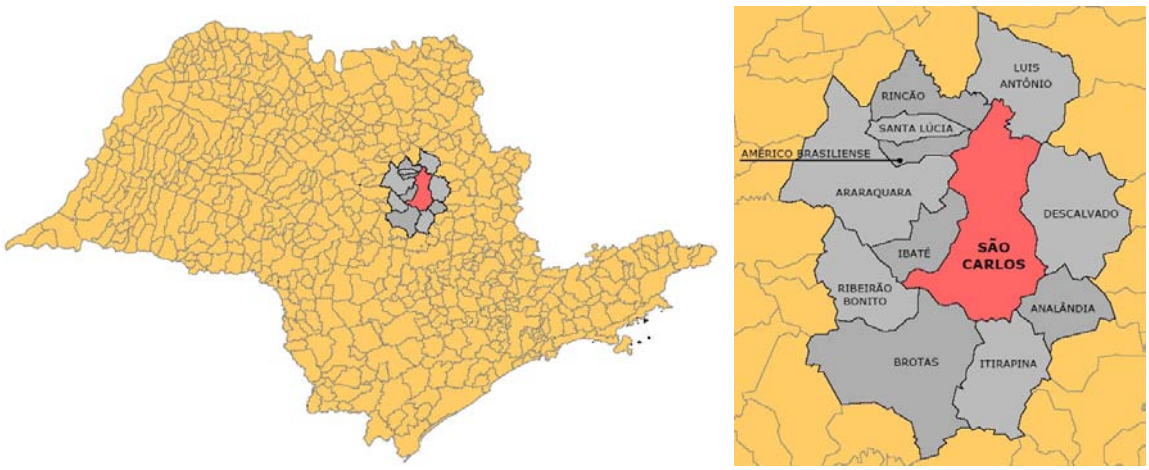


Figura 1 Localização da cidade de São Carlos no Estado de São Paulo e seus limites municipais.
Fonte: SMHDU / Conferência da Cidade, 2002.

A cidade é conhecida como capital da tecnologia devido à presença de duas universidades públicas e pela sua localização privilegiada em relação a grandes centros urbanos.

Segundo Tolentino (2007), as características climáticas de São Carlos são: temperatura média do mês mais frio de 18,1°C; temperatura média do mês mais quente de 23,1°C; precipitação

do mês mais seco de 24,10mm; precipitação do mês mais úmido de 285,95mm; precipitação total de 1.520,59mm.

Gaspar (1999, p.77) completa que “as chuvas se concentram em aproximadamente 6 meses, em especial durante o verão e caem, muitas vezes, de forma torrencial, com totais que chegam a atingir mais de 98 mm em um único dia”.

Baseado nos dados acima, o autor verifica que, segundo a classificação de Wladimir Köppen, o clima de São Carlos encontra-se no limiar entre as classificações Aw e Cwa, onde: Cwa é considerado clima subtropical úmido de inverno seco com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C; e o clima Aw, considerado um clima tropical úmido com inverno seco, de precipitação inferior a 60 mm e temperatura média anual superior a 18°C (FAZANO, 2001, TOLENTINO, 2007).

Quanto ao regime de ventos, Tolentino (2007) verificou que os ventos mais frequentes na região são os de nordeste e de sudeste (constituídos, respectivamente, pela massa equatorial atlântica e pela massa tropical atlântica).

3.1.2. Características da Área de Estudo

Para a realização desta pesquisa, sobre a influência da arborização urbana no microclima e no uso e ocupação dos espaços públicos urbanos de circulação, foi delimitada uma área na região central da cidade de São Carlos/SP (Figura 2), uma vez que esta apresenta diversidade de uso e ocupação do solo, grande concentração de área construída, presença de diferentes áreas, densidades e composições arbóreas, além de apresentar diferentes atrativos para a circulação de pedestres, sendo, portanto, adequada ao estudo da escala climática abordada neste trabalho.

A área de estudo se localiza ao longo da Rua Major José Ignácio, no trecho compreendido entre a Rua São Paulo e a Rua Marcolino Lopes Barreto (Figura 3).

Figura 2 Localização da área de estudo em relação a Av. São Carlos e outros referenciais da região central da cidade de São Carlos/SP.
Fonte: Imagem de base obtida através do Google Earth, em 17/10/2010 – Data da imagem: 03/06/2005.

Figura 3 Foto aérea da área de estudo.
Fonte: Imagem de base obtida através do Google Earth, em 17/10/2010 – Data da imagem: 03/06/2005.

Figura 4 Mapa de uso e ocupação da área de estudo.
Fonte: Imagem de base obtida através do Google Earth, em 17/10/2010 – Data da imagem: 03/06/2005.

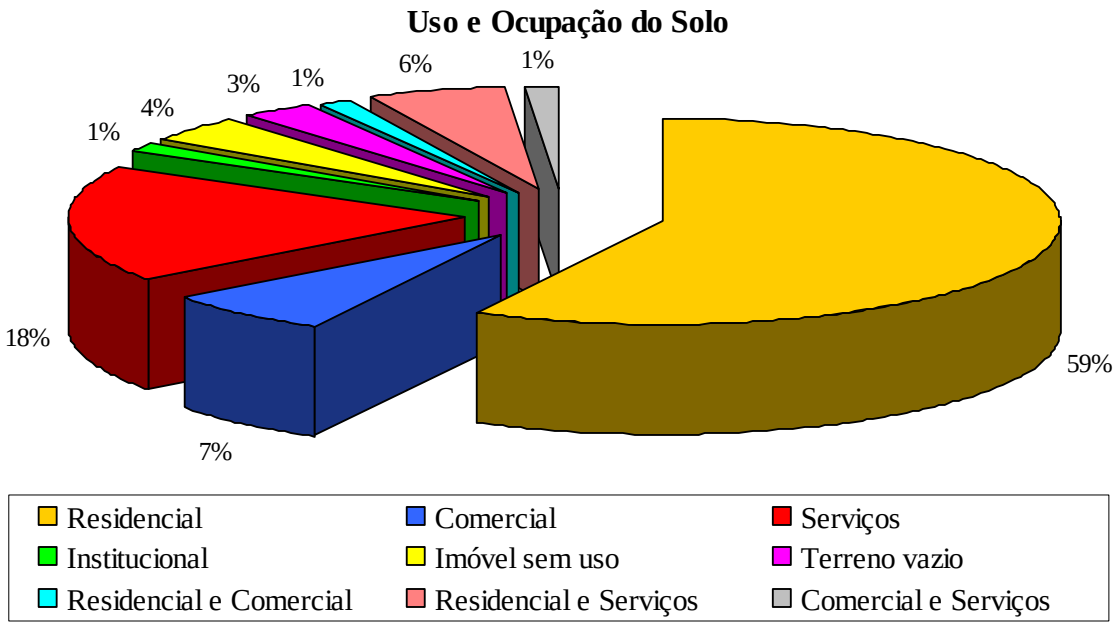


Figura 5 Gráfico de uso e ocupação da área de estudo.

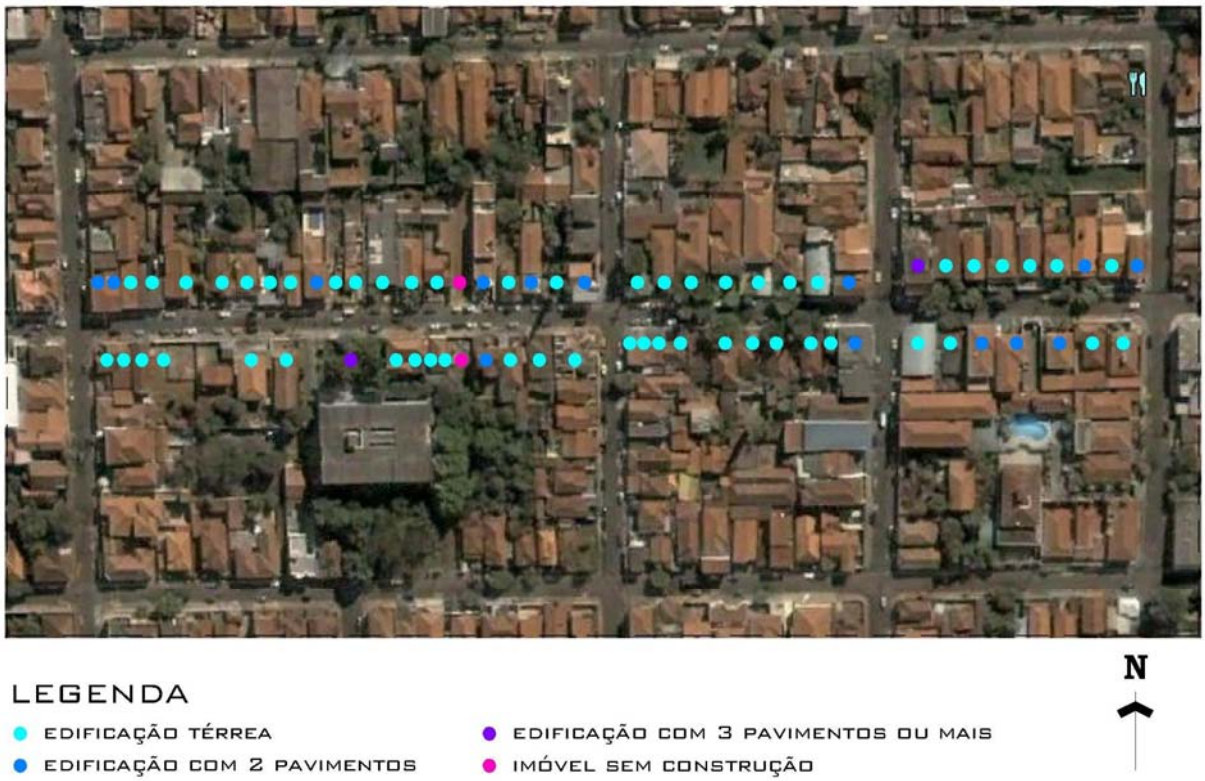


Figura 6 Mapa de caracterização da verticalidade da área de estudo.
Fonte: Imagem de base obtida através do Google Earth, em 17/10/2010 – Data da imagem: 03/06/2005.

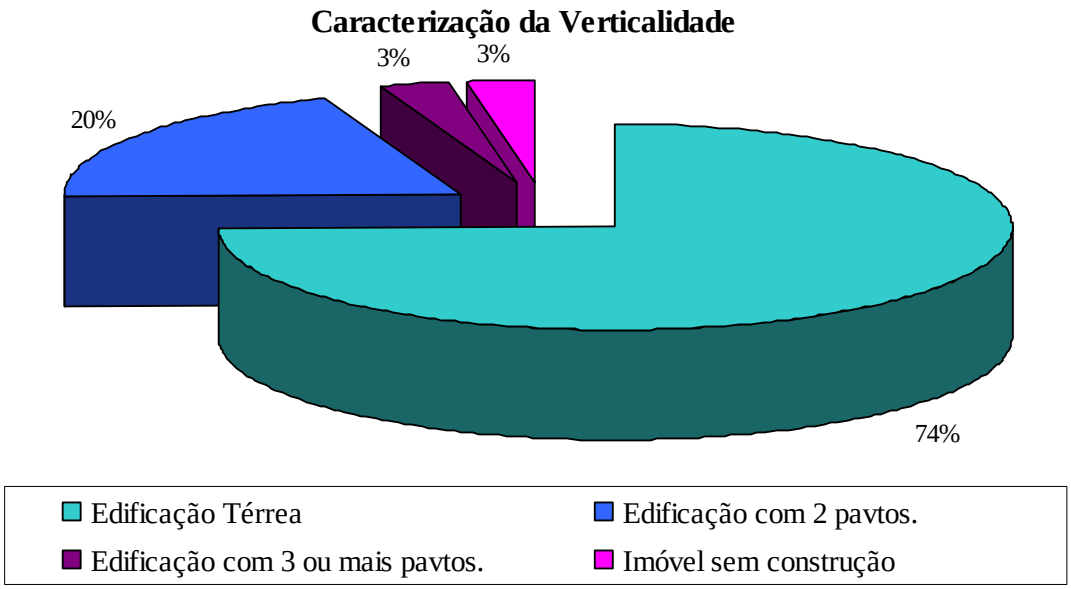


Figura 7 Gráfico de caracterização da verticalidade da área de estudo.

A Figura 4 e 5 apresenta o uso e ocupação da área de estudo, constituída principalmente por edificações de uso residencial (59%), seguidas das edificações de prestação de serviços

(18%). A área de estudo apresenta diversos usos que atuam como ponto de atração de usuários. Por exemplo, na confluência da R. Major José Ignácio e R. Rafael de Abreu Sampaio encontra-se uma concentração de comércio voltado para as necessidades imediatas dos moradores (como padaria, venda de água mineral, casa de frios, venda de hortifrutigranjeiros, etc.). No local também se encontra lojas de artigos de vestuário feminino e masculino. Os tipos de serviços prestados são: corretora de imóveis, academia de ginástica, xérox, financeira, escritórios de advocacia, seguradoras, prédio da previdência social, entre outros. O local também é marcado por um uso noturno, devido à existência de bares, e dentre eles, o Bar Vitória, nas proximidades da confluência da R. Major José Ignácio e R. São Paulo. Durante a noite observou-se a apropriação do espaço da calçada pelo proprietário (mesas e cadeiras) e frequentadores do local. Quanto às características da verticalidade do local (Figura 6 e 7), observou-se o predomínio de edificações térreas (74%) e de até dois pavimentos (20%).

A área de estudo, melhor ilustrada e detalhada através das Figuras 8 a 12 e Figura 17, apresenta-se dividida em três trechos. Esta divisão física foi determinada segundo critérios de atratividade ao público e de cobertura vegetal.

Figura 8 Foto do trecho 1 (R. Major José Ignácio, entre R. Marcolino L. Barreto e R. Rafael de A. Sampaio).
Fonte: GIACOMELI, 09/03/2009.

O trecho 1 (Figura 8) caracteriza-se principalmente por uso residencial, oferecendo alguns serviços como corretora de imóveis e academia de ginástica. Também se caracteriza pela presença de vegetação significativa ao longo do passeio, exclusivamente no passeio Norte, além de diversos jardins privados construídos no recuo frontal das residências (situação observada ao longo de toda a área de estudo – Figura 9).

Para Mascaró & Mascaró (2005, p. 23), a presença de pequenos jardins privados junto aos muros e grades das residências ajudam a minimizar o aspecto edificado da paisagem. A vegetação amplia psicologicamente o espaço urbano, minimizando a aridez da paisagem e melhorando a ambiência.

Figura 9 Foto de residências do trecho 3.
Fonte: GIACOMELI, 12/04/2009.

Dentre os trechos, o segundo (Figura 10) é o que apresenta maior relevância frente à composição arbórea. Além dos diversos jardins privados, observam-se árvores em idade adulta com copas entrelaçadas, favorecendo ao sombreamento e minimizando o efeito geométrico do plantio (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005).

Com relação à cobertura vegetal, o trecho 3 (Figura 11) é o mais deficiente. Apesar da existência de diversos jardins privados, ao longo do passeio encontram-se somente mudas de exemplares arbóreos recém plantados. Como exemplo destes jardins, tem-se o do Prédio da Previdência Social (Figura 12) que é composto por vários indivíduos de diversas espécies.

Com relação ao mobiliário urbano (Figura 13 e 17) encontrado na área de estudo, pode-se citar: uma lixeira (na frente do Prédio da Previdência Social); um hidrante; postes de energia elétrica; placas de sinalização em geral; cabine de telefone público; e pontos de ônibus (com ou sem cobertura). Observou-se também a existência de rampas de acesso em alguns pontos estratégicos, como em frente ao Prédio da Previdência Social e na confluência da R. Major José Ignácio e R. São Paulo.

Figura 10 Foto do trecho 2 (R. Major José Ignácio, entre R. Rafael de A. Sampaio e R. Antonio R. Cajado).
Fonte: GIACOMELI, 09/03/2009.

Figura 11 Foto do trecho 3 (R. Major José Ignácio, entre R. Antonio R. Cajado e R. São Paulo).
Fonte: GIACOMELI, 09/03/2009 e 12/04/2009, respectivamente.

Figura 12 Foto do Prédio da Previdência Social.
Fonte: GIACOMELI, 12/04/2009.

No geral, a área de estudo proporciona ao usuário uma cobertura vegetal bastante diversificada e aconchegante para quem passa por baixo de suas copas horizontais, principalmente nos trechos 1 e 2. Já no trecho 3, a escassez de vegetação proporciona à exposição dos usuários a radiação solar direta. Porém pode-se observar uma busca pela inversão desta situação devido à grande quantidade de mudas encontradas, principalmente neste trecho.

Figura 13 Mobiliário urbano da área de estudo: ponto de ônibus coberto; cabine telefônica; poste de energia elétrica; e pavimento do passeio público.
Fonte: GIACOMELI, 12/04/2009.

O inventário da área, apresentado na Tabela 3, permitiu conhecer a composição arbórea local, evidenciando que existe predomínio de Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*). Registrou-se 13 indivíduos recém implantados, ou seja, 44% do total de 9 espécies diferentes do local (Figura 14 a 16).

Figura 14 Espécies encontradas na arborização viária da área de estudo.

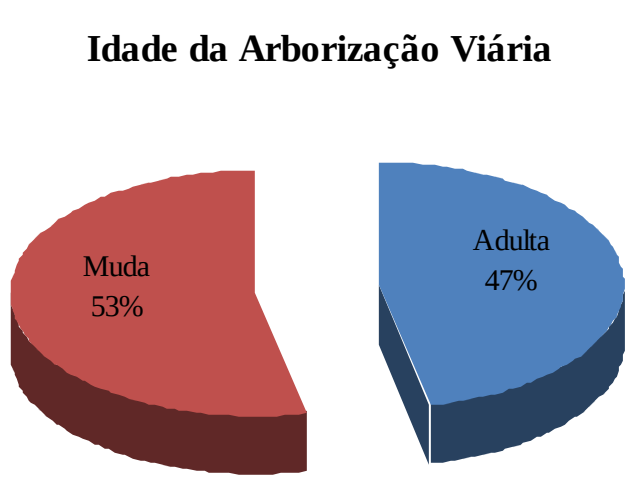


Figura 15 Idade da arborização viária da área de estudo.

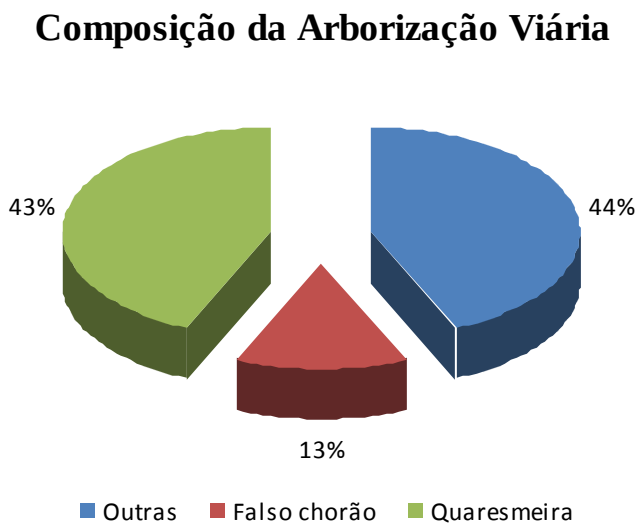
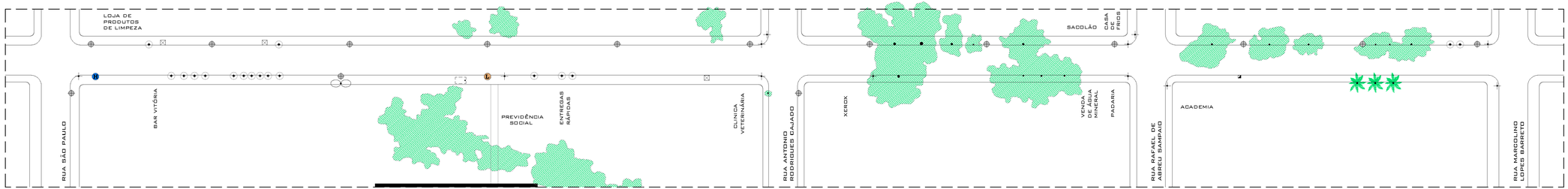


Figura 16 Composição da arborização viária da área de estudo.

Tabela 3 Composição vegetal da área de estudo.

Largura da Calçada	Nº da Casa	Nome Vulgar	Nome Científico	Idade	HT	Hmuda	Hb	PAP
230	2913	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	160	150	80
230	2913	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	160	150	80
230	2903	Magnólia-amarela	Michelia champaca	Adulta	2	-	150	100
230	2893	Falso-chorão	Schinus molle	Adulta	1	-	170	63
230	2894	Falso-chorão	Schinus molle	Adulta	2	-	50	60
230	2875	Magnólia-amarela	Michelia champaca	Adulta	2	-	>	66
230	2857	Magnólia-amarela	Michelia champaca	Adulta	2	-	130	82
230	2851	Chapéu-de-sol	Terminalia catappa	Adulta	2	-	>	110
190	2798	Falso-chorão	Schinus molle	Adulta	2	-	110	65
190	2799	Falso-chorão	Schinus molle	Adulta	2	-	160	96
220	2793	Chapéu-de-sol	Terminalia catappa	Adulta	3	-	>	110
220	2785	Falsa-murta	Murraya paniculata	Adulta	1	-	70	50
220	2769	Figueira-benjamina	Ficus benjamina	Adulta	3	-	50	>
190	2764	Chapéu-de-sol	Terminalia catappa	Adulta	4	-	>	>
220	2757	Sibipiruna	Caesalpinia peltophoroides	Adulta	4	-	>	>
220	2757	Sibipiruna	Caesalpinia peltophoroides	Adulta	-	-	>	>
280	2662	Resedá	Lagerstroemia indica	Muda	-	180	180	10
280	2662	Resedá	Lagerstroemia indica	Muda	-	180	180	10
280	2658	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	160	150	80
280	2600	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	10
280	2600	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	10
280	2600	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	10
280	2580	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	10
280	2580	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	8
280	2580	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	10
280	2560	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	10
280	2560	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	10
280	2560	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	10
280	2560	Quaresmeira	Tibouchina granulosa	Muda	-	130	120	10
220	2561	Malaleuca	Malaleuca linariifolia Sm.	Muda	-	130	120	8

Sendo: **N° da Casa**: número da casa mais próxima à árvore; **HT**: altura total, **Hmuda**: altura da muda; **Hb**: altura da primeira bifurcação; **PAP**: perímetro do tronco à altura do peito.



