

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

DIANA CARLA RODRIGUES LIMA

**MONITORAMENTO E DESEMPENHO DA VEGETAÇÃO NO
CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS LIVRES URBANOS: O CASO
DAS PRAÇAS DE MARINGÁ/PR**

MARINGÁ

2009

DIANA CARLA RODRIGUES LIMA

**MONITORAMENTO E DESEMPENHO DA VEGETAÇÃO NO
CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS LIVRES URBANOS: O CASO
DAS PRAÇAS DE MARINGÁ/PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fernando Soares.

MARINGÁ

2009

DIANA CARLA RODRIGUES LIMA

**MONITORAMENTO E DESEMPENHO DA VEGETAÇÃO NO
CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS LIVRES URBANOS: O CASO
DAS PRAÇAS DE MARINGÁ/PR**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana no programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá.

Prof. Dr. Evaristo Atêncio Paredes, Coordenador do Programa.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Fernando Soares (Orientador) - UEM

Prof^a. Dr^a. Paula Silva Sardeiro Vanderlei – UEM

Prof^a. Dr^a. Carolina Lotufo Bueno-Bartholomei – UNESP

“De fato, a época mais excitante, satisfatória e estimulante para se estar vivo é justamente aquela em que se passa da ignorância ao conhecimento [...]; a época em que se começa na imaginação e se termina no entendimento.”

Carl Sagan

Dedico este trabalho aos meus pais, Alberto e Regina, minha fonte de amor e sabedoria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que sempre esteve presente em minha caminhada.

De forma especial, agradeço aos meus pais, Alberto e Regina, e meus irmãos, Alberto Vinícius e Pollyanna, pelo amor que nos une e ajuda a superar os obstáculos.

A minha família que sempre me apoiou, estimulou e me deu forças para buscar meus ideais. Aos meus pais, a minha eterna gratidão.

Ao Thiago pelo carinho e incentivo, e por estar ao meu lado na realização deste trabalho.

A Universidade Estadual de Maringá.

Ao Professor Paulo Fernando Soares, pela orientação, dedicação e sabedoria dedicadas a mim durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá.

A todos os colegas do mestrado e funcionários que estiveram presentes durante a elaboração deste trabalho.

A amiga Layane pelo companheirismo e pela amizade construída durante este período.

Ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá pela contribuição com dados para a pesquisa, em especial a Professora Sonia Maria Soares Stivar e a Lurdinha, pela disponibilidade em ajudar.

Ao Corpo de Bombeiros de Maringá, em especial, ao Cabo José Luiz e ao Soldado Inácio, pela ajuda prestada na coleta de dados de velocidade do vento.

A professora Carolina Lotufo Bueno-Bartholomei e a professora Paula Silva Sardeiro Vanderlei, membros da Banca Examinadora, pelas contribuições fornecidas.

A todas minhas amigas pelo apoio e amizade.

Agradeço ainda, a todas as pessoas presentes, direta e indiretamente, na elaboração deste trabalho.

RESUMO

A vegetação exerce diversos efeitos no microclima urbano. Sua utilização é, hoje, uma das estratégias recomendadas pelo projeto ambiental, com o intuito de reduzir o consumo de energia, minimizar os efeitos do clima urbano e proporcionar conforto térmico ao homem. Por isso, ela é componente de grande importância ao espaço urbano e tem despertado a atenção não só de pesquisadores, mas de toda a população, uma vez que sua presença minimiza os impactos causados pelo crescimento desordenado da cidade. O presente trabalho tem como objetivo monitorar e estudar o desempenho da vegetação presente nos espaços livres urbanos no conforto térmico. Como estudo de caso, foram escolhidas duas praças da cidade de Maringá-PR. Essas praças localizam-se no centro da cidade e possuem grande dinamismo. As características de ambas são diversas em relação à densidade da vegetação e tipologias de pavimentação, porém, as duas se encontram em áreas densamente edificadas e assumem condições topográficas semelhantes. A metodologia baseia-se na medição de variáveis climáticas em cada praça e na aplicação de questionários para avaliação do conforto térmico dos usuários. A coleta de dados foi realizada durante dois dias consecutivos em situações de outono, inverno, primavera e verão, em dias de céu claro. Este trabalho justifica-se pela atual falta de atenção dispensada às praças e pelo fato de que estas, como locais públicos de lazer mais acessíveis à população, devem proporcionar condições de bem-estar para quem as frequenta. Estas condições se expressam através da presença de vegetação que é uma importante condicionante do conforto térmico. Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstram que a formação de ambientes térmicos urbanos mais agradáveis está diretamente associada à presença da vegetação.

Palavras-chave: Conforto térmico, Espaços Livres, Vegetação Urbana, Praças

ABSTRACT

The vegetation exerts several effects in the urban microclimate. Today its use is one of the strategies recommended for the ambient project with intention to reduce the energy consumption, to minimize the effect of the urban climate and to provide thermal comfort to the man. Therefore it is component of great importance to the urban space and has awakened the attention not only of researchers, but also of all the population, a time that its presence minimizes the impacts caused for the disordered growth of the city. The present work has as objective to study the influence of the present vegetation in the urban open spaces in the thermal comfort. As case study, two squares of the city of Maringá-PR had been chosen. These squares be situated in the center of the city and they have great dynamism. The characteristics of both are diverse in relation to the density of the vegetation and types of pavement; however, both are found in densely built-up areas and assume similar topographical conditions. The methodology is based on the climatic variable measurement in each square and the application of questionnaires for thermal comfort evaluation of the users. The collection of data was carried through during two consecutive days in situations of autumn, winter, spring and summer, in days of clearly sky. This work is justified for the current lack of attention excused to the squares and for the fact of that these, as public space of leisure more accessible to the population, must provide conditions of well-being for who frequent them. These conditions are expressed through the presence of vegetation that is an important condition to the thermal comfort. The results of this research demonstrate that a more pleasant urban thermal environment formation is directly associated with the presence of the vegetation.

Key-words: Thermal comfort, Open Spaces, Urban Vegetation, Squares.

SUMÁRIO

| | |
|---|------------------|
| AGRADECIMENTOS | V |
| RESUMO | VII |
| ABSTRACT | VIII |
| SUMÁRIO | IX |
| LISTA DE FIGURAS | XII |
| LISTA DE TABELAS | XIX |
| LISTA DE GRÁFICOS | XXI |
| LISTA DE ABREVIATURAS | XXV |
| <u>1</u> | <u>1</u> |
| <u>INTRODUÇÃO</u> | <u>1</u> |
| <u>2</u> | <u>4</u> |
| <u>REVISÃO TEÓRICA</u> | <u>4</u> |
| 2.1 | 4 |
| AMBIENTE URBANO E CLIMA | |
| 2.1.1 | 4 |
| CLIMA | |
| 2.1.2 | 5 |
| CLIMA URBANO | |
| 2.1.3 | 9 |
| CONDICIONANTES DO CLIMA URBANO | |
| 2.2 | 15 |
| CONFORTO TÉRMICO | |
| 2.2.1 | 17 |
| VARIÁVEIS AMBIENTAIS | |
| 2.2.2 | 22 |
| VARIÁVEIS PESSOAIS | |
| 2.3 | 24 |
| ESPAÇOS LIVRES | |
| 2.3.1 | 24 |
| CONCEITOS | |
| 2.3.2 | 26 |
| PRAÇAS: USOS E FUNÇÕES | |
| 2.3.3 | 29 |
| VALORES AMBIENTAIS DAS PRAÇAS | |
| 2.4 | 30 |
| CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS LIVRES | |
| 2.5 | 37 |
| VEGETAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO | |
| <u>3</u> | <u>50</u> |
| <u>AMBIENTE URBANO DE ESTUDO</u> | <u>50</u> |

| | | |
|-----------------|---|------------------|
| 3.1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS | 50 |
| 3.2 | CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS | 51 |
| 3.3 | CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO | 53 |
| 3.4 | ZONA CENTRAL DE MARINGÁ | 54 |
| 3.5 | PRAÇAS DE ESTUDO | 55 |
| 3.5.1 | PRAÇA NAPOLEÃO MOREIRA DA SILVA – PRAÇA 1 | 56 |
| 3.5.2 | PRAÇA DEPUTADO ANTÔNIO CELIDÔNIO – PRAÇA 2 | 60 |
| <u>4</u> | <u>METODOLOGIA</u> | <u>64</u> |
| 4.1 | DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 64 |
| 4.2 | DETERMINAÇÃO DOS PONTOS PARA COLETA DE DADOS, MÉTODOS E TÉCNICAS DE INSTRUMENTAÇÃO | 64 |
| 4.2.1 | MEDIÇÕES MÓVEIS | 66 |
| 4.2.2 | MEDIÇÕES FIXAS | 72 |
| 4.2.3 | DETERMINAÇÃO DO PERFIL VERTICAL DA VELOCIDADE DO VENTO | 74 |
| 4.3 | AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO | 75 |
| 4.3.1 | CÁLCULO DO PMV | 76 |
| 4.3.2 | APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS | 77 |
| <u>5</u> | <u>RESULTADOS E DISCUSSÕES</u> | <u>79</u> |
| 5.1 | CORREÇÃO DAS MEDIDAS MÓVEIS | 79 |
| 5.2 | OUTONO | 81 |
| 5.2.1 | PRAÇA NAPOLEÃO MOREIRA DA SILVA – P1 | 83 |
| 5.2.2 | PRAÇA DEPUTADO ANTÔNIO CELIDÔNIO – P2 | 89 |
| 5.3 | INVERNO | 95 |
| 5.3.1 | PRAÇA NAPOLEÃO MOREIRA DA SILVA – P1 | 97 |
| 5.3.2 | PRAÇA DEPUTADO ANTÔNIO CELIDÔNIO – P2 | 103 |
| 5.4 | PRIMAVERA | 107 |

| | | |
|-----------------|---|-------------------|
| 5.4.1 | PRAÇA NAPOLEÃO MOREIRA DA SILVA – P1 | 110 |
| 5.4.2 | PRAÇA DEPUTADO ANTÔNIO CELIDÔNIO – P2 | 114 |
| 5.5 | VERÃO | 119 |
| 5.5.1 | PRAÇA NAPOLEÃO MOREIRA DA SILVA – P1 | 121 |
| 5.5.2 | PRAÇA DEPUTADO ANTÔNIO CELIDÔNIO – P2 | 126 |
| 5.6 | DETERMINAÇÃO DO PERFIL VERTICAL DA VELOCIDADE DO VENTO | 131 |
| 5.7 | AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO | 135 |
| 5.7.1 | OUTONO | 136 |
| 5.7.2 | INVERNO | 142 |
| 5.7.3 | PRIMAVERA | 147 |
| 5.7.4 | VERÃO | 154 |
| <u>6</u> | <u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u> | <u>160</u> |
| <u>7</u> | <u>REFERÊNCIAS</u> | <u>163</u> |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| FIGURA 2.1 - GRADIENTE DE VENTO | 8 |
| FIGURA 2.2 – MOVIMENTO TURBILHONAR DO VENTO | 11 |
| FIGURA 2.3 – FATOR DE CÉU VISÍVEL | 11 |
| FIGURA 2.4 – PORCENTAGENS DA ABSORÇÃO E REFLEXÃO DA RADIAÇÃO NO SOLO PAVIMENTADO (A), SOLO GRAMADO (B) E NO TERRENO NATURAL (C) | 13 |
| FIGURA 2.5 - RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE TRANSFORMADA EM CALOR | 13 |
| FIGURA 2.6 – PRAÇA SAN MARCO, EM VENEZA, E PRAÇA DA SÉ EM SÃO PAULO, RESPECTIVAMENTE | 27 |
| FIGURA 2.7 – PPD EM FUNÇÃO DO PMV | 32 |
| FIGURA 2.8 – ÁRVORE E RADIAÇÃO SOLAR | 39 |
| FIGURA 2.9 – ÁRVORE ISOLADA, GRUPAMENTO HOMOGÊNEO E GRUPAMENTO HETEROGÊNEO, RESPECTIVAMENTE | 40 |
| FIGURA 2.10 – VARIAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DE LUZ NATURAL | 40 |
| FIGURA 2.11 – DIFERENÇAS DE TEMPERATURA ENTRE AS ÁREAS EXPOSTAS AO SOL E AS ÁREAS SOMBREADAS | 42 |
| FIGURA 2.12 – VARIAÇÃO DIÁRIA DA TEMPERATURA (°C) SOB GRUPAMENTO COMPOSTO POR ESPÉCIES VEGETAIS DE DIFERENTES PORTES | 43 |
| FIGURA 2.13 – DIFERENÇAS DE UMIDADE RELATIVA DO AR ENTRE AS ÁREAS EXPOSTAS AO SOL E AS ÁREAS SOMBREADAS | 45 |
| FIGURA 2.14 – BARREIRA AO VENTO FORMADA DE VEGETAÇÃO DE DIFERENTES FORMAS E PORTES | 46 |
| FIGURA 3.1 - LOCALIZAÇÃO MARINGÁ: BRASIL – PARANÁ. | 51 |
| FIGURA 3.2 – ZONEAMENTO DE MARINGÁ | 54 |
| FIGURA 3.3 – FOTO AÉREA DE MARINGÁ COM LOCALIZAÇÃO DAS PRAÇAS DE ESTUDO | 55 |
| FIGURA 3.4 – LOCALIZAÇÃO DAS PRAÇAS DE ESTUDO | 56 |

| | |
|--|-----------|
| FIGURA 3.5 - PRAÇA NAPOLEÃO MOREIRA DA SILVA | 57 |
| FIGURA 3.6 A E B, RESPECTIVAMENTE - PRAÇA NAPOLEÃO MOREIRA DA SILVA | 58 |
| FIGURA 3.7 – COBERTURA VEGETAL DA PRAÇA NAPOLEÃO MOREIRA DA SILVA | 59 |
| FIGURA 3.8 A E B, RESPECTIVAMENTE – ENTORNO DA PRAÇA 1 AO NORTE E AO SUL | 59 |
| FIGURA 3.9 A E B, RESPECTIVAMENTE – ENTORNO DA PRAÇA 1 A OESTE E A LESTE | 60 |
| FIGURA 3.10 - PRAÇA DEPUTADO ANTÔNIO CELIDÔNIO EM 1957 | 60 |
| FIGURA 3.11 A E B, RESPECTIVAMENTE - PRAÇA DEPUTADO ANTÔNIO CELIDÔNIO | 61 |
| FIGURA 3.12 – COBERTURA VEGETAL DA PRAÇA DEPUTADO ANTÔNIO CELIDÔNIO | 62 |
| FIGURA 3.13 A E B, RESPECTIVAMENTE – ENTORNO DA PRAÇA 2 AO NORTE E AO SUL | 63 |
| FIGURA 3.14 A E B, RESPECTIVAMENTE – ENTORNO DA PRAÇA 2 A LESTE E A OESTE | 63 |
| FIGURA 4.2 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS E PERCURSO PARA MEDIÇÃO MÓVEL NA PRAÇA DEPUTADO ANTÔNIO CELIDÔNIO | 68 |
| FIGURA 4.3 – MEDIÇÃO UTILIZANDO O EQUIPAMENTO MULTIFUNÇÃO DIGITAL ACOPLADO AO TRIPÉ E O TERMÔMETRO A LASER INFRAVERMELHO, RESPECTIVAMENTE | 70 |
| FIGURA 4.4 – MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA | 73 |
| FIGURA 4.5 – PONTOS DE MEDIÇÃO DA VELOCIDADE DO VENTO NA PRAÇA 2 E NA PRAÇA 1, RESPECTIVAMENTE | 75 |
| FIGURA 4.6 – COLETA DE DADOS PARA A DETERMINAÇÃO DO PERFIL VERTICAL DA VELOCIDADE DO VENTO: PRAÇA 1 E PRAÇA 2, RESPECTIVAMENTE | 75 |
| FIGURA 5.1 - P1 - OUTONO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 86 |
| FIGURA 5.2 - P1 - OUTONO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 86 |
| FIGURA 5.3 - P1 - OUTONO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 86 |
| FIGURA 5.4- P1 - OUTONO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 86 |
| FIGURA 5.5 - P1 - OUTONO/ 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 86 |
| FIGURA 5.6 - P1 - OUTONO/ 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 86 |

| | |
|--|------------|
| FIGURA 5.7 - P1 - OUTONO/12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 86 |
| FIGURA 5.8 - P1 - OUTONO/ 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 86 |
| FIGURA 5.9 - P1 - OUTONO/ 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 86 |
| FIGURA 5.10 - P1 - OUTONO/ 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 86 |
| FIGURA 5.11 - P1 - OUTONO/ 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 86 |
| FIGURA 5.12 - P1 - OUTONO/ 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 86 |
| FIGURA 5.13 – P2 - OUTONO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 93 |
| FIGURA 5.14 – P2 - OUTONO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 93 |
| FIGURA 5.15 – P2 - OUTONO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 93 |
| FIGURA 5.16- P2 - OUTONO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 93 |
| FIGURA 5.17 – P2 - OUTONO/ 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 93 |
| FIGURA 5.18 – P2 - OUTONO/ 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 93 |
| FIGURA 5.19 – P2 - OUTONO/12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 93 |
| FIGURA 5.20 – P2 - OUTONO/ 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 93 |
| FIGURA 5.21 – P2 - OUTONO/ 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 93 |
| FIGURA 5.22 – P2 - OUTONO/ 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 93 |
| FIGURA 5.23 – P2 - OUTONO/ 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 93 |
| FIGURA 5.24 – P2- OUTONO/ 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 93 |
| FIGURA 5.25 – P1 - INVERNO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 101 |
| FIGURA 5.26 – P1 - INVERNO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 101 |

| | |
|--|------------|
| FIGURA 5.27 – P1 - INVERNO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 101 |
| FIGURA 5.28- P1 - INVERNO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 101 |
| FIGURA 5.29 – P1 - INVERNO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 101 |
| FIGURA 5.30 – P1 - INVERNO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 101 |
| FIGURA 5.31 – P1 - INVERNO /12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 101 |
| FIGURA 5.32 – P1 - INVERNO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 101 |
| FIGURA 5.33 – P1 - INVERNO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 101 |
| FIGURA 5.34 – P1 - INVERNO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 101 |
| FIGURA 5.35 – P1 - INVERNO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 101 |
| FIGURA 5.36 – P1 - INVERNO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 101 |
| FIGURA 5.37 – P2 - INVERNO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 106 |
| FIGURA 5.38 – P2 - INVERNO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 106 |
| FIGURA 5.39 – P2 - INVERNO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 106 |
| FIGURA 5.40- P2 - INVERNO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 106 |
| FIGURA 5.41 – P2 - INVERNO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 106 |
| FIGURA 5.42 – P2 - INVERNO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 106 |
| FIGURA 5.43 – P2 - INVERNO /12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 106 |

| | |
|--|------------|
| FIGURA 5.44 – P2 - INVERNO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 106 |
| FIGURA 5.45 – P2 - INVERNO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 106 |
| FIGURA 5.46 – P2 - INVERNO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 106 |
| FIGURA 5.47 – P2 - INVERNO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 106 |
| FIGURA 5.48 – P2 - INVERNO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 106 |
| FIGURA 5.49 - P1 - PRIMAVERA/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 112 |
| FIGURA 5.50 - P1 - PRIMAVERA / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 112 |
| FIGURA 5.51 - P1 - PRIMAVERA / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 112 |
| FIGURA 5.52- P1 - PRIMAVERA / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 112 |
| FIGURA 5.53 - P1 - PRIMAVERA / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 112 |
| FIGURA 5.54 - P1 - PRIMAVERA / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 112 |
| FIGURA 5.55 - P1 - PRIMAVERA /12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 112 |
| FIGURA 5.56 - P1 - PRIMAVERA / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 112 |
| FIGURA 5.57 - P1 - PRIMAVERA / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 112 |
| FIGURA 5.58 - P1 - PRIMAVERA / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 112 |
| FIGURA 5.59 - P1 - PRIMAVERA / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 112 |
| FIGURA 5.60 - P1 - PRIMAVERA / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 112 |

| | |
|--|------------|
| FIGURA 5.61 – P2 - PRIMAVERA/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 117 |
| FIGURA 5.62 – P2 - PRIMAVERA / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 117 |
| FIGURA 5.63 – P2 - PRIMAVERA / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 117 |
| FIGURA 5.64- P2 - PRIMAVERA / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 117 |
| FIGURA 5.65 – P2 - PRIMAVERA / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 117 |
| FIGURA 5.66 – P2 - PRIMAVERA / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 117 |
| FIGURA 5.67 – P2 - PRIMAVERA /12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 117 |
| FIGURA 5.68 – P2 - PRIMAVERA / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 117 |
| FIGURA 5.69 – P2 - PRIMAVERA / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 117 |
| FIGURA 5.70 – P2 - PRIMAVERA / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 117 |
| FIGURA 5.71 – P2 - PRIMAVERA / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 117 |
| FIGURA 5.72 – P2- PRIMAVERA / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 117 |
| FIGURA 5.73 – P1 - VERÃO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 125 |
| FIGURA 5.74 – P1 - VERÃO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 125 |
| FIGURA 5.75 – P1 - VERÃO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 125 |
| FIGURA 5.76- P1 - VERÃO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 125 |
| FIGURA 5.77 – P1 - VERÃO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 125 |
| FIGURA 5.78 – P1 - VERÃO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 125 |

| | |
|--|------------|
| FIGURA 5.79 – P1 - VERÃO /12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 125 |
| FIGURA 5.80 – P1 - VERÃO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 125 |
| FIGURA 5.81 – P1 - VERÃO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 125 |
| FIGURA 5.82 – P1 - VERÃO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 125 |
| FIGURA 5.83 – P1 - VERÃO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 125 |
| FIGURA 5.84 – P1 - VERÃO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 125 |
| FIGURA 5.85 – P2 - VERÃO/ 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 130 |
| FIGURA 5.86 – P2 - VERÃO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 130 |
| FIGURA 5.87 – P2 - VERÃO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 130 |
| FIGURA 5.88- P2 - VERÃO / 9H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 130 |
| FIGURA 5.89 – P2 - VERÃO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 130 |
| FIGURA 5.90 – P2 - VERÃO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 130 |
| FIGURA 5.91 – P2 - VERÃO /12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 130 |
| FIGURA 5.92 – P2 - VERÃO / 12H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 130 |
| FIGURA 5.93 – P2 - VERÃO O / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) | 130 |
| FIGURA 5.94 – P2 - VERÃO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NO PISO (°C) | 130 |
| FIGURA 5.95 – P2 - VERÃO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 130 |
| FIGURA 5.96 – P2 - VERÃO / 15H00MIN/ DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINÂNCIA (LUX) | 130 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----------|
| TABELA 2.1 - COMPARAÇÃO DE ELEMENTOS DO CLIMA URBANO AO CLIMA DE AMBIENTES RURAIS | 7 |
| TABELA 2.2 – ASORTIVIDADE EM FUNÇÃO DA COR | 14 |
| TABELA 2.3 – ALBEDO DOS MATERIAIS | 14 |
| TABELA 2.4 – SENSAÇÃO TÉRMICA DO ORGANISMO HUMANO EM FUNÇÃO DA UMIDADE RELATIVA | 21 |
| TABELA 2.5 – CRITÉRIO DE CONFORTO EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA DO AR | 21 |
| TABELA 2.6 – ESCALA DE BEAUFORT | 22 |
| TABELA 2.7 – CALOR CEDIDO AO AMBIENTE CONFORME ATIVIDADES FÍSICAS | 23 |
| TABELA 2.9 – TRANSMITÂNCIA LUMINOSA DE ALGUMAS ESPÉCIES ARBÓREAS | 41 |
| TABELA 2.10 – VARIAÇÃO DE TEMPERATURA (°C) OBSERVADAS EM SOMBRA SOBRE A VEGETAÇÃO | 43 |
| TABELA 2.11 – VARIAÇÕES SAZONAIS MÉDIAS DE UMIDADE RELATIVA (%) OBSERVADAS EM SOMBRA SOB A VEGETAÇÃO PARA O MEIO URBANO | 44 |
| TABELA 3.1 - VARIAÇÃO MÉDIA MENSAL COMBINADA DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS À SUPERFÍCIE, EM MARINGÁ, PARA O PERÍODO 1976-2000 | 52 |
| TABELA 4.1 – ITENS DO VESTUÁRIO E RESISTÊNCIA TÉRMICA | 76 |
| TABELA 4.2 – ESCALA UTILIZADA PARA O PMV E ABREVIATURAS | 77 |
| TABELA 5.1-RESUMO DAS OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS PARA OS DIAS DE MEDIÇÃO NO OUTONO | 82 |
| TABELA 5.2 - RESUMO DAS MEDIÇÕES – P1 - OUTONO | 84 |
| TABELA 5.3 - RESUMO DAS MEDIÇÕES – P2 - OUTONO | 90 |
| TABELA 5.4- RESUMO DAS OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS PARA OS DIAS DE MEDIÇÃO NO INVERNO | 96 |
| TABELA 5.5 - RESUMO DAS MEDIÇÕES – P1 - INVERNO | 98 |

| | |
|--|------------|
| TABELA 5.6 - RESUMO DAS MEDIÇÕES – P2 - INVERNO | 103 |
| TABELA 5.7-RESUMO DAS OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS PARA OS DIAS DE MEDIÇÃO NA PRIMAVERA | 108 |
| TABELA 5.8 - RESUMO DAS MEDIÇÕES – P1 - PRIMAVERA | 110 |
| TABELA 5.9 - RESUMO DAS MEDIÇÕES – P2 - PRIMAVERA | 114 |
| TABELA 5.10- RESUMO DAS OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS PARA OS DIAS DE MEDIÇÃO NO VERÃO | 120 |
| TABELA 5.11 - RESUMO DAS MEDIÇÕES – P1 - VERÃO | 122 |
| TABELA 5.12 - RESUMO DAS MEDIÇÕES – P2 - VERÃO | 127 |
| TABELA 5.13 – EXEMPLOS DE VALORES PARA Z_0 | 133 |
| TABELA 5.14 – VALORES DA VELOCIDADE DO VENTO (M/S) NA PRAÇA 1 | 133 |
| TABELA 5.15 – VALORES DA VELOCIDADE DO VENTO (M/S) NA PRAÇA 2 | 133 |
| TABELA 5.16 – PONTOS REPRESENTATIVOS – P1 - OUTONO | 136 |
| TABELA 5.17 – PONTOS REPRESENTATIVOS – P2 - OUTONO | 136 |
| TABELA 5.18 – ESCALA UTILIZADA PARA O PMV E ABREVIATURAS | 137 |
| TABELA 5.19 – CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA – OUTONO | 138 |
| TABELA 5.20 – PONTOS REPRESENTATIVOS – P1 - INVERNO | 142 |
| TABELA 5.21 – PONTOS REPRESENTATIVOS – P2 - INVERNO | 142 |
| TABELA 5.22 – CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA – INVERNO | 144 |
| TABELA 5.23 – PONTOS REPRESENTATIVOS – P1 - PRIMAVERA | 148 |
| TABELA 5.24 – PONTOS REPRESENTATIVOS – P2 - PRIMAVERA | 148 |
| TABELA 5.25 – CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA – PRIMAVERA | 150 |
| TABELA 5.26 – PONTOS REPRESENTATIVOS – P1 - VERÃO | 154 |
| TABELA 5.27 – PONTOS REPRESENTATIVOS – P2 - VERÃO | 154 |
| TABELA 5.28 – CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA – VERÃO | 156 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----------|
| GRÁFICO 5.1 – CORREÇÃO DAS MEDIDAS MÓVEIS DE TEMPERATURA DO AR –P1 - 9H00MIN - PRIMAVERA | 80 |
| GRÁFICO 5.2 – CORREÇÃO DAS MEDIDAS MÓVEIS DE TEMPERATURA DO AR –P1 - 12H00MIN - PRIMAVERA | 80 |
| GRÁFICO 5.3 – CORREÇÃO DAS MEDIDAS MÓVEIS DE TEMPERATURA DO AR –P1 - 15H00MIN - PRIMAVERA | 81 |
| GRÁFICO 5.4 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) NOS DIAS 29 E 30 DE MARÇO DE 2008 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA | 82 |
| GRÁFICO 5.5 – UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA (%) NOS DIAS 29 E 30 DE MARÇO DE 2008 - – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA | 83 |
| GRÁFICO 5.6 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) POR PONTOS E HORÁRIO - P1 – OUTONO | 84 |
| GRÁFICO 5.7 – VARIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) POR PONTOS E HORÁRIO - P1 – OUTONO | 85 |
| GRÁFICO 5.8 – COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DO AR (°C) NA PRAÇA E NA MINI- ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA - P1 - OUTONO | 88 |
| GRÁFICO 5.9 – COMPARAÇÃO ENTRE A UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA - P1 - OUTONO | 89 |
| GRÁFICO 5.10 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) POR PONTOS E HORÁRIO – P2 – OUTONO | 90 |
| GRÁFICO 5.11 – VARIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) POR PONTOS E HORÁRIO – P2 - OUTONO | 91 |
| GRÁFICO 5.12 – COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DO AR (°C) NA PRAÇA E NA MINI- ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P2 – OUTONO | 94 |
| GRÁFICO 5.13 – COMPARAÇÃO ENTRE A UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P2 -OUTONO | 95 |

| | |
|---|------------|
| GRÁFICO 5.14 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) NOS DIAS 29 E 30 DE JUNHO DE 2008 | 96 |
| GRÁFICO 5.15 – UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA (%) NOS DIAS 29 E 30 DE JUNHO DE 2008 | 97 |
| GRÁFICO 5.16 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) POR PONTOS E HORÁRIO – P1 - INVERNO | 98 |
| GRÁFICO 5.17 – VARIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) POR PONTOS E HORÁRIO – P1 – INVERNO | 99 |
| GRÁFICO 5.18 – COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DO AR (°C) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P1 – INVERNO | 100 |
| GRÁFICO 5.19 – COMPARAÇÃO ENTRE A UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P1 – INVERNO | 102 |
| GRÁFICO 5.20 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) POR PONTOS E HORÁRIO – P2 - INVERNO | 103 |
| GRÁFICO 5.21 – VARIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) POR PONTOS E HORÁRIO – P2 - INVERNO | 104 |
| GRÁFICO 5.22 – COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DO AR (°C) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P2 – INVERNO | 105 |
| GRÁFICO 5.23 – COMPARAÇÃO ENTRE A UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P2 – INVERNO | 107 |
| GRÁFICO 5.24 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) NOS DIAS 28 E 29 DE SETEMBRO DE 2008 – ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA | 109 |
| GRÁFICO 5.25 – UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA (%) NOS DIAS 28 E 29 DE SETEMBRO DE 2008 - ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA | 109 |
| GRÁFICO 5.26 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) POR PONTOS E HORÁRIO - P1 – PRIMAVERA | 110 |
| GRÁFICO 5.27 – VARIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) POR PONTOS E HORÁRIO - P1 – PRIMAVERA | 111 |
| GRÁFICO 5.28 – COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DO AR (°C) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA - P1 - PRIMAVERA | 113 |

| | |
|---|------------|
| GRÁFICO 5.29 – COMPARAÇÃO ENTRE A UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA - P1 - PRIMAVERA | 114 |
| GRÁFICO 5.30 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) POR PONTOS E HORÁRIO – P2 – PRIMAVERA | 115 |
| GRÁFICO 5.31 – VARIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) POR PONTOS E HORÁRIO – P2 - PRIMAVERA | 116 |
| GRÁFICO 5.32 – COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DO AR (°C) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P2 – PRIMAVERA | 118 |
| GRÁFICO 5.33 – COMPARAÇÃO ENTRE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P2 – PRIMAVERA | 119 |
| GRÁFICO 5.34 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) NOS DIAS 26 E 27 DE DEZEMBRO DE 2008 | 121 |
| GRÁFICO 5.35 – UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA (%) NOS DIAS 26 E 27 DE DEZEMBRO DE 2008 | 121 |
| GRÁFICO 5.36 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) POR PONTOS E HORÁRIO – P1 - VERÃO | 122 |
| GRÁFICO 5.17 – VARIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) POR PONTOS E HORÁRIO – P1 – VERÃO | 123 |
| GRÁFICO 5.38 – COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DO AR (°C) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P1 – VERÃO | 124 |
| GRÁFICO 5.39 – COMPARAÇÃO ENTRE A UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P1 – VERÃO | 126 |
| GRÁFICO 5.21 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR (°C) POR PONTOS E HORÁRIO – P2 - VERÃO | 127 |
| GRÁFICO 5.41 – VARIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) POR PONTOS E HORÁRIO – P2 - VERÃO | 128 |
| GRÁFICO 5.42 – COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DO AR (°C) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P2 – VERÃO | 129 |
| GRÁFICO 5.43 – COMPARAÇÃO ENTRE A UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA PRAÇA E NA MINI-ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA – P2 – VERÃO | 131 |

| | |
|---|------------|
| GRÁFICO 5.44 – PERFIL VERTICAL DA VELOCIDADE DO VENTO NA PRAÇA 1 | 134 |
| GRÁFICO 5.45 – PERFIL VERTICAL DA VELOCIDADE DO VENTO NA PRAÇA 2 | 134 |
| GRÁFICO 5.46 – SENSAÇÃO TÉRMICA – P1 - OUTONO | 139 |
| GRÁFICO 5.47 – SENSAÇÃO TÉRMICA – P2 - OUTONO | 139 |
| GRÁFICO 5.48 – PREFERÊNCIA TÉRMICA – P1 - OUTONO | 140 |
| GRÁFICO 5.49 – PREFERÊNCIA TÉRMICA – P2 - OUTONO | 140 |
| GRÁFICO 5.50 – GRAU DE SATISFAÇÃO – P1 - OUTONO | 141 |
| GRÁFICO 5.51 – GRAU DE SATISFAÇÃO – P2 – OUTONO | 141 |
| GRÁFICO 5.52 – SENSAÇÃO TÉRMICA – P1 – INVERNO | 144 |
| GRÁFICO 5.53 – SENSAÇÃO TÉRMICA – P2 - INVERNO | 145 |
| GRÁFICO 5.54 – PREFERÊNCIA TÉRMICA – P1 - INVERNO | 146 |
| GRÁFICO 5.55 – PREFERÊNCIA TÉRMICA – P2 - INVERNO | 146 |
| GRÁFICO 5.56 – GRAU DE SATISFAÇÃO – P1 - INVERNO | 147 |
| GRÁFICO 5.57 – GRAU DE SATISFAÇÃO – P2 – INVERNO | 147 |
| GRÁFICO 5.58 – SENSAÇÃO TÉRMICA – P1 – PRIMAVERA | 150 |
| GRÁFICO 5.59 – SENSAÇÃO TÉRMICA – P2 - PRIMAVERA | 151 |
| GRÁFICO 5.60 – PREFERÊNCIA TÉRMICA – P1 - PRIMAVERA | 152 |
| GRÁFICO 5.61 – PREFERÊNCIA TÉRMICA – P2 – PRIMAVERA | 152 |
| GRÁFICO 5.62 – GRAU DE SATISFAÇÃO – P1 - PRIMAVERA | 153 |
| GRÁFICO 5.63 – GRAU DE SATISFAÇÃO – P2 – PRIMAVERA | 153 |
| GRÁFICO 5.64 – SENSAÇÃO TÉRMICA – P1 - VERÃO | 156 |
| GRÁFICO 5.65 – SENSAÇÃO TÉRMICA – P2 - VERÃO | 157 |
| GRÁFICO 5.66 – PREFERÊNCIA TÉRMICA – P1 - VERÃO | 158 |
| GRÁFICO 5.67 – PREFERÊNCIA TÉRMICA – P2 - VERÃO | 158 |
| GRÁFICO 5.68 – GRAU DE SATISFAÇÃO – P1 - VERÃO | 159 |
| GRÁFICO 5.69 – GRAU DE SATISFAÇÃO – P2 – VERÃO | 159 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|----------------|---|
| PMV | Voto Médio Predito |
| PPD | Porcentagem de Pessoas Insatisfeitas |
| T | Temperatura do ar |
| UR | Umidade relativa do ar |
| Praça 1 | Praça Napoleão Moreira da Silva |
| Praça 2 | Praça Deputado Antônio Celidônio |
| P1 | Praça Napoleão Moreira da Silva |
| P2 | Praça Deputado Antônio Celidônio |
| M.e.c. | Mini estação climatológica |

1 INTRODUÇÃO

O ambiente urbano é o lugar onde devem ser supridas as necessidades de bem estar e consumo do homem. No entanto, nem sempre ele oferece condições ambientais adequadas para que seus habitantes tenham qualidade de vida; ou seja, não propicia a integração e equilíbrio dos elementos que compõem o ambiente, que se referem ao seu bem estar físico, combinados com aspectos naturais e aspectos de abrangência social e psicológica.

A forma como acontece o uso e a ocupação do solo urbano tem ocasionado significativas alterações no seu campo térmico. O descontrole do uso do solo dificulta tecnicamente a implantação de infra-estrutura, produz altos custos de urbanização e gera desconforto ambiental, tanto em nível térmico, acústico, visual ou de circulação. Isso contribui para uma contaminação ambiental que resulta num ambiente desagradável para o convívio humano e, conseqüentemente, na redução da qualidade de vida urbana.

A falta de planejamento e a intensificação da ação antrópica na constituição do meio urbano, acarretam problemas ambientais de várias dimensões. Essas alterações podem ser verificadas no campo térmico gerado pela cidade, sobretudo nas áreas que se afastam completamente da paisagem natural.

Vários estudos foram realizados e continuam sendo desenvolvidos, sob várias opções metodológicas, com o intuito de mostrar a influência da vegetação na formação de microclimas urbanos. Comprovou-se que a vegetação é responsável pela amenização das altas temperaturas, pela redução da velocidade do vento, entre outros benefícios. Se de um lado as áreas mais artificializadas da cidade, como o centro urbano, produzem maiores alterações no clima local, por outro, as áreas que mais se aproximam das condições naturais, como lugares com vegetação densa, apresentam um clima mais ameno.

As praças são espaços livres de grande importância no contexto urbano, como espaço público de lazer e centro de sociabilização, assim como área verde, atuando na qualidade de vida urbana. Enquanto área livre e verde, ela representa diversos valores ambientais para o contexto urbano. Ela atua na minimização de impactos causados pela ação antrópica no meio urbano através de melhor circulação do ar, na minimização da temperatura, no aumento da umidade relativa do ar e na redução da radiação solar, através do sombreamento por espécies arbóreas. Ela também reduz impactos visuais, contribui com a

drenagem de águas pluviais, uma vez que é rica em espaços permeáveis, e exerce efeitos psicológicos benéficos ao homem.

Tendo em vista essas considerações, este trabalho é proposto como contribuição para os estudos de variáveis climáticas em espaços livres urbanos e tem como principal objetivo monitorar e avaliar o desempenho da vegetação no conforto térmico dos mesmos.

Como estudo de caso, foram escolhidas duas praças da cidade de Maringá-PR. Essas praças localizam-se na área central da cidade e possuem grande dinamismo, pois estão inseridas junto aos principais edifícios públicos, áreas de comércio e serviço da cidade. Elas possuem características diversas em relação à densidade da vegetação e tipologias de pavimentação. Porém, ambas se encontram em áreas densamente edificadas e assumem condições topográficas semelhantes.

Este trabalho está dividido em seis capítulos, incluindo este que é introdutório. No segundo capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica e fundamentação teórica. Abordam-se os impactos climáticos da urbanização e as características da estrutura urbana que influenciam no clima, definições e variáveis de conforto térmico, conceitos e funções dos espaços livres e das praças. Descrevem-se também estudos relacionados com o conforto térmico em espaços livres urbanos e com a influência da vegetação no microclima urbano.

No capítulo três é apresentada a área urbana de estudo, a cidade de Maringá-PR e as praças escolhidas para estudo de caso. Descreve-se a localização, o aspecto climático da cidade e caracterizam-se as duas praças.

A metodologia utilizada para a pesquisa é apresentada no capítulo quatro. Neste capítulo descrevem-se o roteiro metodológico, os métodos utilizados para a coleta de dados e a instrumentação utilizada. A metodologia utilizada neste estudo baseia-se na coleta de dados climáticos com medidas móveis de temperatura do ar, temperatura no piso, umidade relativa, iluminância, velocidade do ar e temperatura de globo nas praças. Também foram realizadas medidas fixas das variáveis climáticas, a fim de comparar e corrigir os valores de medidas móveis. Para a avaliação do conforto térmico, foi realizada, simultaneamente à coleta quantitativa, a avaliação da sensação térmica dos usuários da área de estudo, através de aplicação de questionários. Os dados foram coletados em situações de outono, inverno, primavera e verão.

No capítulo cinco são apresentados os resultados das medições dos parâmetros climáticos nas duas praças e sua relação com a vegetação. Neste mesmo capítulo, é apresentada a

avaliação da sensação térmica dos usuários das praças em estudo. No capítulo seis, expõem-se as considerações finais a respeito da pesquisa.

A importância de se estudar o conforto térmico nas praças justifica-se pelo fato de que estas, como locais públicos de lazer mais próximos da população, devem proporcionar condições de bem-estar para quem as frequenta. Estas condições se expressam, sobretudo através da presença de vegetação que é um condicionante fundamental no estudo do conforto térmico.

2 REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentada a revisão teórica dos tópicos de interesse para a compreensão do fenômeno envolvido e, desta forma, embasar a pesquisa.

2.1 AMBIENTE URBANO E CLIMA

2.1.1 Clima

O clima pode ser definido como a feição característica e permanente do tempo, num lugar, em meio as suas infinitas variações; ele é a condição média do tempo em uma dada região, baseada em medições. Tempo, por sua vez, estado essencialmente variável, é o estado atmosférico em determinado momento, considerado em relação a todos os fenômenos meteorológicos: temperatura, umidade e ventos (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997; MASCARÓ, 2004).

Romero (1983) considera fatores climáticos globais as condicionantes que determinam e dão origem ao clima em seus aspectos mais gerais: a radiação solar, latitude, longitude, altitude, ventos, massa de terra e água.

Lynch (1980) aponta a temperatura, a umidade, as precipitações, a nebulosidade, a velocidade e direção dos ventos e a insolação, como os condicionantes externos do clima geral.

As variações climáticas são atribuídas a elementos de controle, tais como, proximidade à água, pois a água se aquece ou esfria mais rapidamente que a terra; altitude, uma vez que a temperatura do ar tende a diminuir com o aumento da altitude; barreiras montanhosas e correntes oceânicas (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

De acordo com Mascaró (2004), a informação climática deve ser considerada em três níveis: macroclima, mesoclima e microclima.

Os dados macroclimáticos são obtidos nas estações meteorológicas, presentes na maioria das cidades brasileiras. Esses dados descrevem o clima geral de uma região, com detalhes de temperatura, umidade, insolação, precipitações e nebulosidade.

Já os dados mesoclimáticos, informam as modificações do macroclima provocadas pela topografia local. O mesoclima é uma sub-unidade entre o clima local e o macroclima e

aparece em função da grandeza topográfica, como vales montanhas, grandes massas de água e vegetação.

O microclima equivale a um desvio climático de características singulares e reconhecíveis, em que se leva em consideração o efeito antrópico sobre o entorno, assim como a influência que suas modificações exercem sobre o espaço urbano. O microclima evidencia-se quando fatores climáticos locais acentuam ou atenuam os fatores de origem externa, interferindo de forma decisiva no contexto macroclimático. Ele também está relacionado a fatores climáticos locais como topografia, vegetação e superfície do solo.

2.1.2 Clima Urbano

A climatologia urbana possui uma longa história. Estudos sobre o clima urbano iniciaram no começo do século XIX, na Europa. O trabalho de Luke Howard (1833 apud BARBOSA, 2005) publicado pela primeira vez em 1818, sobre o clima de Londres, foi um dos primeiros trabalhos a observar as diferenças de temperatura na cidade em relação ao meio rural, por meio da análise de observações meteorológicas.

Após a Segunda Guerra Mundial, muitos trabalhos foram desenvolvidos acerca da temática do clima urbano, principalmente nos Estados Unidos, Japão e Europa, devido à intensificação do processo de crescimento e expansão das áreas urbanas. Destacam-se os estudos de Landsberg (1956 apud MONTEIRO, 2003) que representa o marco histórico nos estudos climatológicos, pois é a primeira síntese sobre estudos dos climas urbanos; Chandler (1965 apud MONTEIRO, 2003), que apresenta uma monografia sobre as modificações climáticas da cidade de Londres; e, Oke (1987 apud PEZZUTO, 2007), que elaborou a compreensão do clima na camada limite urbana (*urban boundary layer*).

O clima local em uma cidade é influenciado pelos materiais que constituem a superfície urbana, que diferentes dos materiais das superfícies não construídas, possuem uma capacidade térmica mais elevada e são melhores condutores. A superfície urbana apresenta um aspecto mais rugoso que as superfícies não construídas, gerando maior atrito entre a superfície e os ventos que a atravessam. Também, as superfícies das edificações atuam como refletoras e radiadoras, aumentando os efeitos da radiação incidente. Esses fatores caracterizam o clima urbano (ROMERO, 2008).

Dessa forma, o clima urbano pode ser definido como um sistema que abrange o clima de um determinado espaço terrestre e sua urbanização (MASCARÓ, 2004).

Conforme Monteiro (2003), o clima urbano é a modificação substancial de um clima local; e admite-se que o desenvolvimento urbano tende a aumentar ou até mesmo a eliminar as diferenças produzidas pela localização do sítio.

Uma aglomeração urbana não apresenta, necessariamente, as mesmas condições climáticas relativas ao macroclima regional na qual está inserida. Essas condições sofrem alterações diretamente relacionadas com o tamanho do núcleo urbano e atividades desenvolvidas nele, e podem ser dimensionadas através de avaliação comparativa com o clima do campo circunvizinho (FROTA; SCHIFFER, 2001).

As cidades também são produtoras de calor, nelas se instalam grandes quantidades de equipamentos termoelétricos e de combustão para a produção de mercadorias e transportes de pessoas e cargas. As grandes massas de edificação também contribuem para o aumento do calor nas cidades, elas modificam o curso natural dos ventos, prejudicando a ventilação natural no interior do núcleo. Além disso, a poluição gerada em um meio urbano modifica as condições do ar quanto a sua composição química e odores e, os materiais utilizados na composição dos centros urbanos, como concreto e pedras, absorvem e retém calor durante o dia, liberando-o durante a noite.

Os efeitos causados pela urbanização e ação antrópica são sentidos pelas alterações climáticas decorrentes das mudanças das características térmicas da superfície, das taxas de evaporação, novos padrões de circulação do ar, impermeabilização da superfície, pouca vegetação, verticalização e morfologia que o ambiente urbano adquire. (ROMERO, 1988; CASTRO, 1999; LOMBARDO, 1985; MASCARÓ, 2004).

A soma desses fatores produz um clima distinto do clima encontrado na área rural. A área urbana apresenta valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, quantidade de radiação solar, precipitações, nebulosidade e poluição diferentes dos existentes nas áreas rurais próximas a ela. A Tabela 2.1 mostra a comparação dos valores desses elementos nas cidades em relação aos valores das áreas rurais circundantes.

Tabela 2.1 - Comparação de elementos do clima urbano ao clima de ambientes rurais

Fonte: LANDSBERG (1981) apud CAVALCANTE (2007)

| Elementos | Características | Comparação a ambientes rurais |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Temperatura | Média anual | 0,5 a 3°C mais |
| | Mínima de inverno | 1 a 2°C mais |
| | Máxima de verão | 1 a 3°C mais |
| | Dias com uso de aquecimento | 10% menos |
| Umidade relativa | Média anual | 6% menos |
| | Inverno | 2% menos |
| | Verão | 8% menos |
| Velocidade do vento | Média anual | 20 a 30% menos |
| | Rajadas de vento | 10 a 20% menos |
| | Calmarias | 5 a 20% mais |
| Radiação | Total em superfície horizontal | 0 a 20% menos |
| | Ultravioleta, inverno | 30% menos |
| | Ultravioleta, verão | 5% menos |
| | Duração da luz solar | 5 a 15% menos |
| Nebulosidade | Nuvens | 5 a 10% mais |
| | Névoa, inverno | 100% mais |
| | Névoa, verão | 30% mais |
| Precipitação | Quantidades | 5 a 15% mais |
| | Dias com menos de 5mm | 10% mais |
| | Queda de neve, interior da cidade | 5 a 10% mais |
| | Queda de neve, limite da cidade | 10% mais |
| | Tempestades | 10 a 15% mais |
| Poluentes | Núcleo de condensação | 10 vezes mais |
| | Particulados | 10 vezes mais |
| | Misturas gasosas | 5 a 25 vezes mais |

Quando comparados às áreas rurais, os ventos se deslocam com menor velocidade nos centros urbanos, devido à rugosidade e aos obstáculos existentes. A figura 2.1 apresenta perfis típicos de velocidade média em altura para diferentes tipos de situações urbanas.

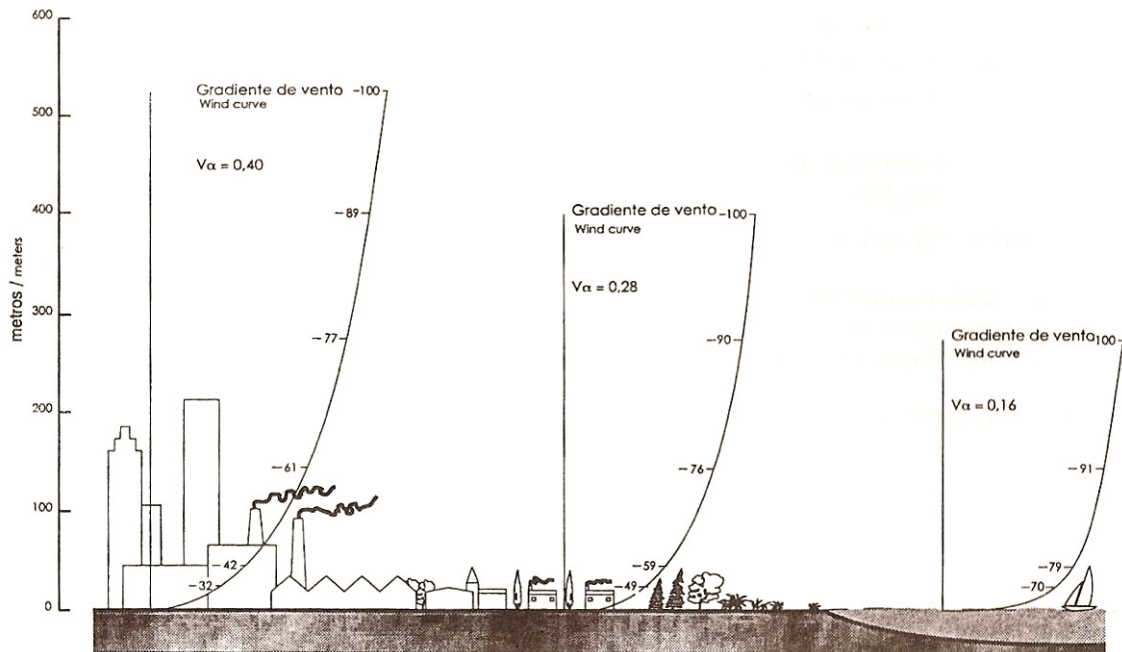


Figura 2.1 - Gradiente de vento

Fonte: MASCARÓ (2004)

No interior da cidade, o clima urbano também pode sofrer variações. A formação de diferentes microclimas dentro da cidade ocorre devido às diversas formas e materiais empregados no meio urbano e às atividades praticadas pelas pessoas.

A diferença de temperatura entre os centros urbanos e seu entorno, tem sido apontada como efeito denunciador das alterações climáticas produzidas no ambiente urbano. As modificações climáticas podem ser tais que as áreas urbanas, notadamente as maiores, resultem em verdadeiras “Ilhas de Calor” (LOMBARDO, 1985; SPIRN, 1995). É importante salientar que estas modificações variam de cidade para cidade, de acordo com as características do sítio, intensidade do uso do solo e com o próprio processo de urbanização.

As ilhas de calor acontecem quando, em algumas áreas da cidade, as temperaturas noturnas permanecem elevadas durante um longo período. Em muitas regiões metropolitanas as ilhas de calor podem ser visualizadas em mapas de temperaturas noturnas (LOMBARDO, 1985).

Alguns fatores responsáveis pela formação das ilhas de calor, independem da vontade humana, como por exemplo, a velocidade dos ventos sazonais; outros são causados pela ação antrópica no processo de urbanização, como a utilização de materiais como pedra, tijolo e asfalto. As altas temperaturas do ar e a concentração de poluição do ar agravam o

fenômeno, intensificando o aquecimento nas áreas de maior concentração e dificultando a dispersão do calor. Outros fatores são os índices de ocupação do solo; a grande concentração de edificações pode dificultar a passagem do vento no interior da cidade e, conseqüentemente, a dispersão do calor acumulado. (LOMBARDO, 1985; GIVONI, 1998; HERTZ, 1998; ROMERO, 2007).

A velocidade do vento é de grande importância para o controle das ilhas de calor. Uma brisa, por exemplo, pode deslocá-la a favor do vento e uma ventania pode dispersá-la inteiramente. No entanto, a velocidade do vento requerida para dispersar uma ilha de calor varia de cidade para cidade (SPIRN, 1995).

Conforme Assis (1990), as principais características do clima urbano consideradas prejudiciais, no caso das cidades tropicais, resultam em problemas como o aumento da temperatura do ar e umidade relativa, produzindo uma condição de *stress* bioclimático; aumento do consumo energético para o resfriamento artificial dos edifícios; aumento da incidência de tempestades sobre os centros urbanos, resultando grandes danos sociais e materiais; concentração da poluição do ar e diminuição da ventilação natural pelo aumento da rugosidade da superfície terrestre.

Dentro deste contexto, o conhecimento dos fatores climáticos, juntamente com as características do sítio, tais como topografia, vegetação, corpos d'água, morfologia entre outros é de fundamental importância para a elaboração de diretrizes urbanísticas que visem melhores condições climáticas nas cidades.

2.1.3 Condicionantes do Clima Urbano

Diversos fatores da estrutura da cidade influenciam no clima urbano. Conforme Givoni (1998) os principais elementos são: a localização da cidade na região, o tamanho da cidade, a densidade da área construída, o uso do solo urbano, altura das edificações, orientação e largura das ruas, os efeitos dos parques e diversas áreas verdes e materiais utilizados nas construções.

Romero (2007) propôs uma metodologia para concepção bioclimática do espaço público. Dentre as características do espaço urbano que foram inseridas na metodologia estão o tamanho, a densidade e a orientação do espaço construído na área urbana, as rugosidades aerodinâmicas, o anteparo das emissões de radiações de onda longa, as relações entre o tamanho dos edifícios e a distância existente entre eles e a distribuição dos edifícios altos entre os mais baixos.

A forma urbana exerce grande influência nas variáveis climáticas, devido à densidade das construções, disposição e tamanho dos edifícios, rugosidade, orientação das ruas e prédios, e da permeabilidade superficial do solo.

Conforme Serra (1987), a forma urbana é a disposição, no espaço, das várias partes do aglomerado urbano e o conjunto das relações espaciais que estas mantêm entre si e com o todo, diferenciando-se da forma arquitetônica pela escala, e pelo fato de ser a reunião de muitos objetos arquitetônicos.

As altas densidades de construções contribuem para o aumento de valores de temperatura do ar. Lombardo (1985), em sua pesquisa em São Paulo, observou que os mais altos valores de temperatura estão relacionados às maiores densidades de população. Ela verificou os maiores gradientes de temperatura nas áreas do centro da cidade, em áreas industriais e bairros operários com alto coeficiente de ocupação dos lotes, onde se encontram mais de trezentos habitantes por hectare.

Assis (1990), em seu estudo sobre o processo de verificação da ilha de calor que ocorreu em Belo Horizonte, MG, através de dados climáticos obtidos em estações meteorológicas, constatou que a tipologia da ocupação e as propriedades térmicas da superfície urbana produzem diretamente a variação de temperatura.

A disposição e o tamanho das edificações interferem na maior ou menor permeabilidade dos ventos entre elas. Os edifícios caracterizam os principais obstáculos para a circulação do vento nas cidades. As superfícies dos diferentes materiais que constituem esses edifícios acrescentam características rugosas à estrutura urbana, fazendo com que as massas de ar, ao se movimentarem, sofram atrito. Esse atrito pode reduzir a velocidade das massas de ar, quanto maior a rugosidade, menor será a velocidade; ou alterar a forma do deslocamento, que deixará de ser laminar para formar turbilhões de vento (ROMERO, 2007).

A circulação dos ventos no meio urbano sofre influência da orientação e continuidade das ruas e dos espaços livres. Em ruas com orientação paralela ao sentido do vento, ele tem sua velocidade aumentada, formando rajadas de vento; já em ruas orientadas perpendicularmente à sua direção, formam-se redemoinhos. No fundo de pátios e de outros espaços confinados ocorrem as calmarias (ROMERO, 1988).

O movimento do ar mantém sua direção até encontrar algum obstáculo ou rugosidade do terreno, mudando sua direção através de fluxos ascendentes e descendentes, rotacionais ou

não rotacionais, formando um movimento turbilhonar, conforme ilustra a figura 2.2. Esses fluxos, se corretamente utilizados, podem aumentar as trocas térmicas por convecção com as superfícies dos obstáculos e a atmosfera (MASCARÓ, 1991; SOUZA, 2006).

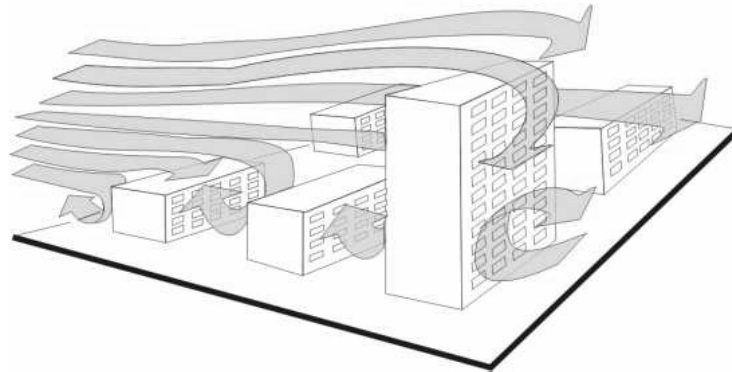


Figura 2.2 – Movimento turbilhonar do vento

Fonte: MASCARÓ (1991)

A insolação tem efeito fundamental na temperatura do ar e, conseqüentemente, na sua umidade relativa. O grau de insolação sobre as superfícies de um local é variável e define regimes específicos de termo-acumulação (MASCARÓ, 2004).

Nesse sentido, as condições térmicas urbanas podem relacionar-se com o fator de céu visível. Conforme Oke (1981, apud PEZZUTO, 2007), a configuração do céu é um índice que revela o quanto de céu disponível existe sobre determinado ponto da superfície terrestre para que se realizem as trocas de energia naquele ponto. O tamanho das edificações interfere nesse fator, quanto mais baixas as edificações e quanto maior o espaçamento entre elas, maior será a porção de céu visível. A figura 2.3 ilustra as relações de altura (H) e espaçamento entre as edificações (L) na determinação do fator de céu visível (Ψ).

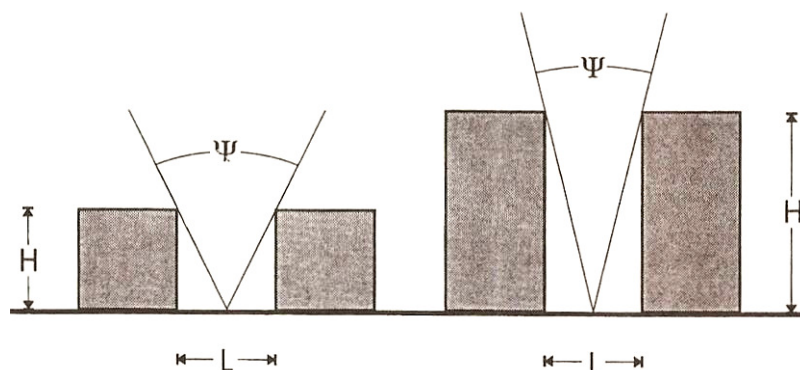


Figura 2.3 – Fator de céu visível

Fonte: MASCARÓ (2004)

A vegetação urbana, representada por espécies arbóreas, arbustivas e gramíneas, atua sobre os elementos climáticos em microclimas. Ela contribui para o controle da radiação solar, temperatura, umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e na amenização da poluição do ar. Esses fatores variam com o tipo de vegetação, seu porte, idade, período do ano e formas de associação dos vegetais.

A presença da vegetação nas áreas urbanas cria um microclima que difere daquele das áreas não plantadas. A vegetação tem menor capacidade calorífica e condutibilidade térmica que os materiais dos edifícios; ela também reduz a velocidade do vento e as flutuações próximas do solo. As folhas absorvem grande parte da radiação solar e podem filtrar a poeira e a contaminação do ar (ROMERO, 1988; MASCARÓ; MASCARÓ, 2002).

A taxa de evaporação é muito maior nas áreas verdes que nas áreas sem vegetação. Como resultado da evapotranspiração, o ar próximo do solo nas áreas verdes é mais frio do que nas áreas construídas.

A pavimentação e o tipo de revestimento do solo também exercem influência no clima urbano. Eles atuam nas condições climáticas locais em relação à permeabilidade do solo urbano e recebem influência das propriedades dos materiais utilizados.

O solo das áreas urbanas possui grande porção de área impermeável, o que pode causar, nesses locais, o aumento da temperatura do ar, redução da umidade do ar, diminuição da evaporação e o acúmulo da radiação térmica no solo (MASCARÓ, 2004).

A área de superfície pavimentada da cidade, por passeios, ruas e avenidas, e as áreas construídas, ocupadas por edificações, são determinantes na permeabilidade do solo urbano. As cidades com grande área impermeável sofrem com o alagamento das ruas em períodos chuvosos. A permeabilidade do solo minimiza essa questão de acúmulos de água pluvial e contribui para o déficit de absorção para o lençol freático.

As características dos materiais utilizados na pavimentação urbana, associados à impermeabilidade do solo, contribuem para o aumento da temperatura nos centros urbanos. Diversos desses materiais absorvem grande parte da radiação solar e emitem calor para o ambiente externo, esses valores de absorção são bem mais altos quando comparados com uma superfície gramada ou com o solo sem revestimento, como ilustra a figura 2.4. Conforme Romero (2007), a temperatura sobre uma superfície de grama em dias de Sol é menor entre 5 e 7°C se comparada ao piso construído (figura 2.5).

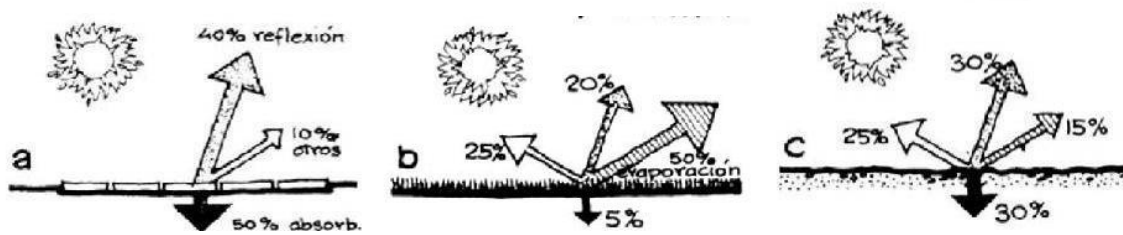


Figura 2.4 – Porcentagens da absorção e reflexão da radiação no solo pavimentado (a), solo gramado (b) e no terreno natural (c)

Fonte: KONYA(1981) apud PALHARES (2005)

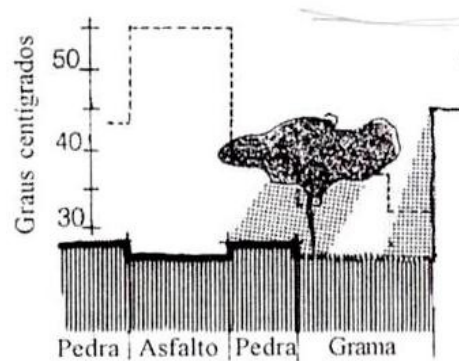


Figura 2.5 - Radiação solar incidente transformada em calor

Fonte: ROMERO (2007)

Os materiais utilizados na construção das áreas urbanas possuem diferentes propriedades radioativas que influenciam na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para a atmosfera. As características desses materiais são expressas principalmente pela sua capacidade de armazenar calor, pela absorvidade da radiação solar e pelo albedo.

