

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO URBANO
REGIONAL – PROPUR**

**CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS PÚBLICOS ABERTOS NA
CIDADE DE TORRES – RS**

Dissertação de Mestrado

Rômulo Plentz Giralt

Porto Alegre
Outubro, 2006

RÔMULO PLENTZ GIRALT

**CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS PÚBLICOS ABERTOS NA
CIDADE DE TORRES – RS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre
em Planejamento Urbano Regional na área de concentração de Percepção
Ambiental no PROPUR – UFRGS

Porto Alegre
Outubro, 2006

RÔMULO PLENTZ GIRALT

**CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS PÚBLICOS ABERTOS NA
CIDADE DE TORRES – RS**

Porto Alegre, 30 de outubro de 2006.

Prof. Antônio Tarcísio da Luz Reis
PhD pela Oxford Brookes University
Orientador

Prof^a. Maria Cristina Dias Lay
PhD pela Oxford Brookes University
Coordenadora do PROPUR/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Antônio César Silveira Baptista da Silva (UFPel)
Doutor pela Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Heitor da Costa Silva (UFRGS)
PhD pela Architectural Association of London

Prof^a. Maria Cristina Dias Lay (UFRGS)
PhD pela Oxford Brookes University

Ao meu avô Valdemar (*in memoriam*)
Aos meus pais Ângelo e Loeci
Ao meu filho Rafael
Ao meu filho Matheus

AGRADECIMENTOS

Ao colega e orientador Antônio Tarcísio da Luz Reis pela preciosa orientação e por nunca ter deixado de acreditar que daria certo.

Ao colega Heitor da Costa Silva pela parceria e pela disponibilização dos equipamentos do Labcon.

Aos amigos do “setor de criação” do Departamento de Expressão Gráfica: Helena, Carlos Bressa, Airton Cattani, Silvana, Daniela Fialho, Eliane, César, Milton, Fischer, José Carlos, Rodrigo Barbieri, Valsara, e Rita.

Aos colegas do NORIE, lá nos tempos imemoriais, em especial à Elvira, ao Marcelo e ao Antônio César.

Aos colegas do Museu de Comunicação Social Hipólito José da Costa, também lá nos tempos imemoriais.

Aos colegas do Museu Arqueológico do Rio Grande do Sul, em especial à Lene, à Berenice, ao André e à Vera.

Aos colegas, professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano Regional.

Aos meus colegas de diretoria do Instituto dos Arquitetos do Brasil.

Ao colega Breno Clézar Jr. pela obtenção dos mapas e pelo apoio logístico inicial.

À colega Magda Stockmans pela dedicação na elaboração dos primeiros mapas.

Aos meus “pesquisadores”: D. Loeci, minha mãe, D. Gleci, minha tia e ao Diego meu sobrinho, pelas horas roubadas.

À memória de meus avós pelo exemplo de dedicação à vida em todos os momentos, mesmo naqueles mais difíceis.

Aos meus pais pelo incentivo e pelas oportunidades oferecidas, não esquecendo do apoio logístico fundamental.

À Sônia Braun e sua família, pelo carinho, companhia e compreensão na reta final.

À Marlova Piva Kulakowski pelo eterno incentivo e pelas dicas de estilo e formatação.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho, a todos mais, nesta longa jornada, que entraram ou saíram de minha vida, e àqueles que ficaram pelo caminho.

*“Nada está perdido quando
se tem o valor
de proclamar
que tudo está
perdido e há
que começar de novo”*

Júlio Cortazar

RESUMO

O presente trabalho trata da avaliação de conforto térmico de espaços públicos abertos, na cidade de Torres, RS, através da comparação de índices de conforto térmico com resultados advindos do uso de ferramentas específicas da área ambiente-comportamento. A escolha de Torres, como um estudo de caso, se dá em função do crescente processo de verticalização e densificação de sua área central, decorrentes da aplicação dos dispositivos legais das sucessivas legislações urbanísticas. As áreas escolhidas para análise são três praças, em zonas com diferentes configurações morfológicas, selecionadas em função de variáveis da forma urbana, como a altura e a densidade das edificações, a natureza das superfícies de revestimento e a presença de vegetação. Durante o mês de fevereiro de 2006 foi realizado trabalho de campo, nos três locais, através da aplicação de questionários, observações de comportamento e levantamentos físicos, incluindo medições de variáveis ambientais. Os dados sobre variáveis ambientais e humanas, coletados, foram utilizados para o cálculo dos índices de conforto térmico para espaços externos. Os valores calculados para estes índices, foram comparados com os dados provenientes da percepção dos usuários. Os resultados mostram a adequação de determinados índices para a avaliação de conforto térmico de espaços abertos, revelando condições de desconforto nas três praças investigadas, decorrentes das modificações da forma urbana nestas áreas. Os resultados também apontam uma discrepância entre os parâmetros indicados pelos índices e os níveis de agradabilidade e percepção dos usuários, em relação às praças. Observou-se que os parâmetros do microclima possuem alguma influência no conforto térmico, mas fatores de adaptação fisiológica e psicológica podem ser responsáveis pelas diferenças entre a avaliação de conforto objetiva e a subjetiva.

Palavras chave: clima; conforto térmico; espaços abertos; índices de conforto térmico; ambiente e comportamento.

ABSTRACT

The present work deals with the evaluation of thermal comfort of open public spaces, in the city of Torres, RS, through the comparison of thermal comfort indices with results obtained from the use of specific methods from the environmental behavior area of studies. The choice of Torres, as a case study, is due to the increasing process of verticalization and densification of its central area, originated from the application of successive urban legislation. The areas chosen for analysis are three squares, in zones with different morphologic configurations, selected according to urban form variables such as building height and density, nature of the covering surfaces and the presence of vegetation. During February 2006, the fieldwork was carried out in the three places, through questionnaires, behavior observations, and physical measurements, including measurements of environmental variables. Data about environmental and human variables were used to calculate thermal comfort indices for outdoor spaces. These indices were compared with the data from users perceptions. The results show the adequacy of some indices for the evaluation of thermal comfort of open spaces, revealing conditions of thermal discomfort in the three investigated squares, as a consequence of urban form modifications in these areas. The results also reveal a discrepancy between the parameters indicated by the indices and the levels of users perception and pleasantness in relation to the squares. It is observed that the microclimate parameters have some influence on thermal comfort, but that the psychological and the physiological adaptation factors can be responsible for the differences between the objective evaluation of comfort and the subjective one.

Keywords: climate; thermal comfort; open space; thermal comfort indices; environment and behavior.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit beinhaltet die Analyse des thermischen Empfinden in offenen Räumen, in der Stadt Torres, RS, durch den Vergleich von Daten, die mit der Anwendung spezifischer Werkzeuge über das Umwelt Verhalten gewonnen wurden. Die Wahl dieser Stadt als Gegenstand der Studie, basiert auf dem zunehmenden Prozeß von Verdichtung und Vertikalisierung seines zentralen Bereiches, im Verlauf der zeitlichen Anwendung der städtebaulich Gesetzgebung. Die Bereiche, die für Analyse ausgewählt wurden, sind drei Plätze, mit unterschiedlichen morphologischen Konfigurationen, wie Höhe und Dichte der Bebauung, die Ausführung der Gebäudeoberflächen und die Vegetation. Die praktische Vorortarbeit wurde im Februar 2006 durchgeführt, mit Bestandsaufnahmen, Messungen der Umweltfaktoren, Ausfüllen der Fragebögen und Beobachtung des Verhaltens. Die Daten über die Umwelt und das menschliche Verhalten wurden verwendet, um den Index des thermischen Komforts zu berechnen. Diese Daten wurden verglichen mit den Daten, die aus den Befragungen der Personen erhalten wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass die berechneten Indizes nutzbar sind, um den thermischen Komfort von offenen Räumen einzuschätzen. Im Falle von der drei untersuchten Plätze ergab sich ein schlechter Komfort, der auf den Veränderungen der städtischen Bebauung beruht. Die Ergebnisse zeigen auch eine Diskrepanz zwischen den berechneten Indizes und dem Empfinden der Nutzer über die untersuchten Plätze. Es zeigt sich, dass das Mikroklima einen Einfluss auf den thermischen Komfort hat, aber dass auch Faktoren wie physische Anpassung und psychische Zustände wichtig für die unterschiedliche Bewertung des objektiven und subjektiven Komfort sind.

Schlüsselwörter: Klima; thermischer Komfort; offene Räume; Index des thermischen Komfort; Umweltverhalten.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 23 |
| 1.1 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA..... | 26 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 27 |
| 1.3 DELIMITAÇÕES..... | 28 |
| 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO..... | 28 |
| 2. CLIMA, CONFORTO TÉRMICO E ESPAÇO URBANO..... | 30 |
| 2.1 INTRODUÇÃO..... | 30 |
| 2.2 CLIMA..... | 30 |
| 2.2.1 Etimologia, Elementos e Fatores Climáticos..... | 30 |
| 2.2.2 Escalas Meteorológicas..... | 32 |
| 2.3 O CLIMA E A CONSTRUÇÃO DAS CIDADES..... | 34 |
| 2.3.1 Gênese e Histórico Geral..... | 34 |
| 2.3.2 Gênese e Histórico no Brasil..... | 35 |
| 2.3.3 O Clima e a Legislação na Construção das Cidades..... | 37 |
| 2.3.4 O Clima e a Legislação Urbanística em Porto Alegre..... | 39 |
| 2.3.5 O Clima e a Legislação Urbanística no Interior do Rio Grande do Sul..... | 41 |
| 2.3.6 O Clima e a Legislação Urbanística no Litoral Norte do Rio Grande do Sul.... | 42 |
| 2.3.7 Os Agentes Produtores das Cidades..... | 44 |
| 2.4 CLIMA E ATRIBUTOS DA FORMA URBANA..... | 45 |
| 2.5 CONFORTO TÉRMICO..... | 49 |
| 2.5.1 Variáveis Humanas de Conforto Térmico..... | 50 |
| 2.5.1.1 Atividade..... | 50 |
| 2.5.1.2 Vestimenta..... | 51 |
| 2.5.1.3 Idade e Sexo..... | 52 |
| 2.5.1.4 Cor da Pele..... | 52 |
| 2.5.1.5 Peso e Altura..... | 52 |
| 2.5.1.6 Aclimação..... | 53 |
| 2.5.1.7 Nível Econômico..... | 53 |
| 2.5.2 Variáveis Ambientais de Conforto Térmico..... | 54 |

| | |
|---|----|
| 2.5.2.1 Temperatura do ar..... | 54 |
| 2.5.2.2 Temperatura Média Radiante (TMR)..... | 55 |
| 2.5.2.3 Movimento do Ar..... | 55 |
| 2.5.2.4 Umidade do Ar..... | 56 |
| 2.5.2.5 Radiação Solar..... | 57 |
| 2.5.3 Variáveis de Conforto Térmico em Estudos Realizados..... | 57 |
| 2.6 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO..... | 59 |
| 2.6.1 PMV (Predicted Mean Vote – Voto Médio Estimado)..... | 59 |
| 2.6.2 Índices de Conforto Térmico para Espaços Externos..... | 60 |
| 2.6.2.1 Índice de <i>Stress</i> Térmico (The Index of Thermal Stress – ITS)..... | 60 |
| 2.6.2.2 Modelo de Morgan e Baskett..... | 62 |
| 2.6.2.3 Modelo Climático de Michel (Klima Michel Model – KMM)..... | 62 |
| 2.6.2.4 Modelo de Munique para Balanço de Energia para Indivíduos (MEMI)..... | 63 |
| 2.6.2.5 Temperatura Fisiológica Equivalente (Physiological Equivalent Temperature – PET)..... | 63 |
| 2.6.2.6 Temperatura Neutra ao Exterior (T_{NE})..... | 64 |
| 2.6.2.7 Índice de Sensação Térmica (Thermal Sensation – TS)..... | 65 |
| 2.6.2.8 Temperatura Padrão Efetiva (Standard Effective Temperature – SET)..... | 66 |
| 2.6.2.9 Índice HUMIDEX..... | 67 |
| 2.6.2.10 Temperatura de Globo e de Bulbo Úmido (Wet Bulb Globe Temperature – WBGT)..... | 68 |
| 2.6.2.11 Índice Equatorial de Conforto (Equatorial Comfort – EC)..... | 68 |
| 2.6.2.12 Comparação entre PMV, SET e PET..... | 68 |
| 2.7 O USUÁRIO NA RELAÇÃO ENTRE O CLIMA E A FORMA URBANA..... | 70 |
| 2.8 CONCLUSÃO..... | 74 |
| 2.8.1 Definição das Variáveis..... | 74 |
| 2.8.1.1 Variáveis da Forma Urbana – Praças..... | 74 |
| 2.8.1.2 Variáveis Ambientais de Conforto Térmico..... | 75 |
| 2.8.1.3 Variáveis Humanas..... | 75 |
| 2.8.1.3.1 Variáveis Humanas de Conforto Térmico..... | 75 |
| 2.8.1.3.2 Variáveis de Caracterização Geral dos Usuários..... | 75 |
| 2.8.1.3.3 Variáveis de Agradabilidade e Percepção..... | 75 |
| 2.8.1.4 Índices de Conforto Térmico para Espaços Externos..... | 75 |
| 2.8.2 Relações entre as Variáveis..... | 75 |

| | |
|---|------------|
| 3. METODOLOGIA..... | 77 |
| 3.1 INTRODUÇÃO..... | 77 |
| 3.2 SELEÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO..... | 77 |
| 3.2.1 Caracterização Climática de Torres..... | 80 |
| 3.2.2 Critérios para Seleção das Áreas de Estudo..... | 83 |
| 3.2.2.1 Seleção Preliminar das Áreas de Estudo..... | 85 |
| 3.2.2.2 Descrição das Áreas Seleccionadas..... | 87 |
| 3.3 MÉTODOS E TÉCNICAS PARA COLETA DE DADOS..... | 90 |
| 3.3.1 Estudo Piloto..... | 90 |
| 3.3.2 Levantamento de Arquivo..... | 91 |
| 3.3.3 Levantamento de Campo..... | 92 |
| 3.3.3.1 Levantamento Físico..... | 92 |
| 3.3.3.1.1 Levantamento Físico Detalhado – Morfologia, Vegetação e Pavimentação..... | 93 |
| 3.3.3.1.2 Variáveis Ambientais – Medições e Cálculos..... | 93 |
| a) Equipamentos..... | 94 |
| b) Cálculo da Radiação Solar e da Temperatura Média Radiante (TMR)..... | 97 |
| c) Cálculo da Pressão de Vapor..... | 99 |
| 3.3.3.1.3 Coleta de Dados da Estação Meteorológica | 99 |
| 3.3.3.2 Observações de Comportamento..... | 100 |
| 3.3.3.3 Questionários..... | 102 |
| 3.3.3.3.1 Seleção e Tamanho das Amostras..... | 104 |
| 3.4 MÉTODOS DE ANÁLISE DOS DADOS..... | 104 |
| 3.4.1 Análise dos Dados Qualitativos..... | 105 |
| 3.4.2 Análise dos Dados Quantitativos..... | 105 |
| 3.4.3 Cálculo dos Índices de Conforto Térmico..... | 106 |
| 3.5 TRABALHO DE CAMPO..... | 106 |
| 3.6 SUMÁRIO..... | 110 |
| 4. VARIÁVEIS E SUAS RELAÇÕES NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO | |
| TÉRMICO DOS ESPAÇOS PÚBLICOS ABERTOS..... | 111 |
| 4.1. INTRODUÇÃO..... | 111 |
| 4.2. RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FORMA URBANA E VARIÁVEIS | 111 |
| AMBIENTAIS..... | |
| 4.2.1. Variáveis da Forma Urbana – Praças..... | 111 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.2 Variáveis Ambientais..... | 121 |
| 4.2.2.1 Praça João Neves da Fontoura..... | 124 |
| 4.2.2.2 Praça Pinheiro Machado..... | 128 |
| 4.2.2.3 Praça Getúlio Vargas..... | 132 |
| 4.2.3 Conclusões sobre a Relação entre Variáveis da Forma Urbana e Variáveis Ambientais..... | 137 |
| 4.2.3.1 Relação entre Natureza das Superfícies de Revestimento das Praças e Temperatura do Ar, Temperatura Média Radiante, Temperatura Superficial e Umidade Relativa do Ar..... | 138 |
| 4.2.3.2 Relação entre Altura e Densidade das Edificações do Entorno das Praças e Temperatura do Ar, Temperatura Média Radiante, Umidade Relativa do Ar e Velocidade e Direção dos Ventos..... | 138 |
| 4.2.3.3 Relação entre Vegetação nas Praças e Temperatura do Ar, Temperatura Média Radiante, Temperatura Superficial e Umidade Relativa do Ar..... | 140 |
| 4.3 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FORMA URBANA E ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO..... | 140 |
| 4.3.1 Cálculo dos Índices PMV e PET..... | 141 |
| 4.3.1.1 Praça João Neves da Fontoura..... | 142 |
| 4.3.1.2 Praça Pinheiro Machado..... | 144 |
| 4.3.1.3 Praça Getúlio Vargas..... | 147 |
| 4.3.2 Cálculo do Índice HUMIDEX..... | 150 |
| 4.3.2.1 Praça João Neves da Fontoura..... | 151 |
| 4.3.2.2 Praça Pinheiro Machado..... | 152 |
| 4.3.2.3 Praça Getúlio Vargas..... | 153 |
| 4.3.3 Cálculo do Índice T_{NE} | 155 |
| 4.3.3.1 Praça João Neves da Fontoura..... | 155 |
| 4.3.3.2 Praça Pinheiro Machado..... | 156 |
| 4.3.3.3 Praça Getúlio Vargas..... | 157 |
| 4.3.4 Cálculo do Índice TS..... | 159 |
| 4.3.4.1 Praça João Neves da Fontoura..... | 160 |
| 4.3.4.2 Praça Pinheiro Machado..... | 161 |
| 4.3.4.3 Praça Getúlio Vargas..... | 162 |
| 4.3.5 Conclusões sobre a Relação entre Variáveis da Forma Urbana e Índices de Conforto Térmico..... | 164 |
| 4.3.5.1 Praça João Neves da Fontoura..... | 164 |
| 4.3.5.2 Praça Pinheiro Machado..... | 164 |

| | |
|--|-----|
| 4.3.5.3 Praça Getúlio Vargas..... | 165 |
| 4.3.6 Aplicabilidade dos Índices de Conforto Térmico para Espaços Externos..... | 165 |
| 4.4 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FORMA URBANA E VARIÁVEIS HUMANAS DE CONFORTO TÉRMICO..... | 166 |
| 4.4.1 Relação entre Praças e Atividade dos Usuários..... | 166 |
| 4.4.2 Relação entre Praças e Sexo dos usuários..... | 172 |
| 4.4.3 Relação entre Praças e Cor da Pele dos Usuários..... | 172 |
| 4.4.4 Relação entre Praças e Complexidade Física dos Usuários..... | 173 |
| 4.4.5 Relação entre Praças e Idade dos Usuários..... | 173 |
| 4.4.6 Relação entre Praças e Vestimenta dos Usuários..... | 174 |
| 4.4.7 Conclusões sobre a Relação entre Variáveis da Forma Urbana e as Variáveis Humanas de Conforto Térmico..... | 175 |
| 4.5 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FORMA URBANA E VARIÁVEIS HUMANAS DE AGRADABILIDADE E PERCEPÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS USUÁRIOS..... | 175 |
| 4.5.1 Relação entre Praças e Agradabilidade e Intensidade da Temperatura do Ar... | 175 |
| 4.5.1.1 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Temperatura e Local de Moradia ou Veraneio dos Usuários..... | 176 |
| 4.5.1.2 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Temperatura e Atividade dos Usuários..... | 177 |
| 4.5.1.3 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Temperatura e Sexo dos Usuários..... | 178 |
| 4.5.1.4 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Temperatura e Idade dos Usuários..... | 178 |
| 4.5.2 Relação entre Praças e Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar..... | 178 |
| 4.5.2.1 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Condição dos Usuários..... | 180 |
| 4.5.2.2 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Sexo dos Usuários..... | 180 |
| 4.5.2.3 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Idade dos Usuários..... | 181 |
| 4.5.2.4 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Altura dos Usuários..... | 181 |
| 4.5.2.5 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Vestimenta dos Usuários..... | 181 |
| 4.5.2.6 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Nível de Renda dos Usuários..... | 182 |

| | |
|---|------------|
| 4.5.3 Relação entre Praças e Agradabilidade e Intensidade dos Ventos..... | 183 |
| 4.5.3.1 Relação entre Agradabilidade e Intensidade dos Ventos e Sexo dos Usuários..... | 184 |
| 4.5.3.2 Relação entre Agradabilidade e Intensidade dos Ventos e Peso dos Usuários | 184 |
| 4.5.4 Relação entre Praças e Agradabilidade e Intensidade de Insolação..... | 184 |
| 4.5.4.1 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Insolação e Atividade dos Usuários..... | 186 |
| 4.5.5 Relação entre Praças e Confortabilidade no Verão..... | 186 |
| 4.5.5.1 Confortabilidade no Local de Moradia ou Veraneio no Verão..... | 187 |
| 4.5.6 Relação entre Praças e Confortabilidade no Inverno..... | 187 |
| 4.5.6.1 Tempo de moradia ou veraneio..... | 188 |
| 4.5.6.2 Frequência de uso no inverno..... | 189 |
| 4.5.6.3 Confortabilidade no Local de Moradia ou Veraneio no Inverno..... | 189 |
| 4.6 CONCLUSÕES SOBRE VARIÁVEIS E SUAS RELAÇÕES NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DOS ESPAÇOS PÚBLICOS ABERTOS..... | 190 |
| 5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 196 |
| 5.1 REVISÃO DOS OBJETIVOS..... | 196 |
| 5.2 PRINCIPAIS RESULTADOS..... | 197 |
| 5.3 IMPORTÂNCIA DOS RESULTADOS E SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGACOES..... | 200 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 202 |
| APÊNDICE A..... | 210 |
| APÊNDICE B..... | 215 |
| APÊNDICE C..... | 218 |
| APÊNDICE D..... | 220 |
| APÊNDICE E..... | 230 |
| APÊNDICE F..... | 234 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1: Vista aérea da área central de Torres onde se percebe a Zona 1, em primeiro plano, a Zona 2 ao centro e a Zona 3 ao fundo. | 43 |
| Figura 2: Comparação entre o comportamento térmico dos vegetais e dos materiais inertes (fonte: Rivero, 1985). | 48 |
| Figura 3: Vista da área central de Torres..... | 77 |
| Figura 4: Plano Diretor de Torres..... | 78 |
| Figura 5: Área central de Torres com localização das áreas pré-selecionadas..... | 85 |
| Figura 6: Área central de Torres com localização das áreas selecionadas para investigação. . | 87 |
| Figura 7: Imagem de satélite da Praça Pinheiro Machado. | 88 |
| Figura 8: Imagem de satélite da Praça Borges de Medeiros..... | 88 |
| Figura 9: Imagem de satélite da Praça João Neves da Fontoura. | 89 |
| Figura 10: Imagem de satélite da Praça Getúlio Vargas. | 89 |
| Figura 11: Registradores de temperatura e umidade. | 95 |
| Figura 12: Termômetro infravermelho. | 95 |
| Figura 13: Anemômetro digital. | 96 |
| Figura 14: Áreas de análise e seu entorno imediato. | 112 |
| Figura 15: Praça João Neves da Fontoura. | 112 |
| Figura 16: Praça João Neves da Fontoura, vista 1..... | 113 |
| Figura 17: Praça João Neves da Fontoura, vista 2..... | 113 |
| Figura 18: Praça João Neves da Fontoura, vista 3..... | 113 |
| Figura 19: Praça João Neves da Fontoura, vista 4..... | 113 |
| Figura 20: Praça Getúlio Vargas. | 114 |
| Figura 21: Praça Getúlio Vargas, vista 1..... | 114 |
| Figura 22: Praça Getúlio Vargas, vista 2..... | 114 |
| Figura 23: Praça Getúlio Vargas, vista 3..... | 115 |
| Figura 24: Praça Getúlio Vargas, vista 4..... | 115 |
| Figura 25: Praça Pinheiro Machado. | 115 |
| Figura 26: Praça Pinheiro Machado, vista 1..... | 116 |
| Figura 27: Praça Pinheiro Machado, vista 2..... | 116 |

| | |
|---|-----|
| Figura 28: Praça Pinheiro Machado, vista 3..... | 116 |
| Figura 29: Praça Pinheiro Machado, vista 4..... | 116 |
| Figura 30: Praça João Neves da Fontoura, levantamento físico..... | 117 |
| Figura 31: Tipos de superfícies da praça João Neves da Fontoura. | 118 |
| Figura 32: Praça Pinheiro Machado, levantamento físico..... | 118 |
| Figura 33: Tipos de superfícies da praça Pinheiro Machado..... | 119 |
| Figura 34: Praça Getúlio Vargas, levantamento físico..... | 119 |
| Figura 35: Tipos de superfícies da praça Getúlio Vargas..... | 119 |
| Figura 36: Local das medições em paralelo no município de Torres (Balneário Itapeva)..... | 123 |
| Figura 37: Praça João Neves da Fontoura, temperatura e umidade,13 de fevereiro de 2006. | 125 |
| Figura 38: Praça João Neves da Fontoura, temperatura e umidade, 14 de fevereiro de 2006 | 126 |
| Figura 39: Praça João Neves da Fontoura, temperatura superficial e temperatura média radiante, 13 de fevereiro de 2006. | 127 |
| Figura 40: Praça João Neves da Fontoura, temperatura superficial e temperatura média radiante, 14 de fevereiro de 2006. | 127 |
| Figura 41: Praça Pinheiro Machado, temperatura e umidade, 16 de fevereiro de 2006..... | 128 |
| Figura 42: Praça Pinheiro Machado, temperatura e umidade, 17 de fevereiro de 2006..... | 129 |
| Figura 43: Praça Pinheiro Machado, temperatura e umidade, 18 de fevereiro de 2006..... | 130 |
| Figura 44: Praça Pinheiro Machado, temperatura superficial e temperatura média radiante, 16 de fevereiro de 2006. | 131 |
| Figura 45: Praça Pinheiro Machado, temperatura superficial e temperatura média radiante, 17 de fevereiro de 2006. | 131 |
| Figura 46: Praça Pinheiro Machado, temperatura superficial e temperatura média radiante, 18 de fevereiro de 2006. | 132 |
| Figura 47: Praça Getúlio Vargas, temperatura e umidade, 18 de fevereiro de 2006..... | 133 |
| Figura 48: Praça Getúlio Vargas, temperatura e umidade, 19 de fevereiro de 2006..... | 134 |
| Figura 49: Praça Getúlio Vargas, temperatura e umidade, 22 de fevereiro de 2006..... | 135 |
| Figura 50: Praça Getúlio Vargas, temperatura superficial e temperatura média radiante, 18 de fevereiro de 2006. | 136 |
| Figura 51: Praça Getúlio Vargas, temperatura superficial e temperatura média radiante, 19 de fevereiro de 2006. | 136 |
| Figura 52: Praça Getúlio Vargas, temperatura superficial e temperatura média radiante, 22 de fevereiro de 2006. | 137 |

| | |
|--|-----|
| Figura 53: Programa RayMan com janela dos dados de entrada. | 141 |
| Figura 54: Programa RayMan com janela dos dados de saída. | 142 |
| Figura 55: PMV calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro..... | 143 |
| Figura 56: PMV calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro..... | 143 |
| Figura 57: PET calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro. | 144 |
| Figura 58: PET calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro. | 144 |
| Figura 59: PMV calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro..... | 145 |
| Figura 60: PMV calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro..... | 145 |
| Figura 61: PMV calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro..... | 145 |
| Figura 62: PET calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro. | 146 |
| Figura 63: PET calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro. | 146 |
| Figura 64: PET calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro. | 147 |
| Figura 65: PMV calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro..... | 147 |
| Figura 66: PMV calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro..... | 148 |
| Figura 67: PMV calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro..... | 148 |
| Figura 68: PET calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro. | 149 |
| Figura 69: PET calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro. | 149 |
| Figura 70: PET calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro. | 149 |
| Figura 71: HUMIDEX calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro. | 151 |
| Figura 72: HUMIDEX calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro. | 151 |
| Figura 73: HUMIDEX calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro..... | 152 |
| Figura 74: HUMIDEX calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro..... | 152 |
| Figura 75: HUMIDEX calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro..... | 153 |
| Figura 76: HUMIDEX calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro..... | 153 |
| Figura 77: HUMIDEX calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro..... | 154 |
| Figura 78: HUMIDEX calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro..... | 154 |
| Figura 79: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro..... | 155 |
| Figura 80: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro..... | 156 |

| | |
|--|-----|
| Figura 81: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro. | 156 |
| Figura 82: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro. | 157 |
| Figura 83: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro. | 157 |
| Figura 84: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro. | 158 |
| Figura 85: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro. | 158 |
| Figura 86: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro. | 159 |
| Figura 87: TS calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro..... | 160 |
| Figura 88: TS calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro..... | 160 |
| Figura 89: TS calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro..... | 161 |
| Figura 90: TS calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro..... | 161 |
| Figura 91: TS calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro..... | 162 |
| Figura 92: TS calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro..... | 162 |
| Figura 93: TS calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro..... | 163 |
| Figura 94: TS calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro..... | 163 |
| Figura 95: Sentados à sombra..... | 167 |
| Figura 96: Parquinho e cancha de bocha. | 167 |
| Figura 97: Mapa comportamental praça João N. Fontoura final de semana – tarde. | 168 |
| Figura 98: Mapa comportamental praça Pinheiro Machado final de semana – tarde. | 168 |
| Figura 99: Mapa comportamental praça Getúlio Vargas final de semana – tarde. | 169 |
| Figura 100: Mapa comportamental praça João N. Fontoura meio de semana – tarde. | 169 |
| Figura 101: Mapa comportamental praça Pinheiro Machado meio de semana – tarde..... | 170 |
| Figura 102: Mapa comportamental praça Getúlio Vargas meio de semana – tarde..... | 171 |
| Figura 103: Deslocando-se de bicicleta..... | 171 |
| Figura 104: Caminhando. | 171 |
| Figura 105: Caminhando. | 172 |
| Figura 106: Sentados à sombra dos prédios. | 172 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: Importância relativa das diferentes escalas meteorológicas..... | 32 |
| Tabela 2: Escalas meteorológicas e a estrutura dos sistemas de planejamento..... | 33 |
| Tabela 3: Relação entre os atributos da forma urbana e os elementos climáticos..... | 49 |
| Tabela 4: Níveis de classificação do HUMIDEX..... | 67 |
| Tabela 5: Valores bioclimáticos e sensação humana..... | 69 |
| Tabela 6: Plano Diretor de Torres: zoneamento e índices da área central. | 79 |
| Tabela 7: Dados físicos gerais do município de Torres..... | 80 |
| Tabela 8: Características climáticas da região do litoral norte..... | 81 |
| Tabela 9: Normais climatológicas obtidas com dados do período 1961 a 1990 na estação climatológica de Torres/RS do 8º DISME. | 82 |
| Tabela 10: Plano Diretor de Torres: zoneamentos e índices da área central com delimitação de zonas para análise. | 84 |
| Tabela 11: Características da forma urbana das áreas pré-selecionadas. | 86 |
| Tabela 12: Valores de radiação solar calculados pelo programa Luz do Sol..... | 98 |
| Tabela 13: Locais, datas e horários da realização das observações de comportamento..... | 101 |
| Tabela 14: Locais, datas e horários da aplicação dos questionários..... | 107 |
| Tabela 15: Praças com as áreas dos diferentes tipos de revestimentos. | 120 |
| Tabela 16: Valores médios das variáveis ambientais. | 121 |
| Tabela 17: Comparação entre valores medidos de temperatura, umidade, velocidade e direção do vento, com valores coletados pela estação meteorológica. | 122 |
| Tabela 18: Categorias por praça do índice PMV..... | 150 |
| Tabela 19: Categorias por praça do índice PET. | 150 |
| Tabela 20: Categorias por praça do índice HUMIDEX. | 154 |
| Tabela 21: Categorias por praça do índice T_{NE} | 159 |
| Tabela 22: Categorias por praça do índice TS..... | 163 |
| Tabela 23: Atividade dos usuários. | 166 |
| Tabela 24: Sexo dos usuários. | 172 |
| Tabela 25: Cor da pele dos usuários..... | 172 |
| Tabela 26: Complexidade física: peso dos usuários..... | 173 |
| Tabela 27: Complexidade física: altura dos usuários..... | 173 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 28: Idade dos usuários. | 173 |
| Tabela 29: Vestimenta dos usuários. | 174 |
| Tabela 30: Agradabilidade da temperatura..... | 176 |
| Tabela 31: Intensidade da temperatura. | 176 |
| Tabela 32: Local de moradia ou veraneio dos usuários..... | 177 |
| Tabela 33: Agradabilidade do nível de umidade. | 179 |
| Tabela 34: Intensidade da umidade relativa do ar. | 179 |
| Tabela 35: Condição dos usuários. | 180 |
| Tabela 36: Nível de renda dos usuários..... | 182 |
| Tabela 37: Nível de agradabilidade dos ventos..... | 183 |
| Tabela 38: Intensidade dos ventos..... | 183 |
| Tabela 39: Níveis de agradabilidade da insolação..... | 185 |
| Tabela 40: Intensidade da insolação..... | 185 |
| Tabela 41: Confortabilidade geral no verão. | 186 |
| Tabela 42: Confortabilidade local de moradia/veraneio verão..... | 187 |
| Tabela 43: Confortabilidade inverno..... | 187 |
| Tabela 44: Tempo de veraneio. | 188 |
| Tabela 45: Tempo de moradia..... | 188 |
| Tabela 46: Frequência de uso no inverno..... | 189 |
| Tabela 47: Uso das praças no inverno..... | 189 |
| Tabela 48: Confortabilidade local de moradia/veraneio inverno. | 189 |

LISTA DE SIGLAS

APO: Avaliação Pós-ocupação
ASHRAE: *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers*
Clo: *clothing*
DISME: Distrito de Meteorologia
EC: *Equatorial Comfort* (Índice Equatorial de Conforto)
EUA: Estados Unidos da América
Fcs: Fluxo de Calor
GMT: *Greenwich Meridian Time*
IA: Índice de Aproveitamento
INMET: Instituto Nacional de Meteorologia
ISO: *International Organization for Standardization*
ITS: *The Index of Thermal Stress* (Índice de *Stress* Térmico)
KMM: *Klima Michel Model* (Modelo climático de Michel)
LABEEE: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
LABCON: Laboratório de Conforto Ambiental
MANMO: *Man Model* (Modelo Humano)
MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEMI: Modelo de Munique para Balanço de Energia para Indivíduos
Met: Metabolic Rate
PDDU: Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PDDUA: Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental
PET: *Physiological Equivalent Temperature* (Temperatura Fisiológica Equivalente)
PGV: Praça Getúlio Vargas
PJNF: Praça João Neves da Fontoura
PLS: *Pleasantness* (Grau de Conforto)
PMV: *Predicted Mean Vote* (Voto Médio Estimado)
PPM: Praça Pinheiro Machado
PPD: *Predicted Percentage of Dissatisfaction* (Percentual de Pessoas Insatisfeitas)
SET: *Standard Effective Temperature* (Temperatura Padrão Efetiva)
TBS: Temperatura de Bulbo Seco

TMR: Temperatura Média Radiante

Tmm: Temperatura Média Mensal

T_{NE}: Temperatura Neutra ao Exterior

Tn: Temperatura Neutra

TO: Taxa de Ocupação

TS: *Thermal Sensation* (Sensação Térmica)

TSEN: *Thermal Sensation* (Sensação Térmica)

UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

WBGT: *Wet Bulb Globe Temperature* (Temperatura de Globo e de Bulbo Úmido)

WMO: *World Meteorological Organization* (Organização Meteorológica Mundial)

1. INTRODUÇÃO

As tendências urbanísticas francesas foram umas das influências mais representativas no urbanismo brasileiro que, norteando-se pelos preceitos de Haussmann, buscou a uniformidade, a abertura de grandes vias de circulação e a renovação de determinadas áreas do tecido urbano (COSTA, 2003). Como instrumentos para implementar estas ações e melhorar as condições de vida das grandes cidades foram criados os Códigos de Posturas e as Leis Higienísticas. Entretanto, a partir de meados do século passado, a influência americana passa a predominar na construção das cidades brasileiras, induzindo a um crescente processo de verticalização.

Estruturas verticais e a expansão da malha urbana caracterizam um processo de crescimento urbano intenso pelo qual passam as grandes cidades (ARAÚJO ET AL., 1999). Esta nova configuração traz como conseqüências, entre outros aspectos, alterações no comportamento térmico dos espaços do ambiente urbano, sem uma necessária revisão dos dispositivos da legislação urbanística que considerassem essas modificações. O crescimento das cidades, impulsionado pelo capital imobiliário, aos poucos vai causando impactos negativos no ambiente construído, que convergem para mudanças climáticas, trazendo preocupações aos estudiosos do clima urbano. Mesmo assim, a legislação reguladora deste processo não é precedida por nenhum estudo técnico a respeito destas transformações e o que elas podem acarretar para a deterioração da qualidade do ambiente urbano (CARVALHO, FREIRE & OLIVEIRA, 2001).

Não poderia ser muito diferente, já que na realidade o que se verifica é que a quase totalidade dos Planos Diretores não passa de planos de zoneamento, entendendo-se por zoneamento a legislação urbanística que varia no espaço urbano (VILLAÇA, 1999). Estes planos, ao longo dos anos, serviram, quase que exclusivamente, para atender a soluções e interesses claros e específicos, particularmente os das elites e os do capital imobiliário.