PLANTA - RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO

ESCALA 1:500

LEGENDA

	CANTEIRO VAZIO
	MUDA DE ESPÉCIE ARBÓREA
	COQUEIRO
	ÁRVORE
L	LIXEIRA

H	HIDRANTE
	CABINE DE TELEFONE PÚBLICO (2 UNID.)
	PLACAS (SINALIZAÇÃO, NOME DE RUA, ETC)
	POSTE DE ENERGIA ELÉTRICA
	PONTO DE ÔNIBUS SEM COBERTURA
	PONTO DE ÔNIBUS COM COBERTURA

TÍTULO

RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO

TRECHO ENTRE R. SÃO PAULO E R. MARCOLINO L. BARRETO

LOCAL

SÃO CARLOS - SP

MAPA DE MOBILIÁRIO URBANO E COBERTURA VEGETAL

ESCALA: 1:500

DATA: MARÇO / 2009

3.2. Elaboração de uma base cartográfica

A elaboração da base cartográfica e sua análise se complementaram com a realização de diversas visitas a campo, com a finalidade de identificar as características de uso e ocupação do solo, assim como as características formais do passeio público. Nesta etapa utilizou-se a planta planialtimétrica digital da cidade, ano de 2005, elaborada pelos órgãos competentes da Prefeitura Municipal de São Carlos, com informações da malha viária (obtida em www.saocarlos.sp.org.br) e inseriu-se em um programa de base CAD. Este mapa se constituiu em uma base para o lançamento de todas as informações coletadas. Também se obteve imagens geradas pelo programa Google Earth (obtida em 17/10/2010 – Data da imagem: 03/06/2005), que foi sobreposta à base cartográfica e devido aos dados obtidos nas diversas visitas realizadas, permitiu a interpretação visual, identificando e delimitando informações de interesse à pesquisa. Desta forma foram elaborados os diversos mapas apresentados.

O inventário utilizado foi realizado por Sucomine (2009), destacando-se as informações pertinentes à área de estudo (Tabela 3). Este inventário, do tipo censo, contém informações quanto à localização e identificação do indivíduo com relação ao local – espaço físico – em que se encontra inserido (nome da via, sentido da fiação; data; número da residência mais próxima; e nome da espécie). Informações como largura da calçada, altura total, altura da primeira bifurcação e perímetro a altura do peito (PAP). Estas informações permitem uma visualização da população arbórea existente, facilitando sua manutenção e adequação ao meio. A coleta destes dados é de extrema relevância, pois se estudas isoladamente ou em conjunto podem caracterizar o vegetal em análise. Segundo Forman & Godron (1986) a altura total e o PAP podem dar indicações do estágio de maturidade da árvore (jovem, adulta, senescente ou em declínio) e de seu equilíbrio mecânico. Através da altura da primeira bifurcação é possível conhecer a atual situação da arborização, assim como prever medidas a serem tomadas em relação aos presentes ou potenciais conflitos entre o vegetal e o trânsito de veículos e pedestres. Vale ressaltar que foi realizada uma complementação dos dados, pois no intervalo entre as pesquisas foi realizado um plantio de diversas mudas na cidade.

Além destes dados, a pesquisa de Sucomine (2009) também levantou informações quanto à biologia, entorno e interferência do elemento vegetal, porém não serão utilizados nesta pesquisa.

3.3. Levantamento de dados

Com base nesta caracterização da área de estudo, foram determinados os pontos de medição para o levantamento dos dados climáticos. Assim, foram levantados os dados climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) em 12 pontos distribuídos ao longo do passeio norte da Rua Major José Ignácio (Figura 18 e Quadro 3). No fim do percurso (P12), foi realizada a medição da velocidade e direção dos ventos em cada horário. Estes pontos foram localizados em diferentes configurações de cobertura vegetal, sombreamento proporcionado pelas edificações e expostos ao Sol, com o objetivo de avaliar a variação das variáveis climáticas.

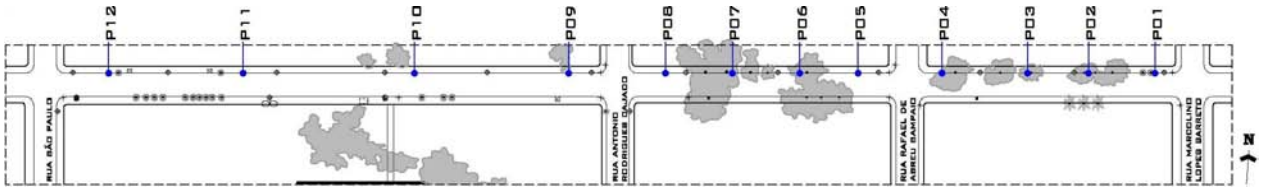


Figura 18 Localização dos pontos de coleta dos dados climáticos.

Após a eleição dos pontos de medição, realizou-se a coleta dos dados climáticos com medidas móveis (ao longo de um percurso). O método de medidas móveis foi escolhido para esta pesquisa, pois possibilita a caracterização do campo térmico através de um baixo custo e uma maior densidade de pontos. Todos os dados utilizados foram coletados em condições de tempo de céu estável e ventos regionais fracos, o que possibilita considerar os resultados como tendência de comportamento térmico da área.

A coleta dos dados foi realizada em dois períodos distintos, um durante o mês de março, e outro durante o mês de agosto (Tabela 7). A primeira série de dados foi obtida durante 09 e 18 de março de 2009 (segunda a quarta-feira) e a segunda série de dados foi obtida entre 12 e 21 de agosto de 2009 (quarta a sexta-feira), possibilitando melhor compreensão do espaço em estudo.

Quadro 3 Caracterização e localização dos pontos de medição microclimática.

	Ponto 01 – P01 Localização: Trecho 1; Características: exposto ao Sol durante o dia; predomínio de edificações térreas e proximidade com muda de elemento arbóreo.
	Ponto 02 – P02 Localização: Trecho 1; Características: sombreamento ralo durante o dia por espécies arbóreas com copas entrelaçadas; predomínio de edificações térreas.
	Ponto 03 – P03 Localização: Trecho 1; Características: sombreamento denso durante o dia por espécies arbóreas; predomínio de edificações térreas.
	Ponto 04 – P04 Localização: Trecho 1; Características: parte do passeio sombreado pela edificação de 3 pavimentos ao longo do dia e proximidade com elemento arbóreo.

Quadro 3 (Continuação) Caracterização e localização dos pontos de medição microclimática.

	Ponto 05 – P05 Localização: Trecho 2; Características: passeio sombreado pela edificação de 2 pavimentos ao longo do dia; influência da câmara refrigerada da Casa de Frios (ruído e ar quente).
	Ponto 06 – P06 Localização: Trecho 2; Características: ponto sombreado pelo elemento arbóreo durante a manhã. A tarde fica exposto ao Sol; predomínio de edificações térreas que devido à inclinação do terreno ganharam um pavimento intermediário (na maioria dos casos garagem).
	Ponto 07 – P07 Localização: Trecho 2; Características: ponto exposto ao Sol durante a manhã e sombreado pelo elemento arbóreo durante a tarde; predomínio de edificações térreas que devido à inclinação do terreno ganharam um pavimento intermediário (na maioria dos casos garagem).

Quadro 3 (Continuação) Caracterização e localização dos pontos de medição microclimática.

	Ponto 08 – P08 Localização: Trecho 2; Características: ponto exposto ao Sol durante o dia todo; predomínio de edificações térreas que devido à inclinação do terreno ganharam um pavimento intermediário (na maioria dos casos garagem).
	Ponto 09 – P09 Localização: Trecho 3; Características: ponto encoberto pela edificação de dois pavimentos durante a manhã; e com sombreamento ralo, devido jardim particular próximo, durante a tarde; predomínio de edificações térreas.
	Ponto 10 – P10 Localização: Trecho 3; Características: ponto exposto ao Sol durante a manhã; e com sombreamento ralo, devido jardim particular próximo, durante a tarde; predomínio de edificações térreas.

Quadro 3 (Continuação) Caracterização e localização dos pontos de medição microclimática.

	Ponto 11 – P11 Localização: Trecho 3; Características: ponto exposto ao Sol durante o dia todo; predomínio de edificações térreas.
	Ponto 12 – P12 Localização: Trecho 3; Características: ponto exposto ao Sol durante a manhã; e com sombreamento denso ocasionado pela edificação durante a tarde; predomínio de edificações de até dois pavimentos.

Tabela 4 Caracterização dos dados climáticos coletados.

Período Coletado	Período de Medição	Total	Características
09 a 18 de Março de 2009	9, 15 e 21 horas	10 dias consecutivos	Dias instáveis com registro de precipitação
12 a 21 de Agosto de 2009	9, 15 e 21 horas	10 dias consecutivos	Dias instáveis com registro de precipitação

As medições ocorreram em três turnos: 9:00 h, 15:00 h e 21:00 horas. Estes horários foram estabelecidos de acordo com padrões internacionais da Organização Meteorológica Mundial

(Word Meteorological Organization -WMO), a qual estabelece que os principais horários para as observações meteorológicas são 00:00 h, 06:00 h, 12:00 h e 18:00 h (GMT – "Greenwich Meridian Time"), correspondentes a 21:00 h, 03:00 h, 09:00 h e 15:00 h., horário de Brasília (PEZZUTO, 2007). Apenas o horário das 03:00 h não foi incluído nas medições desta pesquisa.

As medições se iniciavam 15 e 18 minutos antes e depois, respectivamente, das 9, 15 e 21 horas, devido à necessidade de estabilização do equipamento no local de cada medição (permanência mínima de três minutos em cada ponto). Foi utilizado ao longo do percurso um Termo-higro-anemômetro-luxímetro Digital THAL-300 (Figura 19), da Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda.

Figura 19 Instrumento utilizado para obtenção dos dados climáticos.
Fonte: GIACOMELI, 02/03/2009.

No mesmo período da coleta de dados *in loco*, foram obtidas informações de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos a partir de registros no site do InMet (www.inmet.gov.br). Estas informações, além de possibilitarem uma caracterização climática da cidade, geram um fator de comparação entre o ambiente urbano e o entorno (formação de ilhas de calor).

Utilizou-se os dados da Estação Meteorológica de Observação Superficial Automática (A711), aberta em 05/09/2006, localizada a 21°98'00" de Latitude Sul e 47°88'36" de Longitude Oeste, a 863 metros de altitude.

Dos dados coletados *in loco*, foi considerada para análise a maior sequência sem interrupções, ocasionadas por precipitações no local. A Tabela 5 apresenta detalhadamente os dias de

medição dos dois períodos, com a situação dos dados nos três horários de medição. Vale ressaltar que apesar da coleta de dados ter sido realizada por 10 dias consecutivos nos dois períodos, à seleção de dados utilizada na análise optou pelos dados obtidos em dias de céu claro e calmaria, baixa nebulosidade e, de preferência, sem registro de precipitação. Sendo assim, os dados considerados para análise são:

- Primeiro Período - 13 a 18 de março de 2009: 6 dias consecutivos com interferência em dois dias e horários distintos (chuva);
- Segundo Período – 12 a 17 de agosto de 2009: 6 dias consecutivos sem interferências.

Tabela 5 Detalhamento dos dados climáticos coletados.

Dias de Medição	Periodo Coletado		
	9 horas	15 horas	21 horas
Março/2009			
09-mar-09	ok	ok	Chuva
10-mar-09	ok	ok	Interrompido
11-mar-09	Chuva	ok	ok
12-mar-09	ok	ok	ok
13-mar-09	Interrompido	ok	ok
14-mar-09	ok	ok	ok
15-mar-09	ok	ok	Chuva
16-mar-09	ok	ok	ok
17-mar-09	ok	ok	ok
18-mar-09	ok	ok	ok
Agosto/2009			
12-ago-09	ok	ok	ok
13-ago-09	ok	ok	ok
14-ago-09	ok	ok	ok
15-ago-09	ok	ok	ok
16-ago-09	ok	ok	ok
17-ago-09	ok	ok	ok
18-ago-09	ok	Chuva	Chuva
19-ago-09	Chuva	Chuva	Chuva
20-ago-09	Chuva	Chuva	Chuva
21-ago-09	Chuva	ok	ok

	Série de dados climáticos utilizados na análise.
	Série de dados climáticos descartada.

Durante as medições climáticas também foram observados os fluxos e atividades desenvolvidas pelos pedestres ao longo do trecho em questão. Com a finalidade de

caracterizar os principais fluxos e de identificar a existência de obstáculos ao longo do percurso (pontos de ônibus, bares, restaurantes com apropriação do espaço público, entre outros).

Antes e após a coleta de dados climáticos foi realizada a pesquisa com os usuários do local, através da aplicação de questionários (Anexo 01), com o objetivo de avaliar o conforto térmico em espaços abertos. Entendendo a riqueza das características microclimáticas em espaços abertos urbanos e as implicações de conforto para as pessoas que os usam, criam-se novas possibilidades para o desenvolvimento dos espaços urbanos. A aplicação dos questionários aos usuários apresentou-se como a etapa de maior dificuldade, pois por ser uma área de transição, os usuários em processo de deslocamento não se dispunham, na maioria das vezes, a respondê-lo. Sendo assim, durante os dias de medição, aplicou-se o maior número possível de questionários, perfazendo um total de 70 entrevistados.

O questionário, elaborado segundo Castro (1999), Giacomeli & Fontes (2005), Oliveira (2005) e Pezzuto (2007), é composto de questões quanto à sensação de conforto térmico, quanto ao perfil do usuário (sexo, idade, grau de escolaridade, meio de locomoção, etc.) e sobre a opinião deste quanto às questões da presença ou não de vegetação ao longo do passeio em estudo e de uma forma geral com a presença deste equipamento no meio urbano. A sensação térmica e as preferências pessoais foram avaliadas em 2 questões com escala de 7 pontos. A primeira questão avaliou a sensação térmica com as seguintes opções: muito calor, calor, pouco calor, nem calor nem frio/confortável, pouco frio, frio e muito frio. Já a segunda questão avaliou a preferência do entrevistado quanto à situação do passeio, se este poderia estar muito mais quente, mais quente, pouco mais quente, nem mais quente nem mais frio/confortável, pouco mais frio, mais frio e muito mais frio. O objetivo destes questionários é conhecer o perfil dos pedestres, suas preferências e sensações do espaço possibilitando também, relacionar este com os dados obtidos *in loco*, pois as entrevistas também foram realizadas nos mesmos dias e horários das medições.

A análise dos dados obtidos a partir do levantamento de campo permitiu avaliar as características do passeio, assim como elencar os principais aspectos quali-quantitativos que possibilitam subsidiar intervenções nos passeios públicos da cidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise Microclimática

Os dados climáticos levantados no ambiente urbano, ao longo do percurso em estudo, possibilitaram a identificação de pequenas variações climáticas entre os diversos pontos de coleta. A relação entre estes dados, coletados na área de estudo, juntamente com os dados obtidos na estação meteorológica permitiram análises quanto às diferenças encontradas em situações distintas (meio urbano e meio rural).

Inicialmente as análises são divididas por períodos de coleta, Março e Agosto/2009, posteriormente feita uma discussão conjunta dos dados.

4.1.1. Análise dos dados climáticos coletados em Março/2009

A coleta de dados climáticos válidos para este período ocorreu entre 13 e 18 de Março de 2009, as 9, 15 e 21 horas. No decorrer dos dias foi possível observar variações quanto à incidência de radiação solar nos pontos de medição, constatando-se através dos valores climáticos coletados expostos a seguir. Por exemplo, a influência de jardins privativos nos pontos P09 e P10 ou o sombreamento parcial ou total dos pontos P04 e P05 pela edificação às 15 horas, entre outras situações que são discriminadas ao longo do texto.

A Figura 20 apresenta as situações da abóbada celeste durante o período. Nota-se que nos dias 13 e 14 o céu apresentou-se escuro e com muitas nuvens durante a maior parte do dia. Nos dias seguintes, o céu ainda apresentou nuvens, porém em menor quantidade.

Quanto à ventilação, a Figura 21 apresenta o anemograma do período de março de 2009, com dados de direção e intensidade dos ventos (valores máximos, mínimos e instantâneos). As medições foram realizadas no ponto P12, após a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar, a uma altura de aproximadamente 1,70m. Próximo a este ponto, as edificações são de até dois pavimentos a Norte, e térreas ao Sul. O sentido da via é Leste-Oeste (E-W), onde se observa também o predomínio dos ventos nesta direção.

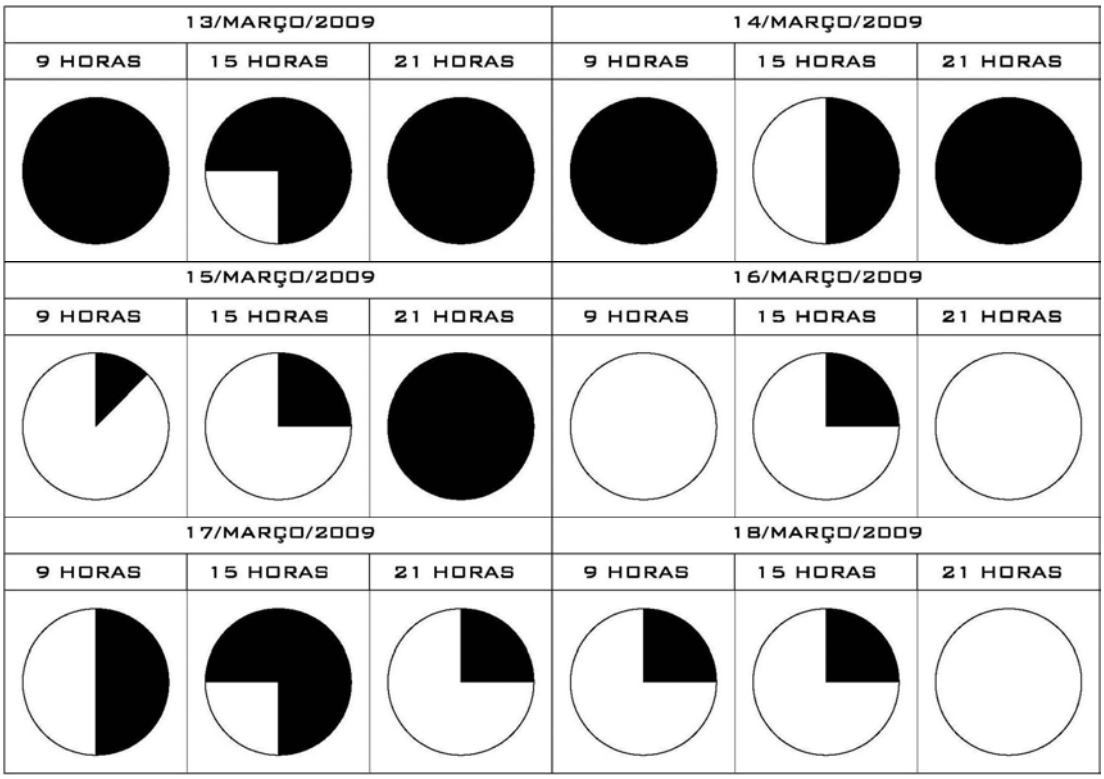


Figura 20 Abóbada celeste de 13 a 18/03/2009.

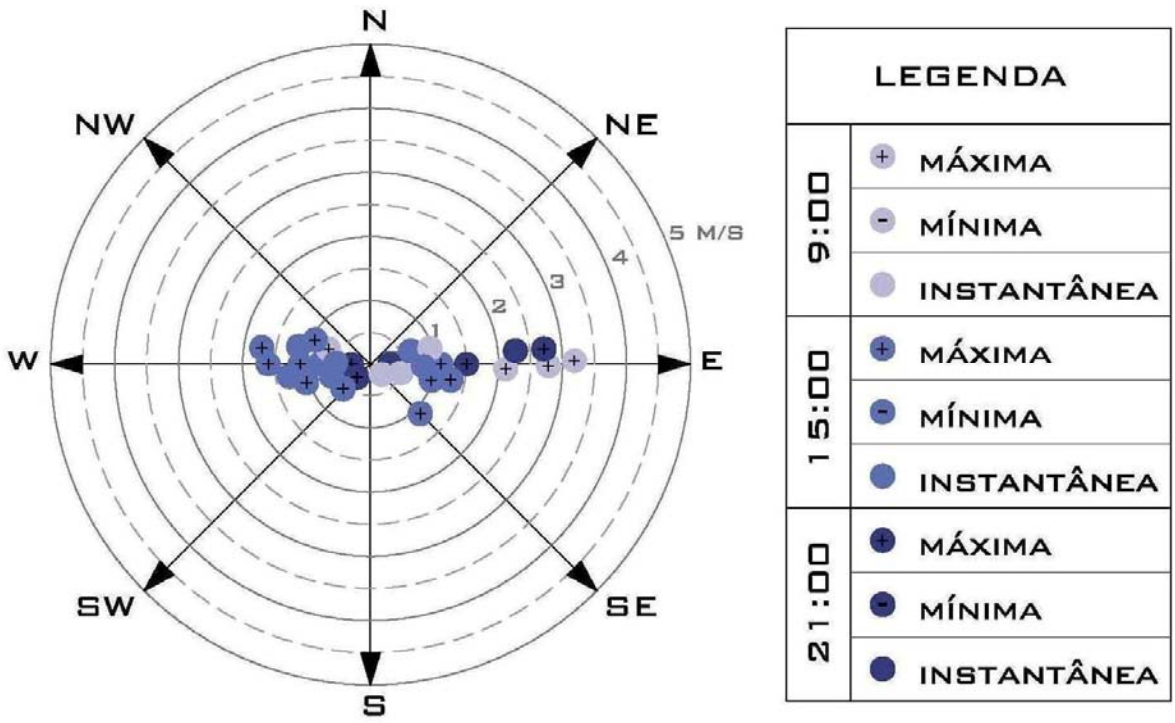


Figura 21 Anemograma referente ao período de 13 a 18/03/2009.

No geral, durante este período os ventos foram de pouca intensidade, em que as máximas não ultrapassam os 3,5m/s. Segundo o número de Beaufort, estão no máximo na classificação 2 (brisa leve) e quanto aos critérios de conforto, são considerados perceptíveis. Neste período,

observa-se que as direções predominantes são E (Leste) e W (Oeste), porém com movimentação de ar vinda de SE (Sudeste).

A Tabela 6 apresenta os dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar coletados às 9 horas durante o período de Março/2009. Como pode ser observado, no dia 13/03/2009, a medição não foi concluída neste período devido à ocorrência de chuva. Sendo assim, para a elaboração dos gráficos do período, os dados coletados neste dia e horário foram desconsiderados.