Conforme Romero (2007), a característica mais importante para o controle dos materiais é seu comportamento ao conduzir o calor: quanto maior a capacidade de conservação do calor, maior será a troca de temperatura propagada através do material. Essa propriedade de conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo é representada pelo coeficiente de condutibilidade térmica e depende da densidade do material.

A absorvidade de um material é a parcela absorvida por ele pela radiação incidente. Essa radiação absorvida é transformada em energia e devolvida ao ambiente externo através das trocas térmicas de calor. (GIVONI, 1998). Os materiais de construção são seletivos à radiação solar e a principal determinante desta característica é a sua cor superficial. Materiais com cores mais claras absorvem menor quantidade da radiação solar que os com cores mais escuras, conforme ilustra a tabela 2.2. Se a absorvidade de um material for

0,6, por exemplo, significa que 60% da energia incidente será absorvida e 40% será refletida (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Tabela 2.2 – Asortividade em função da cor
Fonte: LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA (1997)

| Cores | α |
|------------------|----------------------------|
| Escuras | 0,7 a 0,9 |
| Médias (tijolos) | 0,5 a 0,7 |
| Claras | 0,2 a 0,5 |

O albedo é a unidade em porcentagem utilizada para indicar quanto da radiação solar recebida por alguma superfície será refletida. Os albedos dos materiais mais utilizados nas construções do meio urbano são, normalmente, menores que os das superfícies rurais. O concreto, por exemplo, encontrado nas edificações urbanas, apresenta valor de albedo entre 10 e 35%, dependendo da sua composição, isso corresponde a dizer que ele reflete no máximo 35%. O restante da radiação é absorvido pela superfície do material e emitido ao exterior em forma de onda longa. A tabela 2.3 apresenta o albedo de alguns materiais (MASCARÓ, 2004; ROMERO, 2007).

Tabela 2.3 – Albedo dos materiais
Fonte: adaptado de MASCARÓ (2004)

| Superfície | Albedo (%) |
|-------------------|-------------------|
| Asfalto | 5-20 |
| Concreto | 10-35 |
| Tijolo | 20-40 |
| Pedra | 20-35 |
| Madeira | 40 |
| Areia Seca | 18-30 |
| Campos Verdes | 3-15 |

Esses diversos componentes da forma urbana que influenciam no clima e interagem com o homem, através das trocas de calor, devem ser considerados nas adaptações requeridas no espaço.

2.2 CONFORTO TÉRMICO

O homem é um ser homeotérmico, ou seja, tende a manter, dentro de certos limites, a temperatura interna do organismo, relativamente constante independente das condições climáticas (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

O organismo promove a queima das calorias existentes nos alimentos com o uso do oxigênio, transformando-as em energia e, assim, gerando o calor interno do corpo. As trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem para que parte desse calor seja liberada em quantidade suficiente para que a temperatura interna do organismo se mantenha na ordem de 37°C. Esse processo de trocas de energia que o homem efetua com o meio para a realização de seus processos vitais é conhecido como metabolismo (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997; FROTA; SCHIFER, 2001).

Conforme Ruas (2002), o corpo humano é um sistema termodinâmico que produz calor e interage continuamente com o ambiente para obter o balanço térmico essencial à vida. Para isso, existe uma constante troca de calor entre o corpo e o meio. Essas trocas são regidas pelas leis da física e influenciadas por mecanismos de adaptação fisiológica, por condições ambientais e fatores individuais. A sensação de conforto térmico está relacionada ao esforço realizado pelo organismo para manter o balanço térmico.

A norma da ISO 7730 (1994) define conforto térmico como sendo “... aquele estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico”. Se a relação de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nula e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico.

As trocas térmicas relacionadas ao corpo humano podem acontecer por condução, radiação e convecção (trocas secas), ou por evaporação (troca úmida), sendo que o fluxo de energia térmica ocorre sempre do corpo de maior temperatura para o de menor (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Segundo García (1985), o conforto térmico consiste no conjunto de condições em que os mecanismos termorreguladores, que possuem a finalidade de manter a temperatura interna do corpo constante, são mínimos, ou ainda, na zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas manifeste se sentir satisfeito com o meio.

Assim, o equilíbrio térmico é condição necessária para que seja experimentada a sensação de conforto térmico. Para que o corpo esteja em equilíbrio térmico, é necessário que a

quantidade de calor recebida do ambiente, somada a quantidade de calor ganho através do metabolismo seja igual à quantidade de calor cedida ao ambiente, conforme a “Equação 2.1”.

$$C_{MET} + C_{CONV} + C_{RAD} - C_{EV} = \pm Q \quad (\text{Eq. 2.1})$$

onde:

“ C_{MET} ” é a parcela da energia metabólica transformada em calor [W/m^2],

“ C_{CON} ” é o calor trocado por convecção [W/m^2],

“ C_{RAD} ” é o calor trocado por radiação [W/m^2],

“ C_{EV} ” é o calor perdido por evaporação do suor [W/m^2],

“ Q ” é calor trocado pelo corpo [W/m^2].

Segundo Corbella e Yannas (2003), a sensação de conforto térmico não depende só da temperatura, mas também têm relação com outros parâmetros, como a umidade, a radiação infravermelha de onda longa (dos elementos aquecidos vizinhos à pessoa), o movimento do ar, a radiação solar e aspectos pessoais.

Além de manifestações climáticas, o conforto térmico também dependente de variáveis do tipo sexo, idade, biótipo, hábitos alimentares, vestimenta e atividade, sendo, portanto, subjetivo (CASTRO, 1999).

Conforme Schmid (2005), “a neutralidade térmica é um ideal de comodidade, e também de adequação” resultante de uma equação que envolve dois grupos de parâmetros: os fatores de frio e os fatores de calor; no entanto, nenhum desses fatores são exclusividades do mundo físico, nem do conforto corporal ou ambiental, eles também têm significados nos contextos, sócio-cultural e psico-espiritual.

Diversas variáveis influenciam os processos de troca de calor do corpo com o meio ambiente, e conseqüentemente influenciam no sistema termorregulador, bem como na sensação de conforto térmico.

Dois grupos de variáveis exercem maior influência no conforto térmico: as de natureza ambiental e as de natureza pessoal. As variáveis de natureza ambiental são: a temperatura do ar, a temperatura radiante média, a umidade relativa do ar e a velocidade do ar. As variáveis de natureza pessoal são: o tipo de atividade física realizada (metabolismo) e o

tipo de vestimenta (isolamento térmico) (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997; RUAS, 2002).

2.2.1 Variáveis ambientais

Temperatura do ar

A temperatura é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para a outra. O fluxo de calor desloca-se do corpo com maior temperatura para o corpo com temperatura mais baixa. Esta condição de deslocamento de calor está baseada na tendência dos corpos em manter a estabilidade ou equilíbrio térmico (CASTRO, 1999). A temperatura do ar é normalmente medida através de termômetros.

A variação de temperatura na superfície terrestre resulta, basicamente, dos fluxos das grandes massas de ar e da diferente percepção da radiação do Sol de um local para outro. Quando a velocidade dos fluxos de ar é pequena, a temperatura é conseqüência, na sua maior parte, do ganho térmico solar do local. A radiação solar que atinge a superfície terrestre, nestes casos, é recebida de forma distinta, em conseqüência do tipo de solo e de vegetação, da topografia e da altitude do local. Quando a velocidade do ar é alta, a influência dos fatores locais na temperatura do ar é bem menor (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

A distribuição da temperatura do globo recebe grande influência da radiação solar. Frota e Schiffer (2001) definem a radiação solar como sendo "...uma energia eletromagnética, de onda curta, que atinge a Terra após ser parcialmente absorvida pela atmosfera".

As quantidades de radiação variam em função da latitude, da época do ano e do período do dia. A latitude de uma região determina o ângulo de incidência dos raios solares com relação ao plano do horizonte do local. Quanto maior a latitude de um local, menor será a quantidade de radiação solar recebida e, assim, as temperaturas do ar menos elevadas (FROTA; SCHIFFER, 2001).

As quantidades de radiação também influenciam no padrão da temperatura sobre a superfície em função da época do ano. Na região dos Trópicos, a tendência é de uma maior uniformidade térmica, com temperaturas mais elevadas no verão, quando a insolação é maior e, no inverno, quando a recepção da insolação é mais baixa, conseqüentemente, as temperaturas são mais baixas.

De acordo com o período do dia, a temperatura varia como resultado do aquecimento da superfície em função do ângulo de incidência da radiação. Assim, as temperaturas no início da manhã e no final da tarde são menores que no meio do dia (AYOADE, 1998).

Conforme Lamberts, Dutra e Pereira (1997), nas áreas construídas, a radiação solar é um dos mais importantes contribuintes para o ganho térmico. A radiação solar de onda curta (variável macroclimática) emitida pelo Sol e refletida pelo entorno depende das características da superfície refletora, ou seja, do albedo. Quanto maior o albedo, maior a capacidade da superfície de refletir a radiação. Após receber a radiação solar, o solo se aquece e em seguida, emite radiação térmica de onda longa.

Corbella e Yannas (2003) explicam que a radiação quando atinge uma superfície, transforma-se em parte numa fonte de calor, aumentando imediatamente a temperatura do ar que está em contato com elas e levando ao desconforto, principalmente, as pessoas expostas diretamente aos raios solares. Nas regiões de clima tropical, a principal causa de desconforto térmico é o ganho de calor produzido pela absorção da energia solar que atinge as superfícies dos ambientes construídos.

Rivero (1985 apud CAVALCANTE, 2007), como parâmetros de conforto térmico para regiões de clima quente e úmido, classificou os limites de conforto a partir da temperatura do ar como: ótimo para ambientes com temperatura do ar entre 23°C e 25 °C; levemente quente para temperatura do ar entre 25°C e 28°C; quente para a temperatura do ar entre 28°C e 31°C, com o início de desconforto; e muito quente para a temperatura entre 31°C e 35°C, limite no qual o ambiente já está muito desconfortável.

Cabe ressaltar, que para uma mesma temperatura, a sensação de conforto térmico pode ser diferente em função de variáveis como o vento e a umidade local e, também, que as temperaturas nas quais se verificará uma sensação de conforto variam de acordo com os indivíduos que, por sua vez, estão adaptados a determinado clima.

Temperatura radiante média

A temperatura radiante média (T_r) pode ser definida como a temperatura superficial uniforme de um ambiente imaginário constituído por superfícies negras, com a qual uma pessoa troca a mesma quantidade de calor por radiação que aquela trocada com o ambiente real não uniforme (BARTHOLOMEI, 2003).

A temperatura radiante média de um ambiente em relação a uma pessoa é determinada utilizando-se valores de temperatura do ar (temperatura ambiente), velocidade do ar e temperatura de globo.

A temperatura de globo é medida utilizando-se um termômetro de globo. Ele consiste em um globo negro, em cujo centro é colocado um sensor de temperatura do tipo bulbo de mercúrio. O globo deve ter diâmetro padrão de 15 cm e a superfície pintada de preto ou cobertura eletroquímica negra (LAMBERTS; XAVIER, 2002).

Segundo Bartholomei (2003), o princípio do cálculo da temperatura radiante média é que, estando o globo em equilíbrio térmico com o ambiente, o calor trocado por radiação entre o globo e as superfícies próximas é igual ao calor trocado por convecção entre o globo e o ar. A temperatura do ar, confinado no globo é aproximadamente igual à temperatura da superfície do globo. Assim, conhecendo-se a temperatura superficial do globo é possível determinar a temperatura radiante média.

A temperatura radiante média pode ser calculada através de duas fórmulas, uma de convecção natural, conforme a “Equação 2.2” e outra de convecção forçada, conforme a “Equação 2.3”.

$$Trm = [(t_g + 273)^4 + 0,4 \cdot 10^8 |t_g - t_a|^{1/4} \cdot (t_g - t_a)]^{1/4} - 273 \quad (\text{Eq. 2.2})$$

$$Trm = [(t_g + 273)^4 + 2,5 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6} \cdot (t_g - t_a)]^{1/4} - 273 \quad (\text{Eq. 2.3})$$

onde:

“Trm” é a temperatura radiante média [°C],

“t_g” é a temperatura do termômetro de globo [°C],

“t_a” é a temperatura ambiente [°C],

“v_a” é a velocidade do ar [m/s].

Umidade relativa do ar

Numa determinada temperatura, a umidade relativa do ar, é a razão entre o número de gramas de vapor d'água existente em 1m³ de ar e a quantidade máxima de gramas de vapor d'água que 1 m³ pode conter, quando está saturado (FROTA; SCHIFFER, 2001).

A umidade relativa do ar resulta da evaporação da água contida nos mares, rios, lagos e na terra, bem como da evapotranspiração dos vegetais. O ar à determinada temperatura pode conter certa quantidade de água. Quanto maior a temperatura do ar, menor sua densidade e, assim, maior quantidade de água poderá conter. A umidade relativa do ar tende a aumentar quando há diminuição da temperatura e a diminuir quando há aumento da temperatura (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Conforme Frota e Schiffer (2001), a amplitude diária da temperatura é influenciada pela diferenciação do grau de umidade relativa do ar, o que equivale a dizer que quanto mais seco for o clima, mais acentuadas serão suas temperaturas máximas e mínimas.

As partículas de água em suspensão, além de se aquecerem pela radiação solar que recebem, também funcionam, de dia, como barreira à radiação solar e como barreira ao calor dissipado pelo solo durante a noite. Assim, no período diurno, em áreas mais úmidas, o solo recebe menos radiação solar que o solo em clima mais seco. No período noturno, as partículas de água que acumulam calor durante o dia devolvem parte do calor para o solo e parte para atmosfera, aumentando a temperatura do ar e diminuindo a amplitude térmica entre o período diurno e noturno.

A umidade do ar atua diretamente na capacidade da pele de evaporar o suor. A baixa umidade do ar permite que este absorva a umidade da pele mais rapidamente, resfriando-a num menor tempo. Em altas umidades relativas há mais dificuldades em evaporar o suor, aumentando a sensação de desconforto térmico. Conforme Lamberts e Xavier (2002), para o conforto térmico, a umidade relativa do ar entre 30% e 70%, é considerada satisfatória.

Para uma mesma temperatura, a umidade do ar exerce influência na sensação de conforto térmico. A Tabela 2.4 mostra a sensação térmica do corpo humano em função de diferentes valores de temperatura e umidade relativa do ar. Observa-se que quanto mais elevado for o valor da umidade, maior será sensação térmica.

Tabela 2.4 – Sensação térmica do organismo humano em função da umidade relativa**Fonte: GARCIA (1985)**

| Temperatura (°C) | Umidade relativa (%) | | | | | |
|---------------------|----------------------|------|------|------|------|------|
| | 30 | 50 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 20 | 20 | 21,1 | 22,2 | 22,8 | 23,4 | 23,9 |
| 25 | 25 | 26,7 | 27,8 | 28,9 | 30,0 | 31,1 |
| 30 | 30 | 32,2 | 35,0 | 37,2 | 37,8 | 39,4 |
| 35 | 35 | 38,8 | 42,2 | 44,4 | 46,7 | 48,9 |
| 40 | 40 | 45,0 | 50,0 | --- | --- | --- |

Velocidade do ar

As diferenças de temperatura entre as massas de ar, que provoca o seu deslocamento da área de maior pressão, ar mais frio e pesado, para a área de menor pressão, causam em uma região climática, variações significativas de direção e de velocidade do movimento do ar (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Conforme Mascaró (2004), a ação do vento, à medida que aumenta a taxa de troca de calor com o exterior, é sentida pelas pessoas como força e como velocidade. Um critério de conforto para pedestres foi desenvolvido tomando como base a velocidade média do ar em 10 minutos a 2 metros do chão, como mostra a tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Critério de conforto em função da velocidade média do ar**Fonte: MASCARÓ (2004)**

| Velocidade do ar | Sensação |
|------------------|------------------------------------|
| 5 m/s | Início do desconforto |
| 10 m/s | Claramente desconfortável |
| 15 m/s | Controle do caminhar afetado |
| 20 m/s | Perigoso para pessoas mais frágeis |

A escala de Beaufort (tabela 2.6) define critérios de conforto e segurança (PENWARDEN; WISE, 1975 apud MASCARÓ 2004). Ela é muito útil, principalmente, por tratar-se de uma escala de forças associada à descrição dos efeitos dos ventos sobre as pessoas.

Tabela 2.6 – Escala de Beaufort

Fonte: PENWARDEN; WISE (1975) apud MASCARÓ (2004)

| Beaufort número | Descrição do número | 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 dos ventos sentidos 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 |
| 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 pelas rajadas |

2.2.2 Variáveis pessoais

Atividade física

A atividade física executada está diretamente relacionada à taxa de metabolismo: quanto maior a atividade física, maior será o calor gerado por metabolismo. Através do processo metabólico o homem produz a energia que é consumida na manutenção das funções vitais e na realização de atividade muscular. O restante dessa produção de energia é liberado na forma de calor, para manter o organismo em equilíbrio (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

O calor gerado por metabolismo é denominado calor metabólico e sua unidade é o met: $1 \text{ met} = 58,2 \text{ Wm}^{-2}$ ou $50 \text{ Kcal m}^{-2}\text{h}^{-1}$. Ele representa a energia produzida no tempo por unidade de área superficial do corpo. Qualquer atividade física exercida pelo indivíduo requer perda de calor. Na tabela 2.7 são apresentados os valores de metabolismo para algumas atividades físicas.

Tabela 2.7 – Calor cedido ao ambiente conforme atividades físicas**Fonte: ISO 7730 (1994)**

| Atividade | Metabolismo (Met) |
|--|--------------------------|
| Reclinado | 0,8 |
| Sentado, quieto | 1,0 |
| Em pé, sem esforço | 1,2 |
| Atividade sedentária (escritório, escola, laboratório) | 1,2 |
| Atividade em pé (shopping, laboratório, indústria) | 1,6 |
| Atividade média (trabalho pesado) | 2,8 |

Vestimenta

A vestimenta, devido à sua resistência térmica, é de grande importância na sensação de conforto térmico. A pele troca calor por condução, convecção e radiação com a roupa, que por sua vez troca calor com o ar por convecção e com outras superfícies por radiação. A vestimenta também diminui o processo de evaporação do suor num grau que varia conforme a permeabilidade da roupa ao vapor d'água. (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

A resistência térmica da roupa é inversamente proporcional às suas trocas de calor com o meio, ou seja, quanto maior a sua resistência térmica, menor serão suas trocas de calor com o meio. A resistência térmica das roupas depende do tipo de tecido, fibra, do ajuste do corpo, entre outros. O isolamento térmico da vestimenta (I_{clo}) é medido em “clo”, do inglês *clothing*. A unidade “clo” equivale a $0,155m^2CW^{-1}$. A tabela 2.8 mostra alguns valores de I_{clo} para diferentes tipos de vestimenta.

Tabela 2.8 – Isolamento térmico de itens do vestiário

Fonte: ISO 7730 (1994)

| Peça de roupa | Isolamento térmico (clo) | Peça de roupa | Isolamento térmico (clo) |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| <i>Roupa de baixo</i> | | <i>calças</i> | |
| Calcinha, cueca | 0,03 | shorts | 0,06 |
| Camiseta sem manga | 0,04 | leve | 0,20 |
| Camiseta manga curta | 0,09 | normal | 0,25 |
| <i>Camisa-blusa</i> | | <i>Vestido-saia</i> | |
| Mangas curtas | 0,15 | Saia leve (verão) | 0,15 |
| Normal, mangas longas | 0,20 | Saia pesada (inverno) | 0,25 |
| Blusa leve, mangas longas | 0,15 | Vestido leve, mangas curtas | 0,20 |
| Camisa de flanela, magas longas | 0,30 | | |
| <i>sueter</i> | 0,12 | <i>Paletó</i> | |
| Colete sem manga | 0,12 | Paletó leve (verão) | 0,25 |
| Sueter leve | 0,20 | jaqueta | 0,55 |
| Suéter pesado | 0,35 | casaco | 0,60 |
| <i>Diversos</i> | | <i>Diversos</i> | |
| Meias | 0,02 | Sapato (sola fina) | 0,02 |
| Meias femininas de nylon | 0,03 | Sapatos (sola grossa) | 0,04 |

2.3 ESPAÇOS LIVRES

2.3.1 Conceitos

A definição de conceitos e categorias em relação aos aspectos urbanos, nem sempre é uma tarefa fácil. Isso se deve às profundas transformações ocorridas nas concepções do urbanismo, o que causa muitas vezes interpretações contraditórias. Por isso a necessidade em expor alguns conceitos e classificações a fim de situar o objeto de estudo a ser avaliado.

Segundo Cavalheiro e Del Picchia (1992), as cidades, do ponto de vista físico, constituem-se de espaços de integração urbana (rede rodo-feroviária), espaços com construções (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas) e espaços livres de construção (parques, praças, águas superficiais).

Para Robba e Macedo (2002), pode-se definir espaço livre como todo espaço não ocupado por edificações, podendo ele ser público ou privado. Os espaços livres privados são

relacionados com jardins particulares de residências ou outros estabelecimentos privados, e os espaços livres públicos são os locais de livre acesso a todas as pessoas, sem custo.

Um termo comumente utilizado e traduzido do inglês é “open space”, que para Cavalheiro e Del Pichia (1992) tem sido erroneamente traduzido, em português ao pé da letra, para “espaço aberto”. Isso porque nos textos originais, o termo “open space” pode sugerir tanto espaço não construído como também espaço para recreação.

Lima et al. (1994) estabeleceram uma proposta de conceituação dos termos técnicos: espaço livre, área verde, parque urbano, praça e arborização urbana, tendo em vista a polêmica existente no entendimento desses termos. Na pesquisa realizada por eles, o conceito “espaço livre” é o mais abrangente, integrando os demais e contrapondo-se ao espaço construído, em áreas urbanas. A função do espaço livre deve satisfazer três objetivos principais: ecológicos, estético e de lazer. Conforme a classificação proposta por eles, entre os espaços livres, tem-se:

✓ *Área Verde*: onde há predomínio de vegetação arbórea, engloba as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Conceituam-se também como área verde, os canteiros centrais e trevos de vias públicas, que tem apenas funções estética e ecológica. As árvores que acompanham o leito das vias públicas, no entanto, não devem ser consideradas como tal. Como todo espaço livre, as áreas verdes também devem ser hierarquizadas, segundo sua tipologia (privadas, potencialmente coletivas e públicas) e categorias.

✓ *Parque Urbano*: é uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, entretanto com uma extensão maior que as chamadas praças e jardins públicos.

✓ *Praça*: como área verde, tem a função principal de lazer. Uma praça pode não ser uma área verde, quando não possui vegetação e é impermeabilizada; no caso de ter vegetação é, também, considerada jardim.

✓ *Arborização Urbana*: refere-se aos elementos vegetais de porte arbóreo, dentro da cidade, tais como árvores e outras. As árvores plantadas em calçadas fazem parte da Arborização Urbana, porém, não integram o Sistema de Áreas Verdes.

Lima et al. (1994) sugerem que outros termos como “área aberta” e “área livre” sejam evitados devido à imprecisão na sua aplicação, uma vez que, ao referir-se a área relaciona-se, apenas, as dimensões largura e comprimento, utilizadas no planejamento. Da utilização

do termo “espaço”, por sua vez, depreende-se uma terceira dimensão, quando se trabalha com o real.

2.3.2 Praças: usos e funções

O termo praça implica inúmeras definições, tanto por parte do poder público, quanto de pesquisadores e técnicos, tendo em vista a variedade de idéias dos diversos pesquisadores. No entanto, o fato de constituir um espaço público é um ponto comum entre os que tentam conceituá-la.

A praça pode ser definida como espaço livre urbano de uso público, que pode ou não ser uma área verde, e é destinada ao lazer e ao convívio. Segundo classificação descrita em Harder (2002), possuem dimensões, em geral, entre 100m² e 10 hectares. Como espaço livre público, ela tem grande importância na formação do espaço urbano, tendo em vista seus valores sociais, simbólicos e ambientais.

Robba e Macedo (2002) definem praça como sendo “espaços livres públicos urbanos destinados ao lazer e ao convívio da população, acessíveis aos cidadãos e livres de veículos”.

Atribuir à praça a denominação de um espaço público é reconhecê-la como uma categoria entre os diversos espaços livres urbanos como parques, áreas verdes e áreas de lazer e, ao mesmo tempo, reafirmá-la como espaço ancestral onde se mesclam usos e grupos sociais diferenciados.

Romero (2007) caracteriza os espaços públicos exteriores urbanos como espaços essenciais à cidade, que conferem, freqüentemente, as formas, relevos e características dos espaços construídos. Relata ainda, que são elementos fundamentais da paisagem urbana, pois constituem os espaços da vida, permitindo perceber a cidade.

A praça é um elemento morfológico das cidades ocidentais e tem seu embrião na ágora ateniense, local destinado a reuniões e discussões políticas, ponto de encontro comunal e concentração do mercado. Ela assume diversos papéis e formas ao longo do tempo, como largo de agrupamento dos principais edifícios da cidade, local de comércio e mercado, adro da igreja, centro de discussões e debates políticos, lugar de espetáculos e encenações culturais, e, fundamentalmente, espaço público de sociabilização (MUNFORD, 1982).

Conforme Bartalini (2005), as praças nasceram de diversas necessidades, entre as quais, de espaço para abrigar as atividades de troca e para a tomada de decisões coletivas; de

endereço para os encontros, para as festividades; de um símbolo para a comunidade, e de um “centro” facilmente acessível para a realização das mais variadas funções.

A praça é síntese da cultura urbana de uma comunidade e se constitui num legado pleno de ensinamentos. Para Casé (2000), ela exerce a insubstituível função aglutinadora do encontro e da convivência, sendo que algumas praças, observadas como monumentos consagrados, guardam no seu bojo a magnitude de tempos e de povos. O autor faz referências à Praça San Marco, em Veneza, à Praça Mayor, em Madri e à praça Vermelha, em Moscou. Da mesma forma, no Brasil, são referências as praças da Sé, em São Paulo e a, dos Três Poderes, em Brasília. A figura 2.6 ilustra a Praça San Marco e a Praça da Sé.



Figura 2.6 – Praça San Marco, em Veneza, e Praça da Sé em São Paulo, respectivamente

Fonte: disponível em <<http://www.terracams.com.br>>

Sitte (1992), propondo o estudo das cidades antigas para obtenção de efeitos artísticos nas composições urbanas, defende que por menor que fosse uma cidade, ela se orgulharia de uma bela praça se todos os edifícios importantes estivessem ali reunidos valorizando um ao outro. Unwin (1984) também sugere a importância das praças no agrupamento dos edifícios públicos, bem como seu uso e de áreas verdes para a identificação de centros primários e centros secundários.

Para Lamas (1993), enquanto a rua e o traçado são locais de circulação, “a praça é o lugar intencional do encontro, da permanência, dos acontecimentos, de práticas sociais, de manifestações de vida urbana e comunitária e de prestígio, e, conseqüentemente, de funções estruturantes e arquiteturas significativas”. Para ele, a praça na cidade tradicional implica na relação do vazio, como espaço de permanência, com os edifícios, que por sua vez, definem seus limites e caracterizam-na, organizando o cenário urbano.

As praças brasileiras surgiram no entorno das igrejas e constituíram os primeiros espaços livres públicos urbanos. Elas atraíam as residências mais luxuosas, os prédios públicos

mais importantes e o principal comércio, além de servir como local de convivência para a comunidade (GOMES, 2007).

Para Marx (1980), a praça, logradouro público por excelência, surgiu no Brasil de maneira marcante e típica, diante de capelas ou igrejas, de conventos ou irmandades religiosas. Ela destacava na paisagem urbana os estabelecimentos de prestígio social, realçava-lhes e acolhia seus frequentadores.

A função da praça sofreu alterações ao longo da história. Para De Angelis (2000), sua função rica de significado na Antiguidade passou, até sua conformação atual, por um estreitamento. Esse estreitamento ocorreu simultaneamente à associação do processo de globalização com as estruturas logísticas de mercado, a troca de informações e a informatização.

Conforme Ferrara (1993), a praça, a avenida enquanto expressões públicas da cidade, foram substituídas por dimensões urbanas mais íntimas, onde demarca-se claramente o espaço individual separando-o do coletivo. Nessa nova expressão urbana, o público e o privado colidem, prevalecendo o segundo sobre o primeiro, na medida em que, agora, os espaços coletivos urbanos, como as praças, cedem lugar à habitação como espaço urbano da intimidade, espaço protegido por grades e muros.

Para requalificar os espaços públicos, bem como as praças, devem-se relacioná-los com o contexto urbano em que estes se inserem, analisando as mudanças culturais e da vida urbana promovidas individualmente e em grupo, já que são essas mesmas mudanças que produzem novas necessidades e novos espaços. Serdoura e Silva (2006) defendem a necessidade de incentivar processos de planejamento do espaço público no sentido de oferecer a cidade a todos.

Conforme Geh e Gemzoe (2002), nos espaços públicos deteriorados, a maioria das atividades sociais e recreativas desaparecem completamente, deixando apenas vestígios das atividades de pedestres mais necessárias e utilitárias. As pessoas caminham neles por necessidade e não porque o desejam. Já os espaços públicos que oferecem mais qualidades que desvantagens proporcionam um vasto espectro de atividades urbanas. Rotas atrativas para caminhar e lugares de parada encorajam o tráfego a pé, o qual, por sua vez, promove atividades sociais e recreativas.

2.3.3 Valores ambientais das praças

Além dos valores funcionais, simbólicos e culturais, a praça enquanto espaço-verde e elemento constituinte da paisagem urbana, também é de grande importância quando relacionada aos valores ambientais. Por qualidade ambiental urbana, entende-se o conjunto de condições materiais, sociais e psicológicas que maximizam o bem-estar humano.

A importância das áreas verdes para o espaço urbano tem despertado a atenção não só de pesquisadores, mas da população como um todo, pois a presença significativa de vegetação na cidade minimiza os impactos causados pelo crescimento desordenado da cidade.

Os valores ambientais das praças, enquanto áreas verdes, estão relacionados ao controle de elementos climáticos, como radiação solar, precipitações, ventilação, e a fatores causados pela interferência antrópica no meio ambiente natural, como a poluição e a sensação de desconforto térmico.

A presença de áreas predominantemente vegetadas exerce influência direta no microclima urbano e, como consequência, na sensação térmica. As áreas verdes promovem o controle da temperatura e da umidade, pela evapotranspiração e pelo sombreamento. A vegetação arbórea, presente nas praças, colabora no sombreamento, atenuando grande parte da radiação incidente. Também, as superfícies vegetadas não absorvem, nem irradiam tanto calor quanto os pisos processados presente nas cidades, como asfalto, cimentados ou blocos de concreto (LOMBARDO, 1985; ROMERO, 2007).

As praças também atuam na melhoria da ventilação e na aeração urbana, enquanto espaço livre, permitindo a circulação de ar e facilitando a dispersão dos poluentes. A presença de maciços arbóreos nas praças contribui ainda, mesmo que de forma modesta, para a minimização dos ruídos urbanos (MASCARÓ; MASCARÓ, 2002).

Em um estudo realizado por Lisot, Valques e Soares (2006), foi avaliado o desempenho de massas arbóreas na atenuação do ruído urbano adotando como objeto de estudo uma área densamente arborizada localizada na área central da cidade de Maringá, Paraná, Brasil. Constatou-se no estudo, que em média, tem-se uma atenuação de 9,4 dB (Decibels) a cada trinta metros, o que se deve à massa arbórea de densidade média de 0,6 árvores/m² e à distância da fonte.

Segundo Bolund e Hunhammar (1999), os espaços-verdes urbanos, decorrente das várias qualidades ambientais que exercem no meio, são importantes para a diminuição do estresse urbano. Estudos mostraram que quando pessoas são expostas ao meio natural, o nível de

estresse diminui rapidamente, seja através da exposição direta a esses espaços, utilizando-os como espaços de recreação, ou apenas a apreciação visual.

Todos esses aspectos influenciam diretamente na qualidade de vida urbana, ressaltando, a importância dos espaços verdes para a cidade. Eles representam uma aproximação maior das condições ambientais normais em relação ao meio urbano que apresenta, entre outras características, temperaturas mais elevadas, particularmente, nas áreas de elevados índices de construção e desprovidas de cobertura vegetal. Dessa forma, esses espaços também podem atuar nas cidades como reestruturadores da paisagem urbana.

2.4 CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS LIVRES

Diversas pesquisas têm sido realizadas nos últimos anos com o objetivo de se conhecer melhor o conforto térmico dos ambientes externos. Esses estudos, feitos sob diferentes enfoques, afirmam a importância dos espaços livres para as cidades, bem como na necessidade de estudar seu desempenho, já que este, notavelmente, interfere na sua utilização.

As pesquisas de conforto térmico em ambientes externos são mais complexas que aquelas que envolvem os ambientes internos, principalmente, porque fatores como a velocidade do vento e a radiação solar incidente não podem ser diretamente controlados.

No ambiente urbano, o conforto térmico vem sendo ameaçado pelas alterações climáticas decorrentes das mudanças das características térmicas da superfície, das taxas de evapotranspiração e novos padrões de circulação do ar, impermeabilização do solo, ausência de vegetação, presença e atividades do homem. Conforme Mendonça e Assis (2003) “o estudo sobre o conforto térmico urbano é um importante indicador do impacto da ocupação humana na alteração do clima local”.

Olgay (1963), através de um estudo regional dos elementos do clima, desenvolveu um método no qual define as condições de conforto térmico para a localização e construção de assentamentos, conjuntos habitacionais e casas. Sua concepção, esquematizada em um diagrama bioclimático, integra clima, biologia, tecnologia e arquitetura.

Givoni (1989) estudou a relação entre o homem, o clima e a arquitetura, destacando os elementos climáticos de temperatura do ar, umidade do ar, radiação solar, ventos, condensação e precipitações. Ele analisou os elementos de troca de calor entre o homem e o ambiente, conforme suas respostas fisiológicas e sensoriais. Baseado no método de

Olgay, ele produziu uma carta bioclimática para o Brasil, importante para se desenvolver estratégias bioclimáticas a serem adotadas em projetos.

Vários estudos de conforto térmico utilizam como base a metodologia desenvolvida por Fanger (1970), do Voto Médio Predito (PMV) e Porcentagem de Pessoas Insatisfeitos (PPD). Fanger (1970) elaborou uma equação geral de conforto térmico que permite calcular a combinação das variáveis ambientais para determinada combinação de variáveis pessoais.

Fanger, através de um trabalho experimental, avaliou pessoas de diferentes nacionalidades, idades e sexo, e assim, elaborou o Voto Médio Predito (PMV – *predicted mean vote*), assim chamado porque as sensações foram obtidas mediante voto. O Voto Médio Predito consiste em um valor numérico que representa a sensação térmica de um grupo de pessoas quando expostas a determinada combinação das variáveis ambientais e pessoais de conforto térmico. O PMV é definido por uma escala psicofísica de 7 pontos. Os ambientes podem ser classificados como muito frio (-3), frio (-2), levemente frio (-1), neutro (0), levemente quente (+1), quente (+2) e muito quente (+3).

As experiências realizadas por Fanger provaram que é impossível obter em um ambiente uma combinação das variáveis de conforto que satisfaça plenamente todos os integrantes de um grande grupo. Assim, relacionando o PMV com a porcentagem de insatisfeitos num determinado ambiente, Fanger desenvolveu uma taxa chamada de porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPD – *predicted percentage of dissatisfied*). Na figura 2.7, que mostra o valor de PPD para cada valor de PMV, nota-se que, para uma condição de neutralidade térmica (PPD=0), existem 5% de insatisfeitos.

A norma ISO 7730 de 1984 adotou as metodologias desenvolvidas por Fanger e recomenda que, para espaços de ocupação humana, termicamente moderados, o PPD deve ser menor que 10%, correspondente a uma faixa do PMV de -0,5 a +0,5 (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

A norma ASHRAE 55 (1992) considera que um ambiente é termicamente confortável quando este satisfaz pelo menos 80% dos seus ocupantes.

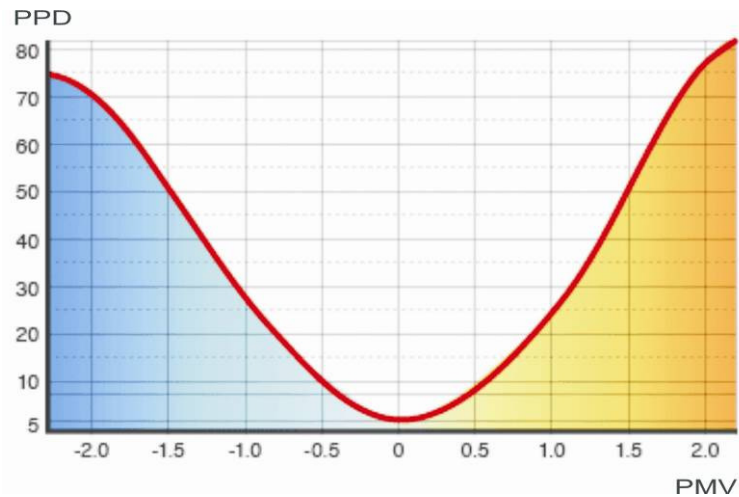


Figura 2.7 – PPD em função do PMV

Fonte: adaptado da ISO 7730 (1994)

Lois e Labaki (2001) indicam diversos índices utilizados para o cálculo de conforto em espaços livres, sendo que a maioria deles teve como base o modelo de Fanger. Entre eles: Índice de Stress Térmico (ITS), Modelo de Morgan e Baskett, Modelo de Jendritzky e Nübler e Índice de Noguchi e Givoni.

O Índice de Stress Térmico, desenvolvido por Givoni em 1962, trata-se de um método analítico para determinar o efeito combinado da taxa metabólica, vestimentas e taxa de sudorese com as condições ambientais. A primeira versão do índice foi realizada para ambientes internos e um tipo de vestimenta (roupa leve); e, posteriormente, com a inclusão de fatores como a radiação solar e abrangendo outros tipos de vestimenta, o índice foi adaptado também para ambientes externos. Ele utiliza como referência os valores: temperatura do ar de 20 a 50°C; pressão de valor de 5 a 40 mmHg; velocidade do ar de 1,10 a 3,5 m/s; radiação solar de no máximo 600Kcalh⁻¹; taxa metabólica de 100 a 600 kcalh⁻¹; e vestimenta como roupas íntimas, roupa leve de verão, uniforme industrial ou militar.

O modelo de Morgan e Baskett emprega diversos fatores fisiológicos, como tamanho, localização, metabolismo e vestimenta, e as características climáticas ambientais, para calcular a temperatura e umidade da pele. O valor da sensação térmica, classificados em uma escala de 1 (muito agradável) a 5 (muito desagradável), representa a diferença entre a temperatura média da pele e a temperatura confortável da pele, e pode ser classificada conforme a escala de Fanger.

O modelo de Jendritzky e Nübler adaptou o modelo de Fanger para ambientes externos. Neste modelo calcula-se o fluxo de calor radiante do ambiente para o corpo humano e a temperatura radiante média. Os autores introduzem ao método fatores para cada superfície de entorno ao corpo humano, com características de turbidez da atmosfera, albedo e emissividade. Ele utiliza, ainda, o PMV como critério de conforto e a escala psicofísica de sete pontos da ASHRAE.

O Índice de Noguchi e Givoni, criado em 1997, utiliza parâmetros climáticos: temperatura do ar, velocidade do ar e radiação solar; e parâmetros pessoais: sensação térmica e sensação global de conforto. Este índice se baseou na aplicação de questionários aplicados a homens e mulheres em áreas com diferentes características físicas no Japão, durante as quatro estações do ano. A escala utilizada para classificação da sensação térmica variou de 1 (muito frio) a 7 (muito calor), com 4 em neutralidade, e para a avaliação de conforto, variou de 1(muito desconfortável) a 7 (muito confortável).

Conforme Hope (1999), a temperatura Fisiológica Equivalente (PET – *Physiological Equivalent Temperature*) é outro índice para cálculo do conforto térmico adaptado às condições externas. Ele é baseado na equação de equilíbrio térmico humano em estado de uniformidade, e considerada não só a temperatura, umidade e vento, mas também a temperatura radiante média.

Diversos pesquisadores estudam como as diversas características da estrutura urbana e as condições do espaço urbano influenciam na sensação do conforto térmico dos indivíduos nos espaços urbanos abertos.

Entre os estudos recentes sobre conforto térmico em espaços externos, pode-se citar o realizado por Fernandes e Barbirato (2001), no centro histórico e comercial de Maceió (AL). Nesse estudo foi realizada uma análise em microclimas particulares dessa região da cidade, originados devido ao grande volume de massa edificada, grande área pavimentada, pouca quantidade de áreas verdes e tráfego intenso. Foram realizadas medições móveis de temperatura do ar e umidade durante três dias no mês de agosto e no mês de novembro e coletados dados da estação meteorológica do aeroporto local. Os autores concluíram que o ponto situado em uma praça bastante arborizada apresentou os menores valores de temperatura do ar, enquanto que o ponto localizado em uma área de estacionamento pavimentado apresentou os maiores valores em todas as medições.

Um projeto recente, cujo foco principal é o conforto ambiental em espaços externos, é o RUROS (*Rediscovering the urban realm and open spaces*), que pode ser traduzido em português como: Redescobrimdo a Área Urbana e os Espaços Abertos. Ele é uma parte do *Key Action 4 – City of Tomorrow and Cultural Heritage* (Cidade do Amanhã e Patrimônio Cultural) no programa *Energy, Environment and Sustainable Development* (Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) dentro do quinto programa de estruturação da União Européia. O projeto foi realizado em oito cidades européias (Atenas - Alimos; Cambridge, Copenhagen, Fribourg, Kassel, Milão, Sheffield e Thessaloniki) com o objetivo de produzir diretrizes, ferramentas e projetos comuns e válidos para toda Europa (NIKOLOPOULOU, 2002).

Em cada cidade dois espaços externos foram selecionados e neles conduzidas pesquisas de parâmetros ambientais e entrevistas com os usuários. O levantamento dos parâmetros ambientais inclui o monitoramento das partes térmicas, visuais e acústicas do meio através das medições de temperatura do globo, umidade relativa, temperaturas de bulbo seco e úmido, iluminação, velocidade do ar e nível de pressão sonora. Esses parâmetros foram medidos sequencialmente em cinco pontos fixos dos locais escolhidos três vezes por dia (pela manhã, ao meio dia e à tarde) durante uma semana em cada estação por ano. Paralelamente, os usuários desses espaços foram convidados a responder um questionário, descrevendo sua percepção das condições térmicas, visuais e acústicas do ambiente no momento das medições. Ao questionário, foram incluídas informações sobre a idade, sexo, tipo de vestimenta, atividade e outras informações pessoais, assim como a razão por estar ali e origem.

As metodologias e ferramentas utilizadas para a análise de cada parâmetro ambiental resultaram em um guia que reúne vários artigos: *Designing Open Spaces in the Urban Environment: A Bioclimatic Approach* (Projetando espaços abertos no ambiente urbano: uma abordagem bioclimática). Ele utiliza metodologias novas de análise, e também, a associação de metodologias anteriormente testadas, como por exemplo, a do Voto Médio Predito (PMV) para análise de conforto térmico (NIKOLOPOULOU, 2002).

A justificativa desse projeto foi fundamentada na importância dos espaços urbanos abertos e na falta de conhecimento, por parte da população, do quanto esses espaços podem contribuir com a qualidade de vida nas cidades. Ele tem como objetivo ainda, a criação de metodologias de análise sócio-econômicas para esse tipo de espaço. Conforme Nikolopoulou (2002), com o desenvolvimento dessas metodologias e a criação de um

veículo comum para o planejamento e intervenções em espaços urbanos abertos, o sistema poderá contribuir para o desenvolvimento sustentável das cidades do futuro.

Entre as pesquisas realizadas no RUROS, Dessi (2002) analisa termicamente a praça *IV Novembre* em Milão, Itália. Foram realizadas simulações térmicas e avaliações de conforto em diferentes locais. Simultaneamente, foi observado o comportamento das pessoas na praça e realizadas entrevistas sobre as sensações térmicas dessas pessoas. Posteriormente, foi realizada uma simulação de sensação térmica dos locais mais utilizados segundo o critério de conforto de Fanger e comparada com a sensação térmica descrita pelos usuários nas entrevistas. Como resultado a autora afirma que a simulação está em concordância com o comportamento das pessoas e a utilização do espaço. Assim, a autora conclui que as ferramentas de simulação térmica podem ser utilizadas para avaliar as soluções de projetos bioclimáticos que visam o conforto térmico. Nos projetos de espaços livres, a simulação pode indicar como obter uma condição aceitável de conforto.

Eliasson e Svensson (2003) analisaram as variações espaciais de temperatura e sua relação com o uso e ocupação do solo urbano, através de uma aproximação estatística. O estudo foi realizado através da coleta de dados em 30 locais diferentes na cidade de Goteborg (Suécia), durante o período de 18 meses. As medições mostraram variações de até 9°C dentro da cidade, sendo que o principal objetivo do estudo foi determinar se essas variações são estatisticamente significantes. Foram utilizadas informações do uso e ocupação do solo urbano através de uma base de dados do Plano Diretor de Goteborg. Também foram feitas descrições e análises do uso do solo da cidade e dos diversos locais de coleta de dados utilizando imagens aéreas da cidade. Os resultados mostraram variações de temperatura estatisticamente significantes entre diferentes tipos de uso e ocupação do solo para todos os tipos de condições climáticas.

Assis (2003) desenvolveu um método de simulação física em modelo reduzido de áreas urbanas com boa capacidade de representar o fenômeno de troca térmica ligado à ocorrência da ilha de calor. Esse método tem como objetivo a aplicação no planejamento urbano priorizando o conforto térmico. Ela adotou como estudo de caso a cidade de Belo Horizonte (MG) e aplicou os conceitos de “envelope solar” e “envelope de iluminação”, com o intuito de preservar as condições de acessibilidade aos recursos de insolação e iluminação natural.

Costa, Labaki e Dantas de Araújo (2005) desenvolveram um estudo no bairro de Petrópolis em Natal (RN) sobre a influência da forma urbana no clima e sua relação com a sensação

térmica nos usuários de espaços abertos. A metodologia utilizada por eles consistiu no desenho de mapas da área de estudo, incluindo mapas topográficos, de uso e ocupação do solo, de áreas permeáveis e áreas verdes, e em medições de parâmetros ambientais: temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade do vento. Foram coletados dados de oito pontos no bairro e dois pontos de estações climatológicas localizadas fora do bairro. Os dados foram coletados em três períodos, agosto de 2000, janeiro e junho de 2002, e durante quatro dias consecutivos, nos horários de menor e maior temperatura na cidade, respectivamente às 6h00min e às 13h00min. Além disso, os usuários dos espaços analisados foram entrevistados a respeito da sensação térmica. Os mapas elaborados mostraram que o bairro possui relevo pouco acidentado, grande variedade do uso do solo, grande massa edificada com prédios altos, poucas áreas verdes, e grande área impermeável. Foi observado que o bairro é menos ventilado que outros bairros da cidade e que a maior parte dos usuários sentiam-se desconfortáveis nas condições ambientais analisadas. Como resultado da análise, elas propuseram recomendações para a ocupação do solo e propostas de limitar regiões de espaços abertos onde prevaleça o conforto térmico.

Pezzuto (2007) avaliou a influência dos diferentes usos do solo e seu efeito climático nos espaços urbanos abertos, adotando como estudo de caso a região central da cidade de Campinas (SP), caracterizada pela grande concentração de área construída, adensamento populacional e complexidade de uso do solo. A metodologia utilizada por ela foi a coleta de dados de temperatura do ar e umidade do ar através de medições móveis e fixas e aplicação de questionários aos usuários locais para a avaliação da sensação de conforto térmico. As análises envolveram a inter-relação entre os parâmetros climáticos e a organização espacial urbana e foram realizadas com o auxílio do programa ArcView GIS[®] 9.2 como suporte para gerar novas informações a partir do Sistema de Informação Geográfica (SIG). Como resultado das análises a autora delimitou as unidades climáticas urbanas da área de estudo através do cruzamento dos valores dos atributos climáticos com as características relacionadas ao padrão do solo. Verificou-se, como conclusão, que o uso do solo urbano interfere tanto na temperatura do ar quanto na sensação térmica dos usuários.

Devido à complexidade de controlar algumas variáveis climáticas nos espaços externos, como a velocidade do ar e a radiação solar, diversas pesquisas utilizam programas computacionais para o estudo do conforto térmico em espaços abertos (SANTAMOURIS et al, 2001; RUAS, 2002; SILVA, 2006).

Monteiro e Alucci (2007) revisam e discutem os índices de conforto térmico em espaços externos e, entre eles, destacam: o Índice Humidex, o Modelo Climático de Michel, a Fórmula de Conforto para Ambientes Externos, a Temperatura Neutra ao Exterior e a Temperatura efetiva padrão externa. Os autores propõem uma classificação sumária dos modelos e índices levantados internacionalmente, visando a uniformização dos estudos e posterior desenvolvimento de pesquisa comparativa e, assim, criar-se um denominador comum entre os diversos estudos nacionais já realizados e a serem realizados. A classificação foi proposta segundo dois critérios: o objeto de predição e o método predominante de modelagem. Segundo o objeto de predição, tem-se a consideração ou do esforço fisiológico (índices de estresse térmico), ou da sensação térmica (índices de conforto térmico). Com relação ao método predominante de modelagem, tanto para os modelos de esforço fisiológico quanto para os modelos de sensação térmica podem ser adotadas abordagens predominantemente indutivas ou dedutivas.

Os estudos mostram que o conforto térmico, em espaços livres urbanos, é influenciado por vários parâmetros, ambientais e pessoais, e que pode ser avaliado através de diversas metodologias. As pesquisas também reforçam a importância do planejamento urbano preocupado com as condições de conforto dos usuários, a fim de que a qualidade de vida nas cidades seja mantida ou restabelecida.

2.5 VEGETAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO

A vegetação exerce diversos efeitos no microclima urbano. Sua utilização é, hoje, uma das estratégias recomendadas pelo projeto ambiental, com o intuito de reduzir o consumo de energia, minimizar os efeitos da ilha de calor e da poluição urbana. Por isso, ela é componente de grande importância ao espaço urbano e tem despertado a atenção não só de planejadores, mas de toda a população, uma vez que sua presença minimiza os impactos causados pelo crescimento desordenado da cidade.

Conforme Mascaró e Mascaró (2002), a vegetação atua nos microclimas urbanos sob diversos aspectos: ameniza a radiação solar na estação quente e modifica a temperatura e a umidade relativa do ar do recinto através do sombreamento que reduz a carga térmica recebida pelas pessoas; modifica a velocidade e direção dos ventos; atua como barreira acústica; quando em grandes quantidades, interfere na frequência das chuvas; e reduz a poluição do ar através da fotossíntese e da respiração.

Os diversos tipos de influência que a vegetação exerce no microclima urbano variam de acordo com o seu tipo, porte, idade, período do ano, formas de associação dos vegetais e com relação às edificações e seus espaços. Para Mascaró (2004), pode-se dar maior ênfase ao controle de um determinado elemento, mas a vegetação interage sobre um conjunto de elementos climáticos.

A árvore é o elemento vegetal mais característico na paisagem urbana. Ela fornece sombra, um dos efeitos mais procurados, pois além de proteger o ambiente urbano da insolação indesejada, reduz o consumo de energia ao longo do período quente da região subtropical. Dessa forma, o controle da radiação solar é um dos importantes usos da vegetação no meio urbano. A radiação de onda curta que incide nas folhas é parcialmente transmitida como radiação difusa, pois a folha não é opaca a radiação solar. A radiação refletida também é difusa e a radiação absorvida é transformada em calor físico e parte em energia química (MASCARÓ, 2004).

Conforme Ochoa de la Torre (1999), de 100% da energia solar incidente, as plantas absorvem para a fotossíntese aproximadamente 5 a 20%, refletem 5 a 20%, dissipam por evapotranspiração 20 a 40%, emitem 10 a 15% e transmitem 5 a 30%. Essas porcentagens variam de acordo com o espectro, dado que a radiação solar é composta por diferentes comprimentos de onda.

A reflexão da radiação solar depende das características físicas da vegetação, mais especificamente do albedo da superfície foliar, que corresponde a cerca de 30% da superfície total. A radiação solar transmitida depende da cor, transparência, espessura das folhas, da distribuição e adensamento dos troncos e ramos e do ângulo de incidência dos raios solares. A absorção da radiação solar depende, principalmente, da pigmentação das folhas, pois estas absorvem em média 50% da radiação de onda curta e 95% da radiação de onda longa (MASCARÓ, 2004).

Conforme Sattler (1992), a vegetação pode ser utilizada para a interceptação da radiação direta e difusa, e também daquela refletida pelo solo ou edificações próximas. No entanto, o desempenho de cada indivíduo arbóreo varia conforme a densidade de sua folhagem ao longo do ano; as condições de transparência do céu e a posição relativa do Sol.

Conforme Lamberts, Dutra e Pereira (1997), a vegetação pode interceptar entre 60% e 90% da radiação solar, reduzindo a temperatura do solo. A parcela de calor emitida da árvore para o solo também é bem menor do que na ausência de vegetação e, também, o

movimento do ar entre as folhas retira grande parte do calor absorvido do Sol. A figura 2.8 mostra a radiação solar incidente em uma árvore.

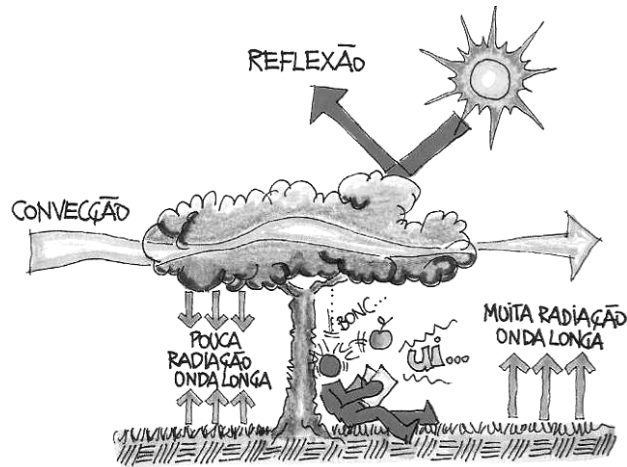


Figura 2.8 – Árvore e radiação solar

Fonte: LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA (1997)

Segundo Corbella e Yannas (2003), no meio ambiente tropical, não se deve expor as pessoas à radiação solar por um período de tempo prolongado, pois causará desconforto térmico e, também, desconforto visual, provocado pelo ofuscamento. Dessa forma, a ausência de proteção inutilizará um espaço projetado com a intenção de ser usado pelas pessoas.

Características das espécies arbóreas, como a altura, a idade e o tipo de folhagem modificam a iluminância sob a cobertura vegetal. A iluminância é avaliada como percentual relativo à luz natural disponível em campo aberto e, sob um agrupamento arbóreo é composta por radiação difusa e por uma parcela variável de radiação solar direta.

Mascaró (2004) classifica a vegetação quanto às formas de grupamento em três tipos, ilustrados na figura 2.9: árvores isoladas ou colocadas separadas uma das outras de maneira que suas copas não se unam; árvores em pequenos grupos esparsos ou heterogêneos, ou seja, pequenos grupos formados por diferentes espécies; árvores em grandes grupos homogêneos.

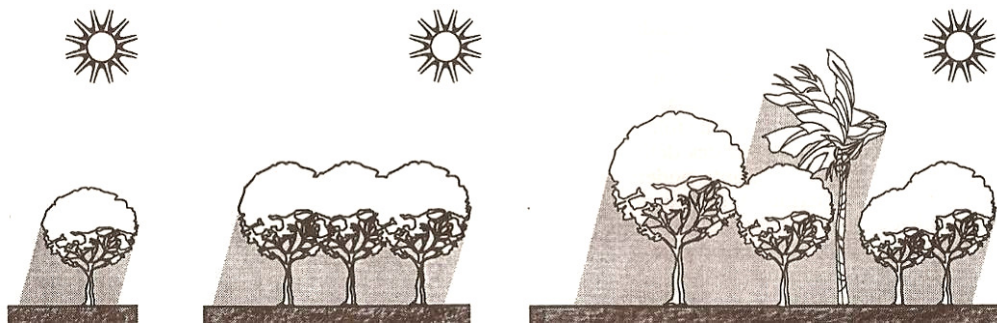


Figura 2.9 – Árvore isolada, grupamento homogêneo e grupamento heterogêneo, respectivamente

Fonte: MASCARÓ (2004)

A área de abóbada celeste visível e a densidade foliar das copas das árvores são as variáveis de maior influência na iluminação natural sob a vegetação. A transmitância de luz natural, ou seja, a fração da energia luminosa que consegue atravessar a vegetação, decresce com o aumento da densidade foliar. Conforme ilustra a figura 2.10, a transmitância é mínima, da ordem de 9%, junto a superfícies opacas como troncos e ramos e máxima, de 100%, sob vazios na superfície foliar e próximo à borda das copas. A tabela 2.9 informa sobre os valores de transmitância de luz natural para algumas espécies, tanto em condição de inverno quanto de verão.

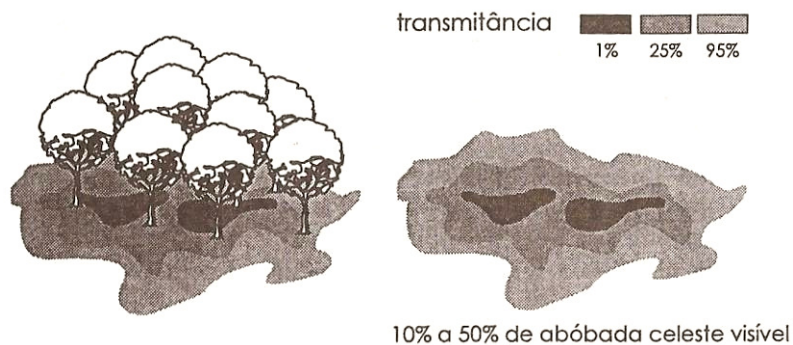


Figura 2.10 – Variação da transmitância de luz natural

Fonte: MASCARÓ (2004)

Tabela 2.9 – Transmitância luminosa de algumas espécies arbóreas**Fonte: MASCARÓ; MASCARÓ (2002)**

| Espécie | Porte | Folhagem | Folhas | Transmitância luminosa | |
|------------|---------|-------------|---|------------------------|-------|
| | | | | Inverno | Verão |
| Ligustro | Médio | Perene | Médias, verdes escura, lisas, opacas | 39,7% | 39,2% |
| Extremosa | Pequeno | Caducifólia | Pequenas, verdes clara, lisas | 91,1% | 14,2% |
| Cinamomo | Grande | Caducifólia | Médias, verdes escura | 37,1% | 10,2% |
| Sibipiruna | Grande | Caducifólia | Pequenas com múltiplos folíolos, verdes escura, lisas | 85% | 12,7% |

Weingartner (1994) mediu a transmitância de várias espécies arbóreas à luz natural: Jacaranda mimosaeifolia, no inverno 22,5%, na primavera 13,7%, no verão 4,3%; Tipuana tipu, no inverno 42,5%, na primavera 11,5%, no verão 4,6%. O tempo atmosférico é um fator determinante na quantidade de distribuição da luz natural sob a vegetação, assim, estes valores podem aumentar para céu nublado até 5 vezes. Isso ocorre porque em dias de céu encoberto, apesar da pequena disponibilidade da radiação solar global, as áreas sob arborização são proporcionalmente mais iluminadas que em dias de céu claro, devido à maior transmitância da vegetação em relação à radiação solar difusa que à direta.

A vegetação também exerce influência na temperatura do ar, e está relacionada com o controle da radiação solar, ventilação e da umidade relativa do ar. Ela atua na redução da temperatura ambiente e no aumento da umidade relativa do ar, o que ocorre devido ao controle da radiação solar pela vegetação e, principalmente, ao efeito de resfriamento evaporativo da água que as plantas transpiram. No entanto, o efeito de uma árvore isolada não é muito significativo, já que desaparece rapidamente devido os movimentos do ar.

Conforme Romero (2007), como resultado da temperatura mais baixa, a radiação de onda longa das folhas é mais lenta que a das superfícies vizinhas, e, assim, as pessoas nas áreas plantadas estão sujeitas a menor pressão do calor radiante. Ainda, como resultado da evapotranspiração, o ar próximo do solo nas áreas verdes é mais frio do que o das áreas construídas.

Segundo Scudo, Dessi e Rogora (2002), a vegetação minimiza a incidência de ondas curtas no solo sombreado por ela e mantêm a temperatura da superfície das suas folhas próxima à temperatura do ar, o que representa 20 a 35°C menos do que a temperatura das superfícies de materiais comumente utilizados na cidade, como o asfalto e blocos de

concreto. Assim, a temperatura de globo sob uma árvore de grande porte é geralmente 15 a 20 °C menor que a temperatura de globo de uma área vizinha, porém, desprotegida.

Uma das experiências práticas citadas por Spirm (1995), realizadas em Dayton, USA, demonstra que a utilização de vegetação no ambiente urbano auxilia no controle da temperatura. A experiência baseada na comparação entre um estacionamento para automóveis de piso convencional asfáltico e outro de mesma área, porém revestido de blocos de grama, apresentou como resultado um decréscimo de 2°C na temperatura da área gramada em relação à asfaltada.

Segundo Furtado (1994), a vegetação propicia resfriamento passivo em uma área construída através de dois meios: através do sombreamento lançado pela vegetação, que reduz a conversão da energia radiante em calor sensível, conseqüentemente, reduzindo as temperaturas de superfície dos objetos sombreados; e através da evapotranspiração na superfície da folha, resfriando a folha e o ar adjacente devido à troca de calor latente.

Sob grupamentos arbóreos a temperatura é de 3°C a 4°C menor que nas áreas expostas a radiação solar direta. Essa diferença aumenta com a redução do deslocamento entre as áreas ensolaradas e sombreadas, com o aumento da densidade da arborização e com a utilização de espécies de folhagem densa, que irão permitir a absorção da radiação solar e o esfriamento do ar (MASCARÓ E MASCARÓ, 2002). A figura 2.11 informa as diferenças de temperatura entre áreas ensolaradas e áreas sombreadas por três espécies arbóreas.

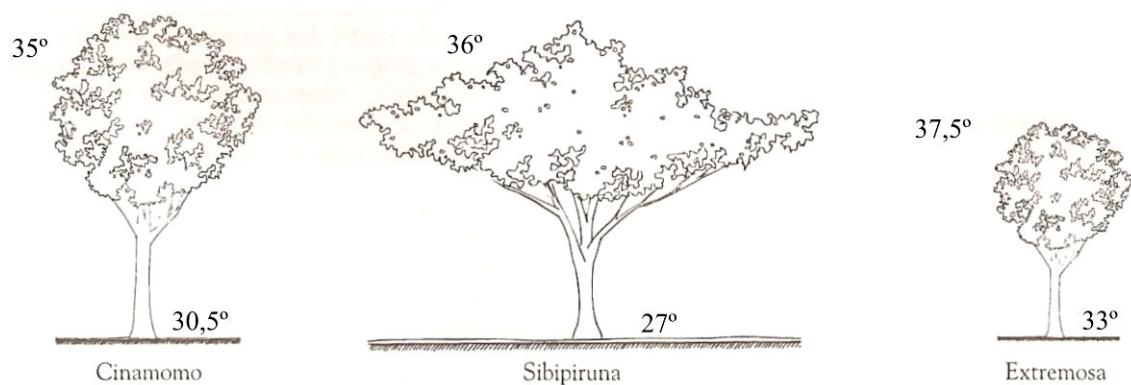


Figura 2.11 – Diferenças de temperatura entre as áreas expostas ao Sol e as áreas sombreadas

Fonte: MASCARÓ; MASCARÓ (2002)

A composição de grupamentos arbóreos formados por espécies de diferentes portes contribui para a redução da temperatura, pois as várias camadas da copa aumentam a absorção da radiação solar e a estratificação da temperatura do ar sob a vegetação. Mascaró (2004) aponta variações de 3°C a 8°C para composições e espécies arbóreas

distintas, sendo que a oscilação de temperatura é sempre menor sob grupos arbóreos que sob espécies isoladas. A tabela 2.10 mostra a variação de temperatura sob a vegetação para as estações do ano.