A preocupação com o conforto ambiental urbano nas normativas urbanísticas nunca ocupou lugar de destaque. Somente a partir das novas orientações constitucionais, o estado da arte nesse campo de conhecimento tem revelado sinais de redirecionamentos importantes. Os estudos de conforto ambiental que priorizavam a relação com o objeto edificado - a arquitetura do edifício isolado - agora se revelam presentes e norteadores dos projetos

urbanísticos e dos instrumentos de regulação urbana (ATAÍDE, 2001). Desta forma, torna-se urgente a realização de pesquisas, a fim de que possam ser obtidos parâmetros objetivos para a formulação racional de posturas restritivas, quanto à verticalização das cidades e outros assuntos pertinentes e, para que este processo tome corpo, é necessário, inicialmente, entender de que maneira a configuração urbana afeta as condições do clima.

Diversos autores têm relatado as diferenças microclimáticas promovidas nas cidades pelo processo de urbanização (LOWRY, 1967; LOMBARDO, 1985; OKE, 1996; UNGER, 1995; PITTON, 1997), mostrando que as variáveis urbanísticas de uso e ocupação do solo determinam os microclimas dos espaços urbanos a eles associados. O estudo deste clima urbano, segundo Katschner (1997), é um instrumento importante para o planejamento das cidades, durante o seu processo de crescimento, na medida em que considera a circulação do ar e as condições térmicas como aspectos relevantes para a preservação e o projeto do que ele chama de “clima urbano ideal”, evitando que as intervenções sobre o meio natural prejudiquem os recursos que o sítio oferece, e assegurando a circulação e a renovação das massas de ar.

Estas intervenções, que modificam substancialmente o clima das cidades, são resultado das condições particulares do meio ambiente urbano, seja pela sua rugosidade, ocupação do solo, verticalização das edificações, orientação, permeabilidade e propriedades dos materiais constituintes e redução das áreas verdes, entre outros fatores, causando alterações nos atributos climáticos locais (LOWRY, 1967; JESUS, 1995; OKE, 1996). Estas alterações vão se dar na velocidade e direção dos ventos, nas temperaturas, na umidade e mesmo nas precipitações (OLIVEIRA, 1987; LOMBARDO, 1997) resultando, na maioria das vezes, em condições adversas.

Outro aspecto a ser considerado, conforme Leveratto (1999), é que as condições microclimáticas podem, em grande parte, ser fator determinante para a qualidade, quantidade e forma de uso dos espaços públicos. Apesar disso, arquitetos e urbanistas parecem desconhecer a importante influência das decisões de desenho, como o tipo de superfície, a geometria do espaço, a presença ou não de vegetação, entre outras, nas condições ambientais dos espaços exteriores. A vegetação, por exemplo, desempenha um importante papel ambiental, uma vez que possui o efeito de amenizar o clima. Segundo Givoni (1998), esse fato é consequência de algumas propriedades características das áreas cobertas com vegetação, que as diferenciam das áreas construídas, como a baixa capacidade e

condutividade térmica das plantas e a absorção da radiação solar, principalmente pelas folhas, implicando em uma reflexão da radiação menor (baixo albedo¹). Além disso, a taxa de evaporação é muito mais alta nas áreas verdes do que nas áreas edificadas. Isto posto, percebe-se que a atividade projetual do profissional da área de arquitetura e do desenho urbano necessita contribuir para a qualidade de vida urbana e o conforto dos usuários dos espaços (PRATA 1998).

Outra questão a ser abordada é quanto às mudanças na paisagem provocadas pelas intervenções no ambiente urbano, sabendo-se que estas mudanças determinam condições que interferem diretamente na qualidade de vida dos habitantes das cidades. A definição de “ecossistema urbano”, de acordo com Gómez et al. (2001), refere-se à substituição do habitat natural por outro mais adequado às necessidades das pessoas atualmente. Entretanto, o ambiente artificial tem excedido a capacidade biológica de seus habitantes, que sentem necessidade crescente de equilíbrio envolvendo elementos naturais, como espaços livres de construções e presença de vegetação e água.

Conforme visto, o acelerado processo de verticalização, densificação e impermeabilização das áreas urbanas, requer a necessidade de investigações e estudos mais detalhados sobre o impacto destas características da forma urbana, nos espaços públicos, residindo o problema dessa investigação nos supostos efeitos negativos ocasionados pelas modificações que os atributos da forma urbana possam provocar no clima urbano, através da modificação de suas variáveis climáticas, repercutindo na criação de espaços públicos abertos sem conforto térmico adequado.

Finalizando, é de particular interesse as observações do arquiteto Frank Lloyd Wright, ao se referir ao processo de verticalização das cidades americanas, quando diz que:

[...] Pouco importa se cada arranha-céu se choca com seu vizinho e, com sua massa desordenada e implacável, tapa o horizonte aos olhos enlouquecidos que o contemplam de baixo, perdidos nas sombras que eles projetam aos seus pés. A sombra projetada pelo arranha-céu dá a significação completa desse fenômeno: ela é a apoteose e a sobrevivência da antiga sombra da muralha. A perpendicularidade exagerada não é moralmente admissível. É a tara das nossas grandes cidades [...] A perpendicular projeta sombra. Se fossem respeitados os direitos cívicos do vizinho que eles mergulham nessa sombra, não poderia haver arranha-céus como os que conhecemos hoje” (CHOAY, 2005, p.240).

¹ Albedo: índice de reflexão das radiações solares sobre as diferentes superfícies de recobrimento do solo.

1.1 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA

A ausência de dispositivos legais na legislação urbanística que levem em consideração aspectos relativos às condições de conforto térmico dos espaços públicos, dá continuidade a um processo de deterioração das condições ambientais das áreas urbanas, que vem ocorrendo ao longo dos anos. Também não há uma aferição dos resultados advindos da aplicação destes dispositivos, nos recintos urbanos, que pudessem servir de referência, independentemente de se incorporar ou não critérios climatológicos no estabelecimento dos índices urbanísticos. Os desacertos são recorrentes e muitas vezes implicam no dispêndio de grandes somas investidas pelo poder público, no projeto ou na remodelação de áreas urbanas.

O preenchimento desta lacuna pode ser proveniente de investigações que busquem avaliar as condições destes espaços públicos, nos aspectos referentes ao conforto térmico, já que ainda são poucos os trabalhos que fazem esta abordagem, embora a grande maioria da população viva hoje nas grandes cidades.

A definição de Torres como estudo de caso enquadra-se nos argumentos citados. No caso específico deste estudo, sendo avaliada a condição de conforto térmico em espaços públicos abertos nesta cidade.

Na medida em que existem inúmeros índices de conforto térmico para espaços externos, apontados pela literatura e adotados nas mais diversas situações, o uso comparativo de alguns deles reveste-se de importância na avaliação dos espaços. Além disso, pelo fato de existirem diversos programas de simulação sendo utilizados para avaliação de conforto térmico, cujos resultados muitas vezes se mostram contraditórios à realidade, o uso de programas que utilizam para seus cálculos dados medidos em condições reais, aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos, somando-se a isso a participação dos usuários nestas avaliações.

Após a avaliação dos espaços públicos abertos, e da apresentação dos níveis de conforto para cada área, é possível a verificação da existência de um clima urbano, além de um maior entendimento de quais, e de que maneira, as características da forma estão afetando este clima, e quais são as principais variáveis sendo afetadas. Melhorias nos espaços, passíveis de implementação, podem ser identificadas a partir desta avaliação.

Em uma cidade cuja economia depende quase que exclusivamente do turismo, a qualidade dos espaços urbanos oferecidos aos visitantes reveste-se de fundamental importância, principalmente no verão, que é quando ocorrem ao litoral grandes contingentes populacionais.

Finalizando, os procedimentos metodológicos adotados, bem como os dados coletados *in loco* e os diferentes índices calculados, podem servir de referencial para futuros trabalhos a serem realizados em outras localidades, em situações similares.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o conforto térmico de espaços públicos abertos em áreas urbanas com diferentes configurações morfológicas.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Estabelecimento de uma metodologia de avaliação de espaços públicos abertos, através da comparação de índices de conforto térmico, calculados a partir de variáveis ambientais e humanas coletadas, com resultados advindos do uso de ferramentas específicas da área ambiente-comportamento;
- Caracterização do microclima dos espaços analisados e comparação com o clima local definido pelos dados da mesoescala meteorológica;
- Seleção e comparação de índices de conforto térmico para espaços externos a serem adotados para a avaliação dos espaços públicos abertos;
- Gerar subsídios auxiliares na elaboração de legislações urbanísticas, ressaltando a importância da incorporação dos aspectos climáticos no estabelecimento dos dispositivos legais;
- Proposição, a partir da avaliação das condições ambientais dos espaços analisados, de sugestões de readequação destes espaços;
- Servir de referência a estudos semelhantes que possam ser realizados em municípios com características urbanísticas similares ao município objeto de estudo.

1.3 DELIMITAÇÕES

Definido o objeto de estudo, bem como os objetivos da pesquisa, pode-se traçar os contornos que a delimitam.

Como o objeto de estudo selecionado consiste de uma cidade do litoral, com forte vocação turística, o trabalho de campo foi realizado no mês de fevereiro de 2006, no período de verão, quando ocorre a ocupação máxima da cidade, somando-se a sua população normal uma população flutuante constituída de veranistas.

O trabalho de campo foi realizado em três espaços públicos abertos, tomando-se uma amostragem aleatória para cada local, no sentido de buscar-se a real utilização dos espaços analisados, sem a distinção entre usuários moradores ou veranistas.

A caracterização climática de Torres foi estabelecida através da revisão da literatura e das normais climatológicas provenientes da estação meteorológica local do 8^o DISME – Oitavo Distrito de Meteorologia do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, que também disponibilizou os dados climáticos diários para comparação.

O tempo e os recursos materiais e humanos disponíveis possibilitaram medições nos três espaços públicos abertos analisados e em outro local do município objeto de estudo, em paralelo a estas medições.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação é composta por cinco capítulos estruturados de forma seqüencial lógica. Após uma rápida introdução ao tema, no primeiro capítulo são expostas as justificativas para a execução do trabalho, os objetivos geral e específicos e as delimitações da pesquisa.

No segundo capítulo é feita a revisão da literatura, onde são examinados, inicialmente, os aspectos referentes ao clima, seus elementos, parâmetros e escalas. Em um segundo momento é feito um panorama geral sobre o clima e a legislação urbanística, considerando-se desde aspectos históricos, até aqueles integrantes das legislações em vigor, pertinentes ao estudo. Na seqüência é discutido o conceito de conforto térmico e suas variáveis ambientais e humanas e, a partir desta definição, são identificados os atributos da forma urbana que podem influenciar nas variáveis ambientais. Após são apresentados os principais índices de conforto térmico para espaços externos, calculados a partir das variáveis ambientais e humanas

estabelecidas. Parte-se, então, para uma abordagem sobre a introdução dos usuários como mais uma variável no presente estudo, o que remete aos conceitos da área ambiente – comportamento. Finalizando, são estabelecidas as principais relações entre as diferentes variáveis consideradas, necessárias para que sejam alcançados os objetivos da pesquisa.

No terceiro capítulo são apresentados os aspectos relativos aos métodos e instrumentos de pesquisa adotados a fim de que sejam atingidos os objetivos propostos. Inicialmente, é definido o objeto de estudo e são selecionadas as unidades de análise, especificando-se os critérios determinantes para sua escolha. Parte-se então para a descrição dos métodos e técnicas de coleta de dados que são fundamentados na área de pesquisa ambiente – comportamento. Após, são expostos os métodos e instrumentos utilizados para análise dos dados. Finalizando, apresenta-se a descrição detalhada dos principais aspectos relacionados ao trabalho de campo.

No quarto capítulo são analisados os dados coletados e apresentados os resultados referentes aos objetivos da pesquisa, investigando-se as relações entre as variáveis consideradas a partir da revisão da literatura. Inicialmente, são apresentadas as variáveis da forma urbana e as variáveis ambientais, verificando-se a relação entre elas. Na seqüência, são elencadas, para cada espaço analisado, as variáveis humanas de conforto térmico. A partir das variáveis ambientais e humanas de conforto são calculados os índices de conforto térmico, para os espaços investigados, e verificada a sua relação com as variáveis da forma urbana. A seguir são apresentadas as demais variáveis humanas, referentes à caracterização geral e de agradabilidade e percepção dos usuários. Após, são investigadas as relações entre as variáveis da forma urbana e as variáveis humanas.

No último capítulo são apresentadas e discutidas as conclusões sobre as relações entre as variáveis pré-estabelecidas, visando à avaliação de conforto térmico dos espaços públicos abertos, para o estudo de caso. Finalizando, são expostas as considerações finais, bem como as sugestões para futuros trabalhos.

2. CLIMA, CONFORTO TÉRMICO E ESPAÇO URBANO

2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, a partir da revisão da literatura, são examinados os principais aspectos dos conceitos considerados neste trabalho. Para isso, inicialmente, são definidos o clima, seus elementos, parâmetros e escalas. Em um segundo momento é feito um panorama geral sobre o clima e a legislação urbanística, considerando-se desde aspectos históricos, até aqueles integrantes das legislações em vigor, pertinentes ao estudo. Na seqüência, é examinado o conceito de conforto térmico e definidas variáveis ambientais e humanas que intervêm na determinação de conforto. A partir disso, são identificados os atributos da forma urbana que podem influenciar nas variáveis ambientais. Após, são apresentados os principais índices de conforto térmico para espaços externos, calculados a partir das variáveis ambientais e humanas estabelecidas. Parte-se, então, para uma abordagem sobre a introdução dos usuários como mais uma variável no presente estudo, o que remete aos conceitos da área ambiente – comportamento. Finalizando, são estabelecidas relações entre as diferentes variáveis consideradas, necessárias para que sejam alcançados os objetivos da pesquisa.

2.2 CLIMA

2.2.1 Etimologia, Elementos e Fatores Climáticos

A palavra clima é originária do grego *klima*, significando inclinação, em clara referência à influência da inclinação do eixo terrestre, em relação ao plano definido por sua trajetória em torno do sol, na determinação dos tipos de clima ocorrentes em nosso planeta (SATTLER, 1992). Sem diferenças significativas de autor para autor, são encontradas na literatura diversas definições de clima. Givoni (1976) diz que o clima de uma região é determinado pelo padrão de variações de diversos elementos e suas combinações. Mascaró (1983), por sua vez, entende por clima de uma região como a condição geral do tempo nesta região, sendo este uma feição característica e permanente do estado de tempo num lugar, em meio a suas infinitas variações. Já Rivero (1985) entende clima como o conjunto de fenômenos meteorológicos que definem a atmosfera de um lugar determinado, não havendo duas zonas que tenham o mesmo clima, e os parâmetros que o determinam sempre apresentando valores diferentes. Afora estas definições, têm-se as diferentes classificações

climáticas que são elaboradas com vistas à solução de problemas específicos, como por exemplo, o exame da inter-relação entre clima e vegetação ou clima e conforto humano (SATTLER, 1992). Exemplo bastante conhecido é o método de Köppen (apud STRAHLER, 1977) que classifica o clima em função do crescimento das plantas.

Na tentativa de melhor entender o clima, surge um ramo da geografia física, a *climatologia*, como uma ciência de síntese, aplicada a um determinado local, que implica no conhecimento dos estados da atmosfera e sua dinâmica. A *meteorologia*, por sua vez, procede à observação dos fenômenos ocorrentes e trata de explicá-los. Enquanto a meteorologia é basicamente prospectiva, visando a previsão do tempo, a climatologia é retrospectiva, subdividindo o clima em uma série de elementos e procurando entender suas variações através do estudo de suas causas determinantes, os fatores climáticos. Olgyay (1963) considera que os elementos climáticos que mais afetam o conforto humano são a temperatura, a radiação e os ventos, tratando de forma particular os efeitos da umidade, da precipitação e da pressão de vapor. Givoni (1976) aponta que os principais elementos climáticos, que devem ser considerados para o conforto humano, são a radiação solar, a radiação de onda longa do céu, a temperatura do ar, a umidade, o vento e a precipitação. Para Romero (1988) estes elementos climáticos são a temperatura, a umidade do ar, as precipitações e o movimento do ar. Quanto aos fatores climáticos, Sattler (1992) cita que os principais são a radiação solar, a inclinação do eixo terrestre, a superfície receptora de radiação, o balanço térmico, a rotação terrestre, os sistemas de pressão, a circulação geral da atmosfera, as correntes oceânicas e as massas de ar. Romero (1988) classifica os fatores climáticos em globais: radiação solar, latitude, altitude, ventos e massas de água e terra; e fatores climáticos locais: topografia, vegetação e superfície do solo. De forma geral todos os autores ressaltam que os elementos e fatores atuam em conjunto, sendo que cada um deles é o resultado da conjugação dos demais.

Não há uma significativa divergência entre os autores na classificação dos elementos e fatores climáticos. Dependendo do tipo de abordagem, a definição deste ou daquele elemento está diretamente ligada aos objetivos a serem alcançados em diferentes estudos: clima do edifício, clima urbano, conforto humano, etc. No caso deste trabalho, os elementos considerados são aqueles passíveis de medições em espaços abertos, afetando o conforto humano, e os fatores são aqueles que influenciam diretamente os elementos climáticos considerados. Os fatores climáticos locais estão mais ligados às características da forma urbana, enquanto os elementos vão estar diretamente ligados às variáveis ambientais. A partir

da conjugação destes elementos e fatores têm-se as diferentes escalas de abordagem do clima, como é apresentado a seguir.

2.2.2 Escalas Meteorológicas

O ambiente meteorológico de um determinado local é o resultado de processos físicos atuando em diferentes escalas. A circulação geral da atmosfera e as características geográficas em escala maior de cada continente formam as condições básicas no tempo e no espaço. O pesquisador deve decidir em que medida tais variações devem ser levadas em consideração, bem como sobre a escolha dos valores básicos e do nível de probabilidade a estes associados. Pode-se distinguir três escalas meteorológicas, de acordo com os diferentes tipos de processos físicos implícitos na interação entre a atmosfera e o solo: a *macroescala*, que compreende a escala regional, em que os dados meteorológicos são coletados através dos serviços meteorológicos nacionais, ficando o armazenamento e, dentro de certos limites, o tratamento destes dados, a cargo destes serviços; a *mesoescala* ou escala local, que é a escala das cidades e das grandes zonas de construção, onde os dados podem ser provenientes daqueles da macroescala, de medições particulares sobre o terreno e de modelos teóricos, apoiando-se esta tarefa, fundamentalmente, na meteorologia. A importância dos recursos a serem utilizados depende do que esteja sendo desejado em cada domínio de aplicação particular; a *microescala*, em torno e no interior das edificações e espaços construídos, onde os processos físicos e químicos, ligando o ambiente meteorológico em macroescala e na escala local, com os espaços edificados e suas funções, aparecem em microescala e são fortemente influenciados por estes espaços (SATTLER, 1992).

Tabela 1: Importância relativa das diferentes escalas meteorológicas.

| | Macroescala (escala regional) | Mesoescala (escala local) | Microescala (entorno e interior dos espaços edificados) |
|---|-------------------------------|---------------------------|---|
| Planificação regional | Dominante | Importante ¹ | Menos importante |
| Urbanismo | Importante | Dominante | Importante |
| Escolha do local e estudo da edificação | Importante ² | Importante | Dominante |

Nota: 1) a escala local pode assumir uma característica dominante em regiões de topografia acidentada (países montanhosos); 2) a macroescala pode assumir uma característica dominante no que concerne à normalização e à regulamentação na construção.

A importância relativa destas três escalas não é a mesma para os diferentes níveis de decisão na arquitetura, no urbanismo e na construção, como pode ser observado na Tabela 1.

Katschner (1998) apresenta uma outra interpretação dentro desta mesma ótica, relacionando as escalas meteorológicas com os sistemas de planejamento, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Escalas meteorológicas e a estrutura dos sistemas de planejamento.

| | Macroescala | Mesoescala | Microescala |
|--------------------------|--|-----------------------------------|---|
| Distância característica | 2.500 km | 2,5 a 2.500 km | < 2,5 km |
| Tempo característico | 3 dias | 1 minuto a 3 dias | < dias e minutos |
| Fenômeno meteorológico | Sistemas de circulação global e regimes de clima | Climatologia urbana topoclimática | Clima urbano de espaços abertos |
| Nível de planejamento | Acordos internacionais | Planejamento regional | Planejamento do espaço aberto e arquitetura |

A mesoescala tem papel significativo neste trabalho, pois a caracterização climática do local objeto de estudo é feita a partir de dados provenientes desta escala. Já na análise das relações a serem investigadas, a microescala meteorológica (microclima) passa a ter um papel de destaque, visto que assume um caráter importante para o urbanismo em geral e um caráter dominante quando da escolha do local das áreas edificadas (Tabela 1). No nível de planejamento está diretamente relacionada com o planejamento dos espaços abertos e como fenômeno meteorológico está relacionada ao clima urbano destes espaços (Tabela 2). São os dados provenientes da microescala que vão determinar o microclima, que são as infinitas variações dentro de cada região definida por um tipo de clima. Nos diferentes lados de uma encosta, por exemplo, as quantidades de radiação solar incidente e a velocidade do vento são distintas. Os parâmetros climáticos registrados no centro de uma cidade não são iguais aos de sua periferia devido às propriedades térmicas, por exemplo, dos materiais de construção e pavimentação. Uma simples árvore com sua sombra pode estar criando vários microclimas (SATTLE, 1992).

Deste modo, a forma urbana, com seus elementos constituintes, provoca mudanças nos elementos climáticos que, por sua vez, originam microclimas particulares, que podem ser percebidos em um bairro, rua, praça ou parque urbano (MASCARO, 1996). Os fatores geradores da forma urbana e a maneira como suas características modificam o clima urbano é o que se busca investigar a partir de então.

2.3 O CLIMA E A CONSTRUÇÃO DAS CIDADES

2.3.1 Gênese e Histórico Geral

A adequação das cidades e habitações às características climáticas do local onde serão implantadas não é algo assim tão novo, com diversos exemplos ao longo da história. Um exemplo disso, é que tanto na época dos gregos quanto na dos romanos foram construídas cidades com estrutura urbanística de modo a que todos tivessem acesso a um condicionamento natural de suas residências (CORBELLA, 1985).

A cidade de Olinto, na Macedônia, fundada em 432 e destruída em 347 a.C., tinha sua parte mais nova construída segundo uma planta hipodâmica (traçado xadrez), com ruas principais que seguiam a direção norte-sul, separadas entre si por uns 100 metros, cortadas no sentido leste-oeste por ruas um tanto mais estreitas, separadas umas das outras por uns 40 metros. Deste modo era possível obter uma exposição ao sul das casas que compunham os blocos colocados daquele modo, já que a casa grega era construída à volta de um pátio que lhe permitia se beneficiar da exposição ao sul. Em Olinto, o pátio situava-se sempre na fachada sul do bloco, mesmo que a entrada da casa fosse noutro lado. O sol podia assim penetrar, no inverno, até ao fundo da habitação principal, que usualmente estava por trás de um pórtico, de maneira que no verão, pelo contrário, quando o sol estava mais alto, este pórtico protegia a casa da incidência solar direta em seu interior (GOITIA, 1982).

O primeiro regulamento a ser estabelecido, no sentido de garantir o acesso ao sol, que se tem conhecimento na história, surgiu em Roma em 600 a.C. Um tipo de residência aquecida pelo sol, o Heliocaminus, teve uma lei que assegurava seu direito ao sol, lei esta que foi incorporada ao Código Justiniano da época: “se qualquer objeto for localizado de forma tal que tire os raios solares de um Heliocaminus, pode ser afirmado que este objeto cria uma sombra num lugar onde a radiação solar é absolutamente necessária, e isto viola o direito do Heliocaminus a ter sol” (CORBELLA, 1985; PEREIRA & MINCACHE, 1990).

Em se reportando à arquitetura moderna, existem muitos estudos de arquitetos racionalistas sobre a orientação dos edifícios e a distância entre eles determinada pela trajetória do sol. Os eixos heliotérmicos determinaram a orientação do tecido urbano em muitas cidades modernas (MASCARÓ & MASCARÓ, 1992). A relação entre o sol e a terra e o uso hábil e inteligente desta relação esteve presente também nos estudos de Walter Gropius

sobre distâncias e alturas adequadas para blocos retangulares de apartamentos, e na Torre das Sombras, em Chandigar, na Índia, de Le Corbusier, para citar apenas alguns exemplos (PEREIRA & MINCACHE, 1990).

Um exemplo contemporâneo é aquele resultante de pesquisas, nos anos 1980, de uma equipe da Universidade de Berkeley que trabalhou em conforto térmico de espaços ao ar livre, particularmente nas implicações das soluções de projeto para o microclima de São Francisco, que conduziu a uma legislação de acesso solar e proteção ao vento. Resultado disso é que nessa cidade, através da legislação, novos edifícios têm que ser localizados de modo que os ventos ao nível do solo sejam limitados a 5m/s, em áreas onde pessoas sentam-se por 90% das horas do dia claro. Também, novas construções não podem projetar sombra em um parque entre uma hora depois do nascer do sol e uma hora antes do por do sol, durante todo o ano (NIKOLOPOULOU ET AL., 1998).

2.3.2 Gênese e Histórico no Brasil

No Brasil, a adequação das habitações e das cidades às características do clima, incorporando estas questões às legislações urbanísticas, também não é uma coisa assim tão recente. O início de preocupações desta natureza está ligado diretamente ao sanitarismo que tem origem nos preceitos do positivismo comteano (WEIMER, 2004). Para Comte, baseando-se em conceitos da filosofia grega clássica, os problemas de saúde eram basicamente questões de engenharia, de acordo com o princípio de que um ambiente saudável geraria as condições primordiais de uma vida saudável. Pelo lado oposto, ambientes pútridos gerariam “miasmas”, isto é, emanções doentias que contaminavam as pessoas. Segundo Weimer (2004), estes princípios foram utilizados na estruturação dos códigos de posturas que passaram a normalizar as construções a partir da instauração da República, o que teve por consequência uma considerável melhoria na qualidade das habitações e das construções em geral, ao impor a ventilação de todos os compartimentos das construções e o incentivo à ampla insolação dos prédios. Com o sucesso do golpe militar dado por Deodoro da Fonseca, os positivistas tiveram a grande oportunidade de criar cidades novas e reformular as velhas de acordo com estes princípios.

Como se pode observar, a origem de determinadas preocupações está diretamente ligada ao ideal salubrista – uma outra denominação para sanitarismo – do século XIX. Do final deste século, até a terceira década do século XX, a ventilação e a insolação – nem

sempre numa perspectiva conjunta – estarão fundamentalmente relacionadas com a salubridade (SEGAWA, 2003). Segundo esse autor, em 1878, ainda antes do advento da República, surge uma primeira publicação editada no Brasil, de autoria de Luiz Schreiner, engenheiro-arquiteto formado na Europa, publicação esta que tratava sobre a questão da ventilação, inserida no ideário salubrista onde era afirmado que:

[...]Até certo ponto pode-se considerar a vida civilizada como uma luta contra o clima, nas latitudes altas não só contra o frio excessivo do inverno, mas também contra o calor demasiado do verão, e nas latitudes baixas contra o último [...] É incontestável a necessidade, para o Rio de Janeiro principalmente, de uma transformação absoluta dos sistemas de construções. É uma triste verdade, não haver no mundo outro país, em que a construção de habitações tão pouco corresponda ou para melhor dizer, de nenhum modo esteja de acordo com as exigências do clima (SCHREINER, 1878, apud SEGAWA, 2003, p.39).

Não obstante a obra de Schreiner, de 1878, ter sido dedicada à ventilação, a insolação também havia sido abordada, conforme pode ser verificado no parágrafo acima.

Já no século XX vão aparecer outros profissionais abordando questões relacionadas à insolação e à ventilação. Em 1904, participando de uma comissão encarregada de proceder à revisão do Código Sanitário do Estado de São Paulo, Victor da Silva Freire, defendia que:

[...] tendo em conta a climatologia geral do estado, com o seu elevadíssimo grau de umidade do ar [...] a orientação dos prédios será de tal forma que assegure uma insolação de três a quatro horas por dia, no mínimo (FREIRE, 1914, apud SEGAWA, 2003, p.41).

A insolação conquistava uma outra importância. O mesmo autor aponta, entre as conclusões do III Congresso Internacional de Saneamento e Salubridade da Habitação em Dresden, 1911, que:

[...]A importância da ação direta dos raios de sol é fundamental na construção das cidades. O espectro solar revelou-nos os raios ultravioletas como sendo microbicidas por excelência [...] Ora, é incontestável que o sol tem sido esquecido nos nossos planos de cidades; é esse um ponto fundamental que necessita reforma profunda nos nossos hábitos (FREIRE, 1916, apud SEGAWA, 2003, p.41).

A insolação como profilaxia, como terapêutica, vai ganhando corpo no discurso médico. Os engenheiros e arquitetos compartilhavam a prática salubrista e colaboravam na vulgarização da chamada “questão de higiene pública e privada moderna” derivada dos poderes bactericidas da incidência solar, como norteadora dos códigos sanitários e de obra, impondo orientações para edifícios, aberturas de janelas e tempos mínimos de insolação,

caminhando para questões mais amplas como orientação e dimensionamento de ruas e quarteirões, afastamentos mínimos e alturas de prédios. Em particular, os engenheiros contribuíram, a partir da astronomia, na elaboração de diagramas de insolação e gráficos de projeção de sombras, evidenciando as melhores orientações segundo a trajetória solar. Entre os trabalhos pioneiros, encontrava-se o livro do engenheiro paulista Alexandre de Albuquerque, “Insolação: orientação e largura das ruas, altura dos edifícios”, de 1916. Esse autor, mais do que propor ábacos de insolação para a condição paulistana, arremetia-se contra um paradoxo, ainda em 1917:

[...]Entre nós, nada se tem feito até agora, para que as novas ruas sejam orientadas de modo a facilitar o assoalhamento dos prédios marginais. As fontes de consulta que possuem os nossos legisladores são as leis criadas e promulgadas em países estrangeiros. Essas leis, porém, nem sempre se adaptam aos usos indígenas e muito menos se coadunam com a nossa latitude e condições climáticas. A nossa posição geográfica, e as exigências comerciais e sociais, não aceitam em matéria de insolação, largura de prédios e altura de edifícios, as normas de Paris ou Berlim (ALBUQUERQUE, 1917, apud SEGAWA, 2003, p.42).

Em Porto Alegre, uma das primeiras referências a estas questões aparece na publicação de Hofmann (1925) onde o autor, quando classifica as ruas em categorias – as de primeira ordem, as de segunda ordem e as ruas monumentais – complementa dizendo que as ruas de primeira ordem deveriam formar o esqueleto do projeto e as ruas secundárias decorrentes deveriam ser concebidas de acordo com a ventilação e a insolação, sem descuidar da arborização.

Como pode-se ver, tanto em nível nacional quanto no exterior existem inúmeras referências à necessidade de incorporação dos condicionantes climáticos quando do estabelecimento de normas e legislações urbanísticas, revelando a importância destes aspectos. Entretanto, como é discutido a seguir, muito pouco foi incorporado ao que foi realizado posteriormente.

2.3.3 O Clima e a Legislação na Construção das Cidades

A legislação urbana, na figura dos seus planos diretores e de diretrizes, é reguladora da ocupação do espaço urbano e acaba sendo um dos agentes responsáveis pela configuração morfológica das cidades, na medida em que são estabelecidos índices e normas que regulamentam quesitos como a altura das edificações, a ocupação e o aproveitamento dos

lotes, os recuos entre as edificações e entre estas e os limites dos lotes, além de definir o uso e a densidade em zonas determinadas.

Entretanto, apesar do caráter determinante dos planos e diretrizes, é fato que a preocupação com o conforto ambiental urbano nas normativas urbanísticas nunca ocupou lugar de destaque até a última década do século passado. Recentemente, principalmente a partir das novas orientações constitucionais, o estado da arte nesse campo de conhecimento tem revelado sinais de redirecionamentos importantes. Os estudos de conforto ambiental que priorizavam a relação com o objeto edificado - a arquitetura do edifício isolado - agora se revelam presentes e norteadores dos projetos urbanísticos e dos instrumentos de regulação urbana (ATAÍDE, 2001). Dentro desta linha o autor realiza trabalho no município de Natal – RN, onde apresenta resultados de algumas primeiras análises sobre os instrumentos de referência das duas últimas décadas, os Planos Diretores de 1984 e 1994, onde se procurou analisar o tratamento dispensado aos componentes ambientais mais significativos enquanto meio de defesa da qualidade ambiental do município.

Outro aspecto que pode ser ressaltado é o aproveitamento dos recursos naturais do vento que ainda não é uma prática incorporada à ação do planejamento urbano. Não existem normas edilícias, nos Planos Diretores, que sejam fruto de um planejamento que integre o sistema de ventilação aos diversos sistemas urbanos. As normas legais que regulam a forma de ocupação e uso do solo nas cidades contêm instrumentos que supostamente estariam fundamentados em princípios de conforto ambiental. A exigência de recuos, nos Planos Diretores Municipais, está fundamentada na necessidade de ventilação e iluminação natural indispensáveis para a manutenção dos níveis de conforto humano e de salubridade nos ambientes das edificações. No entanto, para o estabelecimento ou modificação desses índices e prescrições urbanísticas, não são realizados estudos nem avaliações de seus efeitos, o que resulta, muitas vezes, em normas que não correspondem à realidade climática local (COSTA & ARAÚJO, 2001).

Em uma aproximação à realidade local, uma análise sucinta da legislação urbanística confirma o que está sendo afirmado, como pode ser observado a seguir.

2.3.4 O Clima e a Legislação Urbanística em Porto Alegre

É importante um breve apanhado sobre a legislação urbanística de Porto Alegre, já que são nos diferentes planos para esta cidade que a maioria das cidades do interior do Rio Grande do Sul vão buscar idéias para seus próprios planos.

Tanto no Plano de Melhoramentos de Moreira Maciel, bem como no Plano de Arnaldo Gladosh não foram feitas quaisquer referências às questões em análise, já que se trataram ou de planos de embelezamento ou de planos viários. A adoção de um sistema de planificação urbana para Porto Alegre, orientado e estruturado segundo os preceitos técnicos da urbanística moderna, concretizou-se de forma objetiva somente em 1959, quando da instituição de um Plano Diretor, com a fixação de normas para a sua execução, como parte de um Plano Diretor integral, constituído de: Código de Obras; Código de Loteamentos; o Plano Urbanístico propriamente dito. Este Plano Diretor estabeleceu um zoneamento que organizou a cidade em zonas de caráter residencial, comercial e industrial. A este zoneamento fundamental se conjugaram três zoneamentos complementares e que estabeleciam os limites da densidade de população, os limites da percentagem de ocupação do solo pelas edificações e os limites das alturas das edificações nas diferentes zonas e principais logradouros da cidade. Eram eles denominados zoneamento de uso, de índices de aproveitamento, de taxas de ocupação e de alturas, respectivamente. Aqui vão aparecer as primeiras referências a questões como ventilação e insolação quando é dito que:

[...]apesar das limitações de altura terem em parte perdido seu significado e importância, em razão das limitações impostas pelos índices de aproveitamento, contém este zoneamento dispositivos destinados a impedir que prédios de grande altura venham prejudicar residências vizinhas, especialmente nas zonas residenciais, obrigando-os a observar recuos laterais e de fundos proporcionais ao seu porte. [...] Este sistema de recuos laterais e de fundos nas edificações de maior porte modificará, com o decorrer do tempo, o aspecto das avenidas e de algumas ruas residenciais de hoje, nas quais se nota a tendência de se formarem aglomerados de grandes edifícios, constituindo verdadeiras barreiras de concreto armado entre os logradouros e as áreas interiores dos quarteirões. A nova legislação promove o afastamento destes edifícios de suas divisas laterais, criando-se assim áreas abertas entre os mesmos, beneficiando-se não só as condições de aeração e insolação dos prédios, como também dos logradouros (PLANO DIRETOR DE PORTO ALEGRE, 1964, p. 43).

No plano seguinte (PDDU, 1979), é feita uma crítica ao então plano vigente que, quando concebido, o fora em uma época em que os problemas ambientais, embora latentes, não tinham ainda assumido o grau de conscientização que atingiriam nos próximos anos.

[...]Entre outros fatores, percebe-se que a cidade, em face do seu grau de urbanização, não atingia o estágio onde aparecem, de forma mais evidente, os inevitáveis choques entre o meio natural e o crescimento urbano, quando não harmonizados. Hoje, esta harmonia necessária está integrada à consciência coletiva e deve ser materializada, a todo o custo, sob pena de chegar-se à alienação completa do homem em relação à natureza, [...] As condições biofísicas do território da capital, incluindo as áreas próximas da região, foram exaustivamente examinadas nos aspectos relativos ao relevo, fauna e flora, ecologia, exposições solares, hidrografia, entre outros [...] Procurou-se assegurar os contatos visuais entre a cidade e a paisagem distante, ao mesmo tempo que preservar, dentro dela, os remanescentes notáveis da paisagem natural próxima, utilizando-se diversos dispositivos de controle, notadamente aqueles que regulam as alturas e os volumes das edificações” (PDDU, 1979, p. 14).

Malgrado todo este discurso “ambientalista”, o resultado da aplicação deste plano não correspondeu a tal discurso se tomarmos como referência às questões relativas ao conforto ambiental tanto de espaços externos, quanto das edificações como um todo. O mesmo já ocorria com o plano anterior apesar das questões relativas a ventilação e insolação destacadas.