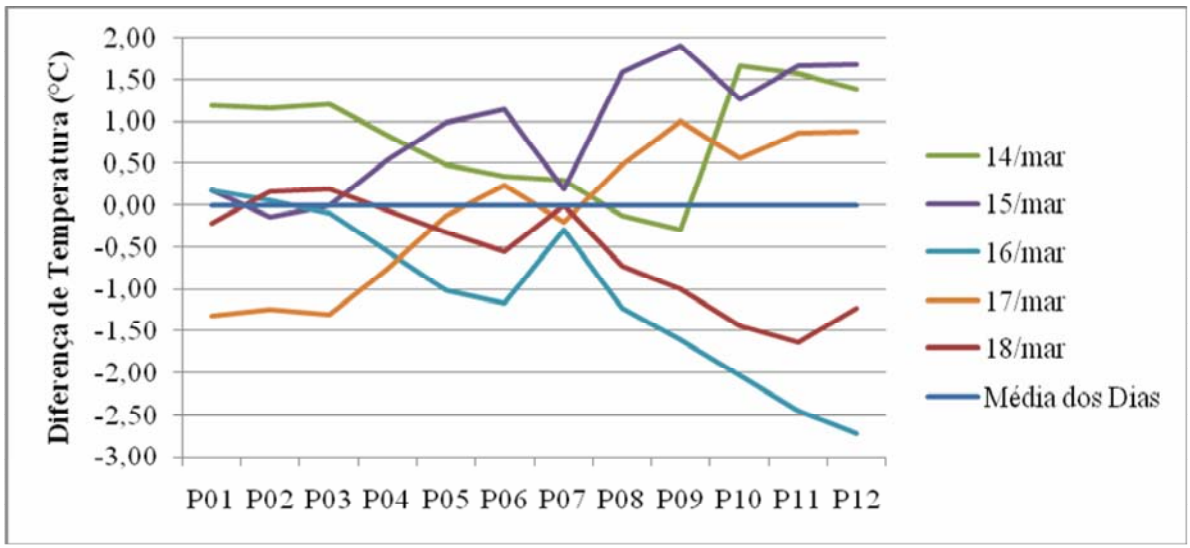


Figura 22 Diferenças de temperatura do ar às 9 horas, de 14 a 18/03/2009.

Ao observar a Figura 22, nota-se que a diferença entre a temperatura do ar medida *in loco*, em cada dia, é pequena quando comparada entre elas e em relação ao valor médio dos dias. Esta diferença no P07 é inferior a 0,5°C (para mais ou para menos), ponto este localizado no trecho 2, sob denso sombreamento de árvores com copas entrelaçadas. Nos pontos P01, P02 e P03, em alguns dias a diferença também ficou abaixo de 0,5°C. Nos pontos P09, P10, P11 e P12, localizados no trecho 3, registrou-se as maiores diferenças. A falta de vegetação e a exposição direta a radiação solar tornam este o trecho com as maiores temperaturas do ar. Outro dado importante, é a diferença gerada entre a comparação do valor médio do dia obtido na área de estudo em relação aos valores obtidos na estação meteorológica. A diferença calculada é de 6,68 a 8,65°C, ou seja, a diferença entre a temperatura do ar na estação, localizada em uma área distante do centro urbano, é menor em quase 9°C em relação ao meio urbano (Tabela 6, coluna “Diferença”). Esta diferença, como já abordado neste texto, é consequência de diversos fatores gerados pela ação antrópica, como o uso e ocupação do solo, as características dos materiais de construção, a ausência de vegetação, entre outros.

Tabela 6 Dados climáticos coletados às 9 horas, de 13 a 18/03/2009.

Dados	Dias de Medição	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	Média dos pontos	InMet	Diferença
Março / 2009 - 9 Horas																
Temperatura do Ar (°C)	13/mar	25,7	26	26,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	19,9	-
	14/mar	26,5	26,3	26	25,9	25,9	25,9	26,1	27,6	28,1	29,3	29,6	29,8	27,25	18,6	8,65
	15/mar	25,5	25,2	25,3	26,2	27	27,3	26,4	28,2	28,7	28,9	29,7	30,1	27,38	19,7	7,68
	16/mar	25,5	25,4	25,2	25,1	25	25	25,9	25,4	25,2	25,6	25,6	25,7	25,38	17,5	7,88
	17/mar	24	24,1	24	24,9	25,9	26,4	26	27,1	27,8	28,2	28,9	29,3	26,38	19,7	6,68
	18/mar	25,1	25,5	25,5	25,6	25,7	25,6	26,2	25,9	25,8	26,2	26,4	27,2	25,89	18,8	7,09
	Média dos dias	25,32	25,30	25,20	25,54	25,90	26,04	26,12	26,84	27,12	27,64	28,04	28,42	-	19,03	-
Umidade Relativa do AR (%)	13/mar	81,5	77	70,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	94	-
	14/mar	67,9	66,2	66,9	68,1	67,1	68,2	68,4	64,4	60,7	58,7	57,4	55,3	64,11	92	-27,89
	15/mar	66,8	68	67,2	65,9	62,9	61,8	63,1	59,2	58,4	57,1	56	54,6	61,75	92	-30,25
	16/mar	67,7	65,9	66,7	66,6	66,8	67,9	65,9	64,8	64,4	63,4	64,7	63,2	65,67	91	-25,33
	17/mar	64,9	64,4	64,7	62,4	60,5	58,7	59,4	57,8	56	54,9	52,7	52,2	59,05	87	-27,95
	18/mar	65,9	64,4	64,3	64,4	64,3	64,3	62,8	63	63,3	63,5	63	60,7	63,66	90	-26,34
	Média dos dias	66,64	65,78	65,96	65,48	64,32	64,18	63,92	61,84	60,56	59,52	58,76	57,20	-	91,00	-

Através da Figura 23 é possível observar que ao longo do período em análise e dos pontos de medição, houve semelhança no comportamento da temperatura do ar, constatando-se assim que o trecho 3 (P09 a P12) apresentou as maiores temperaturas do ar no período das 9 horas. Os outros trechos, com maior presença de vegetação, apresentaram temperaturas mais amenas, principalmente nos pontos P01 a P04 e no P07 (entrelaçamento de copa), com copas entre, onde em todos os dias os valores ficaram muito próximos, atentando assim para a influência da vegetação na redução das temperaturas.

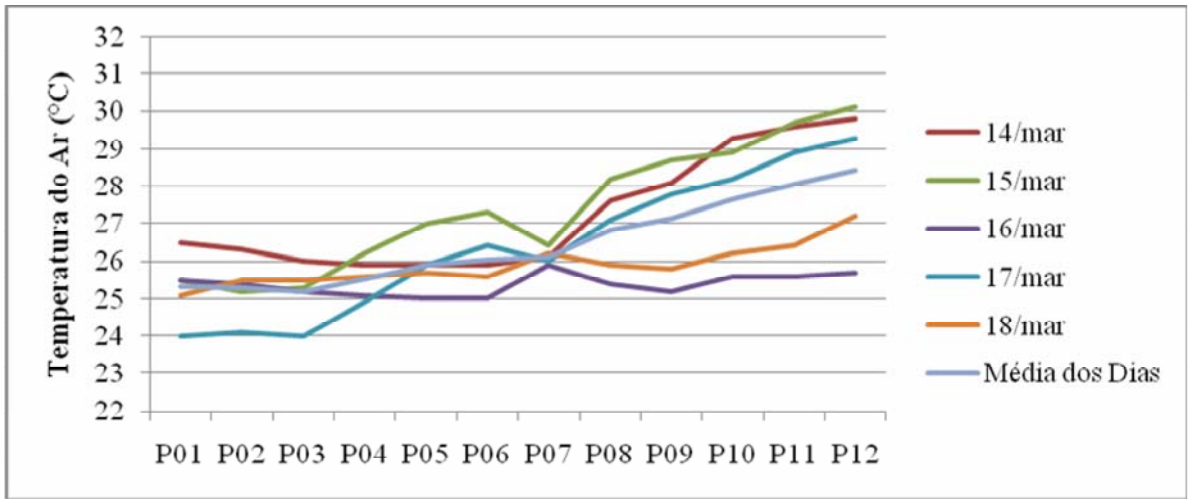


Figura 23 Temperatura do ar às 9 horas, de 14 a 18/03/2009.

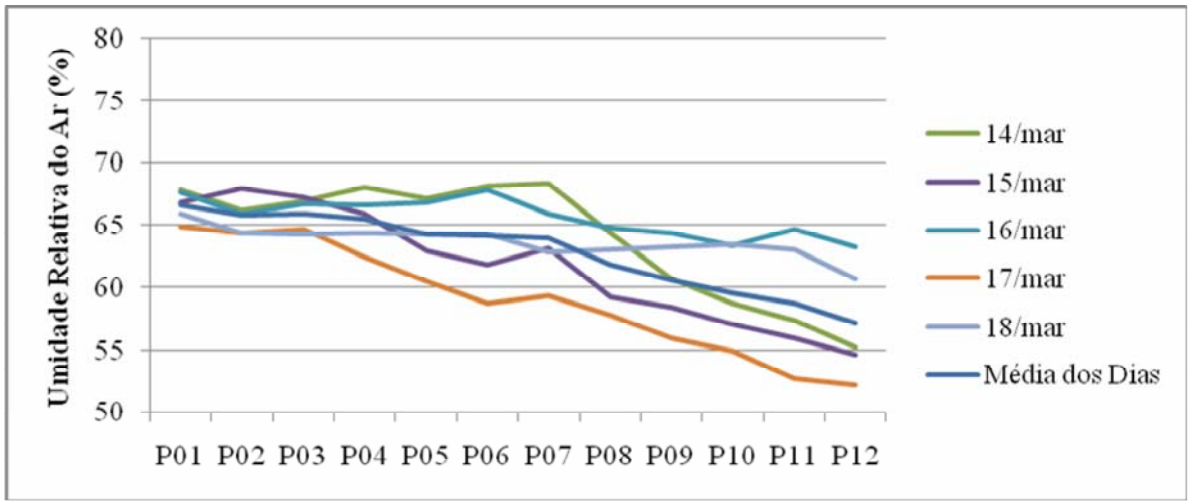


Figura 24 Umidade relativa do ar às 9 horas, de 14 a 18/03/2009.

A variação da umidade relativa do ar durante o período, apresentada na Figura 24, comporta-se de maneira inversa as linhas de temperatura do ar. Ou seja, onde se registrou a maior temperatura do ar, registrou-se também o menor valor de umidade relativa do ar (P09 a P12). Nos pontos P01 a P03, os valores ficaram muito próximos, tendendo a uma reta. A maior média de umidade relativa do ar obtida foi no ponto P03 (65,96%), onde se obteve a menor média de temperatura do ar (25,20°C).

Tabela 7 Dados climáticos coletados às 15 horas, de 13 a 18/03/2009.

Março / 2009 - 15 Horas																
Dados	Dias de Medição	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	Média dos pontos	InMet	Diferença
Temperatura do Ar (°C)	13/mar	28,6	28,3	28,6	29,3	29,9	30,2	29,7	30,4	31,3	31,6	32,4	32,9	30,27	22,7	7,57
	14/mar	31,4	31,4	30,6	30,5	30,6	30,4	29,9	30,8	29,9	30,8	31,3	31,7	30,78	25,2	5,58
	15/mar	35,3	33,9	32,8	32,8	33	33,2	31,8	32,5	32,5	33,4	33,1	33,2	33,13	23,1	10,03
	16/mar	29,7	30,4	30,1	30,6	30,7	30,8	30,1	30,4	30,5	30,6	31	31	30,49	26,7	3,79
	17/mar	33,4	32,4	31,5	31,2	30,9	31,2	30,8	30,3	30,7	30,3	30,3	30,4	31,12	25,2	5,92
	18/mar	32,2	31,9	31,4	31,5	30,8	31,4	30,4	31,2	30,5	30,1	31,7	32	31,26	26,4	4,86
	Média dos dias	31,77	31,38	30,83	30,98	30,98	31,20	30,45	30,93	30,90	31,13	31,63	31,87	-	24,88	-
Umidade Relativa do AR (%)	13/mar	66,3	66	64	62	60,8	58,2	60,7	58,1	56,8	55,2	51,5	52	59,30	82	-22,70
	14/mar	54,8	54,3	52,8	53,4	55,3	52,7	53,2	53,1	55,2	52,7	53	51,9	53,53	70	-16,47
	15/mar	51,1	44,5	46,8	47,5	47,6	47,7	50,9	48,6	49,7	46,8	47,7	48,8	48,14	80	-31,86
	16/mar	51,8	44,6	44,1	44,5	43,8	44,2	43,5	45,5	42,9	41,5	43,8	42,2	44,37	51	-6,63
	17/mar	46,6	48,8	50,2	51,3	52,3	52,1	52,4	55,6	52,7	54,1	53,1	53,1	51,86	68	-16,14
	18/mar	45,8	44,5	44,9	44,1	44,9	43,6	45,3	44,6	45,1	46,6	44,1	42,4	44,66	61	-16,34
	Média dos dias	52,73	50,45	50,47	50,47	50,78	49,75	51,00	50,92	50,40	49,48	48,87	48,40	-	68,67	-

A Tabela 7 apresenta os dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar coletados às 15 horas durante o período de Março/2009. Nota-se que a maioria dos valores de temperatura do ar ultrapassou os 30°C, sendo o dia 15/03/2009 o mais quente do período. A diferença entre o valor obtido através da média dos pontos para o dia 15 e o valor obtido pela estação meteorológica atingiu 10°C.

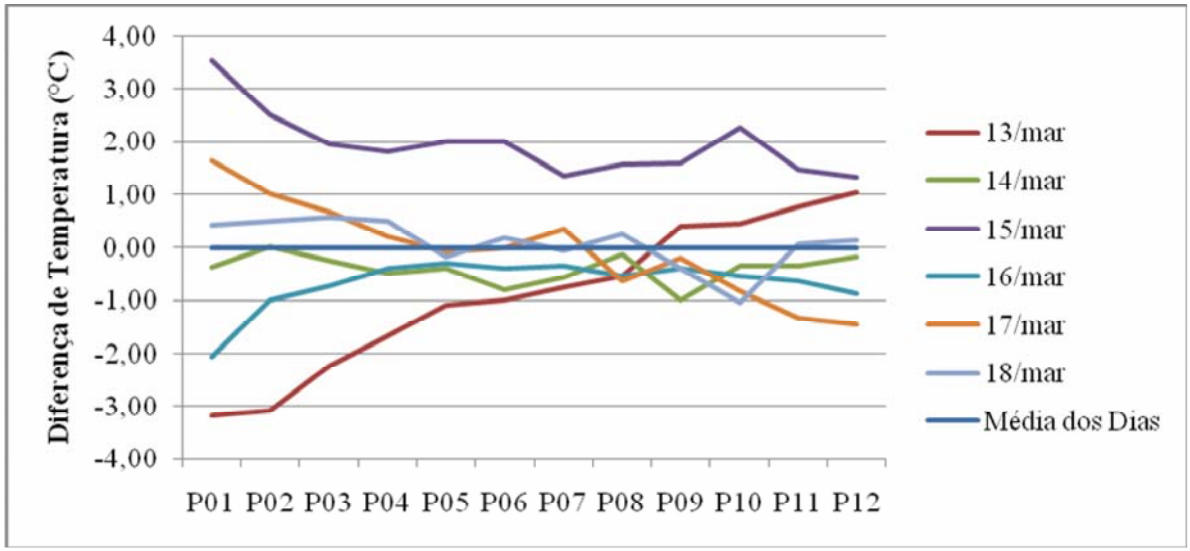


Figura 25 Diferenças de temperatura do ar às 15 horas, de 13 a 18/03/2009.

A Figura 25 apresenta a diferença entre a temperatura do ar medida *in loco*, em cada dia em relação à média calculada. Observa-se que a diferença no dia 13 e 15 em relação à média ficou entre 3 e 4°C. A partir do ponto P05 nota-se também uma aproximação dos valores medidos *in loco* para as médias.

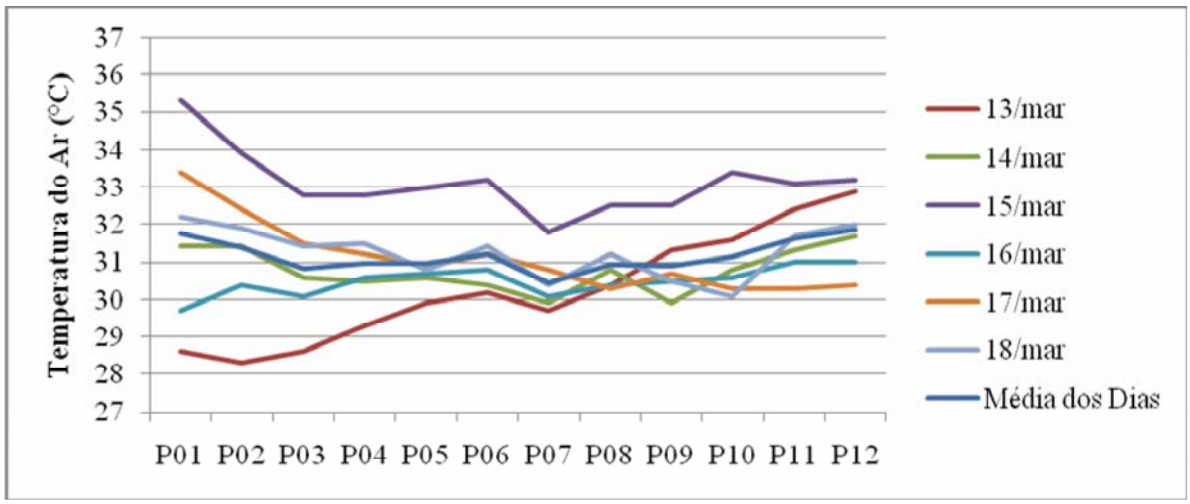


Figura 26 Temperatura do ar às 15 horas, de 13 a 18/03/2009.

De acordo com a Figura 26, tem-se que o comportamento da temperatura do ar ao longo do percurso foi semelhante entre os dias. Notam-se altas temperaturas no início e final do

percurso – pontos P01 e P12 expostos ao Sol, e valores menos discrepantes nos pontos com presença de sombreamento (vegetação ou edificação).

O comportamento da umidade relativa do ar, inverso ao comportamento da temperatura do ar apresenta-se na Figura 27. Nota-se que os menores valores registrados no período foram nos dias 16 e 18, entre 40 e 50%.

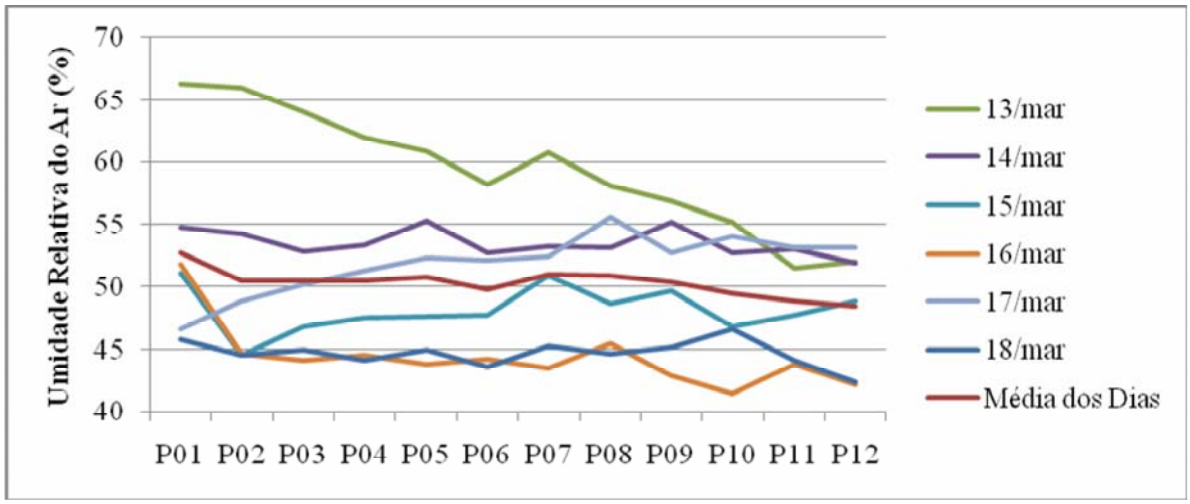


Figura 27 Umidade relativa do ar às 15 horas, de 13 a 18/03/2009.

A Tabela 8 apresenta os dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar coletados às 21 horas durante o período de Março/2009. Como pode ser observado, no dia 15/03/2009, a medição não foi realizada devido à ocorrência de chuva.

Neste horário, a variação de temperatura entre o ponto P01 e P12 atinge no máximo 2,66°C entre as médias, porém no dia 13 esta diferença chega a 4,1°C e nos dias 14 e 16 se aproximam de 3°C (Figura 28).

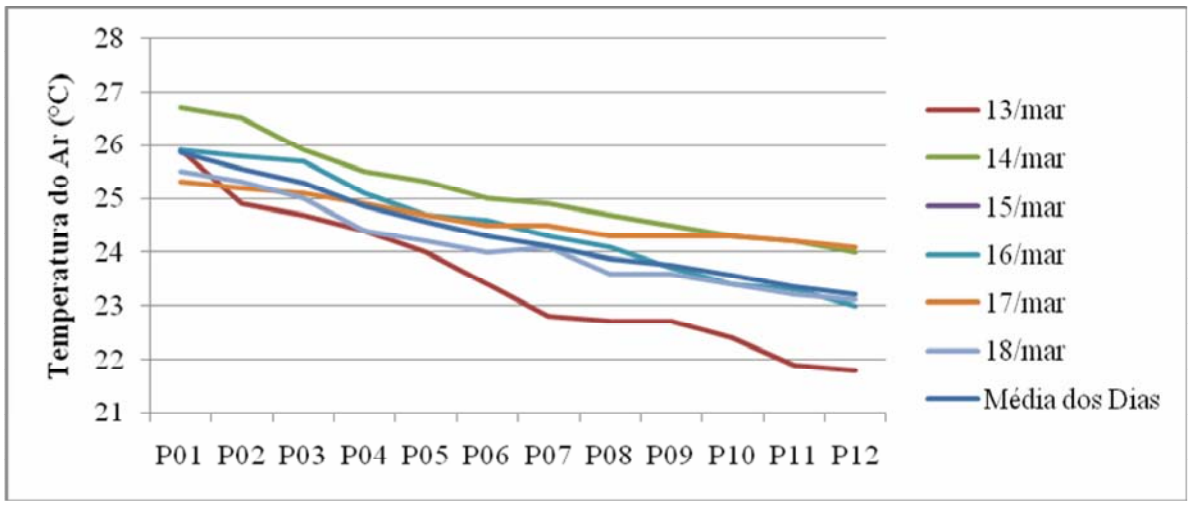


Figura 28 Temperatura do ar às 21 horas, de 13 a 18/03/2009.

Março / 2009 - 21 Horas															
Dados	**Dias de Medição**	**P01**	**P02**	**P03**	**P04**	**P05**	**P06**	**P07**	**P08**	**P09**	**P10**	**P11**	**P12**	**Média dos pontos**	**InMet**	**Diferença**
Temperatura do Ar (°C)	13/mar	25,9	24,9	24,7	24,4	24	23,4	22,8	22,7	22,7	22,4	21,9	21,8	23,47	21,8	1,67
	14/mar	26,7	26,5	25,9	25,5	25,3	25	24,9	24,7	24,5	24,3	24,2	24	25,13	22,4	2,73
	15/mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	21,1	-
	16/mar	25,9	25,8	25,7	25,1	24,7	24,6	24,3	24,1	23,7	23,4	23,3	23	24,47	25,4	-0,93
	17/mar	25,3	25,2	25,1	24,9	24,7	24,5	24,5	24,3	24,3	24,3	24,2	24,1	24,62	22,4	2,22
	18/mar	25,5	25,3	25	24,4	24,2	24	24,1	23,6	23,6	23,4	23,2	23,1	24,12	25,4	-1,28
	Média dos dias	25,86	25,54	25,28	24,86	24,58	24,30	24,12	23,88	23,76	23,56	23,36	23,20	-	23,08	-
Umidade Relativa do AR (%)	13/mar	68,9	70,2	71,3	71,7	72,9	75,7	77,3	77,1	78,7	78,9	79,8	81,3	75,32	90	-14,68
	14/mar	64,1	63,7	64,6	66,2	66,9	67,2	67,9	68,7	69,2	69,9	70	72,2	67,55	87	-19,45
	15/mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	83	-83,00
	16/mar	55,2	54,2	53,8	55,5	56,4	57,2	57,1	58,7	59	60,3	60,8	60,8	57,42	58	-0,58
	17/mar	67,1	67,1	66,4	67,8	68,4	68,8	70,4	70,6	70,4	70,5	70,8	71,6	69,16	82	-12,84
	18/mar	63,3	64,4	65	67,5	68,4	69,4	68,7	70,6	70,5	71,4	71,3	71,6	68,51	62	6,51
	Média dos dias	63,72	63,92	64,22	65,74	66,60	67,66	68,28	69,14	69,56	70,20	70,54	71,50	-	77,00	-

Tabela 8 Dados climáticos coletados às 21 horas, de 13 a 18/03/2009.