Tabela 2.10 – Variação de temperatura (°C) observadas em sombra sobre a vegetação

Fonte: MASCARÓ (2004)

| Estação/ tipo de grupamento | Verão | Outono | Inverno | Primavera |
|------------------------------------|--------------|---------------|----------------|------------------|
| Árvore isolada (caducifólia) | -3,7 a -1,3 | – | -8,0 a -1,0 | – |
| Grupo heterogêneo | -4,4 | -3,6 a -2,8 | -5,0 | – |
| Grupo homogêneo | -4,7 | -3,1 | -5,1 | -3,7 a -3,2 |

Conforme Weingartner (1994), o controle da radiação associado ao aumento da umidade do ar, faz com que a variação da temperatura do ar seja menor, reduzindo a amplitude térmica sob a vegetação, conforme ilustra a figura 2.12. Esse efeito é maior durante o verão, pois nessa estação a densidade foliar e a evapotranspiração das plantas são mais intensas. No inverno, com a redução da radiação solar e da temperatura do ar, a alteração na fenologia das plantas, diminui a diferença da amplitude térmica entre as áreas internas e externas à vegetação. O autor sugere que a melhoria do clima urbano pode ser obtida com a implantação de áreas verdes de 1 ha a 4 ha situadas em intervalos de 300 metros, o que corresponde à faixa percentual de 7% a 18% de área verde no espaço urbano.

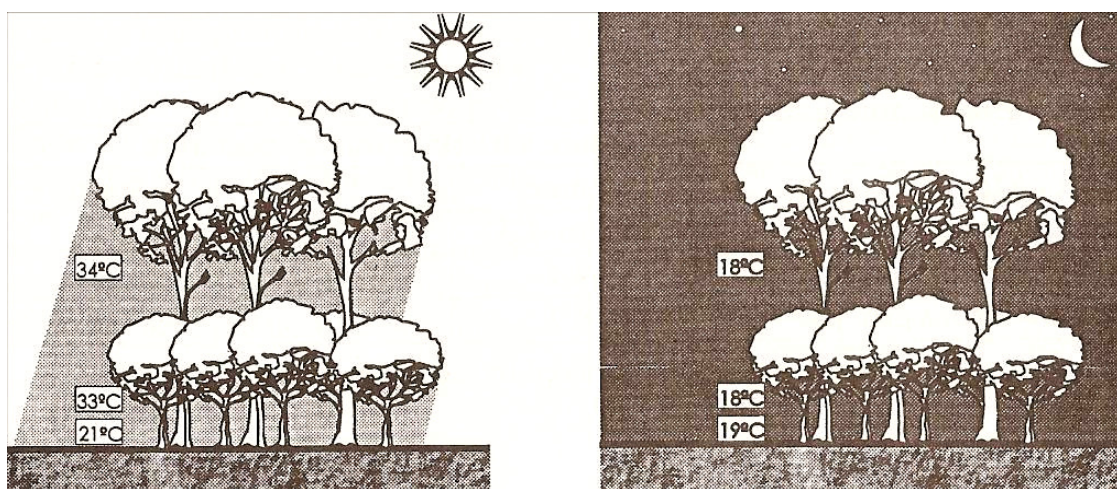


Figura 2.12 – Variação diária da temperatura (°C) sob grupamento composto por espécies vegetais de diferentes portes

Fonte: MASCARÓ (2004)

Estudos citados por Sattler (1992), apontam que áreas desprovidas de vegetação são quentes de dia e frias à noite, já as áreas densamente vegetadas não apresentam grandes variações diurnas, sendo consideravelmente mais frescas que as anteriores. Assim configuram-se diferentes microclimas que, dependendo da quantidade de radiação solar recebida, do regime de ventos e de precipitação, e, em consequência, da temperatura resultante, definirão climas mais ou menos confortáveis ao homem.

A vegetação reduz a incidência da precipitação sobre o solo e altera a concentração da umidade na atmosfera e nas superfícies adjacentes. A umidade relativa do ar sob a vegetação, relacionada à evapotranspiração, é maior que nos espaços desprovidos dela, entre 3% e 10%, sendo as maiores diferenças verificadas no verão, já que este efeito é proporcional à densidade foliar da vegetação. Na primavera são registrados os menores valores, devido à ação dos ventos e à existência de vazios na copa (MASCARÓ, 2004). A tabela 2.11 mostra a variação de umidade relativa (%) sob a vegetação durante as estações.

Tabela 2.11 – Variações sazonais médias de umidade relativa (%) observadas em sombra sob a vegetação para o meio urbano

Fonte: MASCARÓ (2004)

| Estação/ tipo de grupo | Verão | Outono | Inverno | Primavera |
|-------------------------------|--------------|---------------|----------------|------------------|
| Árvore isolada (caducifólia) | 11 | – | 6 | – |
| Grupo heterogêneo | 5 | 11 | 17 | – |
| Grupo homogêneo | 14 | 8 | 11 | 10 |

Segundo Mascaró e Mascaró (2002), a alteração da umidade relativa do ar causada pela árvore recebe influência da copa e do tipo de folhas. As copas mais densas retêm mais água e aumentam a densidade relativa do ar sob elas. O tipo de folhas é importante no controle da umidade do ar. Para locais onde a umidade relativa não atinge 65%, são indicadas espécies arbóreas com folhas pequenas claras e lisas, pois produzem mais umidade no ar devido a um processo de evapotranspiração acelerado. Em locais com umidade relativa superior a 65%, são indicadas espécies com folhas grandes e rugosas que retêm o teor hídrico na superfície foliar e reduzem o efeito convectivo do vento, evitando o aumento da umidade do ar no ambiente. A figura 2.13 informa as diferenças de umidade relativa do ar ao Sol e a sombra de três espécies arbóreas.

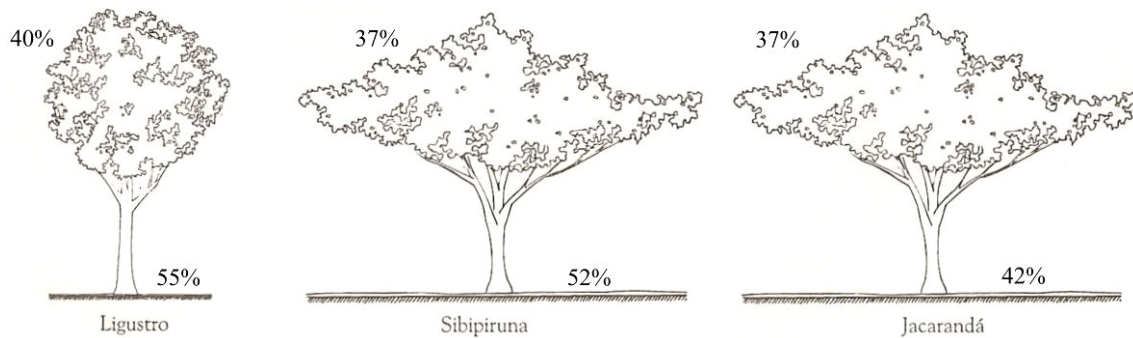


Figura 2.13 – Diferenças de umidade relativa do ar entre as áreas expostas ao Sol e as áreas sombreadas

Fonte: MASCARÓ; MASCARÓ (2002)

A velocidade do ar é um dos fatores que regulam a sensação térmica, pois estimula a evaporação e as perdas de calor por convecção. Conforme Sattler (1992), as alterações no regime de ventos, produzidas pelos agrupamentos de edificações altas, produzem condições de desconforto tanto nas vias de circulação urbana quanto nas áreas próximas às edificações e em seu interior. Embora a vegetação, isoladamente, não possa controlar totalmente tais condições de desconforto, ela pode, eficientemente, minimizar a sua intensidade, visto que a vegetação permite controlar a direção e a velocidade do vento.

O desempenho da vegetação com relação ao vento é influenciado por alguns fatores, dentre eles: a permeabilidade e o perfil do recinto, orientação com relação aos ventos predominantes e densidade da ocupação e gabarito das edificações. Também são fatores determinantes para as condições de ventilação de um ambiente as características das espécies arbóreas, como: o porte, a forma, a permeabilidade, o período de desfolhamento e a idade (MASCARÓ; MASCARÓ, 2002).

Segundo Mascaró (2004), a incidência do vento sob a arborização diminui as diferenças de temperatura do ar e umidade relativa do ar entre as áreas arborizadas e as ensolaradas. Este efeito se verifica quando a velocidade do vento é maior que $1,5 \text{ ms}^{-1}$ e é mais pronunciado acima de 5 ms^{-1} .

Conforme Robinete (1972 apud MASCARÓ; MASCARÓ, 2002), a vegetação produz alguns efeitos básicos em relação ao vento: canalização, deflexão; obstrução e filtragem. O efeito de canalização do vento se produz quando o corredor de vegetação é bem definido e relativamente estreito. A canalização melhora o condicionamento térmico dos espaços, mas quando atinge velocidades superiores a $3,5 \text{ ms}^{-1}$, causa desconforto ao pedestre.

Recomenda-se, utilizar as barreiras de vegetação com agrupamentos de árvores e arbustos para conduzir as brisas de verão e desviar os ventos de inverno.

A vegetação pode funcionar como defletora do vento através da associação de árvores e arbustos para a modificação do percurso do fluxo de ar e alteração de sua velocidade, atuando na melhoria do conforto térmico no espaço urbano. Uma barreira de vegetação obstrui a passagem do vento, atenuando seus efeitos na diminuição da temperatura do ar. Recomenda-se que para formar uma barreira de vento, as diferentes espécies sejam posicionadas de forma crescente em altura, no sentido de incidência do vento, conforme demonstra a figura 2.14. As barreiras de vegetação, além de reduzirem a velocidade do vento, também possuem a capacidade de barrar resíduos transportados por ele.

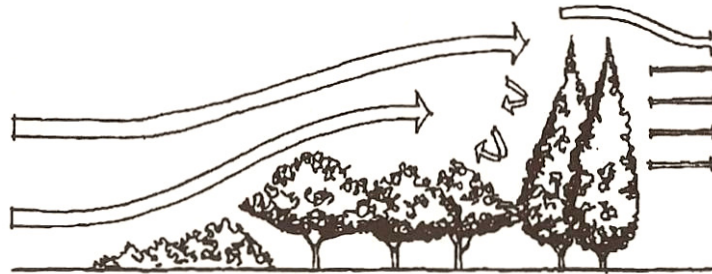


Figura 2.14 – Barreira ao vento formada de vegetação de diferentes formas e portes

Fonte: MASCARÓ; MASCARÓ (2002)

Conforme Bolund e Hunhammar (1999), outro aspecto positivo desses espaços é a melhoria na drenagem de águas pluviais através da presença de superfícies permeáveis, que absorvem parte das águas e diminuem sua velocidade de escoamento em virtude da rugosidade das superfícies plantadas, diminuindo a probabilidade de enchentes.

Diversas pesquisas têm sido realizadas e desenvolvidas, sob várias opções metodológicas, com o intuito de mostrar a influência da vegetação no microclima urbano e sua conseqüente atuação no conforto térmico e na qualidade dos espaços urbanos abertos.

Ochoa de La Torre (1999) desenvolveu uma pesquisa em Barcelona, em que analisou o uso da vegetação como elemento de modificação do microclima. O autor identificou e avaliou os fenômenos de transferência de calor e massa que ocorrem na relação entre a vegetação e o microclima e estabeleceu os efeitos desses fenômenos sobre o conforto humano em espaços abertos. Ele concluiu que a vegetação possui propriedades físicas e psicológicas, o que a torna possível utilizá-la como um sistema natural de condicionamento de ar e que, dessa forma, a vegetação quando combinada modifica a atmosfera exterior na escala

microclimática. Como resultado ele propôs um guia de projeto para o uso da vegetação no controle microclimático, tanto para o espaço urbano, quanto para o ambiente construído.

Castro (1999), estudou a atenuação da radiação solar incidente por áreas arborizadas urbanas na cidade de Campinas, SP. Foram selecionados, para estudo de caso, três parques diferentes em área, composição em espécie e densidade. Em pontos representativos de cada parque, em relação à variação das espécies arbóreas, foram realizadas medições de parâmetros ambientais entre os meses de março e abril e entre os meses de agosto e novembro, a céu aberto. Também foram realizadas avaliações qualitativas, através da aplicação de questionários não estruturados aos usuários dos parques em estudo. A autora observou que entre as áreas estudadas, o maior desempenho quanto à atenuação da radiação solar ocorreu no parque com maior densidade e variação de espécies e fenologia.

Fontes e Delbin (2001) compararam e analisaram dois espaços públicos abertos na cidade de Bauru, a fim de analisar a influência da vegetação na amenização do clima urbano. Um dos espaços foi caracterizado por possuir densa arborização e o outro pouca arborização. Como resultado, os autores constataram diferenças climáticas significativas entre os espaços, e concluíram que os espaços verdes, além de contribuir para a melhoria das condições climáticas, promovem a intensificação do uso dos espaços abertos por torná-los mais agradáveis.

Bartholomei (2003) realizou um estudo que analisou a influência da vegetação no conforto térmico no ambiente construído. Nessa pesquisa, foi analisada a influência de diferentes espécies arbóreas na atenuação da radiação solar e na conseqüente contribuição para o conforto térmico em áreas urbanas. Foram realizadas medições de parâmetros climáticos em uma escola em Campinas, SP, inicialmente, sem vegetação e, depois, com vegetação. Para a avaliação do conforto térmico proporcionado pelos indivíduos arbóreos estudados, a autora utilizou o índice de conforto térmico de Fanger, o PMV. Ao fim da pesquisa, obteve-se que o índice de conforto varia ao longo do dia e que as espécies, devido às diferentes atenuações da radiação, apresentam um índice de conforto distinto. Baseando-se em todos os dados obtidos no estudo, a autora concluiu que a arborização contribui de forma significativa na melhoria do conforto térmico tanto de ambiente externos quanto internos à edificação.

Corbella e Yannas (2003) compararam os parâmetros que afetam o conforto térmico em duas praças no Rio de Janeiro: a Praça Paris e a Praça Guinle. A primeira com características de uma praça européia, com paisagismo estilo francês e um lago artificial. A

segunda localizada dentro de um pequeno vale que forma parte de uma floresta conservada. Foram realizadas medições de parâmetros ambientais em vários pontos representativos de cada praça, em dois dias consecutivos de verão. As medições foram feitas entre 10 e 11h da manhã, e entre 15 e 16 horas a tarde. Além disso, as sensações de conforto térmico dos pesquisadores foram qualificadas e registradas. Ao fim, foi observado que os pontos ao Sol foram considerados desconfortáveis e que em extensas áreas sem árvores, ao desconforto térmico foi adicionado o desconforto visual, causado pelo ofuscamento. Os autores concluem que espaços abertos verdes são bons para a cidade e que espaços com demasiada exposição dos usuários ao Sol é mais conveniente para os climas frios que para o meio ambiente tropical. A vegetação densa na Praça Guinle provê boa proteção solar, a qual, somada à evapotranspiração, pode manter a temperatura dos locais sombreados dentro da zona de conforto.

Torres, Lisbôa e Barbiratto (2003) avaliaram climaticamente ruas e praças do centro histórico e de serviços de Maceió-AL, de modo a quantificar o comportamento microclimático diferenciado da temperatura do ar e umidade relativa do ar nesses recintos. Foram realizadas medições móveis e fixas de variáveis climáticas em oito pontos representativos do local. Os autores diagnosticaram diferenças significativas de temperatura do ar e umidade relativa 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 diminuição de umidade relativa. Eles observaram que os pontos marcados pela presença de vegetação registraram menores valores de temperatura, maiores valores médios de umidade relativa do ar e menor amplitude térmica. Os resultados confirmaram a importância do sombreamento dos espaços através da utilização de vegetação para amenização de condições microclimáticas.

Barbosa (2005) analisou a influência das áreas verdes no comportamento térmico de ambientes urbanos. Adotando como estudo de caso a cidade de Maceió –AL, ele estudou nove unidades amostrais urbanas distribuídas ao longo de um percurso, por meio de monitoramento de parâmetros ambientais em cada ambiente. Constatou-se, por meio dos resultados de temperatura e umidade do ar obtidos na investigação experimental, que a vegetação presente nos espaços urbanos condiciona a criação de ambientes termicamente favoráveis à saúde e ao uso.

Cruz e Lombardo (2007) analisaram a influência da arborização urbana para o clima local. Como estudo de caso, foram escolhidas duas praças da cidade de Ponta Grossa, PR, uma

arborizada e outra com arborização mínima. A metodologia baseou-se na medição de parâmetros climáticos em 3 pontos: ponto 1 em uma rua lateral a praça arborizada, ponto 2 no interior da praça arborizada e ponto 3 no interior da praça com arborização mínima. As medições foram feitas durante 12 horas, de hora em hora durante um dia, em três estações do ano: outono, primavera e inverno. Como resultado observou-se que a amplitude térmica foi maior nas áreas com ausência de vegetação. As temperaturas máximas sempre ficaram mais baixas sob a vegetação e as temperaturas mínimas ficaram mais elevadas em relação a praça com mínima arborização e igual em relação à rua lateral. Os autores concluíram, com base nos resultados, que na ausência de vegetação e em meio às construções, as temperaturas tendem a ficar elevadas mesmo quando se encontram localizadas em áreas de borda da praça arborizada.

Cavalcante (2007) avaliou a qualidade térmica de três praças com características distintas na cidade de Maceió-AL e sua relação com a utilização destes espaços. Nas praças, nos meses de janeiro e fevereiro, foram realizadas medições de variáveis climáticas em pontos representativos, à sombra, meia sombra e desprotegidos. Também foram aplicados questionários e construídos mapas comportamentais. Os parâmetros de conforto estabelecidos por Fanger foram adotados como índice de conforto. A autora constatou que as áreas sombreadas por vegetação apresentam melhor qualidade térmica que as expostas à radiação solar e que, por isso, obtiveram maior concentração de usuários. Comprovou-se que a qualidade térmica dos espaços nas praças é um importante fator para a sua utilização principalmente por tratar-se de áreas destinadas ao lazer e descanso.

As diversas pesquisas realizadas a respeito da vegetação e da sua influência no microclima urbano afirmam sua importância como elemento estruturador dos espaços abertos, visto que o uso desses espaços está diretamente ligado à sensação de conforto proporcionada por eles.

3 AMBIENTE URBANO DE ESTUDO

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Maringá foi fundada em 10 de maio de 1947 como Distrito de Mandaguari. Em 1948 passou a categoria de vila, elevada a Município através da Lei nº 790 de 14 de novembro de 1951. O município localiza-se na região Noroeste do Estado do Paraná e é cortado pelo Trópico de Capricórnio sendo suas coordenadas geográficas de 23° 25'S de latitude e de 51° 57'W de longitude, e altitude de 596 m (nível médio dos mares.) (Figura 3.1).

Seus limites são: ao Norte, os municípios de Ângulo e Mandaguaçu, ao Sul, Floresta, Marialva e Ivatuba, ao Leste, Marialva e Sarandi, à Oeste, Paiçandu e Mandaguaçu, e à Nordeste, Astorga e Iguaraçu.

O município possui uma área total de 473.064.190 m², sendo 128.260.000 m² de área urbana, e 340.864.260 m² de área rural. Sua população total, estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2007, é de 325.968 habitantes (INSTITUTO PARANAENSE..., 2008).

Maringá é considerada município pólo da Associação dos Municípios do Setentrião Paranaense – AMUSEP, devido a sua localização privilegiada em relação aos demais municípios, e ao destaque nas várias atividades desenvolvidas (ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS..., 1998).

Essa associação é composta por 29 municípios, e possui como objetivo fortalecê-los, econômica, administrativa e socialmente, promovendo a cooperação interna entre eles e colaborando com a elaboração de um Plano de Desenvolvimento Regional.

O Plano Diretor do município é o instrumento de gestão contínua para a transformação positiva da cidade e seu território. Sendo assim, é o zoneamento criado pelo plano que estabelece parâmetros de uso e ocupação diferenciados para cada zona ou subdivisão da cidade.

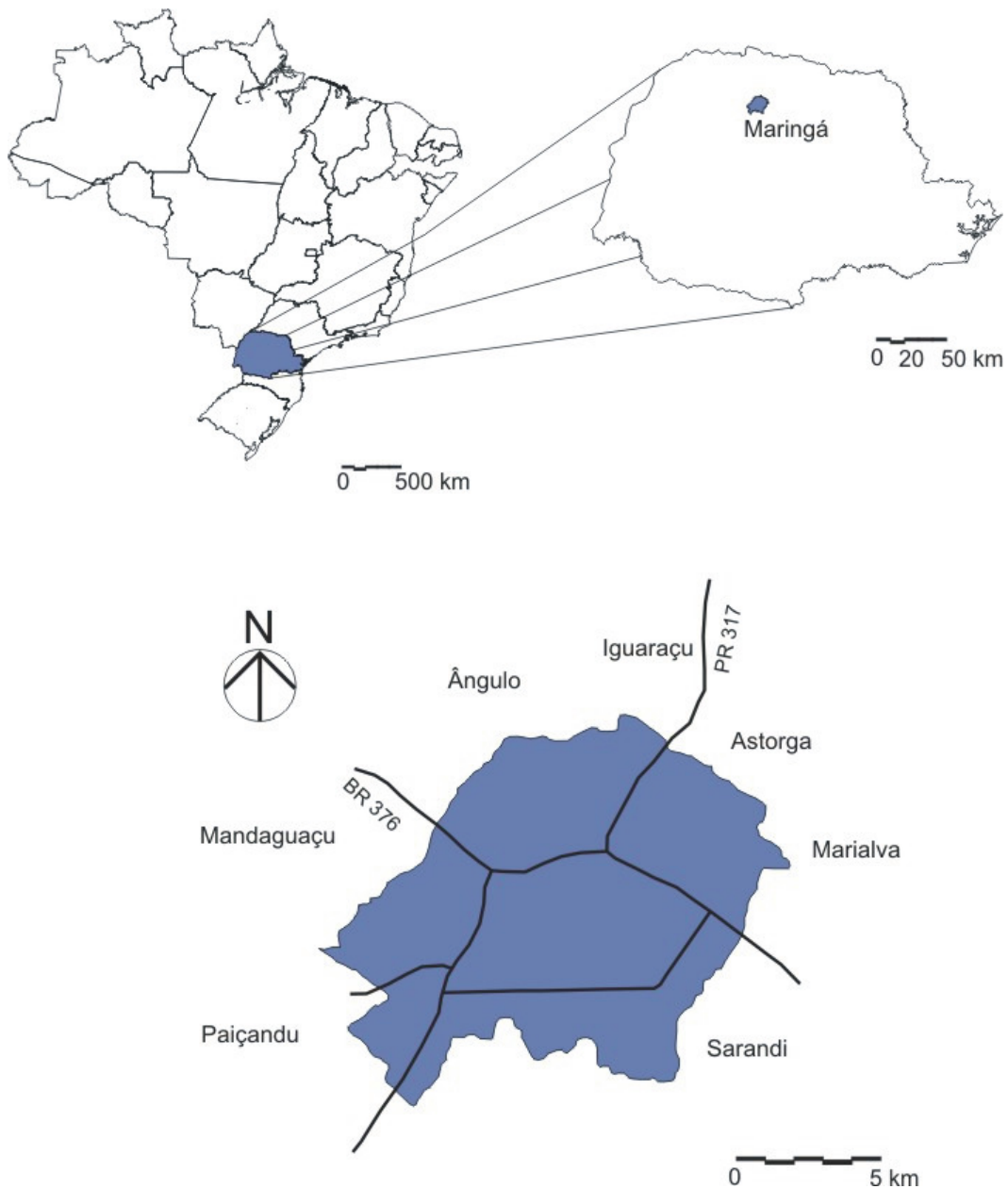


Figura 3.1 - Localização Maringá: Brasil – Paraná.

Fonte: ASSOCIAÇÃO... (1998), com alterações do autor

3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

O clima da região de Maringá, de modo geral, é considerado do tipo subtropical, com umidade relativa média em torno de 70% e temperatura média anual superior a 20°C. Os ventos dominantes na região provêm do nordeste, com frequência média da ordem de 30%, havendo uma segunda predominância dos ventos de leste e sudeste, ambos com frequências semelhantes (MARINGÁ, 2000).

As precipitações pluviométricas são bem distribuídas ao longo do ano, sem estação seca definida, sendo as chuvas menos intensas nos meses de inverno (junho, julho e agosto) e mais intensas nos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro).

A tabela 3.1 demonstra o comportamento médio dos principais parâmetros meteorológicos de Maringá –PR.

Tabela 3.1 - Variação média mensal combinada dos elementos climáticos à superfície, em Maringá, para o período 1976-2000
Fonte: INMET/UEM, 2008

| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura média °C | 24,7 | 24,5 | 24,1 | 22,2 | 19,5 | 17,8 | 18,0 | 19,9 | 20,7 | 23,0 | 24,0 | 24,4 |
| Média das temperaturas máximas °C | 33,7 | 33,4 | 33,4 | 32,2 | 29,9 | 28,4 | 29,4 | 32,2 | 33,5 | 34,4 | 34,3 | 34,0 |
| Média das temperaturas mínimas °C | 17,2 | 17,4 | 15,3 | 11,3 | 8,1 | 5,1 | 5,0 | 6,3 | 9,4 | 12,3 | 14,1 | 16,1 |
| Temperatura máxima absoluta °C | 36,0 | 37,8 | 36,7 | 33,7 | 32,6 | 29,8 | 31,4 | 34,9 | 37,2 | 36,6 | 40,0 | 37,2 |
| Temperatura mínima absoluta °C | 11,2 | 13,9 | 9,3 | 4,0 | 1,2 | -0,2 | -1,0 | -0,2 | 4,6 | 9,2 | 8,9 | 13,2 |
| Umidade relativa média (%) | 75 | 76 | 73 | 72 | 74 | 74 | 67 | 61 | 65 | 66 | 66 | 72 |
| Umidade relativa máxima (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Umidade relativa mínima (%) | 29 | 29 | 30 | 28 | 31 | 21 | 22 | 18 | 13 | 13 | 19 | 26 |
| Precipitação total (mm) | 202,3 | 171,0 | 144,9 | 137,9 | 125,3 | 108,9 | 60,8 | 48,1 | 136,0 | 153,0 | 127,9 | 202,3 |
| Média do n°. de dias de chuva | 15 | 14 | 12 | 8 | 8 | 7 | 5 | 6 | 9 | 10 | 10 | 10 |
| Total médio insolação (horas) | 222 | 195 | 213 | 217 | 202 | 194 | 218 | 207 | 183 | 221 | 224 | 214 |

3.3 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

Desde seu princípio, a cidade de Maringá tem como diferencial seu plano urbanístico, proposto pelo engenheiro Jorge de Macedo Vieira. Seu plano segue os princípios adotados, a partir do início do século passado por Ebenezer Howard, e que se convencionou chamar de “cidade-jardim”. Sua característica estava no traçado orgânico do espaço físico, que desenhava o sítio urbano mantendo-o adequado à topografia, à rede hidrográfica e ao clima local, na presença de amplos parques e de um urbanismo de espaços abertos. As praças, ruas e avenidas foram demarcadas considerando ao máximo as características topográficas do sítio escolhido, respeitando o traçado urbanístico previamente estabelecido (REGO, 2001).

Grande parte do cotidiano maringaense se desenvolve em torno de suas praças. O centro político-administrativo situa-se junto a duas praças adjacentes. Também, o ponto de maior apelo turístico da cidade, a Catedral Nossa Senhora da Glória, localiza-se em uma praça, a Praça da Catedral. Unwin (1984) já propunha que os edifícios públicos fossem agrupados em lugares centrais ou praças, causando o contraste de sua escala e suscitando uma imagem vigorosa na memória de qualquer observador ou visitante.

Infelizmente, a atenção dispensada às praças de Maringá desde seu planejamento e sua implantação, foi minimizada com o passar do tempo, chegando a atingir uma situação de descaso. Em uma pesquisa recente, De Angelis (2000) constatou a menor importância que as sucessivas administrações públicas têm dado às praças maringaenses, conferindo diferentes graus de importância para as estruturas urbanas do município. Em sua análise, conclui-se que, de forma generalizada, as praças se encontram em situação de abandono e degradação. Segundo ele, “a importância que lhes têm sido dada nos dias de hoje não condiz com a necessidade crescente que a cidade e seus habitantes têm desses espaços”.

As praças da área central, onde se localizam as praças desta pesquisa, possuem grande dinamismo, pois estão inseridas junto aos principais edifícios públicos, áreas de comércio e serviço. Nelas encontram-se diferentes tipos de atividades e, por consequência, diferentes usuários, que variam de transeuntes, idosos, pessoas oferecendo serviços, desocupados, entre outros. Devido ao atual estado de degradação em que se encontram esses espaços, que recebem pouca ou quase nenhuma atenção por parte do poder público, as praças são muitas vezes associadas à marginalidade e falta de segurança.

3.4 ZONA CENTRAL DE MARINGÁ

Conforme o zoneamento de Maringá, as praças seleccionadas para o estudo de caso dessa pesquisa localizam-se na zona central (ZC) (figura 3.2).

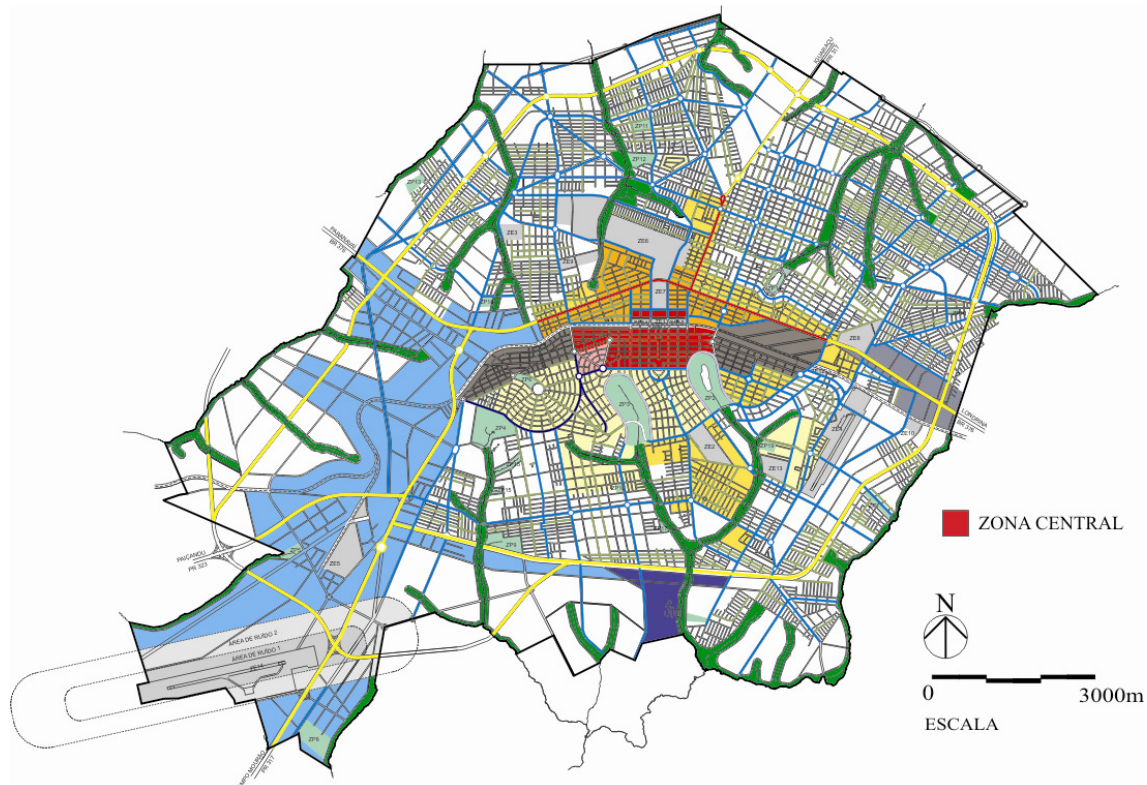


Figura 3.2 – Zoneamento de Maringá

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ (1999).

A Lei Complementar nº. 331/99 do Município de Maringá (MARINGÁ, 1999) dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo. Conforme o Anexo I dessa Lei, na Zona Central de Maringá são permitidos os usos de comércio e serviços centrais, comércio e serviços vicinais e ocupações multifamiliares; é permissível o uso de pequenas indústrias não incômodas nem nocivas ou perigosas relacionadas com o comércio a varejo; e é tolerado o uso de ocupações unifamiliares.

Conforme o Anexo II desta mesma lei, a altura máxima das edificações construídas na Zona Central é dada pelo limite da Cota 610, aproximadamente 20 pavimentos, correspondente a cota dessa área. O aproveitamento máximo do terreno é de 90% para o subsolo, 90% para o térreo e 2º pavimento e 50% para a torre.

3.5 PRAÇAS DE ESTUDO

As duas praças selecionadas para o estudo localizam-se na região central da cidade de Maringá: Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1) e Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça 2). Elas apresentam características diversas em relação à densidade da vegetação e tipologias de pavimentação. Porém, ambas se encontram em áreas densamente edificadas e assumem condições topográficas semelhantes. Devido à proximidade, pode-se considerar que ambas, em geral, estão sujeitas a influências climáticas similares. Nas figuras 3.3 e 3.4, que mostram a localização das praças na cidade, percebe-se a proximidade entre elas e diferença na densidade de vegetação arbórea.



Figura 3.3 – Foto aérea de Maringá com localização das praças de estudo

Fonte: Disponível em: <<http://www.projetomaringa.blogspot.com>>, com alterações do autor

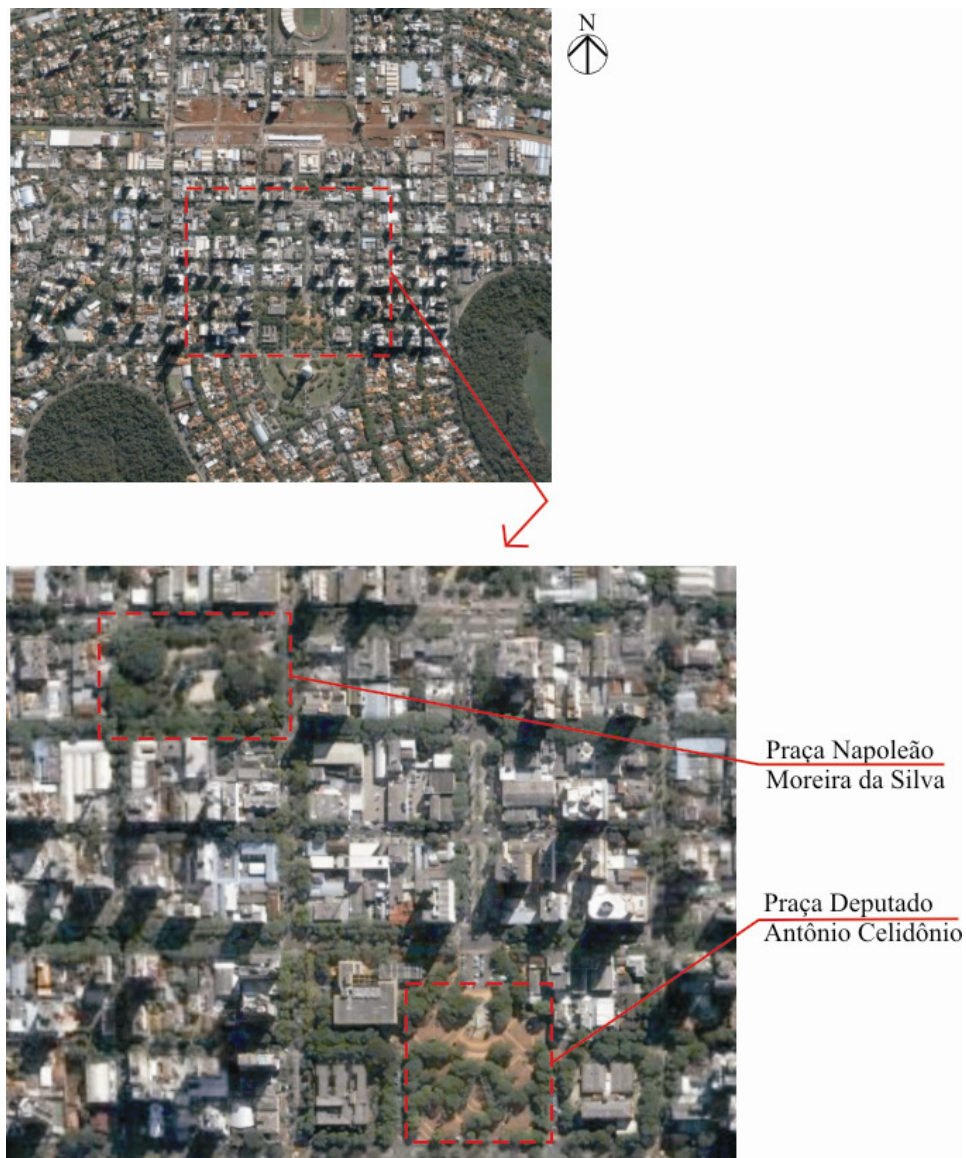


Figura 3.4 –Localização das praças de estudo

Fonte: Software Google Earth (2005), com modificações do autor

3.5.1 Praça Napoleão Moreira da Silva – Praça 1

A Praça Napoleão Moreira da Silva, fundada no início da década de 50, foi a primeira praça da cidade. Durante os primeiros anos de sua fundação, nela se encontravam as pequenas instalações da rodoviária, e por isso era chamada de Praça da Rodoviária (DE ANGELIS, 2000). Ela passou a ser denominada Napoleão Moreira da Silva em 1957, possui 11.520,00 m² e altitude de 560 m no seu ponto mais baixo e 563 m no seu ponto mais alto, sendo sua declividade quase imperceptível.

Ela foi doada à prefeitura de Maringá pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP) arborizada com espécies nativas da região. Na administração do segundo prefeito

de Maringá, essas árvores foram cortadas já que no projeto da cidade, elaborado pelo urbanista Jorge de Macedo Vieira, a estação rodoviária seria nessa praça, o que, no entanto, não ocorreu (DE ANGELIS, 2000).

Posteriormente, a praça foi projetada pelo arquiteto José Augusto Bellucci, com formas geométricas abstratas, com seu centro elevado em 60 centímetros, como uma ilha, possibilitando os usuários que se sentassem ali, observar a rua com a mesma perspectiva de altura em relação às pessoas que por ali caminhavam (VERRI JR, 2000). A figura 3.5 mostra a conformação da praça nesse período (década de 60).



Figura 3.5 - Praça Napoleão Moreira da Silva

Fonte: VERRI JR. (2000)

Atualmente, destacam-se nessa praça a presença de grandes palmeiras imperiais (*Roystonea spp.*) e uma falsa seringueira (*Ficus elastica*). O paisagismo também é formado por diversas espécies arbóreas, arbustivas e de forrações. Ela possui uma grande área livre central que permite a realização de eventos e de feiras de artesanato. Ela também possui um parque infantil e bancos que se destacam por seu desenho orgânico.

A figura 3.6.a mostra a falsa seringueira presente na praça e a grande área sombreada por ela. Sob ela, localiza-se o parque infantil. A figura 3.6.b mostra algumas das palmeiras imperiais presentes na praça, outras espécies diversificadas e, nela, destaca-se um Ipê Rosa (*Tabebuia pentaphylla*), em seu período de floração.



Figura 3.6 a e b, respectivamente - Praça Napoleão Moreira da Silva

Fonte: o AUTOR

Essa praça, quando comparada à Praça Deputado Antônio Celidônio, é caracterizada por árvores mais densas e maior área permeável em proporção à área da praça. Ela é revestida, nas áreas impermeáveis, com piso cimentado. Essa praça apresenta uma área central desprovida de vegetação e, conseqüentemente, não sombreada.

Conforme o conceito de cobertura vegetal proposto por Cavalheiro *et al.* (1999), como sendo a projeção do verde em cartas planimétricas e identificada por meio de fotografias aéreas, a cobertura vegetal dessa praça é de aproximadamente 90%, conforme ilustra a figura 3.7.

A área da cobertura vegetal foi obtida utilizando-se uma foto aérea do software Google Earth (2008) de julho de 2005 exportada para o software AutoCad 2007. A base cartográfica digital de Maringá (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ, 2005) foi sobreposta à foto aérea, para ajustar a escala da foto e desenhar a projeção das copas. Ainda utilizando-se o AutoCad 2007, foi possível obter a área da projeção do verde, através da formação de *boundaries* (limites).

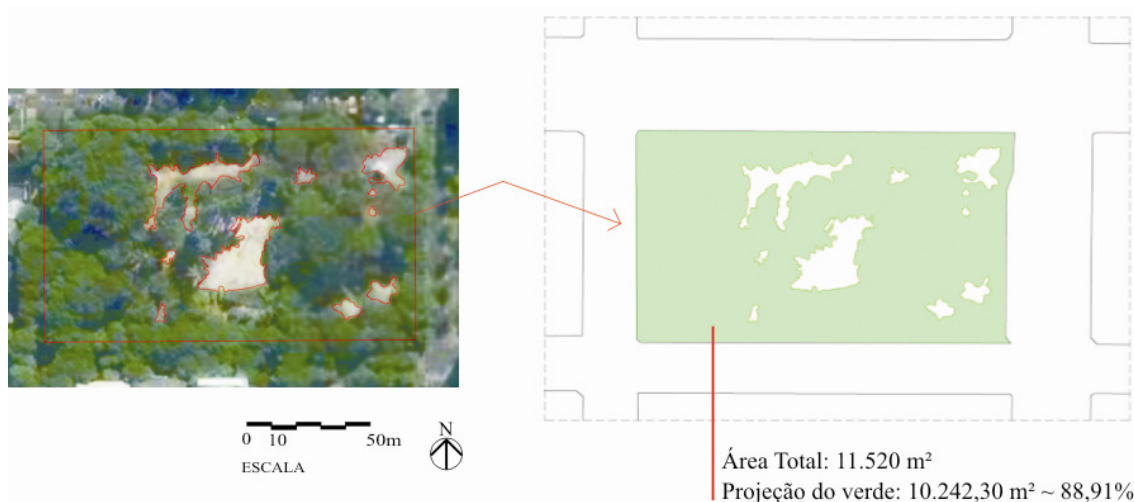


Figura 3.7 – Cobertura vegetal da Praça Napoleão Moreira da Silva

Fonte: o AUTOR

Em relação à ocupação do solo no entorno imediato da praça (quadras adjacentes), predominam ao Norte construções de até 4 pavimentos e lojas de pavimento térreo (figura 3.8a). Ao Sul, predominam construções de até 2 pavimentos, com a presença de uma construção de 6 pavimentos e outra de aproximadamente 20 pavimentos (figura 3.8b). À Oeste predominam lojas de pavimento térreo, com algumas edificações de até 4 pavimentos (figura 3.9a). E, à Leste predominam lojas de 1 pavimento, com a presença de uma construção com aproximadamente 12 pavimentos (figura 3.9b).

No decorrer do estudo, essa praça também será chamada de Praça 1.



Figura 3.8 a e b, respectivamente – Entorno da Praça 1 ao Norte e ao Sul

Fonte: o AUTOR



Figura 3.9 a e b, respectivamente – Entorno da Praça 1 a Oeste e a Leste

Fonte: o AUTOR

3.5.2 Praça Deputado Antônio Celidônio – Praça 2

A Praça Deputado Antônio Celidônio é a maior praça da cidade, possui 23.050 m² e sua altitude varia de 553m a 556m, sendo seu desnível praticamente imperceptível ao observador. É conhecida por “Praça da Prefeitura”, justamente por abrigar a Prefeitura Municipal da cidade. Nela também se situam o fórum e a agência central dos correios.

A figura 3.8 ilustra a praça na época de sua formação, em 1957.

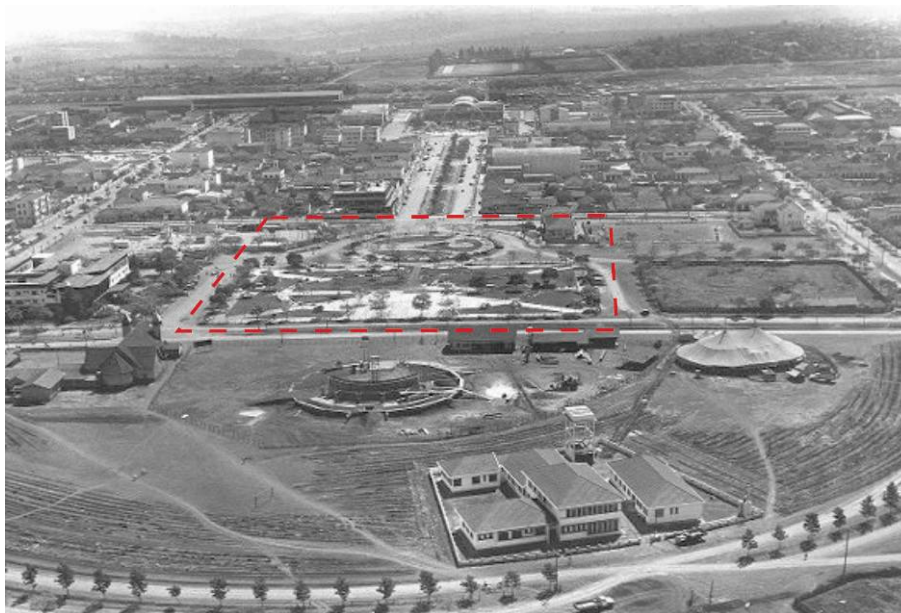


Figura 3.10 - Praça Deputado Antônio Celidônio em 1957

Fonte: <<http://blogs.odiariomaringa.com.br>>, com modificações do autor

Essa praça possui amplo espaço livre o que, aliada a sua centralidade, possibilita a realização de eventos como feiras e exposições. Esse espaço é composto por floreiras elevadas, luminárias diferenciadas, bancos e um monumento.

Sua vegetação é bastante diversificada, destacam-se as sibipirunas (*Caesalpinia peltophoroides*) de grande porte em seu perímetro e o conjunto de palmeiras jerivás (*Syagrus romanzoffiana*), na área central da praça. O paisagismo também é formado por uma diversidade de arbustos e forrações.

A figura 3.9.a mostra a área central da praça, com pouca vegetação e com destaque ao monumento. A figura 3.1.b mostra uma área sombreada da praça, com sibipirunas e palmeiras jerivás.



Figura 3.11 a e b, respectivamente - Praça Deputado Antônio Celidônio

Fonte: o AUTOR

Em comparação à Praça Napoleão Moreira da Silva, ela possui árvores de menor densidade e é caracterizada por possuir grande área impermeabilizada, composta por ladrilhos cerâmicos de diversas cores (cinza, vermelho, amarelo). Sua cobertura vegetal, conforme a figura 3.10, é de aproximadamente 67,40%.

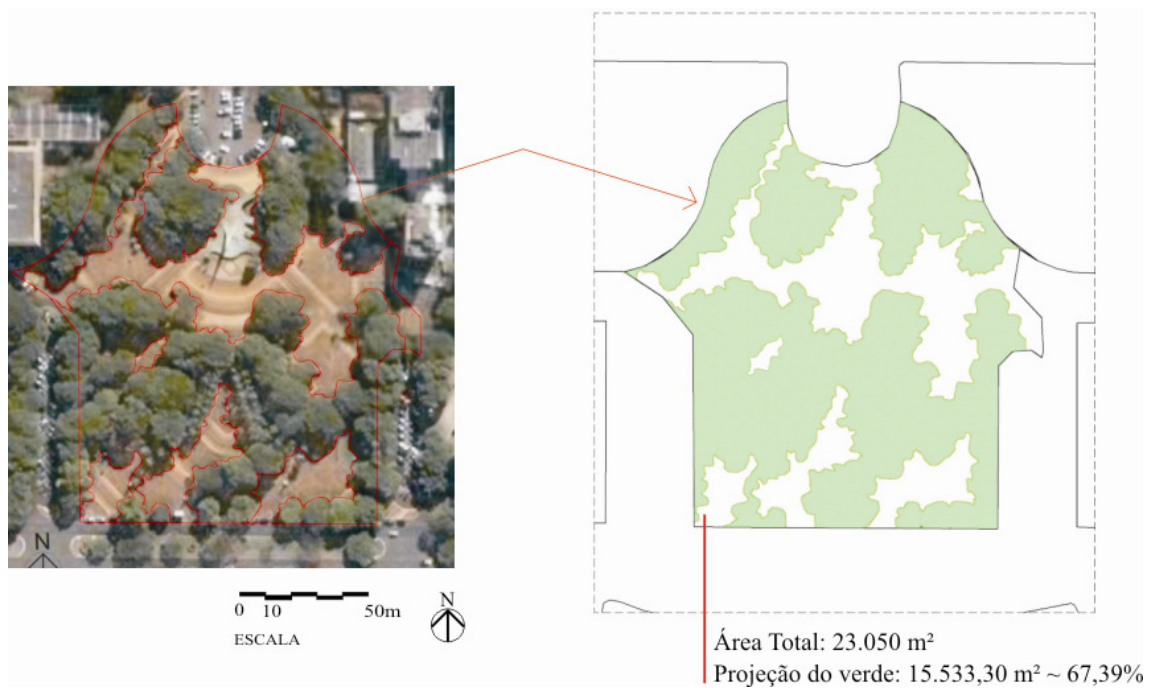


Figura 3.12 – Cobertura vegetal da Praça Deputado Antônio Celidônio

Fonte: o AUTOR

Em relação à ocupação do solo no entorno imediato da praça, predominam ao Norte construções de até 4 pavimentos, com a presença de três edifícios de aproximadamente 15 pavimentos (figura 3.13 a). Ao Sul, existe outra praça, a Praça da Catedral Nossa Senhora da Glória e a Catedral, que possui aproximadamente 114 metros de altura (figura 3.13 b). À Leste localiza-se o Fórum, com altura correspondente a 5 pavimentos, lojas e serviços de pavimento térreo e outras poucas construções com até 10 pavimentos (figura 3.14 a). E, à Oeste localiza-se a Prefeitura Municipal, com altura correspondente a 5 pavimentos (figura 3.14 b), e o antigo Hotel Bandeirantes, com 4 pavimentos. É interessante ressaltar, que um dos prédios ao Norte e o prédio da prefeitura sombreiam a praça parcialmente durante a tarde.

No decorrer do estudo, essa praça também será chamada de Praça 2.



Figura 3.13 a e b, respectivamente – Entorno da Praça 2 ao Norte e ao Sul

Fonte: o AUTOR



Figura 3.14 a e b, respectivamente – Entorno da Praça 2 a Leste e a Oeste

Fonte: o AUTOR

4 METODOLOGIA

Neste capítulo são detalhados os métodos, técnicas, materiais e instrumentação utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

Os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento da presente investigação compreendem quatro etapas distintas. A primeira etapa consiste na definição das áreas de estudo.

A segunda etapa consiste na determinação dos pontos para levantamento de dados, métodos e técnicas de instrumentação utilizadas. Ainda nesta etapa, definiu-se um modelo de questionário aplicado aos usuários das áreas de estudo.

A terceira etapa consiste na coleta de dados quantitativos e qualitativos, ou seja, na realização das medições dos parâmetros de conforto nos locais de estudo e na aplicação dos questionários aos respectivos usuários.

A última etapa consiste na análise, comparação e discussão dos resultados obtidos, com vistas à confirmação da hipótese levantada sobre o papel da vegetação como elemento atenuador do rigor térmico e determinante na qualidade dos espaços livres urbanos.

4.1 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Como já descrito no Capítulo 3 para estudo de caso foram selecionadas duas praças localizadas na região central da cidade de Maringá: Praça Napoleão Moreira da Silva e Praça Deputado Antônio Celidônio. A escolha se deu pelo fato de ambas se encontrarem em áreas densamente edificadas, de assumirem condições topográficas semelhantes e apresentarem características adversas em relação à densidade de vegetação.

4.2 DETERMINAÇÃO DOS PONTOS PARA COLETA DE DADOS, MÉTODOS E TÉCNICAS DE INSTRUMENTAÇÃO

A coleta dos dados climáticos foi realizada com medidas móveis e fixas. O método de medidas móveis foi escolhido, pois possibilita a caracterização do campo térmico através de uma densidade maior de pontos. A coleta de medidas fixas foi realizada para possibilitar a correção dos valores de medidas móveis e possibilitar uma análise comparativa entre os dados.

Para maior representatividade dos dados, optou-se por realizar as medições nos solstícios e equinócios: 22 de março (equinócio de outono); 21 de junho (solstício de inverno); 23 de setembro (equinócio de primavera) e 22 de dezembro (solstício de verão), todas no ano de 2008.

Frota e Schiffer (2001) explicam que o eixo de rotação da Terra possui uma posição fixa que está ligeiramente inclinada em $23,5^\circ$ em relação ao eixo de translação da terra; isso faz com que em determinada época do ano, a luz solar incida com maior intensidade sobre o hemisfério norte e, na outra parte do ano, incida com maior intensidade sobre o hemisfério sul.

Dessa forma, no dia 21 de junho, às 12 horas, o Sol atinge perpendicularmente o Trópico de Câncer, limite de seu percurso do Hemisfério Norte, e no dia 22 de dezembro, às 12 horas, atinge o ponto máximo de seu percurso no Hemisfério Sul. Esses dois dias são denominados de solstícios; sendo solstício de inverno se o ponto geográfico do observador situar-se em hemisfério oposto ao Sol, e de verão, se estiver no mesmo hemisfério.

Já a passagem do Sol pelo Equador terrestre resulta na duração do dia igual à noite para qualquer ponto da terra, esses dias são denominados de equinócios e ocorrem nos dias 23 de setembro e 22 de março (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Dessa forma, determinou-se que as medições na Praça 1 ocorressem nos dias de solstícios ou equinócios e na Praça 2, no dia posterior. Outro critério adotado foi que todos os dados utilizados fossem coletados em condições de tempo com céu claro e ventos regionais fracos, o que possibilita considerar os resultados como tendência de comportamento térmico da área. No caso do estado geral do tempo ter sido caracterizado como nublado ou encoberto, as medições foram adiadas até o estado geral do tempo caracterizar-se como claro. Assim, os períodos de medições dividem-se em outono, inverno, primavera e verão.

Objetivando, novamente, a representatividade dos dados, as medições dos parâmetros climáticos foram realizadas às 9h00min, 12h00min e 15h00min de cada dia de levantamento dos dados.

4.2.1 Medições móveis

Determinação dos pontos

As medidas móveis foram utilizadas para detalhar a distribuição horizontal das variáveis do clima em cada praça. O número mínimo de amostras foi calculado através da “Equação 4.1”:

$$n = \left[\frac{t.S_x}{e} \right]^2 \quad (\text{Eq. 4.1})$$

onde:

“n” é o número da amostra,

“t” é o fator de distribuição de Student, para (n-1) graus de liberdade e um limite de confiança entre 90 e 99%,

“s” é a estimativa do desvio padrão da característica medida,

“e ” é o erro ou incerteza admitida.

Para um limite de confiança de 95% e admitindo-se um erro máximo de 2°C, o número mínimo de amostras obtido foi de 23,9 amostras. Adotou-se como 25 o número de amostras para facilitar a determinação dos pontos nas praças. Dessa forma, para as medições móveis, em cada praça, foram determinados 25 pontos em uma malha regular. Esses pontos foram determinados sobre uma base cartográfica digital fornecida pela Prefeitura Municipal de Maringá e numerados em seqüência de acordo com o percurso realizado nas medições.

As figuras a seguir (Figura 4.1 e Figura 4.2) ilustram os pontos determinados em cada praça.

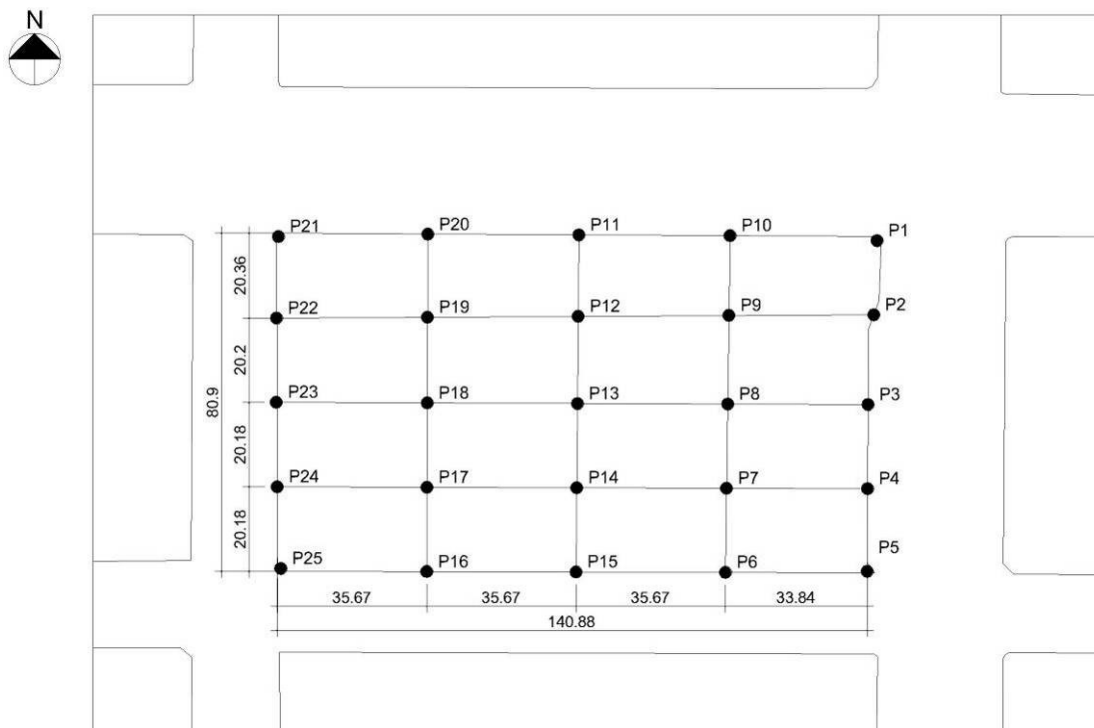


Figura 4.1 - Distribuição dos pontos e percurso para medição móvel na Praça Napoleão Moreira da Silva

Fonte: base cartográfica digital fornecida pela Prefeitura Municipal de Maringá (2004) com modificações do autor

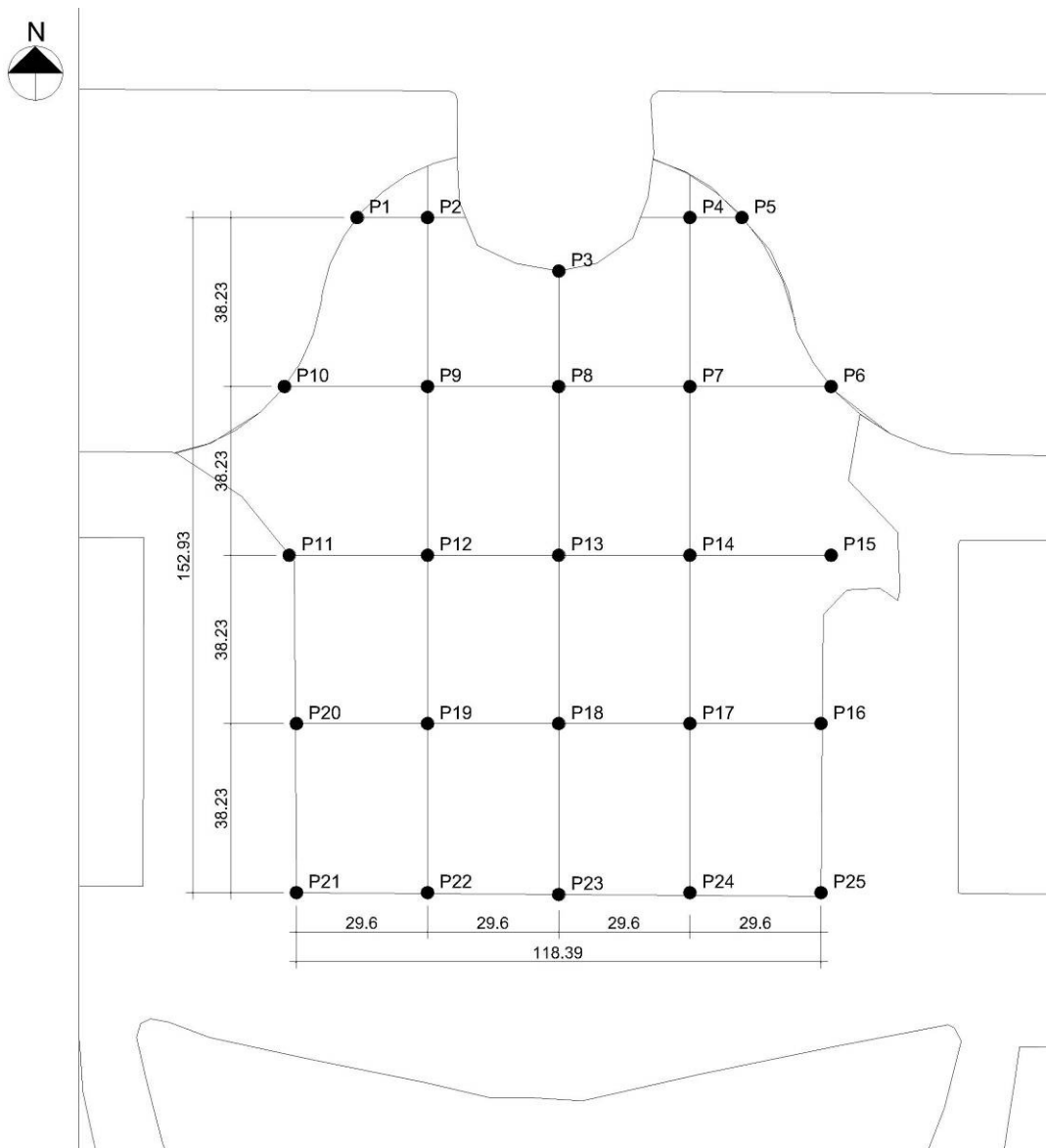


Figura 4.2 - Distribuição dos pontos e percurso para medição móvel na Praça Deputado Antônio Celidônio

Fonte: base cartográfica digital fornecida pela Prefeitura Municipal de Maringá (2004) com modificações do autor

Equipamentos e técnicas

Os equipamentos utilizados para as medições móveis foram: um equipamento multifunção (termômetro, higrômetro e luxímetro) digital THDL 400 acoplado a um tripé a uma altura aproximada de 1,30 m do solo para medidas de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e iluminância. Também foi utilizado um termômetro a laser infravermelho para medidas de temperatura do piso. O quadro 4.1 ilustra e caracteriza os equipamentos utilizados. A figura 4.3 mostra a utilização destes equipamentos.

Quadro 4.1 - Características dos equipamentos utilizados



| Ilustração | Características do Equipamento |
|---|--|
|  | <p>Multifunção Digital THDL 400 Fabricante/Importador: Instrutherm</p> <p><i>Termômetro:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Escala de: - 20°C a 750°C (duas faixas) ou - 4°F ~ 1400°F (duas faixas) - Resolução: 0,1°C / 0,1°F; 1°C / 1°F - Precisão: ± 3% da leitura + 2°C ou ± 3% da leitura + 2°F - Tipo de sensor: Termopar tipo K. <p><i>Higrômetro:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Escala de: 25% a 95% RH - Resolução: 0,1% RH - Precisão: ± 5% RH + 10 dígitos (calibrado à temperatura de cor de 2856K) - Repetibilidade: ± 2% - Fotocélula: Fotodiodo de silício com filtro <p><i>Luxímetro:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Escala: 0 a 20000 Lux, em quatro faixas - Precisão: ± 5% da leitura |
|  | <p>Termômetro a laser infravermelho</p> <p>Modelo SK-8700 Fabricante/Importador: Sato</p> <ul style="list-style-type: none"> - Feixe de laser: 14mm - Resolução: 1 °C |



Figura 4.3 – Medição utilizando o equipamento multifunção digital acoplado ao tripé e o termômetro a laser infravermelho, respectivamente

Fonte: O AUTOR

Previamente, os pontos foram marcados no solo com o auxílio de uma trena utilizando as medidas aproximadas às fornecidas pela base cartográfica digital. As medições iniciaram-se no horário pré-determinado: 9h00min, 12h00min e 15h00min. Os dados foram coletados em cada ponto e anotados em uma planilha previamente elaborada, com intervalo de 2 minutos e 30 segundos de um ponto para outro, totalizando 1 hora ao final do percurso.

Para a coleta de dados de velocidade do vento foi utilizado um Termo-Anemômetro Testo 405-V1, conforme o quadro 4.2. Ela foi realizada nos três horários de medição (9h00min, 12h00min e 15h00min) em cada praça, no ponto 1 de cada praça.