O Plano Diretor de 1999 ora vigente, vai trazer novos conceitos como o de sustentabilidade: “...um Plano de Desenvolvimento que necessariamente deva ser de natureza sustentável., haja vista a sua exigência, frente aos novos condicionantes sócio-ambientais...” (PDDUA, 1999). Este Plano Diretor, como proposta de modelo para o desenvolvimento urbano, se estrutura a partir de alguns princípios que são demonstrados através das estratégias. Dentre eles pode-se destacar a simplificação dos dispositivos de controle da edificação, visando uma densificação controlada, a distribuição estratégica do solo criado, a diversidade morfológica e a incorporação ao poder público do papel de articulador de projetos especiais, que sendo o tema mais polêmico, teve seus pressupostos compatibilizados com as expectativas das entidades civis que se manifestaram pela manutenção das características da morfologia edilícia implantada a partir do 1º PDDU. Outra estratégia é a qualificação ambiental, considerando o conjunto ambiente natural/ambiente construído e buscando valorizar a paisagem como um todo, com a definição de projetos especiais que possibilitem a sustentabilidade das áreas de preservação, através da implantação de atividades adequadas a este fim. Também a recuperação de ecossistemas degradados e a integração da ação dos órgãos de saneamento, assim como a previsão de projetos na área de conservação de energia, são essenciais para o cumprimento deste objetivo (PDDUA, 1999).

Independente de um novo discurso “ambientalista”, fica clara a repetição dos erros do plano anterior na medida em que são mantidas as características da morfologia edilícia, cujo

resultado é a degradação cada vez maior dos espaços urbanos, sem falar na alteração dos regimes de altura em determinados bairros da cidade, com características notadamente de edificações unifamiliares, deteriorando ainda mais as condições de conforto ambiental das edificações e dos espaços exteriores.

Finalizando, não fica claro se na elaboração de todos estes instrumentos houve, em algum momento, uma verdadeira preocupação com a incorporação de condicionantes climáticos, bem como com os resultados advindos da aplicação destes instrumentos. Como bem observa Anzolch (1995), independentemente de se incorporar ou não critérios climatológicos no estabelecimento de índices urbanísticos, a dificuldade de se mensurar os resultados advindos da aplicação da legislação tem-se mostrado problemática. A utilização de índices para o controle do desenvolvimento urbano não tem implicado na aferição e no monitoramento das formas geradas por estes mesmos índices.

2.3.5 O Clima e a Legislação Urbanística no Interior do Rio Grande do Sul

Segundo Weimer (2004), o Plano Diretor de Porto Alegre de 1959 seria seguido de um bom número de planos diretores para cidades do interior como Passo Fundo, Lajeado, Rio Grande e Caxias do Sul. Entretanto, algumas destas cidades, já na década de quarenta, produziram seus planos diretores como é o caso de Uruguaiana. Contudo, tais planos não consideraram as questões ambientais ou as consideraram sucintamente. No plano de Uruguaiana, por exemplo, na crítica que o autor faz ao traçado xadrez da cidade (RIBEIRO & PAIVA, 1945), não fica claro se os problemas encontrados referem-se a questões do ponto de vista ambiental, quando fala que “as vantagens topográficas do local não foram aproveitadas” completando que o traçado deste tipo, que o autor chama de irracional, veio apenas complicar o escoamento das águas pluviais. Quando diz que o traçado é mal orientado não esclarece o porque desta má orientação:

[...]Além disso, o traçado em “taboleiro de damas” é inconveniente, se observado do ponto de vista higiênico, pois o quarteirão quadrado dele proveniente e a forma de loteamento e de edificação usados produzem uma percentagem elevada de casas mal orientadas e inúteis fundos de lotes, simples depósitos de lixo” (RIBEIRO & PAIVA, 1945, pp. 10-11).

Nas Diretrizes do Plano a proposta é de modificação do traçado e sua substituição por um traçado mais “racional”, não falando de razões mais consistentes para esta modificação, como, por exemplo, a direção dos ventos e a orientação solar.

2.3.6 O Clima e a Legislação Urbanística no Litoral Norte do Rio Grande do Sul

As cidades do Litoral Norte gaúcho têm um processo de origem e desenvolvimento diferenciado da grande maioria das cidades gaúchas. Sua origem é distinta das demais cidades, pois o processo de urbanização não se baseou ou não teve suporte numa atividade econômica de grande importância como a indústria, o comércio ou a pecuária, nem fez parte de rotas marítimas ou ferroviárias de grande porte, importantes fatores de desenvolvimento e crescimento urbano. Dentro deste contexto, a cidade de Torres não é exceção (ARTEAGA MELGOZA, 2001).

Em Torres, de acordo com Lange (1997, *apud* ARTEAGA MELGOZA, 2001), ao longo dos anos apenas algumas leis e decretos municipais esparsos procuraram disciplinar o controle das construções, bem como o uso e a ocupação do solo urbano. Entretanto, essas leis não foram suficientes para conter o avanço desordenado das construções e dos grandes projetos imobiliários. Em 1940, o governo do Estado propôs-se a transformar Torres numa cidade balneária, elaborando o Primeiro Plano Diretor da Cidade, cujo projeto urbanístico seria implantado com recursos estatais. Segundo Lange (1997, *apud* ARTEAGA MELGOZA, 2001), o projeto tinha qualidade, mas não houve a participação da população, sendo este um dos motivos do seu fracasso.

Foi somente em 04 de dezembro de 1962 que Torres recebeu a sua primeira legislação urbanística, através do “Regulamento para construções na área urbana” (Lei 728/62) que na época, diferenciou o espaço urbano em três zonas assim explicitadas:

Zona 1 – Caracterizada por proteger a beira-mar. A altura máxima prevista era de dois pisos e somente para uso de habitações unifamiliares. Convém explicar que, apesar deste determinante legal, já existiam algumas edificações além desse limite, até mesmo porque não havia crescimento imobiliário que a norma pudesse disciplinar.

Zona 2 – Caracterizada pela antiga e tradicional Área Central de Torres. Essa zona, com o atrativo também de ter uma cota altimétrica intermediária entre a cidade e o Morro do Farol, recebeu um índice expressivo para construção, ou seja, o índice de aproveitamento (IA) seis vezes a área do terreno, sem limite de altura, combinado a uma taxa de ocupação (TO) de 75%. A utilização desses índices urbanísticos significativos proporcionou que os empreendimentos imobiliários tivessem alta lucratividade e, em

contrapartida, alteraram intensamente a paisagem da Área Central, com enormes construções, sem recuos laterais, sufocadas e desprovidas de qualquer visual (Figura 1).

Zona 3 – Era basicamente todo o restante da área urbana, com ocupação diferenciada e podendo-se construir até três vezes a área do terreno.

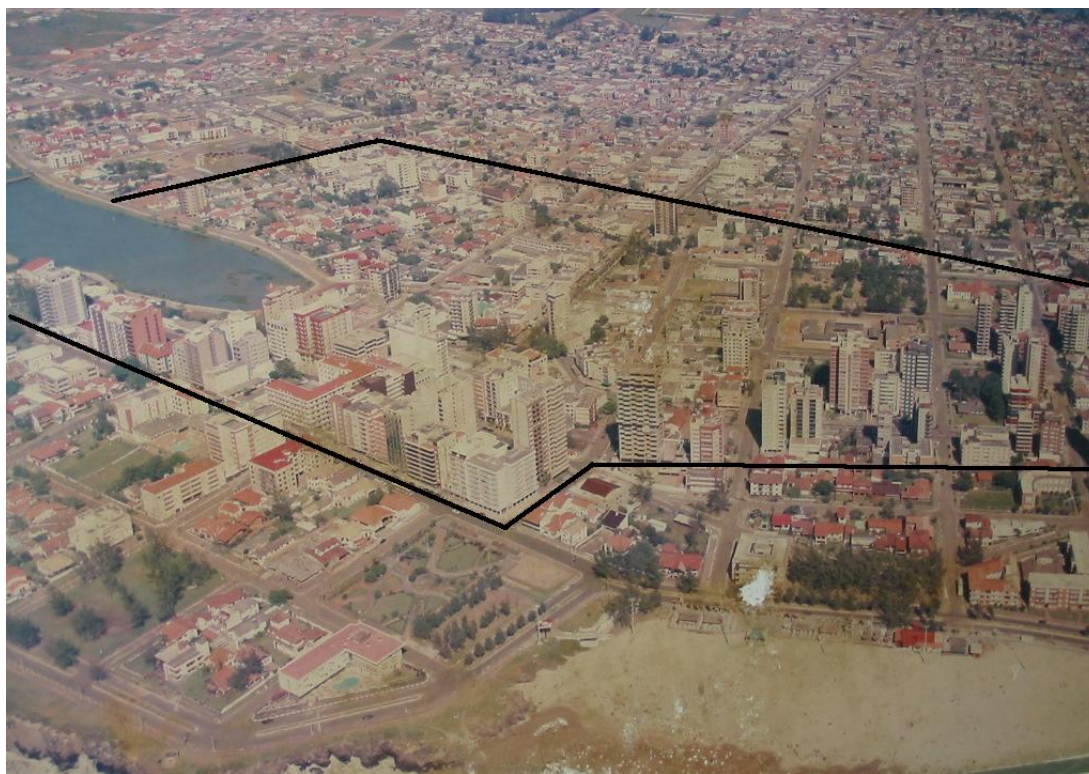


Figura 1: Vista aérea da área central de Torres onde se percebe a Zona 1 em primeiro plano, a Zona 2 ao centro e a Zona 3 ao fundo.

É importante destacar que foi esta legislação de 1962 que controlou a ocupação urbana junto à orla marítima, impedindo a proliferação de edificações de grande altura e permitindo que nesta área fossem implantadas as residências de veraneio da população mais abastada o que impediu que a paisagem da cidade fosse prejudicada (FALCÃO, 1999).

Algo mais concreto surgiu em 12 de maio de 1987, com a Lei 265/87. Vários dispositivos da Legislação de 1962 foram mudados, limitando a altura e fixando uma política de recuos laterais e de fundos. Infelizmente, esse dispositivo, desprovido de um estudo mais aprofundado da situação urbana, trouxe, por outro lado, uma conseqüente e prevista destruição do modelo infra estrutural (LANGE, 1997 *apud* ARTEAGA MELGOZA, 2001). Em vista dessas discrepâncias, iniciou-se um movimento pró-realização de um novo Plano Diretor, cujo processo iniciou somente na gestão municipal de 1991-1992, e que redundou no atual Plano Diretor da cidade que foi aprovado em 26 de junho de 1995, sancionado em 12 de julho de 1995 pela Prefeitura Municipal e publicado em 25 de julho de 1995 (ARTEAGA

MELGOZA, 2001). Neste plano, o máximo de referência às condicionantes climáticas aparece nos artigos referentes à altura e recuos:

[...]Art. 53 - O controle da altura das edificações, com os respectivos recuos, tem por função preservar as características existentes ou estabelecidas pelo Plano Diretor, quanto à volumetria das edificações, tendo em vista garantir os seguintes aspectos:

....

III - condições mínimas de iluminação, insolação e aeração.

Art. 58- Os recuos frontais destinam-se a criar espaços de transição entre a edificação e a via pública, com vistas a:

...

II - nas demais vias, garantir sua aeração e insolação possibilitando o ajardinamento e a valorização da paisagem (PLANO DIRETOR DE TORRES, 1995, p. 15).

Como podemos verificar, tanto a legislação de 1962, quanto o plano atual, são apenas planos de zoneamento, não avançando muito mais do que estabelecer índices por zonas, o que de certa forma também ocorre nos sucessivos planos para Porto Alegre, de onde recebeu influência. Em Torres, como mérito, destaca-se no plano de 1962 a limitação de altura das edificações junto à orla marítima, cujos índices foram incorporados ao plano ora vigente. Esta limitação de altura, entretanto, tem seus dias contados, já que a atual legislatura, atendendo a interesses imobiliários, pretende modificar a legislação urbanística, alterando os índices de altura para toda a faixa da orla.

2.3.7 Os Agentes Produtores das Cidades

Corrêa (1999) analisa o espaço urbano a partir da complexidade do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade, enfocando os diversos agentes modeladores que constroem e modificam este espaço. Os agentes que produzem a cidade são os proprietários dos meios de produção, os promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos. Esses agentes estão atrelados à classe dominante da sociedade capitalista, com exceção dos excluídos. Atualmente, grandes capitais como o financeiro e o imobiliário, especulam, financiam, administram e produzem o espaço urbano.

Isto se evidencia nas cidades litorâneas, cuja dinâmica espacial foi estudada, entre outros, por Corrêa (1995, *apud* FALCÃO, 1999). Ele cita exemplos de setores em zonas litorâneas em que os agentes privados, com a conivência do Estado, promovem a implantação de setores residenciais para uma classe privilegiada, cujo espaço natural passa a ser visto como uma amenidade física, valorizada por um ambiente natural (mar, rio, lagoa, sol, vista

panorâmica, relevo singular, vegetação exuberante) ou por um ambiente planejado (centros de compras, parque urbano, centro cultural, etc.). Estas terras são destinadas à população da classe alta, sendo muito valorizadas nas cidades litorâneas brasileiras.

Dentro desta lógica, a incorporação de condicionantes climáticos na elaboração das legislações urbanísticas vai de encontro aos interesses das classes dominantes produtoras do espaço. Ocorre que os legisladores – o Estado – em sua maioria, estão a serviço destes interesses, hoje muito mais legitimados, quando o Ministério das Cidades recomenda que os representantes do poder Legislativo participem desde o início do processo de elaboração do Plano Diretor, evitando alterações substanciais, radicalmente distintas da proposta construída pelo processo participativo (PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO, 2004).

O que ocorre na prática é que estes legisladores atuam de acordo com os interesses econômicos o que fica evidenciado, por exemplo, na cidade de Torres, com a alteração dos índices de altura da faixa da orla, índices estes que remontam ao plano de 1962 e que preservaram, até então, as características morfológicas e ambientais desta área.

Sendo então a legislação urbanística a geradora da forma urbana, através do estabelecimento de índices como a altura, os recuos, a ocupação e o aproveitamento, cabe ver como se dá a relação entre estas atributos da forma e o clima destes locais.

2.4 CLIMA E ATRIBUTOS DA FORMA URBANA

Diversos autores têm tratado da relação entre clima e forma urbana, numa abordagem que vai desde o resgate da tradição vernácula (RUDOFISKY, 1964) até a avaliação de desempenho dos espaços urbanos, através de medições e monitoramentos, e do estabelecimento de diretrizes e recomendações de projeto e planejamento. No exterior, pode-se citar clássicos como Olgyay (1963) e Givoni (1976, 1998), bem como Kay et al. (1982), Katzschner (1997, 1999), Docherty & Szokolay (1999), Littlefair (2000) e Santamouris (2000). No Brasil, dentre inúmeras publicações, destacam-se os trabalhos de Oliveira (1987), Romero (1988), Mascaró (1996) e Andrade (2001).

Nas diversas abordagens desta relação, não existe uma terminologia única utilizada pelos diferentes autores, quando se referem à forma urbana, sendo encontrados termos como urbanização (PEZZUTO ET AL., 2003; CORBELLA & YANNAS, 2003), perfil e geometria urbanos (GIVONI, 1998) ou ainda os arredores não naturais de uma cidade

(KOENIGSBERGER ET AL., 1979). Esta forma urbana, segundo os autores, pode criar microclimas que se desviam do macro e mesoclimas da região (caracterizados pelos dados provenientes da macroescala e da mesoescala) em um grau que depende da amplitude da intervenção humana, ou ainda, que apresentam parâmetros diferentes daqueles informados pelas estações meteorológicas (CORBELLA & YANNAS, 2003).

Esta intervenção humana é maior nas grandes cidades e Koenigsberger et al. (1979) nos falam de um “clima urbano”, decorrente de fatores que produzem desvios no macroclima regional. Givoni (1998) por sua vez, fala que a forma urbana tem um impacto no “clima urbano” onde cada elemento feito pelo homem (prédios, rodovias, áreas de estacionamento, fábricas, etc.) cria ao redor e acima de si um clima modificado com o qual interage.

Como se pode ver, a forma urbana afeta os diferentes elementos climáticos, e nesse contexto, o efeito do clima nos espaços urbanos é particularmente importante para as atividades que são desenvolvidas nessas áreas, indicando a necessidade de avaliação das condições de conforto humano para tais espaços (PEZZUTO ET AL., 2003).

Diferentes características da forma urbana, que afetam os elementos climáticos, produzindo modificações no clima, são apontadas pelos pesquisadores. Givoni (1998), de um modo geral, fala que a orientação das ruas e dos prédios e a natureza das superfícies das áreas urbanas têm um impacto no clima urbano. Estas características superficiais dos pavimentos e edifícios também são apontadas por Koenigsberger et al. (1979). Os autores falam que a modificação destas características gera um aumento da absorção da radiação solar e uma redução da evaporação, influenciando diretamente no aumento da temperatura e na diminuição da umidade do ar. Outra característica da forma urbana é a densidade das edificações (CORBELLA & YANNAS, 2003; KOENIGSBERGER ET AL., 1979). Esta característica está diretamente relacionada com a taxa de ocupação dos lotes e com os recuos das edificações. Givoni (1998) não fala de densidade, mas sim de forma e tamanho das edificações – que estão diretamente relacionadas com densidade. A altura das edificações também aparece como uma característica da forma urbana (CORBELLA & YANNAS, 2003; KOENIGSBERGER ET AL., 1979; GIVONI, 1998). Estas duas características são apontadas pelos autores como atuando juntas, ao projetarem sombra sobre os espaços urbanos, produzindo modificações como a diminuição da temperatura e aumento da umidade do ar. Estes dois fatores também atuam como barreiras para a circulação do ar, modificando a velocidade e direção dos ventos, mas também os canalizam, criando os chamados corredores

de vento, possivelmente aumentando sua velocidade. Estes corredores de vento ou “*cânions*” (OKE, 1988; CORBELLA & YANNAS, 2003), podem produzir, ainda, alterações na iluminação, na carga solar, na radiação solar refletida, na radiação infravermelha emitida, na poluição do ar, no nível de ruído, e na umidade do ar. A altura e a densidade das edificações também são responsáveis pela criação de massas térmicas que conservam calor, aumentando a temperatura, e pela maior reflexão de radiação solar para os pedestres nos espaços externos.

Especificamente sobre o elemento climático precipitação, interessaria a sua relação com a direção e a velocidade dos ventos, no fenômeno denominada chuva dirigida (GIRALT & SILVA, 1995), já que a direção e velocidade dos ventos podem ser alteradas tanto pelos chamados corredores de vento, quanto pelas barreiras decorrentes da altura e da densidade das edificações. Neste trabalho, entretanto, não será considerado o elemento climático precipitação.

Koenigsberger et al. (1979) apontam outros fatores responsáveis pela criação de um clima urbano como a infiltração de energia através das paredes e da ventilação de edifícios aquecidos, a saída energética dos sistemas de refrigeração e ar condicionado (eliminando calor do espaço controlado até o ar exterior) e o escape de calor de motores de combustão interna e utensílios elétricos, bem como pelas perdas de calor na indústria, especialmente em fornos e grandes fábricas. Ou ainda a poluição atmosférica através dos produtos de emissão de caldeiras e grandes chaminés domésticas e industriais, do escape de automóveis, fumaças e vapores, que tendem a reduzir a radiação solar direta aumentando a difusa e constituindo-se em uma barreira para a radiação que sai, ou pela presença de partículas sólidas na atmosfera urbana que pode contribuir para a formação de nuvens e induzir à chuva sob condições favoráveis.

Além desses fatores, a vegetação também aparece como um elemento importante na modificação do clima urbano, criando microclimas característicos. Segundo Marquardt (1969), as plantas se prestam como eficiente medida auxiliar para climatização e condicionamento dos ambientes, tendo influência direta nos fenômenos apresentados de insolação, iluminação, ventilação e mesmo de acústica. Além dos efeitos fisiológicos e psicológicos, a vegetação tem ainda a função de projetar sombras no verão e no inverno, nas horas convenientes e, dependendo do tipo, não prejudicar a plena incidência solar no inverno.

Para compreender o comportamento dos vegetais nos climas quentes, que os converte em condicionadores térmicos, teremos que ver sucintamente o que acontece quando recebem os raios do sol. As folhas, como qualquer corpo, absorvem, refletem e transmitem a energia incidente de forma seletiva, isto é, em quantidades diferentes segundo os comprimentos de onda da radiação. A absorção é alta: por volta de 90% das lumínicas e uns 60% das infravermelhas. Estes valores indicam a perfeita adequação do vegetal a suas necessidades, sendo que a energia solar que utilizará para suas funções vitais se encontra justamente na faixa das radiações visíveis. Uma pequena quantidade se transmite por transparência através da folha e o resto se reflete. Da energia absorvida, uma parte considerável se transforma em energia química potencial, por meio do processo de fotossíntese, e outra em calor latente, quando a água eliminada pela folha evaporar-se, durante um processo denominado de evapotranspiração.

Na Figura 2 apresenta-se uma rua onde estão indicadas as temperaturas superficiais de algumas de suas partes, o que permite comprovar as afirmações anteriores sobre o melhor comportamento dos elementos vegetais em relação aos inertes. Observa-se que inclusive a grama ao sol tem uma temperatura menor que o passeio à sombra.

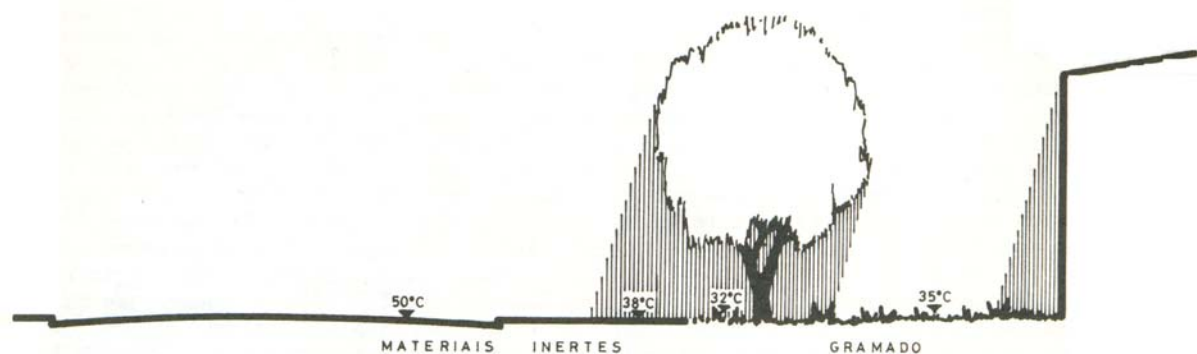


Figura 2: Comparação entre o comportamento térmico dos vegetais e dos materiais inertes (fonte: Rivero, 1985).

Em outra série de medições realizada nos Estados Unidos, no verão, acharam-se as seguintes diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas registradas ao longo do dia: no pavimento da rua, 32,6°C; no solo de areia, 25,9°C; no solo gramado, 16,0°C; no ar, a 1,20m de altura, 14,2°. Estas comprovações explicam a conveniência de se ter, nas regiões quentes, gramados nos solos exteriores em substituição aos materiais de construção correntes. A isto devemos somar ainda a particularidade dos vegetais de ter um baixo coeficiente de reflexão diante da radiação solar (RIVERO, 1985).

A partir do que foi abordado por diversos autores até então, pode-se estabelecer as relações mais importantes entre as principais características da forma urbana e os elementos climáticos, verificando-se quais características afetam determinado elemento. A Tabela 3, abaixo, apresenta de forma resumida estas relações.

Tabela 3: Relação entre os atributos da forma urbana e os elementos climáticos.

| ATRIBUTOS DA FORMA URBANA | ELEMENTOS CLIMÁTICOS | | | | |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------|
| | Temperatura do ar | Umidade relativa do ar | Direção e velocidade do vento | Radiação solar | Precipitação |
| Natureza das superfícies | X | X | | X | |
| Densidade das edificações | X | X | X | X | X |
| Altura das edificações | X | X | X | X | X |
| Vegetação | X | X | X | X | |

Pode-se observar que praticamente todos os elementos climáticos são afetados pelos atributos da forma urbana. Estes são os atributos a serem considerados como variáveis da forma urbana nesta investigação, afim de que sejam atingidos os objetivos propostos. As demais variáveis, necessárias para o estabelecimento dos índices de conforto e para a verificação das diferentes relações entre elas, são definidas a partir da conceituação de conforto térmico.

2.5 CONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico está diretamente ligado ao conforto humano, cuja teoria convencional se baseia em um modelo de estado fixo onde a produção de calor é igual às perdas de calor para o ambiente, buscando-se manter uma temperatura interna do corpo constante de 36,7°C, para que as condições ambientais, que fornecem satisfação e conforto térmico, caiam dentro de uma estreita faixa, e sejam dependentes somente da atividade dos sujeitos e de seus níveis de vestimenta. Conforto térmico, segundo a ASHRAE (1993), é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa, sem *stress* térmico. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico. Quando as condições térmicas do meio ultrapassam certas faixas, mecanismos termorreguladores do organismo são ativados com a finalidade de manter a temperatura interna do corpo constante (LAMBERTS ET AL., 1997).

Além disso, conforme Koenigsberger et al. (1979), as preferências térmicas se vêm influenciadas por diversos fatores subjetivos ou individuais. A aclimatação é um deles. A idade, o sexo e a forma do corpo também influem nas preferências térmicas, bem como o estado de saúde. Sobre este aspecto, em um enfermo o metabolismo pode aumentar, porém pode ver-se prejudicado o próprio funcionamento do mecanismo termoregulador e a margem tolerável de temperaturas será mais estreita. Ainda segundo o autor, certos tipos de alimentos e bebidas também podem afetar o metabolismo, os quais podem ser uma razão da diferença de dieta entre os povos tropicais e árticos.

Isto posto, e para melhor entender os padrões de conforto humano, é preciso se reportar às variáveis de conforto térmico. Estas variáveis são as humanas e as ambientais ou climáticas. As últimas estão diretamente relacionadas aos elementos climáticos, coletados no ambiente através de medições ou calculados através de dados coletados. As variáveis humanas estão relacionadas às atividades, à vestimenta e à complexidade física dos indivíduos. Segue a apresentação dos dois grupos de variáveis a serem consideradas neste estudo.

2.5.1 Variáveis Humanas de Conforto Térmico

As variáveis humanas de conforto térmico são a atividade física, relacionada ao calor gerado pelo metabolismo, a vestimenta, relacionada à resistência térmica da roupa (EVANS, 1980; LAMBERTS ET AL., 1997; OLGYAY, 1998) além de outros fatores subjetivos como a complexidade física dos indivíduos, sexo, idade, cor da pele e aclimatação (KOENIGSBERGER ET AL., 1979). O nível econômico dos usuários também é considerado neste grupo de variáveis.

2.5.1.1 Atividade

É de conhecimento tácito que o homem não é um ser pecilotérmico (diz-se do animal cujo organismo sofre variações de temperatura de acordo com a que se observa no meio ambiente). A temperatura interna do corpo situa-se por volta de 36,7°C e, para que essa temperatura seja mantida, o organismo utiliza o oxigênio da respiração para queimar as calorias ingeridas nos alimentos (FROTA & SCHIFFER, 1988). Além desse ganho térmico constante, produzido pelo metabolismo basal, ao realizar uma atividade física qualquer o organismo precisará transformar a energia dos alimentos em energia mecânica. No entanto,

uma parcela dessa energia será transformada em trabalho, enquanto o restante será transformado em calor. Essa ineficiência do organismo é apresentada por Givoni (1976) que afirma que a parcela de energia transformada em calor é muito maior que a energia transformada em trabalho, algo em torno de 80% e 20%, respectivamente. Em climas muito frios, por exemplo, talvez seja preciso que a pessoa aumente seu metabolismo, praticando alguma atividade física, para sentir conforto térmico. O nível metabólico ou nível de atividade, em termos de consumo de energia, é expresso em *Watt* e denomina-se Taxa Metabólica (ASHRAE, 1993). Considerando-se que, para a execução de uma determinada atividade física, um indivíduo grande consumirá uma quantidade de energia maior do que um indivíduo pequeno, optou-se por expressar a taxa de metabolismo em termos de densidade de fluxo energético (W/m^2). A unidade adotada para expressar a taxa metabólica é o *met*, que corresponde ao nível de atividade de uma pessoa sentada, descansando, com um fluxo de energia de aproximadamente $58,2 W/m^2$ (ISO 7730, 1994). Se um indivíduo, por exemplo, possuir $1,70 m^2$ de superfície corporal, deverá liberar para o ambiente quase 100 W por hora. Neste trabalho são anotadas as atividades realizadas nos espaços analisados, de acordo com categorias pré-estabelecidas, e os valores correspondentes são utilizados nos cálculos dos índices de conforto, como será visto posteriormente.

2.5.1.2 Vestimenta

Para manter o equilíbrio da temperatura do corpo o ser humano ainda faz uso de seu conhecimentos empíricos, como para tecer roupas e, assim, manter a temperatura corpórea dentro dos limites de conforto. A quantidade de calor transmitido depende da diferença entre a temperatura superficial do corpo e a do meio, diminuindo à medida que aumenta a resistência térmica da roupa (LAMBERTS ET AL., 1997). Em climas muito frios, por exemplo, as pessoas necessitam de roupas com maior resistência térmica para sentir conforto térmico. O nível de vestimenta é usualmente expresso em unidades de resistência ao fluxo de calor (m^2K/W). Normalmente é usado o valor *clo* (abreviatura de *clothing*, em inglês), onde 1 clo corresponde a $0,155 m^2K/W$ (ISO 7730, 1994). Esse valor equivale à resistência oferecida por uma vestimenta típica para as condições interiores de inverno (SILVA, 1994). Outros valores de clo são destacados por Lamberts et al. (1997) onde 0,005 clo corresponde a um traje de banho e 0,5 clo a uma vestimenta leve de verão. Nesta pesquisa são anotadas as vestimentas dos usuários dos espaços analisados, de acordo com categorias pré-estabelecidas, e calculados

os valores de clo correspondentes. Estes valores são utilizados nos cálculos dos índices de conforto, como será visto posteriormente.

2.5.1.3 Idade e Sexo

A idade e o sexo dos indivíduos também podem influenciar as preferências térmicas. O metabolismo de uma pessoa idosa é mais lento do que o de uma pessoa jovem. Assim, pessoas mais velhas normalmente preferem temperaturas mais elevadas. Pessoas do sexo feminino possuem uma taxa metabólica levemente mais lenta que as do sexo masculino. Como resultado, a preferência das mulheres, em média, se dá por temperaturas 1^oC acima daquelas preferidas pelos homens (KOENIGSBERGER ET AL., 1979). Ainda com relação ao sexo e a idade, mulheres no climatério têm preferência por temperaturas mais baixas. Nesta investigação são anotados o sexo e a idade dos usuários dos espaços analisados e esta informação é utilizada nos cálculos dos índices de conforto, como será visto na seqüência do trabalho.

2.5.1.4 Cor da Pele

A coloração da pele pode influenciar nos ganhos de calor por radiação. Foi demonstrado que a pele mais clara reflete aproximadamente três vezes mais radiação solar que a pele mais escura. A pele clara, entretanto, é substancialmente mais vulnerável à queimaduras de pele, úlceras, câncer e outros danos causados pelo sol. A pele escura contém uma quantidade consideravelmente maior do pigmento melanina, o qual previne a penetração dos danosos raios ultravioleta. A pele escura também aumenta a emissão de calor pelo corpo na mesma proporção que afeta a absorção. Assim a cor da pele não exerce efeito sobre as preferências térmicas, mas influi na resistência aos efeitos danosos dos raios solares (KOENIGSBERGER ET AL., 1979). Nesta pesquisa é anotada a cor da pele dos usuários dos espaços analisados e esta informação é utilizada para o estabelecimento das relações entre as diferentes variáveis consideradas.

2.5.1.5 Peso e Altura

O formato do corpo, isto é, a relação entre a superfície e o volume, também exerce influência nas preferências térmicas. Uma pessoa magra e alta possui uma superfície corporal muito superior a de uma pessoa baixa e corpulenta de mesmo peso e pode dissipar mais calor, tolerando temperaturas mais elevadas. Outro aspecto a ser considerado é que a gordura

subcutânea, por ser um excelente isolante térmico, faz com que uma pessoa gorda necessite de ar mais frio para dissipar uma mesma quantidade de calor (KOENIGSBERGER ET AL., 1979). Para que as informações referentes ao peso e a altura dos usuários dos espaços analisados possam ser utilizadas nos cálculos dos índices de conforto térmico, é necessário o estabelecimento de valores numéricos para as categorias pré-determinadas. Esses valores são encontrados nos estudos realizados por Ross & Wilson (1974) que propuseram um modelo humano, unissexual e bilateralmente simétrico, estabelecendo suas medidas a partir de estudos antropométricos realizados em grandes populações por Garret & Kennedy (1972), Wilmore & Behnke (1970) e Clauser et al.(1972). Este modelo apresenta como altura média, 170,18cm (desvio de 6,29cm). Considerando-se este desvio padrão, a média de altura fica entre 163,89 e 176,47cm. Desta forma, para as alturas dos indivíduos são adotados os seguintes padrões, utilizados para os cálculos dos índices de conforto térmico: indivíduo baixo, 1,63m; indivíduo nem alto nem baixo, 1,70m; indivíduo alto, 1,76m. Em relação ao peso, a composição corporal média do modelo é de 64,58kg (desvio de 8,60kg). Considerando-se este desvio padrão, a média de peso fica entre 55,98 e 73,18kg. De forma análoga, para o peso dos indivíduos são adotados os padrões que seguem: indivíduo magro, 55kg; indivíduo nem gordo nem magro, 64kg; indivíduo gordo, 73kg.

2.5.1.6 Aclimação

Aclimação são os ajustes endócrinos, processando-se no decorrer de períodos mais longos. Exposto a um novo conjunto de condições climáticas, o corpo humano alcançará sua adaptação em alguns dias e neste tempo mudará as preferências térmicas do indivíduo (KOENIGSBERGER ET AL., 1979). Ligados a esta variável, de interesse para este estudo, estão as relações temporais dos indivíduos com os espaços analisados, como, por exemplo, a frequência de uso. Fatores como efeito memória e experiência passada também podem ser detectados nestas relações (NIKOLOPOULOU ET AL., 1998). Neste estudo, estas informações são coletadas e utilizadas para o estabelecimento das relações entre as diferentes variáveis consideradas.

2.5.1.7 Nível Econômico

O nível econômico dos indivíduos pode estar relacionado com o conforto térmico através de fatores como o efeito memória e a experiência passada (NIKOLOPOULOU ET AL., 1998), que podem ser detectados na medida em que um poder aquisitivo maior pode

proporcionar aos indivíduos melhores condições de conforto, através da utilização de equipamentos em sua residência, por exemplo. Nesta investigação são coletados dados referentes à renda familiar dos usuários dos espaços analisados, de acordo com intervalos pré-estabelecidos. Esta informação é utilizada para o estabelecimento das relações entre as diferentes variáveis consideradas.

2.5.2 Variáveis Ambientais de Conforto Térmico

Variáveis ambientais de conforto térmico são provenientes de levantamentos físicos realizados através de medições ou calculados a partir dos dados medidos. São importantes quando tratamos dos aspectos referentes ao conforto térmico. Rivero (1985) define como parâmetros ou variáveis principais para o conforto térmico, a temperatura média radiante (TMR), a velocidade do ar e a umidade do ar. Evans (1980) fala que existem quatro fatores do ambiente térmico os quais afetam a taxa de perda de calor do corpo e, por conseguinte, o conforto térmico, sendo eles a temperatura, a umidade, a radiação e movimento do ar. Já Olgyay (1998) ao abordar a relação entre os elementos climáticos e o conforto, aponta como principais elementos o movimento do ar, a pressão de vapor, a evaporação e o efeito da radiação (temperatura). Cabe ainda ressaltar a denominação parâmetros ambientais objetivos que a pessoa está experimentando, utilizada por Nikolopoulou et al. (1998), ao se referirem às variáveis ambientais.

2.5.2.1 Temperatura do Ar

A temperatura do ar, de acordo com Lamberts et al. (1997) é a variável ambiental mais conhecida e de mais fácil medição. Sua variação na superfície da terra resulta basicamente dos fluxos das grandes massas de ar e da diferente recepção da radiação do sol de local para local, sendo esta taxa de aquecimento e resfriamento da superfície terrestre o principal fator determinante da temperatura do ar acima dela (GIVONI, 1976). Quando a velocidade do ar é pequena, a temperatura é resultante, em sua maior parte, dos ganhos térmicos solares do local. Nestes casos, a radiação solar que atinge a superfície terrestre é recebida de forma distinta, em consequência do tipo de solo e da vegetação, da topografia e da altitude. Quando a velocidade do ar é alta, a influência dos fatores locais na temperatura do ar é bem menor. Outra coisa importante de ser ressaltada é que, para uma mesma temperatura, a sensação de conforto térmico pode ser diferente em função de variáveis como o vento e a umidade relativa do ar. Através de dados climáticos obtidos nas Normais Climatológicas pode-se conhecer o

comportamento da temperatura do ar, ao longo do ano, e estes dados podem ser comparados com dados medidos nos locais de análise. Para as análises realizadas neste estudo são usados dados de temperatura do ar, obtidos através de medições nos locais analisados, bem como utilizados dados de temperatura do ar coletados em estação meteorológica.

2.5.2.2 Temperatura Média Radiante (TMR)

A temperatura média radiante pode ser definida como a média de todas as temperaturas superficiais, levando-se em conta suas áreas e o valor determinante da energia emitida por radiação.

$$TMR = \frac{A1.T1 + A2.T2 + \dots + An.Tn}{A1 + A2 + \dots + An}$$

Onde TMR = temperatura média radiante em $^{\circ}C$; T = temperatura de qualquer superfície em $^{\circ}C$; A = área das superfícies em m^2 (RIVERO, 1985).

Se temperatura média radiante e a temperatura do ar forem iguais, temos as condições ótimas para o conforto térmico e a temperatura aconselhada pela ASHRAE (1993) é de $23,9^{\circ}C$ em qualquer estação do ano. Para as análises realizadas neste estudo são usados valores de temperatura média radiante, calculados a partir das demais variáveis ambientais.