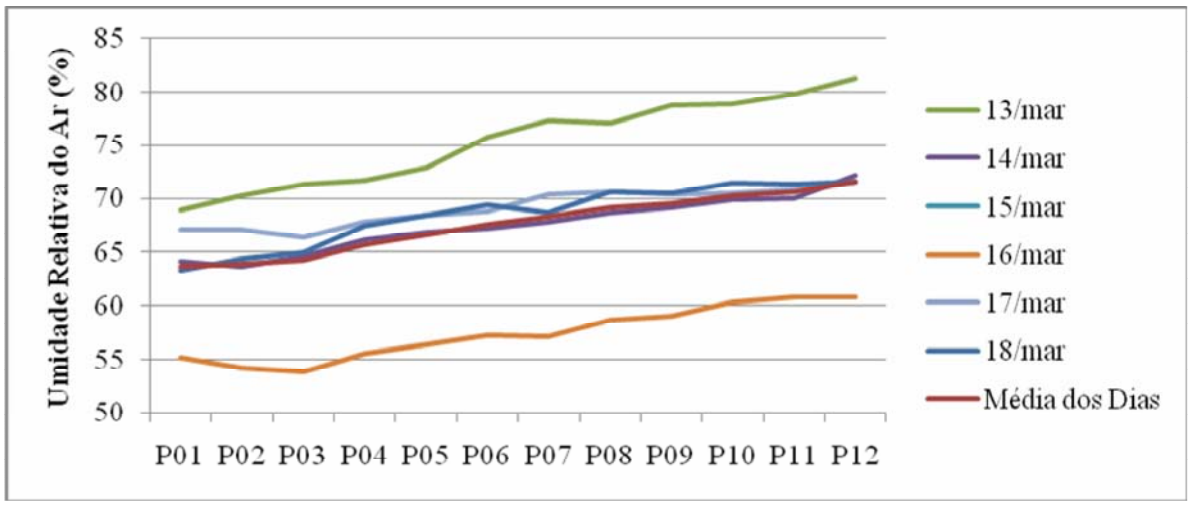


Figura 29 Umidade relativa do ar às 21 horas, de 13 a 18/03/2009.

Inverso ao comportamento da temperatura do ar, ao longo do percurso a umidade relativa do ar aumenta (Figura 29). Nota-se também que em relação à umidade, o dia 16 foi o mais seco do período, com valores entre 53,8 e 60,8%. Neste dia, a diferença entre o valor obtido *in loco* e a estação meteorológica aproximou-se do zero (0,58%). E o dia 13 foi o mais úmido do período (dia nublado com pancadas de chuva).

4.1.2. Análise dos dados climáticos coletados em Agosto/2009

A coleta de dados climáticos válidos para este período ocorreu entre 12 e 17 de Agosto de 2009, às 9, 15 e 21 horas. A Figura 30 apresenta as situações da abóbada celeste durante o período. Nota-se que o céu apresentou-se claro e com poucas nuvens na maior parte do tempo. E no dia 17, com início no período da tarde até a noite o céu ficou totalmente encoberto, iniciando um período de chuva (Tabela 5).

Quanto à ventilação, a Figura 31 apresenta o anemograma do período de agosto de 2009, com dados de direção e intensidade dos ventos (valores máximos, mínimos e instantâneos). As medições foram realizadas no ponto P12, a uma altura de aproximadamente 1,70m, como comentado anteriormente. Neste período, observa-se que as direções predominantes são E (Leste) e W (Oeste) e que também ocorrem rajadas de vento vindas de SE (Sudeste). Quanto à intensidade, as máximas foram superiores a 4m/s, mas na maior parte do tempo a intensidade foi por volta de 1m/s. Segundo o número de Beaufort, a intensidade deste período não ultrapassa o número 3, brisa suave, onde os ventos levemente estendem as bandeiras, desarrumam os cabelos e balançam as roupas. Quanto aos critérios de conforto, são

considerados perceptíveis, porém dependendo do tipo de atividade desenvolvida no momento podem ou não incomodar.

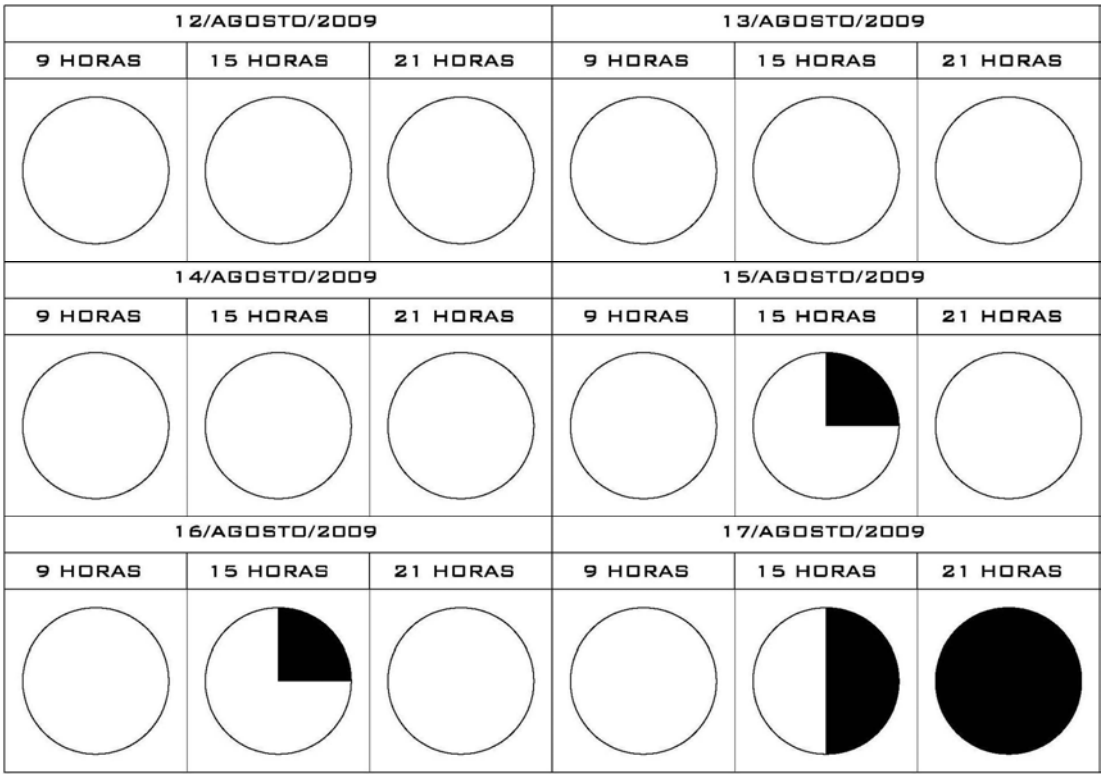


Figura 30 Abóbada celeste de 12 a 17/08/2009.

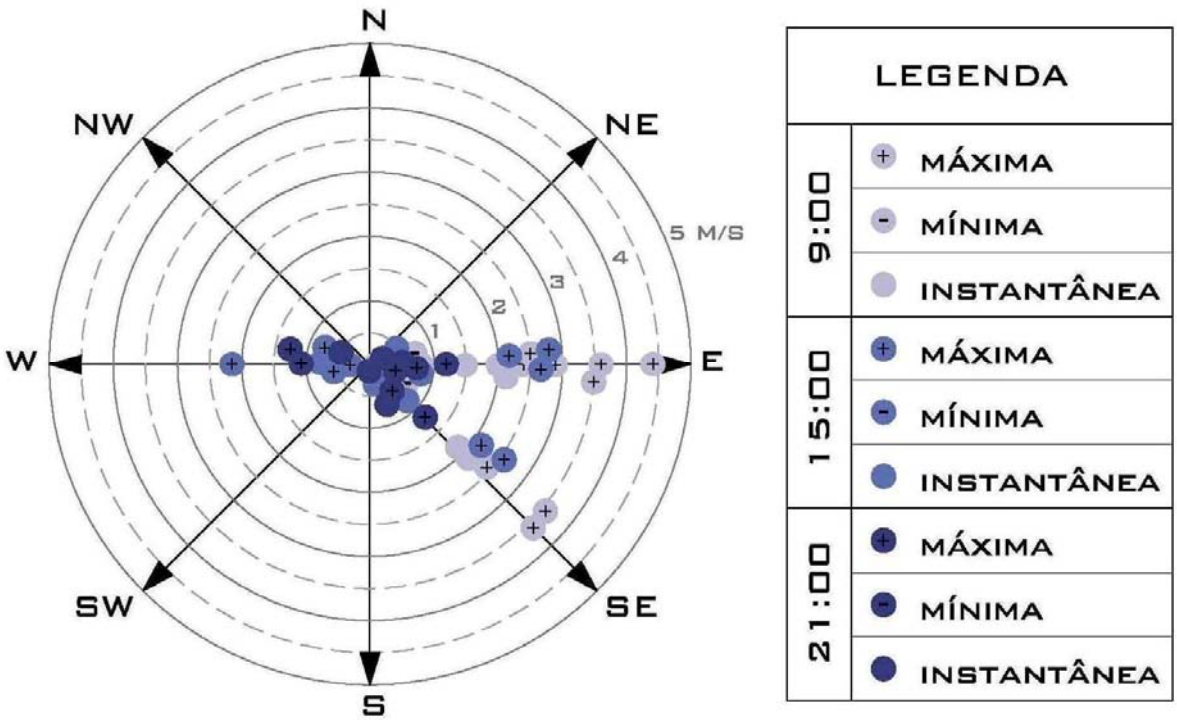


Figura 31 Anemograma referente ao período de 12 a 17/08/2009.

Tabela 9 Dados climáticos coletados às 9 horas, de 12 a 17/08/2009.

Agosto / 2009 - 9 Horas																
Dados	Dias de Medição	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	Média dos pontos	InMet	Diferença
Temperatura do Ar (°C)	12/ago	17,4	17,9	18	18	18,2	18,6	19,3	19,1	18,8	18,8	18,6	18,8	18,46	11	7,46
	13/ago	20,4	20,4	20,5	20,5	20,4	20,7	21,2	20,8	20,8	21,2	20,9	20,8	20,72	16,1	4,62
	14/ago	19,1	19,6	19,9	20	20,1	20,7	21,2	21	20,9	20,8	20,7	20,7	20,39	12,9	7,49
	15/ago	18,9	19,7	20,3	20,4	20,5	20,9	21,5	21,6	21,4	21,7	21,1	21,3	20,78	14,2	6,58
	16/ago	19,7	20,3	20,9	20,9	20,8	21,2	21,7	21,5	21,4	21,4	21,3	21,2	21,03	15,5	5,53
	17/ago	21,1	21,5	21,9	21,9	22,2	22,3	22,8	22,7	22,7	22,7	22,6	22,4	22,23	16,1	6,13
	Média dos dias	19,43	19,90	20,25	20,28	20,37	20,73	21,28	21,12	21,00	21,10	20,87	20,87	-	14,30	-
Umidade Relativa do AR (%)	12/ago	65,5	64,2	63,6	63,7	63,6	62,7	61,1	61,1	61	61,7	62,5	61,8	62,71	87	-24,29
	13/ago	54,8	54,6	54,8	54,5	54,8	54,3	53,7	54	54,2	54,2	53,9	54	54,32	67	-12,68
	14/ago	49,5	48,9	48	48,3	47,1	47,8	47,1	46,6	46,6	45,8	46,1	46	47,32	59	-11,68
	15/ago	51,1	49,3	48,2	47,7	47,7	47,1	46	45,8	46,1	46	46,1	46	47,26	60	-12,74
	16/ago	53,7	52	50,7	50,9	50,6	50	49,3	50,2	49,9	49,6	49,8	50,1	50,57	71	-20,43
	17/ago	52,9	51,8	50,8	50,7	51,2	50	49,6	49,9	49	49,2	49,4	49,5	50,33	66	-15,67
	Média dos dias	54,58	53,47	52,68	52,63	52,50	51,98	51,13	51,27	51,13	51,08	51,30	51,23	-	68,33	-

A Tabela 9 apresenta os dados coletados às 9 horas na área de estudo no período de 12 a 17 de agosto de 2009. Observa-se que as maiores temperaturas foram registradas no dia 17, variando de 21,1°C a 22,4°C, ou seja, com uma diferença inferior a 1,5°C ao longo do percurso. A maior temperatura registrada no período foi de 22,8°C, no P07 que, apesar de próximo a um significativo exemplar arbóreo, durante a manhã sofre incidência direta da radiação solar.

Através da Figura 32 e 33 pode-se observar o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar, respectivamente. Observando o comportamento das linhas referentes à temperatura do ar, encontram-se os menores valores no ponto P01 enquanto que para umidade relativa do ar, os menores valores estão no ponto P12. Ou seja, tem-se um movimento inverso das variáveis.

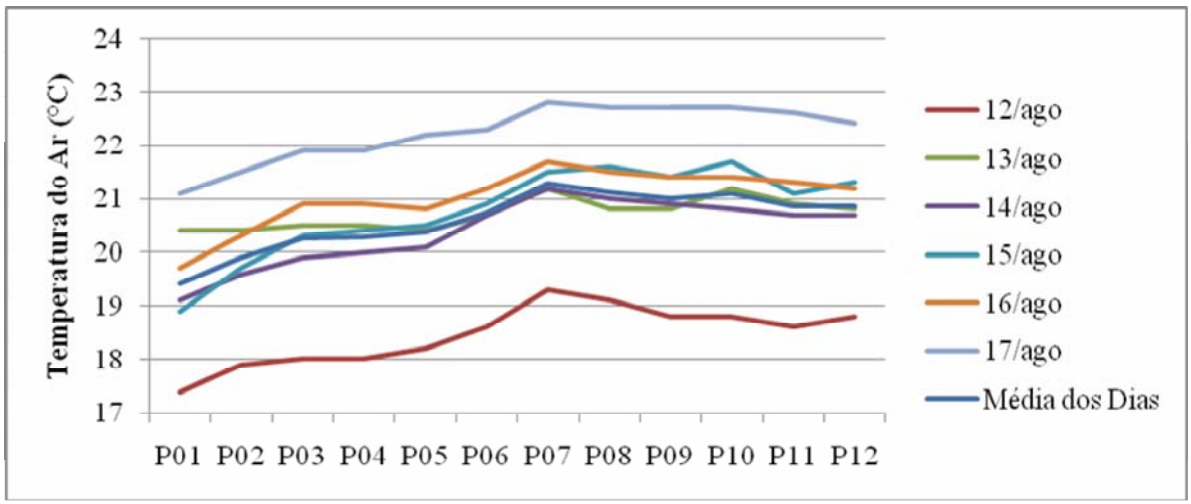


Figura 32 Temperatura do ar às 9 horas, de 12 a 17/08/2009.

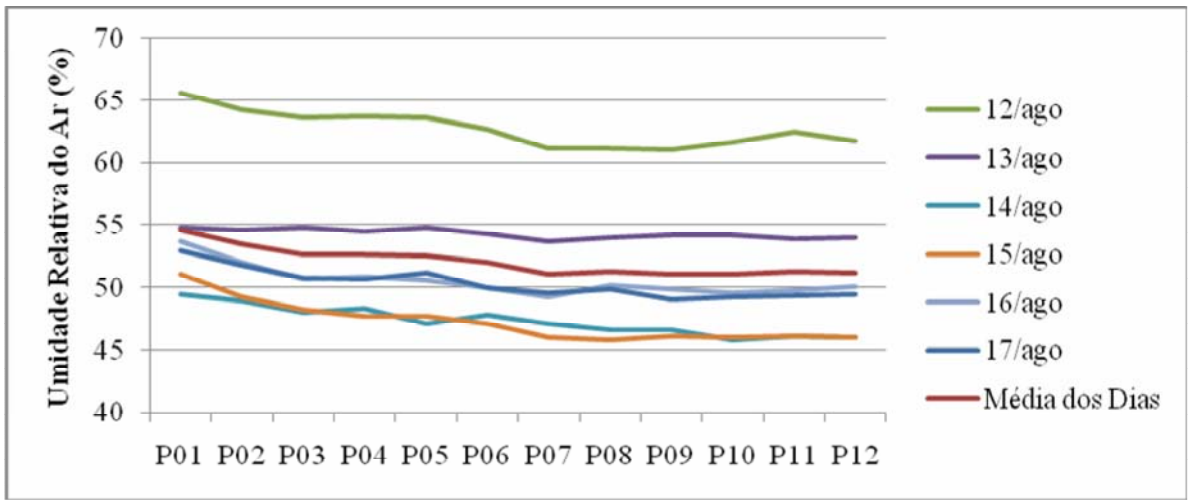


Figura 33 Umidade relativa do ar às 9 horas, de 12 a 17/08/2009.

Neste período, a média dos dias, em cada ponto, variou entre 19,43 e 21,28°C, uma diferença de 1,85°C ao longo do percurso. Observa-se que a umidade relativa do ar durante os dias variou entre a faixa de 45% e 55%.

Outro dado relevante é a diferença de valores entre o valor médio do dia obtido na área de estudo em relação ao valor obtido na estação meteorológica. Esta diferença varia entre 4,62 e 7,49°C, ou seja, a temperatura do ar na área de estudo é até 7,49°C maior do que a temperatura do ar na estação meteorológica, localizada em uma área distante do centro urbano.

Na Figura 34 apresenta-se a diferença entre a temperatura do ar medida *in loco*, em cada dia, comparada entre elas e em relação ao valor médio dos dias. Nota-se que na maioria dos dias a variação foi de até 1°C, para mais ou para menos, ao longo do percurso.

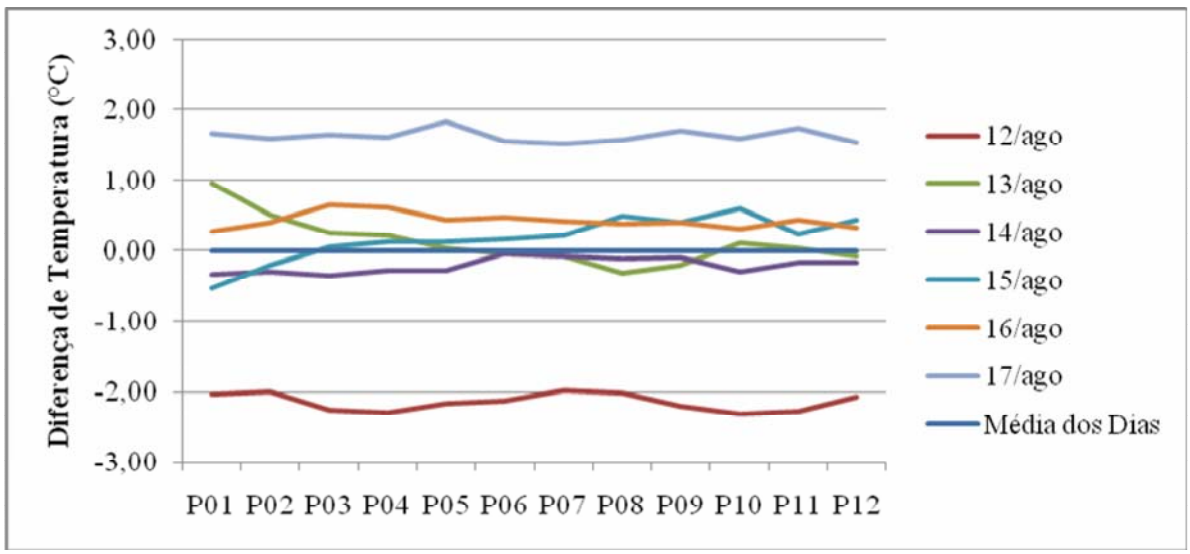


Figura 34 Diferenças de temperatura do ar às 9 horas, de 12 a 17/08/2009.

Os dados coletados às 15 horas no período estão apresentados na Tabela 10. Encontram-se altas temperaturas, variando em torno de 30°C. As médias obtidas em cada ponto durante o período variaram de 27,18 a 28,35°C, diferença de apenas 1,17°C entre os pontos. Este período caracteriza-se por ser seco, sendo assim, os valores médios de umidade relativa do ar ficaram entre 31,58 e 36,07%. E as diferenças entre os valores de temperatura do ar médios de cada dia entre os pontos da área de estudo e os valores de temperatura obtida na estação meteorológica ficaram entre 2,18 e 5,19°C.

Tabela 10 Dados climáticos coletados às 15 horas, de 12 a 17/08/2009.

Agosto / 2009 - 15 Horas															
Dados	Dias de Medição	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	Média dos pontos	InMet	Diferença
Temperatura do Ar (°C)	12/ago	28,4	28,3	27,8	27,4	27,1	27,7	27,6	28,1	28,1	28	27,8	27,9	27,85	23,4	4,45
	13/ago	24,8	25,9	26,4	26,6	26,5	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,3	27,3	26,69	24,5	2,19
	14/ago	25,6	26,2	26,4	26,4	26,2	26,3	27	27,1	26,9	26,4	26,1	25,9	26,38	24,2	2,18
	15/ago	27,5	28,2	27,5	27,7	27,4	28,1	28	27,8	27,7	27,5	27,7	27,9	27,75	24,6	3,15
	16/ago	31,3	31,4	31,2	30,8	30,3	30,3	30,1	30,1	29,8	29,6	29,4	29,2	30,29	25,1	5,19
	17/ago	25,5	27,4	28,3	28,9	29,2	29,5	29,4	29,9	30,2	29,7	29,9	29,7	28,97	26,1	2,87
	Média dos dias	27,18	27,90	27,93	27,97	27,78	28,17	28,20	28,35	28,30	28,05	28,03	27,98	-	24,65	-
Umidade Relativa do AR (%)	12/ago	38,7	39,6	39,9	40,2	39,2	39,9	38,3	34,6	34,8	35,8	33,3	33,6	37,33	48	-10,68
	13/ago	41,1	40,9	38,8	37,2	38	34,9	35,2	36,9	38,9	35,4	37,8	35,6	37,56	41	-3,44
	14/ago	28,6	28,1	26,3	26,1	26,8	25	27,4	26,4	26,6	26	26,9	26,8	26,75	25	1,75
	15/ago	35,8	33,2	32,3	34,8	34,1	33,5	32,8	33,4	34,4	33	32,4	33,7	33,62	34	-0,38
	16/ago	26,5	24,9	25,5	26,8	26,9	26,9	26,5	27	27,4	27,7	28,2	27,8	26,84	36	-9,16
	17/ago	45,7	40	37,3	35,7	34,8	33,1	33,3	33,4	34,6	31,6	32	32,2	35,31	39	-3,69
	Média dos dias	36,07	34,45	33,35	33,47	33,30	32,22	32,25	31,95	32,78	31,58	31,77	31,62	-	37,17	-

A Figura 35 apresenta a variação de temperatura do ar entre os pontos em cada dia do período em questão. Observa-se um comportamento similar entre as medições, caracterizando uma tendência na área de estudo.