Devido a não de disponibilidade desse equipamento para as medições móveis do outono, inverno e primavera, a coleta de dados de velocidade do vento foi realizada somente na estação do verão. Para as demais estações, foram utilizados métodos de interpolação para determinação da velocidade do vento à altura de 1,50 m, em ambas as praças, utilizando-se os dados de velocidade do vento obtidos na medição fixa e na medição móvel na estação do verão.

Para a medição da temperatura de globo foi utilizado um termômetro de globo digital portátil TGD-200 Instrutherm, conforme o quadro 4.3. A coleta de dados de temperatura de globo foi realizada em três pontos para cada horário de estudo em cada praça: um ponto exposto à radiação solar, um ponto sombreado por vegetação arbórea de folhagem pouco densa e outro ponto sombreado por vegetação arbórea de folhagem densa, nessa ordem. Isso ocorreu devido ao tempo necessário para estabilização do equipamento, aproximadamente 25 minutos para cada ponto medido.


Quadro 4.2 - Características do termo-anemômetro

| Ilustração | Características do Equipamento |
|---|--|
|  | <p>Termo-Anemômetro testo 405-V1 Fabricante: Testo - Escala de: 0 a 10 m/s e 0 a 999,990 m³/h - Resolução: 0,01 m/s - Precisão: ± 1/m/s Medição por sistema de Fio Quente NTC</p> |

Assim como na coleta de dados de velocidade do vento, a medição da temperatura de globo foi realizada apenas na estação do verão devido a não disponibilidade do equipamento durante as outras estações. Através de métodos de interpolação foram determinados valores de temperatura de globo para as demais estações.

A temperatura radiante média foi calculada com a fórmula de convecção forçada (equação 2.3), utilizando-se os dados de temperatura de globo para cada ponto, os dados de temperatura do ar para o ponto correspondente e o valor de velocidade do ar para o horário em estudo.

Quadro 4.3 - Características do termômetro de globo

| Ilustração | Características do Equipamento |
|---|--|
|  | <p>Termômetro de globo digital portátil TGD-200 Fabricante/Importador: Instrutherm - Escala de: - 10°C a 150°C - Resolução: 0,1°C - Precisão: $\pm 0,1^\circ\text{C} \pm$ último dígito significativo - Indicador e módulo-sensor (destacável) com 3 sondas</p> |

Correção das medidas móveis

Juntamente com as medidas móveis foram coletados registros contínuos de medidas fixas. A coleta de dados de medidas móveis deve ser corrigida para os horários estabelecidos (9h00min, 12h00min e 15h00min). Esta correção é necessária, pois o intervalo de tempo entre a primeira e a última medida pode ser significativo. Dessa forma, utilizaram-se métodos de interpolação para ajustar as medições móveis para os horários padrões.

Para esta correção do tempo tardio foram utilizados como referência os dados de medições fixas.

4.2.2 Medições fixas

Determinação dos pontos

As medidas fixas foram obtidas através de uma mini-estação climatológica localizada sobre o prédio da Prefeitura Municipal de Maringá, a uma altura de 23 metros do solo, área bastante próxima das duas praças onde foram realizadas as medições móveis.

A mini-estação climatológica instalada no prédio da prefeitura é uma das mini-estações espalhadas pela cidade, pertencentes ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, com a finalidade de coletar dados para a realização de pesquisas a respeito do clima urbano.

Esse ponto de localização da mini-estação climatológica foi escolhido devido à proximidade às áreas de estudo. Suas coordenadas geográficas são: latitude 23°26' e longitude 51°55', altitude 576m.

Equipamentos e técnicas

A montagem e instalação da mini-estação climatológica foi realizada no dia 17 de maio de 2005. A figura 4.4 mostra o equipamento e o quadro 4.4 apresenta suas características.

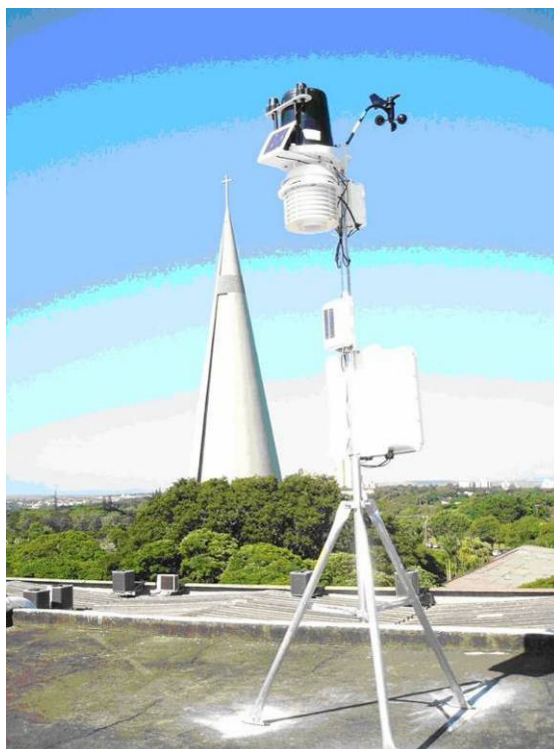


Figura 4.4 – Mini-estação climatológica

Fonte: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (2008)

Quadro 4.4 - Características da mini-estação climatológica

| Variável | Descrição do sensor |
|------------------------|---|
| Temperatura do ar | <i>Platinum wire thermistor</i> <i>Davis Instruments</i> Precisão: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ |
| Umidade relativa do ar | <i>Film capacitor element</i> <i>Davis Instruments</i> Precisão: $\pm 3\%$ ($< 90\%$) e $\pm 4\%$ ($> 90\%$). |
| Pressão atmosférica | <i>Pressure transducer</i> <i>Davis Instruments</i> Precisão: $\pm 1.0\text{ hPa}$ |
| Radiação solar global | <i>Pyranometer of Silicon photodiode</i> <i>Davis Instruments</i> Precisão: $\pm 5\%$ |
| Velocidade do vento | <i>Wind vane and potentiometer</i> <i>Davis Instruments</i> Precisão: $\pm 7\text{ degrees}$ |

4.2.3 Determinação do perfil vertical da velocidade do vento

Uma segunda etapa das medições realizadas nas praças, teve como objetivo a determinação do perfil vertical da velocidade do vento em cada praça, a fim de se conhecer a variação da velocidade do vento em função da altura e da densidade da vegetação presente em cada praça.

A coleta de dados de velocidade do vento nessa etapa foi realizada no dia 20 de dezembro de 2008 às 14h00min na Praça 1, e às 15h00min na Praça 2, em um ponto em cada praça no sentido oposto à direção predominante do vento no dia da medição.

Para traçar o perfil vertical da velocidade do vento, foram determinados cinco níveis ou cinco pontos na vertical, para a medição da velocidade do vento: nível do solo (0m), 2,5 metros, 5 metros, 7,5 metros e 10 metros. O valor da velocidade do vento obtido na mini-estação climatológica (m.e.c.) nesse mesmo horário foi associado a esses pontos, sendo que a mini-estação se encontra a uma altura de 16 metros em relação à Praça 1, e de 19 metros em relação a Praça 2. A altura e nível de cada ponto utilizado para a determinação da velocidade do vento em cada praça estão representados no quadro 4.5.

Quadro 4.5 – Pontos utilizados para a determinação do perfil vertical da velocidade do vento em cada praça

| Praça Napoleão Moreira da Silva | | | Praça Deputado Antônio Celidônio | | |
|---------------------------------|------------|-----------|----------------------------------|------------|-----------|
| Pontos | Altura (m) | Nível (m) | Pontos | Altura (m) | Nível (m) |
| 1 | 0 | 560 | 1 | 0 | 557 |
| 2 | 2,5 | 562,5 | 2 | 2,5 | 559,5 |
| 3 | 5 | 565 | 3 | 5 | 562 |
| 4 | 7,5 | 567,5 | 4 | 7,5 | 564,5 |
| 5 | 10 | 570 | 5 | 10 | 567 |
| 6 (m.e.c.) | 16 | 576 | 6 (m.e.c.) | 19 | 576 |

A medição foi realizada com o auxílio do Corpo de Bombeiros de Maringá, utilizando-se uma escada de 10 metros de altura, um Termo-Anemômetro Testo 405-V1 (quadro 4.2), para a medição da velocidade do vento e um aparelho de GPS (*Global Positioning System*) para a determinação da altitude em cada ponto.

Inicialmente a escada foi posicionada em um ponto na praça no sentido oposto ao do vento predominante no dia da medição (figura 4.5) e que fosse seguro para o posicionamento da escada. Com a escada posicionada, utilizou-se o aparelho de GPS para determinar a

altitude pré-estabelecida e o com o anemômetro foram registrados três valores de velocidade do vento em cada ponto (figura 4.6). Os valores foram registrados em uma planilha previamente elaborada simultaneamente à coleta de dados, por uma pessoa diferente da que utilizou o anemômetro e o GPS.

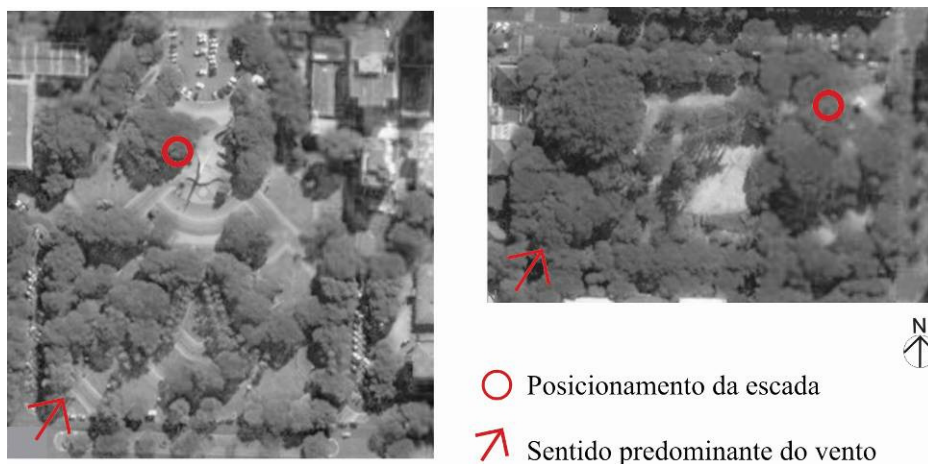


Figura 4.5 – Pontos de medição da velocidade do vento na Praça 2 e na Praça 1, respectivamente



Figura 4.6 – Coleta de dados para a determinação do perfil vertical da velocidade do vento: Praça 1 e Praça 2, respectivamente

4.3 AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO

A avaliação do conforto térmico nas praças foi realizada de duas maneiras: através do cálculo do Voto Médio Predito (PMV) para os pontos representativos de cada praça, nos

diferentes horários e meses de medição e através de uma avaliação qualitativa das praças através da aplicação de questionários de percepção climática aos usuários das praças.

4.3.1 Cálculo do PMV

Utilizando-se o método do Voto Médio Predito, de acordo com a ISO 7730 (1994), foram calculados os valores de PMV e da Porcentagem de Insatisfeitos (PPD) para 3 pontos representativos de cada praça: um ponto sombreado por árvores com folhagem densa (sombra densa), um ponto sombreado por árvores com folhagem pouco densa (sombra rala) e outro não sombreado (ao Sol). Esse cálculo foi realizado para os três horários de medição em cada praça para cada estação em estudo.

A tabela 4.1 mostra as peças de roupas consideradas nos cálculos, de acordo com a ISO 7730 (1994). As peças foram selecionadas de acordo com o vestuário da maior parte das pessoas durante os dias de medição. Para as estações do outono, da primavera e do verão, contabilizando-se cada item, a resistência térmica total foi de 0,47 clo. Para o inverno, substituiu-se a camisa de manga curta por uma camisa de manga longa, totalizando 0,62 clo.

Tabela 4.1 – Itens do vestuário e resistência térmica

Fonte: ISO 7730 (1994)

| Outono/ Primavera/Verão | | Inverno | |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Peça de roupa | Isolamento térmico (clo) | Peça de roupa | Isolamento térmico (clo) |
| Calcinha, cueca | 0,03 | Calcinha, cueca | 0,03 |
| Camisa mangas curtas | 0,15 | Camisa mangas longas | 0,30 |
| Calça normal | 0,25 | Calça normal | 0,25 |
| Meias | 0,02 | Meias | 0,02 |
| Sapato (sola fina) | 0,02 | Sapato (sola fina) | 0,02 |
| Total | 0,47 | Total | 0,62 |

Para as atividades exercidas, considerou-se: uma pessoa parada, sentada (1,0 met) ou uma pessoa andando em local plano a uma velocidade de 2 km/h (1,9 met), de acordo com a ISO 7730 (1994). Assim, têm-se duas situações distintas observadas para os parâmetros pessoais:

- ✓ Pessoa sentada (1,0 met) com vestimenta de 0,47 clo/ 0,62 clo
- ✓ Pessoa andando (1,9 met) com vestimenta de 0,47 clo/ 0,62 clo

A tabela 4.2 mostra a escala utilizada para o PMV, os intervalos adotados e as abreviaturas utilizadas.

Tabela 4.2 – Escala utilizada para o PMV e abreviaturas

| Valor | Intervalo | Sensação térmica |
|-------|------------|-------------------|
| -3 | -3 | Muito frio (MF) |
| -2 | -2 a -2,9 | Frio (F) |
| -1 | -1 a -1,9 | Pouco frio (PF) |
| 0 | -0,9 a 0,9 | Neutro (N) |
| 1 | 1 a 1,9 | Pouco quente (PQ) |
| 2 | 2 a 2,9 | Quente (Q) |
| 3 | 3 | Muito quente (MQ) |

A norma ASHRAE 55 (1992) considera que um ambiente é termicamente confortável quando este satisfaz pelo menos 80% dos seus ocupantes, ou seja, que o Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PPD) seja igual ou menor que 20%. Assim, nessa pesquisa convencionou-se que para $PPD \leq 20\%$, a sensação para a pessoa seja de conforto térmico (C) e para $PPD > 20\%$, a sensação seja de desconforto (D).

4.3.2 Aplicação de questionários

Uma segunda etapa da avaliação do conforto térmico nas praças é realizada através da aplicação de questionários de percepção climática aos usuários das praças, aplicados simultaneamente às medições.

Utilizou-se para essa avaliação o questionário proposto por Pezzuto (2007), elaborado a partir das recomendações da Norma Internacional – ISO 10551 (1995), a qual fornece subsídios para avaliação da influência do ambiente térmico utilizando escalas de julgamento subjetivo. O questionário completo encontra-se no Anexo A.

O questionário apresenta questões relativas à sensação de conforto térmico dos entrevistados. Ele aborda dados pessoais dos entrevistados como idade e sexo, a atividade realizada no momento da entrevista (metabolismo) e vestimenta.

Para a avaliação de conforto térmico, o questionário contempla três questões sobre o assunto: sensação térmica, preferência térmica e grau de satisfação. O quadro 4.6 mostra as questões do questionário direcionadas ao conforto térmico e suas variáveis relacionadas para análise.

Quadro 4.6 – Questões dos questionário sobre conforto térmico e variável relacionada

| Pergunta | Variável |
|---|---------------------|
| No momento você acha que está.... | Sensação térmica |
| Neste momento, você prefere que este ambiente esteja... | Preferência térmica |
| Em relação à temperatura, você está se sentindo... | Grau de satisfação |

A avaliação da sensação térmica é realizada utilizando-se a escala de Fanger (1970), em que o entrevistado, avalia o ambiente em uma escala psicofísica de 7 pontos. O ambiente pode ser classificado como muito frio (-3), frio (-2), pouco frio (-1), nem quente, nem frio (0), pouco quente (1), quente (2) e muito quente (3). A avaliação do entrevistado, nesse caso, será chamada de voto declarado.

Ao final da pesquisa, foram aplicados 180 questionários em cada praça, totalizando 360. Utilizou-se como base de cálculo para o número de entrevistas a tabela de amostras casuais simples, para nível de confiança 95,5% com hipótese $p=50%$, sendo a margem de erro de 5%. Supôs-se que a população diária que efetivamente utiliza a praça, ou seja, aquela que usufrui de sua infra-estrutura de bancos, parque, mesa de jogos, entre outros, seja de aproximadamente 300 pessoas. A aplicação dos questionários foi dividida para cada estação do ano e horário de medição. Assim, para cada horário serão aplicados 15 questionários, totalizando 45 por dia em cada praça. Esse número é satisfatório, visto que em determinados dias, poucas pessoas utilizam as praças.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados da coleta de dados quantitativos e qualitativos realizados nas estações de outono, inverno, primavera e verão.

Inicialmente, será apresentada a metodologia adotada para a correção dos dados de medições móveis. Após a correção, serão analisados os dados quantitativos, ou seja, os dados das medições dos parâmetros de conforto térmico nas duas praças. Também será apresentado o perfil vertical da velocidade do vento traçado para as duas praças em estudo.

Ao final do capítulo será apresentada a análise de conforto térmico nas praças através do cálculo do Voto Médio Predito (PMV) e, posteriormente, através dos questionários aplicados aos usuários das praças.

O capítulo subdivide-se pelas estações, outono, inverno, primavera e verão durante as quais foram realizadas as medições e, para cada estação, é analisada cada praça. Posteriormente, para a análise do conforto térmico, nova subdivisão em estações.

5.1 CORREÇÃO DAS MEDIDAS MÓVEIS

A correção das medidas móveis é necessária, pois, como já mencionado, o intervalo de tempo entre a medida no primeiro ponto e a medida do último ponto pode ser significativa. As medidas foram corrigidas para horários padrões (9h00min, 12h00min e 15h00min), através de métodos de interpolação.

Dentre os possíveis modelos para se corrigir as medidas espaciais realizadas em intervalos temporais diferentes existe o modelo de regressão linear múltipla e, após a obtenção deste, podem-se trazer as medidas efetivadas para um horário padrão, como por exemplo, para o horário de início da medição no ponto 1, como o citado e adotado em Pezzuto (2007).

Como o fenômeno abordado, conforto térmico em espaços livres, é de natureza complexa, e a inter-relação de suas variáveis, provavelmente, são funções não lineares, a aplicação de um modelo de regressão linear múltipla pode não atender ao objetivo esperado, ou seja, a correção dos valores para um horário padrão.

Portanto, neste trabalho optou-se por um tratamento de correção, que, embora linear, é mais simples de ser verificado visualmente e quantitativamente. Trata-se da interpolação linear dos valores de temperatura do ar e dos valores de umidade relativa do ar da mini-

estação climatológica (medidas fixas) com os valores obtidos através da medição móvel, adotando-se como horário padrão o do ponto 1.

Os gráficos 5.1, 5.2 e 5.3 exemplificam a correção das medidas móveis através da correção das medidas de temperatura do ar para os três horários padrões na primavera para a Praça 1. Nos gráficos pode ser observado que a correção foi significativa, principalmente para as medições realizadas às 9h00min, quando a temperatura variou 2,4°C positivos entre as 9h00min e 10h00min, conforme os dados da mini-estação climatológica, e às 12h00min, quando a temperatura variou 1,5°C positivos entre as 12h00min e 13h00min. Já no gráfico 5.3, a correção foi menos perceptiva, quando a temperatura variou 0,8°C positivos entre as 15h00min e 15h30min, e entre às 15h30min e 16h00min variou 0,8°C negativos.

Gráfico 5.1 – Correção das medidas móveis de temperatura do ar –P1 -9h00min - primavera

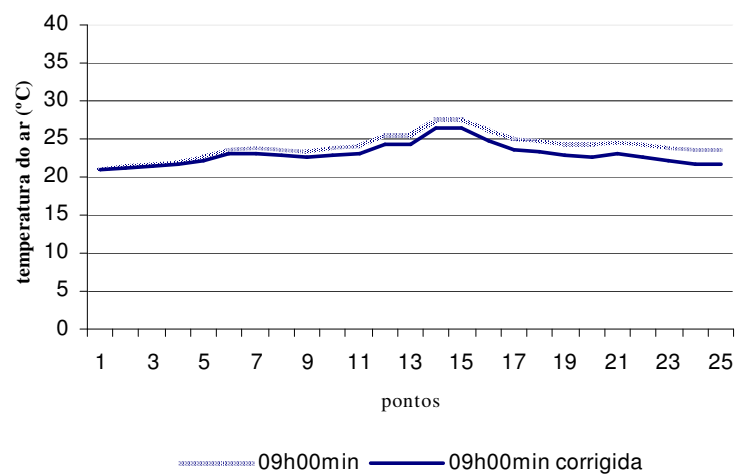


Gráfico 5.2 – Correção das medidas móveis de temperatura do ar –P1 -12h00min - primavera

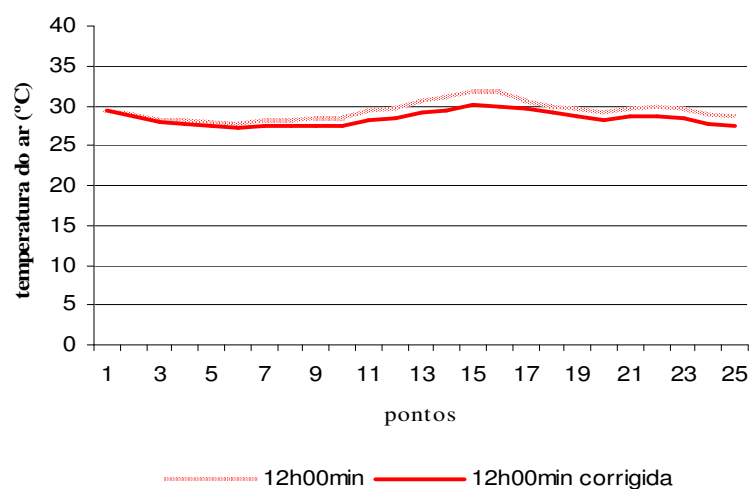
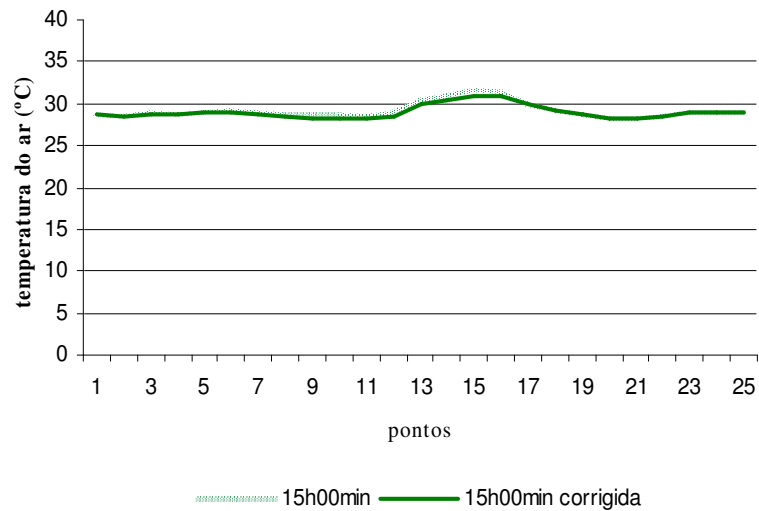


Gráfico 5.3 – Correção das medidas móveis de temperatura do ar –P1 -15h00min - primavera

5.2 OUTONO

De acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático (CPETEC, 2008), a estação do outono iniciou-se às 02h48min do dia 20 de março de 2008. Sendo uma estação de transição entre o verão e inverno, verificam-se características de ambas, ou seja, mudanças rápidas nas condições de tempo, maior frequência de nevoeiros e registros de geadas em locais serranos das Regiões Sudeste e Sul. Nas Regiões Sul, Sudeste e parte da Região Centro-Oeste do Brasil, as temperaturas tornam-se mais amenas devido à entrada de massas de ar frio, com temperaturas mínimas que variam entre 12°C a 18°C, chegando a valores inferiores a 10°C nas regiões serranas.

Segundo o Instituto Tecnológico SIMEPAR (2008), o outono tem como característica a grande variabilidade das chuvas durante os meses da estação e suas temperaturas apresentam gradativa diminuição em seus valores médios, à medida que a transição do verão para o inverno acontece. Vale salientar que a estação do outono, por ser de transição, normalmente já apresenta maior amplitude térmica diária em todas as regiões paranaenses. Em alguns dias, ocorrem temperaturas altas, durante o período da tarde, e uma maior queda das temperaturas, quando do ingresso de massas de ar frio de intensidade forte pelo Paraná. Conforme a metodologia aplicada, a medição da Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1), deveria ocorrer no dia 22 de março e da Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça 2) no dia 23 de março. Por motivos de instabilidade climática, a coleta de dados ocorreu no dia 29 de março na Praça 1 e no dia 30 de março na Praça 2, no ano de 2008. Assim, no

período de coleta de dados não ocorreu nenhum registro de precipitações e os dias foram estáveis.

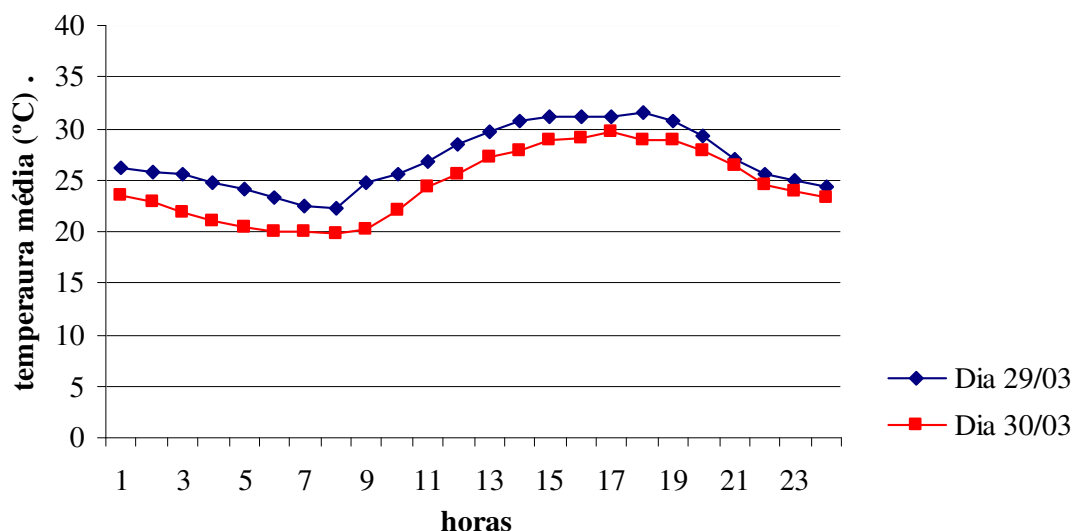
A tabela 5.1 mostra um resumo das observações meteorológicas para Maringá, com os valores médios diários, para os dias em que foram realizadas as medições, conforme dados da estação Climatológica Principal de Maringá (2008).

Tabela 5.1-Resumo das observações meteorológicas para os dias de medição no outono
Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá (2008)

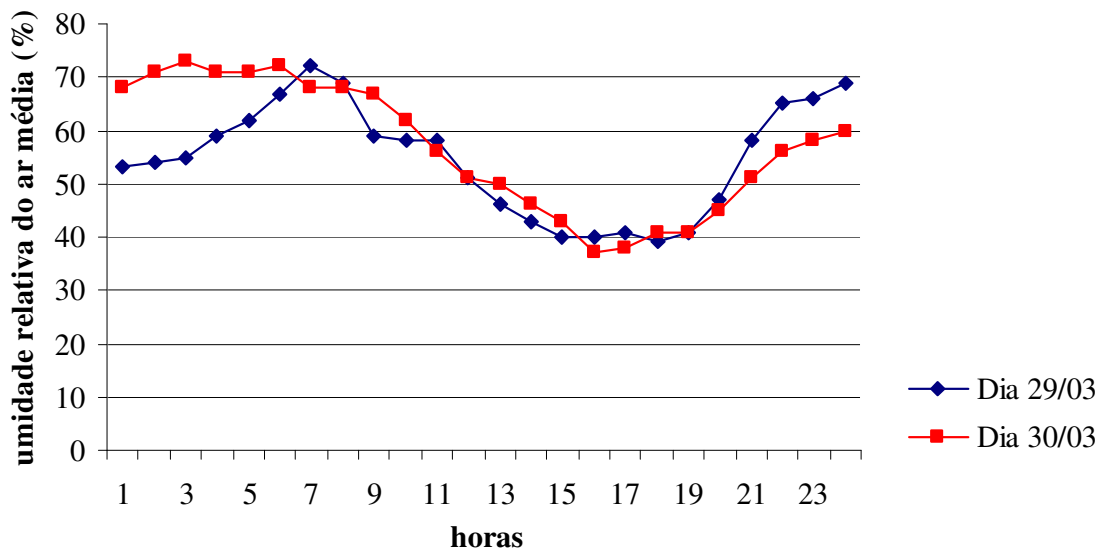
| DIA | TEMP. (°C) | | | UMIDA- DE RELAT. DO AR (%) | CHUVA 24 hrs (mm) | INSO- LAÇÃO (horas) | PRES- SÃO (mb) | ESTADO GERAL DO TEMPO | VENTO | | | | | |
|-----------|------------|------|------|--|-------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|------------|----------------|------------|----------------|-----|-----|
| | Média | Max. | Min. | | | | | | 12 hrs TMG | 18 hrs TMG | 24 hrs TMG | | | |
| | | | | 09 hrs | 15 hrs | 21 hrs | Dir. | Veloc (m/s) | Dir. | Veloc (m/s) | Dir. | Veloc (m/s) | | |
| | 29/3/2008 | 27,2 | 31,5 | 21,4 | 62 | 0,0 | 10,0 | 950,3 | CLARO | NE | 1,0 | E | 1,0 | C |
| 30/3/2008 | 25,1 | 30,1 | 19,4 | 57 | 0,0 | 9,3 | 951,7 | CLARO | E | 1,0 | SE | 1,0 | E | 1,0 |

O gráfico 5.4 mostra o comportamento da temperatura média do ar nesses dois dias e o gráfico 5.5 mostra o comportamento da umidade relativa do ar média, conforme dados da estação automática de Maringá (INMET, 2008a), localizada na estação Climatológica Principal de Maringá.

Gráfico 5.4 – Temperatura média do ar (°C) nos dias 29 e 30 de março de 2008 – Estação Climatológica



**Gráfico 5.5 – Umidade relativa do ar média (%) nos dias 29 e 30 de março de 2008 - -
Estação Climatológica**



A temperatura do ar no dia 30 de março foi menor, em média, 2,1°C do que no dia 29 de março. A umidade relativa do ar no dia 30 foi maior durante a madrugada, em média, 12,6%, e a partir das 20 horas, foi maior no dia 29, em média 8,2%. No entanto, entre 9 e 15 horas, horário de estudo, ela teve comportamento semelhante nos dois dias, sendo a maior variação às 9h00min, quando a umidade relativa do ar foi 4% mais alta no dia 30.

5.2.1 Praça Napoleão Moreira da Silva – P1

A coleta de dados de variáveis climáticas de temperatura do ar, temperatura no piso, umidade relativa e iluminância, através de medições móveis, permitem visualizar sua distribuição horizontal na praça e verificar a influência da vegetação sobre elas.

A tabela 5.2 mostra um resumo dos dados obtidos para cada variável, valores das médias, máximas e mínimas, para cada horário de medição na Praça Napoleão Moreira da Silva. .

Tabela 5.2 - Resumo das medições – P1 - Outono

| Variáveis | | Horário das medições | | |
|-------------------|--------|----------------------|----------|----------|
| | | 9h00min | 12h00min | 15h00min |
| T (°C) | Média | 29,0 | 32,56 | 32,13 |
| | Máxima | 30,3 | 33,4 | 33,9 |
| | Mínima | 28,3 | 32,1 | 30,3 |
| T Piso (°C) | Média | 29,67 | 32,49 | 32,17 |
| | Máxima | 41 | 55 | 49 |
| | Mínima | 24 | 26 | 25 |
| U. R. (%) | Média | 46,45 | 37,73 | 35,77 |
| | Máxima | 52,0 | 41,9 | 43,6 |
| | Mínima | 43,5 | 31,0 | 30,0 |
| Iluminância (LUX) | Média | 5.704,13 | 7.139,37 | 7.145,33 |
| | Máxima | 17.507 | 18.953 | 18.196 |
| | Mínima | 873 | 913 | 463 |

O gráfico 5.6 mostra os valores de temperatura do ar (°C) para cada ponto na praça durante as 9h00min, 12h00min e 15h00min e o gráfico 5.7 mostra os valores de umidade relativa do ar (°C).

Gráfico 5.6 – Variação da temperatura do ar (°C) por pontos e horário - P1 – Outono

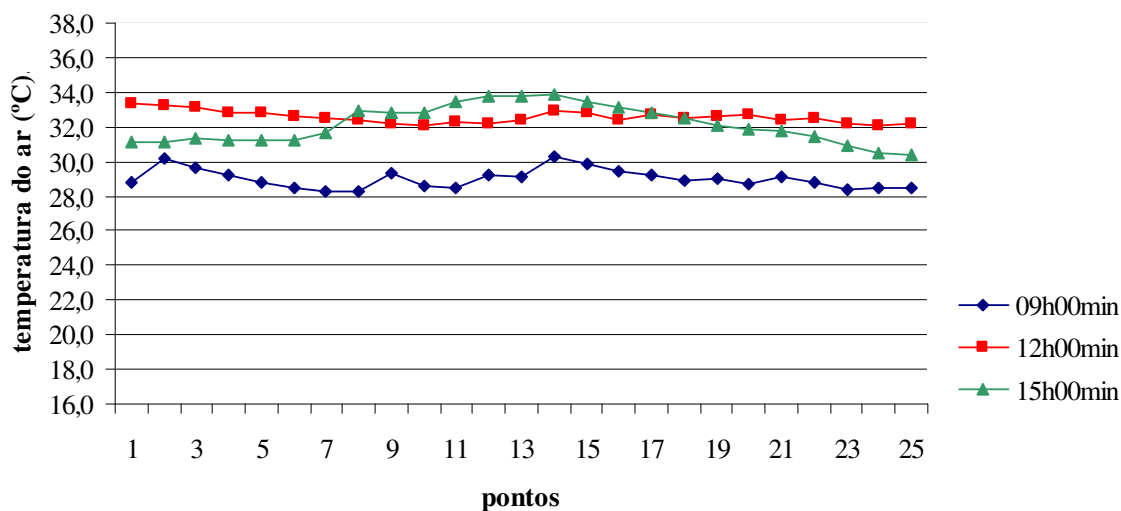
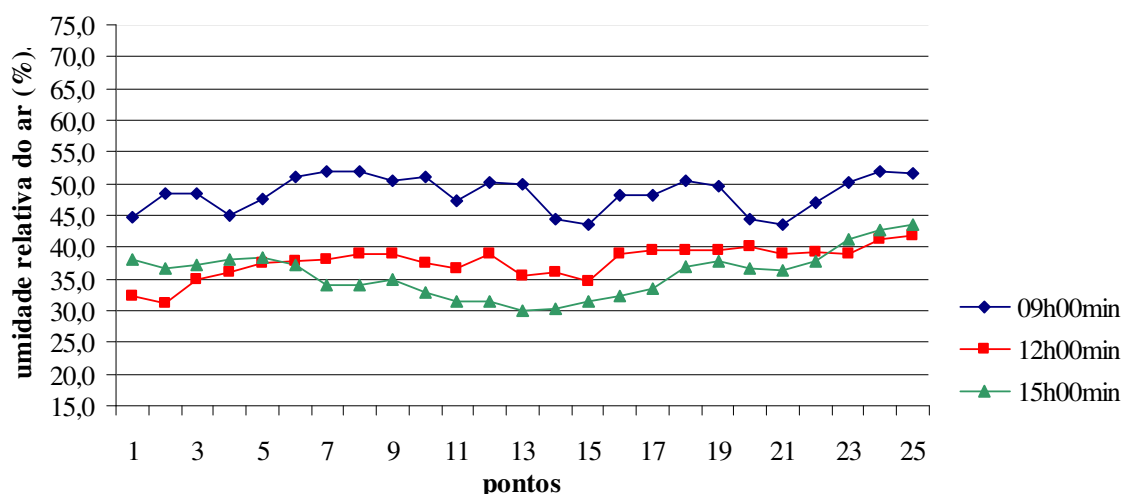


Gráfico 5.7 – Variação da umidade relativa do ar (%) por pontos e horário - P1 – Outono

Os maiores valores de temperatura do ar e menores valores de umidade relativa do ar foram obtidos na medição realizada às 15h00min e, os menores valores de temperatura do ar e maiores valores de umidade relativa do ar, às 9h00min.

O maior valor de temperatura do ar foi obtido no ponto 14 (33,91°C), seguido pelos pontos 13 e 12 (33,82°C e 33,91°C, respectivamente) na medição realizada às 15h00min. Os menores valores de umidade relativa do ar também foram obtidos às 15h00min, nos pontos 13 e 14 (30,03% e 30,17%, respectivamente). Esses pontos correspondem à área central da praça, onde existe um espaço desprovido de proteção da radiação solar e pouca vegetação. Os valores mais altos de temperatura e mais baixos de umidade relativa, nos outros horários, também se encontram nesses pontos.

Através do programa Surfer 8.0 (GOLDEN SOFTWARE, 1999), usando o método de krigagem, foram elaborados mapas que possibilitam visualizar a distribuição horizontal das variáveis climáticas medidas (figuras 5.1 a 5.12, página seguinte).

Nos mapas é perceptível a concentração de temperaturas mais altas no centro da praça, durante os 3 horários de estudo. Como a influência da vegetação na temperatura do ar está relacionada ao controle da radiação solar, do vento e da umidade do ar, sob os grupamentos arbóreos a temperatura foi menor até 3,6 °C que nas áreas totalmente expostas à radiação solar. Essa diferença de temperatura aumenta quanto maior o porte da vegetação e de sua densidade.

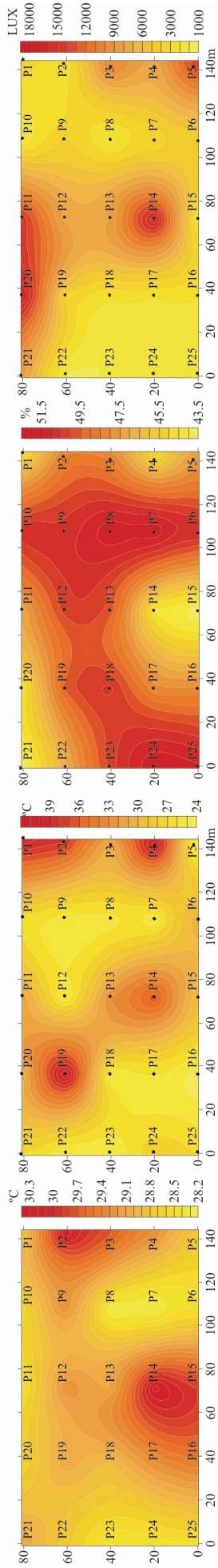


Figura 5.1 - P1 - Outono/ 9h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

Figura 5.2 - P1 - Outono/ 9h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

Figura 5.3 - P1 - Outono/ 9h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

Figura 5.4 - P1 - Outono/ 9h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

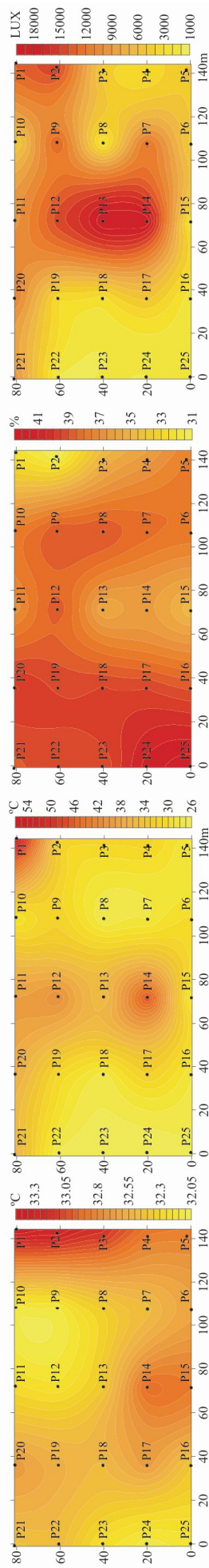


Figura 5.5 - P1 - Outono/ 12h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

Figura 5.6 - P1 - Outono/ 12h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

Figura 5.7 - P1 - Outono/ 12h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

Figura 5.8 - P1 - Outono/ 12h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

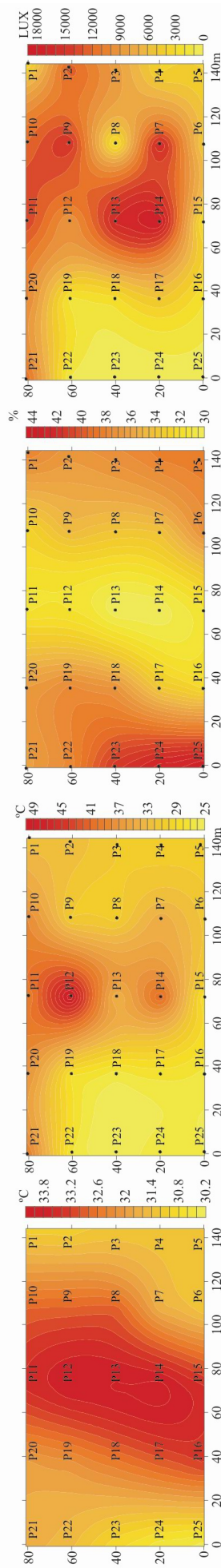


Figura 5.9 - P1 - Outono/ 15h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

Figura 5.10 - P1 - Outono/ 15h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

Figura 5.11 - P1 - Outono/ 15h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

Figura 5.12 - P1 - Outono/ 15h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

A maior variação de temperatura (3,6°C) ocorreu na medição realizada às 15h00min. Nesse horário os menores valores de temperatura foram obtidos nos pontos ponto 25 (30,4°C) e no ponto 24 (30,5°C), em uma parte da praça com maior densidade arbórea.

A maior variação da umidade relativa ocorreu, também, às 15h00min. O mapa que representa sua variação mostra bem a concentração da maior umidade relativa do ar próxima às áreas arborizadas. A vegetação reduz a incidência da precipitação sobre o solo e altera a concentração da umidade na atmosfera e nas superfícies próximas. A umidade relativa do ar sobre a vegetação é maior que nos espaços sem ela, esse efeito é proporcional à densidade foliar da vegetação. Através dos mapas percebe-se que, geralmente, à medida que a temperatura do ar diminui a umidade relativa aumenta e vice-versa.

Em relação à temperatura no piso, é importante considerar que todos os pontos de medição móvel coincidem com áreas impermeáveis de piso cimentado, com albedo entre 10 e 30%.

Através da análise dos mapas de temperatura no piso, percebe-se que ela está diretamente relacionada com a variação da iluminância natural na praça, ou seja, nas áreas mais atingidas pela radiação solar a temperatura no piso foi maior e vice-versa. Isso ocorre porque os materiais utilizados no revestimento do solo absorvem calor da radiação solar e irradiam o calor. Essa variável chegou a atingir uma diferença de 29 °C de um ponto bastante sombreado (ponto 24 = 26°C) para outro desprovido de proteção (ponto 1 = 55°C) às 12h00min.

É interessante notar que, apesar do ponto 1 ser sombreado na parte da manhã, ao contrário de outros pontos que não são sombreados durante os três horários, como é o caso dos pontos 13 e 14 na área central da praça, ele está próximo ao cruzamento de duas avenidas, ou seja, de uma grande área asfaltada. O asfalto possui albedo entre 5% e 20%, dependendo de sua composição, o que corresponde a afirmar que ele reflete no máximo 20% da radiação solar e o que o restante é absorvido pela superfície do material e emitido em forma de onda longa para o exterior, sendo essa a provável causa para o alto valor de temperatura obtido nesse ponto.

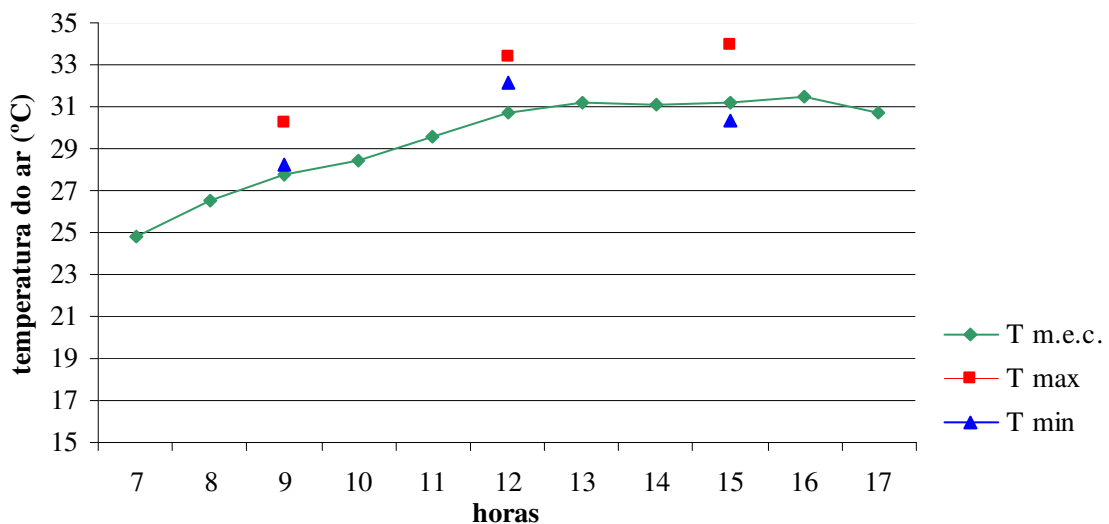
O ponto 13, apesar de estar desprovido de proteção contra a radiação solar, encontra-se próximo a um canteiro permeável e gramado (albedo=32%). A temperatura no piso nesse ponto, às 12h00min foi de 35°C, 12 °C mais baixa que no ponto 14, área também

desprovida de sombreamento, porém mais afastada do canteiro gramado. A temperatura do ar no ponto 13, apesar de alta, foi menor que no ponto 14 nos três horários de medição.

O gráfico 5.8 mostra a comparação entre as temperaturas máximas e temperatura mínimas medidas na praça, com os valores de medição fixa de temperatura do ar da mini-estação climatológica (m.e.c.).

Esse gráfico permite comparar os valores dos parâmetros de conforto ambiental obtidos nas praças, que sofrem influência considerável da massa de vegetação e sombreamento, dos diversos tipos de revestimentos do solo (cimento, grama, asfalto) e, também, das edificações circunvizinhas, com os dados da mini-estação climatológica, que devido a sua localização, sofre menor influência desses fatores.

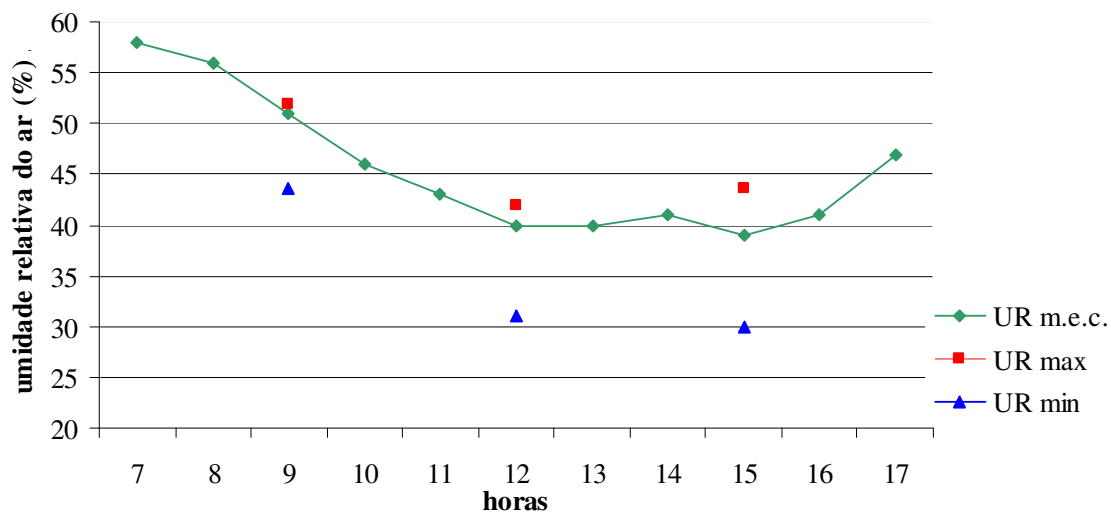
Gráfico 5.8 – Comparação entre a temperatura do ar (°C) na praça e na mini-estação climatológica - P1 - Outono



Observa-se que as temperaturas máximas e mínimas medidas na praça às 9h00min e às 12h00min foram maiores que as obtidas na mini-estação, sendo a temperatura mínima obtida na praça às 9h00min (28,3°C) a que mais se aproxima da obtida na m.e.c. (27,8°C). Às 15h00min, o valor obtido para a temperatura do ar na m.e.c. (31,2°C) fica entre a máxima (33,9°C) e a mínima (30,3°C) obtida na praça.

O gráfico 5.9 mostra a comparação entre os valores de umidade relativa do ar máximos e mínimos medidos na praça, com os valores de medição fixa de umidade relativa do ar da mini-estação climatológica.

Gráfico 5.9 – Comparação entre a umidade relativa do ar (%) na praça e na mini-estação climatológica - P1 - Outono



Nota-se que os valores de umidade relativa do ar obtidos na mini-estação mantiveram-se entre os valores máximos e mínimos medidos na praça. Às 9h00min, a umidade relativa na m.e.c teve valor próximo ao valor máximo obtido na praça (51% e 51,9%, respectivamente). A maior diferença entre a medição móvel e fixa com relação à umidade relativa máxima foi de 4,6 %, às 15h00min.

Em relação aos valores mínimos obtidos na praça e a medida fixa, a diferença foi maior, em média 10,2%. A maior diferença ocorreu às 9h00min, sendo que a umidade relativa do ar mínima obtida na praça foi 9% menor que a obtida na mini-estação climatológica.

5.2.2 Praça Deputado Antônio Celidônio – P2

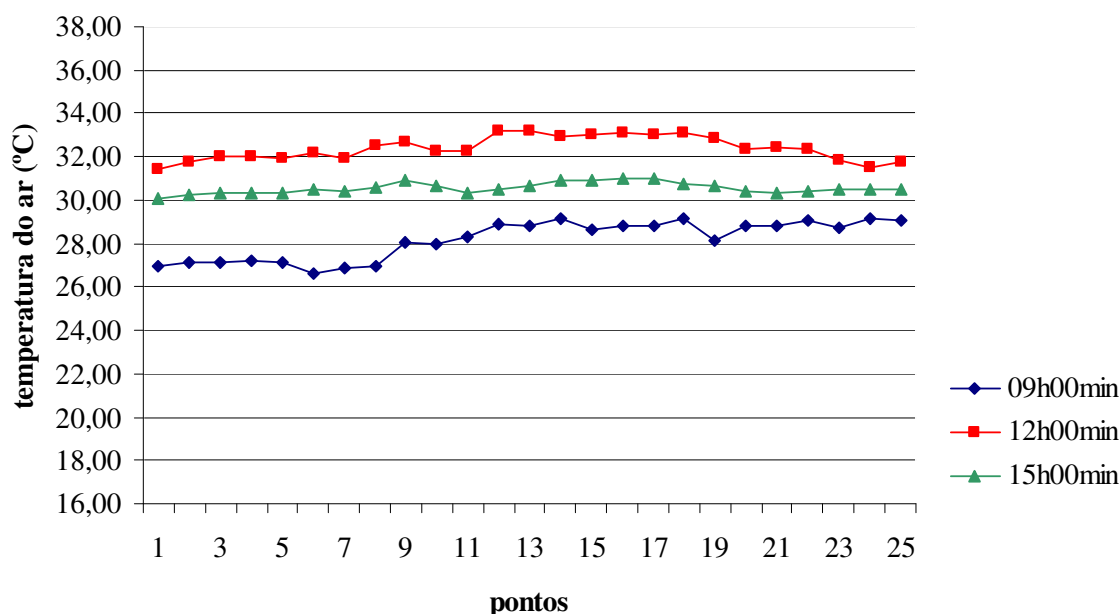
Um resumo dos dados obtidos nas medições móveis na Praça Deputado Antônio Celidônio, com valores das médias, máximas e mínimas, para cada horário de medição, é apresentado na tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Resumo das medições – P2 - Outono

| Variáveis | | Horário das medições | | |
|-------------------|--------|----------------------|----------|----------|
| | | 9h00min | 12h00min | 15h00min |
| T (°C) | Média | 28,18 | 32,39 | 30,55 |
| | Máxima | 29,2 | 33,2 | 31,0 |
| | Mínima | 26,6 | 31,4 | 30,1 |
| T Piso (°C) | Média | 31,05 | 38,2 | 36 |
| | Máxima | 44 | 56 | 47 |
| | Mínima | 22 | 24 | 28 |
| U. R. (%) | Média | 43,95 | 31,66 | 36,89 |
| | Máxima | 52,0 | 34,9 | 36,6 |
| | Mínima | 39,5 | 28,07 | 35,2 |
| Iluminância (LUX) | Média | 10.912,9 | 11.115,2 | 8.910,2 |
| | Máxima | 19.273 | 18.650 | 18.387 |
| | Mínima | 2.273 | 2.037 | 1.560 |

O gráfico 5.10 mostra os valores de temperatura do ar (°C) para cada ponto na praça durante as 9h00min, 12h00min e 15h00min e o gráfico 5.11 mostra os valores de umidade relativa do ar (°C).

Gráfico 5.10 – Variação da temperatura do ar (°C) por pontos e horário – P2 – Outono



É interessante notar que às 15h00min os valores de temperatura do ar obtidos na praça foram menores que os valores obtidos às 12h00min. Conforme os dados da estação automática de Maringá (INMET, 2008a), localizada na estação Climatológica Principal de Maringá, a temperatura do ar entre as 12h00min e as 15h00min sofreu acréscimo de 1,9°C. No entanto, conforme os dados obtidos na mini-estação climatológica (localizada próxima

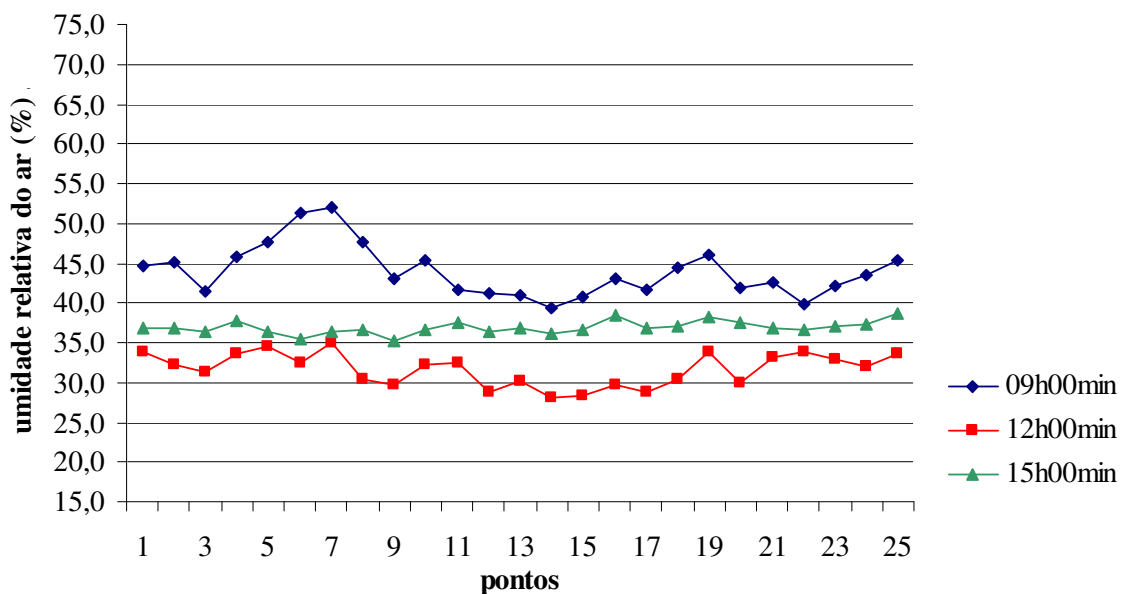
à praça), para esse mesmo intervalo de tempo, a temperatura sofreu decréscimo de $0,3^{\circ}\text{C}$, o que justifica o decréscimo ocorrido, também, nos valores obtidos na medição móvel. Cabe ainda ressaltar, que se trata de um caso isolado, já que para as outras estações do ano não ocorreram situação semelhante.

Dessa forma, os valores mais altos de temperatura do ar foram obtidos nos pontos 12 e 13 ($33,2^{\circ}\text{C}$ e $32,1^{\circ}\text{C}$, respectivamente), às 12h00min. Esses pontos ficam em áreas com pouca densidade de vegetação arbórea e que não ficam sombreados ao meio dia. Em comparação com os pontos localizados em áreas com maior densidade arbórea, onde foram registradas as menores temperaturas nesse mesmo horário, nos pontos 1 ($31,4^{\circ}\text{C}$) e 24 ($31,5^{\circ}\text{C}$), a diferença chega a $1,8^{\circ}\text{C}$.

Os menores valores de temperatura foram obtidos às 9h00min nos pontos 6, 7 e 8, localizados na área mais sombreada pela manhã. As temperaturas obtidas nesses pontos foram de $26,6^{\circ}\text{C}$, $26,8^{\circ}\text{C}$ e $26,9^{\circ}\text{C}$ respectivamente, chegando a $2,6^{\circ}\text{C}$ menos que a temperatura obtida no ponto com temperatura mais alta (P14= $29,2^{\circ}\text{C}$), nesse mesmo horário.

A medição realizada às 9h00min foi a que apresentou maior variação da temperatura ($2,6^{\circ}\text{C}$) e a realizada às 15h00min teve pouca variação de valores de temperatura ($0,9^{\circ}\text{C}$). É importante lembrar que parte dessa praça fica sombreada na parte da tarde ao norte e a oeste por edificações existentes próximas a ela, o que pode interferir na variação da temperatura do ar em alguns pontos.

Gráfico 5.11 – Variação da umidade relativa do ar (%) por pontos e horário – P2 - Outono



O maior valor de umidade relativa do ar foi obtido no ponto 7 (52%), seguido pelo ponto 6 (51,4%) às 9h00min. Esses pontos ficam localizados em área de vegetação densa e, onde, também, foram registradas temperaturas mais amenas. Esse horário apresentou maior variação da umidade relativa, chegando a atingir uma diferença de 11,9% do ponto 7 para o ponto 14 (39,5 %). Este último, fica localizado no centro da praça, em uma área com muito pouca vegetação.

O menor valor de umidade relativa do ar foi registrado próximo a esse ponto, no ponto 14 (28,1%), às 12h00min. Nesse horário, os pontos 7 e 5 apresentaram maior umidade relativa do ar (34,9% e 34,5%). Às 15h00min, assim como os valores de temperatura do ar, os valores de umidade relativa do ar sofreram pouca variação (3,4%).

As figuras de 5.13 a 5.24 (próxima página) mostram os mapas gerados no Surfer para as variáveis medidas.

Nos mapas é interessante notar como as temperaturas mais altas, tanto a temperatura do ar, quanto a temperatura no piso, ocorrem no centro da praça, na área menos vegetada, como mostra o mapa de iluminância. Também é interessante notar o comportamento dos pontos 21 a 25 em relação a temperatura do ar. Esses pontos localizam-se em uma área sombreada em alguns momentos do dia, como mostra o mapa de iluminância, por vegetação arbórea pouco densa. Na parte da manhã, esses pontos assumem valores de temperatura do ar altos em relação aos valores obtidos no mesmo horário, já às 12h00min e às 15h00min, a presença da vegetação nesses pontos passa a ser mais significativa para amenizar a temperatura do ar na praça, como é caso do ponto 24 às 12h00min, onde foi registrado um dos menores valores de temperatura do ar para esse horário (31,5°C).

Assim como na Praça 1, todos os pontos de medição móvel nesta praça coincidem com a área impermeável, revestida em ladrilho cerâmico em tons de marrom e laranja (albedo 20-30%). Assim, os mapas de temperatura no piso apresentam as manchas de valores mais altos semelhantes às manchas dos mapas de iluminância, para os três horários de estudo, representando os ganhos de calor do material de revestimento do piso pela radiação solar incidente.

Os maiores valores de temperatura no piso foram registrados no ponto 14 (56°C) às 12h00min, temperatura 32°C mais alta que no ponto 6 (24°C). Já o valor mais baixo foi registrado às 9h00min no ponto 17 (22°C).