2.5.2.3 Movimento do Ar

O movimento do ar, traduzido na velocidade e direção dos ventos, varia significativamente em uma região climática. Isto ocorre principalmente pelas diferenças de temperatura entre as massas de ar, o que provoca o seu deslocamento da área de maior pressão para a área de menor pressão (LAMBERTS ET AL., 1997). Dos fatores locais que intervêm na formação do movimento do ar, o relevo do solo exerce um papel importante, uma vez que desvia, altera, ou canaliza este movimento. Segundo Villas Boas (1983), a fricção produzida pelo ar em movimento, quando em contato com obstáculos, faz com que sua velocidade de deslocamento inicial seja reduzida e seu modelo de circulação seja alterado. Desta forma, a velocidade e direção do vento são geralmente medidas a 10 m de altura nas estações meteorológicas. Quando possível, estas estações se localizam em zonas abertas, longe dos obstáculos urbanos, pois o movimento do ar sofre grande influência da rugosidade da superfície (LAMBERTS ET AL., 1997). Independente das modificações observadas no recinto urbano, a velocidade do ar é um auxiliar indispensável para se aproximar da condição

de conforto. Um movimento de ar da ordem de 1,5m/s (5,4km/h) tem o mesmo efeito térmico sobre uma pessoa que uma diminuição de 3^oC na temperatura do meio (RIVERO, 1985). As análises realizadas neste estudo valem-se de dados de velocidade e direção do ar, obtidos através de medições nos locais analisados, e de dados coletados em estação meteorológica.

2.5.2.4 Umidade do Ar

O vapor d'água contido no ar origina-se da evaporação natural da água, da evapotranspiração dos vegetais e de outros processos de menor importância. A quantidade e a proporção de vapor d'água na atmosfera podem ser expressos de várias maneiras, dentre as quais temos a umidade absoluta, a umidade específica, a pressão de vapor e a umidade relativa. A umidade relativa, de fundamental importância neste trabalho, varia nas diferentes horas do dia e épocas do ano, mesmo quando a pressão de vapor permanece constante. Isto se dá devido às mudanças diurnas e anuais na temperatura do ar, que determina a capacidade potencial do ar em conter determinada quantidade de vapor d'água (GIVONI, 1976). A umidade relativa tende a aumentar quando há diminuição da temperatura e a diminuir quando há aumento desta. Nos locais com alta umidade a transmissão de radiação solar é reduzida porque o vapor de água e as nuvens a absorvem e a redistribuem na atmosfera, refletindo uma parte de volta ao espaço. Os efeitos da umidade do ar no conforto humano se dão na medida em que ela atua diretamente na capacidade da pele de evaporar o suor. Deve-se compreender que em altas umidades relativas temos mais dificuldades em evaporar o suor, aumentando a sensação de desconforto térmico (LAMBERTS ET AL., 1997). Como o homem está sempre perdendo energia térmica sob a forma de calor latente, em condições normais, aproximadamente 25% da energia térmica gerada se elimina por intermédio da evaporação. Deste percentual em torno de 10% se perde por meio da respiração e aproximadamente 15% se elimina através da pele por transpiração não perceptível (RIVERO, 1985). Trabalhos mais recentes consideram que dentro das temperaturas normais de conforto situadas em torno de 24oC, a umidade relativa não tem influência significativa quando oscila entre 30% e 60%, mas adquire uma importância cada vez maior à medida que a temperatura do meio ultrapassa este valor. Para as análises realizadas neste estudo são usados dados de umidade relativa do ar, obtidos através de medições nos locais analisados, bem como utilizados dados de umidade relativa do ar coletados em estação meteorológica.

2.5.2.5 Radiação Solar

Em escala microclimática a radiação solar pode ser interceptada pelos elementos vegetais e topográficos do local, sendo que a vegetação atua diferentemente de outras possíveis obstruções no bloqueio desta. As árvores com folhas caducas, por exemplo, podem sombrear no verão, enquanto no inverno permitem a passagem do sol. Em locais arborizados, a vegetação pode interceptar entre 60 e 90 % da radiação solar, causando uma redução substancial da temperatura da superfície do solo (OLGYAY, 1963). Para as análises realizadas neste estudo são usados dados de radiação solar, em função da latitude e da época do ano, calculados pelo programa Luz do Sol (RORIZ, 1995).

2.5.3 Variáveis de Conforto Térmico em Estudos Realizados

Em relação às variáveis humanas, são encontrados trabalhos realizados no Brasil e no exterior, que tratam da relação entre clima e espaço urbano, onde estas variáveis foram objeto de levantamentos, como na análise de espaços da cidade de Cambridge, na Inglaterra, (NIKOLOPOULOU ET AL., 1998), onde características como idade, sexo, raça, vestimenta, postura e atividade, foram levadas em conta. Informações sobre estas variáveis também foram observadas em Blagnac, na França (BOUSSOUALIM & LEGENDRE, 1999), onde gravações de vídeos de pessoas cruzando e permanecendo nas praças são repetidas em diversas ocasiões. A análise das fitas de vídeos permitiu extrair diversos indicadores comportamentais dos modos de ocupação e atividades exibidas pelos usuários, em diferentes áreas das praças. Dados de vestimenta e atividade dos usuários também foram coletados na “Alumni Plaza” em Tucson, EUA (ANAOKAR & CHALFOUN, 2005). Em estudos sobre o clima urbano de Salvador através do estabelecimento de índices de conforto, Katschner et al. (1999) também utilizam dados coletados de variáveis humanas. Estudo semelhante foi o realizado por Andrade (2001), também em Salvador, sendo que neste caso foram coletados, além dos dados de vestimenta e atividade, também informações sobre idade, sexo, altura e massa corporal.

Em trabalhos realizados no Brasil e no exterior, que tratam da relação entre clima e espaço urbano, variáveis ambientais como a temperatura e a umidade relativa do ar sempre foram objeto de levantamentos, como na análise de espaços urbanos na cidade do Rio de Janeiro (CORBELLA & YANNAS, 2003), onde também foram coletados dados referentes ao nível de iluminação. Estes dois parâmetros também são medidos na análise de espaços externos em Blagnac, na França (BOUSSOUALIM & LEGENDRE, 1999), neste caso os

autores referindo-se não à umidade, mas sim à mistura do ar; na análise de espaços da cidade de Cambridge, na Inglaterra (NIKOLOPOULOU ET AL., 1998); e na análise da “Alumni Plaza” em Tucson, EUA (ANAOKAR & CHALFOUN, 2005). A importância destes dois parâmetros também é destacada por Lynch (1980) e por Koenigsberger et al. (1979).

A velocidade e/ou direção dos ventos, ou movimento do ar, são objeto de medições em Blagnac, na França (BOUSSOUALIM & LEGENDRE, 1999), onde foi medida a velocidade do ar; em Cambridge, na Inglaterra (NIKOLOPOULOU ET AL., 1998), os autores referindo-se a medição de vento; ou na “Alumni Plaza” em Tucson, EUA (ANAOKAR & CHALFOUN, 2005), onde foi medida a velocidade do ar. Lynch (1980) fala de velocidade e direção dos ventos e Koenigsberger et al. (1979) falam de movimento do ar.

A temperatura média radiante foi objeto de medição direta em Blagnac, na França (BOUSSOUALIM & LEGENDRE, 1999), para várias condições climáticas durante o ano, juntamente com os demais parâmetros citados. Esta variável também pode ser obtida através de simulações como as que foram realizadas na “Alumni Plaza” em Tucson, EUA (ANAOKAR & CHALFOUN, 2005) pelo programa “Outdoor” (CHALFOUN, 2002), que prediz esta temperatura através da análise das demais variáveis ambientais.

Outras variáveis são relacionadas por diferentes autores como a radiação solar que foi medida em Cambridge, na Inglaterra (NIKOLOPOULOU ET AL., 1998), também citada por Koenigsberger et al. (1979); ou a absorção solar (quando a pessoa está no sol) que foi medida na “Alumni Plaza” em Tucson, EUA (ANAOKAR & CHALFOUN, 2005). Lynch (1980) fala ainda da nebulosidade, da precipitação e da insolação.

De uma maneira geral, todas estas variáveis são apontadas como condicionantes externos do clima geral com os quais o planejador urbano deve operar (LYNCH, 1980) e, além de produzirem efeitos térmicos, devem ser consideradas simultaneamente se temos que prever a resposta humana (KOENIGSBERGER ET AL., 1979). Lynch (1980) destaca ainda as modificações do microclima impostas pela forma especial de determinados espaços: topografia, cobertura, superfície do solo e formas criadas pelo homem.

Definidas as variáveis ambientais e humanas, são apresentados a seguir os principais índices de conforto térmico para espaços externos, onde são aplicadas estas variáveis, e definidos aqueles que serão utilizados nas áreas a serem analisadas.

2.6 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO

Nos aspectos relativos ao conforto térmico, a avaliação de desempenho dos espaços implica na comparação de medições com critérios de desempenho pré-estabelecidos ou padrões de comparação, que podem ser caracterizados por índices ou normas técnicas existentes (REIS & LAY, 1995). As principais normas técnicas relativas a conforto térmico são a ASHRAE (1993) e a ISO 7730 (1994). O índice mais utilizado é o PMV (Voto Médio Estimado) (FANGER, 1972), descrito a seguir, que vai servir de referência para a maioria dos demais índices de conforto que o sucederam. Os índices estabelecem zonas de conforto levando em consideração as variáveis ambientais (dados provenientes de medições), bem como as variáveis humanas (referentes aos usuários dos espaços).

2.6.1 PMV (Predicted Mean Vote – Voto Médio Estimado)

Fanger (1972) derivou uma equação geral de conforto para calcular a combinação das variáveis ambientais e humanas incluindo temperatura do ar, umidade relativa, temperatura média radiante, atividade física e vestimenta, onde, através de trabalho experimental, avaliou pessoas de diferentes nacionalidades, idades e sexos, obtendo o voto médio estimado (PMV) para determinadas condições ambientais. O voto médio estimado consiste em um valor numérico que traduz a sensibilidade humana ao frio e ao calor. O PMV está classificado em uma escala de 7 pontos, variando de +3 (quente) a -3 (frio). Ou seja, para conforto térmico é zero, para o frio é negativo e para o calor é positivo. A partir daí foi implementado o conceito de pessoas insatisfeitas (PPD – predicted percentage of dissatisfied). Para espaços de ocupação humana termicamente moderados, o PPD deve ser menor que 10%, o que corresponde a uma faixa do PMV de $-0,5$ a $+0,5$ (ISO 7730, 1994).

O PMV tem sido utilizado em pesquisas que trabalham com condições de conforto valendo-se de parâmetros ambientais e humanos. No Brasil, para os cálculos do PMV, tem sido utilizado o programa computacional Analysis 1.2 (1994), desenvolvido pelo Labeee (Laboratório de Eficiência Energética na Edificação) da UFSC, baseado na equação de Fanger. Outros programas estão disponíveis para o cálculo do PMV, como o programa PMVTool (www.squ1.com) e o programa RayMan 1.2 (MATZARAKIS, ET. AL., 2000; MATZARAKIS, & RUTZ, 2005) que, como será visto adiante, calcula, além do PMV, os índices PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) e SET (Temperatura Padrão Efetiva).

Algumas pesquisas, entretanto, têm apontado para uma tendência de identificação de condições frias no cálculo do PMV. Silva (1999) diz que a razão para esta tendência de identificação de uma condição fria dada pelo PMV pode ter diversas origens, apontando a descrição da vestimenta como uma destas razões. Os valores usados para descrever a vestimenta em climas tropicais podem ser diferentes daqueles para descrever esta mesma vestimenta em climas frios, fazendo com que os valores usados na equação de Fanger não correspondam à realidade de climas quentes. Silva (1999) também sugere que o cálculo do PMV poderia, realmente, ter a tendência de refletir condições de ambientes mais frios.

Outro problema é a extensão do PMV para os espaços externos. Assumindo esta dificuldade de aplicar para os ambientes abertos complexos, as equações de conforto estabelecidas por Fanger para espaços internos, Anaokar & Chalfoun (2005) adotaram em seus estudos um PMV “modificado”, introduzido por Gagge, Foblets & Berglund (1986), que pode ser aplicado para uma faixa mais extensa de umidades e temperaturas. O PMV resultante fica em uma escala de 11 pontos, variando de +5 (intoleravelmente quente) passando por 0 (neutra) indo até -5 (intoleravelmente frio), ficando a faixa de conforto entre +2 e -2. Este PMV “modificado” para espaços externos é o adotado nesta pesquisa.

2.6.2 Índices de Conforto Térmico para Espaços Externos

Muitos estudos na área estão baseados no modelo de Fanger e, através destes e de outros estudos, conta-se, hoje, com alguns índices térmicos para ambientes externos que possibilitam a avaliação da situação de conforto e *stress* térmico nestes ambientes. Lois & Labaki (2001) e Monteiro & Alucci (2005) apresentam os principais índices a seguir relacionados.

2.6.2.1 Índice de *Stress* Térmico (The Index of Thermal Stress – ITS)

Na década de 60, Givoni (1962) desenvolveu o Índice de *Stress* Térmico, um modelo biofísico que leva em conta a taxa de metabolismo, diferentes vestimentas e a taxa de sudação. Este modelo descreve o mecanismo de troca entre o corpo e o ambiente, a partir do qual o *stress* térmico total do mesmo (metabólico e ambiental) pode ser calculado. Acima da zona de conforto, a taxa de sudação, necessária para manter o balanço térmico, também pode ser observada desde que o corpo permaneça em equilíbrio térmico (com uma temperatura

elevada, mas constante). Abaixo da zona de conforto, o índice tem um valor negativo indicando o *stress* devido ao frio (GIVONI, 1976).

O ITS é baseado na suposição de que dentro de uma série de condições, onde é possível se manter o equilíbrio térmico, o suor é secretado a uma taxa suficiente para a obtenção do resfriamento, através da evaporação necessária para balancear a produção de calor pelo organismo e a troca com o ambiente. A relação entre a secreção de suor e o adequado resfriamento por evaporação depende da eficiência da transpiração. Quando esta eficiência é reduzida, o corpo secreta suor a uma taxa maior que a equivalente ao calor latente de resfriamento, a fim de compensar essa deficiência.

Segundo Givoni (1976), a primeira versão do índice ITS era destinada apenas para ambientes internos e um tipo de vestimenta (roupa leve de verão). Posteriormente, foi estendido para ambientes externos, com a inclusão, entre outros fatores, da radiação solar, cobrindo também outros tipos de vestimenta. Ao mesmo tempo, os valores numéricos de vários coeficientes foram revisados baseados em dados experimentais adicionais.

A faixa de valores coberta pelo Índice de *Stress* Térmico é:

- temperatura do ar: 20-50 °C;
- pressão de vapor: 5-40 mmHg;
- velocidade do ar: 0,1-3,5 m/s;
- radiação solar: alcance total 600 kcal/h;
- taxa metabólica: 100-600 kcal/h;
- vestimenta: seminu, roupa leve de verão, uniforme industrial ou militar.

O ITS proporciona, segundo Givoni (1976), um método analítico para determinar o efeito combinado da taxa metabólica, das condições ambientais e da vestimenta sobre a tensão fisiológica, manifestada pela taxa de sudação.

2.6.2.2 Modelo de Morgan e Baskett

Morgan & Baskett (1974) fizeram uma revisão dos índices que haviam surgido até este período e verificaram que a modelagem das relações homem-ambiente, baseadas no cálculo de balanço energético, ainda estavam em sua fase inicial. A maior parte dos índices ou modelos existentes estava projetada para ambientes interiores, não sendo capazes de considerar os efeitos da radiação solar do exterior. Além disso, como reflexo da desintegração entre o trabalho de fisiologistas e meteorologistas, se alguns índices continham tratamentos sofisticados dos processos fisiológicos de trocas térmicas, os fatores climático-ambientais eram considerados de forma apenas esquemática e vice-versa. Segundo os autores, poucos modelos que tratavam aqueles fatores com certa profundidade eram muito limitados com respeito aos processos fisiológicos.

Os autores se basearam nas melhores partes dos índices desenvolvidos até então e propuseram algumas inovações - o MANMO (*Man Model* – Modelo Humano). Dado um conjunto de fatores fisiológicos como tamanho, localização, atividade e vestimenta, e dada a descrição do ambiente segundo parâmetros como radiação, temperatura do ar, umidade e movimento do ar, é possível calcular a temperatura e a umidade da pele. Esses parâmetros são então relacionados com o índice PLS (*pleasantness*; grau de conforto) de Winslow, Herring & Gagge, desenvolvido em 1938. O PLS é um valor numérico relacionado à escala: 1 = muito agradável; 2 = agradável; 3 = neutro; 4 = desagradável; 5 = muito desagradável. A temperatura da pele obtida pelo MANMO é comparada com a relação de Fanger entre a temperatura confortável da pele e a taxa metabólica. A diferença entre a temperatura média da pele obtida pelo modelo e a temperatura média confortável da pele é chamada de sensação térmica (TSEN - *thermal sensation*), para a qual também são atribuídos valores numéricos numa escala de +3 (muito quente) a -3 (muito frio), com 0 para a neutralidade.

2.6.2.3 Modelo Climático de Michel (Klima Michel Model – KMM)

Trata-se de um modelo desenvolvido por Jendritzky & Nübler (1981) que também adapta o modelo de Fanger às condições exteriores. Para o cálculo do fluxo de calor radiante do e para o corpo humano, utilizam a radiação solar direta, difusa e refletida, a emissão de radiação de onda longa pelas superfícies vizinhas e a radiação da vestimenta. Para o cálculo da temperatura radiante média, os autores introduzem “fatores de ângulo” para cada superfície

de entorno ao corpo humano, com características específicas da turbidez da atmosfera (T), albedo (σ) e emissividade (ϵ).

Para se obter as variáveis relacionadas a este índice foi elaborada uma tabela válida para cidades de porte médio podendo ser aplicadas à Europa Central, com oito lugares com características diferentes. Para estabelecimento do critério de conforto é utilizado o Voto Médio Estimado de Fanger, integrado à escala psicofísica de sete pontos da ASHRAE.

2.6.2.4 Modelo de Munique para Balanço de Energia para Indivíduos (MEMI)

Desenvolvido por Höpfe em 1984 (MAYER & HÖPPE, 1987), baseia-se na equação de balanço de energia. Considera um estado estacionário de dois nós, no qual a taxa de transpiração é uma função não apenas da temperatura da pele, mas também da temperatura do interior do corpo. Os fluxos de calor são calculados separadamente para as partes vestidas e não vestidas do corpo. Idade e sexo são considerados no cálculo das taxas de metabolismo e transpiração.

Assim, o MEMI consiste em três equações: a de balanço de energia total do corpo; o fluxo de calor (F_{cs}) do interior do corpo para a pele; e o fluxo de calor (F_{sc}) da pele, através das camadas de roupa, para as superfícies externas das roupas. O sistema de equações permite uma quantificação definida das três quantidades desconhecidas: temperatura média da pele, temperatura da roupa e temperatura interna do corpo, quando são conhecidos os parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, pressão de vapor, velocidade do ar e temperatura radiante média) e os parâmetros pessoais (idade, sexo, altura, taxa metabólica, resistência térmica da roupa, posição do corpo).

2.6.2.5 Temperatura Fisiológica Equivalente (Physiological Equivalent Temperature – PET)

A Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) é um índice para cálculo do conforto térmico, adaptado às condições externas, que considera não só a temperatura, umidade e vento, mas também a temperatura radiante média e é baseado na equação de equilíbrio térmico humano em estado de uniformidade (MAYER & HÖPPE, 1987). Foi criado visando estabelecer um índice de fácil entendimento, transmitido para condições internas, mais fácil de avaliar. Para isso é feita uma transferência do bioclima para um ambiente fictício equivalente onde:

- a temperatura radiante média é igual à do ar;
- a velocidade do ar é fixa em um valor adequado para um ambiente interno de 0,1m/s;
- a pressão de vapor do ar no ambiente é admitida como sendo 12 hPa (umidade relativa de 50% à temperatura do ar de 20°C);
- metabolismo de trabalho o qual deve ser incluído o metabolismo básico é de 80W (trabalho sedentário leve) e o valor de vestimenta é estimado em 0,9 clo.

O PET incorpora valores reais de temperatura superficial e evaporação do suor. Para calcular este índice, alguns valores devem ser conhecidos:

$$PET = f(t_a, t_{mrt}, p_v, v)$$

Onde: t_a = temperatura do ar em °C; t_{mrt} = temperatura radiante média em °C; p_v = pressão de vapor em mb; e v = velocidade do vento em m/s.

O PET é calculado então como aquela temperatura do ar para a qual o balanço de energia para as condições supostas desse ambiente interno fictício está em equilíbrio com a mesma temperatura média da pele e mesma taxa de sudação que as calculadas para as condições reais externas. De acordo com sua definição, valores de PET próximos de 20°C podem ser caracterizados como confortáveis. Valores mais altos indicam uma possibilidade crescente de *stress* térmico, ao passo que valores mais baixos indicam condições muito frias para conforto.

2.6.2.6 Temperatura Neutra ao Exterior (T_{NE})

A Temperatura Neutra (T_n), temperatura ambiente considerada pela população “nem quente, nem fria”, proposta por Humphreys (1975), põe em evidência, segundo Aroztegui (1995), a lógica correlação entre as expectativas da população diante de ambientes condicionados naturalmente, refletidas nos hábitos de vida, vestimentas e nível de atividades. Uma relação linear, válida para ambientes interiores, se comprova entre a temperatura média mensal (T_{mm}) e a Temperatura Neutra, onde a velocidade do ar é baixa e as temperaturas médias radiantes não se afastam excessivamente das temperaturas do ar.

Para a análise de ambientes externos deve-se considerar duas variáveis de difícil apreciação: a radiação solar e a velocidade do vento. A primeira reúne o efeito da temperatura radiante orientada pela posição do sol e toda a complexidade do aspecto do céu, e as reflexões do entorno. A segunda se caracteriza por uma acentuada agitação e por ser bastante afetada,

no espaço e no tempo por acidentes aleatórios, ao nível do pedestre. Dessa forma, é necessário aceitar simplificações enquanto se tenta dominar essas variáveis.

A Temperatura Neutra ao Exterior (T_{NE}) é definida com base nas mesmas variáveis que compõem a Temperatura Neutra interna incorporando os efeitos dos principais agentes externos, ou seja, os efeitos gerados pelo vento e pelo sol (radiação solar e velocidade do vento). Baseando-se no Índice de *Stress* Térmico (ITS) de Givoni (1976), Aroztegui (1995) desenvolveu uma equação que soma os efeitos dos agentes exteriores à temperatura neutra interior. Para uma taxa de sudoração em atividade sedentária e adotando-se condições médias para as características do entorno (roupas 0,8 clo, atividade sedentária, umidade relativa entre 35% e 65%), foi determinada a equação da Temperatura Neutra ao Exterior:

$$T_{ne} = 3,6 + 0,31T_{mm} + \frac{100 + 0,1R_{dn}(1 - 0,52(V^{0,2} - 0,88))}{11,6V^{0,3}}$$

Onde T_{ne} = Temperatura Neutra ao Exterior em °C; T_{mm} = temperatura média mensal em °C; R_{dn} = radiação solar direta normal em W/m²; V = velocidade do ar em m/s.

Para temperatura do ar inferior à Temperatura Neutra Exterior ($t_{ar} < t_{ne}$) é considerado um período frio (*pf*).

2.6.2.7 Índice de Sensação Térmica (Thermal Sensation – TS)

Trata-se de uma pesquisa de conforto em áreas externas realizada por Noguchi e Givoni em 1997, envolvendo dados de temperatura do ar, radiação solar e velocidade do vento, dados que variam conforme as características do espaço aberto (GIVONI & NOGUCHI, 2000). Também foram estudadas as relações entre sensação térmica e sensação global de conforto, verificada em pesquisa desenvolvida pela Fujita Corporation em uma área gramada e outra de estacionamento asfaltado em um parque em Yokohama City, Japão.

O objetivo desta pesquisa era determinar o efeito quantitativo dos vários aspectos de projeto que modificam a incidência do sol e ventos, durante épocas diferentes, considerando pessoas vestidas de acordo com a prática comum nas diferentes estações, do verão de 1994 ao verão de 1995.

Teve como base a aplicação de um questionário com respostas subjetivas a um homem e uma mulher, somando três pares, submetidos a diferentes condições experimentais, ou seja, áreas com diferentes características, havendo uma pequena distância entre elas (área

sombreada, área ao sol e uma área aberta, porém protegida do vento com uma placa transparente). Este levantamento foi desenvolvido por alguns dias durante as quatro estações. O questionário englobava a sensação térmica (calor/frio) e conforto térmico (confortável/desconfortável).

Para a sensação térmica de percepção de calor e frio foi adotada a escala de 1 (muito frio) a 7(muito calor). A escala de conforto foi de 1 (muito desconfortável) a 7 (muito confortável), com o nível 4 para a situação de neutralidade. Os grupos se alteravam a cada 20 minutos respondendo o questionário nos 5 minutos restantes. As condições meteorológicas foram medidas ao mesmo tempo da aplicação do questionário, onde foram levantados dados de temperatura do ar, umidade, temperatura do entorno e vento, além da sensação térmica e de conforto.

Através da análise dos dados foi possível o desenvolvimento de uma fórmula prognosticando a sensação de conforto de um indivíduo em área externa, em determinada condição climática, com diferentes vestimentas para as diferentes estações, obtendo-se assim a seguinte relação entre sensação térmica (*thermal sensation* - TS) e conforto.

$$TS = 1,7 + 0,118Ta + 0,0019SR - 0,322WS - 0,0073RH + 0,0054ST$$

Onde TS = sensação térmica; Ta = temperatura na sombra em °C; SR = radiação solar horizontal em W/m²; WS = velocidade do vento em m/s; RH = umidade relativa em%; ST = temperatura da superfície ao redor em °C.

Para níveis de TS 5, 6 e 7 (pouco confortável, mais confortável e muito confortável) pode-se considerar uma categoria de "confortável". Se o índice for menor, considera-se uma situação de desconforto. Se for maior, no entanto, encontraremos uma situação de "super conforto", que deverá, segundo os autores, estar relacionada a uma situação de estimulação, de prazer fora de uma análise específica de conforto. O conforto térmico seria uma condição necessária, mas não suficiente, para uma sensação "positiva" de agrado com o ambiente.

2.6.2.8 Temperatura Padrão Efetiva (Standard Effective Temperature – SET)

Gagge (1974, *apud* MARKUS & MORISS, 1980) define a temperatura efetiva padrão (SET) como a temperatura de um ambiente fechado isotérmico, com velocidade do ar abaixo de 0,15m/s, umidade relativa de 50%, no qual, pessoas em atividade sedentária, vestidas com

roupas de 0,6 clo, teriam os mesmos valores de suor da pele e da temperatura média da pele, que teriam os usuários no ambiente real não uniforme.

2.6.2.9 Índice HUMIDEX

Masterton & Richardson (1979) propõem o HUMIDEX, índice que fornece uma temperatura equivalente em função dos valores da temperatura e da umidade relativa do ar. Vale ressaltar que o índice em questão considera apenas as variáveis temperatura e umidade do ar, não considerando a velocidade do ar, efeitos da radiação térmica e parâmetros do indivíduo (atividade e vestimentas). As equações propostas são:

$$HU = tar + (5/9) \cdot (pv - 10) -$$

Onde HU = temperatura equivalente HUMIDEX em °C; tar = temperatura do ar em °C; par = pressão parcial de vapor de água do ar.

$$pv = 6,11 \cdot \exp \{ 5417,7530 \cdot [(1/273,16) - (1/to)] \}$$

Onde: to = temperatura do ponto de orvalho, em K.

O valor 5417,7530 é uma constante baseada no peso molecular da água, no calor latente de vaporização da água e na constante universal dos gases. A pressão parcial de vapor de água no ar pode genericamente ser calculada por:

$$pv = 6,112 \cdot 107.5 \cdot tar / (237.7 + tar) \cdot ur/100$$

Onde: ur = umidade relativa do ar, em %.

O HUMIDEX é utilizado pelo Serviço Meteorológico do Canadá para alertar a população sobre possíveis perigos relativos a *stress* térmico por calor. O índice proposto por esta entidade é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Níveis de classificação do HUMIDEX.

| HUMIDEX (°C) | Classificação |
|--------------|--|
| ≤ 30 | Sem desconforto |
| 30 - 40 | Algum desconforto |
| 40 - 45 | Muito desconforto, evitar esforço físico |
| ≥ 45 | Situação de perigo |
| ≥ 54 | Golpe térmico iminente |

Segundo a entidade citada, a situação de golpe térmico é caracterizada pela interrupção da sudorese, com elevação da temperatura corpórea. Os conseqüentes sintomas são pele quente e seca, podendo levar a delírios, convulsões e morte.

2.6.2.10 Temperatura de Globo e de Bulbo Úmido (Wet Bulb Globe Temperature – WBGT)

Yaglou (1957) propõe a temperatura de globo e de bulbo úmido. Para condições internas e externas, sem radiação solar direta, este índice é dado por:

$$WBGT = 0,7 \cdot tnwb + 0,3 \cdot tg$$

Onde: WBGT = temperatura de globo e de bulbo úmido em °C; tg = temperatura de globo em °C; tnwb = temperatura de bulbo úmido natural em °C.

Para condições externas com radiação solar direta, tem-se (ISO 7243, 1989): $WBGT = 0,7 \cdot tnwb + 0,2 \cdot tg + 0,1 \cdot tar$

Onde: tar = temperatura do ar, em °C.

2.6.2.11 Índice Equatorial de Conforto (Equatorial Comfort – EC)

Webb (1960, citado por SANTAMOURIS & ASIMAKOPOULOS, 1996) propõe o índice equatorial de conforto, a partir de estudos de conforto térmico em Cingapura. Foi desenvolvido correlacionando-se os dados levantados de temperatura, pressão e velocidade do ar, com a temperatura do ar saturado e parado, a qual produziria a mesma sensação global de conforto. Este índice aplica-se para condições onde a temperatura de bulbo úmido (twb) seja maior que 25 °C e a temperatura do ar seja igual à temperatura radiante média. A equação experimental proposta pelo autor é:

$$EC = 0,574 \cdot tar + 0,2033 \cdot pv - 1,8 \cdot v + 42$$

Onde EC = índice equatorial de conforto em °C; tar = temperatura do ar em °C; par = pressão parcial de vapor de água do ar em mmHg; v = velocidade do ar, em m/s.

2.6.2.12 Comparação entre PMV, SET e PET

Katzschner et al., (1999), na análise do clima urbano de Salvador, fazem uma comparação entre os índices PET e SET com o PMV. A Tabela 5 mostra uma comparação de

valores de PET e SET com a sensação térmica empírica de pessoas para diferentes climas. O grau de *stress* fisiológico é tomado de uma pessoa europeia (MATZARAKIS & MAYER, 1996). A Tabela 5 também inclui uma comparação com o PMV. Com isso, o conforto térmico pode ser considerado para diferentes climas e sensações térmicas.

Tabela 5: Valores bioclimáticos e sensação humana.

| PMV | SET (°c) | PET (°c) | Sensação Térmica Clima europeu | Sensação Térmica Clima tropical | Grau de <i>Stress</i> Fisiológico |
|------|----------|----------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| | | | Muito frio | Frio extremo | <i>stress</i> frio extremo |
| -3,5 | 10 | 4 | | | |
| | | | Frio | Muito frio | <i>stress</i> frio forte |
| -2,5 | 15 | 8 | | | |
| | | | Fresco | Frio | <i>stress</i> frio moderado |
| -1,5 | 20 | 12 | | | |
| | | | Levemente fresco | Fresco | <i>stress</i> frio leve |
| -0,5 | | 16 | | | |
| | 25 | 20 | Neutro | | sem <i>stress</i> térmico |
| 0,5 | | 24 | | Neutro | |
| | 30 | | Levemente aquecido | | <i>stress</i> quente moderado |
| 1,5 | | 28 | | Levemente aquecido | |
| | 35 | | Aquecido | | <i>stress</i> quente forte |
| 2,5 | | 32 | | Aquecido | |
| | 40 | | Muito quente | | |
| 3,5 | | 36 | | Quente | |
| | | 40 | | Muito quente | |

Nota: PMV = voto médio estimado; SET = temperatura padrão efetiva; PET = temperatura fisiológica equivalente.

Tomando-se os valores do índice PET, por exemplo, a faixa neutra, sem *stress* térmico, aponta temperaturas em torno dos vinte graus, o que para o clima do Brasil, de uma maneira geral, ficaria em uma faixa de frio leve.

A comparação entre diferentes índices de conforto térmico é importante na medida em que permite a definição de quais são mais ou menos adequados aos objetivos do estudo a ser desenvolvido, em função dos elementos climáticos coletados, dos tipos de espaços analisados e das relações a serem consideradas. Estes aspectos, aliados a disponibilidade de equipamentos de medição, norteiam a escolha dos índices a serem utilizados neste trabalho. Dentre todos os índices de conforto térmico para espaços externos apresentados, aqueles mais adequados para esta pesquisa são o PMV e o PET, cujo cálculo é realizado pelo programa RayMan 1.2 (MATZARAKIS, ET. AL., 2000; MATZARAKIS, & RUTZ, 2005), além da T_{NE} , da TS e do HUMIDEX, que serão calculados através de planilha eletrônica. As variáveis humanas e ambientais coletadas delimitam a escolha destes índices, bem como a sua utilização em pesquisas similares.

Entretanto, na análise das relações entre clima e forma urbana, a utilização de determinados índices ou mesmo a comparação entre eles, pode não ser ainda suficiente, como podemos observar em trabalho realizado em áreas públicas de Cambridge, (NIKOLOPOULOU, ET AL., 1998), onde a comparação de dados objetivos – aqueles provenientes de medições de parâmetros climáticos – e subjetivos – aqueles provenientes das respostas dos usuários – foi de grande importância para o entendimento destas questões. As pessoas entrevistadas reportaram-se a uma sensação térmica em uma escala de cinco pontos, variando do muito frio ao muito quente. Isto foi então comparado com o correspondente teórico PMV, levando-se em conta os parâmetros médios ambientais objetivos, gravados durante a realização da entrevista, níveis de vestimenta e taxa metabólica, para cada entrevistado. É evidente que ocorreu uma grande discrepância entre as duas curvas. Mais do que 50% das pessoas votaram pela parte quente da escala e em torno de 20% pela fria, ao passo que para o extremo ± 2 , o valor ficou ao redor de 10%. Somente 35% dos entrevistados estariam dentro das condições de conforto aceitáveis, a vasta maioria situando-se em condições muito quente ou muito fria. Isto revela que os parâmetros de microclima têm grande influência nas sensações térmicas, mas os fatores físicos de adaptação fisiológica e fatores psicológicos podem ser responsáveis pela diferença de 50% entre a avaliação de conforto objetiva e a subjetiva.

Como se pode observar, a introdução do usuário na análise dos espaços traz outras informações, que, muitas vezes, podem ser conflitantes com o estabelecido pelos índices tradicionalmente utilizados nas pesquisas em geral, sendo importante a comparação dos resultados destes índices com a resposta geral dos usuários.

2.7 O USUÁRIO NA RELAÇÃO ENTRE O CLIMA E A FORMA URBANA

Restringindo-se as variáveis envolvidas na relação entre clima e forma urbana aos aspectos relativos ao conforto térmico, e introduzindo-se o usuário como mais uma variável nesta relação, a avaliação de desempenho dos espaços aponta para estudos com a utilização de ferramentas específicas para a relação ambiente-comportamento, e uma alternativa metodológica amplamente utilizada por pesquisadores desta área é a avaliação pós-ocupação – APO (REIS & LAY, 1995).

Sendo os padrões de conforto universalmente aceitos, em todas as tentativas para entender as condições de conforto ao ar livre, um modelo puramente fisiológico tem sido

usado, similarmente ao modelo usado para o ambiente interno, adaptado pela inclusão do parâmetro de radiação solar. Entretanto, devido a grande complexidade dos ambientes ao ar livre, em termos de variabilidade, temporalidade e espacialidade, bem como a grande variação de atividades em que as pessoas estão engajadas, muito pouco tem sido feito para se tentar entender as condições de conforto externas, ou seja, existe uma lacuna de entendimento do parâmetro humano nestes espaços e suas respostas subjetivas. As pessoas atuam para melhorar suas condições de conforto pela modificação de suas vestimentas, pela mudança de atividade ou interagindo com o espaço, mostrando que existe uma “oportunidade de adaptação”, que seria o grau pelo qual as pessoas podem adaptar-se ao seu ambiente. Nikolopoulou et al. (1998) propõem uma separação entre sensação térmica e satisfação térmica, sugerindo que fatores intrínsecos como experiência passada, naturalidade do ambiente, aclimatação e tempo de exposição, bem como necessidade de estimulação ambiental, são também importantes para esta satisfação térmica.

Dentro desta ótica, poucos são os trabalhos de avaliação de espaços públicos abertos, com enfoque nos aspectos de conforto térmico dos usuários, realizados no Brasil. Um dos trabalhos pioneiros nesta área, que enfocou dentre outros aspectos, aqueles relativos ao conforto térmico, foi realizado na Praça Elis Regina, um espaço público em torno de um conjunto habitacional na Vila Gomes em São Paulo (LIMA & PELLEGRINO, 1993). Esse trabalho surgiu a partir de um processo de aplicação de APO, originalmente centrado na avaliação do desempenho dos edifícios do conjunto habitacional, onde se percebeu a importância que o espaço público desempenhava para aquele universo de usuários, gerando, então, a aplicação de uma pesquisa específica para a praça em questão.