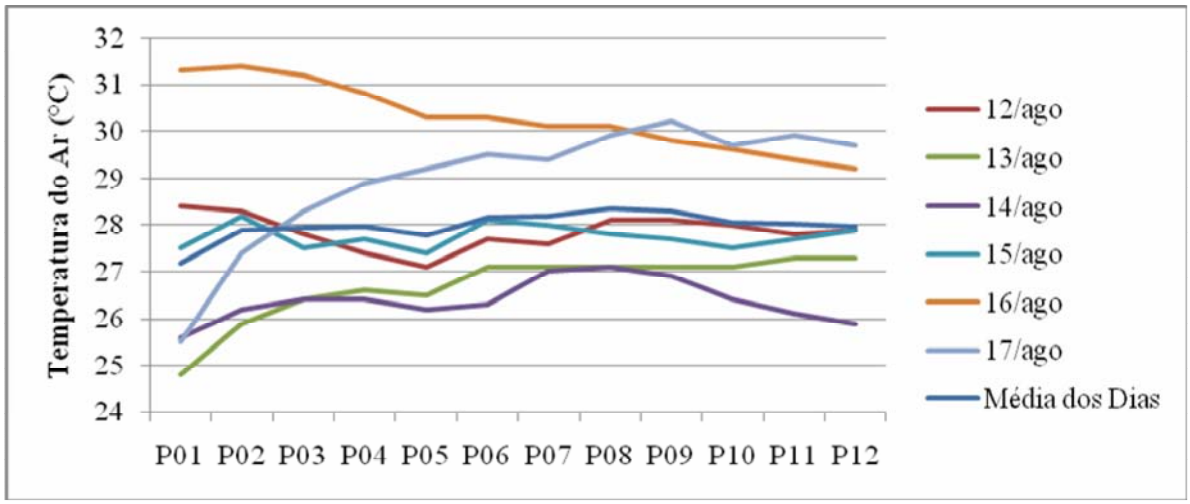


Figura 35 Temperatura do ar às 15 horas, de 12 a 17/08/2009.

O mesmo pode-se observar na Figura 36, quanto à umidade relativa do ar. Observa-se que durante o período esta variou entre 25 e 45%, mantendo similaridade entre elas.

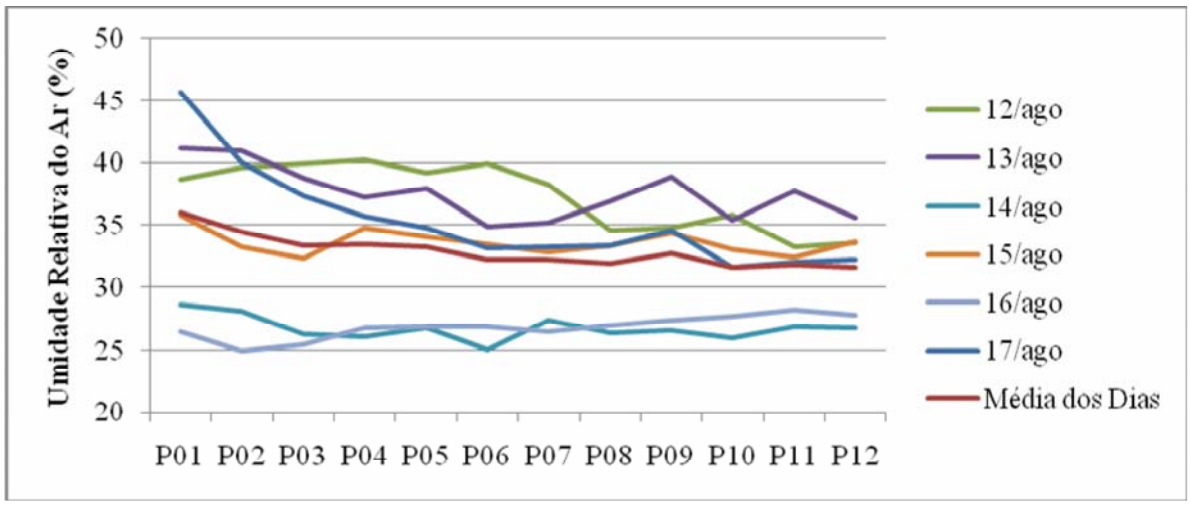


Figura 36 Umidade relativa do ar às 15 horas, de 12 a 17/08/2009.

As diferenças entre os dados obtidos *in loco* e as médias calculadas entre os pontos ao longo do percurso são os dados apresentados na Figura 37. Observam-se diferenças de 4,0 a -3,0°C entre os dados. A maior diferença foi registrada no dia 16, onde os valores obtidos *in loco* ficaram em torno de 4,0°C superiores aos valores médios. E no dia 14 registrou-se ao longo do percurso, uma diferença de até 2,0°C inferior aos valores médios.

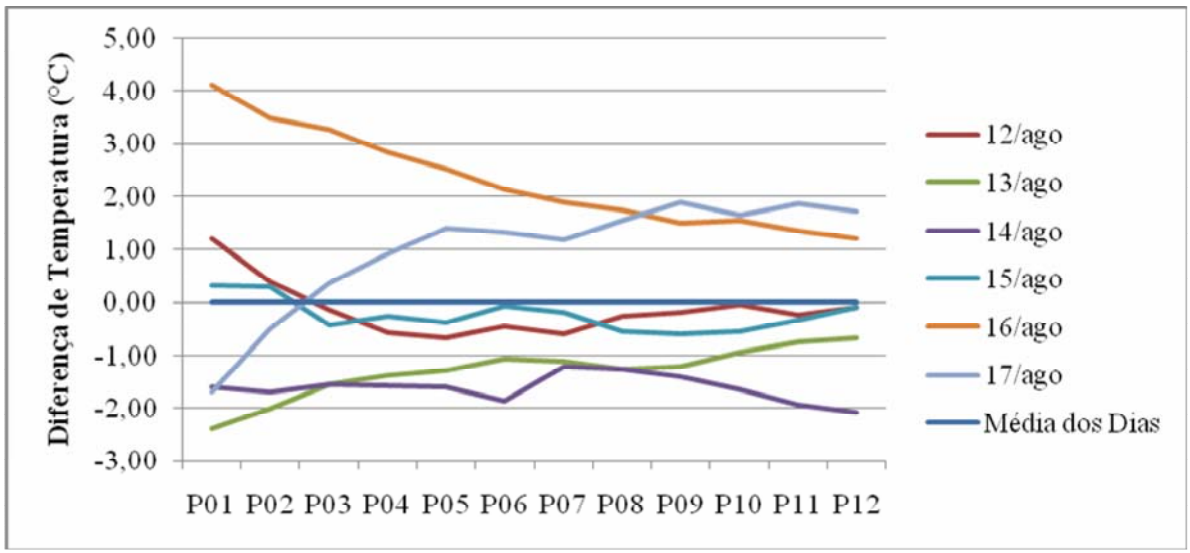


Figura 37 Diferenças de temperatura do ar às 15 horas, de 12 a 17/08/2009.

Nas medições das 21 horas, apresentados na Tabela 11, os valores de temperatura do ar variaram em torno de 22°C. As médias dos pontos durante o mesmo dia foram de 20,41 a 23,87°C, diferença de até 3,46°C, e a diferença entre a média dos pontos foi de até 2,8°C.

Observando-se o percurso de cada dia, a diferença registrada entre o P01 e o P12 varia de 2 a 4°C. Ou seja, no inicio do percurso tem-se temperaturas até 4°C maiores do que a temperatura registrada no final do percurso, por exemplo, no dia 14. Neste dia também foram registrados os menores valores de umidade relativa do ar, variação de 31,2% (P01) a 38,2% (P11).

Quanto à diferença obtida entre a média de temperatura dos 12 pontos em relação ao valor obtido pela estação meteorológica, nota-se uma diferença de 2,66°C, 2,16°C e 1,80°C que correspondem respectivamente aos dias 14, 15 e 16.

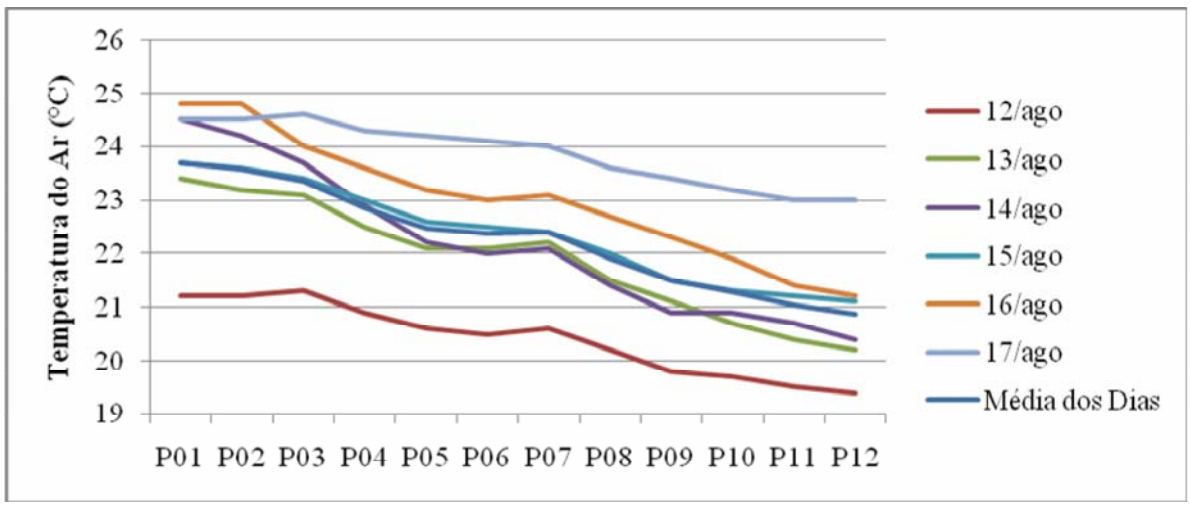


Figura 38 Temperatura do ar às 21 horas, de 12 a 17/08/2009.

A Figura 38 apresenta o comportamento da variável temperatura do ar ao longo do percurso, em todos os dias de medição, inclusive os valores médios. Observa-se similaridade de comportamento e somente os dias 12 e 17 apresentam-se mais distantes dos valores médios. O mesmo pode-se observar na Figura 39 quanto o comportamento da variável umidade relativa do ar, e os dias 12 e 14 apresentam-se mais distantes dos valores médios.

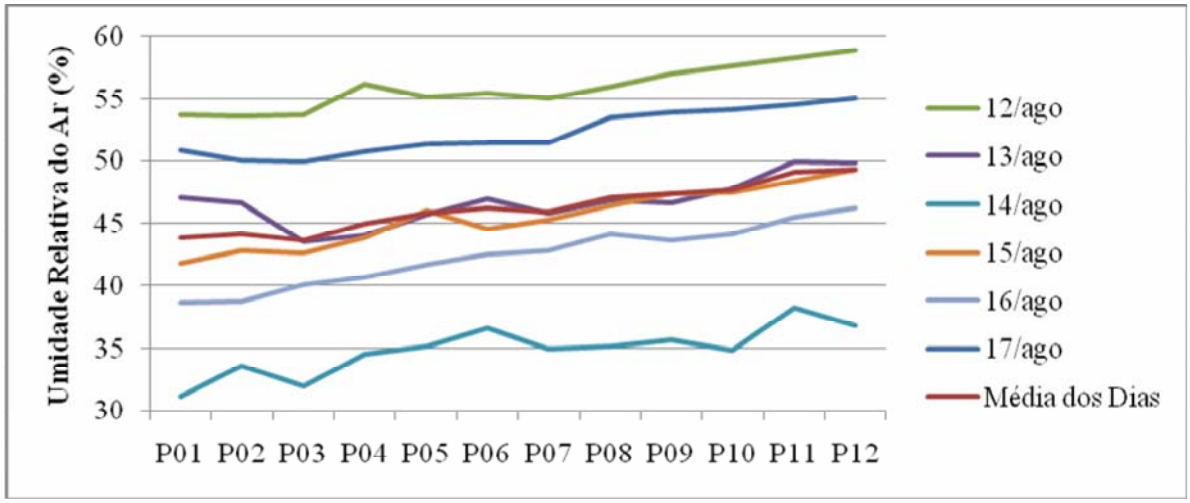


Figura 39 Umidade relativa do ar às 21 horas, de 12 a 17/08/2009.

Ao observar a Figura 40, nota-se que a diferença entre a temperatura do ar medida *in loco*, em cada dia, é pequena quando comparada entre elas e em relação ao valor médio dos dias. Esta diferença varia em torno de 2°C para mais ou para menos. Nos pontos P01 e P12 registraram-se as maiores diferenças.

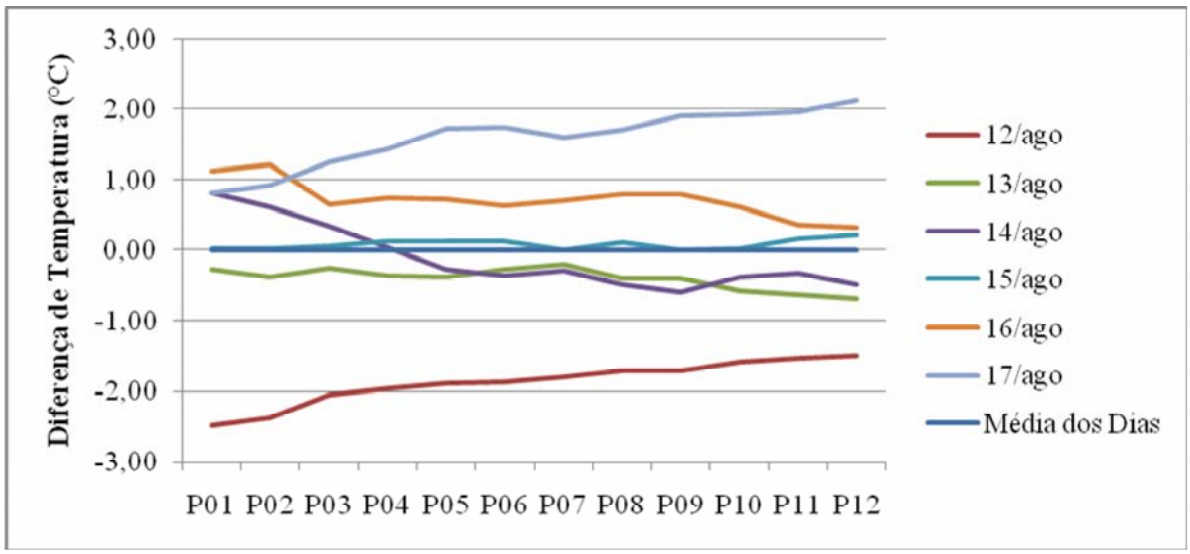


Figura 40 Diferença de temperatura do ar às 21 horas, de 12 a 17/08/2009.

Tabela 11 Dados climáticos coletados às 21 horas, de 12 a 17/08/2009.

Agosto / 2009 - 21 Horas															
Dados	Dias de Medição	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	Média dos pontos	InMet	Diferença
Temperatura do Ar (°C)	12/ago	21,2	21,2	21,3	20,9	20,6	20,5	20,6	20,2	19,8	19,7	19,5	19,4	20,41	21,4	-0,99
	13/ago	23,4	23,2	23,1	22,5	22,1	22,1	22,2	21,5	21,1	20,7	20,4	20,2	21,88	21,2	0,67
	14/ago	24,5	24,2	23,7	22,9	22,2	22	22,1	21,4	20,9	20,9	20,7	20,4	22,16	19,5	2,66
	15/ago	23,7	23,6	23,4	23	22,6	22,5	22,4	22	21,5	21,3	21,2	21,1	22,36	20,2	2,16
	16/ago	24,8	24,8	24	23,6	23,2	23	23,1	22,7	22,3	21,9	21,4	21,2	23,00	21,2	1,80
	17/ago	24,5	24,5	24,6	24,3	24,2	24,1	24	23,6	23,4	23,2	23	23	23,87	23	0,87
	Média dos dias	23,68	23,58	23,35	22,87	22,48	22,37	22,40	21,90	21,50	21,28	21,03	20,88	-	21,08	-
Umidade Relativa do AR (%)	12/ago	53,7	53,6	53,7	56,2	55,1	55,4	55	56	57	57,6	58,2	58,8	55,86	52	3,86
	13/ago	47	46,6	43,6	44,1	45,7	46,9	45,8	46,8	46,6	47,8	49,9	49,8	46,72	43	3,72
	14/ago	31,2	33,6	32	34,5	35,2	36,6	34,9	35,2	35,7	34,8	38,2	36,8	34,89	41	-6,11
	15/ago	41,8	42,8	42,6	43,9	46	44,6	45,3	46,4	47,3	47,5	48,4	49,3	45,49	51	-5,51
	16/ago	38,6	38,7	40,1	40,7	41,7	42,5	42,8	44,2	43,7	44,2	45,5	46,2	42,41	43	-0,59
	17/ago	50,8	50	49,9	50,7	51,3	51,5	51,4	53,5	53,9	54,1	54,5	55	52,22	49	3,22
	Média dos dias	43,85	44,22	43,65	45,02	45,83	46,25	45,87	47,02	47,37	47,67	49,12	49,32	-	46,50	-

4.1.3. Análise combinada dos dados climáticos coletados em Março e Agosto/2009

Os dados médios de temperatura do ar obtidos *in loco* e através da estação meteorológica de referência evidenciam a discrepância entre o meio urbano e o meio rural circunvizinho (Figura 41 e 42). Tem-se variações da ordem de 7°C em março e de 6°C em agosto no horário das 9 horas. Devido fatores antropogênicos, as temperaturas do meio urbano estão se distanciando cada vez mais das temperaturas do entorno (ambiente rural). Esta variação ainda é evidenciada frente os valores obtidos às 15 horas, mantendo esta diferença de até 7°C. Já às 21 horas observa-se uma aproximação dos valores urbanos ao da estação.

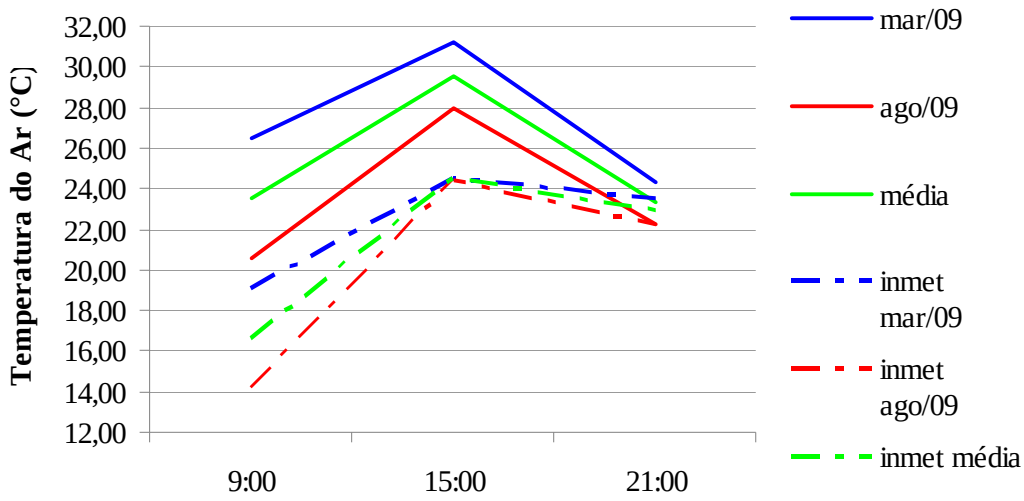


Figura 41 Médias de temperatura do ar em março e agosto de 2009.

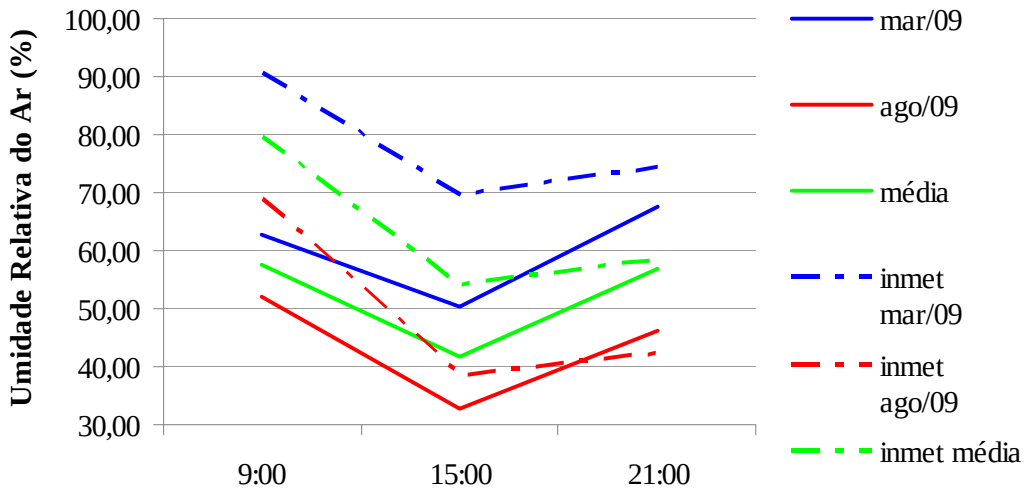


Figura 42 Médias de umidade relativa do ar em março e agosto de 2009.

A Figura 42, sobre o comportamento da variável umidade relativa do ar, apresenta os dados coletados. Tem-se claramente que a umidade relativa do ar no meio urbano é

significativamente inferior a registrada na estação de referência. Às 15 horas, em março, esta diferença é de aproximadamente 20%. Em agosto registrou-se as menores médias, onde às 15 horas, tanto no meio urbano quanto na estação de referência, os valores ficaram em torno de 35 e 45%. No horário das 21 horas nota-se um ligeiro aumento dos valores nas duas situações (urbana e rural circunvizinha).

A Tabela 12 apresenta as médias dos dados climáticos obtidos *in loco* e as médias dos dados obtidos através da estação meteorológica de referência.

Tabela 12 Média dos dados climáticos obtidos em março e agosto de 2009.