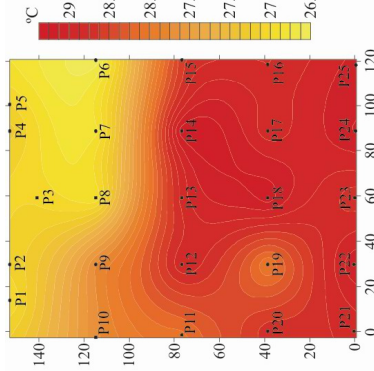


Figura 5.13 - P2 - Outono/9h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

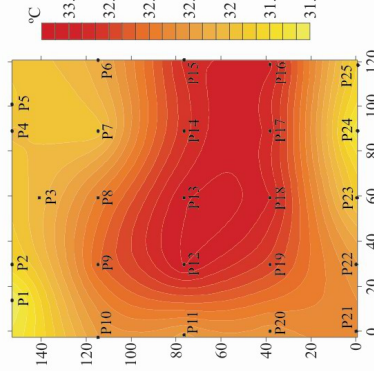


Figura 5.17 - P2 - Outono/12h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

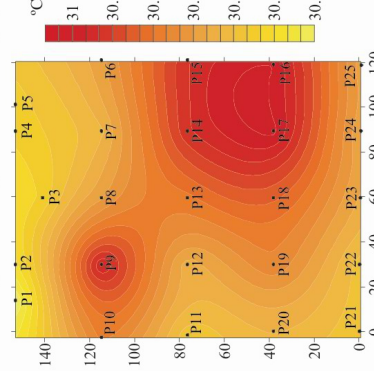


Figura 5.21 - P2 - Outono/15h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

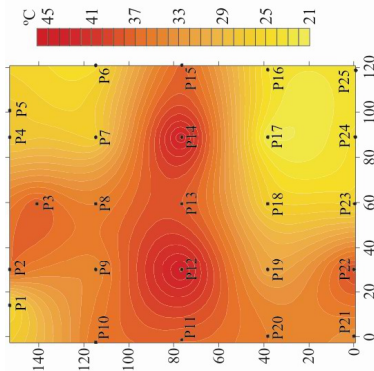


Figura 5.14 - P2 - Outono/9h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

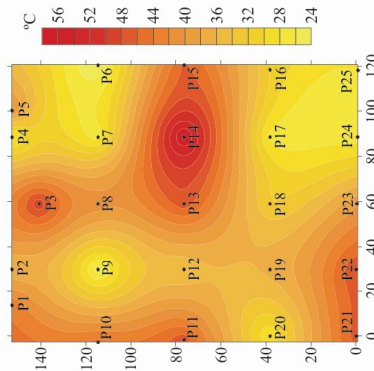


Figura 5.18 - P2 - Outono/12h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

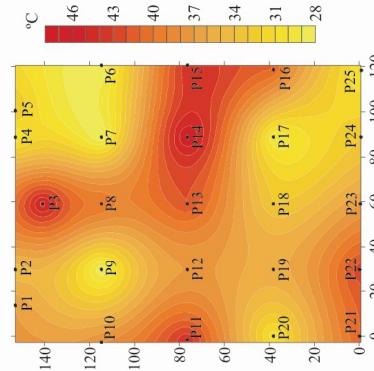


Figura 5.22 - P2 - Outono/15h00min/ distribuição da temperatura no solo (°C)

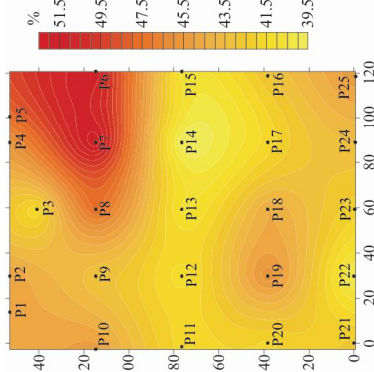


Figura 5.15 - P2 - Outono/9h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

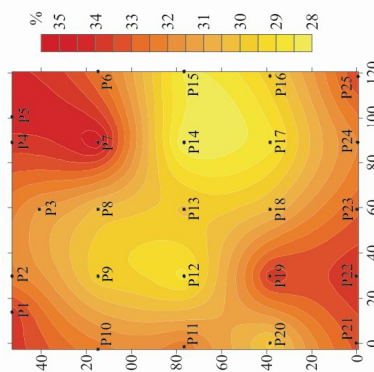


Figura 5.19 - P2 - Outono/12h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

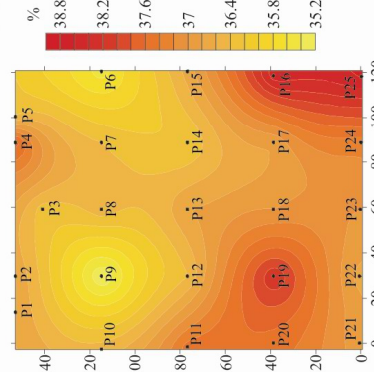


Figura 5.23 - P2 - Outono/15h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

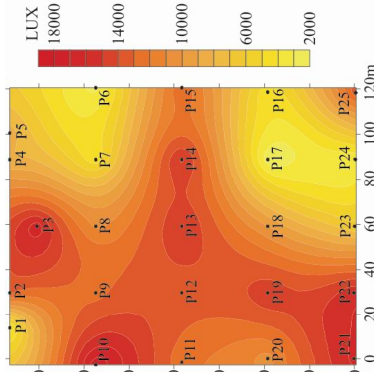


Figura 5.16 - P2 - Outono/9h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

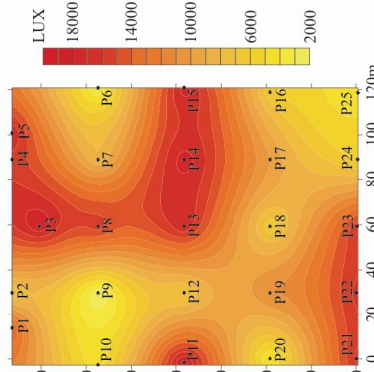


Figura 5.20 - P2 - Outono/12h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

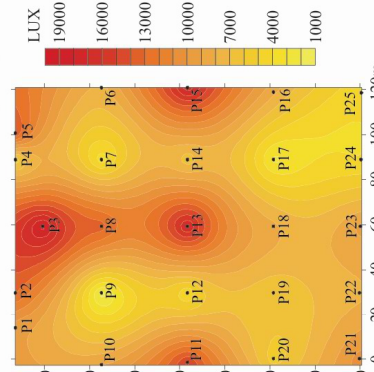
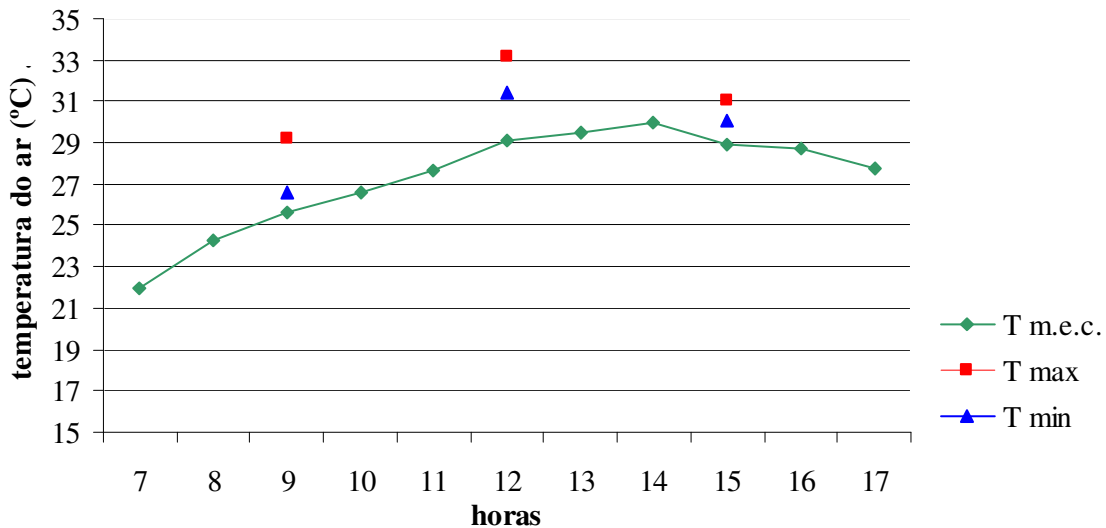


Figura 5.24 - P2 - Outono/15h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

No gráfico 5.12, comparam-se as temperaturas máximas e temperaturas mínimas medidas na praça, com os valores de medição fixa de temperatura média da mini-estação climatológica.

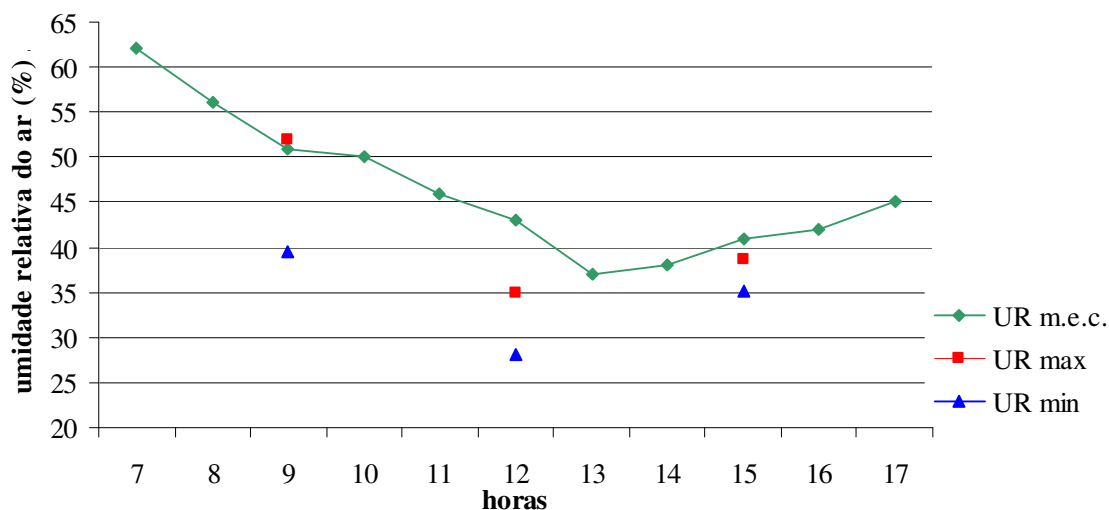
Gráfico 5.12 – Comparação entre a temperatura do ar (°C) na praça e na mini-estação climatológica – P2 – Outono



Pelo gráfico, nota-se que tanto os valores de temperatura máximos medidos na praça, quanto os valores mínimos, foram maiores que os valores de temperatura do ar registrados na mini-estação climatológica. A menor variação ocorreu às 15h00min, quando a diferença entre a temperatura na estação fixa com a mínima da praça foi de 1,2 °C e com a máxima, foi de 2,1 °C. A maior diferença foi às 9h00min, uma variação de 3,6°C entre a medida fixa e a máxima registrada na praça. A mínima nesse horário ficou próxima da média e variou 1°C.

O gráfico 5.13 mostra a comparação entre os valores de umidade relativa do ar máximos e mínimos obtidos na praça, com os valores de medição fixa de umidade relativa do ar da mini-estação climatológica.

Gráfico 5.13 – Comparação entre a umidade relativa do ar (%) na praça e na mini-estação climatológica – P2 -Outono



Através do gráfico, nota-se que, com a exceção de um valor, os valores máximos e mínimos de umidade relativa do ar medidos na praça se encontram abaixo dos valores registrados na mini-estação climatológica. Apenas o valor máximo de umidade do ar medido às 9h00min na praça foi maior que na m.e.c., sendo 1% mais alta. A maior variação ocorreu às 12h00min, quando a diferença da umidade relativa do ar mínima medida na praça foi 14,9% menor que a observada na estação fixa.

5.3 INVERNO

De acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático (CPETEC, 2008), o inverno, em 2008, iniciou às 20h59min do dia 20 de junho. Nessa estação as temperaturas são climatologicamente amenas. Durante o inverno, observam-se constantes inversões térmicas que causam nevoeiros e neblinas. Essas inversões, muitas vezes, permanecem durante o período da manhã. Além da redução da visibilidade, um fator importante é o alto índice da umidade relativa do ar, cujos valores alcançam até 98% no período da manhã. O contrário ocorre no período da tarde, após a dissipação do nevoeiro, quando o índice da umidade relativa do ar diminui consideravelmente, chegando a registrar valores de até 40%. O ar seco e o vento calmo favorecem a formação da bruma - substâncias sólidas suspensas na atmosfera, tais como poeira e fumaça - poluindo o ar.

A medição nas praças, por motivos de instabilidades climáticas, não ocorreram nos dias 21 e 22 de junho. A coleta de dados na Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1), ocorreu no dia 29 de junho e na Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça 2) no dia 30 de junho.

A tabela 5.4 mostra um resumo das observações meteorológicas para Maringá para os dias em que foram realizadas as medições, conforme dados da estação Climatológica Principal de Maringá (2008).

Tabela 5.4- Resumo das observações meteorológicas para os dias de medição no inverno

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá (2008)

| DIA | TEMP. (°C) | | | UMIDA- DE RELAT. DO AR (%) | CHUVA 24 hrs (mm) | INSO- LAÇÃO (horas) | PRES- SÃO (mb) | ESTADO GERAL DO TEMPO | VENTO | | | | | |
|------------|------------|------|------|--|-------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|------------|------------|------------|-------|-----|-----|
| | Média | Max. | Min. | | | | | | 12 hrs TMG | 18 hrs TMG | 24 hrs TMG | Veloc | | |
| | | | | 09 hrs | 15 hrs | 21 hrs | Dir. | (m/s) | Dir. | (m/s) | Dir. | (m/s) | | |
| | 29/06/2008 | 18,9 | 23,8 | 14,7 | 84 | 0,0 | 7,1 | 956,4 | CLARO | SE | 1,0 | NW | 1,0 | C |
| 30/06/2008 | 18,7 | 25,9 | 10,3 | 71 | 0,0 | 9,6 | 956,0 | CLARO | S | 1,0 | SW | 1,0 | SW | 1,0 |

O gráfico 5.14 mostra o comportamento da temperatura média nesses dois dias e o gráfico 5.15 mostra o comportamento da umidade relativa do ar média, conforme dados da estação automática de Maringá (INMET, 2008b), localizada na estação Climatológica Principal da Maringá.

Gráfico 5.14 – Temperatura média do ar (°C) nos dias 29 e 30 de junho de 2008

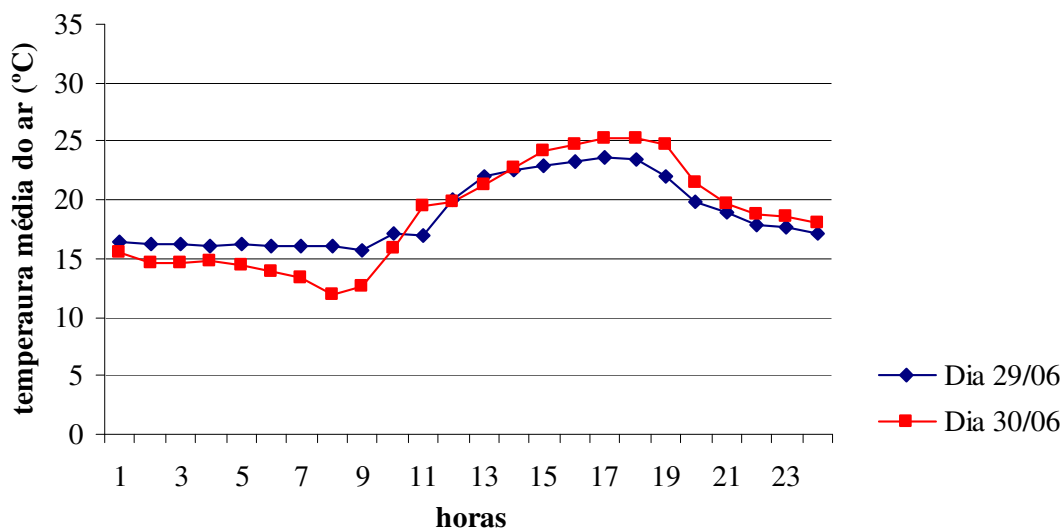
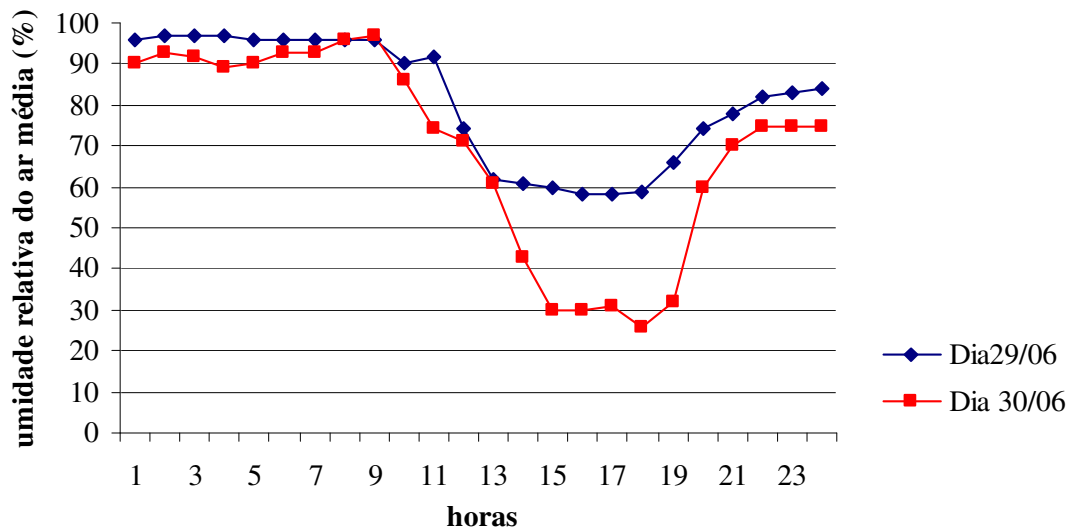


Gráfico 5.15 – Umidade relativa do ar média (%) nos dias 29 e 30 de junho de 2008

A variação da temperatura do ar nos dias 29 de junho e 30 de junho nos horários de estudo foi pequena. A maior diferença ocorreu entre as 8 e 9 horas, quando a temperatura do ar foi menor em média 2,1°C no dia 30 e entre as 15 e 19 horas, quando a temperatura do ar no dia 29 ficou mais baixa que a do dia 30 em média 1,8°C. Já a umidade relativa do ar, apresentou variação significativa. No dia 30, em comparação com o dia 29, entre as 14 e 20 horas a umidade relativa do ar foi em média 24,8% mais baixa e entre as 10 e 12 horas, ela foi em média 7,3% mais baixa.

5.3.1 Praça Napoleão Moreira da Silva – P1

Um resumo dos dados obtidos nas medições móveis na Praça 1, com valores das médias, máximas e mínimas, para cada horário de medição nesta praça, é apresentado na tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Resumo das medições – P1 - Inverno

| Variáveis | | Horário das medições | | |
|-------------------|--------|----------------------|----------|----------|
| | | 9h00min | 12h00min | 15h00min |
| T (°C) | Média | 21,18 | 23,63 | 27,19 |
| | Máxima | 22,1 | 24,9 | 27,8 |
| | Mínima | 20,6 | 22,8 | 26,2 |
| T Piso (°C) | Média | 21,6 | 23,2 | 24,9 |
| | Máxima | 26 | 31 | 36 |
| | Mínima | 18 | 18 | 19 |
| U. R. (%) | Média | 71,21 | 60,43 | 50,82 |
| | Máxima | 75,6 | 63,5 | 53,9 |
| | Mínima | 66,9 | 55,5 | 46,8 |
| Iluminância (LUX) | Média | 8504,4 | 8494,4 | 8472,4 |
| | Máxima | 18.840 | 19870 | 19800 |
| | Mínima | 1130 | 1120 | 1120 |

No gráfico 5.16 são apresentados os valores de temperatura do ar (°C) para cada ponto na praça durante as 9h00min, 12h00min e 15h00min e o gráfico 5.17 mostra os valores de umidade relativa do ar (%).

Gráfico 5.16 – Variação da temperatura do ar (°C) por pontos e horário – P1 - Inverno

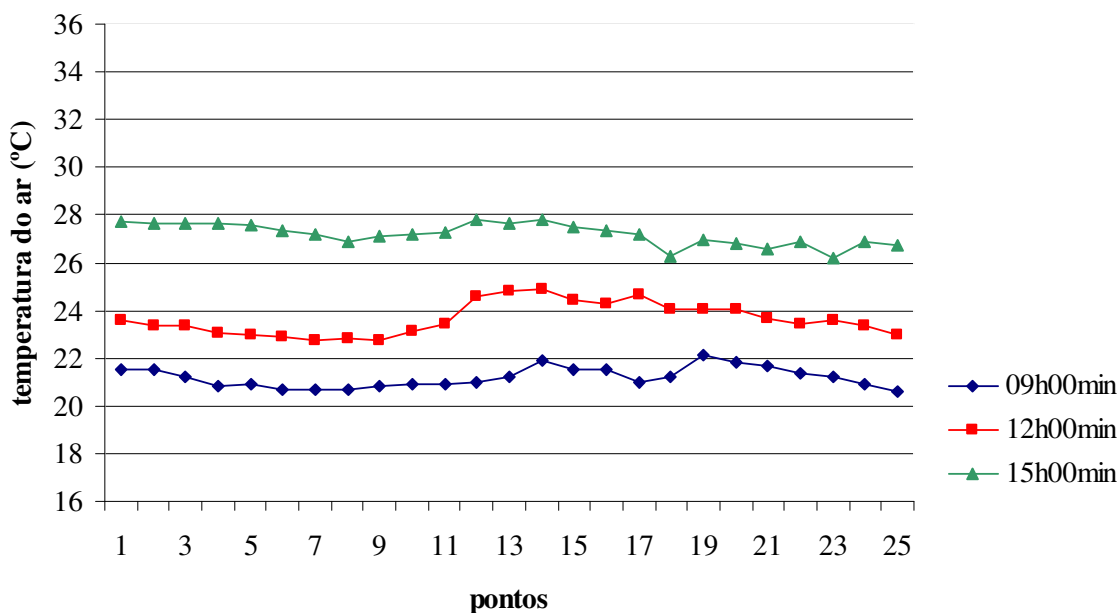
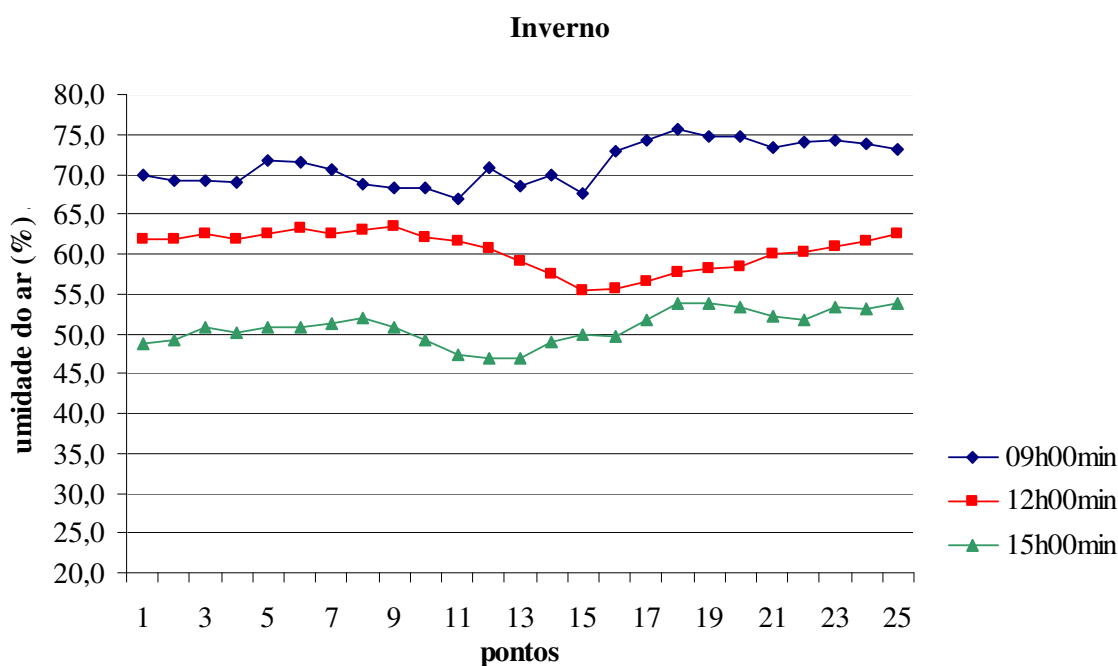


Gráfico 5.17 – Variação da umidade relativa do ar (%) por pontos e horário – P1 –

Uma característica do inverno, visível nos gráficos é a variação tanto da temperatura do ar, quanto da umidade relativa do ar durante o dia. No intervalo das medições, entre 9 horas e 15 horas, a temperatura teve aumento significativo e a umidade relativa do ar sofreu redução na mesma proporção.

No gráfico 5.16 nota-se que as maiores temperaturas ocorreram na medição realizada às 15h00min. Os pontos 1, 12 e 14 registraram o maior valor de temperatura do ar (27,7 °C). Os pontos 12 e 14 localizam-se na parte central da praça, com pouca vegetação e o ponto 1, localiza-se em uma área ensolarada na parte da tarde e próximo a uma grande área asfaltada e pouco sombreada. Neste mesmo horário, as menores temperaturas foram obtidas nos pontos 23 (26,1°C), em uma área de vegetação densa, e no ponto 18 (26,2°C), próximo ao ponto 23. A diferença de temperatura entre o ponto com temperatura mais alta (12) e o ponto com temperatura mais baixa (23) foi de 1,6 °C.

As menores temperaturas foram observadas às 9h00min e a maior variação entre a temperatura do ar mínima e máxima ocorreu às 12h00min, uma diferença de 2,1°C entre o ponto 14 (24,9°C) e o ponto 7 (22,8°C).

A umidade relativa do ar apresentou maior variação às 9h00min. Neste horário, ela foi menor nos pontos 11 e 15 (66,9% e 67,7%). Ambos os pontos localizam-se próximos à rua e afastados da área com vegetação mais densa.

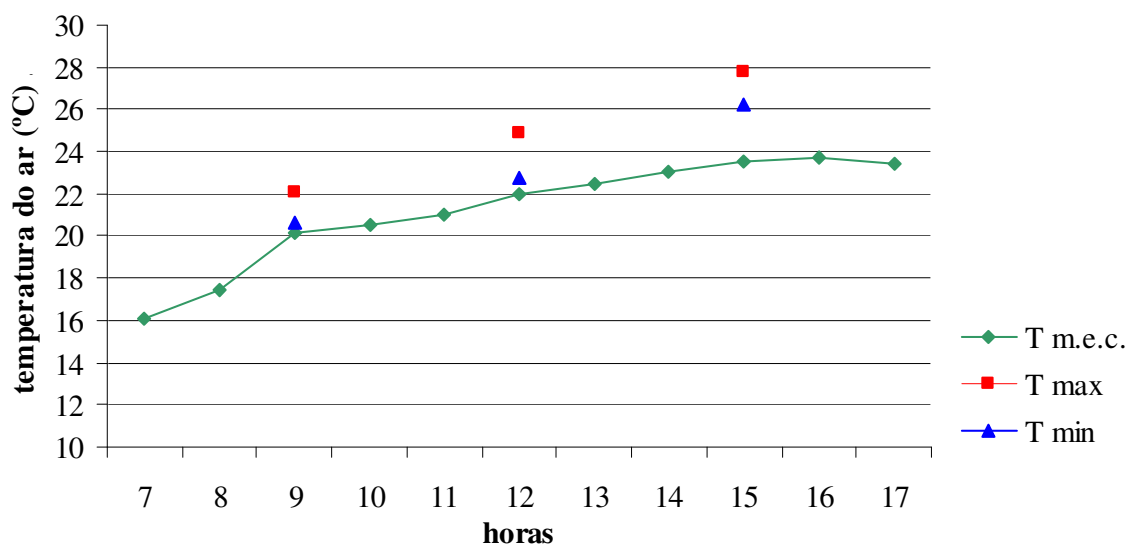
Nos mapas gerados no software Surfer 8.0 (figuras 5.25 a 5.36, página seguinte) a distribuição horizontal da temperatura do ar e da umidade relativa na praça pode ser melhor visualizada. Nota-se, que no centro da praça, desprovido de vegetação, predominam as temperaturas mais altas, bem como nos pontos próximos à rua pouco sombreados. Ocorre uma variação de um horário para outro, o que se deve ao diferente sombreamento conferido pela vegetação arbórea em cada horário de medição. O ponto 18, por exemplo, não é sombreado pela manhã, mas na parte da tarde é bem sombreado pela vegetação densa a oeste, fato que, associado à proximidade com a massa vegetada, influencia na amenização da temperatura nesse ponto no decorrer do dia.

Percebe-se que a oeste, nos mapas de temperatura no piso e de iluminância, as manchas são geralmente mais claras, indicando menores valores. Isso se deve ao fato dessa área apresentar densa vegetação, além de ser sombreada por alguns prédios vizinhos. Nos mapas de umidade relativa do ar, para as 9h00min e 15h00min, os valores mais altos também se concentram nessa porção da praça.

Na porção sudeste da praça, onde também existe uma massa de vegetação densa, também se concentram valores mais altos de umidade relativa, principalmente às 12h00min, e menores valores de temperatura do ar nas medições das 9h00min e 12h00min.

O gráfico 5.18 mostra a comparação entre as temperaturas máximas e temperaturas mínimas observadas na praça com os valores de medição fixa de temperatura do ar da mini-estação climatológica.

Gráfico 5.18 – Comparação entre a temperatura do ar (°C) na praça e na mini-estação climatológica – P1 – Inverno



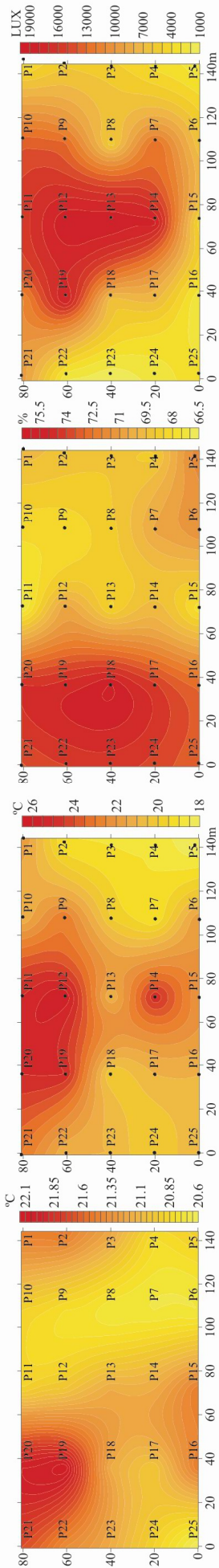


Figura 5.25 - P1 - Inverno/ 9h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

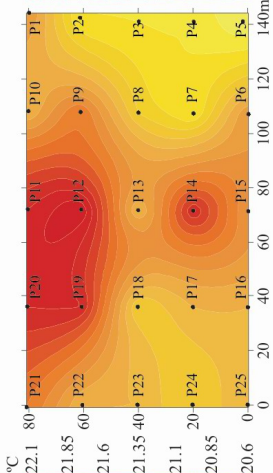


Figura 5.26 - P1 - Inverno/ 9h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

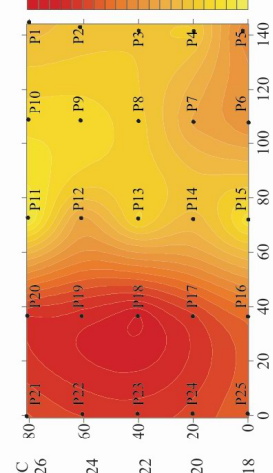


Figura 5.27 - P1 - Inverno/ 9h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

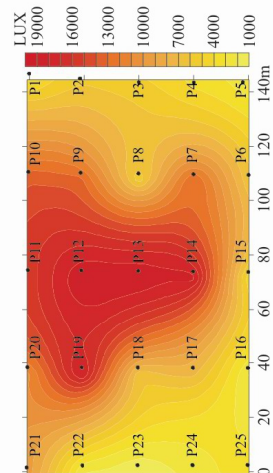


Figura 5.28 - P1 - Inverno/ 9h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

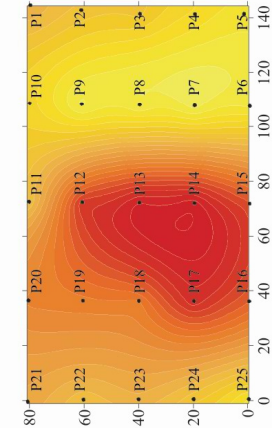


Figura 5.29 - P1 - Inverno/ 12h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

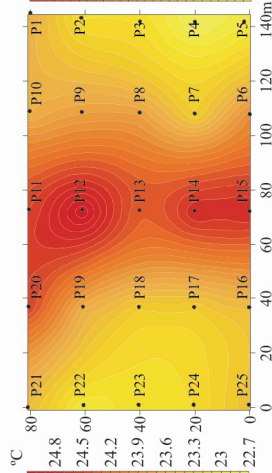


Figura 5.30 - P1 - Inverno/ 12h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

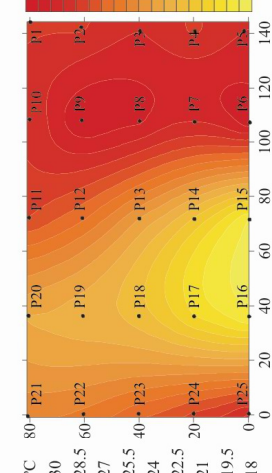


Figura 5.31 - P1 - Inverno/ 12h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

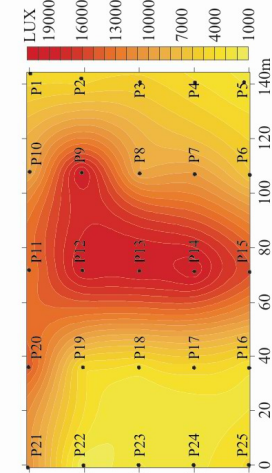


Figura 5.32 - P1 - Inverno/ 12h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

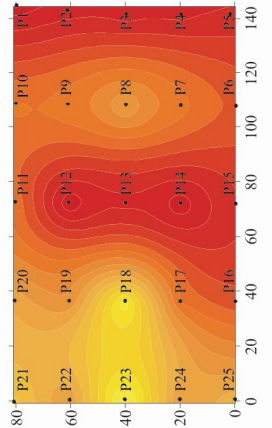


Figura 5.33 - P1 - Inverno/ 15h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

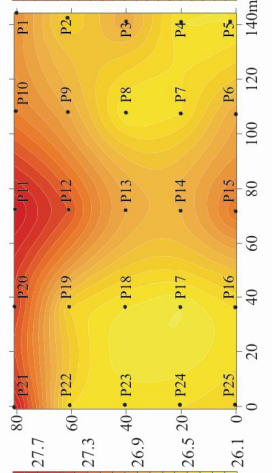


Figura 5.34 - P1 - Inverno/ 15h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

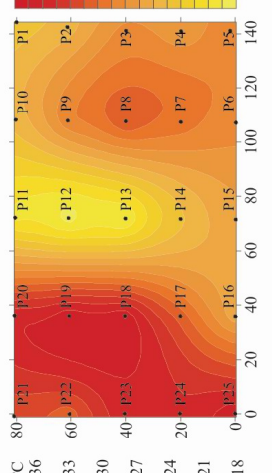


Figura 5.35 - P1 - Inverno/ 15h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

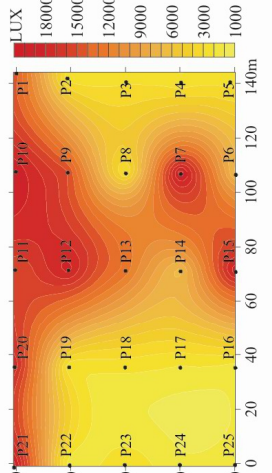
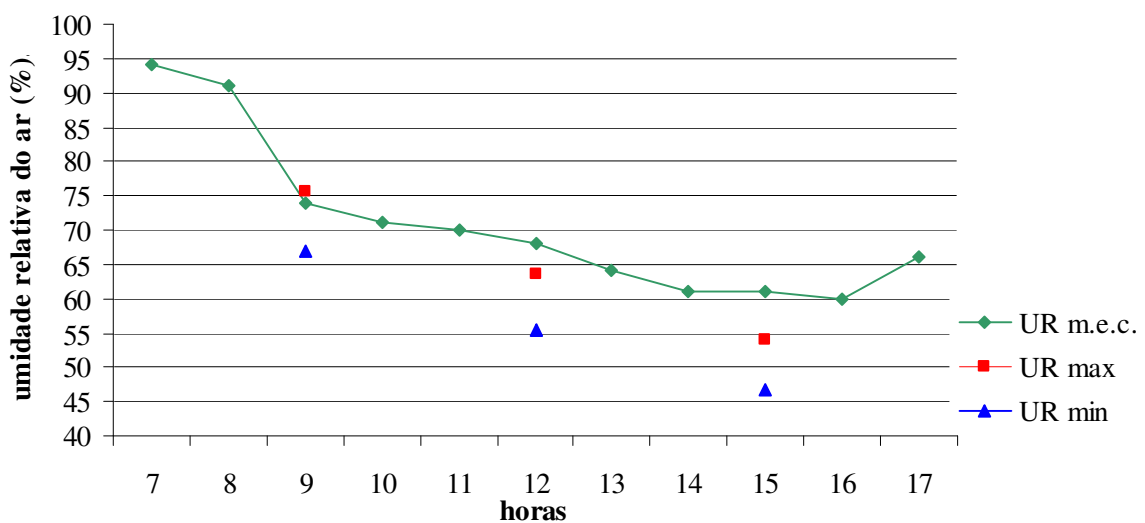


Figura 5.36 - P1 - Inverno/ 15h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

Através do gráfico 5.18, percebe-se que todos os valores máximos e mínimos de temperatura do ar obtidos na praça, foram maior que os valores registrados na mini-estação climatológica. A menor variação é encontrada às 9h00min, quando a temperatura mínima obtida na praça foi 0,5 °C mais alta que a obtida na m.e.c. e a máxima 2,0°C mais alta.

O gráfico 5.19 mostra a comparação entre os valores de umidade relativa do ar máximos e mínimos obtidos na praça com os valores de medição fixa de umidade relativa do ar da mini-estação climatológica.

Gráfico 5.19 – Comparação entre a umidade relativa do ar (%) na praça e na mini-estação climatológica – P1 – Inverno



Os valores de umidade relativa do ar obtidos na m.e.c. foram maiores que os valores máximos e mínimos obtidos nas medições realizadas na praça às 12h00min e 15h00min. Já em relação a medição realizada às 9h00min, o valor obtido na mini-estação foi menor 1,6% à umidade relativa máxima obtida na praça e maior 7,1% à umidade relativa mínima medida na praça.

A maior diferença entre a umidade relativa do ar obtida na mini-estação para os valores máximos e mínimos obtidos na praça ocorreu às 15h00min. Nesse horário, a umidade relativa do ar mínima na praça foi 14,2% menor que a observada na m.e.c. e a umidade relativa do ar máxima, foi 7,1% menor.

5.3.2 Praça Deputado Antônio Celidônio – P2

A tabela 5.6 apresenta um resumo dos dados obtidos nas medições móveis na Praça 2, com valores das médias, máximas e mínimas para cada horário de medição.

Tabela 5.6 - Resumo das medições – P2 - Inverno

| Variáveis | | Horário das medições | | |
|-------------------|--------|----------------------|----------|----------|
| | | 9h00min | 12h00min | 15h00min |
| T (°C) | Média | 20,89 | 25,23 | 27,26 |
| | Máxima | 21,9 | 25,7 | 28,2 |
| | Mínima | 19,5 | 24,5 | 26,6 |
| T Piso (°C) | Média | 18,8 | 26,8 | 27,6 |
| | Máxima | 26 | 42 | 40 |
| | Mínima | 14 | 13 | 17 |
| U. R. (%) | Média | 62,00 | 40,01 | 29,73 |
| | Máxima | 68,5 | 42,5 | 31,9 |
| | Mínima | 55,3 | 38,5 | 27,8 |
| Iluminância (LUX) | Média | 7.227,20 | 8.896,40 | 8.481,13 |
| | Máxima | 19.350 | 19.950 | 19.610 |
| | Mínima | 850 | 1.170 | 1.280 |

O gráfico 5.20 mostra os valores de temperatura do ar (°C) para cada ponto na praça durante as 9h00min, 12h00min e 15h00min e o gráfico 5.21 mostra os valores de umidade relativa do ar (%).

Gráfico 5.20 – Variação da temperatura do ar (°C) por pontos e horário – P2 - Inverno

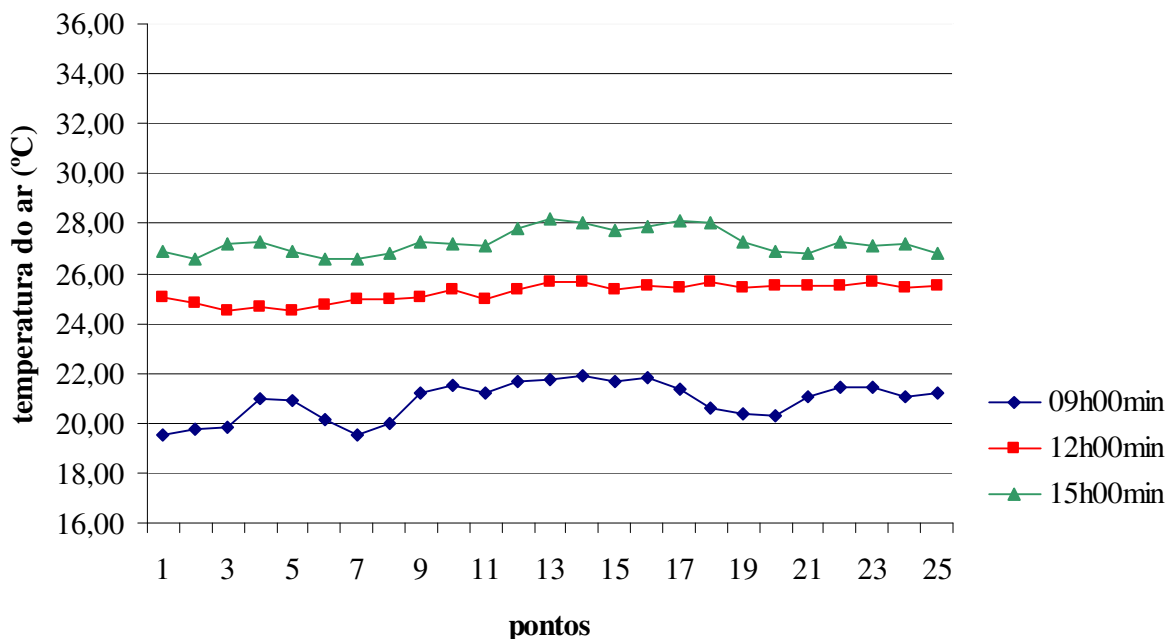
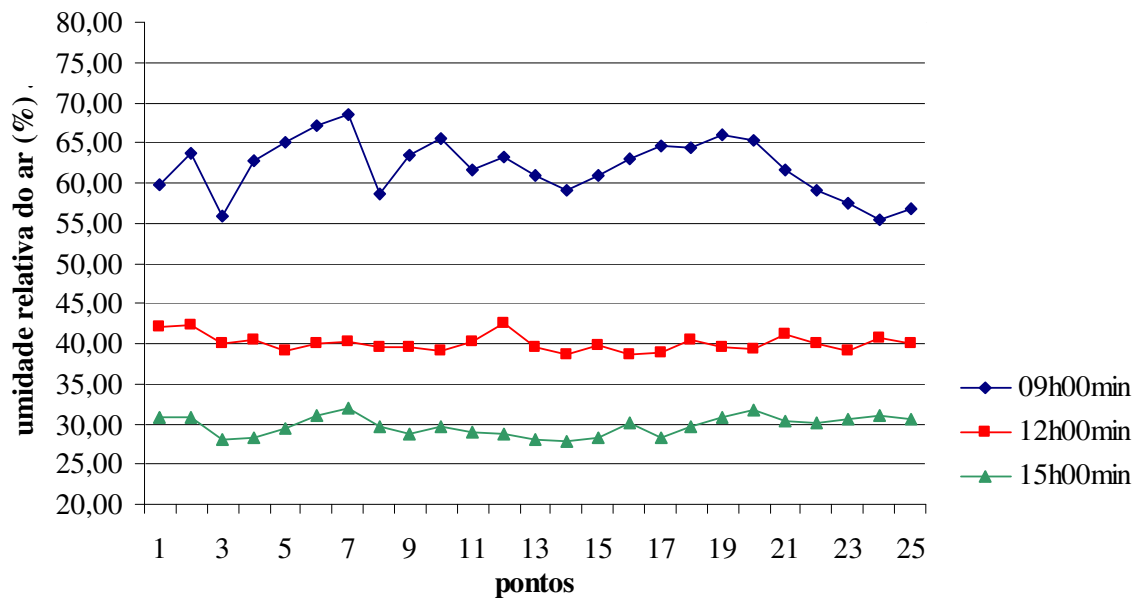


Gráfico 5.21 – Variação da umidade relativa do ar (%) por pontos e horário – P2 - Inverno

Como característica do inverno, assim como na Praça Napoleão Moreira da Silva, no decorrer do período de estudo, a temperatura do ar teve aumento significativo durante o dia e, a umidade relativa do ar, redução. As menores temperaturas foram registradas às 9h00min, e coincidiram com os pontos de menor temperatura nas medições realizadas no outono, nos pontos 1 (19,5 °C) e 7 (19,5 °C). O ponto 7 foi o que apresentou maior umidade relativa do ar, 68,5 %, umidade relativa do ar 13,2% mais alta que a do ponto com menor umidade relativa nesse horário, no ponto 24 (55,3%). Tanto o ponto 7 quanto os pontos 1 e 2 localizam-se em áreas bem arborizadas e ficam na mesma porção da praça onde foram registradas valores de temperatura do ar mais baixos nas medições do outono. Já o ponto 24, está localizado em uma área menos sombreada e com vegetação menos densa, onde também foram registradas temperaturas altas em relação aos outros pontos.

As maiores temperaturas foram obtidas às 15h00min, nos pontos 13, 17 e 14 (28,2°C, 28,1°C e 28,0°C, respectivamente). O ponto 13 localiza-se na parte central da praça que possui pouca vegetação e é toda pavimentada. Nessa área foram obtidos valores altos de temperatura do ar, principalmente na parte da tarde. Os pontos 17 e 14, também ficam no centro da praça e, apesar de estarem sombreados, atingiram valores altos de temperatura do ar, uma vez que apenas o sombreamento por árvores isoladas ou pouco densas, não é o suficiente para a redução significativa da temperatura do ar.

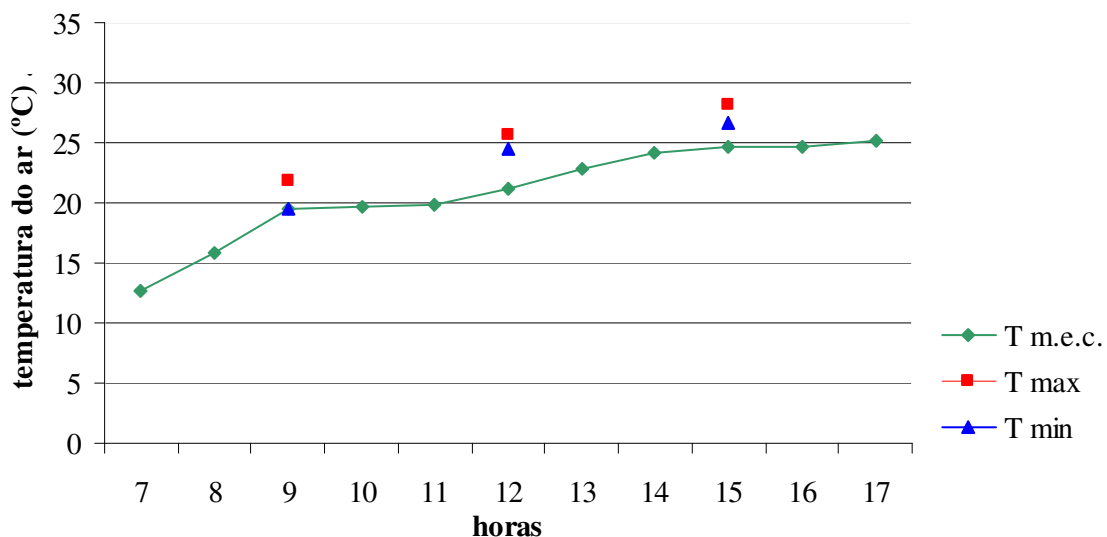
Os mapas gerados no software Surfer 8.0 (figura 5.37 a 5.48, próxima página) ilustram bem como a parte central da praça foi a que atingiu valores de temperaturas mais altas,

nem sempre associadas à falta de sombreamento, mas, provavelmente, ao distanciamento de massas de vegetação mais densas e à presença de grande superfície impermeabilizada.

É interessante notar que no ponto 18, a temperatura no piso foi mais baixa que nos pontos próximos a ele e que, no entanto, a temperatura do ar nele manteve-se alta, como nos pontos próximos. Trata-se de um ponto localizado entre diversas palmeiras e sombreado por elas. Provavelmente, as palmeiras não minimizaram a temperatura do ar e nem atuaram no aumento da umidade relativa do ar nesse ponto, mas, pelo sombreamento proporcionado a área, atuaram na redução dos ganhos de calor do material de revestimento no piso.

No gráfico 5.22, comparam-se as temperaturas máximas e as temperaturas mínimas medidas na praça com os valores de medição fixa de temperatura do ar da mini-estação climatológica.

Gráfico 5.22 – Comparação entre a temperatura do ar (°C) na praça e na mini-estação climatológica – P2 – Inverno



Percebe-se que, com exceção da temperatura mínima medida às 9h00min na praça, os valores de temperatura do ar máximas e mínimas na praça, obtiveram valores acima da temperatura média do ar registrada na mini-estação climatológica. A temperatura mínima obtida na praça às 9h00min (19,5°C), coincide com a temperatura do ar obtida na mini-estação. A maior diferença ocorre às 12h00min, quando a temperatura máxima na praça é 4,5 °C mais alta que a obtida na m.e.c. e a temperatura mínima na praça é 3,3°C mais alta que a temperatura do ar na mini-estação.

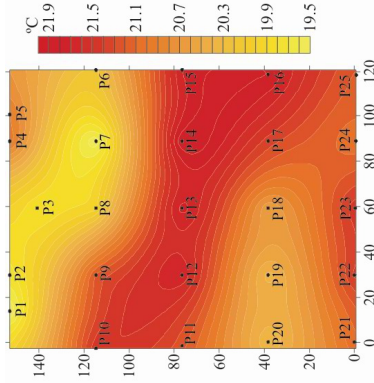


Figura 5.37 - P2 - Inverno/ 9h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

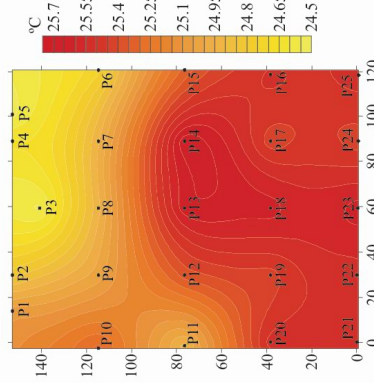


Figura 5.41 - P2 - Inverno/ 12h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

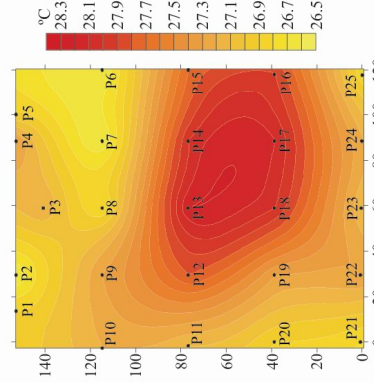


Figura 5.45 - P2 - Inverno/ 15h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

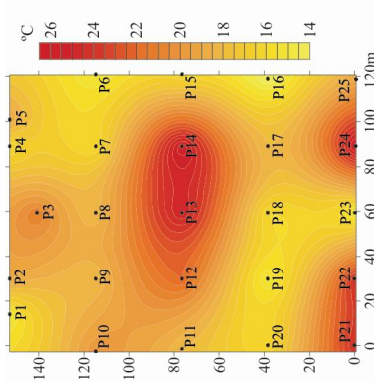


Figura 5.38 - P2 - Inverno/ 9h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

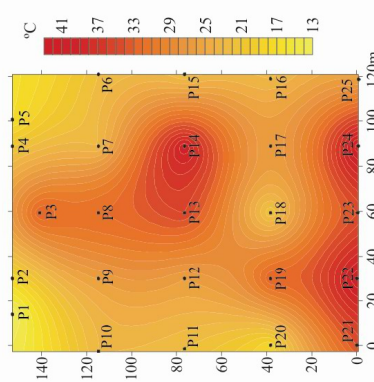


Figura 5.42 - P2 - Inverno/ 12h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

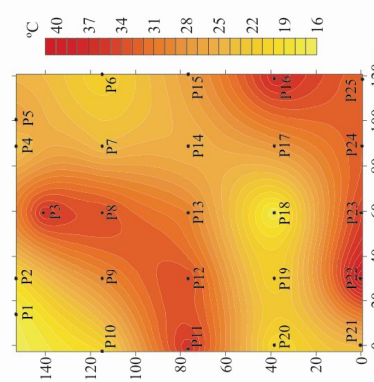


Figura 5.46 - P2 - Inverno/ 15h00min/ distribuição da temperatura no solo (°C)

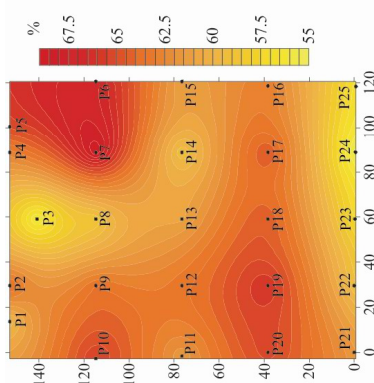


Figura 5.39 - P2 - Inverno/ 9h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

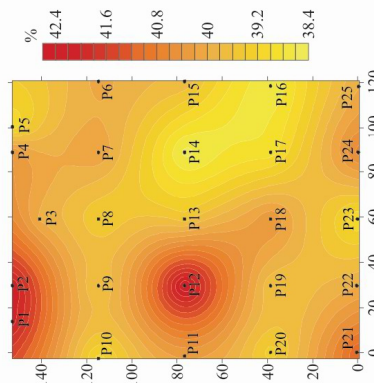


Figura 5.43 - P2 - Inverno/ 12h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

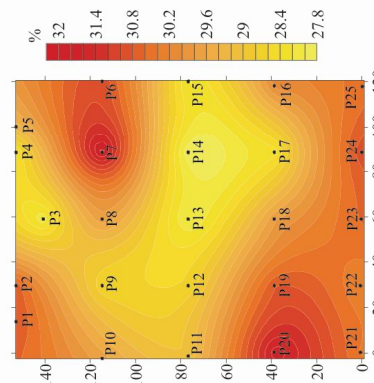


Figura 5.47 - P2 - Inverno/ 15h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

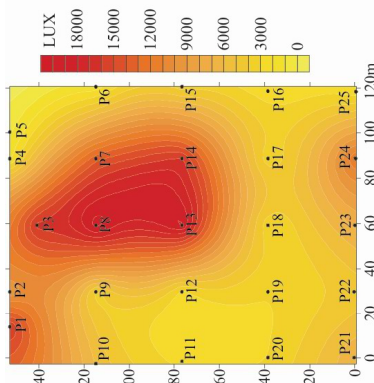


Figura 5.40 - P2 - Inverno/ 9h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

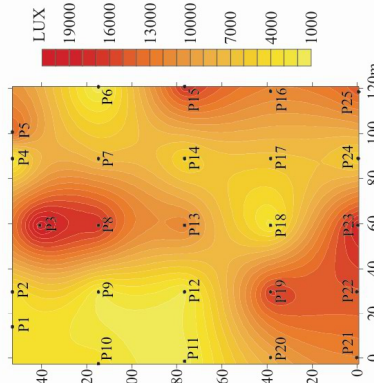


Figura 5.44 - P2 - Inverno/ 12h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

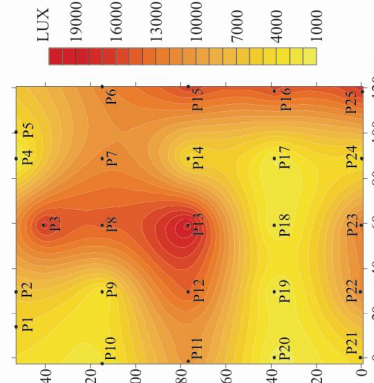
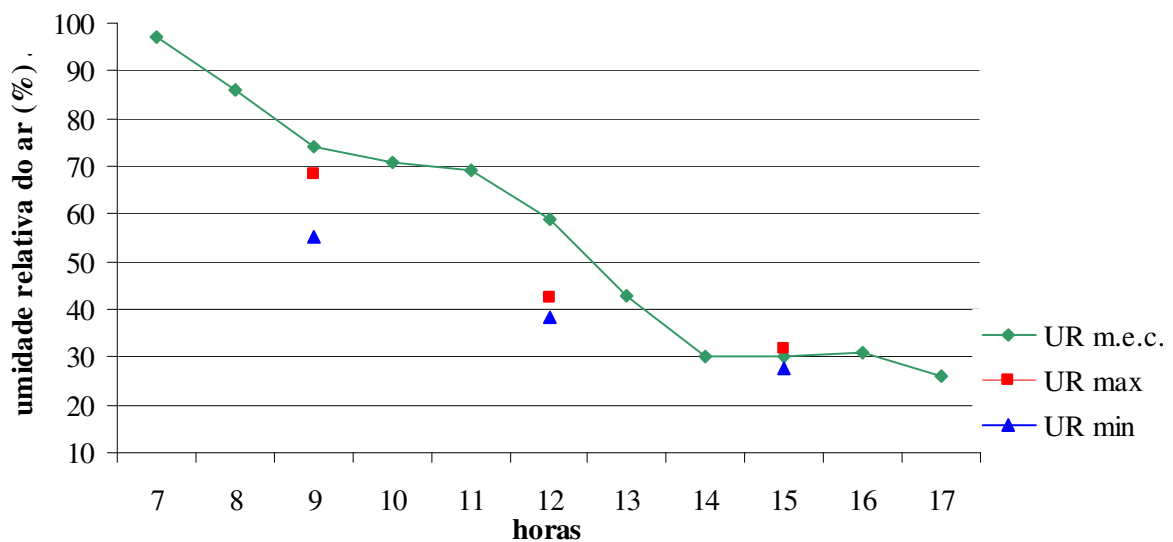


Figura 5.48 - P2 - Inverno/ 15h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

No gráfico 5.23, que mostra a comparação entre os valores de umidade relativa do ar máximos e mínimos obtidos na praça com os valores de umidade relativa do ar na mini-estação climatológica, percebe-se que, para as 9h00min e para as 12h00min, os valores máximos e mínimos de umidade relativa do ar na praça foram mais baixos que os observados na m.e.c.

Na medição realizada às 15h00min, quando a umidade relativa do ar sofreu menos variação (4,1%), o valor máximo (31,9%) e mínimo (27,8%) de umidade relativa do ar obtidos na praça foram muito próximos do obtido na mini-estação climatológica (30%).

Gráfico 5.23 – Comparação entre a umidade relativa do ar (%) na praça e na mini-estação climatológica – P2 –Inverno



5.4 PRIMAVERA

Conforme o Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático (CPETEC, 2008), a estação da primavera, no ano de 2008, iniciou-se às 12h44 do dia 22 de setembro. Com a chegada dessa estação, há uma mudança no regime de chuvas e temperaturas na maior parte do Brasil. Na Região Sul, ocorrem poucas alterações nos totais mensais de chuva, sendo o regime praticamente uniforme ao longo de todo o ano. Contudo, aumenta a ocorrência de raios e de “complexos convectivos”, sistemas que provocam grande quantidade de chuva em períodos relativamente curtos.

Na primavera, as temperaturas aumentam gradativamente nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. No Brasil Central, as temperaturas máximas podem atingir valores elevados em função da forte radiação solar e da maior frequência de dias com céu claro. Contudo,

neste período, ainda podem ocorrer incursões de massas de ar frio intensas e que podem causar declínio acentuado da temperatura no centro-sul do país. Conforme a metodologia aplicada, a medição da Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1), deveria ocorrer no dia 23 de setembro e da Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça 2) no dia 24 de setembro. Por motivos de instabilidade climática, a coleta de dados ocorreu no dia 28 de setembro na Praça 1 e no dia 29 de setembro na Praça 2. Assim, no período de coleta de dados não ocorreu nenhum registro de precipitações e os dias foram estáveis.

A tabela 5.7 mostra um resumo das observações meteorológicas para Maringá, com os valores médios diários, para os dias em que foram realizadas as medições, conforme dados da estação Climatológica Principal de Maringá (2008).

Tabela 5.7-Resumo das observações meteorológicas para os dias de medição na primavera

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá (2008)

| DIA | TEMP. (°C) | | | UMIDA- DE RELAT. DO AR (%) | CHUVA 24 hrs (mm) | INSO- LAÇÃO (horas) | PRES- SÃO (mb) | ESTADO GERAL DO TEMPO | VENTO | | | | | |
|-----------|------------|------|------|--|-------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|----|----------------|
| | Média | Max. | Min. | | | | | | 12 hrs TMG 09 hrs | 18 hrs TMG 15 hrs | 24 hrs TMG 21 hrs | Dir. | | Veloc (m/s) |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 28/9/2008 | 22,6 | 27,8 | 14,5 | 50 | 0,0 | 11,3 | 953,7 | CLARO | E | 1,0 | SE | 1,0 | E | 1,0 |
| 29/9/2008 | 22,6 | 27,4 | 15,3 | 48 | 0,0 | 10,9 | 952,5 | CLARO | E | 1,0 | E | 2,0 | SE | 1,0 |

O gráfico 5.24 mostra o comportamento da temperatura média durante os dois dias de medição e o gráfico 5.25 mostra o comportamento da umidade relativa do ar média, conforme dados da estação automática de Maringá (INMET, 2008c), localizada na estação Climatológica Principal de Maringá.

Gráfico 5.24 – Temperatura média do ar (°C) nos dias 28 e 29 de setembro de 2008 – Estação Climatológica

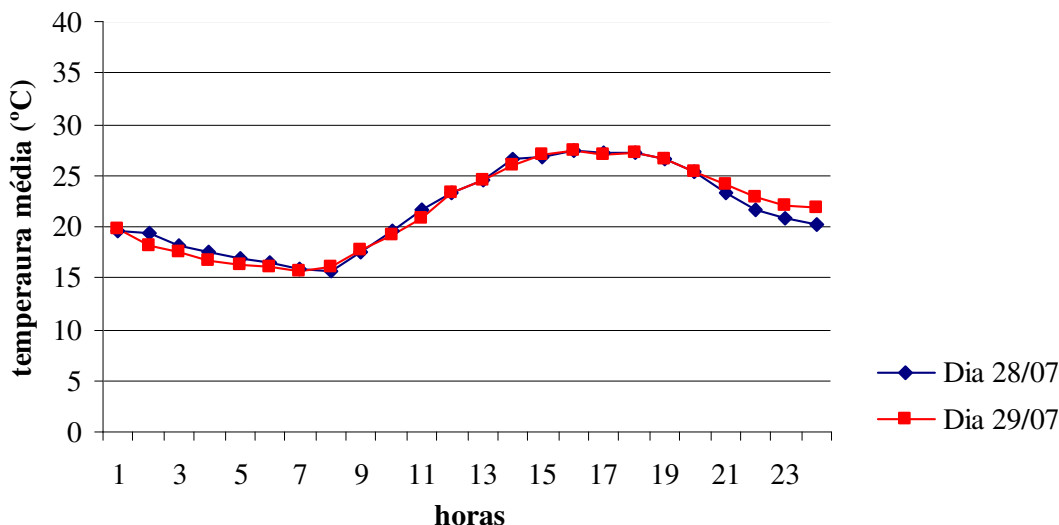
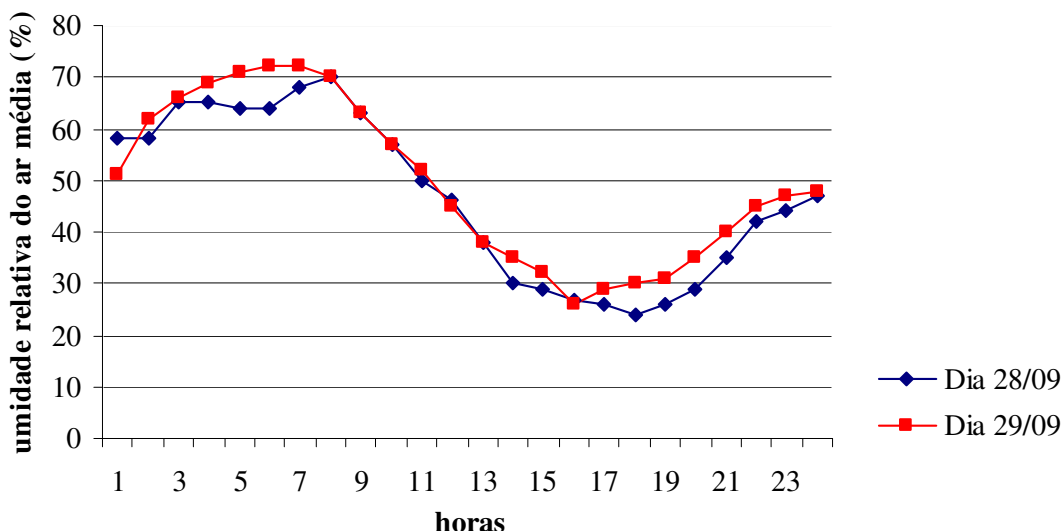


Gráfico 5.25 – Umidade relativa do ar média (%) nos dias 28 e 29 de setembro de 2008 - Estação Climatológica



Através do gráfico 5.24, nota-se que a diferença entre os valores de temperatura do ar obtidos para o dia 28 e para o dia 29 de setembro é pequena. Para o horário de estudo, essa diferença é menos perceptiva. A maior variação ocorreu às 11h00min, quando no dia 29 a temperatura do ar assume valor 0,8°C superior ao dia 28 de setembro.

Em relação ao comportamento da umidade relativa do ar nos dois dias, conforme o gráfico 5.25, a umidade relativa foi maior em média 2,54% no dia 29 de setembro. Para o horário de estudo a variação foi pequena, e teve maior variação entre as 14h00min e 15h00min, em média 4%.

5.4.1 Praça Napoleão Moreira da Silva – P1

Um resumo dos dados obtidos para cada variável, valores das médias, máximas e mínimas, para cada horário de medição na Praça 1 é apresentado na tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Resumo das medições – P1 - Primavera

| Variáveis | | Horário das medições | | |
|-------------------|--------|----------------------|----------|----------|
| | | 9h00min | 12h00min | 15h00min |
| T (°C) | Média | 22,97 | 28,15 | 28,72 |
| | Máxima | 25,5 | 30,2 | 30,8 |
| | Mínima | 21,7 | 27,1 | 27,6 |
| T Piso (°C) | Média | 23,80 | 27,52 | 30,00 |
| | Máxima | 38 | 47 | 46 |
| | Mínima | 17 | 17 | 21 |
| U. R. (%) | Média | 44,29 | 29,48 | 24,46 |
| | Máxima | 47,0 | 32,8 | 25,5 |
| | Mínima | 38,2 | 26,3 | 23,2 |
| Iluminância (LUX) | Média | 7.574,40 | 6.528,80 | 5.729,20 |
| | Máxima | 19.280 | 17.830 | 17.270 |
| | Mínima | 660 | 740 | 750 |

O gráfico 5.26 mostra os valores de temperatura do ar (°C) para cada ponto na praça durante as 9h00min, 12h00min e 15h00min e o gráfico 5.26 mostra os valores de umidade relativa do ar (°C).