Outro trabalho que considerou entre outros, aspectos relativos ao conforto térmico dos usuários, foi o que consistiu na avaliação pós-ocupação dos espaços de uso público da Rua das Tecnologias, área institucional complementar à implantação da Vila Tecnológica de Ribeirão Preto, São Paulo, cujo objetivo era avaliar o desempenho de espaços institucionais, suas funções sociais, a forma de ocupação das edificações e dos espaços abertos, tanto do ponto de vista técnico como do usuário (TABLAS ET AL., 2000). Foram levantados os conflitos, procurando entender a relação espaço-usuário e as formas com que ocorreram as interferências, identificando os aspectos positivos e negativos do projeto e definindo algumas recomendações para que os fatores negativos não se repetissem em projetos semelhantes.

Trabalho mais recente realizou avaliações de espaços públicos abertos em dois locais na cidade do Rio de Janeiro, considerando aspectos relativos ao conforto térmico, utilizando ferramentas características da relação ambiente-comportamento (CORBELLA & YANNAS, 2003). Um destes locais é a praia de Copacabana, onde em dois verões seguidos foram feitos vários estudos tentando caracterizar e interpretar as diferenças microclimáticas resultantes de sua configuração urbana, valendo-se, também, da percepção dos usuários do espaço. Outro destes locais, na realidade são dois espaços abertos, a Praça Paris e o Parque Guinle, que foram selecionados para observar o efeito de diferentes técnicas de projeto. O primeiro com características de uma praça européia e o segundo mais parecendo uma floresta tropical. Os dois espaços estão localizados perto do centro do Rio de Janeiro e, devido a sua proximidade, foi considerado que ambos estavam sujeitos a influências climáticas similares.

Outra pesquisa recente foi realizada na cidade de Campinas – SP, onde foi avaliada a influência da morfologia urbana em espaços públicos abertos, levando em conta o conforto térmico nesses espaços (PEZZUTO ET AL., 2003). Além da coleta de dados ambientais foram aplicados questionários com os usuários desses espaços com o objetivo de avaliar as preferências e a sensação de conforto térmico.

Desta forma pode-se detectar, por exemplo, como a falta de arborização e sombreamento ou a falta de uma proteção adequada às intempéries afeta o uso dos espaços prejudicando determinadas atividades (LIMA & PELLEGRINO, 1993; TABLAS ET AL., 2000), ou como determinada configuração urbana pode afetar o microclima e, conseqüentemente, a relação do usuário com estes espaços, como no caso de Copacabana na cidade do Rio de Janeiro (CORBELLA & YANNAS, 2003).

No exterior, entretanto, pesquisas mais recentes na área de avaliação de espaços públicos abertos, com enfoque específico nos aspectos de conforto térmico dos usuários, têm sido realizadas em diversos países, como Canadá, Estados Unidos e França. Alguns trabalhos trouxeram, em especial, questionamentos importantes sobre a relação entre condições microclimáticas e o uso dos espaços, como o realizado em Montreal, Canadá, onde um estudo, em um determinado número de áreas públicas do centro, registrou o comportamento dos usuários visando o desenvolvimento de critérios para o conforto humano no ambiente externo construído, questionando se as respostas subjetivas às condições microclimáticas correspondiam aos níveis de uso observados. Este estudo busca entender que parte da variação no uso e nos diferentes comportamentos dos usuários podia ser explicada pelo

ambiente e que parte podia ser explicada pelo modelo de conforto humano (ZACHARIAS, 1998).

Outro estudo empreendido buscou alcançar um melhor entendimento da riqueza destas características microclimáticas em espaços urbanos abertos e as implicações no conforto das pessoas que os usam, enfatizando a hipótese de que estas condições influenciam o comportamento das pessoas e a utilização destes espaços. Quatro locais para estudo de caso foram identificados no centro da cidade de Cambridge, os quais foram projetados especificamente para uso público externo. Eles podem ser identificados como praças urbanas ou parques com forte atividade comercial. O que se observou, inicialmente, é que uma abordagem puramente fisiológica é inadequada na caracterização das condições de conforto em espaços abertos e um entendimento dos parâmetros humanos dinâmicos é necessário no projeto de espaços para uso público. O ambiente térmico é de fato de primordial importância influenciando o uso destes espaços pelas pessoas, mas uma adaptação psicológica (disponibilidade de escolha, estimulação ambiental, história térmica, efeito memória, expectativas, etc.) é também de grande importância nestes espaços que apresentam poucas restrições (NIKOLOPOULOU, ET AL. 1998).

O objetivo de outra pesquisa, realizada em três praças públicas localizadas em Blagnac, uma pequena cidade no sudoeste da França, na tentativa de contribuir para um melhor entendimento de como o microclima urbano toma parte na relação entre usuários e espaços públicos abertos, foi examinar se as características microclimáticas afetam o uso de espaços públicos ao ar livre, apresentando um método para verificar em que grau a frequência de uso e as atividades mostradas pelos usuários variavam como uma função destas características (BOUSSOUALIM & LEGENDRE, 1999).

Neste estudo, parte-se da premissa de que a introdução do usuário na avaliação do conforto térmico dos espaços urbanos, através de suas respostas, sensações e padrões de uso desses espaços, vem auxiliar no entendimento das relações entre a forma urbana e o clima, na medida em que podem ser feitas comparações entre estas respostas e os padrões estabelecidos pelos diferentes índices de conforto amplamente utilizados por pesquisadores desta área de conhecimento.

2.8 CONCLUSÃO

Neste capítulo foram apresentados os argumentos, embasados na revisão da literatura, que fundamentam a definição das variáveis envolvidas na investigação, com o objetivo de avaliar o conforto térmico de espaços públicos abertos.

As variáveis ambientais e humanas de conforto, a serem consideradas neste trabalho, estão diretamente relacionadas com os diferentes índices de conforto térmico a serem utilizados para as análises e comparações. As variáveis ambientais de conforto térmico anteriormente apontadas, necessárias para esta tarefa, são a temperatura do ar, a temperatura média radiante, a umidade relativa do ar, a pressão de vapor, a radiação solar e a direção e velocidade dos ventos. Através do levantamento ou cálculo destas variáveis tem-se uma caracterização do microclima das áreas a serem analisadas, o que permite um estudo comparativo entre diferentes áreas, possibilitando, também, uma comparação dos diferentes microclimas com o mesoclima da região, caracterizado pelos dados climáticos fornecidos pela estação meteorológica local. As variáveis humanas de conforto térmico consideradas são aquelas necessárias para o cálculo dos índices de conforto térmico para espaços externos a serem utilizados nas análises, ou sejam, a vestimenta e a atividade dos indivíduos, além das variáveis subjetivas como sexo, idade, forma do corpo e cor da pele, acrescentando elementos para o entendimento da resposta dos ocupantes às condições de conforto térmico dos espaços.

Para atingir os objetivos propostos no trabalho também são estabelecidas relações entre estas variáveis, sendo o resultado destas relações, como um todo, o que vai permitir a avaliação proposta.

2.8.1 Definição das Variáveis

2.8.1.1 Variáveis da Forma Urbana - Praças

Variáveis decorrentes da configuração urbana e atributos da forma, definidas, em parte, pela legislação urbanística. São a natureza das superfícies, a densidade e a altura das edificações, além da vegetação. Constitui-se em fator determinante na escolha das áreas objeto desta investigação (praças).

2.8.1.2 Variáveis Ambientais de Conforto Térmico

Variáveis climáticas coletadas, nas áreas selecionadas, através de instrumentos de medição, como a temperatura do ar, as temperaturas superficiais, a umidade relativa do ar e a velocidade e direção do vento; ou calculadas a partir dos dados coletados, como a temperatura média radiante, a radiação solar e a pressão de vapor. São utilizadas no cálculo dos índices de conforto térmico para espaços externos.

2.8.1.3 Variáveis Humanas

2.8.1.3.1 Variáveis Humanas de Conforto Térmico

Variáveis coletadas, nas áreas selecionadas, como a atividade, o sexo, a cor da pele, a complexidade física, a idade e a vestimenta dos usuários. São utilizadas no cálculo dos índices de conforto térmico para espaços externos.

2.8.1.3.2 Variáveis de Caracterização Geral dos Usuários

Variáveis coletadas, nas áreas selecionadas, onde as principais são a condição, o tempo de moradia ou veraneio, o local de moradia ou veraneio, o uso dos locais, a frequência de uso, o turno e a finalidade de frequência e o nível de renda dos usuários.

2.8.1.3.3 Variáveis de Agradabilidade e Percepção

Variáveis coletadas, nas áreas selecionadas, relativas a percepção e ao nível de agradabilidade dos usuários com as condições de temperatura do ar, umidade relativa do ar, ventos e insolação.

2.8.1.4 Índices de Conforto Térmico para Espaços Externos

Índices de conforto, calculados para as áreas selecionadas, a partir das variáveis ambientais e humanas de conforto térmico, que indicam a condição de conforto dos espaços.

2.8.2 Relações entre as Variáveis

Definidas todas as variáveis envolvidas na pesquisa, bem como os índices de conforto térmico para espaços externos, passa-se para o estabelecimento das relações entre estas variáveis e índices a serem investigadas.

- Relação entre variáveis da forma urbana e variáveis ambientais;
- Relação entre variáveis da forma urbana e índices de conforto térmico;
- Relação entre variáveis da forma urbana e variáveis humanas de conforto térmico;
- Relação entre variáveis da forma urbana e variáveis humanas de agradabilidade e percepção e caracterização geral dos usuários;
- Relação entre praças e agradabilidade e intensidade de temperatura do ar;
- Relação entre praças e agradabilidade e intensidade de umidade relativa do ar;
- Relação entre praças e agradabilidade e intensidade dos ventos;
- Relação entre praças e agradabilidade e intensidade de insolação;
- Relação entre praças e confortabilidade no verão;
- Relação entre praças e confortabilidade no inverno.

Definidas as variáveis adotadas e estabelecidas as relações a serem investigadas, no próximo capítulo passa-se à apresentação dos procedimentos metodológicos utilizados para que sejam atingidos os objetivos propostos. São descritos aspectos relativos à seleção do objeto de estudo, aos métodos de coleta e análise dos dados, bem como aos aspectos relativos ao trabalho de campo.

3. METODOLOGIA

3.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta os aspectos relativos aos métodos e instrumentos de pesquisa adotados, a fim de que sejam atingidos os objetivos propostos. Inicialmente são apresentados o objeto de estudo, o município de Torres, e as unidades de análise selecionadas, especificando-se os critérios determinantes para sua escolha. Parte-se então para a descrição dos métodos e técnicas de coleta de dados adotados neste estudo, que são fundamentados na área de pesquisa ambiente – comportamento. Após são expostos os métodos e instrumentos utilizados para análise dos dados. Finalizando, apresenta-se a descrição detalhada dos principais aspectos relacionados ao trabalho de campo.

3.2 SELEÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

De acordo com os objetivos do trabalho, a escolha de Torres como estudo de caso se dá pelo fato de, neste município, a aplicação dos índices urbanísticos estabelecidos pelos sucessivos planos diretores estar produzindo uma acentuada modificação na configuração morfológica de sua área central, e isto pode ser percebido quando se observa uma excessiva verticalização das edificações, bem como um aumento da densidade de massa construída, como pode ser visto na Figura 3.



Figura 3: Vista da área central de Torres.

A falta de dispositivos legais de planejamento, no momento em que Torres começa a se transformar em um centro turístico, com o empreendimento balneário do Sr. José Picoral, a partir de 1915, dá início a essa configuração morfológica. Ao longo dos anos, apenas algumas leis e decretos municipais esparsos procuraram disciplinar o controle das construções, bem como o uso do solo urbano, sem, entretanto, qualquer preocupação mais apurada com o resultado advindo de sua aplicação, muito menos do ponto de vista das questões referentes ao conforto dos espaços abertos. Somente em 04 de dezembro de 1962, através do "Regulamento para Construções na Área Urbana" (Lei 728/62), a cidade recebeu a sua primeira legislação urbanística, destacando-se, segundo Falcão (1999), que foi esta legislação que controlou a ocupação urbana na faixa junto a orla, impedindo a proliferação de edificações de grande altura e permitindo que nesta área fossem implantadas as residências de veraneio da população mais abastada, o que impediu que a paisagem da cidade fosse prejudicada. Mesmo não havendo uma intencionalidade, os dispositivos legais aplicados acabaram preservando as condições de conforto nesta área.

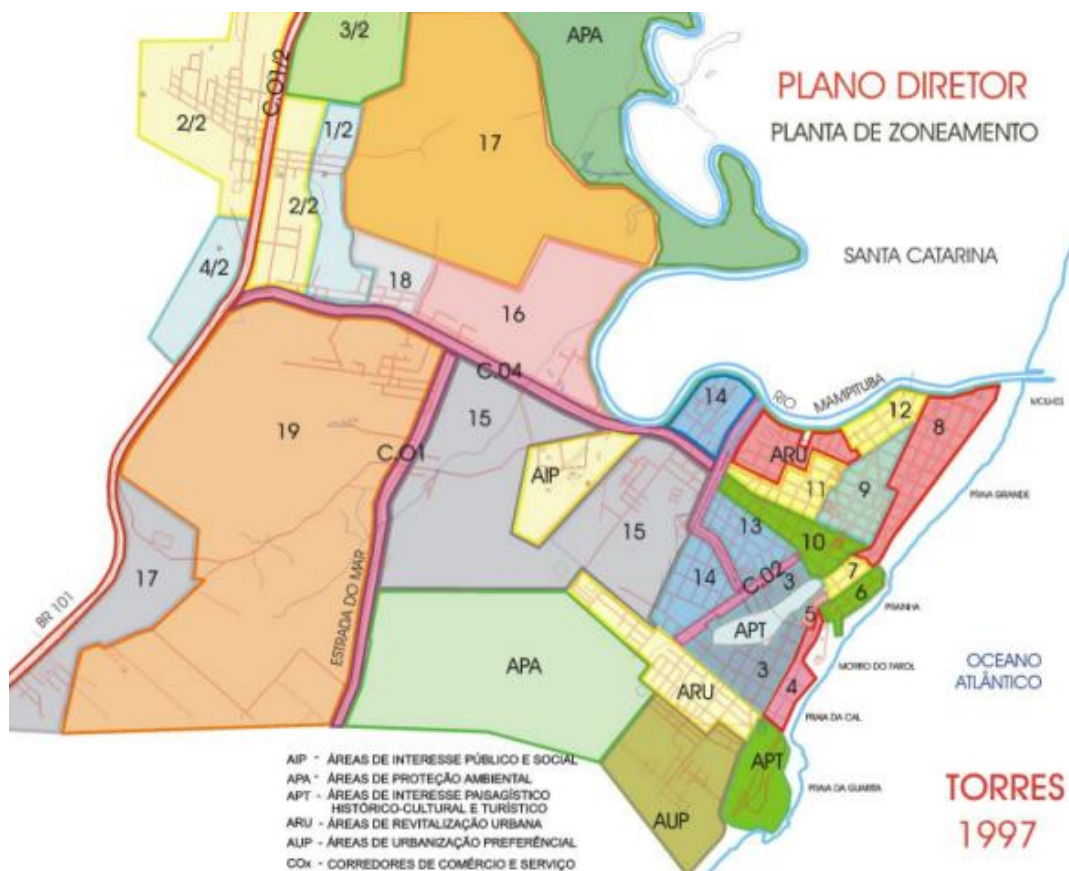


Figura 4: Plano Diretor de Torres.

Em 1987, com a lei 2.265/87, vários dispositivos da legislação de 62 foram mudados, limitando a altura e fixando uma política de recuos laterais e de fundos. No entanto, somente

na gestão municipal do período 1991-1992, foi iniciado o processo que resultou no atual plano diretor da cidade (Figura 4). Este plano acabou por consolidar a tendência de configuração morfológica, que vinha ocorrendo em Torres, criando zonas, na área central, cujos índices de altura são bastante elevados e, em alguns casos, os recuos laterais são inexistentes. Como mérito deste plano esteve a manutenção dos índices da faixa litorânea – onde as alturas são restritas a 9 metros (3 pavimentos). Entretanto, imediatamente após a orla, aparece uma faixa de prédios que podem chegar aos 20 pavimentos, já que não existe uma limitação de altura, mas sim índices de aproveitamento e taxas de ocupação que acabam por definir a altura das edificações, em função do tamanho dos lotes, como ocorre nas Zonas 7 (Centro Tradicional), 9 (Praia Grande), 10 (Alto Comércio) e 11 (Ronda), o que pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6: Plano Diretor de Torres: zoneamento e índices da área central.

| ZONA | IA | | TO | Recuos | | Altura (m) |
|------------------------------------|-------------|-------------|-----|----------|---------|------------|
| | Incentivado | Permissível | | Lateral | Frontal | |
| 3 – Praia da Cal – Lagoa do Violão | 1,6 | 0,6 | 60% | Variável | 4 m | 9 |
| 4- Praia da Cal – Orla | 1,2 | 0,6 | 60% | Isento | 4 m | 9 |
| 6 – Prainha | 1,2 | 0,6 | 60% | Isento | 4 m | 9 |
| 7 – Centro Tradicional | 3,0 | 1,5 | 75% | Variável | Isento | * |
| 8 – Praia Grande – Orla | 1,2 | 1,0 | 60% | Isento | 4 e 6 m | 9 |
| 9 – Praia Grande | 3,0 | 0,6 | 60% | Variável | 4 m | * |
| 10 – Alto Comércio | 3,0 | 1,5 | 75% | Variável | 2 m | * |
| 11 - Ronda | 2,4 | 1,2 | 60% | Variável | 4 m | * |

Nota: IA = índice de aproveitamento; TO = taxa de ocupação; * Alturas definidas pela relação entre o IA e a TO.

O resultado da aplicação destes índices é uma configuração urbana onde a verticalização e a densificação podem estar gerando espaços inadequados do ponto de vista do conforto térmico, devido ao sombreamento excessivo dos espaços públicos abertos pelas edificações do entorno, e a uma maior absorção da radiação solar pelas superfícies edificadas, em função do tipo dos revestimentos e sua conseqüente irradiação para as áreas circundantes, o que, segundo o que foi exposto anteriormente, pode produzir mudanças significativas na temperatura e na umidade relativa do ar. Pode-se falar, além disso, de uma sensível modificação na direção e na velocidade dos ventos, em função não somente das alturas, mas também da massa construída das edificações (OKE, 1988; GIVONI, 1998; KOENIGSBERGER ET AL., 1979; CORBELLA & YANNAS, 2003).

A verificação das condições de conforto térmico em espaços públicos abertos, em um local com as características acima descritas, justifica a escolha de Torres para a realização desta pesquisa. Esta escolha, também pode servir de referência a estudos semelhantes que venham a ser realizados em municípios com características urbanísticas similares.

3.2.1. Caracterização Climática de Torres

Em um trabalho onde serão analisadas relações entre a forma urbana e o clima, uma caracterização climática do local, objeto de estudo, faz-se necessária, iniciando-se por um breve resumo das características climáticas em escala regional – macroescala – e, posteriormente, em escala local – mesoescala.

Apesar de não se observar condições climáticas significativamente diversas, Machado (1950) subdividiu o território rio-grandense em 8 regiões climáticas: Depressão Central, Campanha, Serra do Sudeste, Serra do Nordeste, Vale do Uruguai (alto e baixo), Missões, Planalto e Litoral (norte e sul). O objeto de estudo, o município de Torres, está situado no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. A Tabela 7 a seguir apresenta os dados físicos gerais do município, bem como da estação meteorológica local, pertencente à rede de estações do 8º Distrito de Meteorologia.

Tabela 7: Dados físicos gerais do município de Torres.

| | MUNICÍPIO | ESTAÇÃO |
|--------------|-------------------|---------------|
| ALTITUDE (m) | 6,00 | 4,66 |
| LATITUDE | 29° 20' 34" Sul | 29° 11' Sul |
| LONGITUDE | 49° 43' 39" Oeste | 49° 43' Oeste |

Pela classificação de Strahler (1983) o clima do Rio Grande do Sul pode ser enquadrado como subtropical úmido com forte influência das massas de ar marítima tropical produzindo uma quantidade quase uniforme de chuvas (100mm/mês) o ano todo.

A temperatura média anual do estado é de 18,0°C e a sua variação acompanha a elevação solar, sendo janeiro e fevereiro os meses mais quentes e junho e julho os meses mais frios. As ondas de frio ocorrem entre o final do outono e os primeiros dias de primavera, sendo que o mês de maior ocorrência é julho. Possuem uma duração média de 3 a 4 dias e afetam, principalmente, as regiões do Planalto e Serra do Nordeste, enquanto que o Litoral é pouco afetado. As ondas de calor ocorrem nos meses de verão e início do outono. O mês de maior ocorrência é janeiro, afetando principalmente as regiões do Baixo Vale do Uruguai, Missões, Campanha e Depressão Central. Também há a ocorrência de uma elevação de temperatura após um período relativamente frio, entre maio e agosto, caracterizando o chamado "veranico de maio". Já as normais de umidade relativa média anual variam entre 75 e 87% ocorrendo os maiores valores na Serra do Nordeste e no Alto Vale do Uruguai, e as

mínimas nas Missões e no Baixo Vale do Uruguai. Normalmente os maiores valores médios ocorrem no inverno, com as máximas em junho, e os menores nos meses de verão (MACHADO, 1950).

Os ventos predominantes no estado são os provenientes do quadrante leste, tendo como origem o anticiclone semipermanente localizado sobre o Atlântico, próximo ao Trópico de Capricórnio. Sua presença é muito benéfica para o clima de verão, por transportar para o continente as massas de ar oceânicas, mais amenas. No inverno, são freqüentes os ventos secos e frios associados a massas de ar continental polar, ou frio e úmidos, associados a massas de ar marítima polar. As maiores velocidades médias anuais são atingidas no Litoral, sendo o final de inverno e a primavera os períodos mais ventosos e o outono o período onde ocorre a maioria dos ventos fracos e das calmarias. Quanto aos valores médios de insolação, estes oscilam entre 2200 e 2500 horas, o que representa de 50 a 57% do total possível, sendo dezembro e janeiro os meses com maior insolação e junho o de menor. Quanto à precipitação, o Litoral é a região do estado de menor incidência de chuvas e a Serra do Nordeste a região de maior índice. Os meses mais secos são novembro, dezembro e fevereiro, enquanto que os mais chuvosos são maio e setembro (SATTLER, 1992).

Dentro da classificação de Machado (in AROZTEGUI, 1977), como visto anteriormente, a cidade de Torres fica na região do Litoral, na sub-região Litoral Norte. A partir desta classificação, a Tabela 8 a seguir apresenta as características climáticas desta região onde o município está inserido. As características gerais segundo o autor são: região úmida em geral, temperada pelo oceano, atingida por ventos mais fortes.

Tabela 8: Características climáticas da região do litoral norte.

| Altitude média (m) | Temperatura °C | | | | Umidade média anual (%) | Insolação sobre máximo de horas possíveis (%) | Ventos | | Chuvas médias mensais |
|--------------------|----------------|------------------------|--------------------------|------------|-------------------------|---|---------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | Média anual | Média do mês mais frio | Média do mês mais quente | ΔT | | | Velocidades médias anuais (m/s) | Direções preferenciais | |
| 40 | 17,9 | 12,1 | 23,4 | 11,3 | 81 | 55 | 3 -5 | NE | 90 - 145 |

Nota: T = temperatura; ΔT = variação da temperatura

Para o estudo de caso, uma caracterização climática geral do município foi realizada a partir de dados provenientes de medições na estação meteorológica de Torres do 8º DISME (Oitavo Distrito de Meteorologia) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Na Tabela 9 são apresentados os valores médios e gerais de diversas variáveis climáticas, para o período compreendido entre 1916 e 1990.

Tabela 9: Normais climatológicas obtidas com dados do período 1961 a 1990 na estação climatológica de Torres/RS do 8º DISME.

| Parâmetros/Meses | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Anual |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| P. Atmosférica (mb) | 1008,5 | 1009,3 | 1010,7 | 1012,7 | 1013,9 | 1014,9 | 1015,9 | 1015,0 | 1014,5 | 1012,3 | 1009,9 | 1008,6 | 1012,2 |
| Temperatura do ar (°C) | 22,9 | 23,3 | 22,6 | 20,1 | 17,5 | 15,0 | 14,8 | 15,2 | 16,3 | 18,2 | 20,0 | 21,4 | 18,9 |
| Temperatura máx (°C) | 25,9 | 26,4 | 25,8 | 23,7 | 21,4 | 19,1 | 18,7 | 18,7 | 19,3 | 21,1 | 23,0 | 24,6 | 22,3 |
| Temperatura mín (°C) | 19,8 | 20,3 | 19,3 | 16,4 | 13,8 | 11,5 | 11,3 | 11,9 | 13,3 | 15,1 | 16,8 | 18,5 | 15,7 |
| T máx absoluta (°C) | 39,2 | 35,1 | 35,4 | 32,6 | 31,6 | 32,2 | 33,4 | 36,0 | 35,0 | 29,2 | 30,9 | 36,0 | 39,2 |
| Data ocorrência | 24/71 | 26/84 | 10/83 | 24/70 | 29/70 | 22/83 | 30/77 | 24/88 | 09/81 | 01/68 | 30/63 | 15/76 | 2401/71 |
| T mín absoluta (°C) | 11,2 | 14,9 | 10,4 | 6,0 | 4,0 | 2,0 | 1,9 | 1,6 | 3,0 | 7,0 | 8,8 | 10,6 | 1,6 |
| Data ocorrência | 10/65 | 04/72 | 30/64 | 16/80 | 26/87 | 26/88 | 27/75 | 06/63 | 03/64 | 03/65 | 01/80 | 09/82 | 0608/63 |
| Precipitação total (mm) | 117,5 | 137,5 | 141,6 | 96,4 | 88,5 | 98,2 | 100,1 | 138,9 | 136,2 | 123,6 | 106,3 | 102,2 | 1386,9 |
| Dias de chuva | 16 | 14 | 15 | 13 | 10 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 13 | 13 | 156 |
| Precipit máx 24h (mm) | 135,2 | 115,9 | 121,9 | 80,6 | 118,3 | 152,6 | 84,3 | 115,0 | 138,1 | 68,2 | 104,7 | 181,8 | 181,8 |
| Data ocorrência | 29/63 | 16/71 | 21/71 | 16/71 | 12/76 | 28/82 | 29/80 | 09/85 | 12/88 | 10/86 | 15/83 | 03/80 | 03/12/80 |
| Evaporação total (mm) | 70,9 | 57,8 | 65,4 | 69,0 | 61,1 | 60,6 | 48,8 | 51,8 | 50,1 | 61,5 | 68,4 | 76,7 | 742,1 |
| Umidade rel do ar (%) | 83 | 84 | 83 | 81 | 82 | 82 | 84 | 83 | 84 | 83 | 81 | 82 | 83 |
| Insolação tot (h e déc) | 206,2 | 182,6 | 187,9 | 190,5 | 179,7 | 151,9 | 163,0 | 157,8 | 143,8 | 180,2 | 192,3 | 222,2 | 2158,3 |
| Nebulosidade (0 a 10) | 6,5 | 6,3 | 6,1 | 5,5 | 5,4 | 5,7 | 5,8 | 6,1 | 6,8 | 6,4 | 6,4 | 6,0 | 6,1 |

Nota: P = pressão; T = temperatura.

De acordo com a Tabela 9, é de 18,9°C a temperatura média anual de Torres. Ferraro e Hasenack (2000) em estudo realizado para Porto Alegre, falam que a média anual de temperatura acaba não demonstrando a variação térmica que ocorre ao longo do ano, considerando-se as médias sazonais. Isto se confirma também no caso de Torres já que a temperatura média no verão (dezembro, janeiro e fevereiro) corresponde a 22,5°C, enquanto que no inverno (junho, julho e agosto) o valor médio cai para 15°C. No outono (março, abril e maio) a média da estação é de 20,1°C e na primavera (setembro, outubro e novembro), 18,2°C. O mês de julho, normalmente, apresenta o valor médio mais baixo do ano com 14,8°C, ao passo que o mês de janeiro apresenta a média mensal mais elevada, 23,3°C. Os valores extremos das temperaturas, no período, apontam uma máxima de 39,2°C, no mês de janeiro, e uma mínima de 1,6°C em agosto.

Ainda com relação à temperatura do ar, Aroztegui (1977) afirma que os valores máximos ocorrem, em geral, entre as 14 e 16 horas, enquanto os valores mínimos se dão entre as 5 e 7 horas da manhã. Uber (1992) confirma isto, quando afirma que as curvas diárias de temperatura acabam repetindo o mesmo padrão durante todo o ano, ocorrendo os valores mínimos por volta das 6 horas e os máximos por volta das 15 horas. Em relação à umidade relativa do ar, a média anual em Torres é de 83%, quase não havendo variação durante o ano

já que a média mensal mínima é de 81% em abril e novembro e a máxima é de 84% em fevereiro, julho e setembro. No que se refere à precipitação, de acordo com os dados apresentados na Tabela 9, Torres possui um índice médio anual de 1386,9mm, relativamente bem distribuído durante todo o ano, não caracterizando nenhuma estação seca. O menor valor médio mensal ocorre em setembro, o que contraria os valores médios apontados para o estado que indicam os meses mais chuvosos como sendo maio e setembro.

3.2.2 Critérios para Seleção das Áreas de Estudo

A partir da definição do objeto de estudo é feita uma pré-seleção de espaços públicos abertos passíveis de serem analisados, para se atingir os objetivos propostos na pesquisa. Para esta pré-seleção propõe-se um enquadramento à metodologia desenvolvida por Katzschner (1997). Esta metodologia, para análise de espaços urbanos, considera de forma geral a topografia, as categorias de uso do solo, a estrutura da cidade, a altura das edificações, a vegetação e os sistemas de drenagem, como parâmetros para a escolha de áreas a serem analisadas. Baseado, em parte, na metodologia apontada, são então consideradas a altura e a densidade das edificações que configuram os espaços, a natureza das superfícies de revestimento nestas áreas, através da relação entre revestimentos naturais e não naturais (pavimentação) e o nível de arborização dos espaços.

O critério inicial para a escolha destas áreas é o zoneamento estabelecido pelo plano diretor do município, em função dos respectivos índices para cada zona (Tabela 6, p.79). Busca-se então identificar, dentro do perímetro urbano, zonas onde os índices estabelecidos possam estar gerando configurações morfológicas diferentes. Primeiramente, identificam-se aquelas zonas onde predominam as edificações de altura elevada (acima de 9 m), associadas a uma grande densidade de massa construída (taxas de ocupação acima de 60%; índices de aproveitamento acima de 2; isenção ou recuos frontais de 2m; isenção de recuos laterais). Dessa forma, a combinação dos maiores índices de aproveitamento, com as maiores taxas de ocupação, com a isenção de recuos e com alturas sem restrição (definidas unicamente pela relação entre o índice de aproveitamento e a taxa de ocupação), permite a delimitação inicial, para efeitos de análise, de determinadas zonas definidas pelo plano.

Em um segundo momento, busca-se zonas onde os índices sejam mais restritivos e que tenham, como resultado, uma configuração morfológica com a predominância de edificações de baixa altura (até 9m), associadas a uma baixa densidade de massa construída (taxas de

ocupação de 60%; índices de aproveitamento abaixo de 2; recuos frontais de 4 a 6m; recuos laterais variáveis). A combinação, então, de menores índices de aproveitamento, com menores taxas de ocupação, com recuos definidos e, principalmente, com restrição a altura das edificações, permite a identificação de zonas onde a configuração morfológica seja oposta a das zonas inicialmente selecionadas.

Na Tabela 10 têm-se, em laranja, aquelas zonas onde os índices estabelecidos pelo plano diretor apontam para uma configuração morfológica associando edificações de altura elevada com uma grande densidade de massa construída. Na mesma tabela aparecem em amarelo aquelas zonas onde os índices definidos pelo plano diretor conduzem a uma configuração morfológica que apresenta edificações de baixa altura, em associação com baixa densidade de massa construída.

Tabela 10: Plano Diretor de Torres: zoneamentos e índices da área central com delimitação de zonas para análise.

| ZONA | IA | | TO | Recuos | | Altura (m) |
|------------------------------------|-------------|-------------|-----|----------|---------|------------|
| | Incentivado | Permissível | | Lateral | Frontal | |
| 3 – Praia da Cal – Lagoa do Violão | 1,6 | 0,6 | 60% | Variável | 4 m | 9 |
| 4- Praia da Cal – Orla | 1,2 | 0,6 | 60% | Isento | 4 m | 9 |
| 6 – Prainha | 1,2 | 0,6 | 60% | Isento | 4 m | 9 |
| 7 – Centro Tradicional | 3,0 | 1,5 | 75% | Variável | Isento | * |
| 8 – Praia Grande – Orla | 1,2 | 1,0 | 60% | Isento | 4 e 6 m | 9 |
| 9 – Praia Grande | 3,0 | 0,6 | 60% | Variável | 4 m | * |
| 10 – Alto Comércio | 3,0 | 1,5 | 75% | Variável | 2 m | * |
| 11 - Ronda | 2,4 | 1,2 | 60% | Variável | 4 m | * |

Nota: IA = índice de aproveitamento; TO = taxa de ocupação; * Alturas definidas pela relação entre o IA e a TO.

A partir da delimitação destes dois grupos de zonas, de acordo com o plano diretor, parte-se para um reconhecimento da área central do município, através da análise de imagens existentes e, posteriormente, *in loco*, com o intuito de identificar, dentro de cada zona, áreas com características que permitam um enquadramento nos critérios então estabelecidos, de acordo com os objetivos da pesquisa.

A pré-seleção de áreas, em zonas da cidade com distintas configurações morfológicas, de acordo com os objetivos do trabalho, possibilita a realização de análises comparativas entre diferentes espaços urbanos. Além disso, como o processo de configuração urbana, em função dos índices estabelecidos pelo novo plano, ainda não está consolidado, verifica-se que dentro de uma mesma zona existem áreas onde ainda não se manifestam os resultados da aplicação destes índices. Sempre de acordo com os objetivos propostos, surge também a possibilidade de análises comparativas dentro de uma mesma zona.

3.2.2.1 Seleção Preliminar das Áreas de Estudo



Figura 5: Área central de Torres com localização das áreas pré-selecionadas.

De acordo com os critérios estabelecidos e com o reconhecimento da área central são pré-selecionadas áreas localizadas dentro da Zona 5 – Histórica (Praça Cel. Severiano Rodrigues da Silva), Zona 6 – Prainha (Praça Pinheiro Machado, Rua José Picoral, Praça Borges de Medeiros e Pracinha da Prainha), Zona 7 – Centro Tradicional (Praça XV de Novembro e Rua Júlio de Castilhos), Zona 8 – Praia Grande/Orla (Praça Claudino Nunes Pereira) e Zona 9 – Praia Grande (Praça João Neves da Fontoura e Praça Getúlio Vargas) do plano diretor de Torres. Estas áreas pré-selecionadas e sua localização dentro das citadas zonas do Plano Diretor de Torres são apresentadas na Figura 5.

Tabela 11: Características da forma urbana das áreas pré-selecionadas.

| ÁREAS PRÉ-SELECIONADAS | CARACTERÍSTICAS DA FORMA URBANA | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|--|-------|---|-------|--|-------------|-------------------------------|-------|
| | Zona do Plano Diretor | Altura predominante das edificações do entorno | | Densidade predominante das edificações do entorno | | Natureza predominante das superfícies de revestimento do local | | Nível de arborização do local | |
| | | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Natural | Não natural | Alto | Baixo |
| Pç. Cel. Severiano R. da Silva | Zona 5 (Histórica) | X | | X | | X | | X | |
| Pç. Pinheiro Machado | Zona 6 (Prainha) | X* | X | | X | | X | | X |
| Rua José Picoral | Zona 6 (Prainha) | X | | X | | | X | | X |
| Pç. Borges de Medeiros | Zona 6 (Prainha) | | X | | X | X | | X | |
| Pracinha da Prainha | Zona 6 (Prainha) | | X | | X | X | | | X |
| Pç. XV de Novembro | Zona 7 (Centro Tradicional) | X | | X | | | X | | X |
| Rua Júlio de Castilhos | Zona 7 (Centro Tradicional) | X | | X | | | X | | X |
| Pç. Claudino Nunes Pereira | Zona 8 (Praia Grande – Orla) | | X | | X | X | | X | |
| Pç. João Neves da Fontoura | Zona 9 (Praia Grande) | X | | X | | X | | | X |
| Pç. Getúlio Vargas | Zona 9 (Praia Grande) | | X | | X | X | | X | |

* Uma das faces da Praça Pinheiro Machado apresenta edificações altas pelo fato de situar-se no limite entre zonas.

As áreas pré-selecionadas, com suas respectivas características, são apresentadas na Tabela 11. Em relação à altura, como visto anteriormente, são consideradas baixas, edificações com até 9 metros de altura ou três pavimentos, que possam não ter impacto significativo sobre a direção e a velocidade dos ventos, bem como não produzam sombreamento excessivo dos espaços circundantes. Quanto à densidade de massa construída, altas densidades são edificações configuradas por índices de aproveitamento acima de dois e taxas de ocupação acima de 60%. Edificações que, além da altura elevada, apresentam recuos laterais de pequenas dimensões (dois metros) ou inexistentes, além de recuos frontais menores do que quatro metros ou inexistentes, não permitindo uma maior permeabilidade em relação a circulação geral do ar e aumentando a absorção de radiação solar pelas superfícies edificadas. No que tange a natureza das superfícies de revestimento dos espaços, são considerados revestimentos não naturais qualquer tipo de pavimentação, em contraponto com aqueles não pavimentados, considerados naturais. O nível de arborização considerado alto é aquele onde exista uma predominância de vegetação arbórea de porte recobrando os espaços.

3.2.2.2 Descrição das Áreas Seleccionadas

De acordo com os critérios anteriormente estabelecidos para a pré-selecção, é então realizada a selecção definitiva das áreas de análise. Para esta selecção definitiva, tem-se que levar em conta a redução na quantidade de áreas, de maneira a permitir a realização da investigação, em função do tempo e do material humano disponíveis. Estas razões, aliadas a novas observações das áreas pré-seleccionadas, e à aplicação do estudo piloto, conduz a selecção de espaços urbanos abertos que possuam um maior carácter de permanência, como ocorre em praças, e não sejam caracterizados como espaços apenas de circulação, como no caso de ruas.