		9:00	15:00	21:00
Temperatura do Ar (°C)	Março/2009	26,46	31,17	24,36
	Agosto/2009	20,60	27,99	22,28
	Média	23,53	29,58	23,32
	InMet - mar/09	19,09	24,53	23,55
	InMet - ago/09	14,12	24,40	22,28
	InMet - med	16,61	24,47	22,92
Umidade Relativa do Ar (%)	Março/2009	62,85	50,31	67,59
	Agosto/2009	52,08	32,90	46,26
	Média	57,47	41,60	56,93
	InMet - mar/09	90,78	69,61	74,56
	InMet - ago/09	68,83	38,67	42,39
	InMet - med	79,81	54,14	58,48

Quanto ao comportamento da ventilação, a Figura 43 apresenta o anemograma dos dados coletados nos períodos de março e agosto de 2009, com informações de direção e intensidade dos ventos (valores máximos, mínimos e instantâneos). Quanto à intensidade, encontram-se máximas superiores a 4m/s, mas na maior parte do tempo a intensidade não ultrapassou os 2m/s. Segundo o número de Beaufort, a intensidade deste período não ultrapassa o número 3, brisa suave, onde os ventos levemente estendem as bandeiras, desarrumam os cabelos e balançam as roupas. Quanto aos critérios de conforto, são considerados perceptíveis, porém dependendo do tipo de atividade desenvolvida no momento podem ou não incomodar. Quanto à direção, observa-se predomínio das direções E (Leste) e W (Oeste), porém com movimentação de ar vinda de SE (Sudeste).

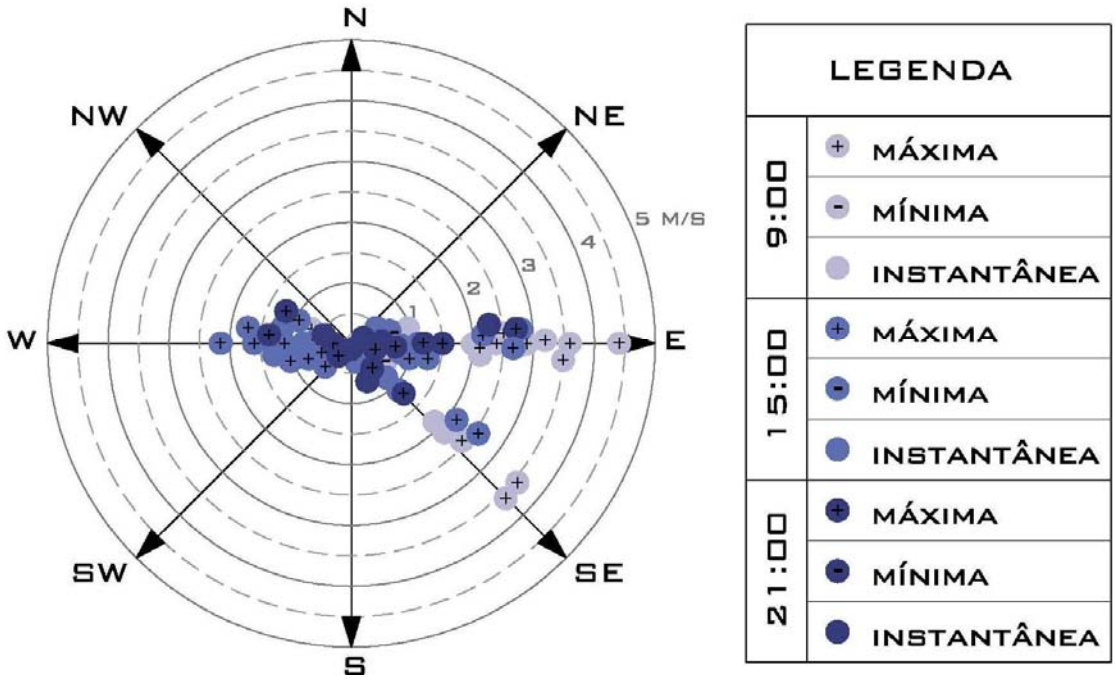


Figura 43 Anemograma referente ao período de março e agosto de 2009.

4.2. Análise dos Questionários

Foram realizados 70 questionários durante os dois períodos de coleta de dados: 60% em março/2009 e 40% em agosto/2009. Esta diferença de amostra foi consequência da dificuldade encontrada na abordagem dos usuários e vale ressaltar que não significa maior ou menor uso em determinado período. Destes, 40% foram realizados às 9 horas, 40% às 15 horas e 20% às 21 horas, horário com maior dificuldade de abordagem e disponibilidade dos usuários. As entrevistas ocorreram 40% no trecho 1, 40% no trecho 3, e o restante no trecho 2. A maioria, realizada na sombra (50%) ou meia sombra (31%), local de maior aceitabilidade dos entrevistados (Figura 44).

Dentre os entrevistados, verificou-se que a maior parte dos usuários é do sexo feminino (Figura 45) e que apresenta idade entre 31 e 40 anos, seguida por outros com idade entre 21 e 30 anos, constatando-se uso principalmente por adultos (Figura 46).

O nível de escolaridade dos usuários do local é bem diversificado. Observando a Figura 47 nota-se que 46% apresenta o 2º Grau Completo, 43% o 3º Grau Completo e apenas 4% o 1º Grau Completo.

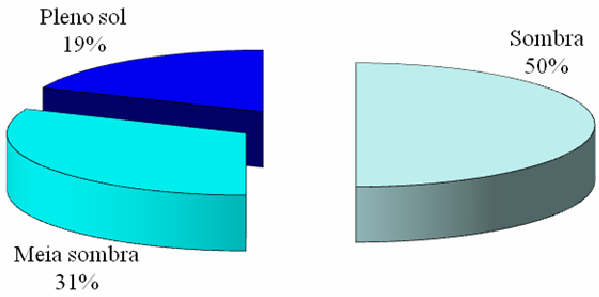


Figura 44 Local de realização das entrevistas.

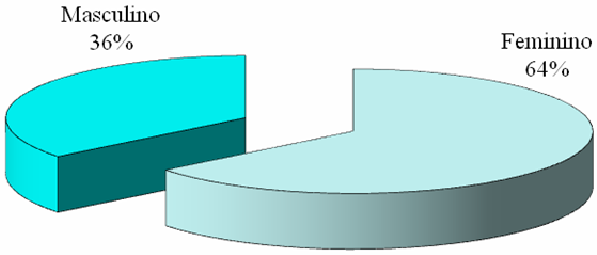


Figura 45 Gênero dos entrevistados.

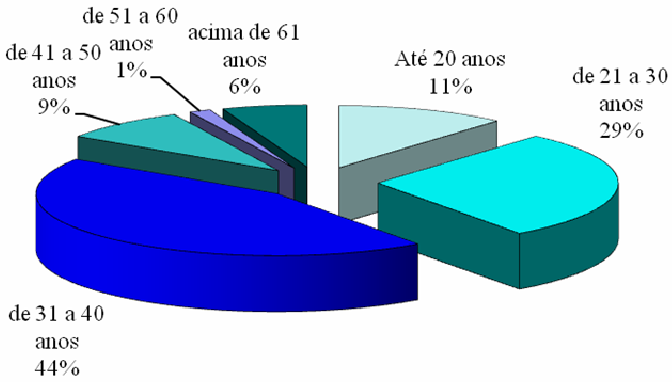


Figura 46 Distribuição por faixa etária dos entrevistados.

Através da Figura 48, constata-se que o espaço é frequentado por pessoas de diversos bairros, atingindo a escala da cidade, porém os moradores dos bairros da zona leste (30%) e sudeste (20%) representam à maioria. Quanto ao modo de acesso (Figura 49), relacionando com os dados de procedência dos usuários que necessitam de condução e os bairros de origem,

constatou-se que a maioria acessa a pé (40%), pois reside nos bairros mais próximos. Outra forma bastante citada pelos usuários foi o acesso através de meio de transporte particular (carro/moto – 33%).

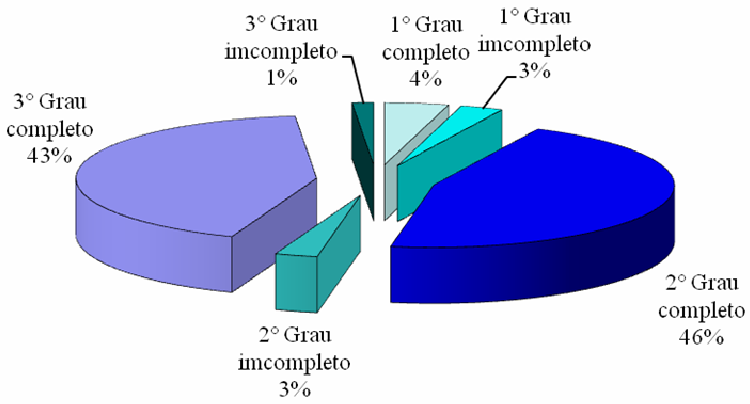


Figura 47 Grau de escolaridade dos entrevistados.

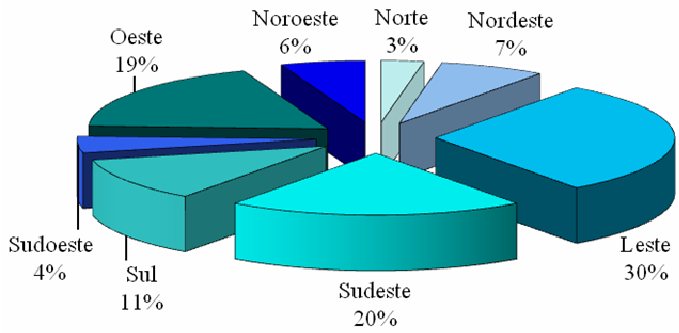


Figura 48 Região do bairro de residência dos entrevistados.

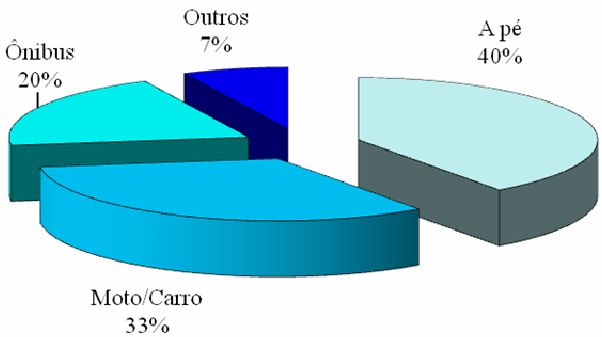


Figura 49 Formas de acesso à área de estudo.

Durante a aplicação do questionário observou-se também a atividade exercida pelo usuário e o tipo de vestimenta usada. Em 60% das entrevistas, os usuários estavam caminhando quando foram abordados. O restante estava em repouso (ponto de parada de ônibus aguardando a condução, aguardando familiar, etc.). Já a vestimenta observada foi bastante diversificada, permitindo a formação de grupos:

- A – Calça jeans, camiseta, blusa de moletom de manga comprida, meias e tênis;
- B – Calça jeans, blusa regata, sandálias e óculos de Sol;
- C – Calça jeans, camiseta, meias e tênis;
- D – Saia/bermuda, blusa regata/camiseta e sandálias/chinelos;
- E – Outros (vestidos, shorts, vestuário esportivo, etc.).

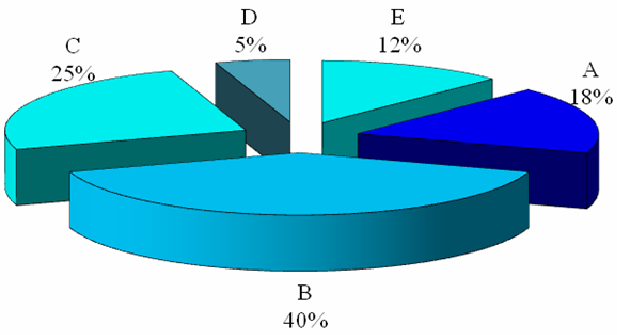


Figura 50 Grupos de vestimenta dos entrevistados.

As questões 9 e 10 abordaram de forma ampla a opinião dos usuários quanto à arborização urbana. A primeira referente ao gosto por ruas arborizadas e a segunda se considera a arborização necessária. A resposta foi unânime, dos 70 entrevistados 100% gosta e considera a arborização necessária. E um dos motivos mais citados foi o sombreamento ocasionado por estas. No entanto, na questão 11, em que a pergunta foi se o usuário tem ou não alguma vegetação/arborização no passeio público ou quintal de sua residência, 60% dos entrevistados alegou não ter principalmente pela questão da sujeira ocasionada pelas folhas da vegetação.

As questões 12 e 13 abordaram temas técnicos da área. Primeiro questionou-se sobre a altura que o usuário considera mais adequada para a vegetação no passeio público. Dentre as alternativas (abaixo da fiação, entre a fiação e acima da fiação), 60% consideraram a

vegetação abaixo da fiação mais adequada por não atrapalhar a manutenção deste sistema e 20% observou que a arborização acima da fiação é melhor por não atrapalhar a circulação de veículos e pedestres (Figura 51). Completaram também, alegando que antes de qualquer enfoque técnico, o importante é a existência deste elemento no meio urbano. E quando questionados sobre o espaçamento entre a vegetação, 60% prefere copas entrelaçadas.

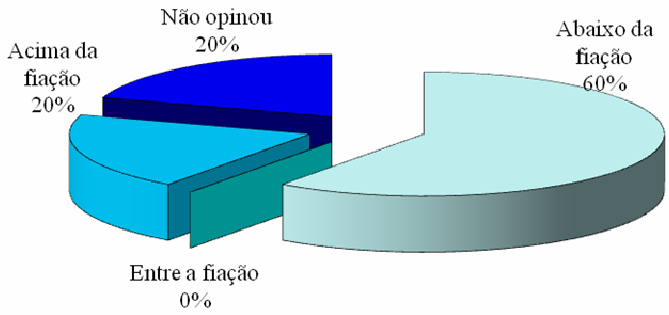


Figura 51 Altura adequada da arborização urbana segundo os entrevistados.

Após uma avaliação geral sobre o que o usuário considera adequado, questionou-se sobre a situação da arborização no passeio em estudo (questão 14 a 16). Neste momento, as considerações anteriores não eram o suficiente ou no mínimo não ofereciam ao usuário a segurança para responder, sendo comum antes das respostas, uma ligeira olhada ao redor. Sendo assim, estas respostas sofreram influência direta das características onde a entrevista estava sendo realizada.

A questão 14, se o usuário considera a arborização do passeio bem ou mal arborizada, teve 73% das opiniões favoráveis. Vale ressaltar que 60% das entrevistas foram realizadas no trecho 1 e 2 (mais arborizados da área de estudo) e que 81% das entrevistas foram realizadas na sombra ou meia sombra. E a questão 16, se o usuário estava satisfeito com a arborização do passeio teve 60% deles satisfeitos. Dos 40% insatisfeitos, quando questionados do porque, foi unânime que seria ideal ter mais árvores, pois existe condição.

No geral, os resultados mostraram diferenças quando considerada a percepção dos entrevistados dos trechos 1, 2 e 3. Essa diferença pode ser explicada pela variação do perfil dos transeuntes que foram aleatoriamente escolhidos. Além da constituição da paisagem por diversas espécies que possuem diferentes características, formas, texturas, cores e adensamentos. Como exemplo, a discrepância existente entre o trecho 2 e o trecho 3. O

primeiro apresenta diversos indivíduos de espécies variadas como a Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), o Falso chorão (*Schinus molle*), o Chapéu de Sol (*Terminalia catappa*), o Resedá (*Lagerstroemia indica*), entre outros. E o segundo ainda em fase de composição e desenvolvimento de sua arborização viária (plantio de diversas mudas).

Quando questionados se a arborização do passeio faz sombra, faz pouca sombra ou poderia fazer mais sombra (questão 15), novamente a maioria considerou que poderia fazer mais sombra (66%). Do restante, 31% consideraram que faz pouca sombra e apenas 3% que faz sombra.

Na sequência, questionou-se o entrevistado sobre o que é conforto térmico e 63% considerou que conforto térmico é a "sensação de bem estar" (questão 17). Do restante, 31% consideraram a opção "sensação proporcionada pela presença/ausência de vegetação" e 6% a opção "diferença entre circular em passeios com/sem vegetação".

A Figura 52 apresenta os resultados da questão 18, sobre como o usuário estava se sentindo no momento da entrevista. Nota-se que a maioria estava confortável e com pouco calor. Na questão 19, sobre como o ambiente poderia estar, novamente a maioria considerou confortável e com pouco calor. E a questão 20, sobre conforto ambiental, envolvendo não só a questão térmica, mas no geral como o entrevistado estava se sentindo (Figura 54). Nesta, 54 dos entrevistados afirmaram sentirem-se confortáveis no local.

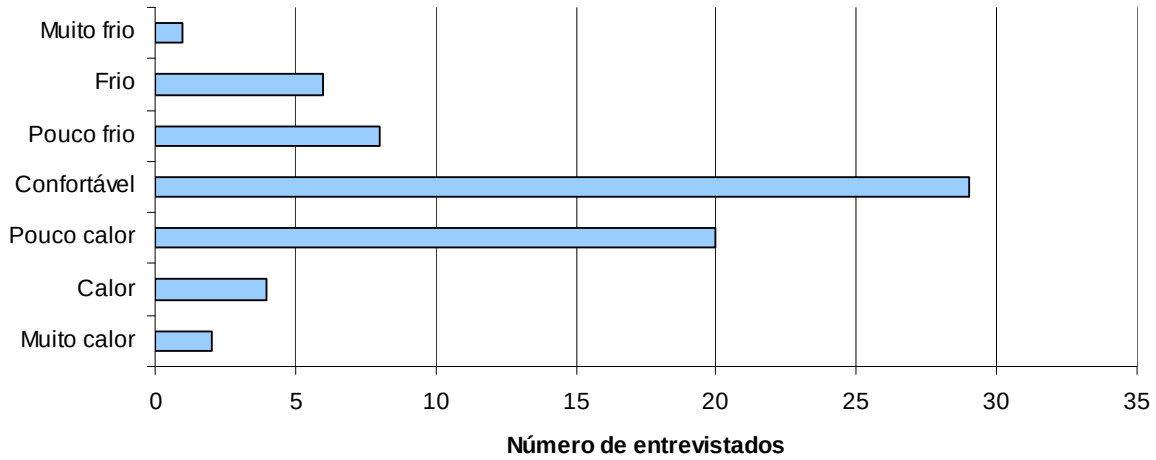


Figura 52 Sensação térmica no momento da entrevista.

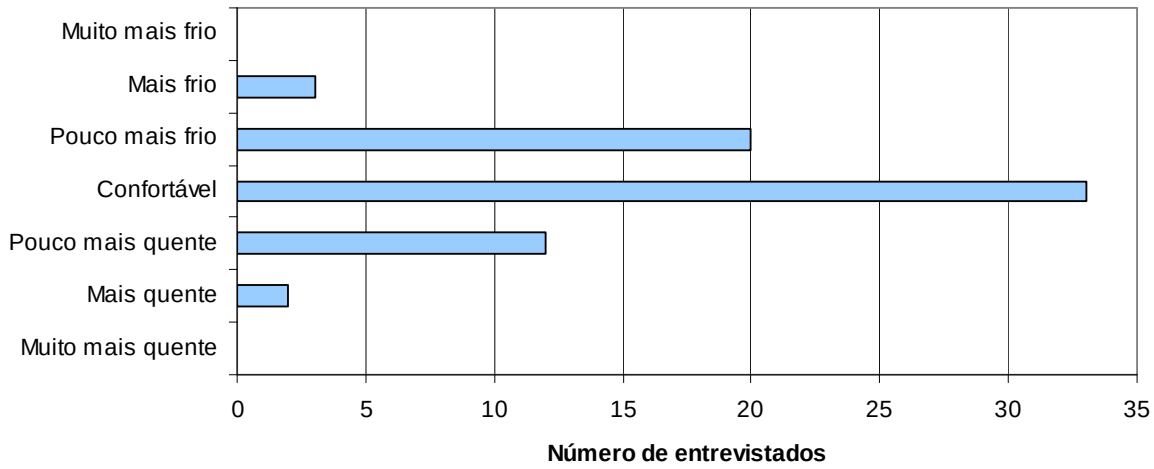


Figura 53 Sensação térmica do ambiente no momento da entrevista.

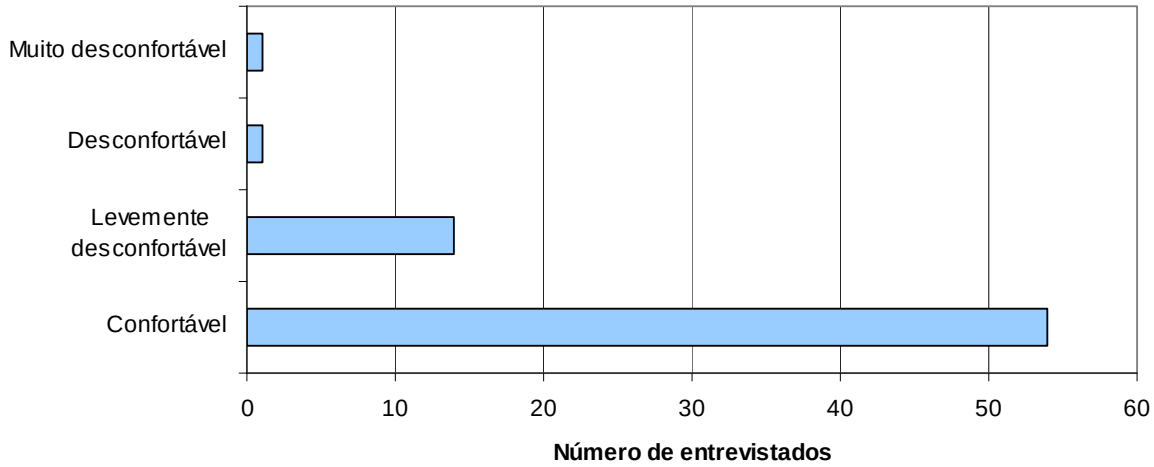


Figura 54 Percepção de conforto no momento da entrevista.

A Figura 55 apresenta as considerações sobre a ventilação no passeio (questão 21). Para a maioria dos entrevistados, a ventilação é razoável (56%) e ventilado (27%). Quanto à iluminação, questão 22, considerada somente para as entrevistas no período das 21 horas (20% - 14 entrevistados), 62% considerou-na adequada, 23% inadequada e 15% preferiram não opinar.

Para finalizar a entrevista, a questão 23 possibilitava sugestões, críticas e comentários dos usuários sobre a arborização local e da cidade. No geral, os principais comentários foram para aumentar o plantio de árvores, melhorar a limpeza pública e a manutenção do calçamento e dos equipamentos urbanos (ponto de ônibus e lixeira).