Gráfico 5.26 – Variação da temperatura do ar (°C) por pontos e horário - P1 – Primavera

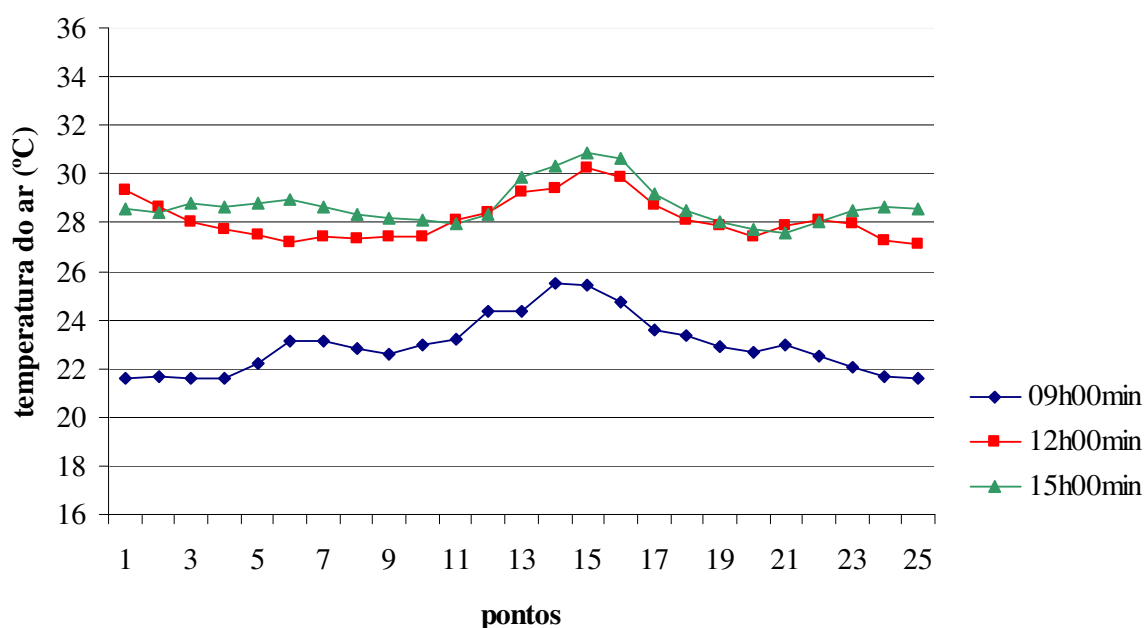
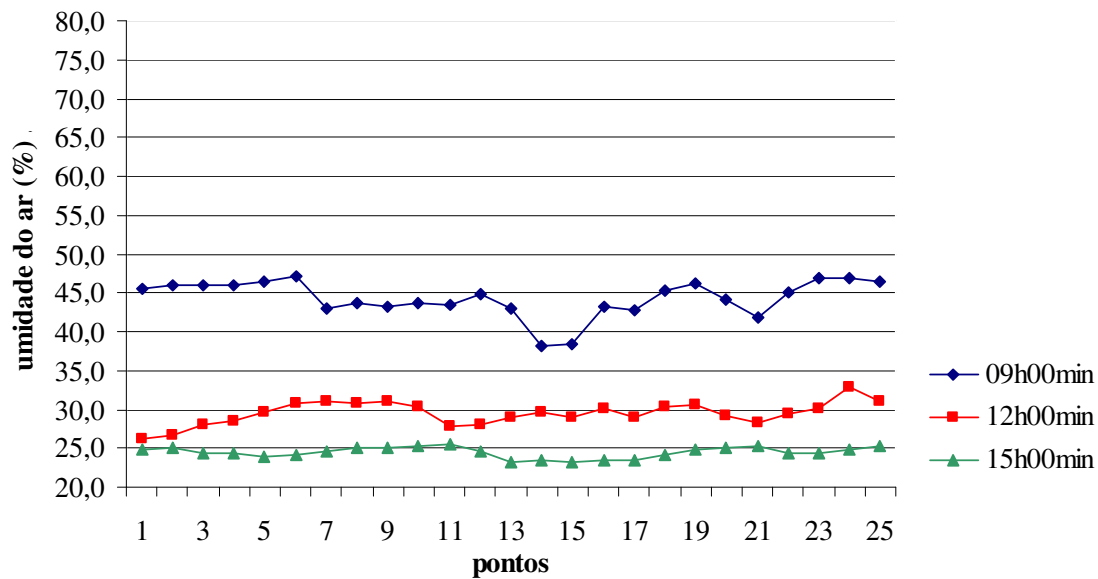


Gráfico 5.27 – Variação da umidade relativa do ar (%) por pontos e horário - P1 – Primavera

Os maiores valores de temperatura do ar e menores valores de umidade relativa do ar foram obtidos na medição realizada às 15h00min e, às 9h00min, foram obtidos os menores valores de temperatura do ar e maiores valores de umidade relativa do ar.

O maior valor de temperatura do ar foi obtido no ponto 15 (33,91°C), seguido pelos pontos 16 e 14 (30,8°C, 30,6°C e 30,3°C, respectivamente) na medição realizada às 15h00min. Os menores valores de umidade relativa do ar também foram obtidos às 15h00min, nos pontos 15, 14 e 13 (23,2%, 23,3% e 23,3%, respectivamente). Esses pontos correspondem à área central da praça, onde existe um espaço desprovido de proteção da radiação solar e pouca vegetação. Os valores mais altos de temperatura e mais baixos de umidade relativa, nos outros horários, também se encontram nesses pontos ou próximo a eles.

Nos mapas gerados software Surfer 8.0 (figuras 5.49 a 5.60, página seguinte) visualiza-se a distribuição horizontal dos parâmetros de conforto térmico em estudo. Nota-se, que no centro da praça, onde predominam os maiores valores de iluminância, bem como nos pontos próximos à rua pouco sombreados, predominam as temperaturas mais altas, tanto do ar como no piso.

A maior variação dos valores de temperatura do ar ocorreu às 9h00min, quando a diferença entre o ponto com menor temperatura do ar (P25 = 21,7°C) e o com maior temperatura (P14 = 25,5°C) foi de 3,8°C. A maior variação dos valores de umidade relativa do ar também ocorreu às 9h00min, sendo que a diferença entre o ponto com menor umidade relativa do ar para esse horário (P14 = 38,2%) e o com maior umidade relativa do ar (P6 = 47,0%) foi de 8,8%.

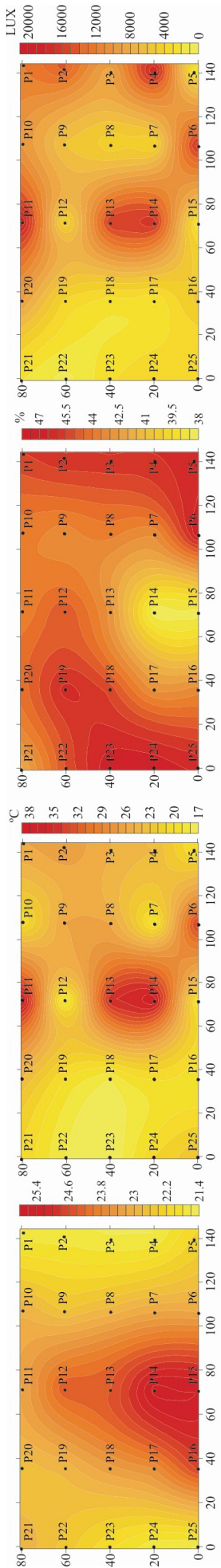


Figura 5.49 - P1 - Primavera/ 9h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

Figura 5.50 - P1 - Primavera/ 9h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

Figura 5.51 - P1 - Primavera/ 9h00min/ distribuição da unidade relativa do ar (%)

Figura 5.52 - P1 - Primavera/ 9h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

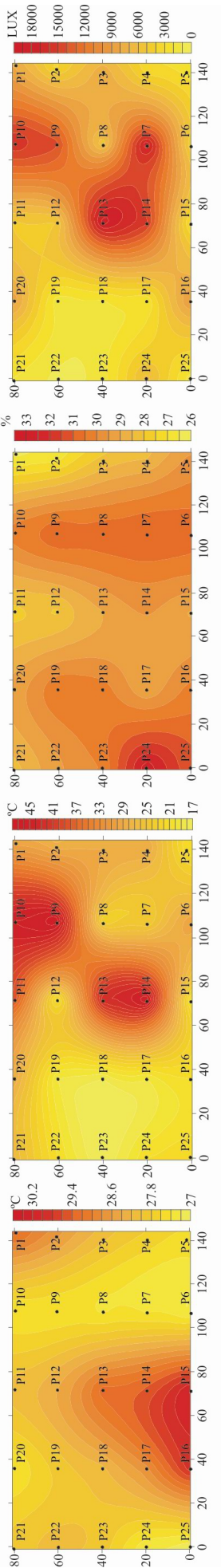


Figura 5.53 - P1 - Primavera/ 12h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

Figura 5.54 - P1 - Primavera/ 12h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

Figura 5.55 - P1 - Primavera/ 12h00min/ distribuição da unidade relativa do ar (%)

Figura 5.56 - P1 - Primavera/ 12h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

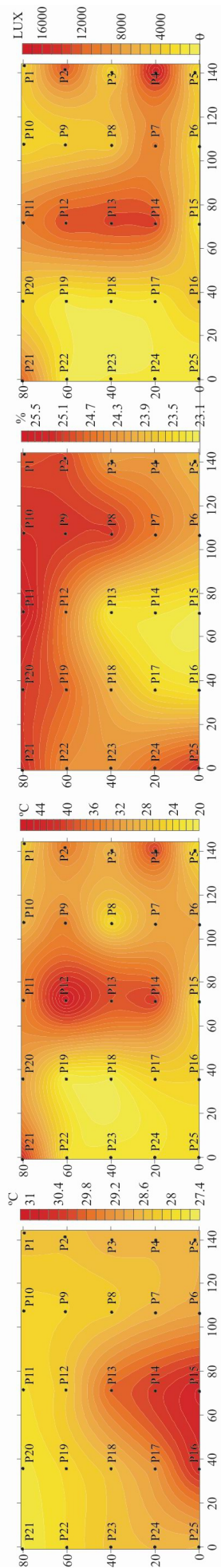


Figura 5.57 - P1 - Primavera/ 15h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

Figura 5.58 - P1 - Primavera/ 15h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

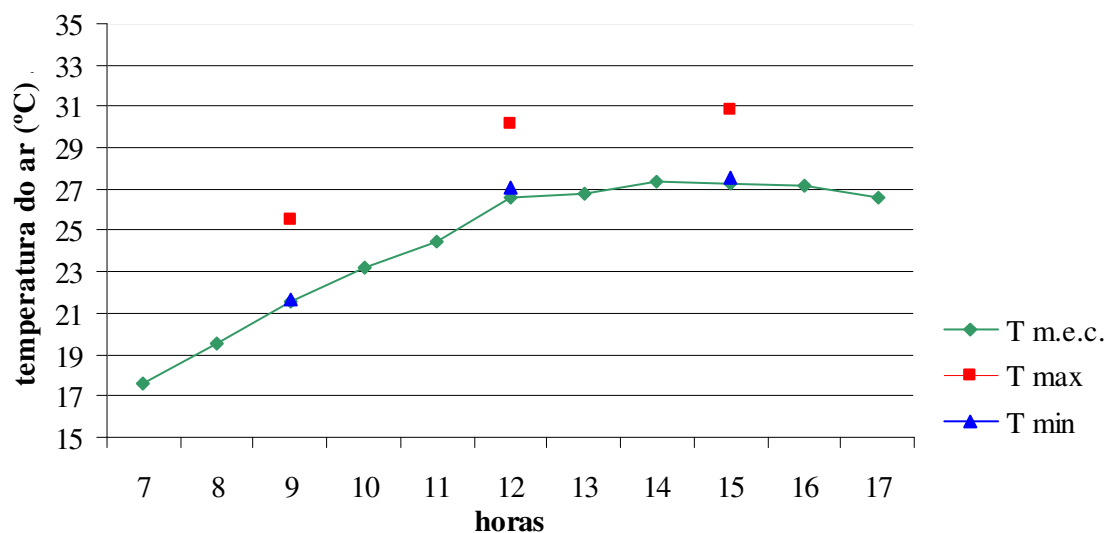
Figura 5.59 - P1 - Primavera/ 15h00min/ distribuição da unidade relativa do ar (%)

Figura 5.60 - P1 - Primavera/ 15h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

Os mapas de temperatura no piso estão diretamente relacionados com os mapas de variação da iluminância natural na praça. Assim, nas áreas mais atingidas pela radiação solar a temperatura no piso foi maior e vice-versa. A temperatura no piso chegou a atingir uma diferença de 30 °C, às 12h00min, de um ponto bastante sombreado (ponto 23 = 17°C) para outro pouco sombreado nesse horário (ponto 9 = 47°C).

O gráfico 5.28 mostra a comparação entre as temperaturas máximas e temperatura mínimas observadas na praça, com os valores de medição fixa de temperatura do ar da mini-estação climatológica.

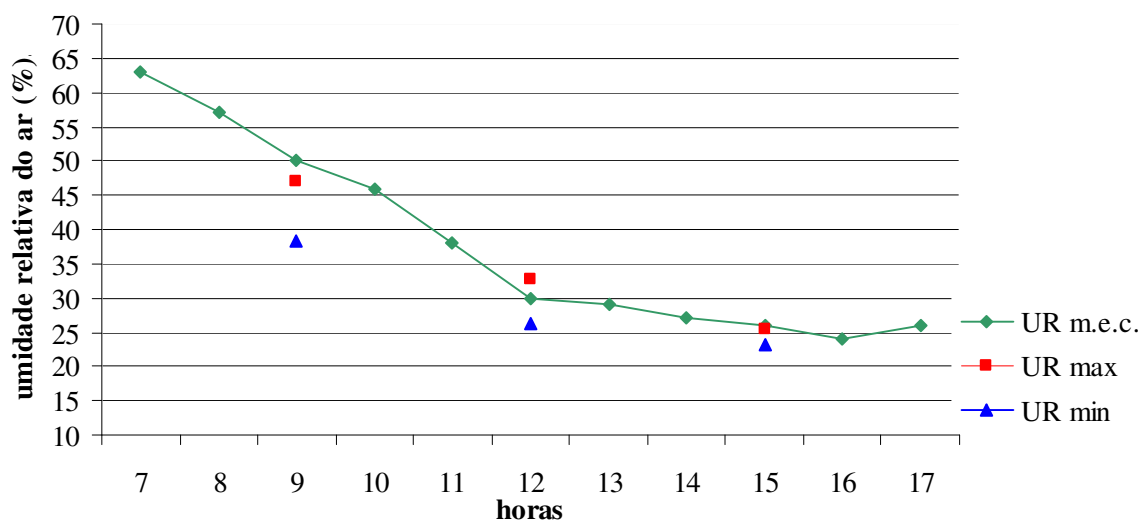
Gráfico 5.28 – Comparação entre a temperatura do ar (°C) na praça e na mini-estação climatológica - P1 - Primavera



Através do gráfico, observa-se que as temperaturas máximas e mínimas medidas na praça, para os três horários foram maiores que as obtidas na mini-estação, sendo que os valores de temperatura mínima obtidos na praça são muito próximos dos obtidos na m.e.c. (27,8°C). Às 9h00min, o valor obtido para a temperatura do ar na m.e.c. (21,6°C) foi apenas 0,1°C superior ao valor de temperatura mínima do ar obtido na praça (21,5°C).

No gráfico 5.29 é feita a comparação entre os valores de umidade relativa do ar máximos e mínimos medidos na praça com os valores de medição fixa de umidade relativa do ar da mini-estação climatológica. Nota-se que os valores de umidade relativa do ar obtidos na mini-estação climatológica às 9h00min e às 15h00min são superiores aos obtidos na praça. Às 12h00min, a umidade relativa na m.e.c (30%) ficou entre os valores de umidade relativa do ar máximo (32,8%) e mínimo (26,3%) obtidos na praça.

Gráfico 5.29 – Comparação entre a umidade relativa do ar (%) na praça e na mini-estação climatológica - P1 - Primavera



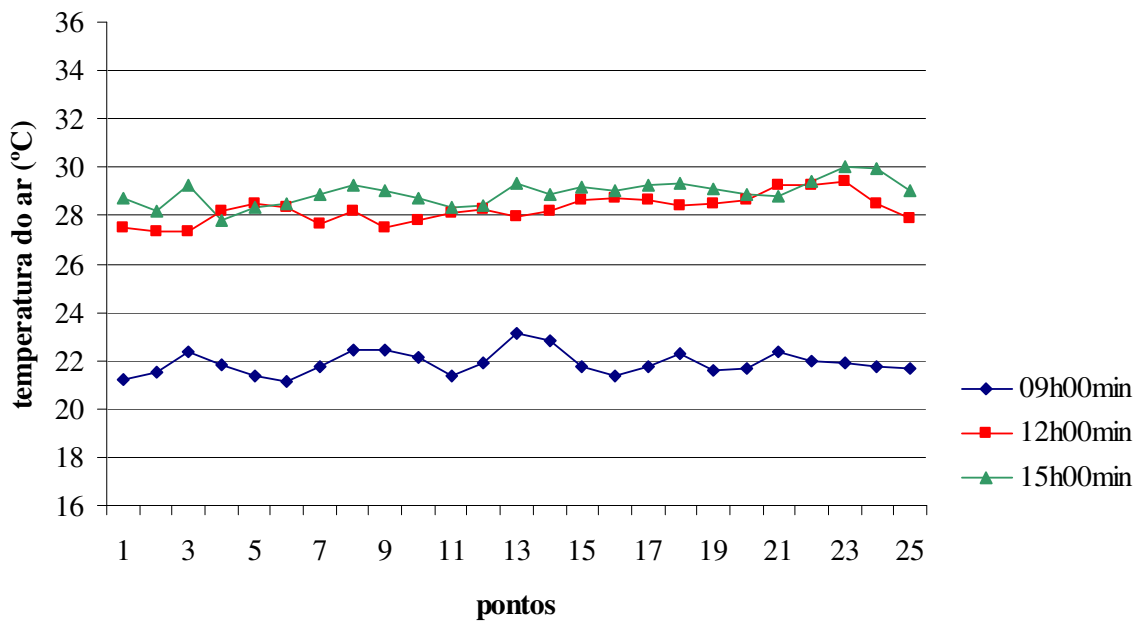
5.4.2 Praça Deputado Antônio Celidônio – P2

Um resumo dos dados obtidos nas medições móveis na Praça 2, com valores das médias, máximas e mínimas, para cada horário de medição, é apresentado na tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Resumo das medições – P2 - Primavera

| Variáveis | | Horário das medições | | |
|-------------------|--------|----------------------|----------|----------|
| | | 9h00min | 12h00min | 15h00min |
| T (°C) | Média | 21,89 | 28,26 | 28,94 |
| | Máxima | 23,1 | 29,4 | 30,0 |
| | Mínima | 21,1 | 27,3 | 27,8 |
| T Piso (°C) | Média | 24,76 | 38,04 | 38,56 |
| | Máxima | 34 | 57 | 60 |
| | Mínima | 21 | 27 | 31 |
| U. R. (%) | Média | 56,66 | 29,61 | 24,04 |
| | Máxima | 58,8 | 30,70 | 24,9 |
| | Mínima | 54,3 | 27,30 | 23,2 |
| Iluminância (LUX) | Média | 8.557,60 | 8.256,40 | 7.740 |
| | Máxima | 19.470 | 19.540 | 18.710 |
| | Mínima | 1.080 | 1.420 | 1.860 |

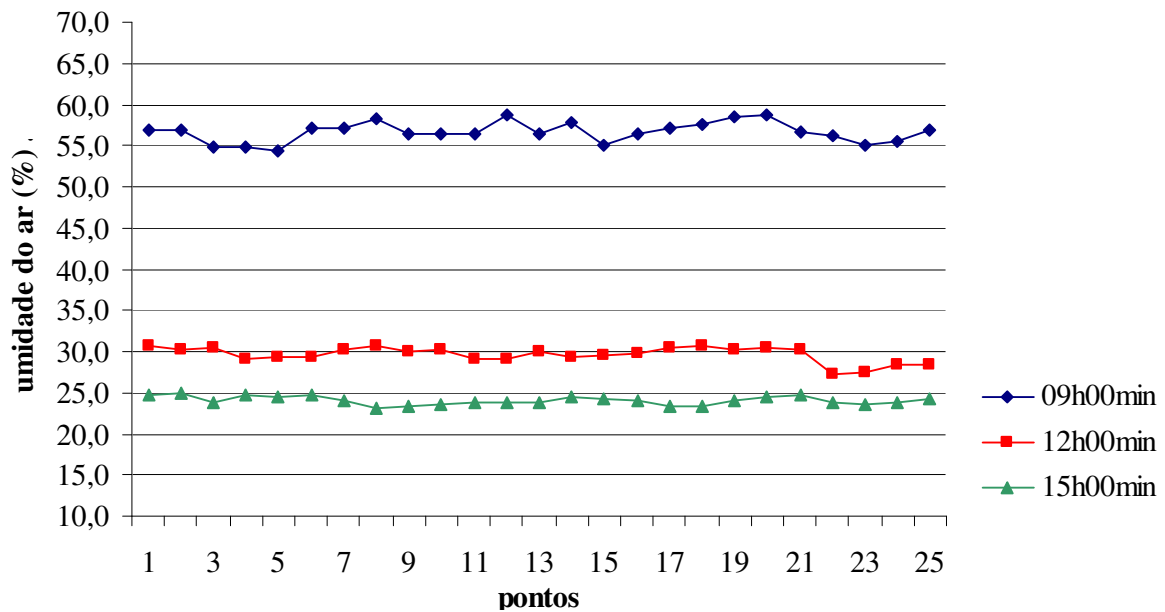
O gráfico 5.30 mostra os valores de temperatura do ar (°C) para cada ponto na praça durante as 9h00min, 12h00min e 15h00min. Através dele, nota-se que os maiores valores de temperatura do ar foram obtidos na medição realizada às 15h00min e os menores valores às 9h00min.

Gráfico 5.30 – Variação da temperatura do ar (°C) por pontos e horário – P2 – Primavera

Dessa forma, os valores mais altos de temperatura do ar foram obtidos às 15h00min nos pontos 23, 24, 13 e 18 (30,0°C, 30,0°C, 29,3 °C e 29,3 °C respectivamente). Os dois primeiros pontos ficam localizados próximo à rua e apesar de serem levemente sombreados, tiveram valores altos de temperatura do ar também às 12h00min e baixos valores de umidade relativa do ar. Já os pontos 13 e 18 ficam na parte central da praça em áreas com pouca densidade de vegetação arbórea e que não são sombreadas. Em comparação com os pontos localizados em áreas com maior densidade arbórea, onde foram registradas as menores temperaturas nesse mesmo horário, nos pontos 4 (27,8°C) e 2 (28,1°C), a diferença chega a 2,2 °C.

Os menores valores de temperatura do ar foram obtidos às 9h00min nos pontos 6, 1 e 11, localizados nas áreas mais sombreadas pela manhã. As temperaturas obtidas nesses pontos foram de 21,1°C, 21,2°C e 21,6°C respectivamente, chegando a ser 2,0°C menor que a temperatura obtida no ponto com temperatura mais alta (P13 = 23,1°C) nesse mesmo horário.

O gráfico 5.31 apresenta os valores de umidade relativa do ar (%) para cada ponto na praça durante as 9h00min, 12h00min e 15h00min. Nota-se no gráfico a queda sofrida pela umidade relativa do ar entre às 9h00min e às 12h00min. Assim, os maiores valores de umidade relativa do ar foram observados às 9h00min e os menores às 15h00min.

Gráfico 5.31 – Variação da umidade relativa do ar (%) por pontos e horário – P2 - Primavera

O maior valor de umidade relativa do ar foi obtido no ponto 12 (58,8%), seguido pelo ponto 20 (58,7%) às 9h00min. Esses pontos ficam localizados em área de vegetação densa e, onde, também, foram registrados valores de temperaturas do ar mais baixos. Os menores valores de umidade relativa do ar foram obtidos às 15h00min nos pontos 8 (23,2%) e 9 (23,3%), ambos na parte central da praça. A diferença da umidade relativa do ar no ponto 8 para o ponto 2 (24,9%), onde foi registrado o valor mais alto de umidade relativa do ar nesse horário, é de 1,7%.

As figuras 5.61 a 5.72 (próxima página) mostram os mapas gerados no software Surfer 8.0 para as variáveis medidas.

Nos mapas é interessante notar que apesar de haver uma concentração dos valores de temperaturas mais altas, tanto a temperatura do ar, quanto a temperatura no piso, na parte central da praça, ocorre uma variação no decorrer das três medições. Através dos mapas percebe-se que ocorreu uma situação contrária à medição realizada no outono com relação aos pontos 21 a 25 em relação a temperatura do ar. Esses pontos, localizados em uma área sombreada em alguns momentos do dia por vegetação arbórea pouco densa, como mostra o mapa de iluminância, assumiram valores de temperatura do ar mais baixos na parte da manhã em relação aos valores obtidos no mesmo horário, e às 12h00min e às 15h00min, apresentaram os maiores valores de temperatura do ar e menores valores de umidade relativa.

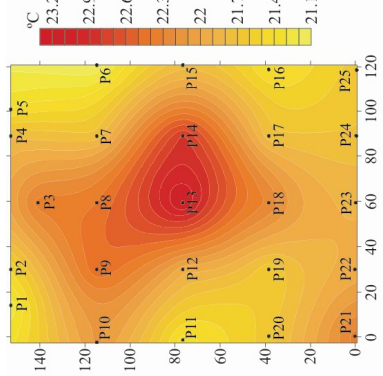


Figura 5.61 - P2 - Primavera/ 9h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

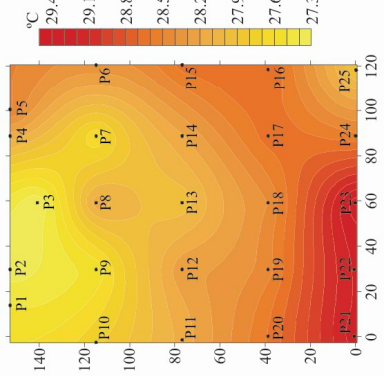


Figura 5.65 - P2 - Primavera/ 12h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

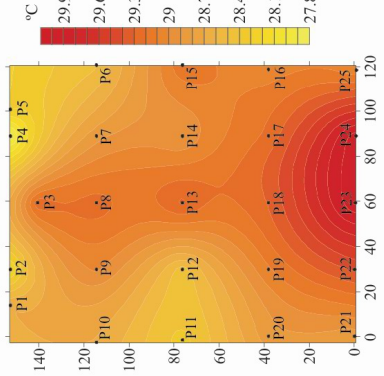


Figura 5.69 - P2 - Primavera/ 15h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

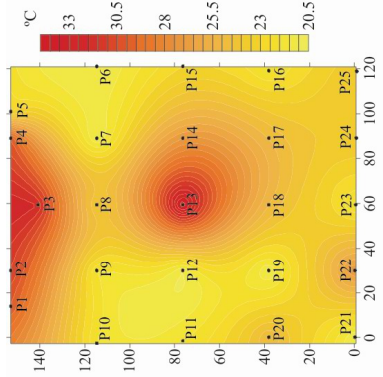


Figura 5.62 - P2 - Primavera/ 9h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

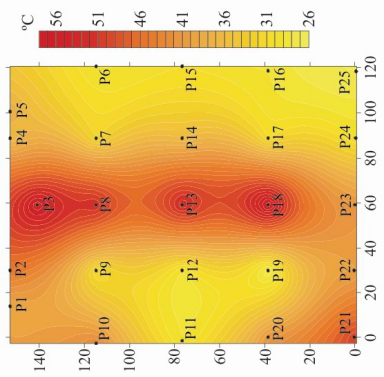


Figura 5.66 - P2 - Primavera/ 12h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

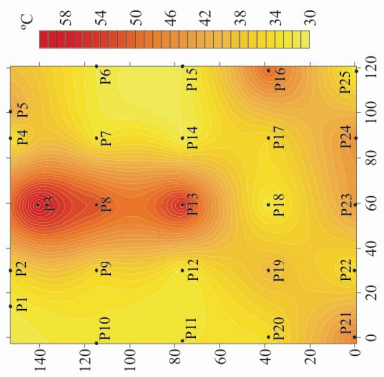


Figura 5.70 - P2 - Primavera/ 15h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

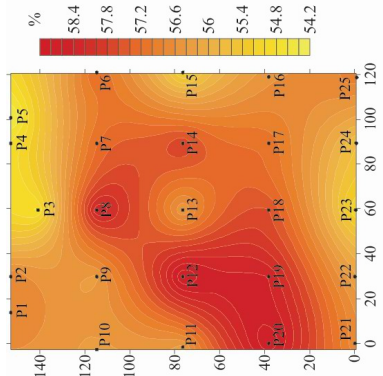


Figura 5.63 - P2 - Primavera/ 9h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

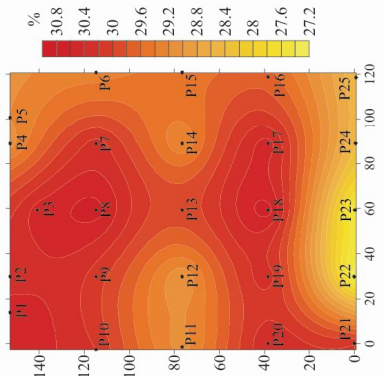


Figura 5.67 - P2 - Primavera/ 12h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

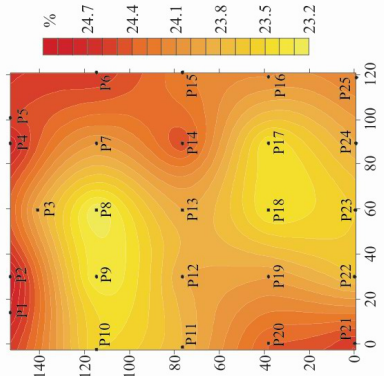


Figura 5.71 - P2 - Primavera/ 15h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

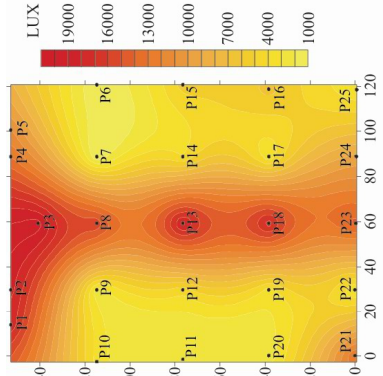


Figura 5.64 - P2 - Primavera/ 9h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

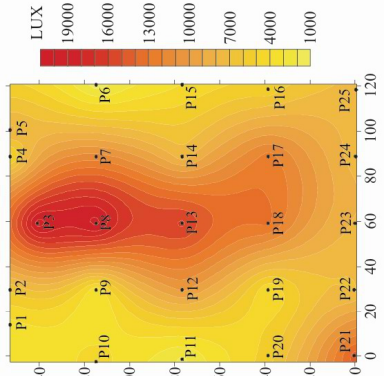


Figura 5.68 - P2 - Primavera/ 12h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

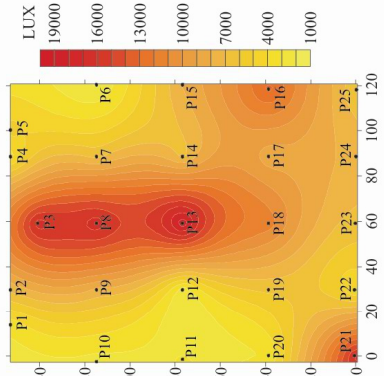


Figura 5.72 - P2 - Primavera/ 15h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

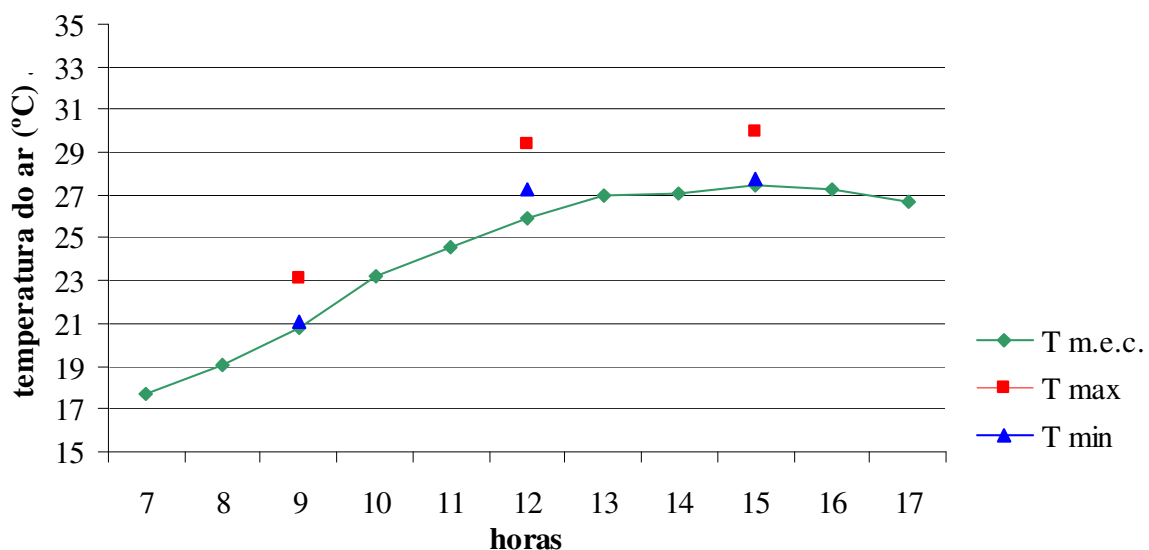
Em relação aos mapas de temperatura no piso, eles apresentam as manchas de valores mais altos aproximadas às manchas dos mapas de iluminância, para os três horários de estudo, representando os ganhos de calor do material de revestimento do piso pela radiação solar incidente.

Assim como ocorreu na medição realizada no inverno, no ponto 18, a temperatura no piso foi mais baixa que nos pontos próximos a ele e, no entanto, a temperatura do ar nele manteve-se alta como nos pontos próximos. Esse ponto fica localizado entre diversas palmeiras e, na primavera, foi pouco sombreado por elas. Provavelmente, apesar de as palmeiras não minimizaram a temperatura do ar, atuaram na redução dos ganhos de calor do material de revestimento no piso.

O maior valor de temperatura no piso foi registrada às 15h00min no ponto 3 (60°C), temperatura 29°C mais alta que no ponto 16 (31°C). Já o valor mais baixo (21°C) foi registrado às 9h00min nos pontos 6, 7, 12 e 19.

No gráfico 5.32, comparam-se as temperaturas máximas e temperaturas mínimas medidas na praça, com os valores de temperatura do ar obtidos na mini-estação climatológica.

Gráfico 5.32 – Comparação entre a temperatura do ar (°C) na praça e na mini-estação climatológica – P2 – Primavera

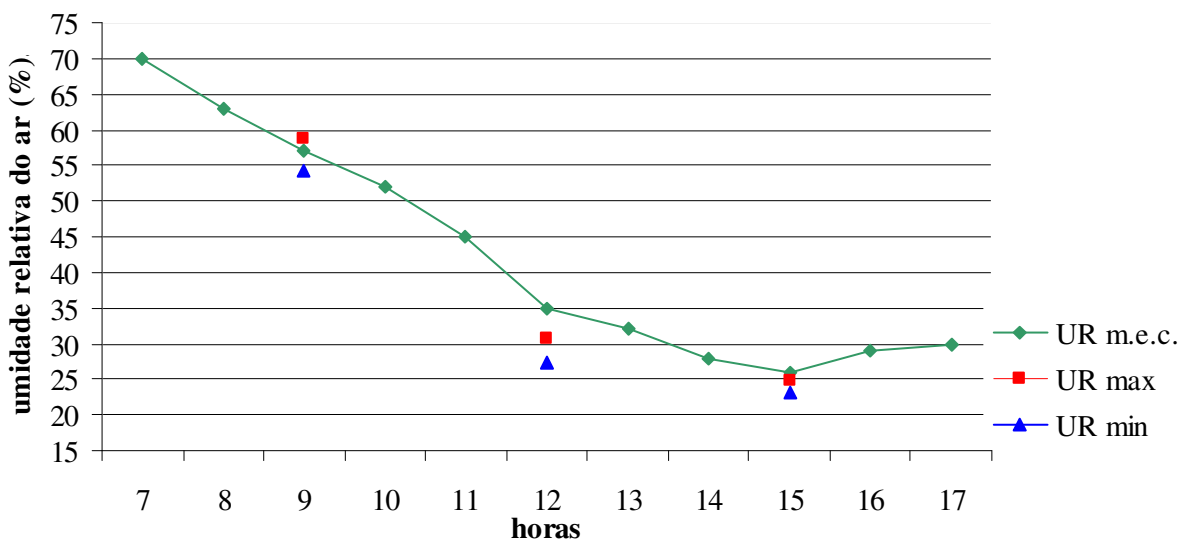


Pelo gráfico, nota-se que tanto os valores de temperatura máximos medidos na praça, quanto os valores mínimos, foram maiores que os valores de temperatura do ar registrados na mini-estação climatológica. Os valores mínimos de temperatura do ar medidos na praça às 9h00min e às 15h00min ficaram próximos dos valores obtidos na m.e.c., apenas 0,3°C

acima. A maior variação ocorreu às 12h00min, quando a diferença entre a temperatura na estação fixa com a mínima da praça foi de 1,4 °C e com a máxima, foi de 3,5 °C.

O gráfico 5.33 mostra a comparação entre os valores de umidade relativa do ar máximos e mínimos obtidos na praça, com os valores de umidade relativa do ar registrados na mini-estação climatológica.

Gráfico 5.33 – Comparação entre umidade relativa do ar (%) na praça e na mini-estação climatológica – P2 – Primavera



Através do gráfico, nota-se que, com a exceção de um valor, os valores máximos e mínimos de umidade relativa do ar medidos na praça, se encontram abaixo dos valores registrados na mini-estação climatológica. Apenas o valor máximo de umidade do ar medido às 9h00min na praça foi maior que na m.e.c., sendo 1,8% mais alta. A maior variação ocorreu às 12h00min, quando a diferença da umidade relativa do ar mínima medida na praça foi 7,7% menor que a observada na estação fixa.

5.5 VERÃO

Conforme o Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático (CPETEC, 2008), no ano de 2008 no Hemisfério Sul, o verão se iniciou às 09h04 do dia 21 de dezembro. A estação de verão é caracterizada, basicamente, por dias mais longos que as noites. Nela, ocorrem mudanças rápidas nas condições diárias do tempo, levando à ocorrência de chuvas de curta duração e forte intensidade, principalmente no período da tarde. Estas chuvas, considerando o aumento da temperatura do ar sobre o continente, são acompanhadas por

trovoadas e rajadas de vento, em particular nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do País.

As medições nas praças não ocorreram nos dias 22 e 23 de dezembro devido à realização de eventos em ambas as praças que impossibilitaram a realização da coleta de dados nesses dias. Dessa forma, a coleta de dados na Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1), ocorreu no dia 26 de dezembro e na Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça 2) no dia 27 de dezembro.

A tabela 5.10 mostra um resumo das observações meteorológicas para Maringá para os dias em que foram realizadas as medições, conforme dados da estação Climatológica Principal de Maringá (2008).

Tabela 5.10- Resumo das observações meteorológicas para os dias de medição no verão

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá (2008)

| DIA | TEMP. (°C) | | | UMIDA- DE RELAT. DO AR (%) | CHUVA 24 hrs (mm) | INSO- LAÇÃO (horas) | PRES- SÃO (mb) | ESTADO GERAL DO TEMPO | VENTO | | | | | |
|------------|------------|------|------|--|-------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|---|-------------|
| | Média | Max. | Min. | | | | | | 12 hrs TMG 09 hrs | 18 hrs TMG 15 hrs | 24 hrs TMG 21 hrs | Dir. | | Veloc (m/s) |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 26/12/2008 | 26,7 | 31,6 | 21,4 | 64 | 0,0 | 9,2 | 944,9 | CLARO | NE | 1,0 | NE | 1,0 | E | 1,0 |
| 27/12/2008 | 25,4 | 29,0 | 18,1 | 60 | 0,0 | 10,5 | 946,7 | CLARO | NE | 2,0 | E | 1,0 | E | 1,0 |

O gráfico 5.34 mostra o comportamento da temperatura média nesses dois dias e o gráfico 5.35 mostra o comportamento da umidade relativa do ar média, conforme dados da estação automática de Maringá (INMET, 2008d), localizada na estação Climatológica Principal da Maringá.

Conforme o gráfico 5.34, a temperatura do ar no dia 26 de dezembro foi em média 0,97°C menor que no dia 27 de dezembro. Para os horários de estudo essa variação foi pequena, sendo que a maior diferença foi entre as 14 e 15 horas, quando a temperatura do ar foi menor em média 0,9°C menor no dia 26. Em relação à umidade relativa do ar, conforme o gráfico 5.35, ela foi maior no dia 27 do que no dia 26, em média 2,88%.

Gráfico 5.34 – Temperatura média do ar (°C) nos dias 26 e 27 de dezembro de 2008

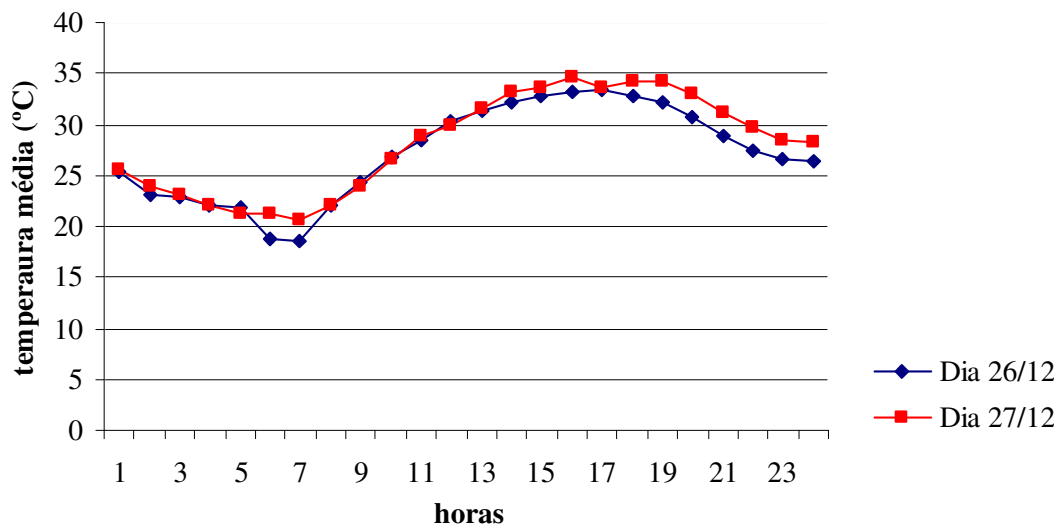
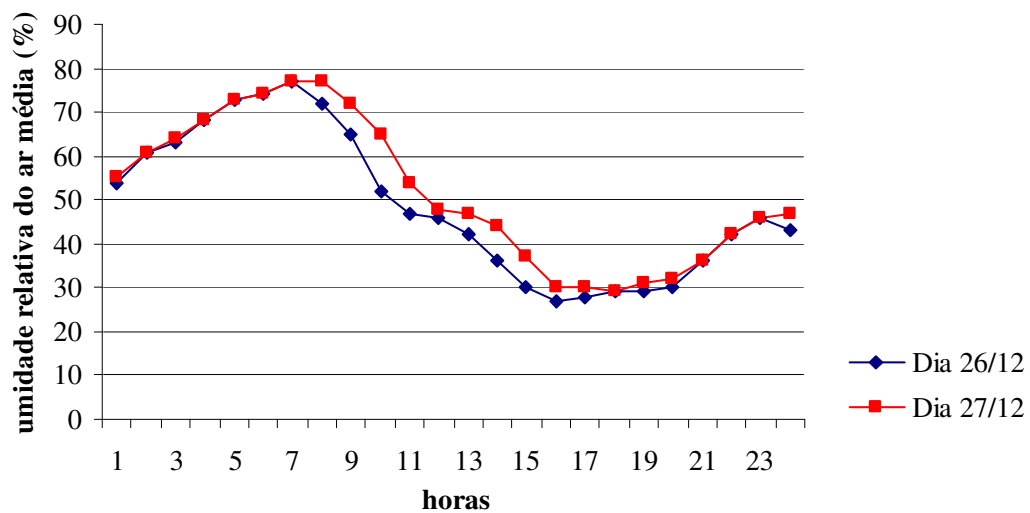


Gráfico 5.35 – Umidade relativa do ar média (%) nos dias 26 e 27 de dezembro de 2008



5.5.1 Praça Napoleão Moreira da Silva – P1

Um resumo dos dados obtidos nas medições móveis na Praça 1, com valores das médias, máximas e mínimas, para cada horário de medição, é apresentado na tabela 5.11.

Tabela 5.11 - Resumo das medições – P1 - Verão

| Variáveis | | Horário das medições | | |
|-------------------|--------|----------------------|----------|----------|
| | | 9h00min | 12h00min | 15h00min |
| T (°C) | Média | 28,97 | 32,78 | 33,34 |
| | Máxima | 30,4 | 34,4 | 34,9 |
| | Mínima | 28,0 | 31,6 | 32,4 |
| T Piso (°C) | Média | 28,32 | 34,88 | 34,48 |
| | Máxima | 43 | 58 | 54 |
| | Mínima | 22 | 25 | 25 |
| U. R. (%) | Média | 51,21 | 31,82 | 27,46 |
| | Máxima | 56,2 | 34,3 | 30,1 |
| | Mínima | 44,8 | 27,6 | 23,8 |
| Iluminância (LUX) | Média | 6.786,40 | 8.149,20 | 7.647,27 |
| | Máxima | 19.120 | 19.880 | 19.038 |
| | Mínima | 820 | 1.550 | 1.027 |

No gráfico 5.36 são apresentados os valores de temperatura do ar (°C) para cada ponto na praça durante as 9h00min, 12h00min e 15h00min e o gráfico 5.37 mostra os valores de umidade relativa do ar (%).

Gráfico 5.36 – Variação da temperatura do ar (°C) por pontos e horário – P1 - Verão

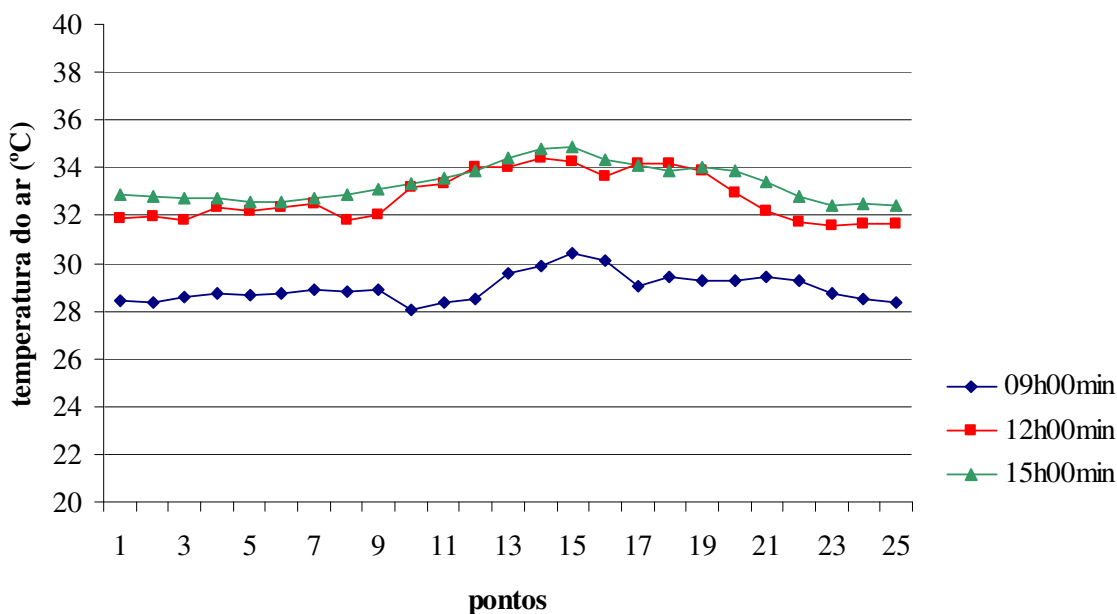
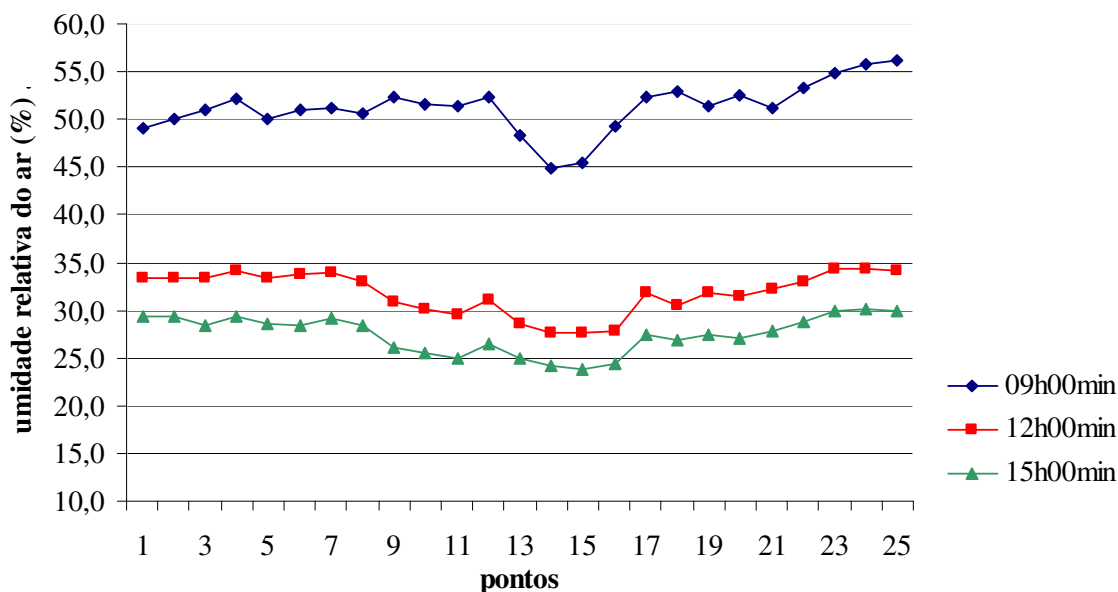


Gráfico 5.37 – Variação da umidade relativa do ar (%) por pontos e horário – P1 – Verão



No gráfico 5.36, observa-se que as maiores temperaturas ocorreram na medição realizada às 15h00min, no entanto, com valores próximos aos da medição realizada às 12h00min. Os pontos 15 e 14 registraram os maiores valores de temperatura do ar (34,9°C e 34,8°C, respectivamente). Os dois pontos localizam-se na parte central da praça, com pouca vegetação e sombreamento. Neste mesmo horário, as menores temperaturas foram obtidas nos pontos 23 (32,4°C), 25 (32,4°C) e 24 (32,5°C) na área com vegetação mais densa na praça. A diferença de temperatura entre o ponto com temperatura mais alta (1) e o ponto com temperatura mais baixa (23) foi de 2,5°C.

A maior variação entre a temperatura do ar mínima e máxima ocorreu às 12h00min. A variação foi de 2,9°C do ponto 14 (34,4°C), com temperatura do ar mais alta neste horário, ao ponto 23 (31,6°C), com menor valor de temperatura do ar neste horário.

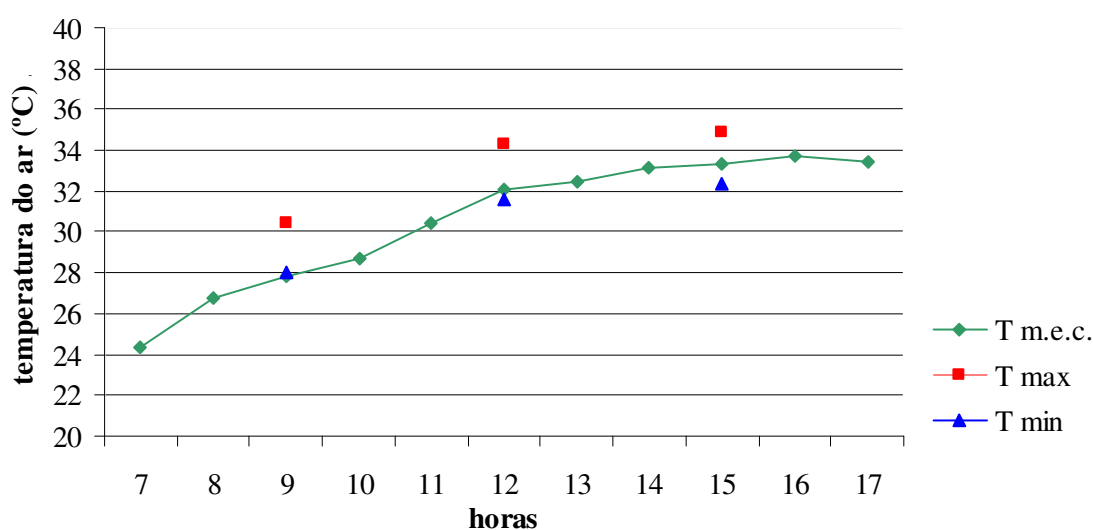
A umidade relativa do ar apresentou maior variação às 9h00min (11,4%). Neste horário, ela foi menor no ponto 14 (44,8%) e maior no ponto 2 (56,2%). Os menores valores de umidade relativa do ar foram observados às 15h00min. Neste horário, os pontos 15 e 14, onde também foram registrados os maiores valores de temperatura do ar, obtiveram os menores valores de umidade relativa do ar (23,8% e 24,1%, respectivamente), e os pontos 24, 23 e 25, onde foram registrados os menores valores de temperatura do ar, obtiveram os maiores valores de umidade relativa do ar (30,1%, 30% e 29,9%, respectivamente).

Nos mapas gerados no software Surfer 8.0 (figuras 5.73 a 5.84, página seguinte), é perceptível a concentração das temperaturas mais altas e umidade relativa do ar mais baixas na região central da praça, desprovida de vegetação, e nos pontos próximos à rua pouco sombreados.

Em relação à temperatura no piso, os maiores valores foram obtidos nas áreas menos sombreadas. Os valores de temperatura no piso mais altos, bem como a maior variação, ocorreram na medição realizada às 12h00min. Nesse horário a temperatura mais alta obtida, no ponto 10 (58°C), na área central da praça e próximo à rua, foi 33°C mais alta que no ponto com a temperatura mais baixa nesse mesmo horário (P 23 = 25°C).

O gráfico 5.38 mostra a comparação entre as temperaturas máximas e temperaturas mínimas observadas na praça com os valores de medição fixa de temperatura do ar obtidos na mini-estação climatológica.

Gráfico 5.38 – Comparação entre a temperatura do ar (°C) na praça e na mini-estação climatológica – P1 – Verão



Através do gráfico, percebe-se que às 9h00min os valores máximos e mínimos de temperatura do ar obtidos na praça, foram maiores que os valores registrados na mini-estação climatológica. Já às 12h00min e às 15h00min, os valores registrados na m.e.c. ficaram entre os valores máximos e mínimos de temperatura do ar observados na praça. A maior variação ocorreu às 9h00min, quando a temperatura máxima obtida na praça foi 2,6°C maior que a obtida na estação fixa.

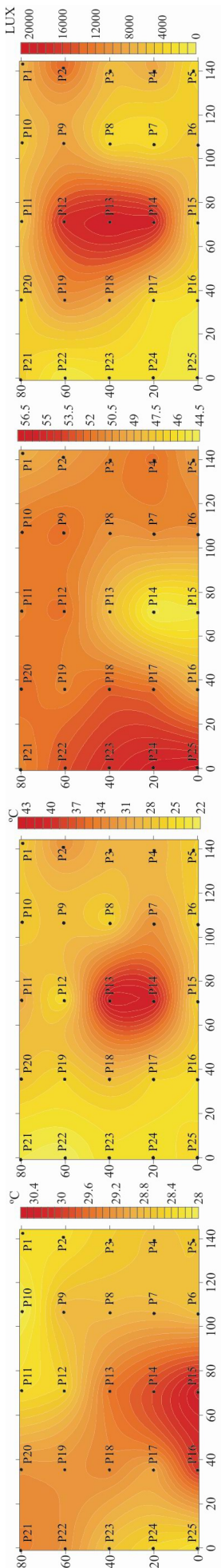


Figura 5.73 - P1 - Verão/ 9h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

Figura 5.74 - P1 - Verão/ 9h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

Figura 5.75 - P1 - Verão/ 9h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

Figura 5.76 - P1 - Verão/ 9h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

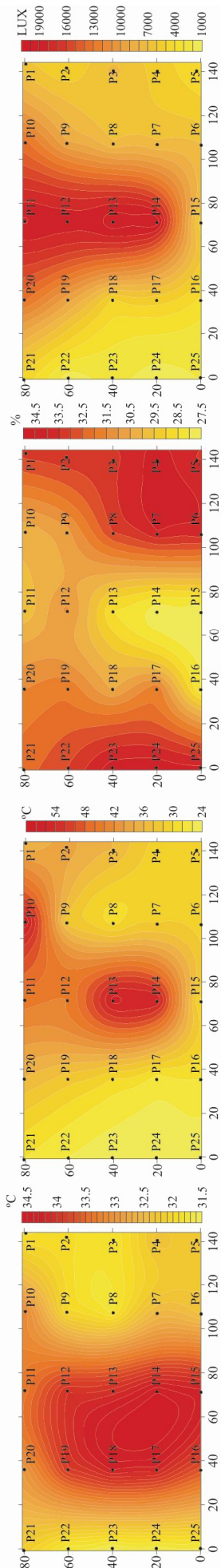


Figura 5.77 - P1 - Verão/ 12h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

Figura 5.78 - P1 - Verão/ 12h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

Figura 5.79 - P1 - Verão/ 12h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

Figura 5.80 - P1 - Verão/ 12h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

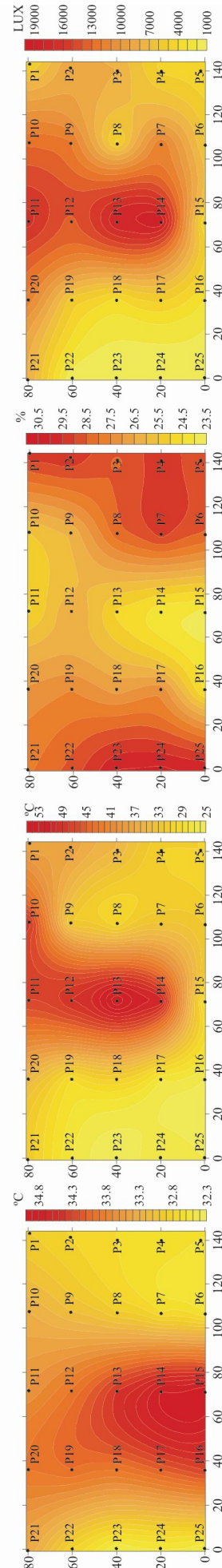


Figura 5.81 - P1 - Verão/ 15h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

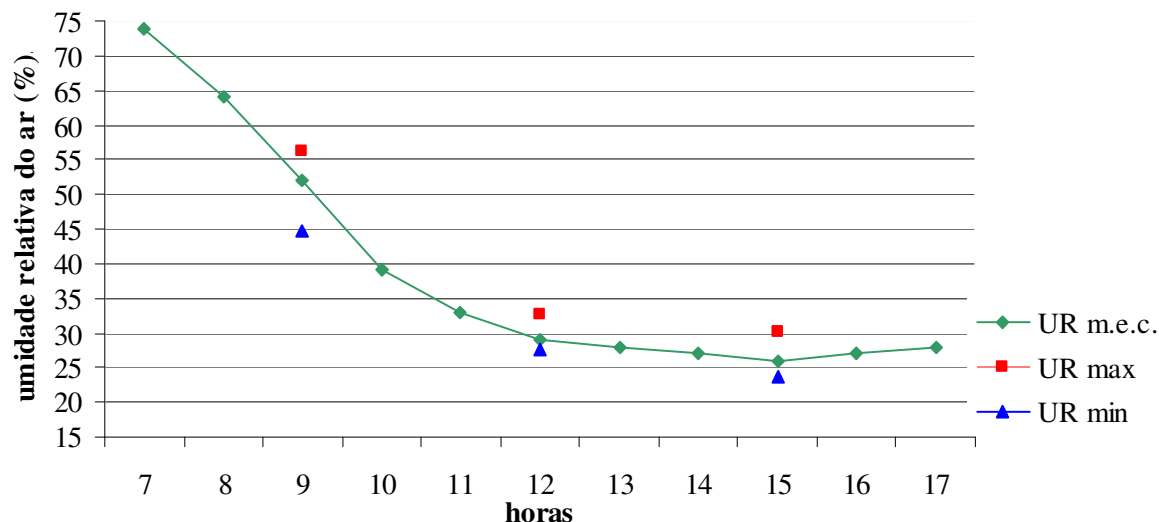
Figura 5.82 - P1 - Verão/ 15h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

Figura 5.83 - P1 - Verão/ 15h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

Figura 5.84 - P1 - Verão/ 15h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

O gráfico 5.39 mostra a comparação entre os valores de umidade relativa do ar máximos e mínimos obtidos nas medições móveis na praça com os valores de medição fixa de umidade relativa do ar obtidos na mini-estação climatológica.

Gráfico 5.39 – Comparação entre a umidade relativa do ar (%) na praça e na mini-estação climatológica – P1 – Verão



Nos três horários de medição os valores de umidade relativa do ar obtidos na m.e.c. ficaram entre os valores máximos e mínimos obtidos na praça. Às 9h00min ocorreu a maior variação, quando a umidade relativa do ar mínima obtida na praça foi 7,2% mais baixa que na m.e.c. e a máxima obtida na praça foi 4,2% mais alta que na medida fixa registrada na m.e.c.

5.5.2 Praça Deputado Antônio Celidônio – P2

A tabela 5.12 apresenta um resumo dos dados obtidos nas medições móveis na Praça 2, com valores das médias, máximas e mínimas para cada horário de medição.

Tabela 5.12 - Resumo das medições – P2 - Verão

| Variáveis | | Horário das medições | | |
|-------------------|--------|----------------------|----------|----------|
| | | 9h00min | 12h00min | 15h00min |
| T (°C) | Média | 28,70 | 33,12 | 34,75 |
| | Máxima | 29,2 | 34,3 | 35,3 |
| | Mínima | 27,7 | 31,7 | 33,8 |
| T Piso (°C) | Média | 31,15 | 41,14 | 42,28 |
| | Máxima | 39 | 56 | 58 |
| | Mínima | 26 | 29 | 35 |
| U. R. (%) | Média | 50,34 | 40,22 | 25,08 |
| | Máxima | 54,3 | 42,7 | 25,8 |
| | Mínima | 45,9 | 38,0 | 23,7 |
| Iluminância (LUX) | Média | 9.735,27 | 9.685,80 | 8.549,13 |
| | Máxima | 18.047 | 18.742 | 19.590 |
| | Mínima | 1.935 | 2.183 | 3.210 |

O gráfico 5.40 mostra os valores de temperatura do ar (°C) para cada ponto na praça durante as 9h00min, 12h00min e 15h00min e o gráfico 5.41 mostra os valores de umidade relativa do ar (%).