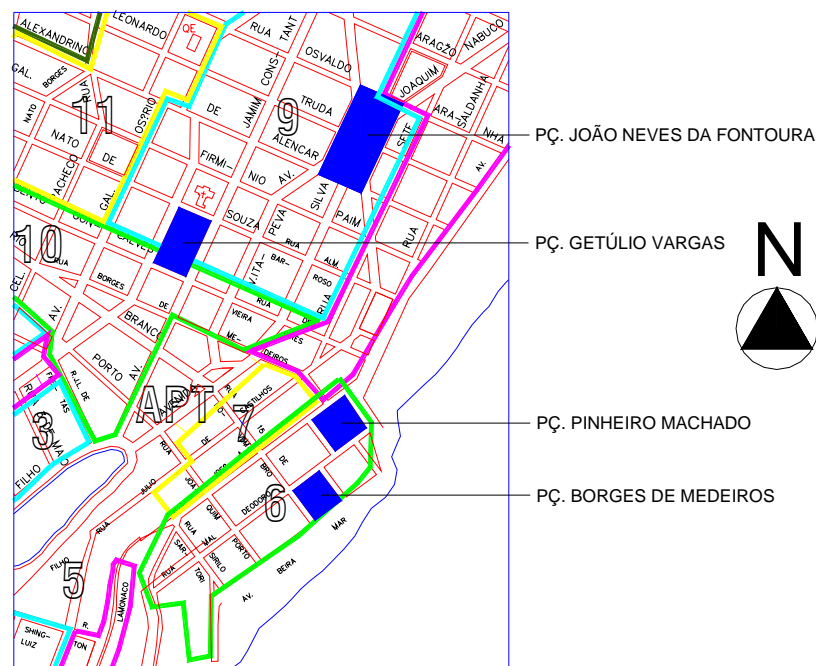


Figura 6: Área central de Torres com localização das áreas seleccionadas para investigação.

Dentre as áreas pré-seleccionadas e de acordo com os critérios definidos anteriormente, visando-se atingir os objetivos pospostos no trabalho, são escolhidas quatro áreas para a realização do trabalho de campo. A Figura 6 mostra a localização destas áreas.

A Praça Pinheiro Machado (Zona 6 – Prainha) sofre influência direta de edificações com altura elevada (acima de 9 metros) localizadas em sua face oeste, na rua José Picoral, e até mesmo de edificações localizadas na Rua Borges de Medeiros e Rua Júlio de Castilhos. Possui predominância de revestimento não natural (pavimentação) e pouca arborização, como se vê na imagem de satélite apresentada na Figura 7.



Figura 7: Imagem de satélite da Praça Pinheiro Machado.

A Praça Borges de Medeiros (Zona 6 – Prainha) está localizada em uma área com baixa densidade de área construída (taxas de ocupação de 60%, índices de aproveitamento 1,2 e recuos frontais de 4 metros), caracterizada pela existência de edificações de baixa altura em seu entorno (menos de 9 metros), que possam produzir áreas sombreadas. É um espaço com pequena quantidade de revestimentos não naturais (pavimentação) e alguma arborização (perenifólia), como se observa na imagem de satélite apresentada na Figura 8.



Figura 8: Imagem de satélite da Praça Borges de Medeiros.

A Praça Cel. João Neves da Fontoura (Zona 9 – Praia Grande) apresenta-se como um espaço urbano localizado em uma área com alta densidade de área construída (taxas de

ocupação de 75%, índices de aproveitamento 3,0), com edificações de altura elevada (sem restrição de altura) e quase sem recuos, com predominância de revestimentos naturais (sem pavimentação), além de pouca arborização. Setores desta praça, dependendo do horário do dia, são sombreados pelas edificações do entorno como pode ser observado na imagem de satélite apresentada na Figura 9.



Figura 9: Imagem de satélite da Praça João Neves da Fontoura.



Figura 10: Imagem de satélite da Praça Getúlio Vargas.

A Praça Getúlio Vargas, apesar de estar dentro de uma zona onde não existem restrições de altura (Zona 9 – Praia Grande) ainda não sofre as influências da verticalização (predominância de edificações com menos de 9 metros). Além disso, é um espaço com um

elevado nível de arborização (perenifólia), com poucas superfícies não naturais (pouca pavimentação), conforme pode ser observado na imagem de satélite apresentada na Figura 10.

3.3 MÉTODOS E TÉCNICAS PARA COLETA DE DADOS

Para alcançar os objetivos propostos pelo estudo utilizam-se métodos e técnicas de coleta de dados que fazem parte da área de estudos ambiente-comportamento, que visa avaliar o ambiente construído através da percepção e da avaliação do usuário. A fim de ressaltar a validade dos resultados e afirmar a confiabilidade, credibilidade e qualidade da pesquisa são utilizados múltiplos métodos, tanto quantitativos como qualitativos, uma vez que os primeiros possibilitam a generalização dos resultados, pois investigam uma maior variedade de fenômenos e determinam a confiabilidade das medidas adotadas, enquanto os qualitativos focalizam na determinação de validade da investigação, pois possibilitam uma maior verticalização, ou seja, um aprofundamento das questões, esclarecendo eventuais dúvidas que os primeiros não são capazes de esclarecer (REIS & LAY, 1995).

Os métodos e técnicas para coleta de dados utilizados neste trabalho podem ser divididos em dois grupos, conforme segue: (1) levantamento de arquivo: dados coletados junto à Prefeitura de Torres e suas secretarias; dados climáticos históricos coletados junto ao 8º Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura; (2) levantamento de campo: dados coletados através de questionários; dados provenientes de observações de comportamento; dados climáticos coletados através de medições; dados coletados através de levantamentos físicos detalhados; dados climáticos diários da estação meteorológica coletados junto ao sítio do INMET.

3.3.1 Estudo Piloto

Com o objetivo de testar a metodologia a ser aplicada no trabalho de campo, foi realizado, em uma das áreas pré-selecionadas, um estudo piloto constituído da aplicação de questionários, realização de observações e levantamento das condições ambientais através da medição da temperatura e da umidade relativa do ar.

Para a realização deste trabalho de campo foi escolhida a quadra da Rua Júlio de Castilhos entre as Ruas 15 de Novembro e Joaquim Porto (Figura 5, p.85). Esta área está situada na Zona 7 (Centro Tradicional), de acordo com o plano diretor, cujas alturas não são determinadas, sendo uma função do índice de aproveitamento e da taxa de ocupação. No

estudo foram aplicados 19 questionários para indivíduos circulando na área ou trabalhando no comércio local, no dia 22 de abril de 2005, no período entre 10 e 17 horas.

Como resultado, a aplicação dos questionários, descontextualizada da estação do ano, mostrou-se adequada, já que não houve grandes dúvidas por parte dos respondentes, o que pode ser confirmado pela coincidência nas frequências das respostas. O fato de o questionário ter sido considerado muito extenso e com perguntas muito semelhantes, por grande parte dos respondentes, é um problema que foi solucionado, na medida em que no trabalho de campo definitivo, a maioria das perguntas é referente ao período de sua aplicação.

3.3.2 Levantamento de Arquivo

A coleta de dados é iniciada através desta etapa sendo, em alguns aspectos, a base para as demais, já que os materiais e registros levantados servem de subsídio para as etapas seguintes. As informações oriundas deste tipo de levantamento são relevantes para determinar o ponto de partida da avaliação e do próprio levantamento de campo (REIS & LAY, 1995). O levantamento de arquivo constitui-se de mapas do município de Torres, de fotos existentes da área urbana, do Plano Diretor Municipal e de dados climáticos históricos (normais climatológicas).

Junto à Prefeitura de Torres foi obtido um mapa digitalizado, com o levantamento planialtimétrico da área central do município, contendo as ruas e quadras na escala 1:10.000. Outro mapa impresso, contendo os lotes nas quadras, foi obtido junto às empresas imobiliárias da cidade. A partir destes dois mapas foi possível a elaboração de um terceiro que contivesse as ruas, as quadras e os lotes nas quadras. Este mapa mostrou-se importante ferramenta mesmo tendo que ser atualizado *in loco* já que algumas informações, principalmente quanto à divisão dos lotes nas quadras, constantes do mapa impresso, não correspondiam à realidade. Mapas comportamentais, mapas com a localização dos pontos de medições, bem como mapas com os tipos de revestimento e a arborização dos espaços analisados foram realizados a partir da elaboração deste mapa geral. Ainda, com este mapa foi feito um levantamento *in loco* da ocupação dos lotes que circundam os espaços a serem analisados, registrando-se, para cada lote, os recuos, assim como as alturas das edificações, o que permitiu a realização de simulações em programa computacional gráfico (AUTOCAD).

Fotografias aéreas da área central de Torres foram obtidas junto a Secretaria de Turismo e Desporto do Município, fotógrafos e publicações diversas como livros e jornais. As normais climatológicas, referentes ao período de 1916 a 1990, foram obtidas junto a sede do 8º Distrito de Meteorologia do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura, em Porto Alegre. O Plano Diretor Municipal foi obtido, em mídia digital, junto à Secretaria de Planejamento e Obras do município de Torres.

3.3.3. Levantamento de Campo

Os métodos e técnicas para coleta de informação em campo são determinados pela natureza dos dados a serem coletados, pelas relações hipotéticas entre estes dados, pelas possibilidades de obtenção dos dados, pelas características da população alvo e do seu ambiente físico, pelo tamanho, distribuição e representatividade da amostra, e pelo tempo e recursos financeiros e humanos disponíveis para realizar a avaliação (REIS & LAY, 1995). Neste estudo, os métodos adotados foram: levantamentos físicos, observações de comportamento e aplicação de questionários.

3.3.3.1 Levantamento Físico

Através de levantamentos físicos o ambiente construído pode ser investigado diretamente quanto ao seu desempenho por meio de medições que podem ou não incluir a utilização de aparelhos. A utilização de diversas técnicas de medição permite a avaliação direta de elementos técnicos e funcionais. Contudo, a avaliação de desempenho destes elementos só pode ser concluída se estas medições forem comparadas a critérios de desempenho pré-estabelecidos ou padrões de comparação (geralmente caracterizados pela percepção e nível de satisfação do usuário em relação ao elemento avaliado, e por normas técnicas existentes). As comparações permitem avaliar se o elemento medido está desempenhando, mais ou menos satisfatoriamente, a função para a qual foi concebido (REIS & LAY, 1995).

Os levantamentos físicos realizados no presente trabalho constituem-se de levantamento físico detalhado com registro da pavimentação, vegetação e configuração do entorno dos espaços, medições de variáveis ambientais e anotação diária dos dados climáticos coletados pela estação meteorológica da cidade.

3.3.3.1.1 Levantamento Físico Detalhado – Morfologia, Vegetação e Pavimentação

O levantamento físico detalhado busca retratar de forma fiel as configurações dos locais objeto de análise. Desta forma, para serem realizadas comparações entre as áreas analisadas, no que se refere a um maior ou menor conforto térmico, o levantamento físico detalhado é realizado nas mesmas áreas selecionadas onde são realizadas as observações de comportamento, aplicados os questionários, e coletados os demais dados através dos equipamentos de medição.

Assim sendo, são registradas as características morfológicas das edificações do entorno dos espaços públicos abertos investigados, como as alturas e os recuos frontais e laterais, assim como as características específicas destes locais, como os tipos de pavimentação, equipamentos e a quantidade de vegetação existente: árvores e áreas gramadas (Figuras 30, 32 e 34, pp.117 a 119).

Estas informações são registradas em mapas elaborados a partir daqueles obtidos no levantamento de arquivo. Estes registros possibilitam o estabelecimento da relação entre pavimentação natural e não natural, conforme definido anteriormente, calculando-se, para cada praça, as áreas de cada tipo de revestimento. O registro da vegetação é apresentado em mapas e também em imagens de satélite, disponíveis em GOOGLE EARTH V4 (2006) (Figuras 7 a 10, pp. 88 e 89), elevações (Figuras 15 a 29, pp. 112 a 116) e registros fotográficos. Com os dados referentes a configuração morfológica do entorno dos locais, registrados nos mapas, são geradas perspectivas volumétricas do entorno, em programa computacional (AUTOCAD) (Figura 14, p.112). Após a finalização dos registros, os mapas produzidos vão servir para o registro das observações de comportamento, possibilitando a visualização simultânea do padrão de uso dos espaços, com a volumetria do entorno, com os tipos de revestimentos dos locais, e com a vegetação existente.

3.3.3.1.2 Variáveis Ambientais – Medições e Cálculos

Nas áreas selecionadas para análise e com o intuito de serem atingidos os objetivos do trabalho, foi planejada a medição direta de todas as variáveis ambientais necessárias, tanto aos cálculos dos índices de conforto térmico, quanto para as análises comparativas entre tais índices, e as respostas dos usuários obtidas através dos questionários. Neste planejamento, as variáveis incluídas são a temperatura do ar, a temperatura de globo, a radiação solar, a umidade relativa do ar, a pressão de vapor e a velocidade e direção do vento, além das

temperaturas superficiais dos principais tipos de revestimentos do solo. Foram utilizados equipamentos portáteis individuais de medição, o que acabou em limitar a quantidade de variáveis a serem medidas, tanto pelo número de equipamentos disponíveis, quanto pelo tempo e material humano necessários para as medições. Isto implicou na não realização da coleta de dados como os de radiação solar, pressão de vapor, e temperatura de globo, este último necessário para o cálculo da temperatura média radiante.

As medições são realizadas, para cada local analisado, em paralelo à aplicação dos questionários, em horários e intervalos pré-estabelecidos. Para uma melhor sistematização do processo, uma planilha geral foi organizada contendo as informações do local, data, bem como os horários e as variáveis medidas (Apêndice C).

Para as variáveis não coletadas são assumidos os valores médios históricos ou valores calculados através de metodologia detalhada na seqüência do trabalho.

a) Equipamentos

Para a realização das medições das variáveis ambientais são utilizados equipamentos individuais portáteis. A maioria destes equipamentos foi disponibilizada pelo LabCon (Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura da UFRGS). As marcas e modelos, o tipo de variável que cada equipamento mede, assim como os intervalos de medição e as formas de registro dos dados coletados, estão descritos a seguir.

- Registradores (Data Logger) marca Novus, modelo Pingüim RHT Logger (Figura 11), utilizados para medição de temperatura do ar (°C) e de umidade relativa do ar (%). Uma unidade é utilizada para a medição destas variáveis nas praças analisadas, em local sombreado, protegido da incidência direta do vento. Outra unidade é utilizada para as medições em paralelo de temperatura e umidade, em local no município de Torres, também à sombra e protegida do vento, buscando-se, para efeitos de comparação, condições similares a da estação meteorológica. Os equipamentos estão programados para a realização de registros das duas variáveis em intervalos de 5 minutos, durante todo o período de realização do trabalho de campo. Os dados coletados são disponibilizados pelo programa Logchart 2.2 (2006) em planilhas e gráficos. Estes dados são transferidos para programa a ser utilizado para análises estatísticas SPSS/PC (NORUSIS, 1990).



Figura 11: Registradores de temperatura e umidade.



Figura 12: Termômetro infravermelho.

- Termômetro Infravermelho – Infrared Thermometer, marca Cole Parmer (Figura 12) utilizado para medição das temperaturas superficiais (°C) dos principais tipos de

revestimentos nas áreas selecionadas, em intervalos de 15 minutos, durante a aplicação dos questionários. Os dados, registrados manualmente em planilha, são posteriormente transferidos para planilha eletrônica (Excel), possibilitando a elaboração de gráficos. Também são transferidos para programa estatístico SPSS/PC (NORUSIS, 1990), permitindo análises em paralelo com outras informações coletadas.

- Anemômetro digital portátil marca Instrutherm, modelo AD – 250 (Figura 13) utilizado para medição da velocidade dos ventos (m/s) nas áreas selecionadas, em intervalos de 15 minutos, durante a aplicação dos questionários. São registradas a maior e a menor velocidades em um período de 1 minuto. Os dados, registrados manualmente em planilha, são posteriormente transferidos para planilha eletrônica (Excel), possibilitando a elaboração de gráficos. Também são transferidos para programa estatístico SPSS/PC (NORUSIS, 1990), permitindo análises em paralelo com outras informações coletadas



Figura 13: Anemômetro digital.

Além desses equipamentos, é utilizada uma Bússola analógica para o registro da direção predominante dos ventos, nas áreas selecionadas, durante a aplicação dos questionários. Os dados, coletados manualmente, são transferidos para planilha eletrônica (Excel) possibilitando a elaboração de gráficos. Também é utilizada Câmera digital marca Cannon Powershot, modelo A40, 2,0 megapixels, para os registros de imagens diversas de Torres, bem como de imagens tanto das áreas pré-selecionadas, quanto das áreas definitivamente selecionadas para análise. Também utilizada para registro de imagens das áreas durante a aplicação dos questionários, realização das observações de comportamento e levantamento físico detalhado de pavimentação e vegetação.

b) Cálculo da Radiação Solar e da Temperatura Média Radiante (TMR)

Os dados de radiação solar são calculados através do programa Luz do Sol (RORIZ, 1995) que fornece a quantidade de radiação incidente em um plano horizontal de acordo com a latitude e o dia do ano. Para os cálculos no programa considera-se a latitude da estação meteorológica de Torres, localizada no Morro do Farol, na área central da cidade, próxima aos locais de análise, que é de 29°11' (Tabela 7, p.80). Para o cálculo no programa também foi utilizada a nebulosidade média para o mês de fevereiro, que é de 6,3 (em uma escala de 1 a 10) de acordo com as normais climatológicas para Torres (Tabela 9 p.82). Os valores calculados, para os dias em que foram realizadas as coletas de dados, estão apresentados na Tabela 12.

A partir dos valores de radiação solar calculados pelo programa Luz do Sol, e assumidos como de Radiação Global, é possível o cálculo da TMR, de acordo com a metodologia proposta por Andrade (2001). Como não são coletados dados de Temperatura de Globo, que permitiria o cálculo da TMR, esta foi obtida através da Equação de Stefan, dada por:

$$TMR = \sqrt[4]{\frac{R}{\varepsilon\sigma}}$$

Onde, R foi assumida como radiação global (W/m²); σ = constante de Stefan-Boltzman (5,67x10⁻⁸W/m²K⁴); TRM = temperatura radiante média em Kelvin; e ε = emissividade. Do período da manhã até cerca de 16 horas considerou-se $\varepsilon = 1$, pois a radiação solar é predominante. Após as 16 horas, adotou-se $\varepsilon = 0,9$, emissividade estimada dos materiais de construção para comprimentos de onda longos (SANTAMOURIS ET AL, 1996).

Tabela 12: Valores de radiação solar calculados pelo programa Luz do Sol.

| Horário | Radiação Solar (Wh/m ²) – Latitude 29°10' – Nebulosidade 6,3 | | | | | | |
|---------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 13 Fev | 14 Fev | 16 Fev | 17 Fev | 18 Fev | 19 Fev | 22 Fev |
| 06,00 | 224 | 223 | 221 | 221 | 220 | 219 | 216 |
| 06,50 | 390 | 389 | 385 | 384 | 382 | 380 | 375 |
| 07,00 | 514 | 512 | 507 | 505 | 503 | 500 | 493 |
| 07,50 | 603 | 600 | 595 | 592 | 593 | 595 | 600 |
| 08,00 | 686 | 688 | 691 | 693 | 695 | 697 | 702 |
| 08,50 | 765 | 767 | 771 | 773 | 774 | 776 | 781 |
| 09,00 | 823 | 824 | 828 | 830 | 831 | 833 | 838 |
| 09,50 | 859 | 861 | 864 | 866 | 867 | 869 | 873 |
| 10,00 | 877 | 878 | 881 | 883 | 884 | 886 | 890 |
| 10,50 | 877 | 879 | 882 | 883 | 884 | 885 | 889 |
| 11,00 | 860 | 862 | 864 | 866 | 867 | 868 | 871 |
| 11,50 | 826 | 827 | 829 | 831 | 832 | 833 | 836 |
| 12,00 | 773 | 774 | 777 | 778 | 779 | 780 | 784 |
| 12,50 | 826 | 827 | 829 | 831 | 832 | 833 | 836 |
| 13,00 | 860 | 862 | 864 | 866 | 867 | 868 | 871 |
| 13,50 | 877 | 879 | 882 | 883 | 884 | 885 | 889 |
| 14,00 | 877 | 878 | 881 | 883 | 884 | 886 | 890 |
| 14,50 | 859 | 861 | 864 | 866 | 867 | 869 | 873 |
| 15,00 | 823 | 824 | 828 | 830 | 831 | 833 | 838 |
| 15,50 | 765 | 767 | 771 | 773 | 774 | 776 | 781 |
| 16,00 | 686 | 688 | 691 | 693 | 695 | 697 | 702 |
| 16,50 | 603 | 600 | 595 | 592 | 593 | 595 | 600 |
| 17,00 | 514 | 512 | 507 | 505 | 503 | 500 | 493 |
| 17,50 | 390 | 389 | 385 | 384 | 382 | 380 | 375 |
| 18,00 | 224 | 223 | 221 | 221 | 220 | 219 | 216 |

A TMR será utilizada para o cálculo dos índices de conforto térmico para cada respondente, na hora da aplicação do questionário, para cada local, afim de que possam ser feitas as comparações entre diferentes locais, bem como comparações dos resultados obtidos com as respostas provenientes da percepção dos usuários dos espaços.

O programa RayMan 1.2 (MATZARAKIS, ET. AL., 2000; MATZARAKIS, & RUTZ, 2005) também calcula a TMR a partir dos dados de temperatura, umidade, radiação, nebulosidade e velocidade do vento. Através da comparação dos resultados obtidos pelo programa, com os valores calculados pela metodologia acima, foi possível a opção pelo

cálculo da TMR através do programa já que os valores calculados pela metodologia proposta ficaram muito discrepantes (Apêndice D).

c) Cálculo da Pressão de Vapor

Para o cálculo do índice HUMIDEX, proposto por Masterton & Richardson (1979) necessita-se da pressão parcial de vapor de água no ar. Estes autores propõem então um cálculo genérico para esta variável, a partir dos valores de temperatura do ar e da umidade relativa do ar, dado pela equação 2:

$$P_v = 6,112 \times 10^{7,5 \times T_{ar} / (237,7 + T_{ar})} \times U_r / 100$$

Onde U_r = umidade relativa do ar em %; T_{ar} = temperatura do ar em °C.

O programa RayMan 1.2 (MATZARAKIS, ET. AL., 2000; MATZARAKIS, & RUTZ, 2005) também calcula a pressão de vapor a partir dos dados de temperatura, umidade, radiação, nebulosidade e velocidade do vento, sendo que os valores calculados pelo programa são iguais aos calculados pela metodologia acima (Apêndice D).

3.3.3.1.3 Coleta de Dados da Estação Meteorológica

Para efeito de comparação das condições climáticas nas áreas analisadas com a condição climática geral do município, são anotados os dados climáticos coletados pela estação meteorológica da cidade, para os dias da realização do trabalho de campo.

São coletados os dados diários disponibilizados pelo 8^o DISME do INMET através do sítio www.inmet.org.br. Estes dados correspondem a medições que ocorrem em três horários: 9:00, 15:00 e 21:00 horas. Estes horários são estabelecidos de acordo com padrões internacionais da Organização Meteorológica Mundial (*World Meteorological Organization - WMO*), a qual estabelece que os principais horários para as observações meteorológicas são 00:00 h, 06:00 h, 12:00 h e 18:00 h (GMT – “*Greenwich Meridian Time*”), correspondentes a 21:00 h, 03:00h, 09:00 h e 15:00 h (GMT -3h), horário de Brasília. Os dados coletados disponibilizados pelo INMET são: condição do tempo, temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção do vento, velocidade do vento, pressão atmosférica e chuva acumulada. Os dados que interessam para esta investigação são a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a direção e velocidade do vento. Uma planilha elaborada para sistematizar esta coleta diária está apresentada no Apêndice C.

3.3.3.2 Observações de Comportamento

Observações de comportamento consistem na avaliação visual dos ambientes e são utilizadas para o entendimento do uso dos espaços através da observação sistemática do comportamento de seus usuários. Tais observações geram informações sobre as atividades realizadas pelos indivíduos e as relações necessárias para suportar essas atividades; sobre as regularidades de comportamento; sobre a frequência de uso dos espaços; sobre as oportunidades e restrições de uso determinadas pelo ambiente construído. Observações de comportamento permitem inferir até onde e como o ambiente construído apóia ou interfere nos comportamentos e atividades dos usuários, especialmente os efeitos colaterais que este ambiente pode provocar nas relações entre indivíduos ou grupos de indivíduos, assim como nas relações entre indivíduos e o próprio ambiente. Salienta-se que esse método apenas registra o comportamento dos indivíduos, não explicando o porquê de algo acontecer. Por isso deve ser utilizado conjuntamente com outros métodos (REIS & LAY, 1995).

As observações foram realizadas para se atingir os objetivos propostos pelo presente trabalho, sendo que o principal é a avaliação do conforto térmico dos espaços abertos. A análise conjunta das observações de comportamento e dos resultados oriundos das análises estatísticas dos questionários aplicados vai fornecer informações sobre as diferentes relações entre as variáveis analisadas, permitindo a comparação entre resultados provenientes da percepção e comportamento dos usuários com aqueles obtidos quando da aplicação de índices de conforto (PMV, PET, HUMIDEX, T_{NE} e TS) para cada espaço estudado.

Para a realização das observações de comportamento são definidos pontos de observação que possibilitam a visualização de todos os espaços das praças. As observações são realizadas em dias de tempo estável – sem chuvas. Para cada local foram realizadas observações em dois turnos, manhã e tarde, em todos os dias da semana, a fim de se verificar possíveis diferenciações entre o meio e o final da semana e entre os dois turnos, totalizando 20 observações para cada praça. Os horários adotados para a realização das observações são aqueles compreendidos entre 10h e 11h30min, pela manhã, e entre 16h e 17h30min, pela tarde. Estes intervalos consideram o tempo necessário para a realização das observações em cada um dos quatro locais, bem como o tempo de deslocamento entre um local e outro. De acordo com o andamento da realização do trabalho houveram pequenas variações nos horários. Os horários exatos das observações estão anotados nos registros.

De acordo com os critérios acima apontados e visando a sistematização das observações, foi produzida uma planilha (Tabela 13), onde constam as datas, os dias da semana, os locais e os horários para a realização das observações.

Tabela 13: Locais, datas e horários da realização das observações de comportamento.

| HORÁRIOS | DIAS DA SEMANA/LOCAIS | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Seg 13 fev | Ter 14 fev | Qua 15 fev | Qui 16 fev | Sex 17 fev | Sáb 18 fev | Dom 19 fev | Qua 22 fev | Qui 23 fev | Dom 26 fev |
| 10:00 | PBM | PPM | PJNF | PGV | PBM | PPM | PJNF | PJNF | PGV | PJNF |
| 10:30 | PPM | PJNF | PGV | PBM | PPM | PJNF | PGV | PGV | PBM | PGV |
| 11:00 | PJNF | PGV | PBM | PPM | PJNF | PGV | PBM | PBM | PPM | PBM |
| 11:30 | PGV | PBM | PPM | PJNF | PGV | PBM | PPM | PPM | PJNF | PPM |
| 16:00 | PBM | PPM | PJNF | PGV | PBM | PPM | PJNF | PJNF | PGV | PJNF |
| 16:30 | PPM | PJNF | PGV | PBM | PPM | PJNF | PGV | PGV | PBM | PGV |
| 17:00 | PJNF | PGV | PBM | PPM | PJNF | PGV | PBM | PBM | PPM | PBM |
| 17:30 | PGV | PBM | PPM | PJNF | PGV | PBM | PPM | PPM | PJNF | PPM |

Nota: PJNF = Praça João Neves da Fontoura; PPM = Praça Pinheiro Machado; PGV = Praça Getúlio Vargas.

As técnicas de registro utilizadas constituem-se de mapas comportamentais e fotografias. Os primeiros consistem na anotação, sobre os mapas das áreas selecionadas, das atividades sendo realizadas pelos usuários. De acordo com os objetivos do trabalho, são registrados os tipos de usuários – adultos (homens e mulheres) e crianças – e os tipos de atividades sendo realizadas pelos mesmos – sentado ao sol, sentado à sombra, caminhando, parado de pé ao sol, parado de pé à sombra, exercitando-se e correndo. As atividades “sentado à sombra” ou “parado de pé à sombra” referem-se tanto à sombra produzida por vegetação como àquela produzida por edificações. Para cada praça foram elaborados 15 mapas comportamentais.

Todas as anotações nos mapas são realizadas manualmente. Após a finalização da coleta de dados, estas anotações são transferidas para programa computacional gráfico (AUTOCAD), com o intuito de ser feita uma sobreposição de todos os resultados, a fim de ser possível a visualização e a comparação da intensidade e do tipo de uso desses espaços investigados. A simbologia adotada para o registro dos comportamentos dos usuários nos mapas é a seguinte: os quadrados representam pessoas sentadas ao sol; os retângulos pessoas sentadas à sombra; os triângulos pessoas paradas de pé ao sol; os losangos pessoas paradas de pé à sombra; os círculos pessoas caminhando; as elipses pessoas correndo; os hexágonos pessoas exercitando-se. As figuras preenchidas representam homens; as figuras semi-preenchidas representam mulheres; as figuras sem preenchimento representam crianças (Figuras 97 a 102, pp.168 a 171; Apêndice F). Não foi representada diferenciação de sexo entre os usuários crianças. Como na aplicação dos questionários são excluídos usuários

menores de 20 anos, dados referentes a suas características não são considerados, sendo registrado apenas seu comportamento.

Devido a sua qualidade ilustrativa (REIS & LAY, 1995), além do registro das atividades dos usuários em mapas comportamentais, foi realizado, para cada local, levantamento fotográfico. Esta técnica também auxilia no registro das características morfológicas do entorno das áreas a serem analisadas, bem como dos tipos de revestimentos de piso e quantidade e tipo de vegetação destes espaços.

A realização das observações de comportamento, na praça Borges de Medeiros, contribuiu para a sua exclusão do restante do trabalho de campo, já que o seu nível de ocupação, verificado em todos os dias da semana, nos dois turnos, apresentou-se extremamente baixo em comparação com as outras três praças analisadas, não apresentando condições para que fosse configurada uma amostragem significativa de usuários que permitisse a aplicação dos questionários em tempo hábil.

3.3.3.3 Questionários

Questionário é um conjunto de questões utilizado para medir a intensidade e frequência das variáveis em estudo. Permite identificar as regularidades entre grupos de indivíduos através da comparação das respostas dadas a um mesmo conjunto de perguntas feitas para um número representativo e significativo de respondentes. As questões são formuladas com o intuito de medir de forma indireta, através das informações comparáveis e quantificáveis, as reações comportamentais e emocionais que revelem atitudes e níveis de satisfação dos usuários em relação a diversos aspectos técnicos, funcionais ou comportamentais do ambiente construído.

Considerado um instrumento muito eficaz, é uma técnica muito utilizada em pesquisas da área ambiente – comportamento e sua aplicação tem sido um dos procedimentos mais comuns para a coleta de informações desse gênero, devido a sua adequação para coletar uma quantidade significativa de dados. Eles geram dados quantitativos, pois medem as relações da mesma maneira para todas as categorias envolvidas na amostra. Estes dados podem ser comparados e analisados estatisticamente através de uma variedade de testes, fornecendo resultados com uma considerável margem de segurança, permitindo descrever, explicar e testar relações e correlações existentes entre as diferentes variáveis analisadas. (REIS & LAY, 1995).

No estudo são aplicados questionários para indivíduos utilizando as áreas selecionadas. Os questionários respondidos, de acordo com as variáveis a serem analisadas, são divididos em dois segmentos principais (Apêndice A), mais um terceiro segmento constituído de um mapa onde o respondente situa seu local de residência ou veraneio (Apêndice B). O primeiro segmento é respondido diretamente pelos usuários dos espaços e o segundo é preenchido pelo pesquisador com base nas características dos usuários. O primeiro segmento é subdividido em outras três partes: uma inicial onde se busca caracterizar o respondente quanto a sua condição – veranista ou morador fixo – e local de moradia ou veraneio; uma segunda parte onde se buscam informações, para inverno e verão, sobre frequência do respondente ao local a ser analisado, turno preferencial de frequência e finalidade de utilização do local; uma terceira parte que diz respeito exclusivamente a informações referentes às variáveis ambientais durante a aplicação do questionário.

A subdivisão do primeiro segmento do questionário está relacionada com as diferentes variáveis envolvidas. Na primeira parte são aquelas de natureza subjetiva na relação entre forma urbana e conforto térmico, como aclimatação (Questão 1). O local de moradia ou veraneio pode dar indicações sobre a classe social do respondente, além de identificar em qual zona do plano diretor de Torres o respondente mora ou reside temporariamente. O indivíduo pode trazer consigo a experiência de viver em uma zona pouco densa e não verticalizada (Questão 2). Esta parte inicial do questionário apresenta questões fechadas de múltipla escolha. A segunda parte inicia com questões referentes a confortabilidade para verão e inverno (Questões 3 a 8), constituído somente de perguntas fechadas que utilizam escalas de cinco pontos (Questões 3 e 6) e questões de múltipla escolha. Na seqüência temos questões relativas a frequência e finalidade de uso de um determinado local, associadas ao efeito memória e a um maior ou menor conhecimento das condições do local no que se refere às questões ambientais (Questões 9 e 18). Este grupo apresenta questões fechadas de escala bipolar e de múltipla escolha, bem como questões abertas. A terceira parte do questionário apresenta questões relacionadas às variáveis ambientais de conforto térmico: temperatura, radiação solar, direção e velocidade dos ventos e umidade relativa do ar, no período de aplicação do questionário (Questões 19 a 27). No final desta parte há uma questão de confortabilidade geral relativa a inverno no local analisado (Questão 28). Este grupo apresenta somente perguntas fechadas com alternativas de respostas correspondentes a escalas de cinco pontos. Esta escala, juntamente com a de três pontos, tende a ser a mais adequada ao processo de análise estatística, principalmente quando a amostra é mínima (REIS & LAY, 1995).

Finalizando esta parte do questionário temos uma questão de múltipla escolha referente ao nível econômico do usuário (Questão 29).

No segundo segmento do questionário, cujas informações são levantadas pelo pesquisador, paralelamente à aplicação dos mesmos, são coletados dados referentes às variáveis humanas de conforto térmico, como vestimenta dos respondentes, assim como a atividade sendo realizada. Também são levantadas variáveis subjetivas de conforto como cor da pele, sexo e forma do corpo. Todas as questões desta parte são fechadas e de múltipla escolha. Ainda faz parte deste grupo uma pergunta referente à idade do respondente. No Apêndice A estão apresentados os modelos dos segmentos do questionário utilizado.

Finalizando a aplicação dos questionários, é solicitado, a cada respondente, que localize em um mapa do município de Torres (Apêndice B) o seu local de residência ou veraneio. O objetivo é o de identificar possíveis referências e experiências (efeito memória) trazidas pelo respondente do local de moradia ou veraneio, tais como características morfológicas do local e características da área no que tange ao zoneamento do plano diretor e seus respectivos índices.

3.3.3.3.1 Seleção e Tamanho das Amostras

Buscando-se realizar testes estatísticos confiáveis, para cada local objeto de análise foram aplicados 30 questionários, configurando-se em uma amostra mínima (REIS & LAY, 1995) totalizando 90 questionários. De acordo com os objetivos do estudo não são definidos grupos de respondentes para aplicação dos questionários, ou seja, não há uma distinção entre veranistas e moradores, cuja intenção é de registrar o uso real dos espaços por estas categorias, caracterizando-se assim como uma amostra heterogênea. Como critério para seleção dos respondentes foi considerado não apenas a faixa etária dos mesmos, definida como idade mínima de 18 anos, mas também o tempo de residência ou veraneio em Torres de no mínimo 2 anos.

3.4 MÉTODOS DE ANÁLISE DOS DADOS

O objetivo da análise é descrever e interpretar os dados coletados a fim de obter respostas às questões e relações formuladas no estudo. A natureza dos dados é que determina o método e técnica de análise apropriada (LEEDY, *apud* REIS & LAY, 1995).

3.4.1 Análise dos Dados Qualitativos

Os dados obtidos através das observações de comportamento, e dos levantamentos físicos detalhados são de natureza qualitativa, assim suas análises utilizam interpretações e julgamentos subjetivos. Como todos os dados oriundos desses métodos são quantificados e apresentados em formas de planilhas (Excel) e mapas (AUTOCAD), conforme especificado em suas descrições, tais análises são complementadas com a interpretação das frequências obtidas.

3.4.2 Análise dos Dados Quantitativos

Os dados quantitativos coletados, oriundos dos questionários, são tabulados e analisados através de testes estatísticos não-paramétricos, realizados pelo programa estatístico SPSS/PC (NORUSIS, 1990), tendo em vista a natureza das variáveis consideradas nesta investigação: nominais, que informam sobre propriedades ou atributos; e ordinais, que informam também sobre ordem ou hierarquia das categorias da variável. A não adoção de testes paramétricos se fundamenta nos preceitos de Van Dalen (*apud* REIS & LAY, 1995), que diz que com escalas ordinais, operações de aritmética não podem ser aplicadas, já que não faz sentido somar, subtrair, dividir e multiplicar ordens (intervalos que podem ser desiguais). Quando essas operações não podem ser aplicadas aos dados, os testes estatísticos paramétricos (mais poderosos) não deveriam ser utilizados. Segundo Reis e Lay (1995) a utilização de testes paramétricos à análise de variáveis de natureza nominal e ordinal pode ocasionar erros ao se obter relações estatisticamente significativas entre as variáveis, pressupondo-se uma distribuição normal dos dados, distribuição esta que não existe para os dados relativos às variáveis nominais e ordinais. Os testes não paramétricos utilizados são:

- Frequência (percentagem) – revela a distribuição dos dados com relação às categorias consideradas;
- Tabulação cruzada (coeficiente phi) – indica a existência ou não de relação estatisticamente significativa entre variáveis de qualquer natureza, no mínimo nominais;
- Teste Kruskal – Wallis – utilizado para revelar diferenças significativas entre três ou mais grupos ou amostras não relacionadas, ou independentes, representados por uma variável ordinal com relação a uma variável nominal (BRYMAN; CRAMER, *apud* LAY & REIS, 2005).