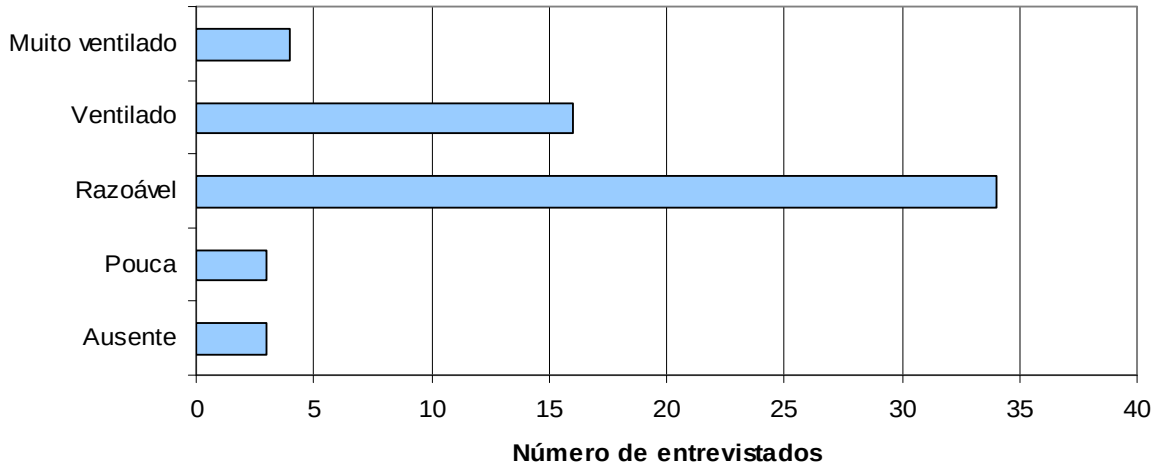


Figura 55 Considerações sobre a ventilação pelos entrevistados.

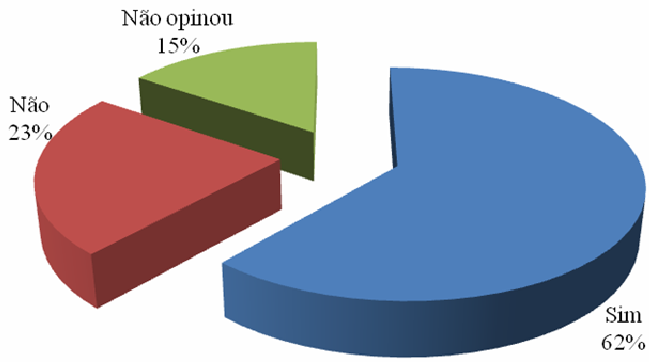


Figura 56 Considerações sobre a iluminação pelos entrevistados.

4.3. Análise Comportamental

Durante a coleta dos dados climáticos também foram realizados mapas comportamentais onde são identificados os locais de permanência, as atividades desenvolvidas e os caminhos de fluxos de pedestres. Este levantamento, simultaneamente com as medições de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, nos mesmos dias e horários, possibilitam a análise das diversas relações de uso e microclima existentes na área de estudo.

Sendo assim, para possibilitar uma visualização geral dos usos e atividades existentes nos diferentes períodos, foi realizada a sobreposição dos mapas de cada horário de medição (9, 15 e 21 horas).

4.3.1. 9 Horas

Os mapas comportamentais das 9 horas para o período de março e agosto de 2009 estão apresentados nas Figuras 57 e 58, respectivamente. Esta é uma forma gráfica de apresentação das atividades e fluxos desenvolvidos em um determinado local, além de ser de fácil entendimento. No geral, observa-se similaridade entre eles e neste horário o principal fluxo de pedestre ocorre na direção Leste↔Oeste (E↔W), em ambas as calçadas.

No trecho 1 (entre a R. Marcolino Lopes Barreto e a R. Rafael de Abreu Sampaio), em sua maioria constituído por residências, tem-se grande movimentação de pedestres de passagem, ou seja, que simplesmente estão passando pelo lugar. A academia, localizada próxima do cruzamento da R. Major José Ignácio e da R. Rafael de Abreu Sampaio age como pólo atrativo, sendo possível observar a entrada e saída contínua de associados durante o período de medição. Além disso, nota-se que estes associados, em sua maioria, chegam até o local através de veículos automotores (carros e motos), de onde deduzimos que não residem nas proximidades. Porém, alguns associados residem nas proximidades, pois chegam ao local a pé e, em alguns casos, na saída da academia, aproveitam para fazer compras de primeira necessidade na padaria, açougue, quitanda ou casa de frios também próximos a este cruzamento (trecho 2).

Observa-se também um aglomerado frequente neste cruzamento, no passeio Norte. Nesta residência, o pavimento térreo é utilizado como depósito para a loja de venda de água mineral (trecho 2). Frequentemente o morador abre o portão e senta-se no limite entre o lote e a calçada. Neste momento, alguns conhecidos da área se aproximam para conversar.

No trecho 2 (entre a R. Rafael de Abreu Sampaio e a R. Antonio Rodrigues Cajado) observa-se dois pólos atrativos. O primeiro caracteriza-se pelo uso local, ou seja, constitui-se de comércio e serviços de primeira necessidade – padaria, casa de frios, quitada, açougue, mercados, etc. Localizado próximo ao cruzamento da R. Major José Ignácio e da R. Rafael de Abreu Sampaio, tem intenso fluxo sentido E↔W, incluindo também movimentação das vias perpendiculares a R. Major José Ignácio (N↔S). O segundo pólo atrativo localiza-se no extremo oposto, ou seja, próximo ao cruzamento da R. Major José Ignácio e da R. Antonio Rodrigues Cajado. Tem-se uma loja de vestuário feminino e uma loja de serviços de xérox e venda de artigos de papelaria. Durante o período de coleta de dados observou-se um intenso

fluxo de usuários na loja de xérox, tanto por usuários locais como por usuários provenientes de outras regiões que acessam o local através de veículos automotores (carros e motos).

Neste trecho também se encontram pontos em que os moradores e trabalhadores locais se reúnem durante o expediente para conversar. Essa atividade foi registrada principalmente na casa de frios, na quitanda, na loja de venda de água mineral e na loja de xérox. Encontram-se também registrados outros aglomerados, porém estes não se caracterizam por atrativos, mas sim como um encontro ocasional de moradores.

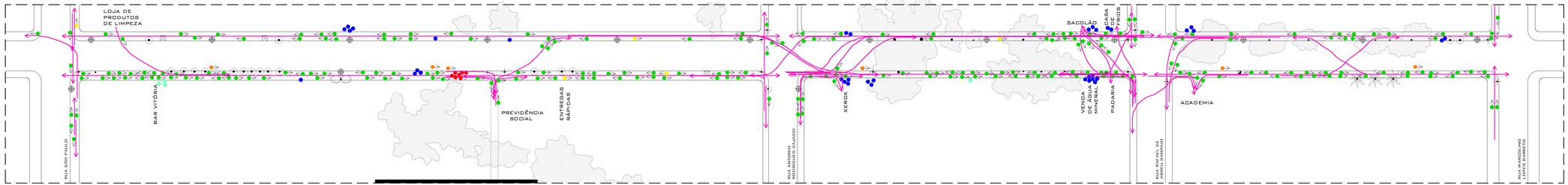
No trecho 3 (entre a R. Antonio Rodrigues Cajado e a R. São Paulo) o principal ponto de atração é a Previdência Social. É intenso o fluxo em direção ao prédio. Observou-se muitas pessoas entrando e saindo do prédio, além de diversos amigos e familiares que ficam aguardando do lado de fora. Além de bem localizado, este edifício conta com o benefício de um ponto de parada de ônibus coletivo na frente, facilitando o acesso dos usuários. Este ponto, principalmente no período da manhã, apresenta grande movimento.

O movimento de automóveis também é muito grande, principalmente em busca de vagas para estacionamento. Durante o fim de semana, sábado e domingo, neste trecho o movimento diminui significativamente, porém nos outros trechos se mantém, em menor quantidade.

Ao longo do percurso nota-se que tanto o passeio Norte como o Sul apresentam intenso fluxo de pedestres, não sendo evidenciada a preferência pelo passeio com maior presença de vegetação.

Além dos transeuntes, observou-se moradores do entorno passeando com o animal de estimação, moradores realizando a limpeza do passeio público e pessoas de passagem circulando de bicicleta pelo local.

No geral, em ambos os períodos, observa-se que o intenso fluxo registrado no local confirma que a presença de pessoas esta associada às condições atrativas e confortáveis locais.



PLANTA - RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
ESCALA 1:500

LEGENDA					
	CANTEIRO VAZIO		CABINE DE TELEFONE PÚBLICO (2 UNID.)		PESSOA SENTADAS OU EM PÉ AO LONGO DA CALÇADA (CONVERSANDO, ESPERANDO, ETC.)
	MUDA DE ESPÉCIE ARBÓREA		PLACAS (SINALIZAÇÃO, NOME DE RUA, ETC)		PESSOA NO PONTO DE ÔNIBUS (SENTADA OU EM PÉ)
	COQUEIRO		POSTE DE ENERGIA ELÉTRICA		PESSOA TRANSITANDO AO LONGO DA CALÇADA
	ÁRVORE		PONTO DE ÔNIBUS SEM COBERTURA		PESSOA TRANSITANDO DE BICICLETA
	LIXEIRA E HIDRANTE		PONTO DE ÔNIBUS COM COBERTURA		PESSOA FAZENDO A LIMPEZA DA CALÇADA
			PESSOAS TRANSITANDO COM CACHORRO		DIREÇÃO E SENTIDO DOS PRINCIPAIS FLUXOS DE USUÁRIOS

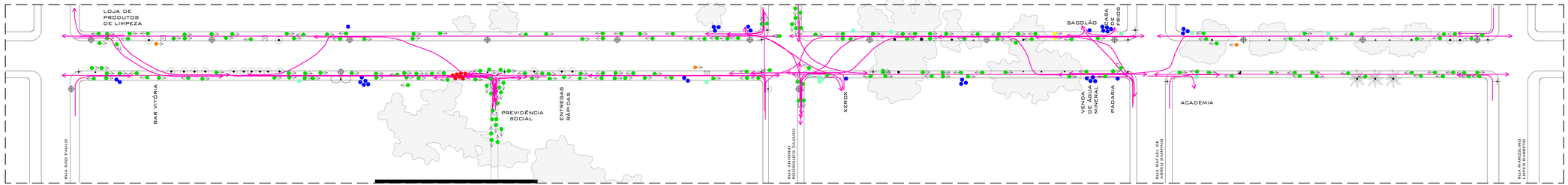
TÍTULO
RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
TRECHO ENTRE R. SÃO PAULO E R. MARCOLINO L. BARRETO

LOCAL
SÃO CARLOS - SP

MAPA COMPORTAMENTAL
9 HORAS - 13 a 18/MARÇO/09

ESCALA
1:500

DATA
MARÇO / 2009



PLANTA - RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
ESCALA 1:500

LEGENDA					
	CANTEIRO VAZIO		CABINE DE TELEFONE PÚBLICO (2 UNID.)		PESSOA SENTADAS OU EM PÉ AO LONGO DA CALÇADA (CONVERSANDO, ESPERANDO, ETC.)
	MUDA DE ESPÉCIE ARBÓREA		PLACAS (SINALIZAÇÃO, NOME DE RUA, ETC)		PESSOA NO PONTO DE ÔNIBUS (SENTADA OU EM PÉ)
	COQUEIRO		POSTE DE ENERGIA ELÉTRICA		PESSOA TRANSITANDO AO LONGO DA CALÇADA
	ÁRVORE		PONTO DE ÔNIBUS SEM COBERTURA		PESSOA TRANSITANDO DE BICICLETA
	LIXEIRA E HIDRANTE		PONTO DE ÔNIBUS COM COBERTURA		PESSOA FAZENDO A LIMPEZA DA CALÇADA
			PESSOAS TRANSITANDO COM CACHORRO		DIREÇÃO E SENTIDO DOS PRINCIPAIS FLUXOS DE USUÁRIOS

TÍTULO
RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
TRECHO ENTRE R. SÃO PAULO E R. MARCOLINO L. BARRETO

LOCAL
SÃO CARLOS - SP

MAPA COMPORTAMENTAL
9 HORAS - 12 A 17/AGOSTO/09

ESCALA
1:500

DATA
MARÇO / 2009

4.3.2. 15 Horas

Os mapas comportamentais das 15 horas para o período de março e agosto de 2009 estão apresentados nas Figuras 59 e 60, respectivamente. No geral, observa-se similaridade entre os mapas dos dois períodos e também com os mapas das 9 horas. A maior diferença apresenta-se no trecho 3, onde observa-se uma diminuição significativa do movimento de pedestres.

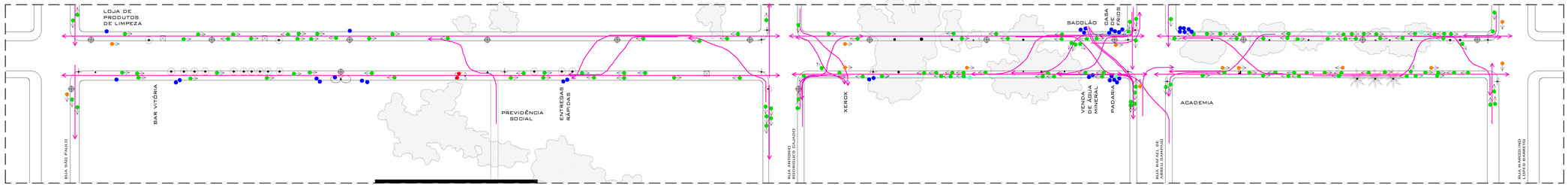
Como no período da manhã, o principal fluxo de pedestre ocorre na direção Leste↔Oeste (E↔W), em ambas as calçadas. Com movimentos também característicos no sentido N↔S, principalmente no cruzamento da R. Major José Ignácio e a R. Rafael de Abreu Sampaio.

No trecho 1 tem-se grande movimentação de pedestres de passagem. Também se mantém as reuniões entre moradores e amigos nas calçadas de suas respectivas casas. É presente a movimentação de moradores realizando a limpeza do passeio assim como o fluxo de pessoas de bicicleta, principalmente no sentido leste (E). A academia intensifica sua atratividade, notando-se maior fluxo de associados.

No trecho 2 observa-se a continuidade das atividades nos pólos atrativos (loja de xérox e comércio de primeira necessidade). Além da frequente reunião entre os moradores e trabalhadores locais, em frente às lojas (casa de frios, quitanda, loja de venda de água mineral, padaria e loja de xérox) e em algumas residências.

No trecho 3, como pode-se observar, a movimentação é significativamente inferior à registrada às 9 horas. O principal motivo é o horário de atendimento ao público do prédio da previdência social, que se encerra às 13 horas. Ou seja, após este horário, a movimentação se restringe à saída de usuário e funcionários. Esta diferença de fluxo é observada inclusive na quantidade de vagas disponíveis para estacionar neste período.

Neste período, ao longo dos caminhos percorridos pelos transeuntes, nota-se maior interesse em circular no passeio sombreado, ou seja, observa-se maior fluxo no passeio norte, inclusive no trecho 3 onde observa-se que os usuários tendem a caminhar o mais próximo possível dos muros, buscando o pouco de sombra que estes geram no meio. A variação de fluxo evidente no trecho 3 ressalta a ação de pólo atrativo exercida pelo prédio da previdência, confirmando a ação atrativa dos serviços urbanos



PLANTA - RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
ESCALA 1:500

LEGENDA					
	CANTEIRO VAZIO		CABINE DE TELEFONE PÚBLICO (2 UNID.)		PESSOA SENTADAS OU EM PÉ AO LONGO DA CALÇADA (CONVERSANDO, ESPERANDO, ETC.)
	MUDA DE ESPÉCIE ARBÓREA		PLAGAS (SINALIZAÇÃO, NOME DE RUA, ETC)		PESSOA NO PONTO DE ÔNIBUS (SENTADA OU EM PÉ)
	COQUEIRO		POSTE DE ENERGIA ELÉTRICA		PESSOA TRANSITANDO AO LONGO DA CALÇADA
	ÁRVORE		PONTO DE ÔNIBUS SEM COBERTURA		PESSOA TRANSITANDO DE BICICLETA
	LIXEIRA E HIDRANTE		PONTO DE ÔNIBUS COM COBERTURA		PESSOA FAZENDO A LIMPEZA DA CALÇADA
			PESSOAS TRANSITANDO COM CACHORRO		DIREÇÃO E SENTIDO DOS PRINCIPAIS FLUXOS DE USUÁRIOS

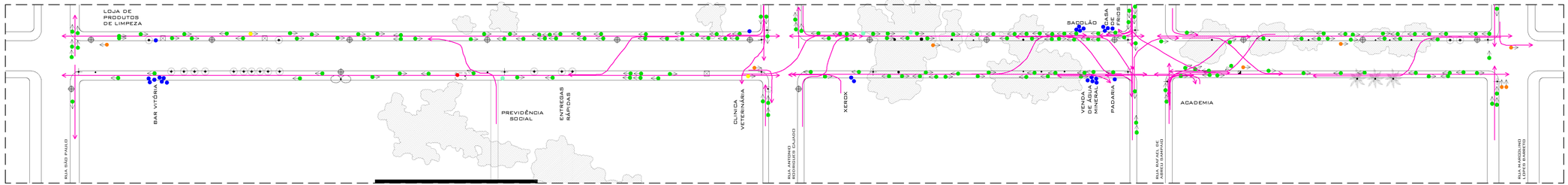
TÍTULO
RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
TRECHO ENTRE R. SÃO PAULO E R. MARCOLINO L. BARRETO

LOCAL
SÃO CARLOS - SP

MAPA COMPORTAMENTAL
15 HORAS - 13 a 18/MARÇO/09

ESCALA
1:500

DATA
MARÇO / 2009



PLANTA - RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
ESCALA 1:500

LEGENDA					
	CANTEIRO VAZIO		CABINE DE TELEFONE PÚBLICO (2 UNID.)		PESSOA SENTADAS OU EM PÉ AO LONGO DA CALÇADA (CONVERSANDO, ESPERANDO, ETC.)
	MUDA DE ESPÉCIE ARBÓREA		PLACAS (SINALIZAÇÃO, NOME DE RUA, ETC)		PESSOA NO PONTO DE ÔNIBUS (SENTADA OU EM PÉ)
	COQUEIRO		POSTE DE ENERGIA ELÉTRICA		PESSOA TRANSITANDO AO LONGO DA CALÇADA
	ÁRVORE		PONTO DE ÔNIBUS SEM COBERTURA		PESSOA TRANSITANDO DE BICICLETA
	LIXEIRA E HIDRANTE		PONTO DE ÔNIBUS COM COBERTURA		PESSOA FAZENDO A LIMPEZA DA CALÇADA
			PESSOAS TRANSITANDO COM CACHORRO		DIREÇÃO E SENTIDO DOS PRINCIPAIS FLUXOS DE USUÁRIOS

TRECHO
RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
TRECHO ENTRE R. SÃO PAULO E R. MARCOLINO L. BARRETO

LOCAL
SÃO CARLOS - SP

MAPA COMPORTAMENTAL
15 HORAS - 12 a 17/AGOSTO/09

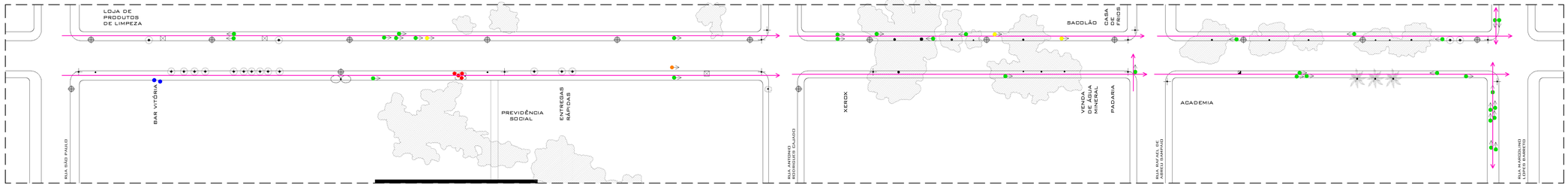
ESCALA
1:500

DATA
MARÇO / 2009

4.3.3. 21 Horas

Diferente das atividades registradas às 9 e 15 horas, a intensidade e uso do local às 21 horas se transforma significativamente. As Figuras 61 e 62 apresentam graficamente as atividades e fluxos desenvolvidos na área de estudo nos períodos de março e agosto de 2009, respectivamente.

Em primeiro lugar, o fluxo de pedestres diminui significativamente, apesar de manter-se principalmente na direção E↔W. Em segundo, os pólos atrativos locais descritos até então se fecham (prédio da previdência social, padaria, casa de frios, etc.). Abre-se uma nova possibilidade no local, uma delas, no trecho 3 da área de estudo, é o Bar Vitória que por volta das 17 horas começa a funcionar. Observa-se neste momento a apropriação do espaço público da calçada pelos usuários do bar. São dispostas diversas mesas ao longo da calçada, na frente dos imóveis de divisa, onde os frequentadores se acomodam, ligam o som de seus carros, conversam, consomem produtos, etc. Além deste atrativo, a academia continua a funcionar até às 22 horas, mantendo um fluxo significativo de associados. Nota-se também, neste horário, maior frequência de pessoas com seus animais de estimação circulando pela área.