Gráfico 5.40 – Variação da temperatura do ar (°C) por pontos e horário – P2 - Verão

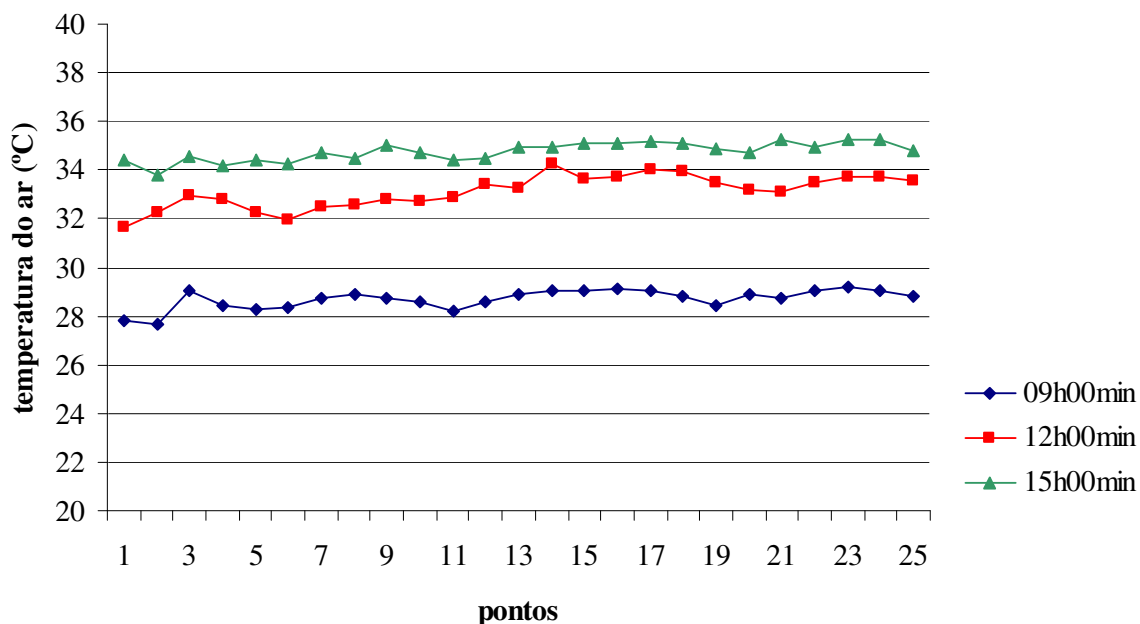
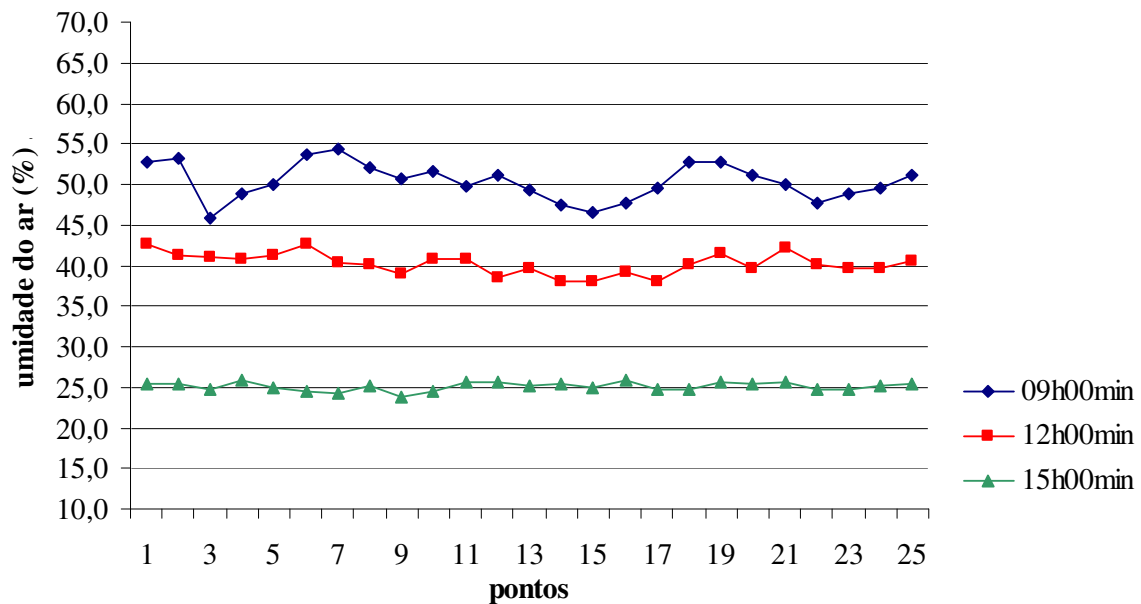


Gráfico 5.41 – Variação da umidade relativa do ar (%) por pontos e horário – P2 - Verão

Conforme o gráfico 5.40, os menores valores de temperatura do ar foram obtidos na medição realizada às 9h00min nos pontos 2(27,7 °C) e 1 (27,8 °C), onde também foram registrados valores altos de umidade relativa do ar nesse horário (53,3% e 52,7%, respectivamente). O ponto 7, assim como no inverno, foi o que apresentou maior umidade relativa do ar, 54,3 %, valor 8,4% mais alto que a do ponto com menor umidade relativa nesse horário, no ponto 3 (45,9%). Tanto o ponto 7 quanto os pontos 1 e 2 localizam-se em áreas bem arborizadas e ficam na mesma porção da praça onde foram registradas valores de temperatura do ar mais baixos nas medições do outono e do inverno. Já o ponto 3, está localizado na parte central da praça, desprovida de vegetação, onde também foram registradas temperaturas altas em relação aos outros pontos.

As maiores temperaturas foram obtidas às 15h00min, nos pontos 21 (35,3°C) e 23 (35,3°C). Esses pontos localizam-se na parte sul da praça, próximos à rua e, apesar de estarem em áreas sombreadas, ainda que por árvores de folhagem pouco densa, neles foram registrados altos valores de temperatura do ar nos três horários de estudo. Também às 15h00min, os menores valores de temperatura do ar foram registrados nos pontos 2 (33,8°C), 4 (34,2°C) e 6 (34,3°C). Assim, nesse horário, a temperatura do ar variou 1,5°C. Na medição realizada às 12h00min ocorreu a maior variação de temperatura do ar, 2,6°C.

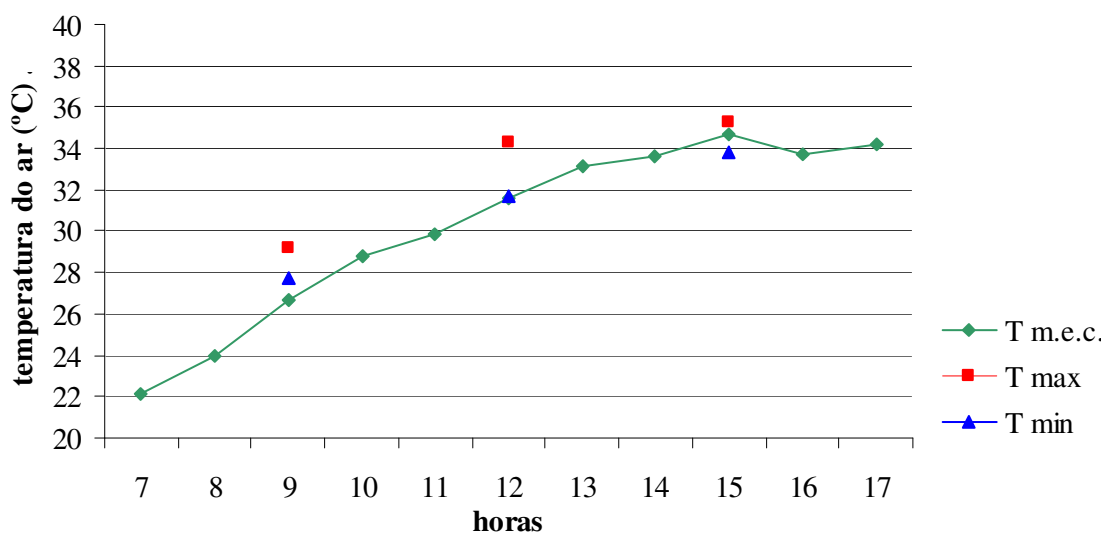
Os mapas gerados no software Surfer 8.0 (figura 5.85 a 5.96, próxima página) ilustram a distribuição horizontal dos parâmetros em estudo. Através deles, nota-se que os menores valores de temperatura do ar concentram-se na porção norte da praça e em uma porção à

Oeste da praça, onde há uma massa de vegetação mais densa. Os altos valores de temperatura do ar e baixos valores de umidade relativa do ar em algumas porções da praça estão provavelmente relacionados ao distanciamento de massas de vegetação mais densas e à grande área impermeabilizada e não só à falta de sombreamento.

Em relação à temperatura no piso, os maiores valores foram registrados na área central da praça, principalmente nas partes não sombreadas ou pouco sombreadas. Os maiores valores foram obtidos na medição realizada às 15h00min, no ponto 3 foi registrado o valor mais alto (58°C), 23°C mais altos que no ponto 6 (35°C), onde foi registrada a menor temperatura no piso nesse horário.

No gráfico 5.42, comparam-se as temperaturas máximas e as temperaturas mínimas medidas na praça com os valores de medição fixa de temperatura do ar da mini-estação climatológica.

Gráfico 5.42 – Comparação entre a temperatura do ar (°C) na praça e na mini-estação climatológica – P2 – Verão



Percebe-se que, com exceção da temperatura mínima medida às 15h00min na praça, os valores de temperatura do ar máximos e mínimos na praça, obtiveram valores acima da temperatura do ar registrada na mini-estação climatológica. A temperatura mínima obtida na praça às 15h00min (33,8°C) é 0,9 °C mais baixa que a temperatura obtida na medição fixa (34,7°C). A maior diferença ocorre às 12h00min, quando a temperatura máxima na praça é 2,7 °C mais alta que a obtida na m.e.c. e a temperatura mínima na praça é 0,1°C maior que a temperatura do ar na mini-estação.

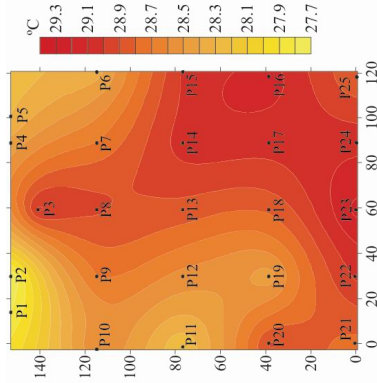


Figura 5.85 - P2 - Verão/ 9h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

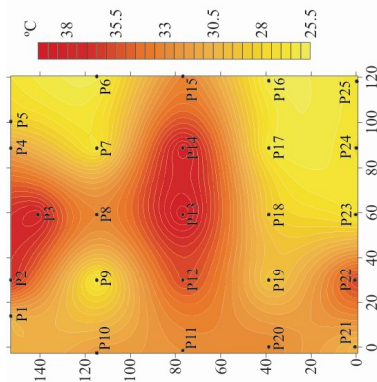


Figura 5.86 - P2 - Verão/ 9h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

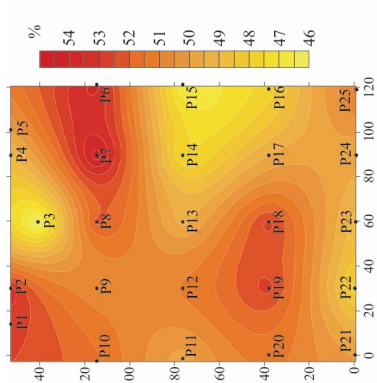


Figura 5.87 - P2 - Verão/ 9h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

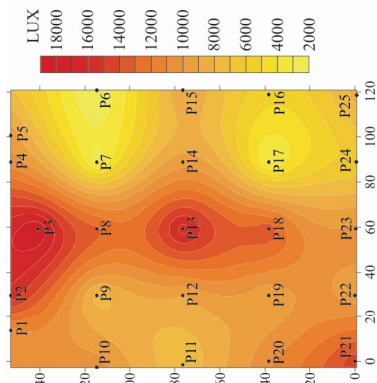


Figura 5.88 - P2 - Verão/ 9h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

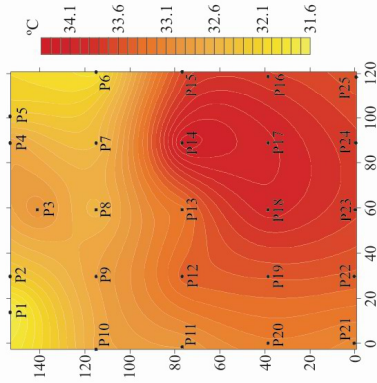


Figura 5.89 - P2 - Verão/ 12h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

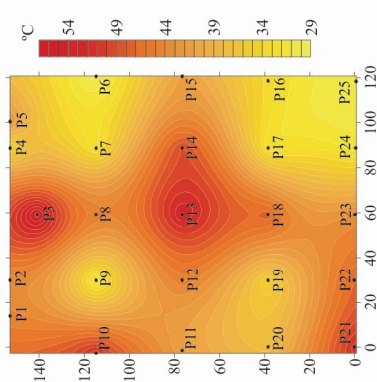


Figura 5.90 - P2 - Verão/ 12h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

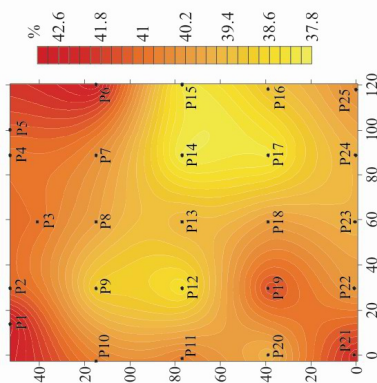


Figura 5.91 - P2 - Verão/ 12h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

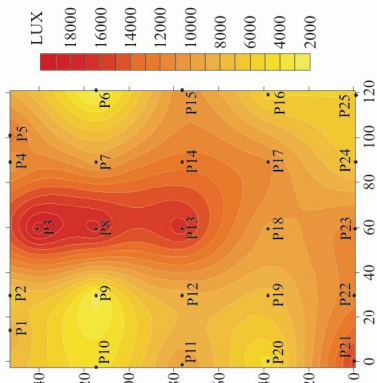


Figura 5.92 - P2 - Verão/ 12h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

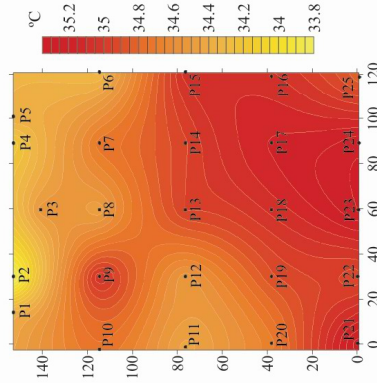


Figura 5.93 - P2 - Verão/ 15h00min/ distribuição da temperatura do ar (°C)

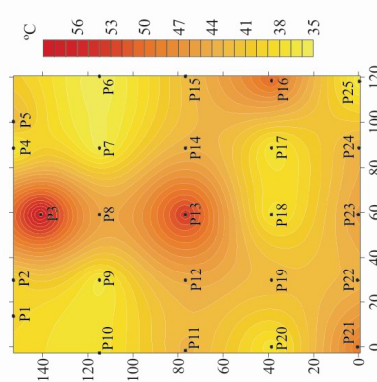


Figura 5.94 - P2 - Verão/ 15h00min/ distribuição da temperatura no piso (°C)

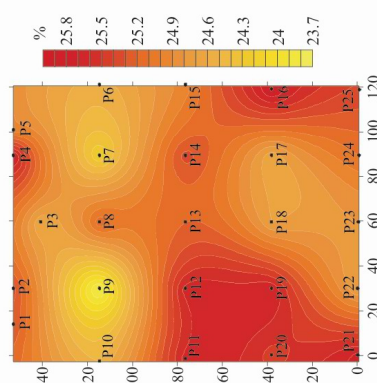


Figura 5.95 - P2 - Verão/ 15h00min/ distribuição da umidade relativa do ar (%)

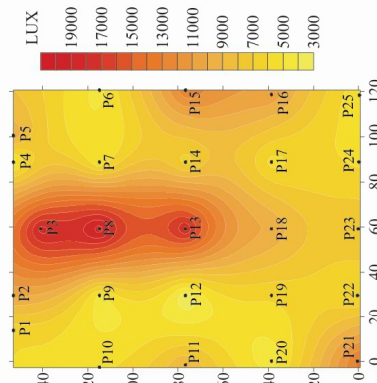
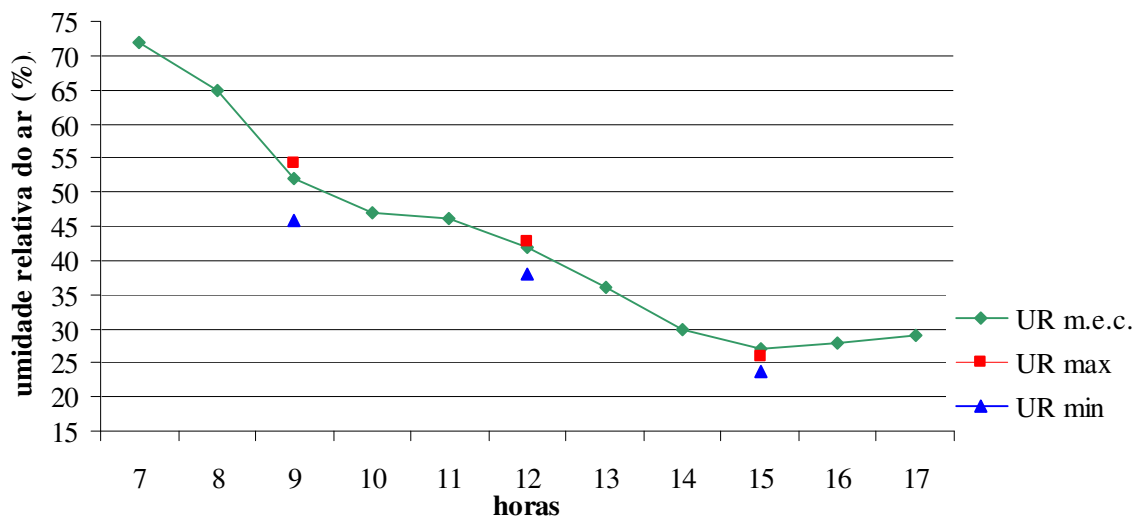


Figura 5.96 - P2 - Verão/ 15h00min/ distribuição da iluminância (LUX)

No gráfico 5.43, que mostra a comparação entre os valores de umidade relativa do ar máximos e mínimos obtidos na praça com os valores de umidade relativa do ar na mini-estação climatológica, nota-se que apenas às 15h00min o valor de umidade relativa do ar máximo obtido na praça foi maior que os valores registrados na m.e.c. Nos demais horários, os valores registrados na medição fixa foram intermediários aos valores máximos e mínimos de umidade relativa do ar registrados na praça.

A maior diferença ocorreu às 9h00min, quando a umidade relativa do ar mínima registrada na praça (45,9%) foi 6,1% menor que a registrada na m.e.c. (52%). Já a umidade relativa do ar máxima (54,3%), registrada nesse mesmo horário na medição móvel, foi 2,3% mais alta que a obtida na mini-estação climatológica.

Gráfico 5.43 – Comparação entre a umidade relativa do ar (%) na praça e na mini-estação climatológica – P2 –Verão



5.6 DETERMINAÇÃO DO PERFIL VERTICAL DA VELOCIDADE DO VENTO

Uma segunda etapa das medições realizadas nas praças, teve como objetivo a determinação do perfil vertical da velocidade do vento em cada praça, a fim de se conhecer a variação da velocidade do vento em função da altura e da densidade da vegetação presente em cada praça.

O perfil vertical da velocidade do vento é afetado pelas mudanças na cobertura do solo e pela estabilidade térmica da atmosfera sendo que a resistência do atrito reduz a velocidade do vento próximo do solo (SOUZA, 2006).

Conforme Romero (2007), os edifícios constituem as principais rugosidades da cidade, corpos rígidos com ruas formando corredores entre os quais o vento flui. Também nas áreas verdes, o vento encontra elementos de rugosidade, especialmente os arbóreos. Mas as árvores não são rígidas e cedem ao vento e, conseqüentemente, a resistência encontrada pelo vento próximo do nível do solo é suave e causa menos retardamento e turbulência que numa área densamente construída.

Dessa forma, a massa foliar da vegetação constitui uma rugosidade, em relação aos movimentos do ar e, devido a isso, uma parte do fluxo do ar que penetra no interior da folhagem é amenizado e filtrado, o que provoca uma diminuição na velocidade e reduz os efeitos de redemoinho.

Exell (2008) explica que a velocidade do vento tem um perfil vertical dado por uma equação integral do tipo:

$$u(z) = A \cdot \ln z + B \quad (\text{Eq. 5.1})$$

onde:

“u” é a velocidade do vento [m/s],

“z” é a altura [m],

“A” é uma constante independente da altura z, mas depende de “u” em uma altura padrão,

“B” é uma constante para u = 0 na altura z₀.

A altura z₀ é chamada de “comprimento da aspereza” (*roughness length*) da superfície e seu valor é aproximadamente um décimo do tamanho dos objetos que causam a aspereza. A equação 5.2 mostra como calcular z₀ e tabela 5.13 dá exemplos de “comprimentos da aspereza” para superfícies diferentes.

$$z_0 = \exp[(u(z_2) \cdot \ln z_1 - u(z_1) \cdot \ln z_2) / (u(z_2) - u(z_1))] \quad (\text{Eq. 5.2})$$

onde:

“u(z₁)” é a velocidade do vento em z₁ [m/s],

“u(z₂)” é a velocidade do vento em z₂ [m/s],

“z₁” é a altura no ponto 1 [m],

“z₂” é a altura no ponto 2 [m].

Tabela 5.13 – Exemplos de valores para z_0

| Superfície | z_0 |
|--------------------|-------------------------|
| Gramma áspera | 0,01m |
| Áreas de colheita | 0,10m |
| Florestas, cidades | 1,00m |

A coleta de dados de velocidade do vento nas duas praças de estudo foi realizada no dia 20 de dezembro de 2008 às 14h00min na Praça 1, e às 15h00min na Praça 2. A média dos valores de velocidade do vento registrados em cada ponto, para cada praça, estão na tabela 5.14 e 5.15, respectivamente.

Tabela 5.14 – Valores da velocidade do vento (m/s) na Praça 1

| Nível | Altura z | V(m/s) |
|-------------|----------|--------|
| 560 m | 0 m | 0,48 |
| 562,5 m | 2,5 m | 0,54 |
| 565 m | 5 m | 0,70 |
| 567,5 m | 7,5 m | 0,93 |
| 570 m | 10 m | 0,93 |
| 576 m (MEC) | 16 m | 1,7 |

Tabela 5.15 – Valores da velocidade do vento (m/s) na Praça 2

| Nível | Altura z | V(m/s) |
|-------------|----------|--------|
| 557 m | 0 m | 0,28 |
| 559,5 m | 2,5 m | 0,39 |
| 562 m | 5 m | 0,45 |
| 564,5 m | 7,5 m | 0,58 |
| 567 m | 10 m | 0,85 |
| 576 m (MEC) | 19 m | 1,8 |

Através do registro desses dados foi possível traçar um gráfico com o perfil vertical da velocidade do vento para a Praça 1 para a Praça 2, bem como uma linha de tendência para essa velocidade, como mostram os gráficos 5.44 e 5.45.

Gráfico 5.44 – Perfil vertical da velocidade do vento na Praça 1

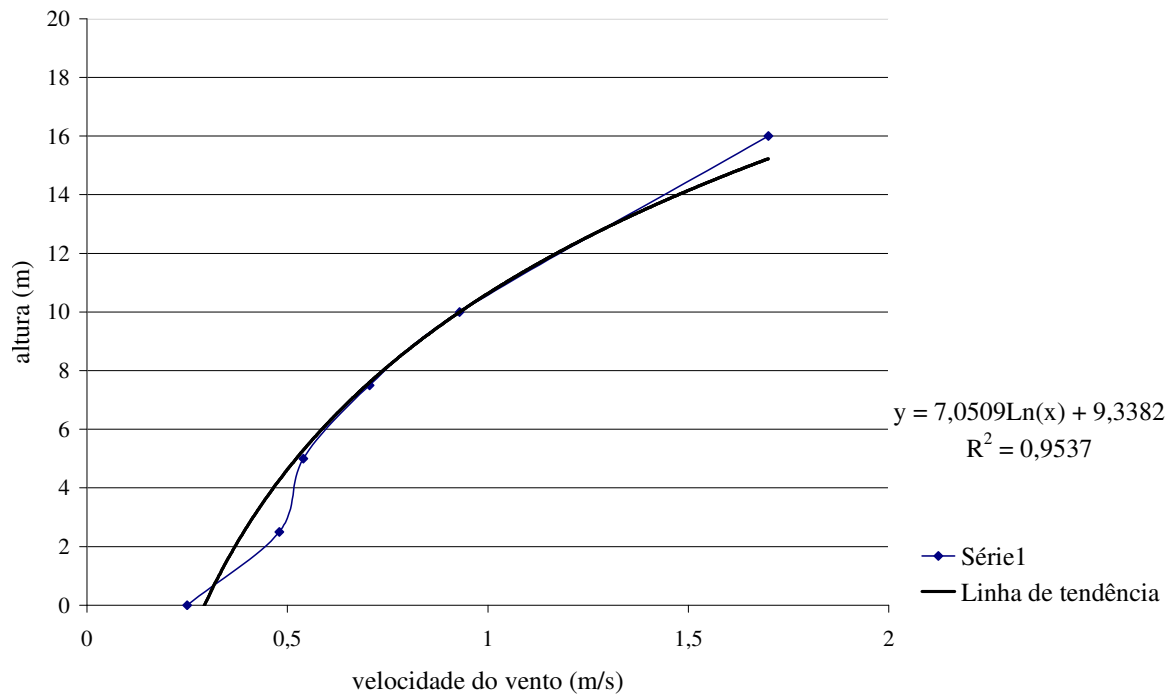
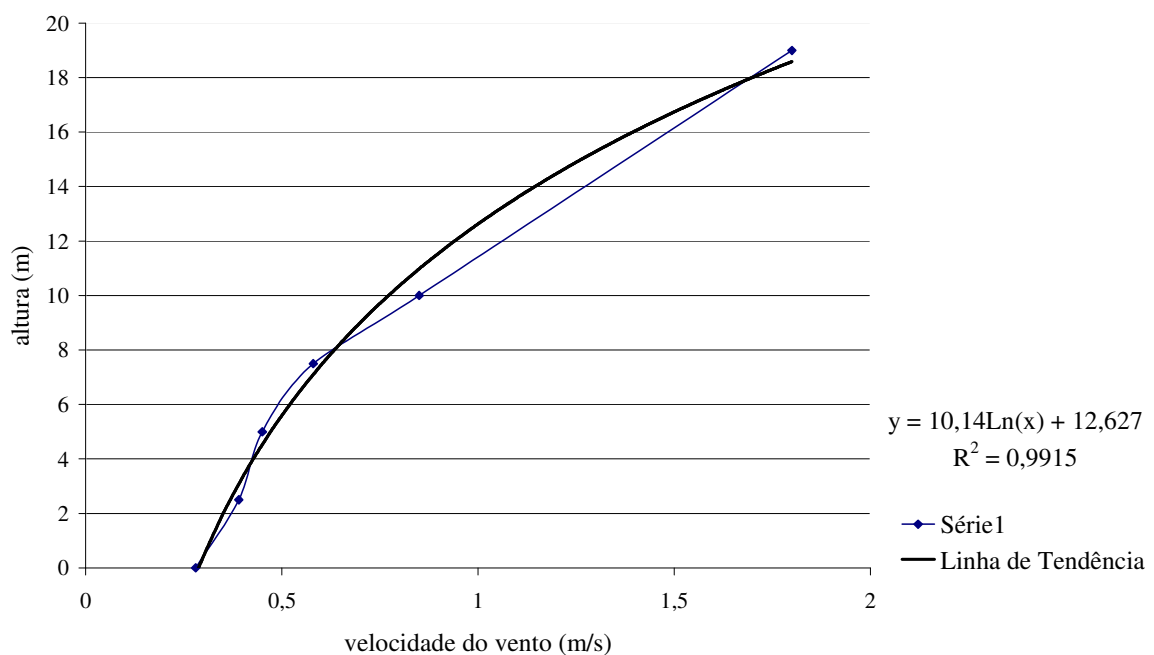


Gráfico 5.45 – Perfil vertical da velocidade do vento na Praça 2



O valor do Coeficiente de Determinação (R^2), para ambas as praças, indica que a linha de tendência representa bem os dados, pois o valor ficou próximo de 1.

Nos dois gráficos observa-se que a velocidade do vento aumenta com a altura, no entanto, ela tende a aumentar em menor proporção até a altura de 7,5 metros. Isso ocorre porque,

entre outros fatores, acima dessa altura a quantidade dos obstáculos arbóreos diminui, uma vez que estes, enquanto elementos de rugosidade presente nas praças, funcionam como atenuadores da velocidade do vento.

Através da equação 5.2 foi possível calcular o valor de z_0 para cada praça. Adotando-se $z_1 = 2,5\text{m}$ e $z_2 = 5\text{m}$, para ambas as praças, obteve-se para z_0 na Praça 1 o valor de 0,0098 metros e na Praça 2, 0,0276 metros. Os dois valores são típicos para superfície composta por grama áspera, ou seja, próximos de 0,01 metros, conforme a tabela 5.13.

5.7 AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO

A avaliação do conforto térmico nas praças foi realizada de duas maneiras:

- ✓ através do cálculo do Voto Médio Predito (PMV) para os pontos representativos de cada praça, nos diferentes horários e meses de medição e,
- ✓ através da análise dos questionários de percepção climática aos usuários das praças.

A avaliação foi dividida por estações: outono, inverno, primavera e verão, que por sua vez foram subdivididos em cálculo do PMV e avaliação dos questionários.

Utilizando-se o método do Voto Médio Predito, de acordo com a ISO 7730 (1994), foram calculados os valores de PMV e da Porcentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD) para 3 pontos representativos de cada praça: um ponto sombreado por árvores com folhagem densa (sombra densa), um ponto sombreado por árvores com folhagem pouco densa (sombra rala) e outro não sombreado (ao Sol). Esse cálculo foi realizado para os três horários de medição em cada praça para cada estação em estudo.

Os questionários aplicados aos usuários das praças permitiram a avaliação do conforto térmico destes através das respostas de sensação térmica, preferência térmica e grau de satisfação. O quadro 5.1 mostra as questões do questionário direcionadas ao conforto térmico e suas variáveis relacionadas para as análises.

Quadro 5.1 – Questões dos questionário sobre conforto térmico e variável relacionada

| Pergunta | Variável |
|---|---------------------|
| No momento você acha que está... | Sensação térmica |
| Neste momento, você prefere que este ambiente esteja... | Preferência térmica |
| Em relação à temperatura, você está se sentindo... | Grau de satisfação |

Os questionários foram realizados simultaneamente à coleta de dados móveis, para situações de outono, inverno, primavera e verão, nos dias 29 e 30 de março, 29 e 30 de junho, 28 e 29 de setembro e 26 e 27 de dezembro do ano de 2008. Foram aplicados 45 questionários em cada praça, para cada estação, totalizando 360 questionários ao final da pesquisa. Os questionários realizados nos três horários distintos em cada praça foram agrupados e divididos em: aplicados à sombra densa, sombra rala e ao Sol.

5.7.1 Outono

PMV

As tabelas 5.16 e 5.17 mostram os pontos representativos selecionados para a Praça Napoleão Moreira da Silva e para a Praça Deputado Antônio Celidônio. Através dos valores de temperatura do ar, umidade relativa, temperatura radiante média e velocidade do vento para cada ponto em cada horário, obtidos durante as medições móveis no outono, foi possível calcular os índices de PMV para cada situação.

Tabela 5.16 – Pontos representativos – P1 - Outono

| Ponto | tipo | 9h00min | | | | 12h00min | | | | 15h00min | | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) |
| 23 | Sombra densa | 28,4 | 50,2 | 31,24 | 0,78 | 32,2 | 39,1 | 35,35 | 0,84 | 30,9 | 41,2 | 37,48 | 0,78 |
| 8 | Sombra rala | 28,3 | 51,9 | 41,79 | 0,78 | 32,4 | 37,5 | 43,36 | 0,84 | 32,9 | 34,0 | 48,09 | 0,78 |
| 14 | Sol | 30,3 | 44,4 | 56,93 | 0,78 | 32,9 | 36,2 | 66,28 | 0,84 | 33,9 | 30,2 | 69,50 | 0,78 |

Tabela 5.17 – Pontos representativos – P2 - outono

| Ponto | tipo | 9h00min | | | | 12h00min | | | | 15h00min | | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) |
| 7 | Sombra densa | 26,9 | 52,0 | 29,28 | 1,08 | 31,9 | 34,9 | 34,02 | 0,78 | 30,4 | 36,4 | 34,87 | 0,78 |
| 19 | Sombra rala | 28,2 | 45,9 | 40,63 | 1,08 | 32,9 | 33,9 | 46,34 | 0,78 | 30,6 | 38,2 | 45,32 | 0,78 |
| 13 | Sol | 28,9 | 40,9 | 54,39 | 1,08 | 33,2 | 30,1 | 68,67 | 0,78 | 30,7 | 36,8 | 63,24 | 0,78 |

A tabela 5.18 mostra a escala utilizada para o cálculo do PMV e as abreviaturas utilizadas. No quadro 5.2 são apresentados os índices de PMV e PPD calculado para cada situação para as duas praças no outono.

Tabela 5.18 – Escala utilizada para o PMV e abreviaturas

| Valor | Intervalo | Sensação térmica |
|-------|------------|-------------------|
| -3 | -3 | Muito frio (MF) |
| -2 | -2 a -2,9 | Frio (F) |
| -1 | -1 a -1,9 | Pouco frio (PF) |
| 0 | -0,9 a 0,9 | Neutro (N) |
| 1 | 1 a 1,9 | Pouco quente (PQ) |
| 2 | 2 a 2,9 | Quente (Q) |
| 3 | 3 | Muito quente (MQ) |

Quadro 5.2 – PMV e PPD - Outono

| Praça | Praça Napoleão Moreira da Silva (P1) | | | Praça Deputado Antônio Celidônio (P2) | | |
|-----------------|--------------------------------------|-------------|---------|---------------------------------------|-------------|---------|
| | 9h00min | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | 0 (N) | 1,2 (PQ) | 2,8 (Q) | -0,4 (N) | 1,1 (PQ) | 2,8 (Q) |
| PPD (%) | 5 (C) | 35,2 | 97,8 | 8,3 (C) | 18,5 | 97,8 |
| PMV (1,9met) | 1,3 (PQ) | 2,1 (Q) | 2,9 (Q) | 1,1 (PQ) | 2,0 (Q) | 2,9 (Q) |
| PPD (%) | 40,3 | 81,1 | 98,6 | 30,5 | 61,8 | 98,6 |
| 12h00min | | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | 2 (Q) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 1,6 (PQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 76,8 | 99,1 | 99,1 | 56,3 | 99,1 | 99,1 |
| PMV (1,9met) | 2,5 (Q) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 2,3 (Q) | 3 (MQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 93,4 | 99,1 | 99,1 | 88,3 | 99,1 | 99,1 |
| 15h00min | | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | 1,6 (PQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 1,1 (PQ) | 2,9 (Q) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 56,3 | 99,1 | 99,1 | 30,5 | 98,6 | 99,1 |
| PMV (1,9met) | 2,2 (Q) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 2 (Q) | 3 (MQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 84,9 | 99,1 | 99,1 | 76,8 | 99,1 | 99,1 |

Através do cálculo do PMV, nota-se que para o outono, poucas situações representaram neutralidade térmica e, conseqüentemente, sensação de conforto térmico. Tanto na Praça 1, como na Praça 2 ela ocorreu apenas às 9h00min, à sombra densa, realizando atividade leve (1 met).

As sensações térmicas calculadas para as duas praças são semelhantes, no entanto, como na Praça 2 a temperatura do ar foi em média 2°C mais baixa que na Praça 1, em algumas situações a porcentagem de insatisfeitos na Praça 2 é menor. Isso ocorreu, por exemplo, às 12h00min, à sombra densa e atividade leve (1met), quando na Praça 2, a sensação foi de pouco quente (PPD=56,3%) e na Praça 1, a sensação foi de quente (PPD =76,8%).

Em ambas as praças, em situações de sombra densa não foi registrado PMV para muito quente e em situações de ausência de sombreamento, ao Sol, predominaram sensações de muito quente e grande porcentagem de insatisfeitos (99,1%).

Avaliação dos questionários

Através dos questionários aplicados aos usuários das praças foi possível outra avaliação da sensação térmica nas praças. Foram aplicados 45 questionários em cada praça, para cada estação. Os questionários realizados nos três horários distintos em cada praça foram agrupados e divididos em: aplicados à sombra densa, sombra rala e ao Sol.

A tabela 5.19 mostra as características gerais da amostra no outono para a Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1) e para a Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça 2). A variação de pessoas entrevistadas à sombra densa, à sombra rala e ao Sol, bem como a variação de sexo e idade, ocorreu de acordo com a concentração dos usuários nesses locais e a disponibilidade dos usuários para responder ao questionário.

Tabela 5.19 – Características da amostra – Outono

| Característica | Praça 1 | Praça 2 |
|----------------------------|----------------|----------------|
| SEXO | | |
| Feminino | 62,22 | 55,56 |
| Masculino | 37,78 | 44,44 |
| IDADE | | |
| 0-17 | 0,00 | 4,44 |
| 18-25 | 6,67 | 11,11 |
| 26-35 | 40,00 | 28,89 |
| 36-45 | 28,89 | 35,56 |
| >46 | 24,44 | 20,00 |
| LOCAL DA ENTREVISTA | | |
| Sombra densa | 46,67 | 40,00 |
| Sombra rala | 33,33 | 35,56 |
| Sol | 20,00 | 24,44 |

O gráfico 5.46 mostra a distribuição da frequência da variável sensação térmica para este período, na Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1) e o gráfico 5.47 para a Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça2).

Gráfico 5.46 – Sensação térmica – P1 - Outono

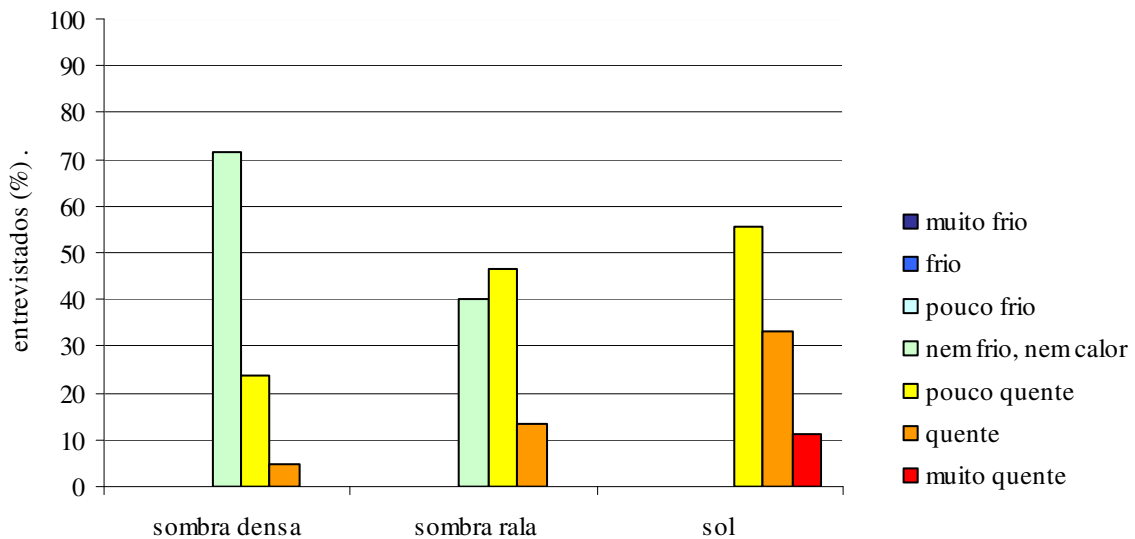
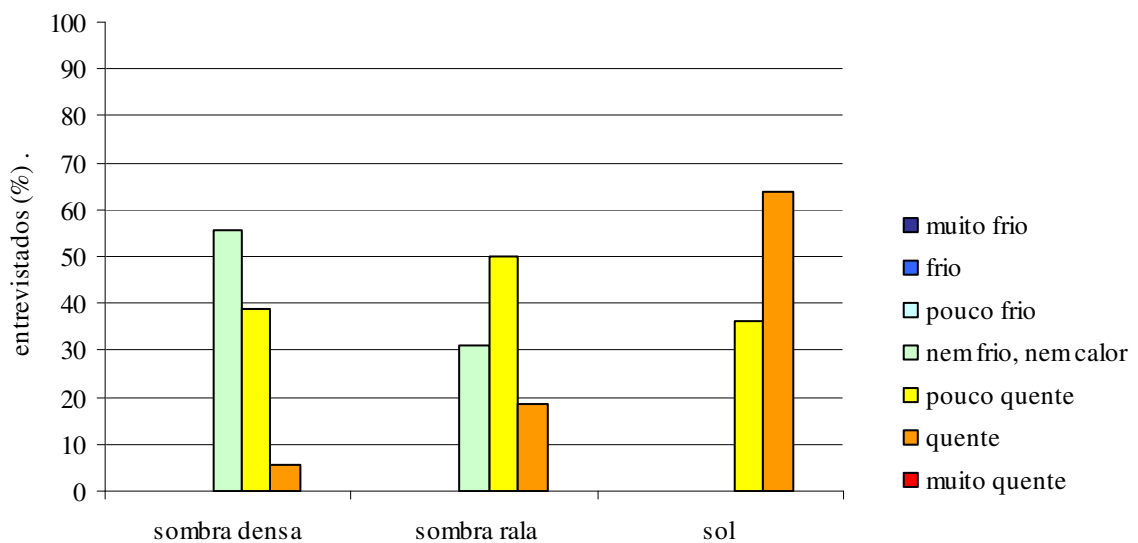


Gráfico 5.47 – Sensação térmica – P2 - Outono



Pelos gráficos, nota-se que em ambas as praças a maior parte dos entrevistados à sombra densa (71,43% na Praça 1 e 55,55% na Praça 2) manifestou sentir o ambiente “nem frio nem calor”. No entanto, pelo PMV, à sombra densa, predominou a sensação de “pouco quente” e nos questionários, 23,80% manifestaram sentir “pouco quente” na Praça 1 e 38,89% na Praça 2. Em ambas as praças foram manifestadas sensações de neutralidade térmica, ou seja, “nem frio nem calor”, em situação de sombra rala (Praça 1 = 40%, Praça 2 = 31,25%), já pelo PMV predominou a sensação de “muito quente”.

Na Praça 1, a maior parte dos entrevistados ao Sol (55,55%) sentiu o ambiente “pouco quente” e na Praça 2, a maior parte (63,64%) sentiu o ambiente “quente”. Pelo PMV, nas duas praças predominaram sensações de “quente” e “muito quente”. Tanto pelo PMV quanto pelos questionários nas duas praças, não houve sensação de neutralidade térmica (nem frio nem calor) em situações de exposição direta à radiação solar.

Os gráficos 5.48 e 5.49 mostram a distribuição da frequência da variável preferência térmica para esse período, para a Praça 1 e para a Praça 2, respectivamente.

Gráfico 5.48 – Preferência térmica – P1 - Outono

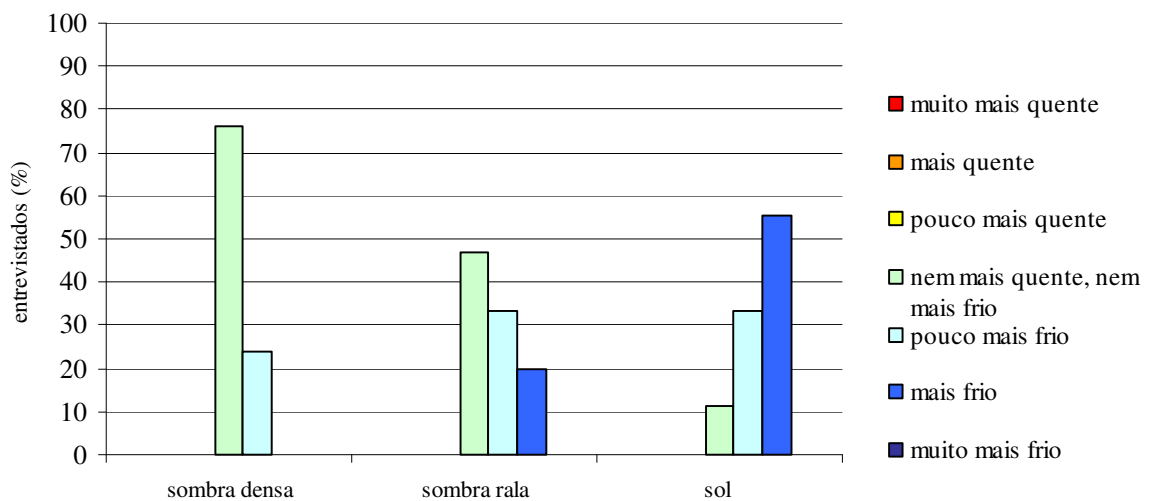
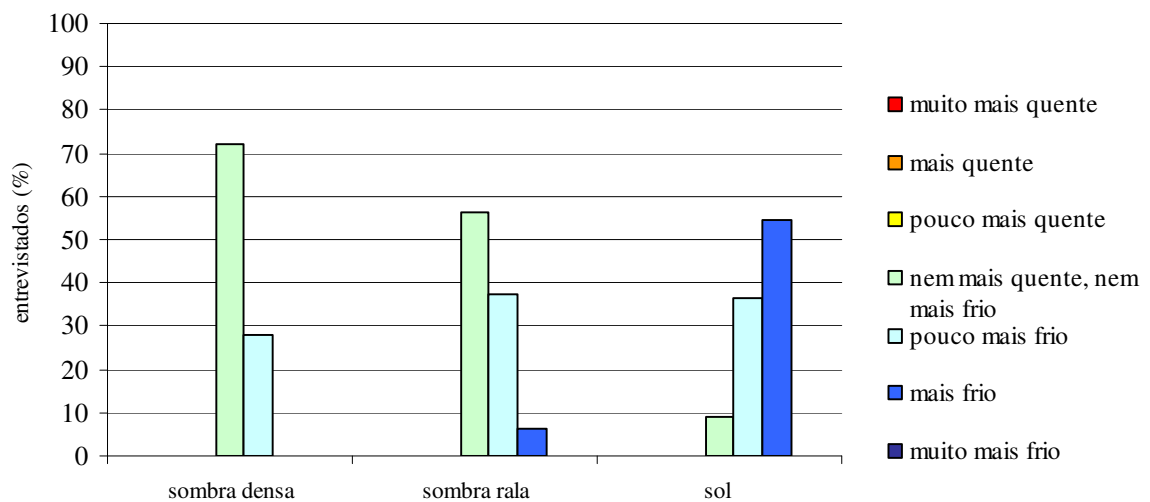


Gráfico 5.49 – Preferência térmica – P2 - Outono



Os gráficos de frequência da variável preferência térmica variam de acordo com a sensação térmica, assim, as pessoas que manifestaram sentir “nem frio nem calor”, por exemplo, gostariam que o ambiente continuasse da mesma maneira, ou seja, “nem mais quente nem mais frio”.

No entanto, é interessante notar que na Praça 2, apesar de a maioria dos entrevistados à sombra densa sentirem o ambiente “pouco quente” (50%), a maior parte (56,25%) gostaria que o ambiente estivesse “nem mais quente, nem mais frio”.

Por fim, os entrevistados foram questionados com relação ao seu grau de satisfação. Os gráficos 5.50 e 5.51 mostram a frequência dessa variável para as duas praças, para as três situações: sombra densa, sombra rala e ao Sol.

Gráfico 5.50 – Grau de satisfação – P1 - Outono

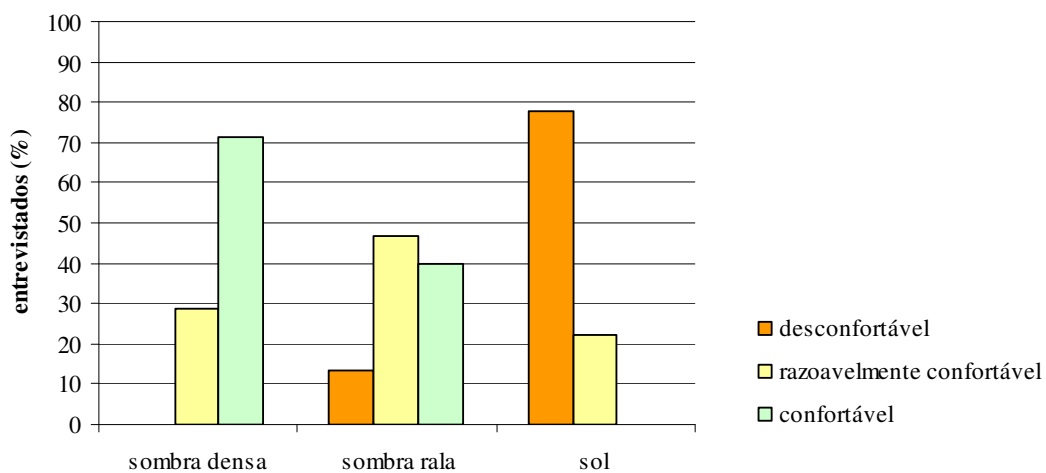
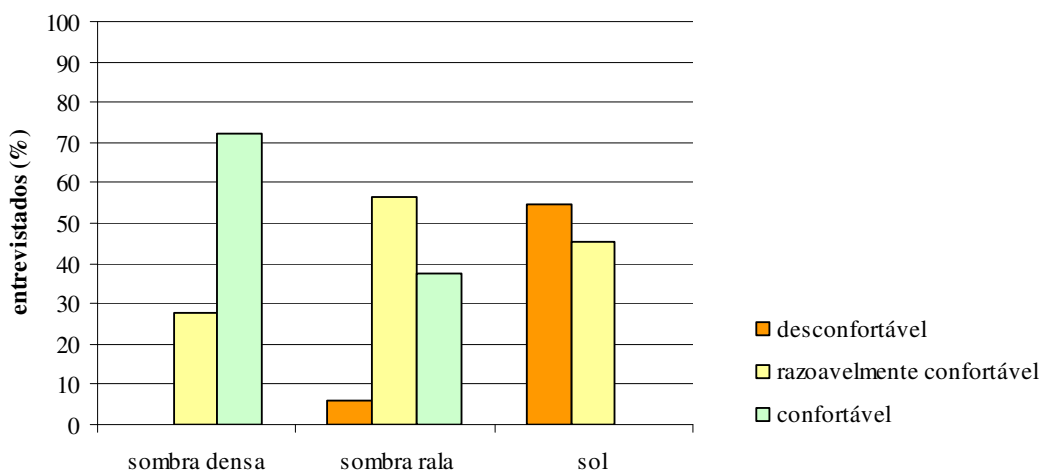


Gráfico 5.51 – Grau de satisfação – P2 – Outono



Na Praça 1, 76,19% dos entrevistados à sombra densa manifestou sentir conforto térmico e na Praça 2, 72,22%. Nas duas praças, a maior parte dos entrevistados à sombra rala (Praça 1 = 46,66%, Praça 2 = 56,25%), sentiu-se “razoavelmente confortável”. Em situação de exposição direta ao Sol, não houve manifestações de conforto térmico em nenhuma das praças, sendo que a maior parte sentiu-se “desconfortável” (Praça 1 = 77,77%, Praça 2 = 54,55%).

5.7.2 Inverno

PMV

As tabelas 5.20 e 5.21 mostram os valores dos parâmetros de conforto térmico para os pontos representativos das duas praças em estudo, para o inverno. No quadro 5.3 são apresentados os índices de PMV e PPD calculados para cada situação para as duas praças através dos valores das variáveis de conforto térmico para cada ponto em cada horário.

Tabela 5.20 – Pontos representativos – P1 - Inverno

| Ponto | tipo | 9h00min | | | | 12h00min | | | | 15h00min | | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) |
| 23 | Sombra densa | 21,2 | 74,2 | 29,04 | 0,84 | 23,6 | 60,9 | 36,77 | 0,54 | 26,1 | 53,4 | 33,44 | 0,72 |
| 8 | Sombra rala | 20,7 | 68,8 | 31,53 | 0,84 | 22,8 | 63,1 | 45,42 | 0,54 | 26,9 | 52,0 | 42,46 | 0,72 |
| 14 | Sol | 21,9 | 69,8 | 47,16 | 0,84 | 24,9 | 57,4 | 56,52 | 0,54 | 27,8 | 48,9 | 59,06 | 0,72 |

Tabela 5.21 – Pontos representativos – P2 - Inverno

| Ponto | tipo | 9h00min | | | | 12h00min | | | | 15h00min | | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) |
| 7 | Sombra densa | 19,5 | 68,5 | 27,72 | 0,54 | 24,9 | 40,2 | 38,75 | 1,08 | 26,6 | 31,0 | 34,80 | 0,78 |
| 19 | Sombra rala | 20,4 | 66,0 | 32,07 | 0,54 | 25,4 | 39,6 | 49,87 | 1,08 | 27,3 | 30,8 | 44,09 | 0,78 |
| 13 | Sol | 21,7 | 60,9 | 48,66 | 0,54 | 25,6 | 39,5 | 58,19 | 1,08 | 28,2 | 28,0 | 61,95 | 0,78 |

Para os dados coletados no inverno, os índices de PMV para as duas praças foram semelhantes para a maior parte das situações e horários, bem como a sensação térmica em ambas. No entanto, a Praça 1 apresentou mais situações de neutralidade térmica e, conseqüentemente, de conforto térmico do que a Praça 2.

Às 9h00min, para a atividade leve e ao Sol, a sensação foi de neutralidade na Praça 1 e de “pouco quente” na Praça 2, sendo que o mesmo ocorreu às 12h00min, para atividade leve e situação de sombra rala. Como no inverno a temperatura do ar variou bastante, durante o dia as sensações térmicas variaram de “frio” e porcentagem de insatisfeitos de 76,8 pela manhã, para caminhada leve e situação de sombra densa, à sensação de “muito quente” e porcentagem de insatisfeitos de 99,1 às 15h00min, ao Sol, para os dois tipos de atividades em ambas as praças.

Quadro 5.3 – PMV e PPD - Inverno

| Praça | Praça Napoleão Moreira da Silva (P1) | | | Praça Deputado Antônio Celidônio (P2) | | |
|--------------|--------------------------------------|----------------|----------|---------------------------------------|-------------|----------|
| | | 9h00min | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | -2,0 (F) | -1,9 (PF) | 0,7 (N) | -2,3 (F) | -1,4 (PF) | 1,3 (PQ) |
| PPD (%) | 76,8 | 72,1 | 15,3 | 45,5 | 45,5 | 40,3 |
| PMV (1,9met) | 0,3 (N) | 0,3 (N) | 1,6 (PQ) | -0,2 (N) | 0,5 (N) | 1,9 (PQ) |
| PPD (%) | 6,9 | 6,9 | 56,3 | 5,8 | 10,2 | 72,1 |
| | 12h00min | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | 0,3 (N) | 0,8 (N) | 2,6 (Q) | 0,2 (N) | 1,8 (PQ) | 2,8 (Q) |
| PPD (%) | 6,9 | 18,5 | 95,3 | 5,8 | 67,0 | 97,8 |
| PMV (1,9met) | 1,1 (PQ) | 1,6 (PQ) | 2,7 (Q) | 1,4 (PQ) | 2,1 (Q) | 2,9 (Q) |
| PPD (%) | 30,5 | 56,3 | 96,7 | 45,5 | 81,1 | 98,6 |
| | 15h00min | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | 0,1(N) | 1,2 (PQ) | 3 (MQ) | 0,2(N) | 1,7 (PQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 5,2 | 35,2 | 99,1 | 5,8 | 61,8 | 99,1 |
| PMV (1,9met) | 1,3 (PQ) | 2,0 (Q) | 3 (MQ) | 1,3 (PQ) | 2,1 (Q) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 40,3 | 76,8 | 99,1 | 40,3 | 81,1 | 99,1 |

Avaliação dos questionários

As características gerais da amostra dos entrevistados no inverno na Praça 1 e na Praça 2 são apresentadas na tabela 5.22. Assim como no inverno, a variação de pessoas entrevistadas à sombra densa, à sombra rala e ao Sol, a variação de sexo e idade, ocorreram de acordo com a concentração dos usuários nesses locais e a disponibilidade dos usuários para responder ao questionário.

Tabela 5.22 – Características da amostra – Inverno

| Característica | Praça 1 | Praça 2 |
|----------------------------|---------|---------|
| SEXO | | |
| Feminino | 46,67 | 57,78 |
| Masculino | 53,33 | 42,22 |
| IDADE | | |
| 0-17 | 2,22 | 6,67 |
| 18-25 | 8,89 | 6,67 |
| 26-35 | 33,33 | 35,56 |
| 36-45 | 37,78 | 26,67 |
| >46 | 17,78 | 24,44 |
| LOCAL DA ENTREVISTA | | |
| Sombra densa | 26,67 | 28,89 |
| Sombra rala | 46,67 | 35,56 |
| Sol | 26,67 | 35,56 |

A distribuição da freqüência da variável sensação térmica para o inverno, na Praça 1 e na Praça 2, respectivamente, está apresentada nos gráficos 5.52 e 5.53

Gráfico 5.52 – Sensação térmica – P1 – Inverno

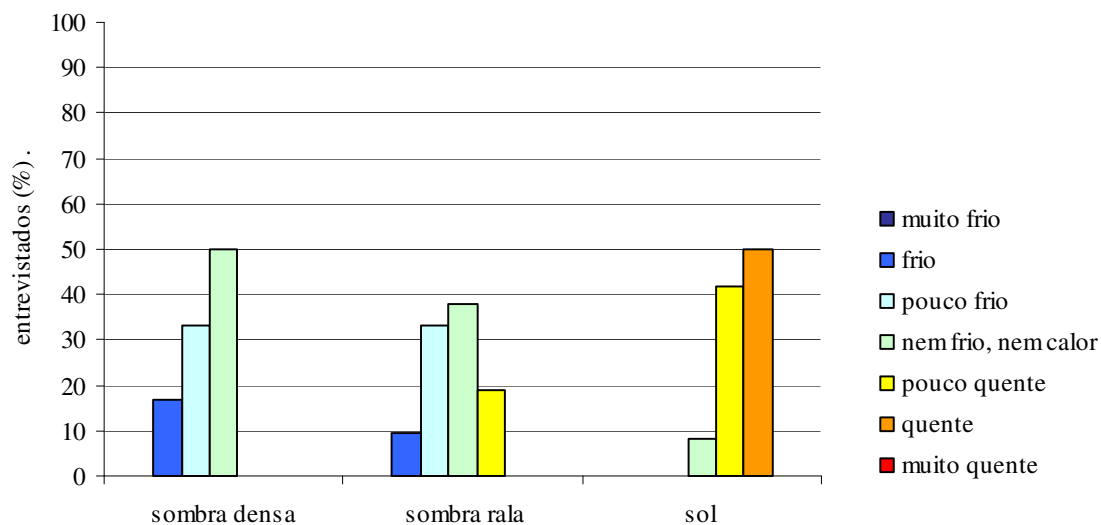
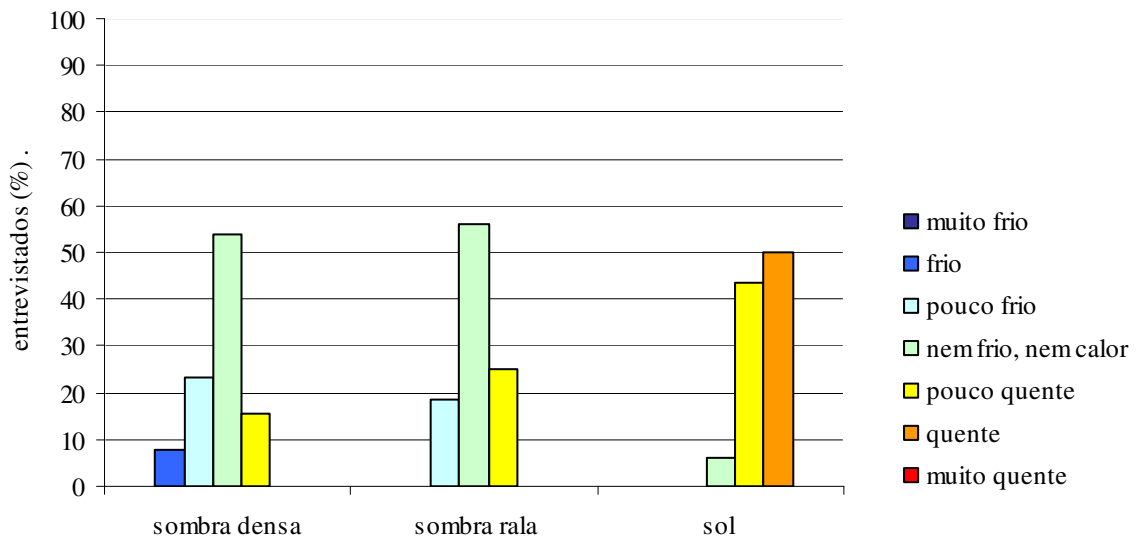


Gráfico 5.53 – Sensação térmica – P2 - Inverno

Pelos gráficos, observa-se que a maior parte dos entrevistados à sombra densa (Praça 1 = 50%, Praça 2 = 53,85%) e à sombra rala (Praça 1= 38,10%, Praça 2 = 56,25%), nas duas praças, manifestou sentir neutralidade térmica (nem frio nem calor).

Na Praça 1, uma maior porcentagem de pessoas manifestou sentir “frio” e “pouco frio” para as situações de sombra densa e de sombra rala, do que na Praça 2. A frequência das respostas para a sensação térmica dos entrevistados ao Sol foi semelhante nas duas praças. Em ambas as praças, a maior parte dos entrevistados manifestou sentir o ambiente “quente” (Praça 1 = 50%, Praça 2 = 50%).

Ao contrário dos resultados obtidos pelo cálculo do PMV, nenhum usuário entrevistado manifestou ter a sensação térmica de “muito quente”. As demais respostas obtidas nos questionários foram semelhantes aos resultados obtidos pelo PMV.

Os gráficos 5.54 e 5.55 mostram a distribuição da frequência da variável preferência térmica para esse período, para a Praça 1 e para a Praça 2, respectivamente.