- Teste Spearman – mostra quando duas variáveis dependentes, ordinais, variam significativamente na mesma direção ou em direções opostas. Na estatística não-paramétrica, esses podem ser considerados como os testes mais poderosos para identificar uma possível relação de dependência de uma variável com outra (LAY & REIS, 2005).

Os testes que indicam a existência de relação entre variáveis, acima descritos, são considerados estatisticamente significativos quando o valor da significância (sig.) for menor ou igual a 0,05, uma vez que, em geral, em estudos da área ambiente – comportamento, envolvendo análises das relações entre edificações, espaços urbanos e seus usuários, adota-se tal valor como determinante de uma relação significativa. A partir da análise do teste de correlação (Spearman), pode-se considerar se esta é fraca (coeficiente até 0,3), moderada (coeficiente de 0,3 a 0,5), forte (coeficiente de 0,5 a 0,7), muito forte (coeficiente de 0,7 a 0,9) ou excepcional (coeficiente de 0,9 a 1,0), conforme categorização sugerida por Lay & Reis (2005).

3.4.3 Cálculo dos Índices de Conforto Térmico

As simulações das condições de conforto são feitas através do cálculo de índices de conforto térmico, a partir das variáveis ambientais e humanas coletadas. O programa RayMan 1.2 (MATZARAKIS, ET. AL., 2000; MATZARAKIS, & RUTZ, 2005), calcula os índices PMV e PET, através da introdução de variáveis ambientais: temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade relativa do ar, pressão de vapor, nebulosidade e velocidade do vento; e variáveis humanas: vestimenta e atividade, assim como as demais variáveis coletadas como sexo, idade, peso e altura. Também são introduzidos dados de latitude, longitude, altitude, dia do ano e horário. Além do cálculo dos índices acima citados, também serão calculados os índices T_{NE} (AROSZTEGUI, 1995), TS (GIVONI & NOGUCHI, 2000) e HUMIDEX (MASTERTON & RICHARDSON, 1979). Desta forma, além da possibilidade de comparação dos resultados dos índices com as respostas dos usuários, também será possível a comparação entre diferentes índices, de acordo com os objetivos da pesquisa.

3.5 TRABALHO DE CAMPO

Os procedimentos de coleta de dados tiveram início em janeiro de 2005, com o início do levantamento de arquivo junto a Secretaria Municipal de Planejamento e Obras da Prefeitura de Torres, onde foram obtidos o Plano Diretor e os mapas do município. Em

fevereiro de 2005, com a elaboração do mapa de trabalho a partir dos mapas disponíveis, foi possível a definição das áreas pré-selecionadas para análise e a realização de levantamento fotográfico destes locais. A partir do levantamento fotográfico e reconhecimento local, de posse dos mapas das diferentes áreas, foi realizado, para cada área pré-selecionada, levantamento físico das características morfológicas do seu entorno, onde foram registradas as alturas e os recuos das edificações. Ainda no final do verão obteve-se as Normais Climatológicas de Torres junto à sede do Oitavo Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura.

Em abril de 2005 foi realizado o estudo piloto, em trecho da Rua Júlio de Castilhos, objetivando testar a metodologia até então proposta para a pesquisa. A seqüência do trabalho de campo ocorre no mês de fevereiro de 2006, com a aplicação dos questionários, realização das observações de comportamento e levantamento físico, incluindo a medição de variáveis ambientais. Como se trata de uma cidade cuja vocação principal é o turismo, no período de férias, optou-se pela realização do trabalho de campo no verão (período quente), quando a população flutuante da cidade aumenta pela presença dos veranistas.

Tabela 14: Locais, datas e horários da aplicação dos questionários.

| LOCAL | DATAS E HORÁRIOS | | | | | | |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 13 fev | 14 fev | 16 fev | 17 fev | 18 fev | 19 fev | 22 fev |
| PJNF | 15:30 às 18:30 | 15:30 às 17:45 | | | | | |
| PPM | | | 15:30 às 16:30 | 15:30 às 18:30 | 15:30 às 17:15 | | |
| PGV | | | | | 17:30 às 18:30 | 16:30 às 16:45 | 16:15 às 18:30 |

Nota: PJNF = Praça João Neves da Fontoura; PPM = Praça Pinheiro Machado; PGV = Praça Getúlio Vargas.

Os questionários são aplicados, nos locais previamente selecionados, nos dias e horários conforme Tabela 14, com exceção da praça Borges de Medeiros, excluída durante a realização do trabalho, conforme destacado anteriormente. Os levantamentos são feitos em tantos dias quanto necessários, em função da disponibilidade dos respondentes e das condições climáticas.

No intuito de melhor sistematizar os procedimentos de coleta de dados, foi elaborado um roteiro básico, colocado em prática para cada local analisado: chegada ao local selecionado para análise; escolha do local das medições; posicionamento dos registradores de temperatura e umidade; localização em mapa da posição dos registradores; localização em mapa dos pontos de medição das temperaturas superficiais; localização em mapa do local de medição da velocidade dos ventos; medições dos dados climáticos de 15 em 15 minutos;

aplicação da primeira parte dos questionários a serem respondidos pelos usuários; anotação do número do questionário (código pré-estabelecido); anotação do local, data e horário; realização da segunda parte dos questionários, a ser preenchida pelo pesquisador; anotação do número de acordo com a primeira parte do questionário; anotação do local, data e horário; preenchimento dos dados; anotação da idade do respondente (se não informar, presumir); marcação do local de residência ou veraneio do respondente no mapa; retirada dos equipamentos após o término dos trabalhos.

A coleta de dados teve início na praça João Neves da Fontoura (Figura 5, p.85 e Figura 9, p.89) no dia 13 de fevereiro, das 15h30min às 18h30min, quando foram aplicados 19 questionários. O trabalho neste local teve continuidade no dia seguinte, 14 de fevereiro, das 15h30min às 17h45min, quando foram aplicados os últimos 11 questionários e encerradas as medições (Tabela 14).

A etapa seguinte deu-se na Praça Pinheiro Machado (Figura 5, p.85 e Figura 7, p. 88), onde a coleta de dados foi iniciada no dia 16 de fevereiro, entre 15h30min e 16h30min, quando foi interrompida, depois de aplicados 6 questionários, devido à chuva. A seqüência do trabalho deu-se no dia seguinte, 17 de fevereiro, das 15h30min às 18h30min, com a aplicação de mais 13 questionários. A finalização da coleta, neste local, ocorreu no dia 18 de fevereiro, das 15h30min às 17h15min, com a aplicação dos últimos 11 questionários (Tabela 14).

Ainda no dia 18 de fevereiro iniciou-se a coleta na praça Getúlio Vargas (Figura 5, p.85 e Figura 10, p.89), com a aplicação de 8 questionários das 17h30min às 18h30min. A coleta neste local teve continuidade no dia seguinte, 19 de fevereiro, com a aplicação de 4 questionários, das 15h15min às 15h45min, quando teve de ser interrompida devido a chuva. O trabalho neste local foi concluído no dia 22 de fevereiro, das 16h15min às 18h30min, com a aplicação de 18 questionários (Tabela 14).

Observa-se, com relação ao período de coleta de dados, que no dia 19 de fevereiro voltou-se ao horário normal, com o término do horário de verão. Os horários anotados nos questionários e medições são os horários oficiais. Para efeito de análises e comparações, é considerado o horário solar.

Para a coleta de dados uma pessoa estava na base instalada coletando os dados climáticos enquanto outras duas aplicavam os questionários. No dia 22 de fevereiro, na praça

Getúlio Vargas, somente uma pessoa aplicou os questionários. Cada pesquisador possui um código que era registrado no cabeçalho do questionário. Como a coleta de dados foi realizada em paralelo às observações de comportamento, a pessoa responsável pela coleta de dados climáticos junto à base é a mesma responsável pela realização dos mapas comportamentais e levantamentos físicos, deslocando-se para os demais locais, de acordo com o planejamento proposto para esta atividade. Desta maneira é necessário que um dos pesquisadores permaneça na base, na guarda dos equipamentos.

A abordagem aos usuários inicia-se com a pergunta sobre o tempo de moradia ou veraneio em Torres, que deve ser de no mínimo dois anos, condição *sine qua non* para a aplicação dos questionários. Após é solicitado ao respondente que responda a primeira parte do questionário, enquanto o pesquisador anota os dados na segunda parte. Após a pergunta referente à idade do respondente é solicitado que anote no mapa do município a localização de sua residência de moradia ou veraneio, finalizando-se, assim, a abordagem.

A maior dificuldade encontrada foi o fato de que a maioria dos usuários dos espaços não se dispôs a preencher as respostas no questionário, ficando a cargo dos pesquisadores o seu preenchimento, enquanto formulava as questões. Como cabia ao pesquisador o preenchimento da segunda parte do questionário, este fato provocou um aumento do tempo despendido para cada abordagem. Também houve grande dificuldade por parte dos respondentes em localizar seu local de residência ou veraneio no mapa da cidade. Ressalta-se, também, a grande quantidade de pessoas que se recusaram a participar da pesquisa.

As observações de comportamento foram realizadas, nas quatro áreas previamente selecionadas, também em fevereiro de 2006, em dois turnos, numa seqüência de amostragem dos sete dias da semana (Tabela 13, p.101). Como no período ocorreram alguns dias de chuva, estes levantamentos prolongaram-se até o dia 27 de fevereiro, domingo. No mesmo período foi complementado o levantamento físico detalhado dos espaços, com o registro da vegetação e dos revestimentos.

Ao final de cada dia do trabalho de campo, foram anotados os dados climáticos disponibilizados no sítio do INMET, coletados pela estação meteorológica do município de Torres.

3.6 SUMÁRIO

Neste capítulo foi apresentado o estudo de caso, a cidade de Torres, e as justificativas para sua escolha. Em um primeiro momento salientou-se a questão da verticalização da área central da cidade, em função da aplicação dos índices urbanísticos estabelecidos pelo plano diretor e suas possíveis conseqüências ao conforto térmico dos espaços abertos. Partiu-se, então, para uma caracterização climática do município apresentando-se tabelas com as normais climatológicas. Na seqüência foram definidas as áreas passíveis de serem analisadas, de acordo com critérios pré-estabelecidos e os objetivos do estudo. Uma destas áreas foi objeto de aplicação do estudo piloto. Dentre estas áreas foram selecionadas três áreas em definitivo, de acordo com os critérios e os objetivos, onde foram realizados os trabalhos de campo.

Em relação aos métodos de coleta de dados, esses demonstraram ser eficientes. O levantamento de arquivo e o levantamento físico detalhado auxiliaram na compreensão das áreas e na identificação dos seus atributos físicos. Especificamente em relação ao questionário, esse demonstrou ser um método eficaz para investigação das atitudes dos indivíduos frente às características do ambiente, possibilitando, inclusive, a comparação entre distintos grupos de usuários. As perguntas foram compreendidas adequadamente pela maior parte da amostra de respondentes. Salienta-se apenas a dificuldade em os respondentes preencherem os questionários o que teve que ser realizado, em grande parte pelos pesquisadores. As observações de comportamento mostraram-se eficientes instrumentos para aferição da influência dos atributos físicos e do microclima dos espaços, no uso dos mesmos. No que se refere aos métodos de análise dos dados, esses atenderam aos objetivos do trabalho, tornando viável as avaliações e relações propostas.

Definidos os procedimentos metodológicos utilizados para que sejam atingidos os objetivos propostos, o próximo capítulo apresenta a análise dos dados coletados e os resultados obtidos.

4. VARIÁVEIS E SUAS RELAÇÕES NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DOS ESPAÇOS PÚBLICOS ABERTOS

4.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo são analisados os dados coletados e apresentados os resultados referentes aos objetivos da pesquisa, investigando-se as relações entre as variáveis consideradas a partir da revisão da literatura. Inicialmente são apresentadas as variáveis da forma urbana e as variáveis ambientais, verificando-se a relação entre elas. Na seqüência são elencadas, para cada espaço analisado, as variáveis humanas de conforto térmico. A partir das variáveis ambientais e humanas de conforto são calculados os índices de conforto térmico, para os espaços investigados, e verificada a sua relação com as variáveis da forma urbana. A seguir são apresentadas as demais variáveis humanas, referentes à caracterização geral e de agradabilidade e percepção dos usuários. Após são investigadas as relações entre as variáveis da forma urbana e as variáveis humanas. O conjunto dessas relações torna possível a avaliação do conforto térmico dos espaços públicos abertos analisados.

4.2 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FORMA URBANA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS

4.2.1 Variáveis da Forma Urbana - Praças

As variáveis ou os atributos da forma urbana, abordados a partir da sua relação com as variáveis ambientais, definiram as áreas objeto de investigação. As variáveis da forma urbana consideradas nesta pesquisa são a altura das edificações, a densidade das edificações como função dos recuos e taxas de ocupação dos lotes, a natureza das superfícies das praças analisadas e a presença de vegetação. Assim, tem-se espaços selecionados com características morfológicas distintas, conforme mostrado anteriormente (Tabela 11, p. 86). A Figura 14 apresenta um recorte da área central de Torres com as praças inicialmente selecionadas para análise e seu entorno imediato (a praça Borges de Medeiros foi excluída posteriormente), onde se pode verificar as diferentes configurações morfológicas.



Legenda: 1) praça João Neves da Fontoura; 2) praça Getúlio Vargas; 3) praça Pinheiro Machado; 4) praça Borges de Medeiros.

Figura 14: Áreas de análise e seu entorno imediato.

A praça João Neves da Fontoura (Figuras 15 a 19) possui em seu entorno edificações de altura elevada (sem restrição de altura) e com uma densidade alta (taxas de ocupação de 75% e índice de aproveitamento 3,0), isto é, com poucos recuos entre elas e com ocupação elevada dos lotes. Pode-se verificar também que esta praça não possui vegetação arbórea significativa.

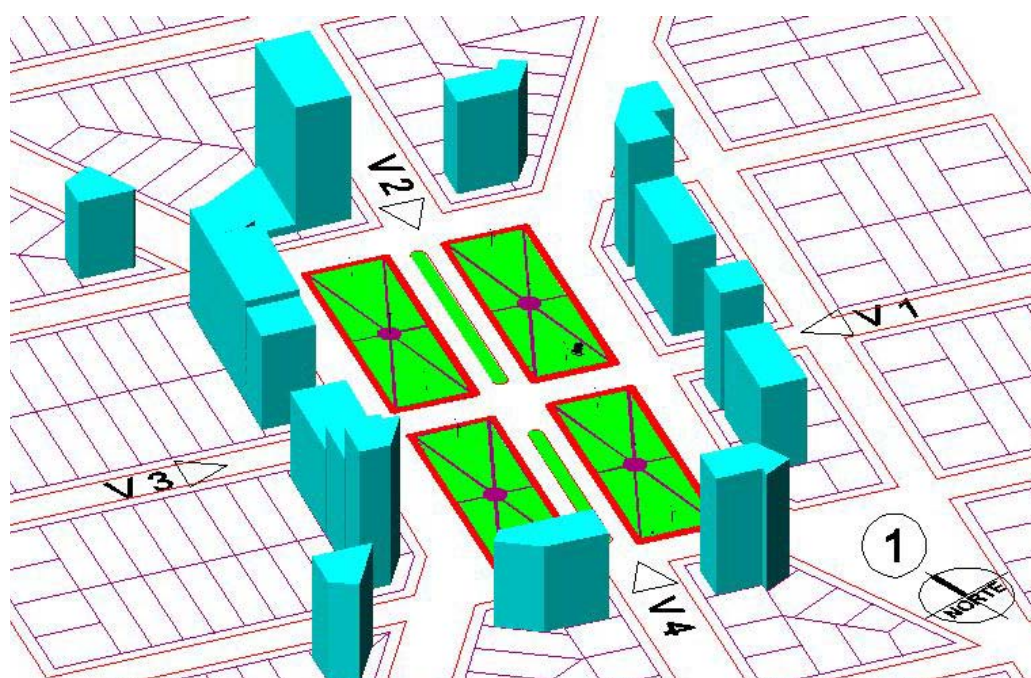


Figura 15: Praça João Neves da Fontoura.

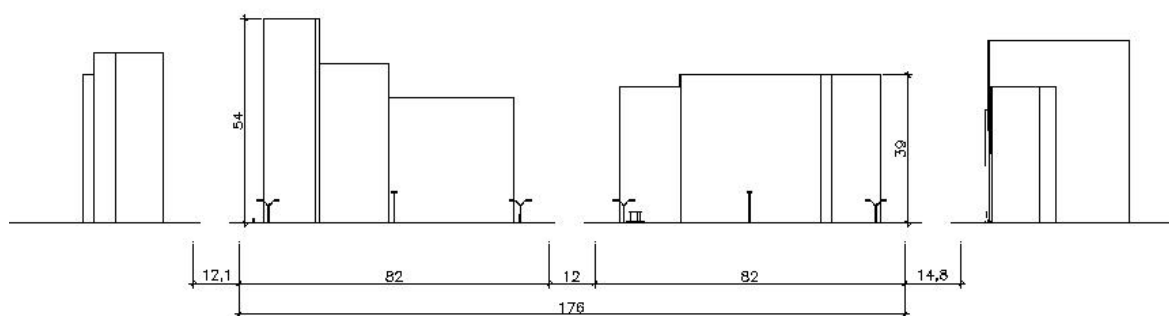


Figura 16: Praça João Neves da Fontoura, vista 1.

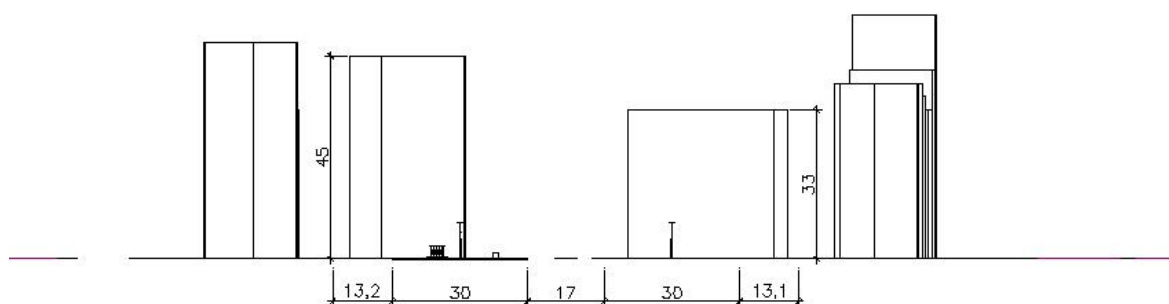


Figura 17: Praça João Neves da Fontoura, vista 2.

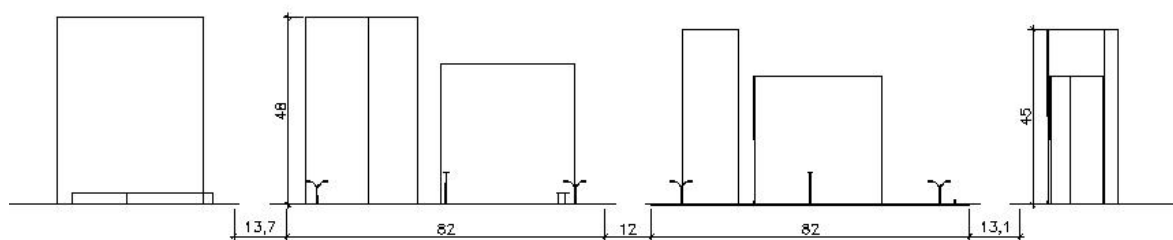


Figura 18: Praça João Neves da Fontoura, vista 3.

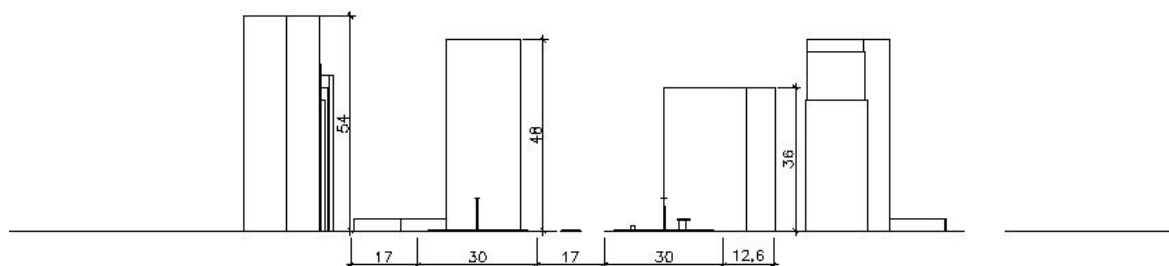


Figura 19: Praça João Neves da Fontoura, vista 4.

Já a praça Getúlio Vargas possui em seu entorno edificações de baixa altura (menos de 9 metros) e seu entorno apresenta-se com menor densidade, havendo, principalmente, maior recuo entre as edificações. Esta praça apresenta uma expressiva quantidade de vegetação arbórea, de grande porte, como pode ser observado nas Figuras 20 a 24. Esta praça, bem como a praça João Neves da Fontoura, localiza-se em uma mesma zona do Plano Diretor, sendo que

no entorno da praça Getúlio Vargas ainda não se observa o resultado da aplicação dos índices definidos pelo atual plano, como ocorre no entorno da praça João Neves da Fontoura.

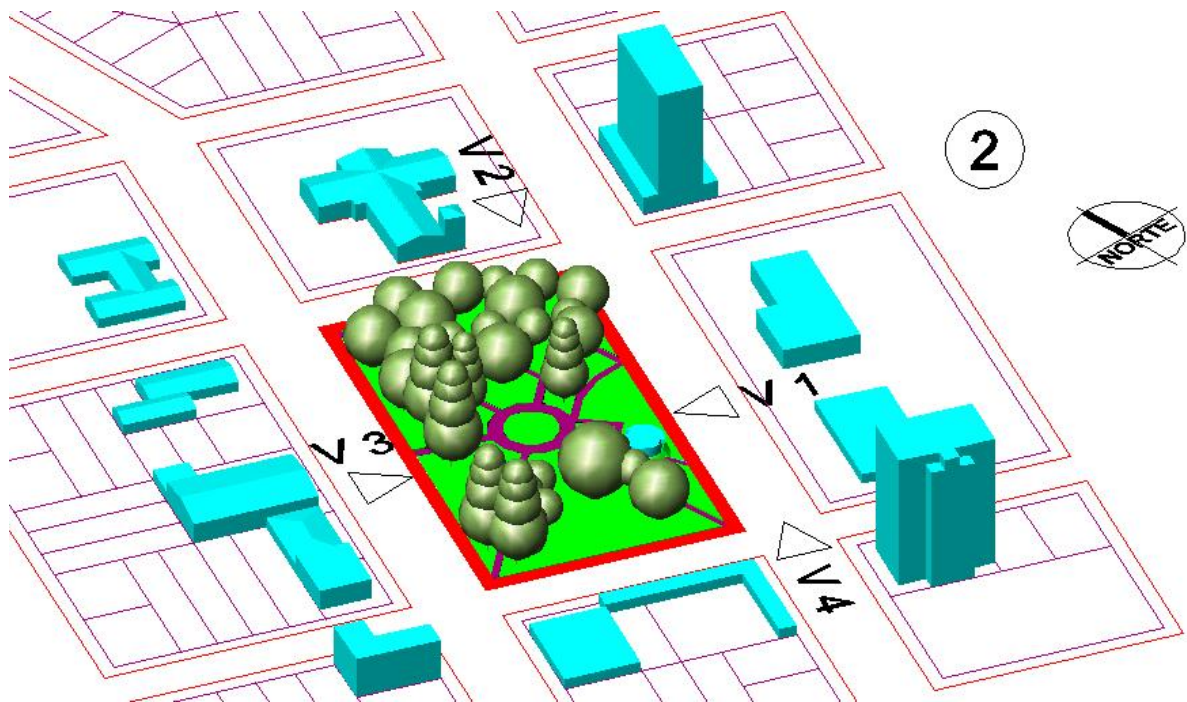


Figura 20: Praça Getúlio Vargas.

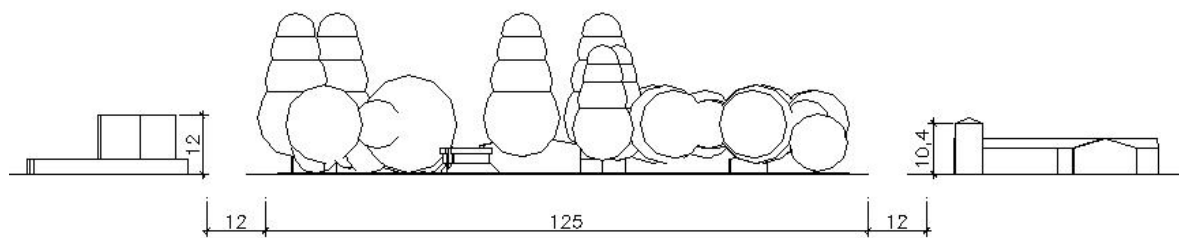


Figura 21: Praça Getúlio Vargas, vista 1.

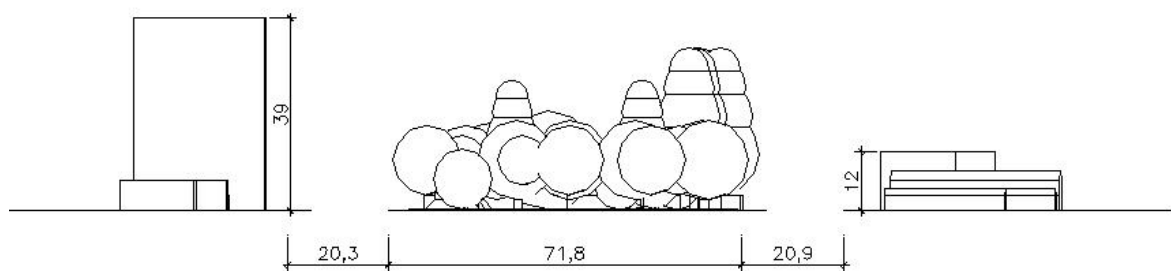


Figura 22: Praça Getúlio Vargas, vista 2.

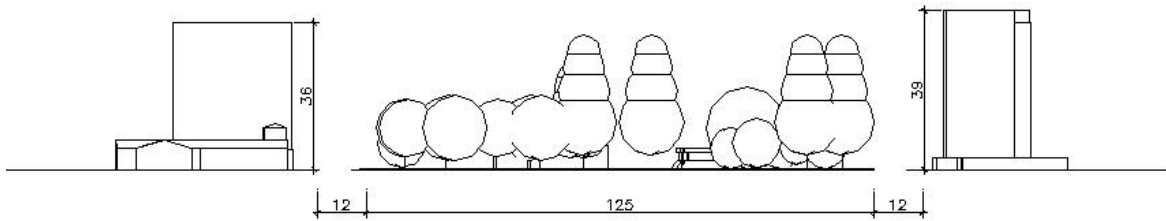


Figura 23: Praça Getúlio Vargas, vista 3.

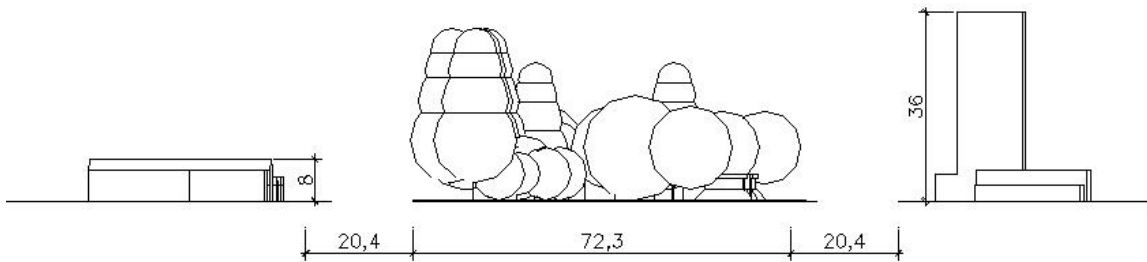


Figura 24: Praça Getúlio Vargas, vista 4.

A praça Pinheiro Machado (Figuras 25 a 29) localiza-se em uma zona onde existem restrições à altura das edificações (máximo 9 metros). Assim sendo, observa-se em seu entorno edificações baixas, com densidade igualmente baixa (taxa de ocupação de 60% e índice de aproveitamento 1,2) em suas faces leste e sul, além de limitar-se com a praia em sua face norte. Entretanto, por situar-se no limite entre duas zonas do plano diretor, possui em sua face oeste, edificações de altura elevada (sem restrição), sem recuos entre elas.

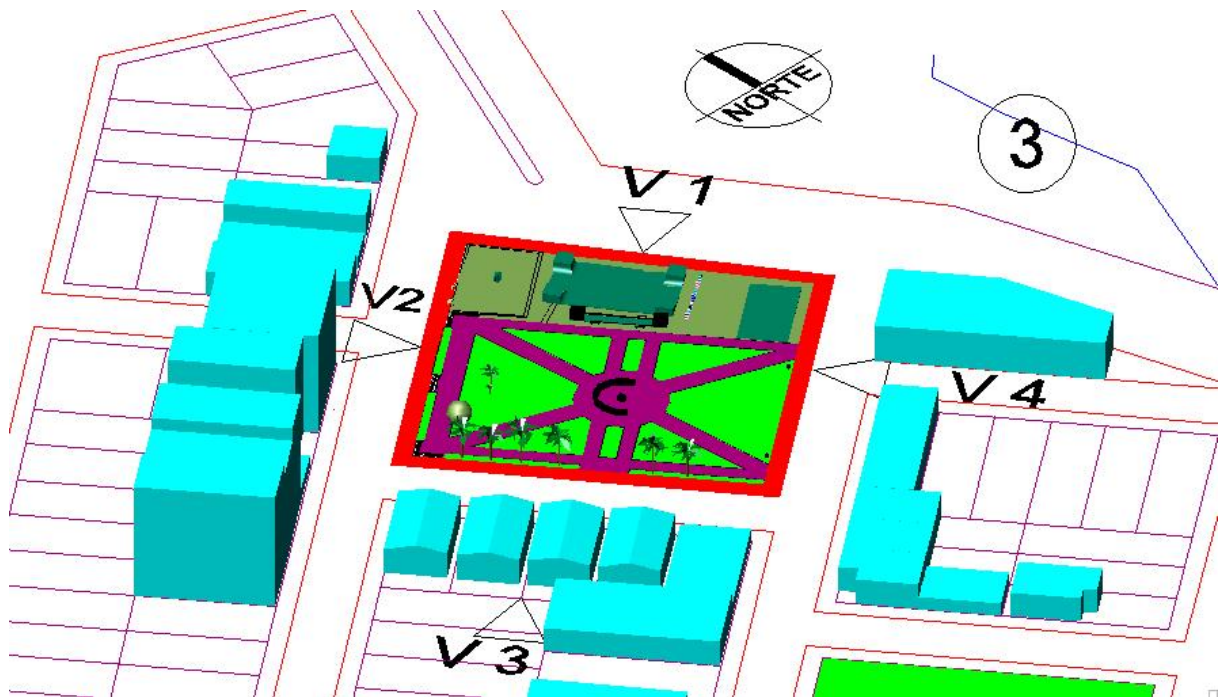


Figura 25: Praça Pinheiro Machado.

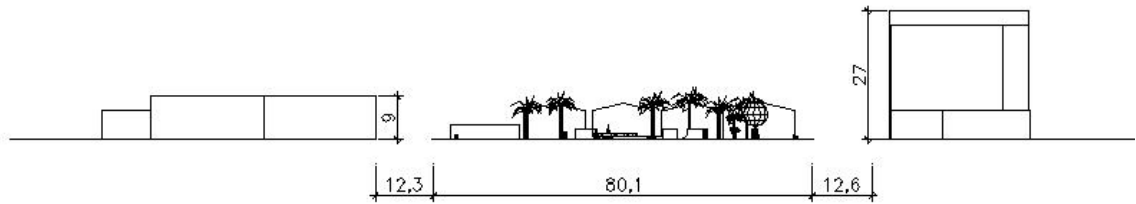


Figura 26: Praça Pinheiro Machado, vista 1.

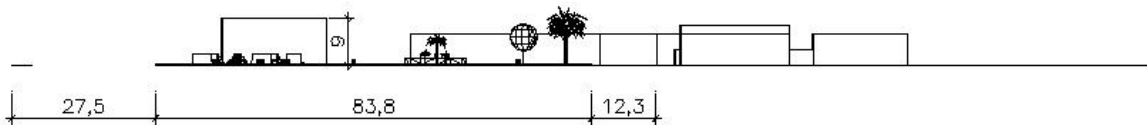


Figura 27: Praça Pinheiro Machado, vista 2.

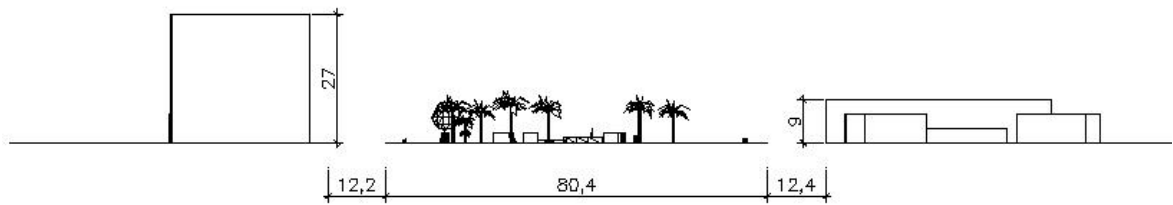


Figura 28: Praça Pinheiro Machado, vista 3.

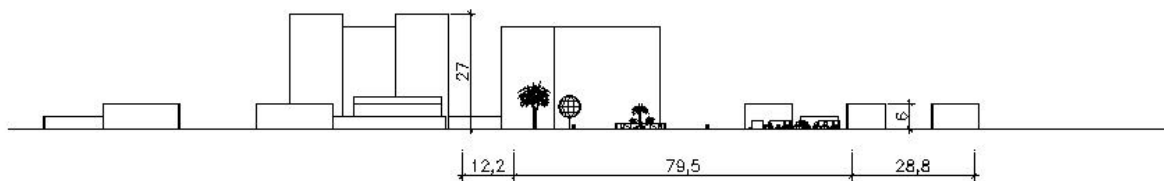
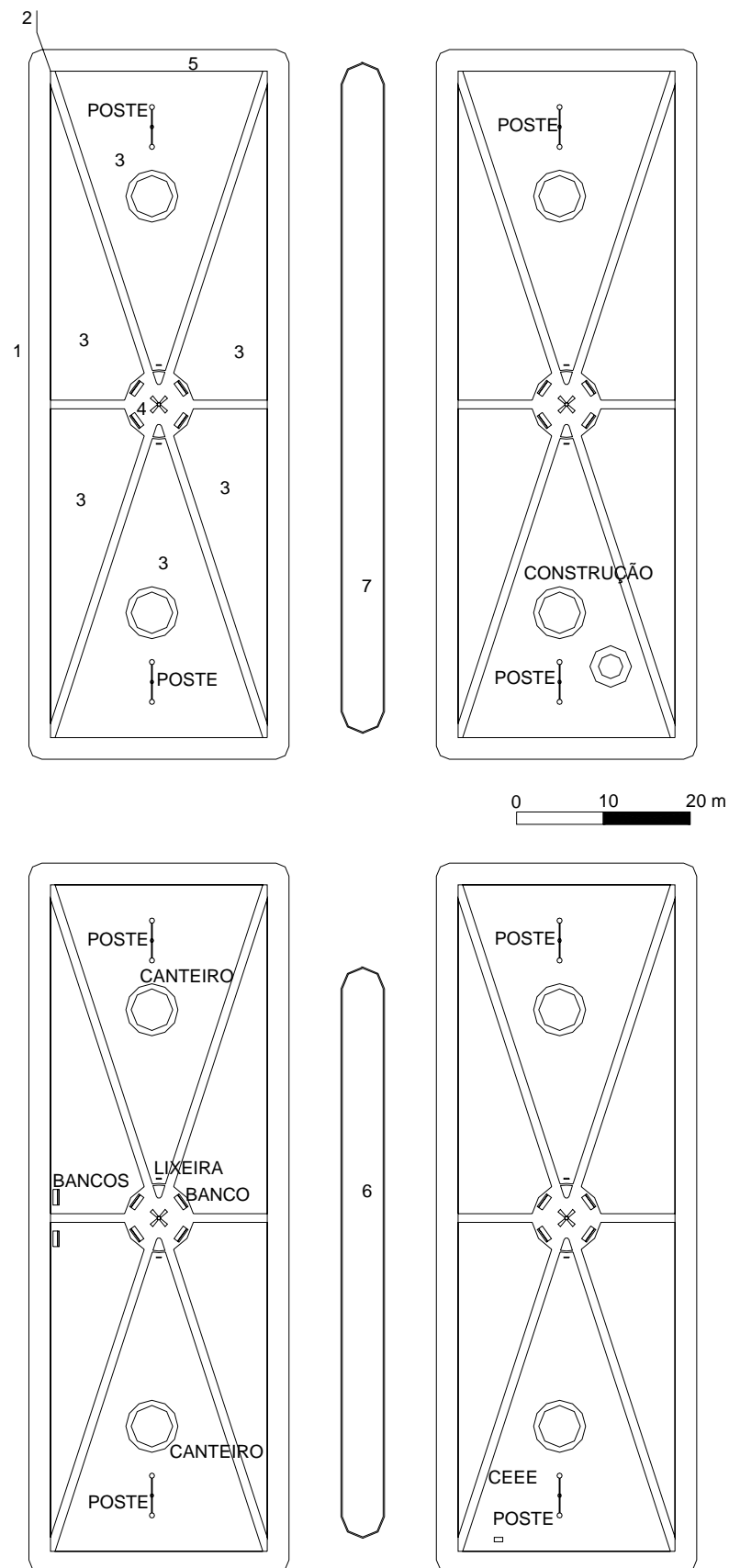


Figura 29: Praça Pinheiro Machado, vista 4.