PLANTA - RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
ESCALA 1:500

LEGENDA					
	CANTEIRO VAZIO		CABINE DE TELEFONE PÚBLICO (2 UNID.)		PESSOA SENTADAS OU EM PÉ AO LONGO DA CALÇADA (CONVERSANDO, ESPERANDO, ETC.)
	MUDA DE ESPÉCIE ARBÓREA		PLACAS (SINALIZAÇÃO, NOME DE RUA, ETC)		PESSOA NO PONTO DE ÔNIBUS (SENTADA OU EM PÉ)
	COQUEIRO		POSTE DE ENERGIA ELÉTRICA		PESSOA TRANSITANDO AO LONGO DA CALÇADA
	ÁRVORE		PONTO DE ÔNIBUS SEM COBERTURA		PESSOA TRANSITANDO DE BICICLETA
	LIXEIRA E HIDRANTE		PONTO DE ÔNIBUS COM COBERTURA		PESSOA FAZENDO A LIMPEZA DA CALÇADA
			PESSOAS TRANSITANDO COM CACHORRO		DIREÇÃO E SENTIDO DOS PRINCIPAIS FLUXOS DE USUÁRIOS

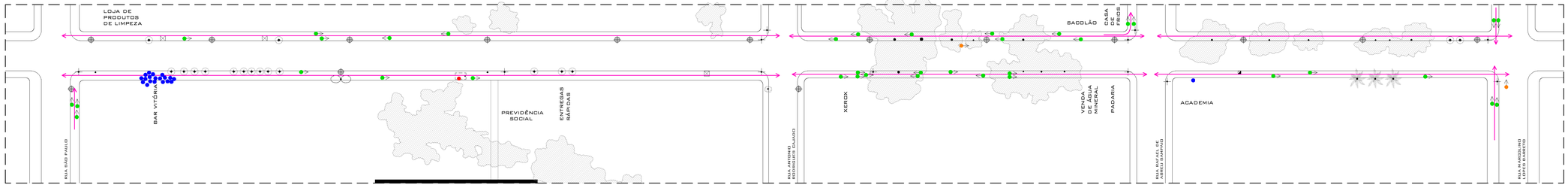
TÍTULO
RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
TRECHO ENTRE R. SÃO PAULO E R. MARCOLINO L. BARRETO

LOCAL
SÃO CARLOS - SP

MAPA COMPORTAMENTAL
21 HORAS - 13 A 18/MARÇO/09

ESCALA
1:500

DATA
MARÇO / 2009



PLANTA - RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
ESCALA 1:500

LEGENDA					
	CANTEIRO VAZIO		CABINE DE TELEFONE PÚBLICO (2 UNID.)		PESSOA SENTADAS OU EM PÉ AO LONGO DA CALÇADA (CONVERSANDO, ESPERANDO, ETC.)
	MUDA DE ESPÉCIE ARBÓREA		PLACAS (SINALIZAÇÃO, NOME DE RUA, ETC)		PESSOA NO PONTO DE ÔNIBUS (SENTADA OU EM PÉ)
	COQUEIRO		POSTE DE ENERGIA ELÉTRICA		PESSOA TRANSITANDO AO LONGO DA CALÇADA
	ÁRVORE		PONTO DE ÔNIBUS SEM COBERTURA		PESSOA TRANSITANDO DE BICICLETA
	LIXEIRA E HIDRANTE		PONTO DE ÔNIBUS COM COBERTURA		PESSOA FAZENDO A LIMPEZA DA CALÇADA
			PESSOAS TRANSITANDO COM CACHORRO		DIREÇÃO E SENTIDO DOS PRINCIPAIS FLUXOS DE USUÁRIOS

TRECHO
RUA MAJOR JOSÉ IGNÁCIO
TRECHO ENTRE R. SÃO PAULO E R. MARCOLINO L. BARRETO

LOCAL
SÃO CARLOS - SP

MAPA COMPORTAMENTAL
21 HORAS - 12 a 17/AGOSTO/09

ESCALA
1:500

DATA
MARÇO / 2009

5. CONCLUSÃO

A pesquisa realizada em um trecho da Rua Major José Ignácio, na cidade de São Carlos/SP, através da caracterização microclimática, inventário arbóreo da região e aplicação de questionários junto aos usuários buscou entender a influência da arborização urbana no microclima na escala do pedestre. O estudo demonstrou uma diferenciação do comportamento microclimático da área de estudo, ao longo do percurso (P01 a P12). Às 9 horas, em ambos os períodos de medição (março e agosto), nos trechos 1 (P01 a P04) e 2 (P05 a P08) da área, mais arborizados, observou-se temperaturas mais amenas, enquanto no trecho 3 (P09 a P12), com arborização em estágio inicial em alguns pontos, registrou-se as maiores temperaturas do percurso. Às 15 horas, devido influências diretas do sol em pontos ao longo do percurso, registrou-se as maiores temperaturas no início e fim do percurso, com as temperaturas mais amenas no trecho 2. E às 21 horas uma inversão total, ou seja, registrou-se as menores temperaturas no final do percurso.

Sendo assim, em ambos os períodos e nos horários das 9 e 15 horas, as diferenças registradas nos valores de temperatura e umidade relativa do ar reforçam a influência da vegetação no comportamento térmico dos pontos de medição P02 a P07. Vale ressaltar também a influência do sombreamento de algumas edificações ao longo do percurso e em alguns pontos, amenizando também a temperatura do ar (pontos P04 e P05, por exemplo).

Com relação à umidade relativa do ar, nota-se o comportamento inversamente proporcional ao da temperatura do ar. Ou seja, nas medições das 15 horas, em ambos os períodos, foram registrados os menores valores de umidade relativa do ar.

Constatou-se também que os valores obtidos de temperatura do ar na área de estudo foram na maioria das vezes superiores aos registrados na estação meteorológica de referência, comprovando a influência da ação antrópica no clima local. O inverso foi observado para os valores de umidade relativa do ar.

Quanto à variável velocidade dos ventos, observou-se pouca intensidade, estando na maior parte do período de medição na faixa de 2m/s. Já a direção sofre influência direta da configuração urbana, predominando a direção do cânion em estudo, neste caso, a direção E↔W.

A cobertura vegetal, identificada através da revisão bibliográfica, levantamento *in loco* e imagem aérea, apresentou-se bastante fragmentada. Constituída principalmente por árvores isoladas (que em alguns momentos tem o entrelaçamento de copas, tanto com indivíduos da mesma calçada, como da calçada oposta) e baixa diversidade. No caso de praga ou doença a vegetação da área de estudo seria bastante danificada devido o predomínio de uma espécie. Em resumo, identificou-se a necessidade de maior cuidado com a arborização viária, tanto pelos proprietários dos imóveis como do poder público.

A aplicação de questionários permitiu um contato direto com os usuários. Observando-se a valorização do indivíduo arbóreo no momento da entrevista, pois esta teve melhor aceitação na sombra. Constatou-se também que a sensação de conforto ambiental do usuário esta diretamente ligada ao conforto térmico. Ou seja, dos 70 entrevistados, 41%, no momento da entrevista, consideraram-se termicamente confortáveis e 47% consideraram-se no geral confortáveis. Quanto ao ambiente, 47% dos entrevistados o consideraram confortável.

A preferência dos transeuntes pelo passeio sombreado foi pouco observada. Nota-se que para os moradores locais, a opção por permanecer em um local por determinado motivo tem a vegetação como determinante. Porém para o transeunte o objetivo principal é a circulação, e nem sempre ficou evidente a preferência pelo passeio mais arborizado (passeio norte).

Apesar de alguns aspectos comprometerem a qualidade do local, refletindo diretamente no grau de satisfação dos usuários, constatou-se que o uso e intensidade de movimentação registrados está condicionado a atratividade local. Ou seja, a área de estudo apresenta pólos atrativos locais (comércio de primeira necessidade, academia, etc.) e da cidade (Previdência Social) que atuam durante determinados horários como gerador de atividade. Como exemplo a variação existente entre às 9 e 15 horas no trecho 3, no prédio da Previdência Social. É evidente que durante o atendimento ao público, até às 13 horas, o fluxo é maior do que o registrado às 15 horas. Tanto referente aos pedestres como a circulação de veículos. Já o trecho 2, que apresenta pólos atrativos durante o período comercial, nota-se fluxos semelhantes às 9 e 15 horas. Às 21 horas, em ambos os períodos, a área apresenta-se diferente, novos pólos ganham espaço, como o Bar Vitória no trecho 3. Nos outros trechos, como apresentado anteriormente, devido principalmente ao predomínio de residências, a circulação é ínfima se comparada aos outros horários.

Portanto, os resultados da presente pesquisa ratificam a importância da arborização viária e sua influência no microclima na escala pedestre, salientando ainda os aspectos positivos das árvores urbanas em termos urbanísticos e ambientais. E a metodologia empregada foi considerada eficaz aos objetivos da pesquisa propostos. Os parâmetros elegidos para caracterizar o microclima e a arborização dos passeios foram suficientes e adequados, podendo ser aplicado em outros estudos em localidades similares.

5.1. Recomendações para trabalhos futuros

Durante o desenvolvimento deste trabalho, verificou-se que algumas variáveis que poderiam ter peso significativo na caracterização e análise do microclima urbano (como o fator de visão do céu, a morfologia urbana e topografia) não foram incluídas neste estudo. Sugere-se que em novos estudos elas sejam consideradas.

O mesmo detectou-se na caracterização e análise dos usuários, através dos questionários aplicados. A ausência de informação sobre a necessidade ou não de circulação no trecho em estudo, não possibilitou analisar se a presença ou não de vegetação na calçada é ou não motivo de escolha pelo usuário durante o seu trajeto.

Sugere-se também que o método de medidas móveis seja objeto de uma pesquisa, com foco na elaboração de um equipamento direcionado especificamente para medições de percursos urbanos de diferentes escalas, ou seja, tanto para percursos percorridos a pé, como nesta pesquisa, como percorridos por veículos. Este equipamento poderá ser potencialmente utilizado para estudos de pequenas, médias e grandes áreas urbanas.

Nota-se a necessidade de expandir o universo da pesquisa de modo que se tenha amostras mais significativas da cidade. Neste sentido, sugere-se também a análise da cidade através de imagens aéreas em diversas escalas (imagens de satélite).

Por fim, espera-se que a presente pesquisa possa contribuir para um desenvolvimento urbano mais integrado com as questões climáticas, contribuindo para um ambiente urbano com melhor qualidade de vida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Avaliação do raio de influência da vegetação no microclima proporcionado por diferentes espécies arbóreas. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, IX; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, V, 2007. Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: ANTAC, 2007.

ANDRADE, R. A arborização da paisagem urbana no Brasil: processos e práticas da arborização. In.: TERRA, C. et al. **Arborização: ensaios historiográficos.** Rio de Janeiro: EBA, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. p.76-129.

ASAWA, T.; HOYANO, A.; NAKAOHKUBO, K. Thermal design tool for outdoor spaces base don heat balance simulation using a 3D-CAD system. **Building and Environment,** v.43, p.2112-2123, 2008.

ASSIS, E. S. **Impactos da forma urbana na mudança climática: método para previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2000.

BERTACCHI, M. L.; FARIA, J. R. G. de. Ilhas de Calor na cidade de Bauru (SP): As diferenças de temperatura e a configuração do solo local. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, IIV; Conferência Latino-Americana sobre Conforto e Desempenho Energético, III, 2003. Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANTAC, 2003.

BORGES, J. Q. **O impacto da ocupação de fundos de vale em áreas urbanas. Caso: Córrego do Gregório – São Carlos (SP)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2006.

BORGES LEÃO, E. F. T. **Carta Bioclimática de Cuibá – Mato Grosso.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT, 2007.

BORTOLETO, S. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro – SP**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2004.

BOTREL, R. T.; RODRIGUES, J. A.; GOMES, L. J.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L. Uso da vegetação nativa pela população local no município de Ingaí, MG, Brasil. **Acta bot. bras.** v.20(1), p.143-156, 2006. (www.scielo.br/pdf/abb/v20n1/14.pdf).

BOUSSOUALIM, A.; LEGENDRE, A. A Influence of microclimate characteristies on the use of outdoor public spaces: a study in the city of Blagnac. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, V; Encontro Latino americano de Conforto no Ambiente Construído, II, 1999. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2001.

BRUSANTIN, G. N.; FONTES, M. S. G. de C. Conforto térmico em espaços públicos de permanência: uma experiência na cidade de Bauru-SP. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

BUENO, C. L. **Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas.** Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 1998.

BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; LABAKI, L. C.; VIANNA, P. Z. Comportamento de diferentes espécies arbóreas quanto à atenuação da radiação solar. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, VI; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, III, 2001. São Pedro. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001.

BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2003.

BUENO SOUSA, M. A. de L. Maximização das funções ecológicas, ambientais e estéticas das árvores no planejamento da arborização urbana. In.: **Workshop sobre Arborização Urbana Vale do Ribeira**, 1, 2009. Registro: UNESP, 2009.

CAMPOS FILHO, C. M. **Cidades Brasileiras: Seu controle ou o caos. O que os cidadãos devem fazer para a humanização das cidades no Brasil**. São Paulo: Nobel, 1989.

CASTRO, L. L. F. L. **Parâmetros de conforto térmico em áreas verdes inseridas no meio urbano, Campinas/SP**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 1999.

CHACEL, F. M. **Paisagismo e Ecogênese**. Rio de Janeiro: Frainha, 2001.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: Conforto Ambiental**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

CORREA, E.; RUIZ, M. A.; CANTÓN, M. A. Confort térmico em ciudades de zonas áridas. Estúdio de canales viales de baja densidad edilícia forestados com espécies de segunda magnitud. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

COSTA FILHO, A. C.; ARAÚJO, V. M. D. de; COSTA, A. D. L.; FIGUEIREDO, A. M. M.; FURTADO, V. S. Análise do comportamento da temperatura do ar nos espaços urbanos abertos do centro de Fortaleza – Ceará. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

DACANAL, C.; RIBEIRO, B.; RANCURA, R. L.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços livres públicos: Estudo de caso em Campinas, SP. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

FALCÓN, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión**. Barcelona: Editora Pili, 2007.

FAZANO, C. B. **Proposta de zoneamento ambiental. Estudo de caso – Bairro Cidade Aracy, São Carlos-SP**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2001.

FREITAS, R. O que é conforto. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, VIII; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, IV, 2005. Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005.

FORMAN, R. T. T.; GORDRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons. 1986.

GASPAR. W. J. **Análise do processo erosivo do loteamento social Antenor Garcia: Proposta para expansão do bairro**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 1999.

GIACOMELI, D. C.; FONTES, M. S. G. C. **A qualidade dos principais espaços públicos externos da cidade de Bauru-SP: O caso da Praça Luiz Zuiani**. Relatório Final (Iniciação Científica). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Bauru, SP, 2005.

GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M.; SOUZA, L. C. De; SALES, A. Influência do microclima no uso e ocupação dos espaços públicos urbanos. Estudo de caso: Praça Cel. Paulino Carlos, São Carlos/SP. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

GOMES, P. S.; LAMBERTS, R. Influência dos parâmetros: densidade construída e geometria urbana no comportamento térmico de áreas urbanas, o caso de Montes Claros – MG. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

GONÇALVES, C. E. C. **Ruas confortáveis, ruas com vida. Proposição de diretrizes de desenho urbano bioclimático para vias públicas. Av. Juscelino Kubtitscheck, Palmas – TO**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2009.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York: John Wiley, 1978.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSICA. **Estimativa da população de São Carlos, 2007**. In.: www.ibge.gov.br. Acesso em 07/07/2008.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Sl: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

LEITE, R. C. V.; FROTA, A. B. O impacto da alteração em padrões de ocupação do solo sobre a ventilação natural em cidade de clima tropical úmido – o caso de Fortaleza. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

LIMA, S. N. D. P.; MORAES, E. M. L.; ATAÍDE, L. B. Portfólio do ruído urbano através da percepção subjetiva da população. In.: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, IV, 2010. Algarve – Portugal. **Anais...** Algarve: PLURIS, 2010.

LOIS, E.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, VI; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, III, 2001. São Pedro. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001.

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

LYNCH, K. **A Imagem da Cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MACEDO, S. S. **Quadro do Paisagismo no Brasil**. São Paulo, 1999.

MACEDO, S. S.; SAKATA, F. G. **Parques Urbanos no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2002.

MASCARÓ, L. R. de. **Ambiência Urbana**. 2ª edição. Porto Alegre: +4Editora, 2004.

MASCARÓ, L. R. de.; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana**. 2ª edição. Porto Alegre: L e J Macaró, 2005.

MENDONÇA, J. G. de. Planejamento e medição da qualidade de vida urbana. **Cadernos Metrópole**, n.15, p.13-24, 1° semestre 2006. (www.revistas.pucsp.br/index.php/metropole).

MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário de arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos, SP**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2003.

MESQUITA, L. B. Memórias dos verdes urbanos no Recife. In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: PMV/SMMA, 1992.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000.

MILLER, R. W. **Urban forestry: planning and managing urban greenspaces**. 2ª edição. New Jersey: Prentice Hall, 1997

MINELLA, F. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Influência do fator de visão do céu no conforto térmico em duas situações urbanas distintas. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. In.: **Clima Urbano**. MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. (Organizadores). DANNI-OLIVEIRA, I. M.; BRANDÃO, A. M. P. M.; GONÇALVES, N. M. S. (Colaboradores). São Paulo: Contexto, 2003.

NICHOL, J.; WONG, M. S. Modeling urban environmental quality in a tropical city. **Landscape and Urban Planning**, n.73, p.49–58, 2005.

NIEMEYER, M. L. A. Conforto acústico em ruas do bairro de São Cristóvão, Rio de Janeiro/Brasil. In.: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, IV, 2010. Algarve – Portugal. **Anais...** Algarve: PLURIS, 2010.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**, vol.1, p.237-254, 1981.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 1996.

OLIVEIRA, E. Z. **Percepção Ambiental X Arborização Urbana**. In.: www.repams.org.br – REPAMS - Associação de RPPNs do Mato Grosso do Sul. 2005.

ORNSTEIN, S. W.; ROMERO, M. (Colaborador). **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. São Paulo: Edusp/ Studio Nobel, 1992.

PAIVA, G. A. **Levantamento florístico quail-quantitativo da Praça do Relógio da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira" – USP/São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 2006.

PENWARDEN, A. D.; WISE, A. F. E. Wind environment around buildings. **British Research Establishment Report**. London: HMSO, 1975.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP.** Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2007.

RACHID, C. **Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos – SP**. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, 1999.

ROBBA, F.; MACEDO, S. S. **Praças Brasileiras**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2002.

ROBINETTE, G. O. **Plants/People/and Environmental Quality**. USDI-Natl. Park Serv, 1972.

ROMERO, M. A. B. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

ROMERO, M. A. B. Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

SALES, A.; LIMA, S. A.; ALMEIDA, F. C. R.; MORETTI, J. P. Considerações ambientais e proposta de aproveitamento da cinza do bagaço da cana-de-açúcar para uso na infra-estrutura urbana. In.: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, IV, 2010. Algarve – Portugal. **Anais...** Algarve: PLURIS, 2010.

SALOMÃO, R. P.; MATOS, A. H.; ROSA, N. A.; BEZERRA, A. V. Seleção de espécies arbóreas ornamentais para arborização urbana adequada a rede elétrica, Estado do Pará. In.: Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica, II, 2003. **Anais...** 2003.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação**. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2001.

SEADE – SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Perfil Municipal de São Carlos, 2008.** In.: www.seade.gov.br. Acesso em 07/07/2008.

SMHDU - SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO. **Conferência da Cidade** – São Carlos/SP. São Carlos, Prefeitura Municipal de São Carlos, 2002.

SERVILHA, E. R. **As áreas de preservação permanente dos cursos d'água urbanos para a ordem pública. Município de Campinas/SP**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2003.

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

SILVA, L. T.; OLIVEIRA, M. A influência da forma urbana na propagação do ruído urbano. In.: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, IV, 2010. Algarve – Portugal. **Anais...** Algarve: PLURIS, 2010.

SILVA, C. F. e; ROMERO, M. A. B. O desempenho ambiental de vias arborizadas na cidade de Teresina por meio de dados sensoriais, microclimáticos e simulações computacionais com o auxílio do Envi-Met. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

SILVA FILHO, D. F. **Cadastramento informatizado, sistematização e análise da arborização das vias públicas da área urbana do município de Jaboticabal, SP**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo. Jaboticabal, SP, 2002.

SIMÕES, F. M.; VILLANOVA, L. H. B. A influência do desenho urbano na qualidade acústica das cidades – Recuos urbanos. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

SOUZA, L. C. L. **Influência da geometria urbana na temperatura do ar ao nível do pedestre**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 1996.

SOUZA, L. C. L. de; TENTE, C. M.; GIUNTA, M. B.; NAKATA, C. M. Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre em uma fração urbana de Bauru-SP. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, X; Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, VI, 2009. Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009.

SOUZA, L. C. L. de; TENTE, C. M.; GIUNTA, M. B.; NAKATA, C. M. Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.10, n.4, p.155-167, out./dez., 2010.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito – a natureza no desenho da cidade**. São Paulo: EDUSP, 1995.

SUCOMINE, N. M. **Caracterização e análise do patrimônio arbóreo da malha viária urbana central do município de São Carlos – SP**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2009.

TERRA, C. Influências externas para a arborização no Brasil. In.: TERRA, C. et al. **Arborização: ensaios historiográficos.** Rio de Janeiro: EBA, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. p.26-71.

TOLENTINO, M. **Estudo crítico sobre o clima da região de São Carlos**. São Carlos: EdUFSCar; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

TORRES, S. C.; LISBÔA, T. A.; BARBIRATO, G. M. Microclimas em ruas e praças em Maceió – AL. In.: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, VII; Conferência Latino-Americana sobre Conforto e Desempenho Energético, III, 2003. Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANTAC, 2003.

TRINDADE, J. A. da. O Século XX e a Consolidação do Elemento Arbóreo no Desenho Urbano das Cidades Brasileiras. In.: TERRA, C. et al. **Arborização: ensaios historiográficos.** Rio de Janeiro: EBA, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. p.130-161.

VOLPE-FILIK, A.; SILVA, L. F.; LIMA, A. M. L. Avaliação da arborização de ruas do Bairro São Dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.2, n.1, p.34-43, 2007.

YOUNG, A. F.; **Aplicação de índices relativos de vegetação e temperatura para estudo das mudanças do uso e ocupação do solo: Estudo de caso de Curitiba (PR), 1986 a 2002**. Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2005.

7. ANEXOS

7.1. Questionário

Ficha de Campo
Local:_____Data:____/____/____ Horário:_____
01. A entrevista foi realizada na: ( ) sombra ( ) meia sombra ( ) pleno Sol

Perfil do Entrevistado
02. Sexo: ( ) F( )M 03. Idade:_____anos 04. Grau de escolaridade: _____
05. Bairro de residência_____
06. Meio de Locomoção: ( ) a pé ( )moto/carro ( ) ônibus ( ) outros _____
07. O entrevistado exercia atividade física (caminhando, correndo, etc.): ( ) sim ( ) não
08. Descreva a vestimenta do entrevistado (roupas e acessórios - chapéu e sombrinha)_____
_____

Opinião do Entrevistado
09. Você gosta de ruas arborizadas? ( ) Sim ( ) Não
Por quê?_____
10. Você considera necessária a arborização? ( ) sim ( ) não
11. Você tem árvore/vegetação no passeio público ou quintal da sua residência?
( ) sim ( ) não _____
12. Qual a altura de árvores que você prefere?
( ) abaixo da fiação ( ) entre a fiação ( ) acima da fiação
Por quê?_____
13. Qual o espaçamento entre árvores que você prefere?
( ) copas entrelaçadas ( ) copas separadas
14. O que você acha da arborização neste passeio? ( ) bem arborizado ( ) mal arborizado
15. Sobre as árvores desse passeio, você considera que:
( ) fazem sombra ( ) fazem pouca sombra ( ) poderiam fazer mais sombra
16. Você está satisfeito com a arborização/vegetação deste passeio? ( ) sim ( ) não
Se não, como gostaria que fosse: _____
_____
17. Para você, conforto térmico é: ( ) sensação de bem estar ( ) sensação proporcionada pela presença/ausência de vegetação ( ) Diferença entre circular em passeios com/sem vegetação
18. No momento, você está se sentindo com: ( ) muito calor ( ) calor ( ) pouco calor
( ) nem calor nem frio/confortável ( ) pouco frio ( ) com frio ( ) muito frio
19. Neste momento, este passeio poderia estar:
( ) muito mais quente ( ) mais quente ( ) pouco mais quente ( ) nem mais quente nem mais frio/confortável ( ) pouco mais frio ( ) mais frio ( )muito mais frio
20. Em geral, como você está se sentindo agora?
( ) confortável ( ) levemente desconfortável ( ) desconfortável ( ) muito desconfortável
21. A ventilação neste passeio é:
( ) ausente ( ) pouca ( ) razoável ( ) ventilado ( ) muito ventilado
22. A iluminação neste passeio é adequada? ( ) sim ( ) não
23. Sugestões e comentários sobre arborização local e na cidade:_____
_____
_____