Gráfico 5.54 – Preferência térmica – P1 - Inverno

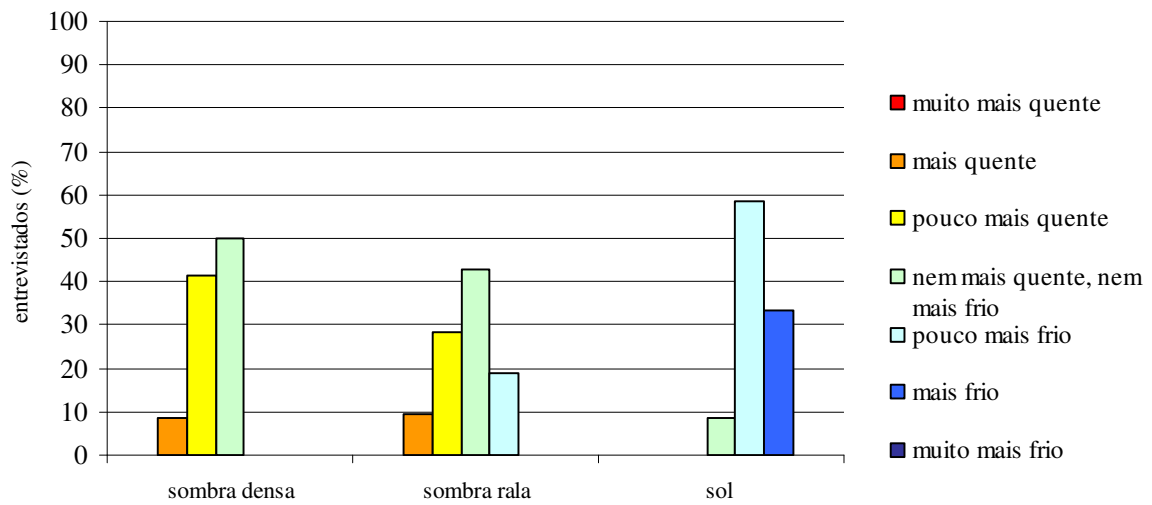
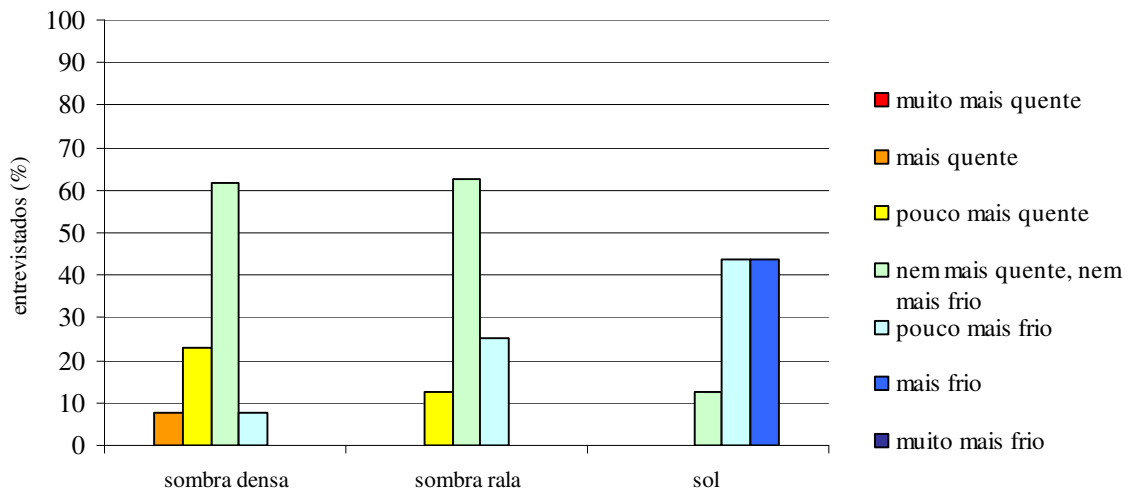
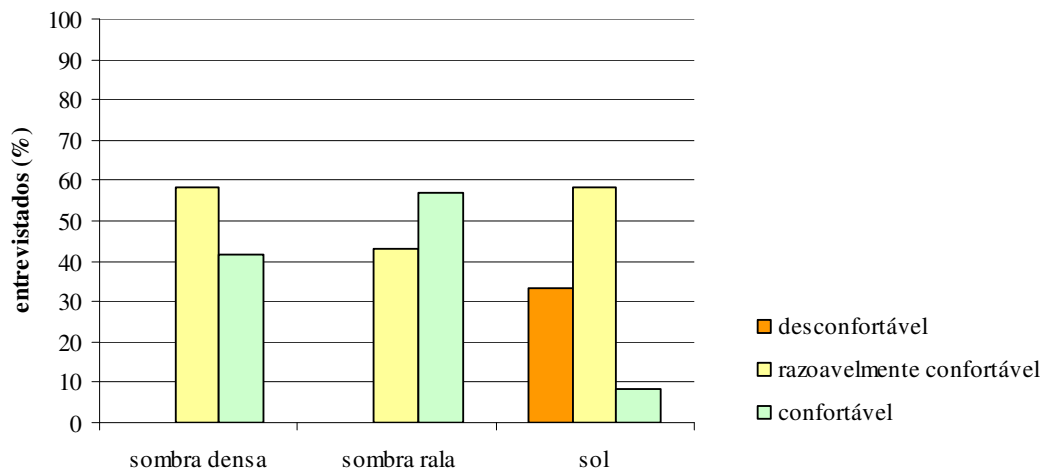
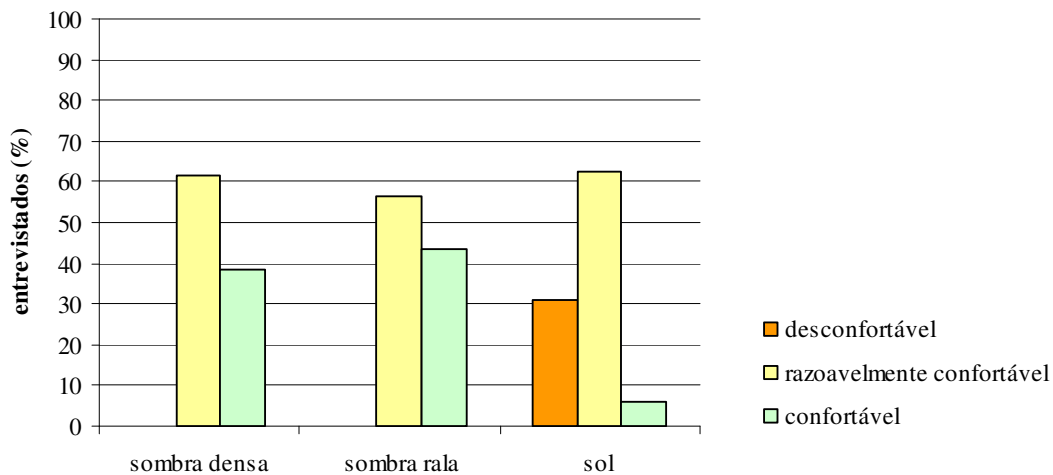


Gráfico 5.55 – Preferência térmica – P2 - Inverno



Os gráficos de frequência da variável preferência térmica variam de acordo com a sensação térmica. Observa-se, que para situação de sombra densa, em ambas as praças, vários usuários prefeririam que o ambiente estivesse um pouco mais quente (Praça 1 = 41,67%, Praça 2 = 23,08%) ou mais quente (Praça 1 = 8,33%, Praça 2 = 7,69%). No entanto, prevaleceu a preferência térmica de “nem mais quente nem mais frio” para as situações de sombra densa e sombra rala nas duas praças.

Os gráficos 5.56 e 5.57 mostram a frequência do grau de satisfação dos usuários para as duas praças, para as situações de sombra densa, sombra rala e ao Sol.

Gráfico 5.56 – Grau de satisfação – P1 - Inverno**Gráfico 5.57 – Grau de satisfação – P2 – Inverno**

Pelo resultado dos questionários, é interessante notar que a sensação térmica e a preferência térmica dos usuários estão diretamente relacionadas ao grau de satisfação dos mesmos, condicionando a sensação de conforto ou de desconforto térmico. Em ambas as praças, para as três situações, a maior parte dos entrevistados manifestou estar “razoavelmente confortável”. Uma exceção ocorreu em situação de sombra rala na Praça 1, em que 57,14% dos entrevistados manifestaram sentir conforto térmico e 41,66% manifestaram sentir conforto razoável.

5.7.3 Primavera

PMV

As tabelas 5.23 e 5.24 mostram os valores dos parâmetros de conforto térmico para os pontos representativos das duas praças em estudo, para a primavera. No quadro 5.4 são

apresentados os índices de PMV e PPD calculados para cada situação para as duas praças através dos valores dos parâmetros de conforto térmico para cada ponto em cada horário.

Tabela 5.23 – Pontos representativos – P1 - Primavera

| Ponto | tipo | 9h00min | | | | 12h00min | | | | 15h00min | | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) |
| 23 | Sombra densa | 22,0 | 46,9 | 25,38 | 0,84 | 27,9 | 32,8 | 31,24 | 1,02 | 28,5 | 24,3 | 37,43 | 0,72 |
| 8 | Sombra rala | 22,8 | 43,8 | 32,78 | 0,84 | 27,4 | 30,9 | 41,46 | 1,02 | 28,3 | 25,1 | 48,43 | 0,72 |
| 14 | Sol | 25,5 | 38,2 | 47,24 | 0,84 | 29,4 | 29,6 | 53,43 | 1,02 | 30,3 | 23,3 | 63,16 | 0,72 |

Tabela 5.24 – Pontos representativos – P2 - Primavera

| Ponto | tipo | 9h00min | | | | 12h00min | | | | 15h00min | | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) |
| 7 | Sombra densa | 21,7 | 57,2 | 24,83 | 0,93 | 27,6 | 30,3 | 32,90 | 1,04 | 28,9 | 24,0 | 40,98 | 0,98 |
| 19 | Sombra rala | 21,6 | 58,4 | 31,15 | 0,93 | 27,9 | 30,3 | 43,22 | 1,04 | 29,1 | 24,0 | 47,79 | 0,98 |
| 13 | Sol | 23,1 | 56,4 | 43,79 | 0,93 | 28,4 | 29,9 | 51,45 | 1,04 | 29,3 | 23,9 | 62,07 | 0,98 |

Através do cálculo do PMV, nota-se que para a primavera, as sensações térmicas calculadas para as duas praças são semelhantes, no entanto, na Praça 1 houve mais situações de neutralidade térmica (6 situações) do que na Praça 2 e, conseqüentemente, menor porcentagem de pessoas insatisfeitas.

Às 15h00min, à sombra densa, para atividade de 1 met, a sensação foi de conforto térmico na Praça 1 (PPD = 18,5%), já na Praça 2, para mesma situação, a sensação foi de pouco quente (PPD = 45,5%). Para o mesmo horário e situação, no entanto para atividade de 1,9 met, a sensação foi de “pouco quente” (PMV = 1,7) na Praça 1 e de “quente” (PMV = 2) na Praça 2.

Não houve sensação de “muito quente” para áreas de sombra densa e sombra rala em ambas as praças. Já para as áreas em exposição à radiação solar às 12h00min e às 15h00min, para os dois tipos de atividades, nas duas praças a sensação foi de “muito quente” (PMV=3), com 99,1% de pessoas insatisfeitas.

Quadro 5.4 - PMV e PPD - Primavera

| Praça | Praça Napoleão Moreira da Silva (P1) | | | Praça Deputado Antônio Celidônio (P2) | | |
|--------------|--------------------------------------|----------------|----------|---------------------------------------|-------------|----------|
| | | 9h00min | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | -2,6 (F) | -1,4 (PF) | 0 (N) | -2,2 (F) | -1,7 (PF) | -0,2 (N) |
| PPD (%) | 98,6 | 45,5 | 5 | 84,9 | 61,8 | 5,8 |
| PMV (1,9met) | -0,1(N) | 0,4 (N) | 1,2 (PQ) | 0,1 (N) | 0,3 (N) | 1,2 (PQ) |
| PPD (%) | 5,2 | 8,3 | 35,2 | 5,2 | 10,2 | 35,2 |
| | 12h00min | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | -0,3 (N) | 1 (PQ) | 3 (MQ) | -0,2 (N) | 1,6 (PQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 6,9 | 26,1 | 99,1 | 5,8 | 56,3 | 99,1 |
| PMV (1,9met) | 1,2 (PQ) | 1,9 (PQ) | 3 (MQ) | 1,2 (PQ) | 2,1 (Q) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 35,2 | 72,1 | 99,1 | 35,2 | 81,1 | 99,1 |
| | 15h00min | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | 0,8 (N) | 2,5 (Q) | 3 (MQ) | 1,4(PQ) | 2,8 (Q) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 18,5 | 93,4 | 99,1 | 45,5 | 61,8 | 99,1 |
| PMV (1,9met) | 1,7 (PQ) | 2,6 (Q) | 3 (MQ) | 2 (Q) | 2,7 (Q) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 61,8 | 95,3 | 99,1 | 76,8 | 96,7 | 99,1 |

Avaliação dos questionários

A tabela 5.25 mostra as características gerais da amostra dos entrevistados na primavera na Praça 1 e na Praça 2. É importante ressaltar que a variação de pessoas entrevistadas à sombra densa, à sombra rala e ao Sol e a variação de sexo e idade, ocorreram de acordo com a concentração dos usuários nesses locais e da disponibilidade dos mesmos para responder ao questionário.

Tabela 5.25 – Características da amostra – Primavera

| Característica | Praça 1 | Praça 2 |
|----------------------------|---------|---------|
| SEXO | | |
| Feminino | 57,78 | 44,44 |
| Masculino | 42,22 | 55,56 |
| IDADE | | |
| 0-17 | 4,44 | 0,00 |
| 18-25 | 11,11 | 15,56 |
| 26-35 | 31,11 | 26,67 |
| 36-45 | 26,67 | 40,00 |
| >46 | 26,67 | 17,78 |
| LOCAL DA ENTREVISTA | | |
| Sombra densa | 35,56 | 40,00 |
| Sombra rala | 46,67 | 40,00 |
| Sol | 17,78 | 20,00 |

Os gráficos 5.58 e 5.59 apresentam a distribuição da frequência da variável sensação térmica obtida através dos questionários aplicados na primavera, para a Praça 1 e para a Praça 2, respectivamente.

Gráfico 5.58 – Sensação térmica – P1 – Primavera

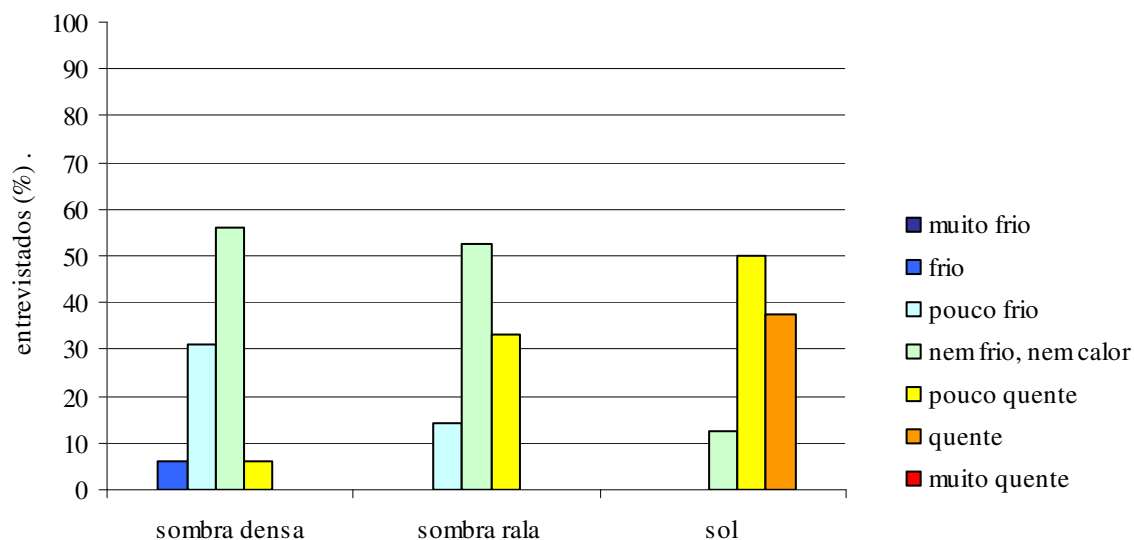
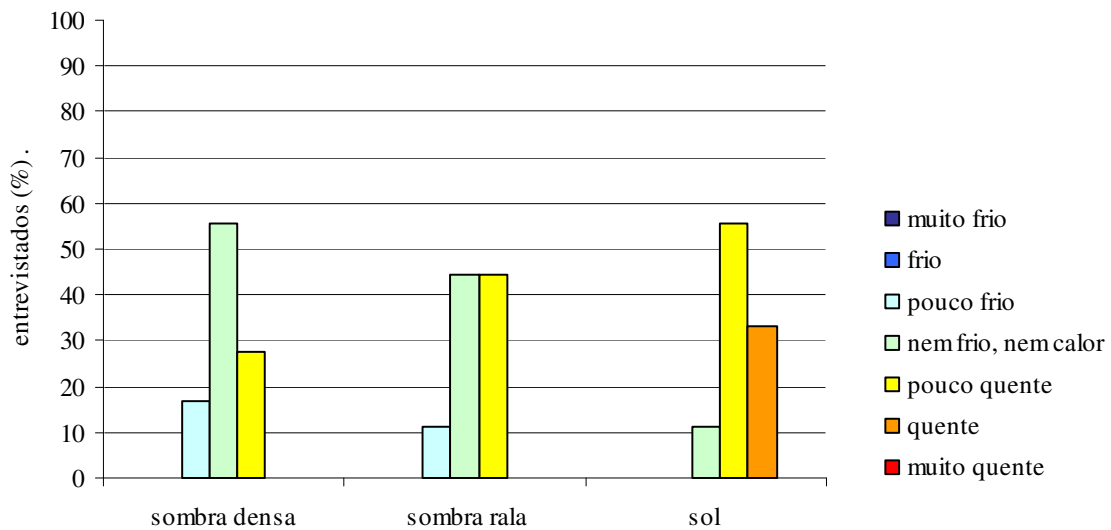


Gráfico 5.59 – Sensação térmica – P2 - Primavera

Através dos gráficos, nota-se que na Praça 1, a maioria dos entrevistados à sombra densa (56,25%) e à sombra rala (52,38%), manifestou sensação térmica de “nem frio nem calor”. Na Praça 2, também, a maioria dos entrevistados à sombra densa (55,55%) manifestou sensação de “nem frio nem calor” e, à sombra rala, a mesma porcentagem de pessoas que manifestou sentir “nem frio nem calor” (44,44%), manifestou sentir o ambiente “pouco quente”.

Tanto na Praça 1 quanto na Praça 2, uma pequena parcela dos entrevistados ao Sol, manifestou sensação de “nem frio nem calor” (Praça 1 = 12,50%, Praça 2 = 11,11%). Pelo cálculo do PMV, nas situações de exposição direta ao Sol, em ambas as praças, predominou sensação de “muito quente”, no entanto, através dos questionários, a maior parte sentiu o ambiente “pouco quente” (Praça 1 = 50%, Praça 2 = 55,55%) ou “quente” (Praça 1 = 37,50%, Praça 2 = 33,33%).

Assim como nos resultados do PMV, houve manifestações de sensação de neutralidade térmica, ou seja, “nem frio nem calor”, para as três situações (sombra densa, sombra rala e ao Sol) e de “pouco frio” ou “frio” para as situações de sombra densa e sombra rala nas duas praças.

Os gráficos 5.60 e 5.61 mostram a distribuição da frequência da variável preferência térmica para esse período, para a Praça 1 e para a Praça 2, respectivamente.

Gráfico 5.60 – Preferência térmica – P1 - Primavera

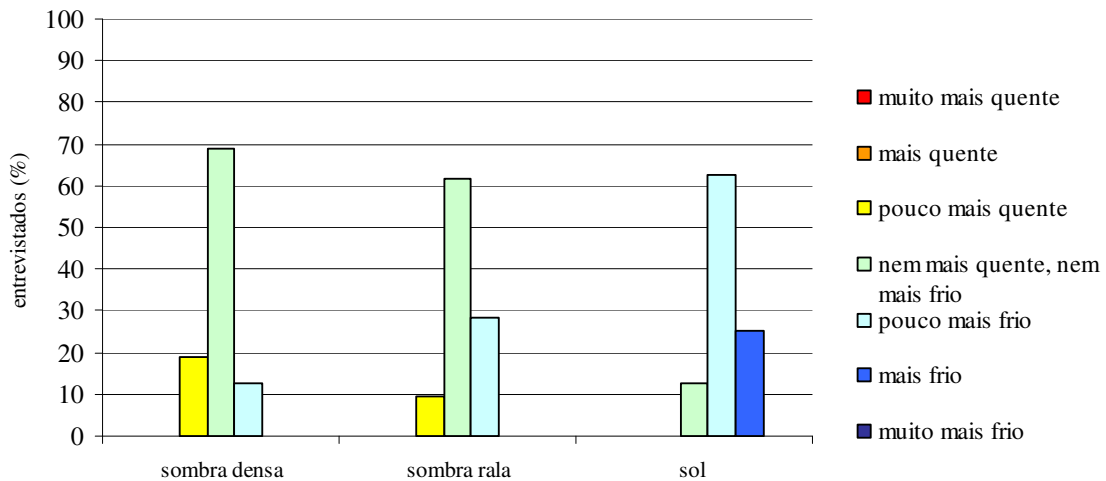
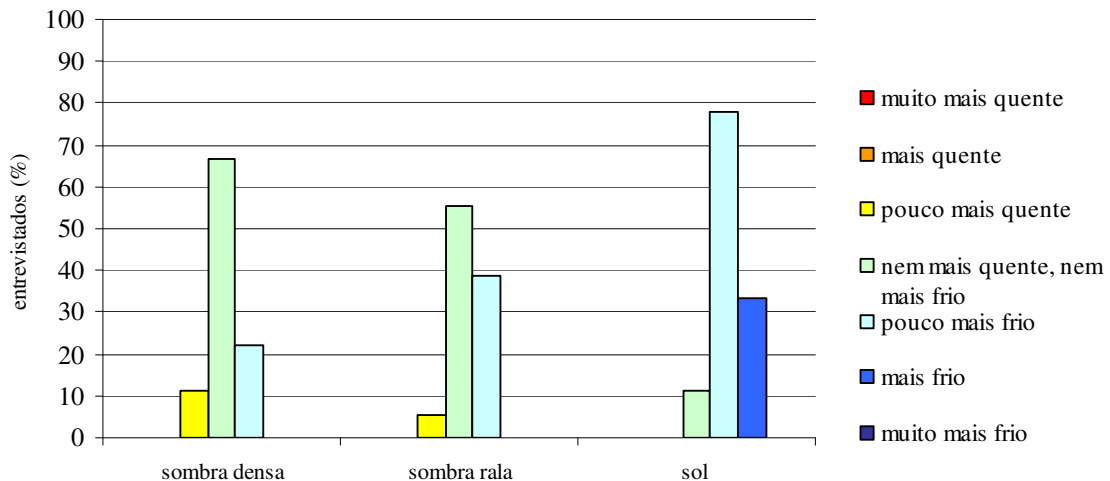
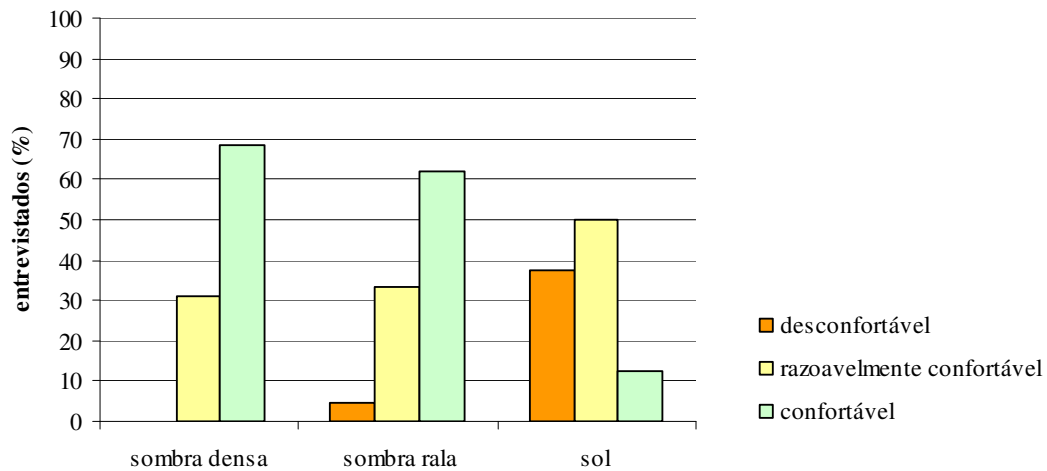
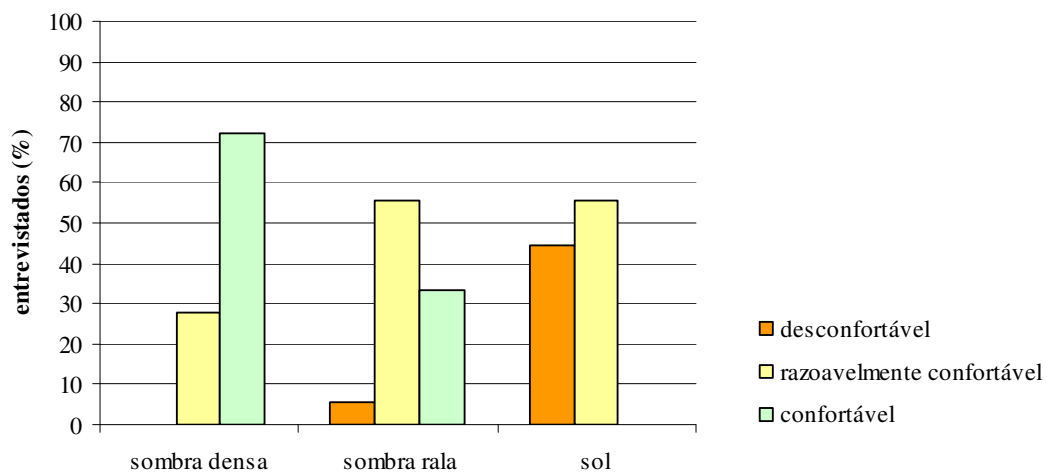


Gráfico 5.61 – Preferência térmica – P2 – Primavera



Os gráficos de frequência da variável preferência térmica variaram de acordo com a frequência da sensação térmica. Observa-se, que para situação de sombra densa e de sombra rala, em ambas as praças, a maioria dos entrevistados prefeririam que o ambiente estivesse “nem mais quente nem mais frio”. Já os entrevistados a exposição solar direta gostariam que o ambiente estivesse “pouco mais frio” (Praça 1 = 62,5%, Praça 2 = 77,77%).

Os gráficos 5.62 e 5.63 mostram a frequência do grau de satisfação dos usuários para a Praça 1 e Praça 2, respectivamente.

Gráfico 5.62 – Grau de satisfação – P1 - Primavera**Gráfico 5.63 – Grau de satisfação – P2 – Primavera**

Na Praça 1, o grau de satisfação térmica dos usuários teve relação direta à sensação térmica, sendo que a maioria dos entrevistados à sombra densa (68,75%) e à sombra rala (61,90%) manifestou sentir conforto térmico e a maioria dos entrevistados ao Sol (50%) manifestou sentir “razoavelmente confortável”.

Já na Praça 2, apesar de a maioria dos usuários entrevistados à sombra rala, em relação à preferência térmica, preferir o ambiente “nem mais quente nem mais frio”, a maioria manifestou sentir “razoavelmente confortável” (55,55%) quando questionados em relação ao grau de satisfação. Nessa mesma situação, 33,33% sentiram conforto térmico.

A maior parte dos entrevistados ao Sol, em ambas as praças, manifestou se sentir “razoavelmente confortável” (Praça 1 = 50%, Praça 2 = 55,55%). Vários entrevistados

nessa mesma situação manifestaram sentir desconforto térmico: 37,5%, na Praça 1 e 44,44% na Praça 2.

5.7.4 Verão

As tabelas 5.26 e 5.27 mostram os pontos representativos selecionados para a Praça 1 e para a Praça 2 e os valores de temperatura do ar, umidade relativa, temperatura radiante média e velocidade do vento para cada ponto em cada horário, obtidos durante as medições móveis no verão. Através desses parâmetros foi possível calcular os índices de PMV e PPD para cada uma das situações nas duas praças, como mostra o quadro 5.5.

Tabela 5.26 – Pontos representativos – P1 - Verão

| Ponto | tipo | 9h00min | | | | 12h00min | | | | 15h00min | | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) |
| 23 | Sombra densa | 28,7 | 54,7 | 32,22 | 0,54 | 31,6 | 34,3 | 36,09 | 0,60 | 32,4 | 30,0 | 41,36 | 0,72 |
| 8 | Sombra rala | 28,8 | 50,6 | 41,37 | 0,54 | 31,8 | 33,0 | 44,54 | 0,60 | 32,9 | 28,3 | 52,38 | 0,72 |
| 14 | Sol | 29,9 | 44,8 | 57,65 | 0,54 | 34,4 | 27,7 | 64,35 | 0,60 | 34,8 | 24,1 | 72,80 | 0,72 |

Tabela 5.27 – Pontos representativos – P2 - Verão

| Ponto | tipo | 9h00min | | | | 12h00min | | | | 15h00min | | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) | T (°C) | UR (%) | Trm (°C) | V (m/s) |
| 7 | Sombra densa | 28,7 | 54,3 | 33,76 | 0,90 | 32,5 | 40,4 | 37,17 | 1,12 | 34,7 | 24,2 | 43,44 | 0,54 |
| 19 | Sombra rala | 28,4 | 52,7 | 40,79 | 0,90 | 33,5 | 41,6 | 46,92 | 1,12 | 34,9 | 25,7 | 54,62 | 0,54 |
| 13 | Sol | 28,9 | 49,35 | 56,68 | 0,90 | 33,3 | 39,6 | 62,38 | 1,12 | 34,9 | 25,2 | 73,19 | 0,54 |

Quadro 5.5 - PMV e PPD - Verão

| Praça | Praça Napoleão Moreira da Silva (P1) | | | Praça Deputado Antônio Celidônio (P2) | | |
|-----------------|--------------------------------------|-------------|--------|---------------------------------------|-------------|--------|
| | 9h00min | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | 0,5(N) | 1,9 (PQ) | 3 (MQ) | 0,6(N) | 1,6 (PQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 10,2 | 72,1 | 99,1 | 12,5 | 56,3 | 99,1 |
| PMV (1,9met) | 1,6 (PQ) | 2,3 (Q) | 3 (MQ) | 1,7 (PQ) | 2,2 (Q) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 56,3 | 88,3 | 99,1 | 61,8 | 84,9 | 99,1 |
| 12h00min | | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | 2,1 (Q) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 2,6 (Q) | 3 (MQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 81,1 | 99,1 | 99,1 | 95,3 | 99,1 | 99,1 |
| PMV (1,9met) | 2,4 (Q) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 2,7 (Q) | 3 (MQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 91,1 | 99,1 | 99,1 | 96,7 | 99,1 | 99,1 |
| 15h00min | | | | | | |
| situação | Sombra densa | Sombra rala | Sol | Sombra densa | Sombra rala | Sol |
| PMV (1,0met) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 99,1 |
| PMV (1,9met) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) | 3 (MQ) |
| PPD (%) | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 99,1 |

Para os dados coletados no verão, os índices de PMV para as duas praças foram semelhantes em todas as situações. No entanto, na Praça 1 a porcentagem de pessoas insatisfeitas foi menor, por exemplo, às 12h00min, à sombra densa, em que na Praça 1, para atividade de 1 met o PPD foi igual a 81,1% e na Praça 2 foi igual a 95,3% e, para atividade de 1,9 met, na Praça 1 o PPD foi igual a 91,1% e na Praça 2 foi igual a 96,7%.

A sensação de neutralidade térmica, ou seja, de conforto térmico, só foi atingida em 1 situação em ambas as praças, às 9h00min, à sombra densa e para atividade leve. Para essa situação, na Praça 1, o PMV foi igual a 0,5, com 10,2% de pessoas insatisfeitas e, na Praça 2, o PMV foi igual a 0,6, com 12,5% de pessoas insatisfeitas.

A sensação de “muito quente” e grande número de pessoas insatisfeitas predominou durante o verão. Ela ocorreu nas duas praças, para todas as situações às 15h00min, quando foram observados os maiores valores de temperatura do ar, e para os três horários para as situações de exposição à radiação solar. Esse fato, provavelmente, ocorreu devido aos altos valores de temperatura de globo e, conseqüentemente, de temperatura radiante obtidos no verão.

Avaliação dos questionários

A tabela 5.28 mostra as características gerais da amostra no verão para a Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1) e para a Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça 2).

Tabela 5.28 – Características da amostra – Verão

| Característica | Praça 1 | Praça 2 |
|----------------------------|---------|---------|
| SEXO | | |
| Feminino | 53,33 | 55,56 |
| Masculino | 46,67 | 44,44 |
| IDADE | | |
| 0-17 | 4,44 | 4,44 |
| 18-25 | 20,00 | 13,33 |
| 26-35 | 28,89 | 33,33 |
| 36-45 | 35,56 | 31,11 |
| >46 | 11,11 | 17,78 |
| LOCAL DA ENTREVISTA | | |
| Sombra densa | 40,00 | 42,22 |
| Sombra rala | 46,67 | 42,22 |
| Sol | 13,33 | 15,56 |

O gráfico 5.64 mostra a distribuição da frequência da variável sensação térmica para este período, na Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1) e o gráfico 5.65 para a Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça2).

Gráfico 5.64 – Sensação térmica – P1 - Verão

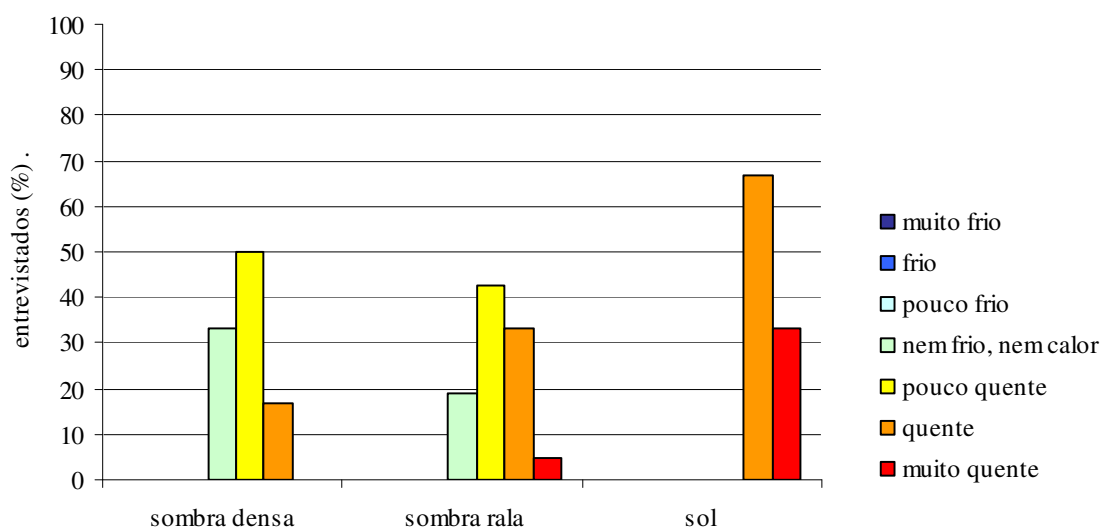
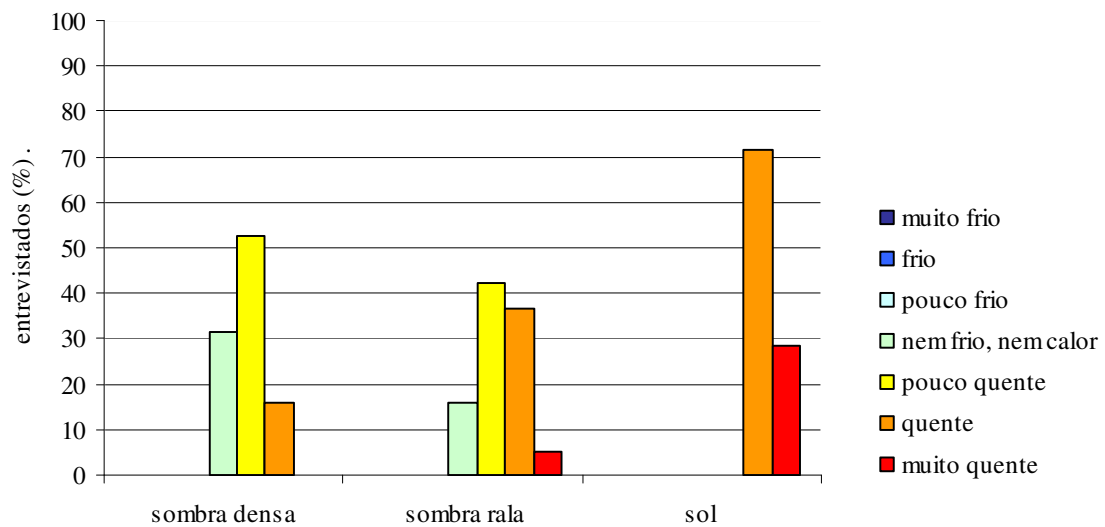


Gráfico 5.65 – Sensação térmica – P2 - Verão



Observa-se pelos gráficos que em ambas as praças a maior parte dos entrevistados à sombra densa (50% na Praça 1 e 52,63% na Praça2) e dos entrevistados à sombra rala (42,86% na Praça 1 e 42,11% na Praça2) manifestou sentir o ambiente “pouco quente”. Já pelo PMV, à sombra rala, predominou sensação de “muito quente” e nos questionários, apenas 4,76% manifestaram sentir “muito quente” na Praça 1 e 5,26% na Praça 2. Dos entrevistados à sombra densa, nas duas praças, ninguém manifestou sentir o ambiente “muito quente”.

A maior porcentagem de pessoas que manifestou sentir “nem frio nem calor” foi entrevistada à sombra densa: 33,33% na Praça 1 e 31,58% na Praça 2. Para as áreas expostas diretamente à radiação solar a maior parte dos entrevistados manifestou sentir o ambiente “quente” (Praça 1 = 66,67%, Praça 2 = 71,43%), os demais manifestaram sentir o ambiente “muito quente” (Praça 1 = 33,33%, Praça 2 = 28,27%).

Os gráficos 5.66 e 5.67 mostram a distribuição da frequência da variável preferência térmica para esse período, para a Praça 1 e para a Praça 2, respectivamente.

Gráfico 5.66 – Preferência térmica – P1 - Verão

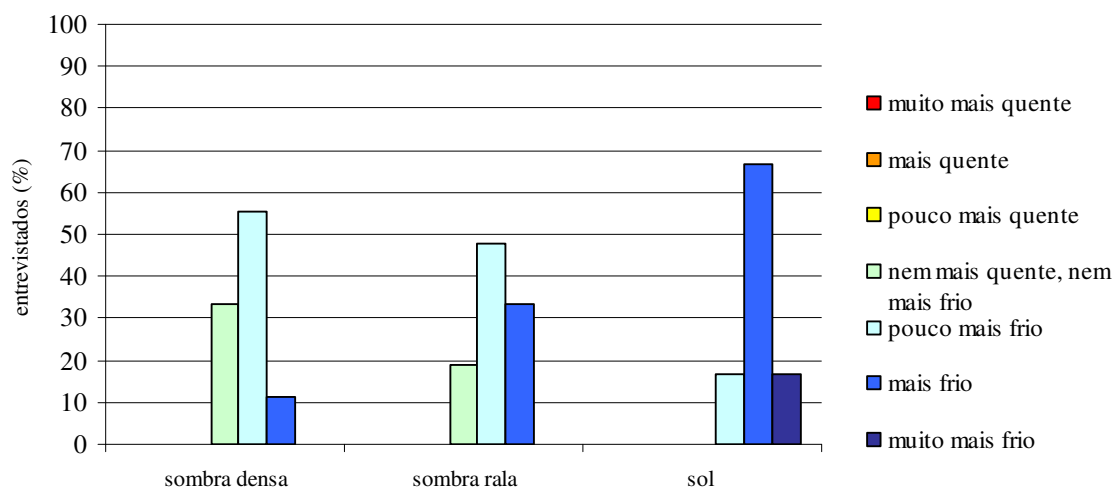
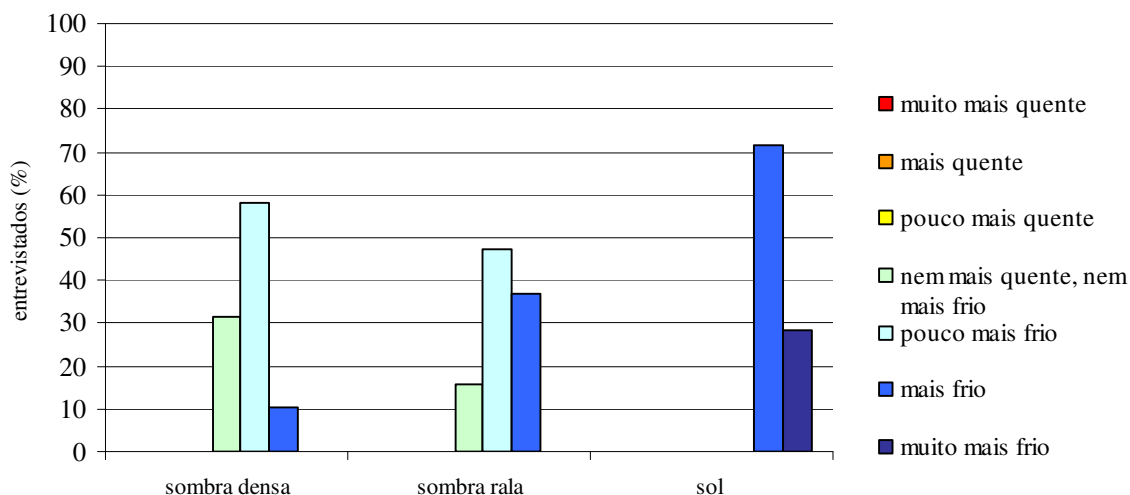


Gráfico 5.67 – Preferência térmica – P2 - Verão



Os gráficos de frequência da variável preferência térmica variaram de acordo com a sensação térmica, assim, nota-se que tanto em situação de sombra densa, quanto em situação de sombra rala, nas duas praças, a maior parte dos entrevistados manifestou que preferiria que o ambiente estivesse “pouco mais frio”.

Também, em ambas as praças, a maior parte dos entrevistados ao Sol (Praça 1 = 66,66%, Praça 2 = 71,43%) manifestou que preferiria que o ambiente estivesse “mais frio”.

Os gráficos 5.68 e 5.69 mostram a frequência do grau de satisfação dos usuários entrevistados nas duas praças, para as três situações: sombra densa, sombra rala e ao Sol.

Gráfico 5.68 – Grau de satisfação – P1 - Verão

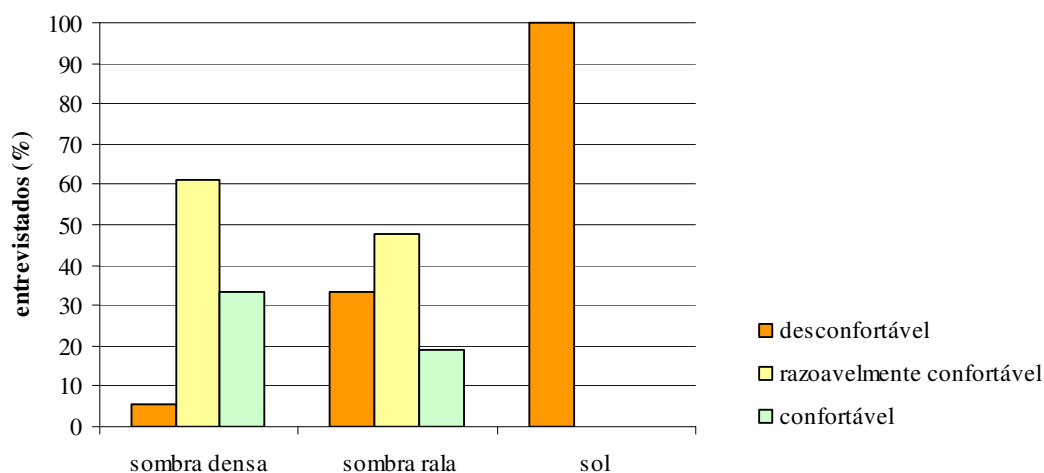
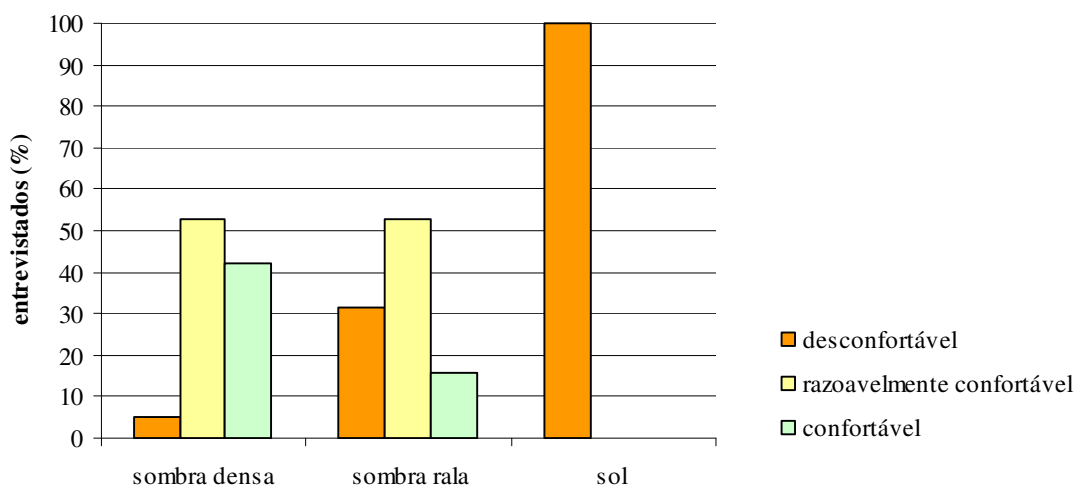


Gráfico 5.69 – Grau de satisfação – P2 – Verão



Tanto na Praça 1 quanto na Praça 2, a maioria dos entrevistados à sombra densa (Praça 1 = 61,11%, Praça 2 = 52,63%) e à sombra rala (Praça 1 = 47,62%, Praça 2 = 52,63%), manifestou sentir “razoavelmente confortável”.

Em todas as situações (sombra densa, sombra rala e ao Sol), nas duas praças, houve pessoas que manifestaram sentir desconforto térmico. Para a situação de exposição direta à radiação solar, 100% dos usuários entrevistados, nas duas praças, manifestaram sentir desconforto térmico, assim como calculado pelo PMV, em que para todos os horários e atividades ao Sol a sensação obtida foi “muito quente” e 99,1% de insatisfeitos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram com as diversas pesquisas realizadas a respeito da importância da vegetação no ambiente urbano, bem como de seu desempenho no conforto térmico. Os resultados provenientes do monitoramento do campo térmico na Praça Napoleão Moreira da Silva e Praça Deputado Antônio Celidônio demonstram que a formação de ambientes térmicos urbanos mais agradáveis está diretamente associada à presença da vegetação.

Através da coleta de parâmetros climáticos, foram obtidos valores de temperatura do ar mais amenos sob a vegetação arbórea e valores maiores de umidade relativa do ar próximo a locais com vegetação mais densa. As entrevistas também apresentaram resultados positivos nesse sentido, visto que grande parte dos entrevistados manifestou sentir neutralidade térmica próximo às áreas com maior densidade de vegetação.

A maior variação de temperatura do ar obtida de um ponto em área com vegetação densa e em outro em área mais afastada da massa de vegetação e exposto à radiação solar, ocorreu na Praça Napoleão Moreira da Silva (Praça 1), na medição realizada na primavera. Essa variação foi de 3,8°C e foi registrada às 9h00min.

Na Praça Deputado Antônio Celidônio (Praça 2), as variações de temperatura do ar obtidas entre o ponto com menor valor de temperatura do ar e entre o ponto com maior valor, foram menores que na Praça 1. Assim, nessa praça, no mesmo período em que ocorreu a maior variação na Praça 1, a variação de temperatura do ar foi de 2,0 °C. A maior variação de temperatura do ar registrada nessa praça foi de 2,6°C, às 9h00min, no outono.

Através do cálculo do Voto Médio Estimado, obteve-se maior quantidade de votos de neutralidade térmica em situações de sombra densa e pouca quantidade em situação de exposição direta à radiação solar. Para exposição direta à radiação solar, predominou o voto para sensação de ambiente “muito quente”, com grande porcentagem de pessoas insatisfeitas.

Utilizando-se o cálculo do PMV, as situações em que foram obtidos votos de neutralidade térmica e porcentagem de pessoas insatisfeitas inferior a 20%, ocorreram com mais frequência, nas diversas estações, na Praça Napoleão Moreira da Silva do que na Praça Deputado Antônio Celidônio. Também, na Praça Napoleão Moreira da Silva, houve mais manifestações de conforto térmico através dos questionários aplicados aos usuários das

praças. Provavelmente, isso se deve ao fato de a primeira possuir maior densidade de vegetação, principalmente arbórea, do que a segunda.

É sob altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar que a arborização age de maneira mais perceptível regulando as condições térmicas do ambiente. No entanto, através do cálculo do PMV, no verão, foi obtida maior quantidade de votos de desconforto térmico, ou seja, sensação de “muito quente”, para ambas as praças, inclusive em situação de sombra densa.

Também no verão, através da avaliação dos questionários, a maior parte dos entrevistados teve preferência térmica de “pouco mais frio” ou “mais frio”, em ambas as praças, resultando em baixo grau de satisfação, principalmente em situação de exposição direta à radiação solar, em que todos os entrevistados, em ambas as praças, manifestaram sentir desconforto térmico.

Em relação aos resultados obtidos através dos questionários, ou seja, da avaliação da sensação térmica “votada” pelos usuários das praças, que pode ser chamado de voto médio declarado, é interessante notar que ela apresentou, em alguns casos, resultados distintos dos calculados no PMV. Enquanto o Voto Médio Predito foi de “muito quente”, por exemplo, o voto médio declarado foi de “quente”. Isso pode ser decorrente de diversos fatores, entre os quais, podem estar os efeitos psicológicos que o ambiente agradável ou não, provoca aos usuários, como é o caso de um espaço arborizado como as praças.

Através das fotos aéreas das duas praças e dos mapas gerados através do software Surfer 8.0, é possível observar que a parte central de ambas as praças é onde há menos vegetação, principalmente, arbórea, estando esta mais concentrada no perímetro das praças. No entanto, constatou-se que essa situação, associada à grande área impermeabilizada nas duas praças, é desfavorável ao conforto térmico dos usuários das praças.

Os maiores valores de temperatura do ar e temperatura do piso, bem como menores valores de umidade relativa do ar, foram registrados na parte central de ambas as praças, onde há incidência direta da radiação solar na superfície. Esse fato contribui para que a maior parte dos usuários se concentre nas partes periféricas das praças, onde o ambiente térmico, apesar da proximidade com o asfalto, de baixo albedo, é aparentemente mais agradável.

Seria interessante a melhor distribuição das espécies arbóreas em toda a área da praça, com a presença, também, de espécies caducifólias, visando ao conforto térmico dos usuários, também, no período de inverno. O aumento de áreas permeáveis e gramadas, com maior

valor de albedo que o pavimento existente, também atuaria na amenização dos ganhos de calor da superfície do piso.

Sem dúvida, a vegetação é elemento indispensável à estrutura urbana, bem como dos espaços livres e públicos, visto que sua presença está diretamente ligada ao uso destes espaços. A manutenção do verde nas praças pode contribuir não só com a formação de um microclima agradável, mas também com a melhoria da qualidade de vida de sua população.

7 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEER (ASHRAE), Atlanta. **ASHRAE 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. 1992.

ASSIS, E. S. Avaliação da influência do uso de ocupação do solo urbano sobre formação da ilha de calor na cidade de Belo Horizonte – MG. In: I ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1990, Gramado. **Anais...** Gramado, 1990. P. 53-55,

ASSIS, E. S. Integrating predictive methods in urban climatology and in architecture for planning thermal comfort in urban design: a case study of the tropical city of Belo Horizonte, Brazil. In: 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 2003, Lódz, Polônia. **Proceedings...** Lódz: Wibig, J. & Gadjaj-Pijanowska, 2003. P.20-23, 2003.

ASSOCIAÇÃO dos Municípios do Setentrião Paranaense – AMUSEP: relatório de diagnóstico. **Plano de Desenvolvimento Regional**. Curitiba: Perspectiva, 1998.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

BARBOSA, R. V. R. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudo em microclimas de Maceió (AL)**. 2005. 135p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

BARTALINI, B. Praça: a forma mais que difícil. **Paisagens em Debate**, n. 3, p. 01-08, 2005. Disponível em: <<http://www.usp.br/fau/deprojeto/gdpa/paisagens/index.html>>. Acesso em: 15 dez. 2007.

BARTHOLOMEI, C. L. B. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. 2003. 255p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

BOLUND, P; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. **Ecological Economics**, Elsevier Science B.V, Amsterdã, v. 29, p. 293-301, 1999.

CASÉ, P. A cidade desvendada. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000.

CASTRO, L. L. F. L. **Estudo de parâmetros de conforto térmico em áreas verdes inseridas no ambiente urbano, Campinas**. 155p. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

CAVALCANTE, M. R. C. **Avaliação da qualidade térmica das praças em Maceió-Alagoas: três estudos de caso**. 195p. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICHIA, P.C.D. Áreas Verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, Vitória, 1992. **Anais...** Vitória: PMV, 1992. P.29-38.

CAVALHEIRO, F. et al. Proposição de Terminologia para o Verde Urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU)**. Rio de Janeiro, Ano VII, n. 3, 1999.

CHANDLER, T. J. **The climate of London**. London, Hutchinson University Library Publisher, 1965 apud MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. In: MONTEIRO, C. A. F. e MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo, Contexto, p. 09-68, 2003.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos** - conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

COSTA, A. D. L.; LABAKI, L.C.; DANTAS DE ARAÚJO, V.M. Thermal comfort in open spaces: A study in the northeast of Brazil. In: International Conference "Passive and Low Cooling for the Built Environment", 2005, Santorini (Greece). **Proceedings...** Santorini, 2005. P. 755-759.

CPETEC. Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 28 dez. 2008.

CRUZ, G. C. F.; LOMBARDO, M.A. A importância da arborização para o clima urbano. In: II Seminário Nacional Sobre Regeneração Ambiental de cidades - Água Urbanas II, 2007, Londrina. **Anais...** Londrina, 2007. CD-ROM.

DE ANGELIS, B.L. D. **A praça no contexto das cidades - o caso de Maringá, PR**. 2000. 366 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DESSI, V. People's behaviour in an open space as design indicator, comparison between thermal comfort simulation and user's behavior in an open space. In: 19th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, 2002, Toulouse, France. **Proceedings...** Toulouse: James & James Ltd, p.373-377, 2002.

ELIASSON, I.; SVENSSON, M.K. Spatial air temperature variations and urban land use – a statistical approach. **Meteorological Applications**, n.10, p.135-149, 2003.

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE MARINGÁ. **Resumo das Observações Meteorológicas**. Fundação Universidade Estadual de Maringá. Dez., 2008.

EXELL, R. H. B. JEE 661: **Atmospheric Boundary Layer Science**. Disponível em: <<http://www.jgsee.kmutt.ac.th/exell/JEE661/JEE661Lecture4.html>> Acesso em: 14 dez. 2008.

FANGER, P. O. **Thermal comfort**. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

FERNANDES, P. L; BARBIRATO, G M. Análise microclimática do centro urbano de Maceió – AL. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2001. CD ROM.

FONTES, M. S. G. C.; DELBIN, S. A qualidade climática dos espaços públicos urbanos: um estudo de caso na cidade de Bauru – SP. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTURÍDO, 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2001. CD ROM.

FERRARA, L. As máscaras da cidade. In: **Geografia e Planejamento**. Olhar Periférico. São Paulo: Edusp/Fapesp, 1993. P 201-225.

FROTA, A. B; SCHIFFER, R. S. **Manual de Conforto Térmico**. 5ª. Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FURTADO, A. E. **Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências de Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial Síntesis S. A. 1985.

GEHL, J.; GEMZOE, I. **Novos espaços urbanos**. Barcelona: GG, 2002.

GIVONI, B. **Urban design in different climates**. Geneva, WMO, December. 1998.

GOLDEN SOFTWARE. Surfer. Version 8.0. [S.l.]: Golden software, 1999. CD-ROM.

GOMES, M. A. S.; SOARES, R. B. A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos**. Rio Claro, n.1, p.19-29, 2003.

GOMES, M. A. S. De largo a jardim: praças públicas no Brasil – algumas aproximações. **Estudos Geográficos**. Rio Claro, n.5, p.101-120, 2007.

GOOGLE. Google Earth software. Version 4.3. [S.l.]: Google, 2008.

HARDER, I. C. F. **Inventário quali-quantitativo da arborização e infra-estrutura das praças da cidade de Vinhedo (SP)**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

HERTZ, J. B. **Ecotécnicas em Arquitetura: como projetar nos Trópicos úmidos do Brasil**. São Paulo: Pioneira, 1998.

HOPE, P. R. The physiological equivalent temperature: a universal index for the assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, Berlim, v. 43, n. 2, p 71-75, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Monitoramento das estações automáticas**. Disponível em:
<<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>. Acesso em: 05 abr. 2008a.

_____.Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>
Acesso em: 06 jul. 2008b.

_____._____.Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>
Acesso em: 10 out. 2008c.

_____._____.Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>
Acesso em: 29 dez. 2008d.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. **Perfil Municipal de Maringá.** Disponível em: <http://ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?Municipio=87000&btOk=ok>. Acesso em: 12 março 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, **ISO DIS 10551:** Assesment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. 1995.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, **ISO 7730:** Moderate thermal environments-determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva, 1994.

KONYA, A. **Diseño em climas cálidos:** manual practico. Madrid: H. Blume, 1981 apud PALHARES, F.B. **Apostila de conforto ambiental:** introdução ao conforto ambiental. Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas: FEC/UNICAMP, 2005.

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

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.

LAMBERTS, R; XAVIER, A. A. P. **Conforto térmico e stress térmico.** Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LABEEE. Florianópolis. 2002. Disponível em: <[ttp://www.labeee.ufsc.br](http://www.labeee.ufsc.br)>. Acesso em 26 abr. 2008.

LANDSBERG, H. E. **The climate of tows.** In: THOMAS, W. E., Man's role in changing the face if earth. Published for The WennerGren Foundation Antropological Research and National Science Foundation, The University of Chigaco Press, p. 585,601, 1956 apud MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano.. In: MONTEIRO, C. A. F. e MENDONÇA, F. **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. P. 09-68.

LANDSBERG, H. E. **The urban climate.** New York: Academic Press, 1981 apud CAVALCANTE, M.R.C. **Avaliação da qualidade térmica das praças em Maceió-Alagoas: três estudos de caso.** 195p. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

LIMA, A. M. L. P. et al. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: CBAU, 1994. P. 539-533.

LISOT, A.; VALQUES, I. J. B. ; SOARES, P. F. O desempenho de massas arbóreas na atenuação do ruído urbano. In: X Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2006, Maringá. **Anais... X CBAU: Maringá, 2006. v. 1.**

LYNCH, K. **A imagem da cidade.** Tradução de Maria Cristina Tavares Afonso. São Paulo: Martins Fontes, 1980.

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

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

MASCARÓ, L. **Ambiência urbana.** Porto Alegre, Editora +4, 2004.

MASCARÓ, L; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana.** Porto Alegre: FINEP/ UFRGS, 2002.

MASCARÓ, L R. **Energia da edificação – estratégias para minimizar seu consumo.** São Paulo: Projeto, 1991.

MARINGÁ, Prefeitura do Município. Plano Diretor de Desenvolvimento. Maringá: PMM, 2000.

MARX, M. **Cidade Brasileira.** São Paulo: Melhoramentos: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.

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

MENEGUETTI, K. S. **De cidade-jardim a cidade sustentável: potencialidades para uma estrutura ecológica urbana em Maringá-PR.** São Paulo, 2007. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. In: MONTEIRO, C. A. F. e MENDONÇA, F. **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, p. 09-68, 2003.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 43-58, 2007.

MODNA, M.; VECCHIA, F. Calor e áreas verdes: um estudo preliminar do clima de São Paulo, SP. In: VII Encontro Nacional Sobre Conforto no ambiente Construído e II Conferência Latino Americana Sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2003. P. 661-668

MUMFORD, L. **A cidade na história: suas origens, desenvolvimento e perspectivas.** 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1982.

NIKOLOPOULOU, M. (Ed.). **Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach**. RUROS: Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces. CRES, 2002. Disponível em: <<http://alpha.cres.gr/ruros>>. Acesso em: 11 mai. 2007.

OCHOA DE LA TORRE, J. M. **La vegetación como instrumento para el control microclimático**. Barcelona, 1999. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Barcelona, 1999.

OLGYAY, V. **Design with climate**. Princeton: Princeton University, 1963.

OKE, T. R. **Boundary Layer climates**. 2 ed. London, Methuen & Ltda. A. Halstede Press Book, 372 pp 1987 apud PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

PENWARDEN, A. D.; WISE, A. F. E. **Wind environment around buildings**. In: British Research Establishment Report. London: HMSO, 1975 apud MASCARÓ, L. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre, +4, 2004.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP**. 2007. 197 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ. **Lei Complementar Nº 331/99**. Dispõe sobre o uso e ocupação do solo no Município de Maringá. Maringá, 1999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ. **Mapa digital do Município de Maringá**. Maringá, 2005. CD-ROM.

ROBBA, F.; MACEDO, S. S. **Praças brasileiras**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Editora Projeto, 1988.

ROMERO, M. A. B. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. São Paulo: Editora Universidade de Brasília, 2007.

REGO, R. L. O desenho urbano de Maringá e a idéia de cidade jardim. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 23, n. 6, p. 1569 -1577, 2001.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C. Luzzatto, 1985 apud CAVALCANTE, M.R.C. **Avaliação da qualidade térmica das praças em Maceió-Alagoas: três estudos de caso**. 195p. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

ROBINETTE, G. O. **Plants people and environmental quality**. Washisngton, D.C.: Department of the Interior: National Park Service, 1972 apud MASCARÓ, L; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: FINEP/ UFRGS, 2002.

RUAS, A. C. **Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificadas e sua aplicação num software**. 2002. 196 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SANTAMOURIS, M. et al. On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. **Solar energy**, n.70, p.201-216, 2001.

SATTLER, M. A. Arborização urbana e conforto ambiental. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1, 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: SBAU, 1992. P. 15 – 28.

SCHMID, A. L. **A idéia de conforto**. Reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba, Pacto Ambiental, 2005.

SCUDO, G.; DESSI, V.; ROGORA, A. Evaluation of Radiant Conditions in Urban Spaces in NIKOLOPOULOU, M. (Ed.). **Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach**. RUROS: Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces. CRES, p. 12- 16, 2002. Disponível em: <<http://alpha.cres.gr/ruros>>. Acesso em: 11 mai. 2007.

SERDOURA; F. M; SILVA, F. N. Espaço público. Lugar de vida urbana. **Revista Engenharia Civil**, Universidade do Minho, Guimarães, n. 27, p. 5-16, 2006.

SERRA, G. **O espaço natural e a forma urbana**. São Paulo: Nobel, 1987.

SILVA, P. C. P. **Análise do Comportamento térmico de construções não convencionais** através de simulação em VisualDOE. 2006. 228p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, 2006.

SIMEPAR. Tecnologia e informações ambientais. Disponível em: <<http://www.simepar.br>>. Acesso em: 03 jul. 2008.

SITTE, C. **A construção das cidades segundo seus princípios artísticos**. Tradução: Ricardo Ferreira Henrique. São Paulo: Ática, 1992.

SOUZA, V. M. B. **A influência da ocupação do solo no comportamento da ventilação natural e na eficiência energética em edificações**. Estudo de caso em Goiânia – Clima Tropical de Altitude. 2006. 260p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SPIRN, A. W. **O Jardim de Granito**. São Paulo: EDUSP, 1995.

TORRES, S. C.; LISBÔA, T. A., BARBIRATTO, G. M. Microclimas em ruas e praças em Maceió – AL. In: VII Encontro Nacional Sobre Conforto no ambiente Construído e II Conferência Latino Americana Sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2003. P. 600-607.

UNWIN, R. **La practica del urbanismo**. Una introducción al arte de proyectar ciudades e barrios. Barcelona: GG, 1984.

VERRI Jr., A. **A obra de José Augusto Bellucci em Maringá**. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

WEINGARTNER, G. S. **Análise do efeito termoluminoso de sombreamento da arborização urbana de Porto Alegre – RS**. 1994. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1994.

ANEXO A

| | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|
| Local: | Horário: | Data: | |
| A entrevista foi: | | | |
| <input type="checkbox"/> sombra | <input type="checkbox"/> meia sombra | <input type="checkbox"/> ao sol | |
| Sexo | | | |
| <input type="checkbox"/> masculino | <input type="checkbox"/> feminino | | |
| Idade: | | | |
| <input type="checkbox"/> 0-13 anos | <input type="checkbox"/> 14-17 anos | <input type="checkbox"/> 18-25 anos | |
| <input type="checkbox"/> 26-35 anos | <input type="checkbox"/> 36-45 | <input type="checkbox"/> > de 46 anos | |
| O entrevistado estava exercendo qual atividade antes da entrevista? | | | |
| <input type="checkbox"/> sentado | <input type="checkbox"/> em pé parado | <input type="checkbox"/> caminhando | |
| Roupa: | | | |
| <input type="checkbox"/> camisa manga longa | <input type="checkbox"/> casaco algodão | <input type="checkbox"/> calça jeans | <input type="checkbox"/> sapato |
| <input type="checkbox"/> camisa manga | <input type="checkbox"/> casaco lã | <input type="checkbox"/> calça de algodão | <input type="checkbox"/> tênis |
| <input type="checkbox"/> blusa lã | <input type="checkbox"/> jaqueta | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> chinelo |
| <input type="checkbox"/> camiseta | <input type="checkbox"/> regata | <input type="checkbox"/> saia | <input type="checkbox"/> sandália |
| <input type="checkbox"/> outros. Qual? | | | <input type="checkbox"/> meia |
| Acessório: | | | |
| <input type="checkbox"/> boné/chapéu | <input type="checkbox"/> sombrinha | | |
| No momento, você acha que está: | | | |
| <input type="checkbox"/> muito calor | | | |
| <input type="checkbox"/> calor | | | |
| <input type="checkbox"/> pouco calor | | | |
| <input type="checkbox"/> nem calor nem frio | | | |
| <input type="checkbox"/> pouco frio | | | |
| <input type="checkbox"/> frio | | | |
| <input type="checkbox"/> muito frio | | | |
| Neste momento, você preferia que este ambiente estivesse: | | | |
| <input type="checkbox"/> muito mais quente | | | |
| <input type="checkbox"/> mais quente | | | |
| <input type="checkbox"/> pouco mais quente | | | |
| <input type="checkbox"/> nem mais quente nem mais frio | | | |
| <input type="checkbox"/> pouco mais frio | | | |
| <input type="checkbox"/> mais frio | | | |
| <input type="checkbox"/> muito mais frio | | | |
| Em relação à temperatura, você está se sentindo: | | | |
| <input type="checkbox"/> desconfortável | | | |
| <input type="checkbox"/> razoavelmente confortável | | | |
| <input type="checkbox"/> confortável | | | |