Através da análise conjunta dos mapas com o levantamento físico (Figuras 30, 32 e 34), das imagens com o registro fotográfico dos tipos de revestimento (Figuras 31, 33 e 35) e dos dados da Tabela 15, pode-se verificar as diferenças, para cada praça, entre as demais variáveis da forma urbana consideradas: a natureza das superfícies de revestimento dos locais e a presença de vegetação arbórea.

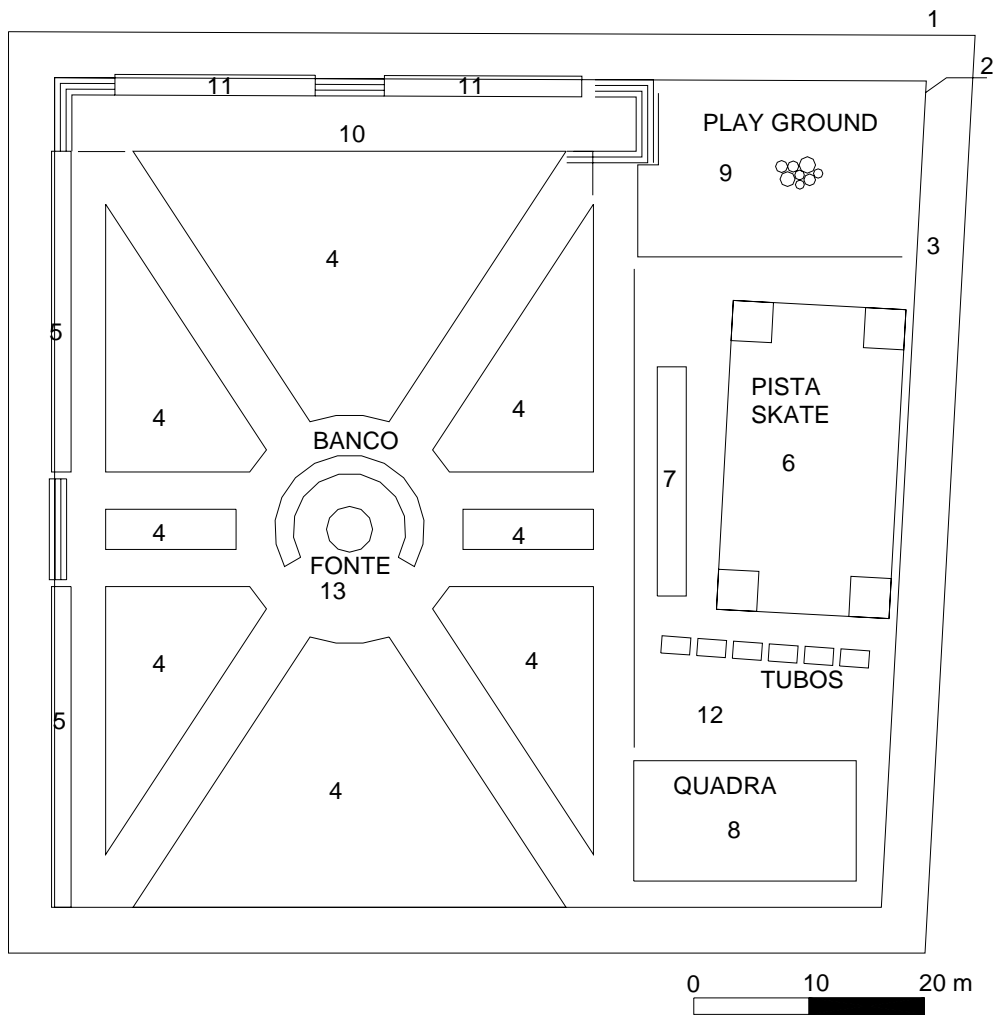


Legenda: 1) área do quarteirão; 2) área da praça; 3) área gramada; 4) área do piso interno; 5) área do passeio; 6 e 7) área dos canteiros centrais.

Figura 30: Praça João Neves da Fontoura, levantamento físico.



Figura 31: Tipos de superfícies da praça João Neves da Fontoura.

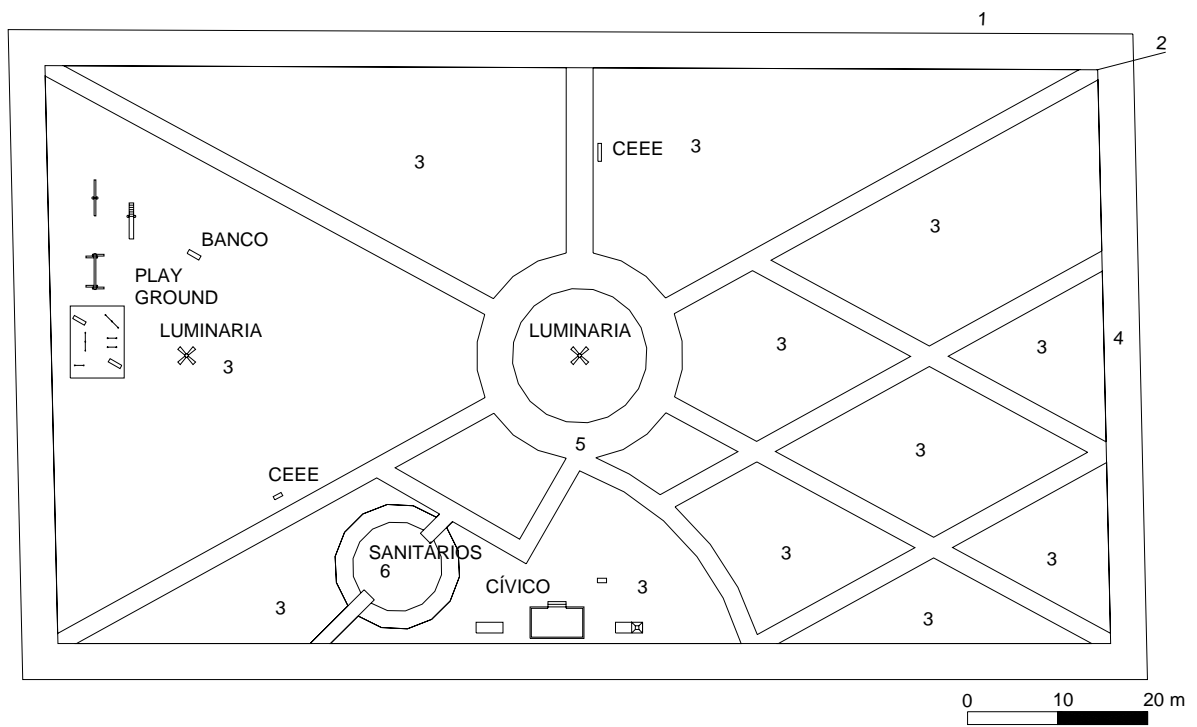


Legenda: 1) área do quarteirão; 2) área da praça; 3) área de passeio; 4, 5, 11 e 12) área gramada; 6) pista de skate; 7) cancha de bocha; 8) quadra; 9) parquinho; 10 e 13) área do piso interno.

Figura 32: Praça Pinheiro Machado, levantamento físico.



Figura 33: Tipos de superfícies da praça Pinheiro Machado.



Legenda: 1) área do quarteirão; 2) área da praça; 3) área gramada; 4) área de passeio; 5) área piso interno (saibro); 6) área construída.

Figura 34: Praça Getúlio Vargas, levantamento físico.



Figura 35: Tipos de superfícies da praça Getúlio Vargas.

No aspecto vegetação deve-se fazer uma distinção entre o revestimento do solo com grama e a existência de vegetação arbórea. Quanto ao revestimento do solo com grama, a praça João Neves da Fontoura apresenta a maior porcentagem de área gramada em relação à área total, quase a mesma proporção da praça Getúlio Vargas. A praça Pinheiro Machado apresenta menos superfície de área gramada que as outras praças (Tabela 15). No que tange a vegetação arbórea, a praça Getúlio Vargas apresenta quase que sua totalidade coberta com vegetação de porte, predominantemente perenifólia, como se pode observar nas figuras 20 a 24 (pp. 114 e 115). Já as demais praças não possuem vegetação arbórea significativa conforme pode ser observado nas figuras 15 a 19 (pp. 112 e 113) e 24 a 29 (pp. 115 e 116).

Tabela 15: Praças com as áreas dos diferentes tipos de revestimentos.

| Praça | Área total (m ²) | Área da praça (m ²) | Área do passeio (m ²) | Área gramada (m ²) | Área pavimentada (m ²) | Área saibro (m ²) |
|--------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| PJNF | 9832,24 | 7700,00 (78,31) | 2132,24 (21,69) | 6853,84 (69,71) | 846,16 (8,61) | - |
| PPM | 6557,93 | 5325,79 (81,21) | 1232,14 (18,79) | 2649,53 (40,40) | 2247,98 (34,28) | 421,61 (6,43) |
| PGV | 9005,18 | 7492,62 (83,20) | 1512,56 (16,80) | 6259,02 (69,50) | - | 1220,51 (13,55) |

Nota: os valores referem-se às áreas em m². Entre parêntesis estão indicadas as porcentagens (%) em relação à área total; PJNF = Praça João Neves da Fontoura; PPM = Praça Pinheiro Machado; PGV = Praça Getúlio Vargas.

Comparando-se as três praças em relação aos demais tipos de revestimentos do solo, verifica-se que a praça Pinheiro Machado apresenta maior porcentagem de área pavimentada (Figura 32, p. 118) em seu interior do que as demais, elevando-se este percentual se computada a área de passeio (Tabela 15). A praça João Neves da Fontoura apresenta um pequeno percentual de área pavimentada em seu interior e um percentual um pouco maior de área de passeio (Tabela 15). Há que se considerar, também, que esta praça possui quatro setores separados por vias pavimentadas com pedras de basalto irregular. Já a praça Getúlio Vargas não apresenta pavimentação em seu interior, sendo os caminhos revestidos com saibro. Na área de passeio, apresenta o menor percentual das três praças (Figuras 30 e 34, pp.117 e 119).

De acordo com a literatura, em função das variações entre as variáveis da forma urbana, para os distintos locais analisados, espera-se sensíveis diferenças nas variáveis ambientais medidas ou calculadas, quando comparadas com valores apresentados pela estação meteorológica ou com medições feitas em paralelo, no município de Torres, durante a realização do trabalho de campo. As variáveis ambientais, bem como as comparações, são apresentadas a seguir.

4.2.2 Variáveis Ambientais

Neste item são apresentadas, inicialmente, as médias dos valores coletados e calculados das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento e temperatura superficial) para as três praças (Tabela 16). Após são apresentadas, para cada local analisado, tabelas comparativas entre valores medidos nos locais e valores coletados pela estação meteorológica (Tabela 17). A seguir são mostrados, para cada praça, gráficos com os valores de temperatura e umidade relativa do ar, medidos nos locais de análise, juntamente com valores medidos em paralelo no município de Torres. Finalizando, são apresentados, também para cada praça, gráficos com valores calculados de TMR e valores medidos de temperatura superficial.

Tabela 16: Valores médios das variáveis ambientais.

| Praça | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade do vento (m/s) | TMR (°C) | Temperatura superficial (°C) |
|-------------|------------------|-------------|---------------------------|----------|------------------------------|
| PJNF | | | | | |
| 13/02/06 | 27,9 | 76,8 | 2,59 | 55,3 | 33,2 |
| 14/02/06 | 27,7 | 67,1 | 2,29 | 57,3 | 32,3 |
| Média Geral | 27,8 | 71,9 | 2,44 | 56,3 | 32,7 |
| Valores min | 26,4 | 66,0 | 2,02 | 43,8 | 29,1 |
| Valores máx | 29,5 | 81,1 | 3,27 | 62,0 | 38,5 |
| PPM | | | | | |
| 16/02/06 | 32,4 | 65,0 | 1,38 | 65,9 | 34,6 |
| 17/02/06 | 28,8 | 72,8 | 2,39 | 57,2 | 36,4 |
| 18/02/06 | 29,0 | 73,7 | 2,48 | 60,5 | 36,4 |
| Média Geral | 30,1 | 70,5 | 2,08 | 61,2 | 35,8 |
| Valores min | 28,1 | 63,2 | 1,15 | 50,0 | 33,0 |
| Valores máx | 33,1 | 76,5 | 2,90 | 66,6 | 38,7 |
| PGV | | | | | |
| 18/02/06 | 28,1 | 79,4 | 0,89 | 52,3 | 29,3 |
| 19/02/06 | 26,3 | 80,5 | 0,80 | 62,2 | 27,7 |
| 22/02/06 | 29,0 | 65,5 | 1,62 | 42,1 | 26,4 |
| Média Geral | 27,8 | 75,1 | 1,10 | 52,2 | 27,8 |
| Valores min | 26,3 | 55,2 | 0,00 | 23,7 | 24,8 |
| Valores máx | 31,1 | 81,7 | 2,15 | 65,8 | 32,3 |

Nota: nos diferentes dias os valores referem-se às médias diárias; TMR = temperatura média radiante.

A Tabela 16 apresenta os valores médios diários, bem como os máximos e mínimos gerais, das variáveis ambientais medidas e calculadas para cada praça. Em relação à temperatura, vê-se que a praça Pinheiro Machado apresenta os maiores valores de temperatura do ar, ficando as outras duas praças com valores aproximados. Quanto à umidade relativa do ar, a praça Getúlio Vargas apresenta os maiores valores, seguida da praça João Neves da Fontoura, ficando a praça Pinheiro Machado com os valores menores. Em relação à velocidade do vento, as praças João Neves da Fontoura e Pinheiro Machado não apresentam diferenças significativas nos valores médios medidos. A praça Getúlio Vargas, por sua vez,

apresenta velocidades de vento bem menores. Os maiores valores de TMR são os calculados para a praça Pinheiro Machado, seguida da praça João Neves da Fontoura, ficando a praça Getúlio Vargas com os menores valores. O mesmo comportamento observa-se em relação à média das temperaturas superficiais. Levando-se em consideração que as medições foram realizadas em dias diferentes, é feita uma comparação dos valores medidos, com valores fornecidos pela estação meteorológica no dia.

Analisando-se os dados da Tabela 17 pode-se verificar que as temperaturas medidas nas praças apresentam-se sempre mais elevadas do que as medidas na estação meteorológica, sendo que as menores variações na temperatura do ar ocorrem na praça Getúlio Vargas, seguida da praça João Neves da Fontoura e da praça Pinheiro Machado, esta última apresentando as maiores variações. Quanto à umidade relativa do ar, os valores medidos na estação são sempre mais elevados do que os medidos nas praças, a exceção da praça Getúlio Vargas, onde a umidade medida no local, no dia 22 de fevereiro, aparece maior do que a medida na estação. Esta praça apresenta as menores variações de umidade em relação à estação meteorológica, aparecendo a praça João Neves da Fontoura em uma situação intermediária e a praça Pinheiro Machado possuindo as maiores variações entre os valores medidos no local, e os medidos na estação.

Tabela 17: Comparação entre valores medidos de temperatura, umidade, velocidade e direção do vento, com valores coletados pela estação meteorológica.

| Praça | Temperatura (°C) | | | Umidade (%) | | | Velocidade do vento (m/s)/direção | | |
|----------|------------------|---------|----------|-------------|---------|----------|-----------------------------------|---------|----------|
| | Local | Estação | Δ | Local | Estação | Δ | Local | Estação | Δ |
| PJNF | | | | | | | | | |
| 13/02/06 | 29,1 | 26,8 | 2,30 | 74,5 | 79,0 | 4,50 | 2,18 S | 6,20 S | 4,02 |
| 14/02/06 | 28,2 | 25,9 | 2,30 | 67,0 | 72,0 | 5,00 | 2,40 S | 4,10 S | 1,70 |
| PPM | | | | | | | | | |
| 16/02/06 | 32,3 | 27,5 | 4,80 | 65,2 | 82,0 | 16,8 | 1,15 S | 2,10 S | 0,95 |
| 17/02/06 | 29,5 | 27,1 | 2,40 | 75,1 | 78,0 | 2,90 | 2,18 S | 5,10 S | 2,92 |
| 18/02/06 | 28,8 | 27,1 | 1,70 | 74,2 | 77,0 | 2,80 | 2,15 S | 4,10 S | 1,95 |
| PGV | | | | | | | | | |
| 18/02/06 | 29,0 | 27,1 | 1,90 | 75,4 | 77,0 | 1,60 | 0,80 S | 4,11 S | 3,31 |
| 19/02/06 | 26,3 | 25,0 | 1,30 | 81,6 | 88,0 | 6,40 | 0,00 O – SE | 6,19 E | 6,19 |
| 22/02/06 | 30,8 | 28,0 | 2,80 | 59,9 | 55,0 | 4,90 | 1,27 O | 7,19 S | 5,92 |

Nota: valores medidos às 15 horas; Δ representa a diferença entre os valores medidos e os da estação.

Em relação à velocidade do vento, os valores para as três praças sempre se apresentam menores que os valores fornecidos pela estação. Já a direção do vento, para as praças João Neves da Fontoura e Pinheiro Machado, não diferem da direção coletada na estação. Somente na praça Getúlio Vargas temos variações na direção do vento. No Apêndice D são apresentados todos os dados coletados e calculados.

Outra comparação que pode ser realizada é entre os valores médios medidos e os valores apresentados por Machado (1950), para o litoral norte do Rio Grande do Sul (Tabela 8, p.81), e com os valores apontados pelas Normais Climatológicas para o período compreendido entre 1961 e 1990, coletados pela estação meteorológica de Torres do 8^o DISME – Distrito de Meteorologia (Tabela 9, p.82). A temperatura média do mês mais quente é de 23,4^oC, segundo Machado (1950), e a média de fevereiro é de 23,3^oC, segundo as Normais. Estes valores apresentam-se sempre menores do que as médias dos valores medidos nas três praças, sendo que a praça Getúlio Vargas apresenta a menor variação, por possuir as menores temperaturas médias, seguida da praça João Neves da Fontoura e da praça Pinheiro Machado, esta última apresentando as maiores temperaturas médias e, conseqüentemente, a maior variação. O valor médio da umidade relativa do ar, apontado por Machado (1950), é de 81% e o apontado pelas Normais, para o mês de fevereiro, é de 84%. Estes valores são sempre maiores do que as médias das praças. Machado (1950) aponta ainda uma velocidade média do vento para o litoral norte entre 3 e 5 m/s. Este valor não difere significativamente dos valores medidos pela estação de Torres às 15h. Entretanto, os valores médios medidos nas praças ficam todos abaixo desta média.



Figura 36: Local das medições em paralelo no município de Torres (Balneário Itapeva).

Visando-se uma precisão ainda maior no nível de comparações, já que os dados coletados pela estação meteorológica são limitados a três medições diárias, optou-se por uma coleta de dados em paralelo às medições realizadas nas praças. Esta medição foi realizada em um local no município de Torres (Balneário Itapeva), com características morfológicas similares a da estação, em local com baixa densidade de edificações e predominância de revestimentos naturais em seu entorno (Figura 36).

A seguir são apresentados gráficos que apresentam os valores medidos de temperatura e umidade relativa do ar nas três praças, comparados com os valores medidos em paralelo (Balneário Itapeva). Para cada praça são também mostrados gráficos comparativos entre os valores médios medidos de temperatura superficial, com os valores calculados de TMR pelo programa RayMan 1.2 (MATZARAKIS, ET. AL., 2000; MATZARAKIS, & RUTZ, 2005). O objetivo é a comparação de um dado calculado, a partir de dados medidos nos locais (temperatura, umidade e velocidade do vento), com um dado similar coletado. Os valores calculados de TMR levaram em consideração a radiação solar calculada para a latitude de Torres pelo programa Luz do Sol (RORIZ, 1995). Já os valores de temperatura superficial foram medidos *in loco* e são função da radiação solar em momento real. O comportamento similar das curvas de TMR e de temperatura superficial, apresentado nas três praças, legitima a metodologia adotada, independente da variação entre as duas temperaturas, já que a TMR leva em consideração outras temperaturas do entorno.

4.2.2.1 Praça João Neves da Fontoura

Diferentemente do que foi observado nas comparações entre os dados medidos no local, e os dados da estação meteorológica, a praça João Neves da Fontoura apresenta valores de temperatura do ar menores do que os medidos em paralelo (Balneário Itapeva), no dia 13 de fevereiro, e valores muito próximos, no dia 14 de fevereiro. Os valores de umidade relativa possuem o mesmo padrão, sendo os valores medidos no local, no dia 13 de fevereiro, maiores do que os medidos em paralelo (Balneário Itapeva), ficando próximos no dia 14 de fevereiro (Figuras 37 e 38).

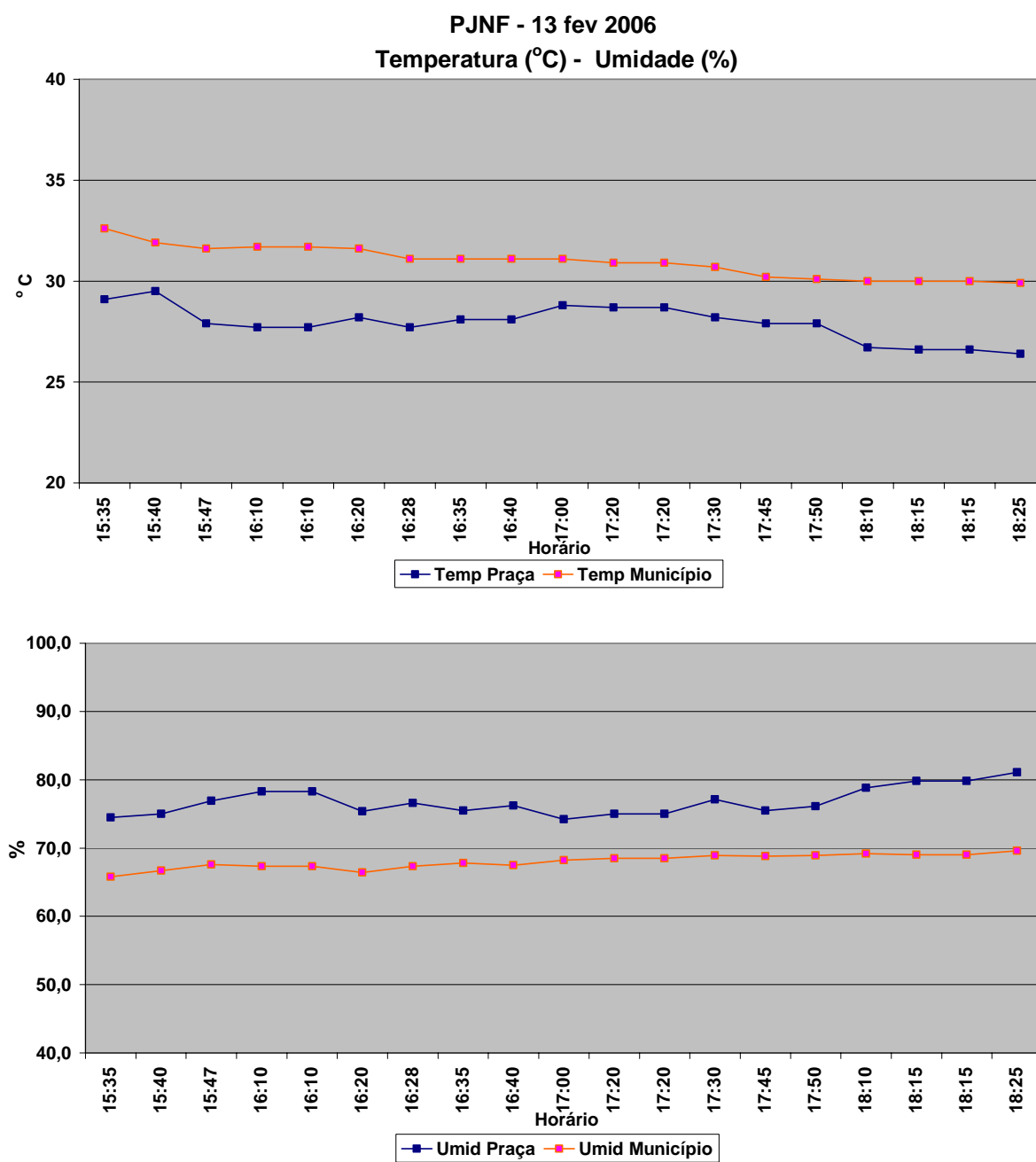


Figura 37: Praça João Neves da Fontoura, temperatura e umidade, 13 de fevereiro de 2006.

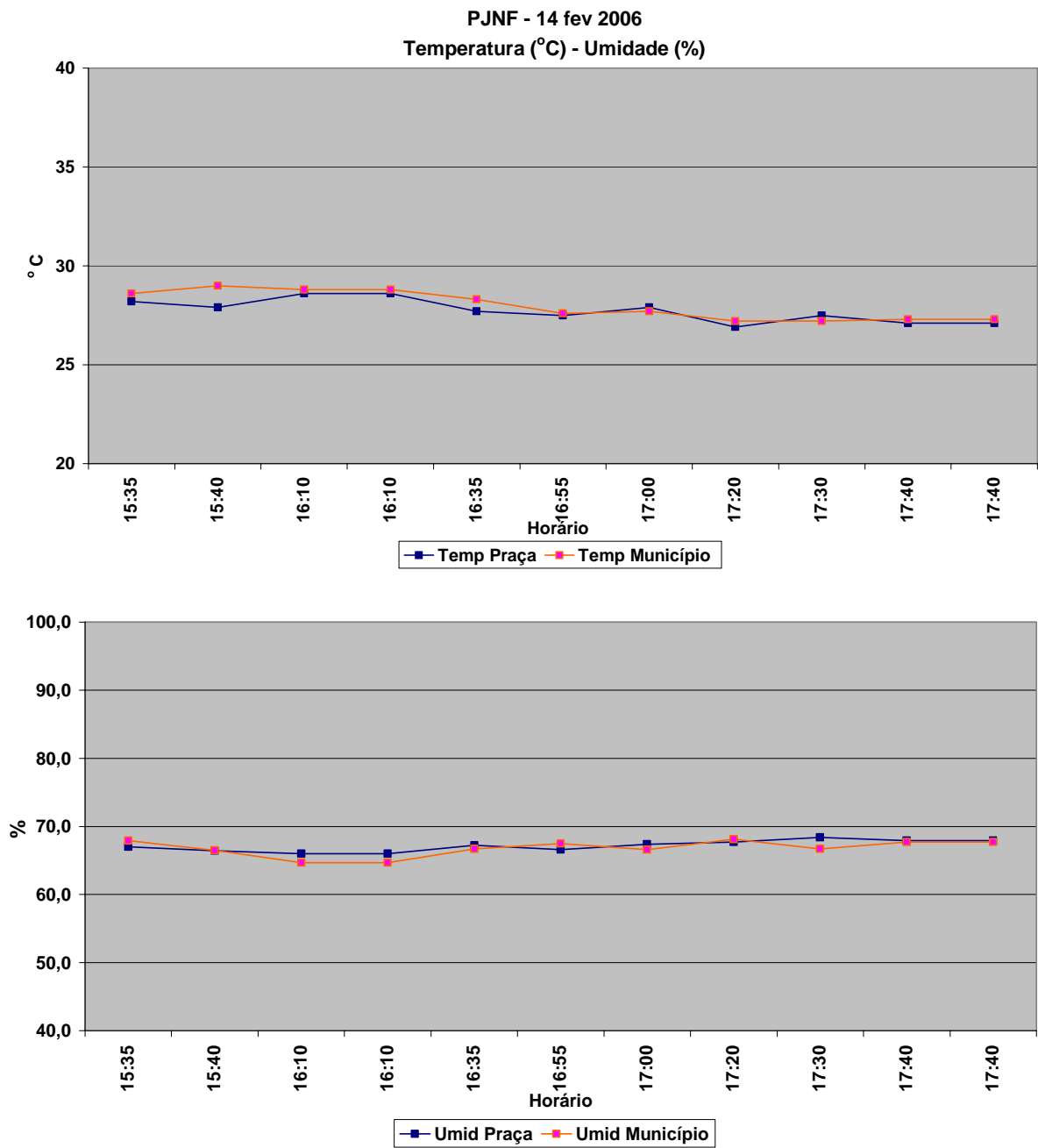


Figura 38: Praça João Neves da Fontoura, temperatura e umidade, 14 de fevereiro de 2006.

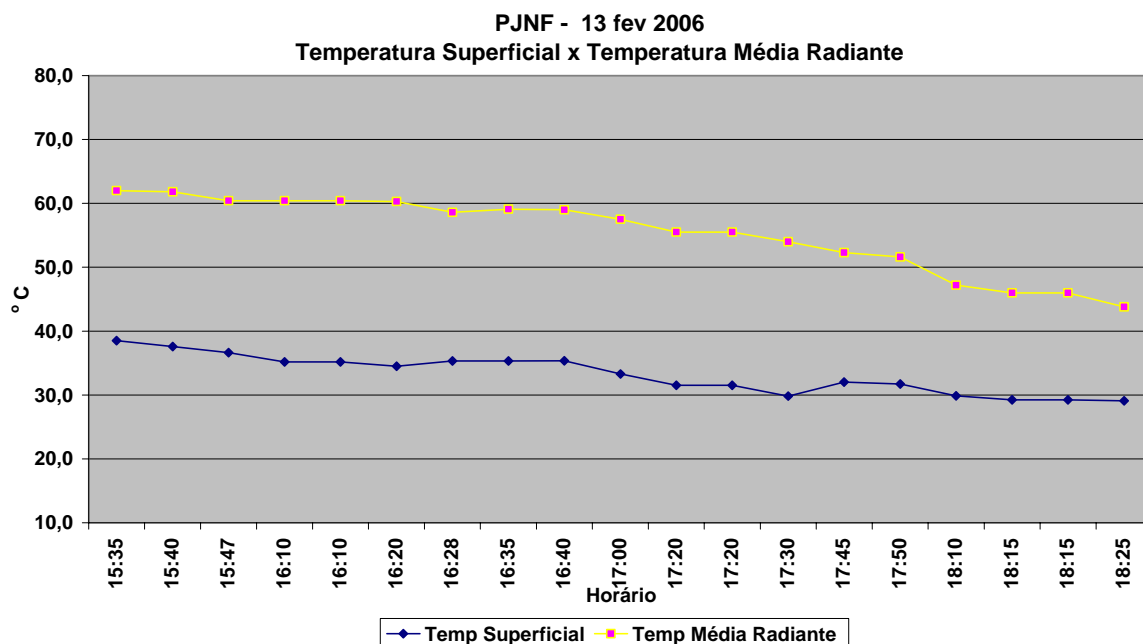


Figura 39: Praça João Neves da Fontoura, temperatura superficial e temperatura média radiante, 13 de fevereiro de 2006.

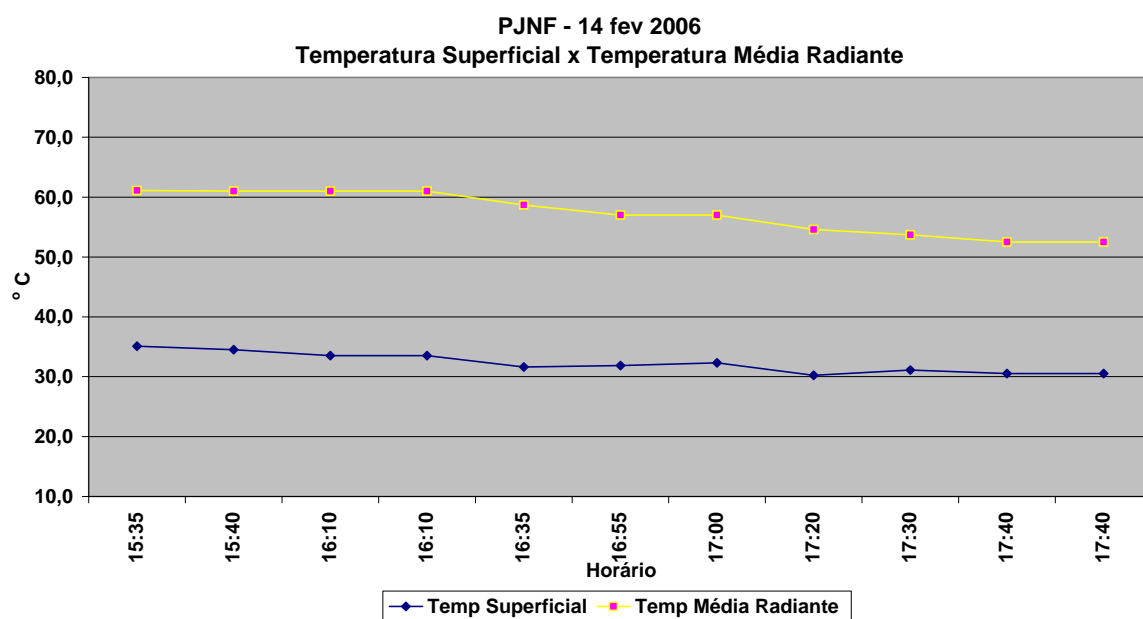


Figura 40: Praça João Neves da Fontoura, temperatura superficial e temperatura média radiante, 14 de fevereiro de 2006.

Os gráficos das figuras 39 e 40 mostram os valores de TMR e da temperatura superficial na praça João Neves da Fontoura. Neste local foram medidos valores de temperatura superficial em três tipos de revestimento do solo: grama, piso de cimento e calçamento com pedras irregulares de basalto, sendo os valores mostrados nos gráficos, uma média dos valores medidos nas três superfícies (Figura 31, p. 118).

4.2.2.2 Praça Pinheiro Machado

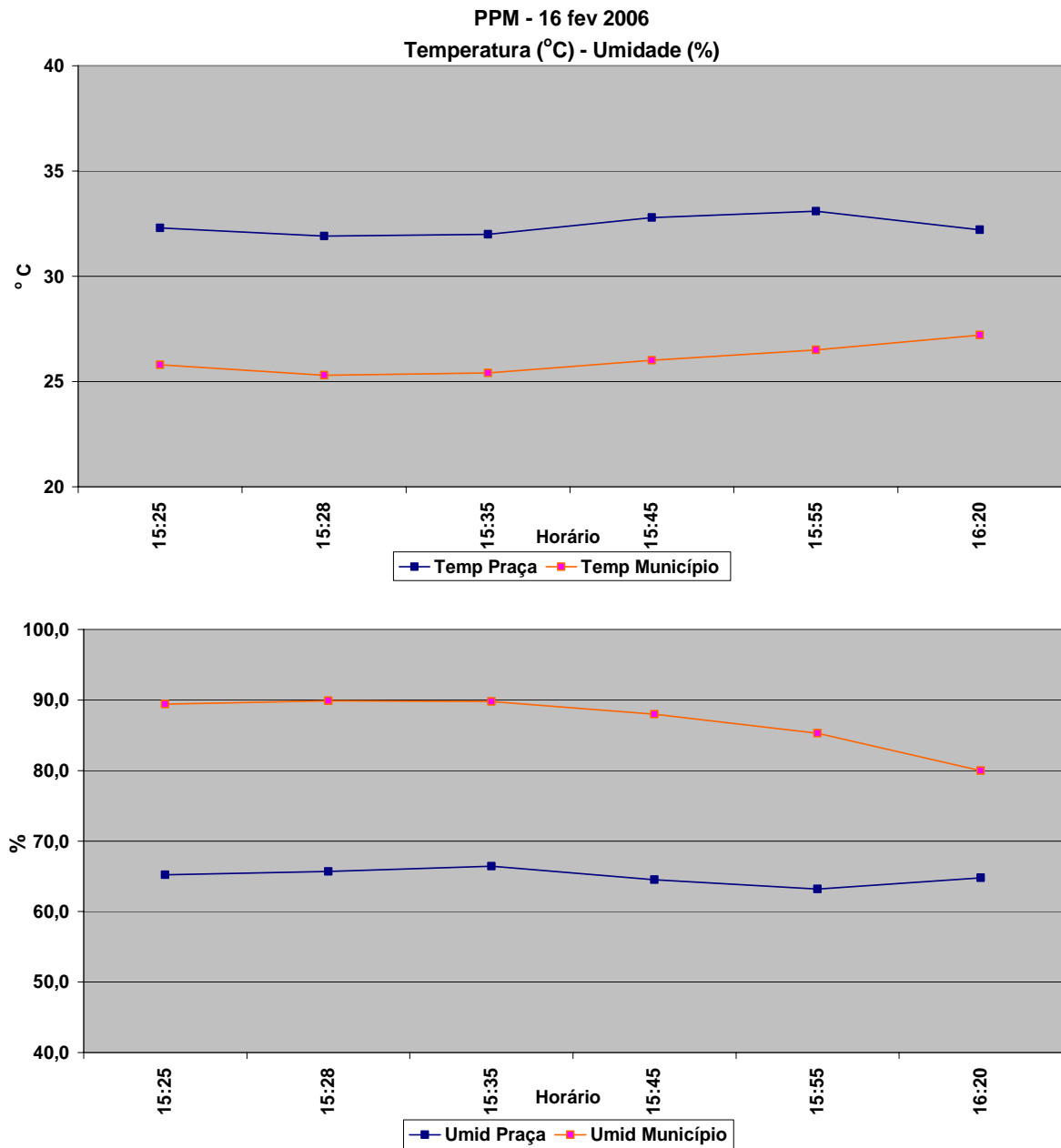


Figura 41: Praça Pinheiro Machado, temperatura e umidade, 16 de fevereiro de 2006.

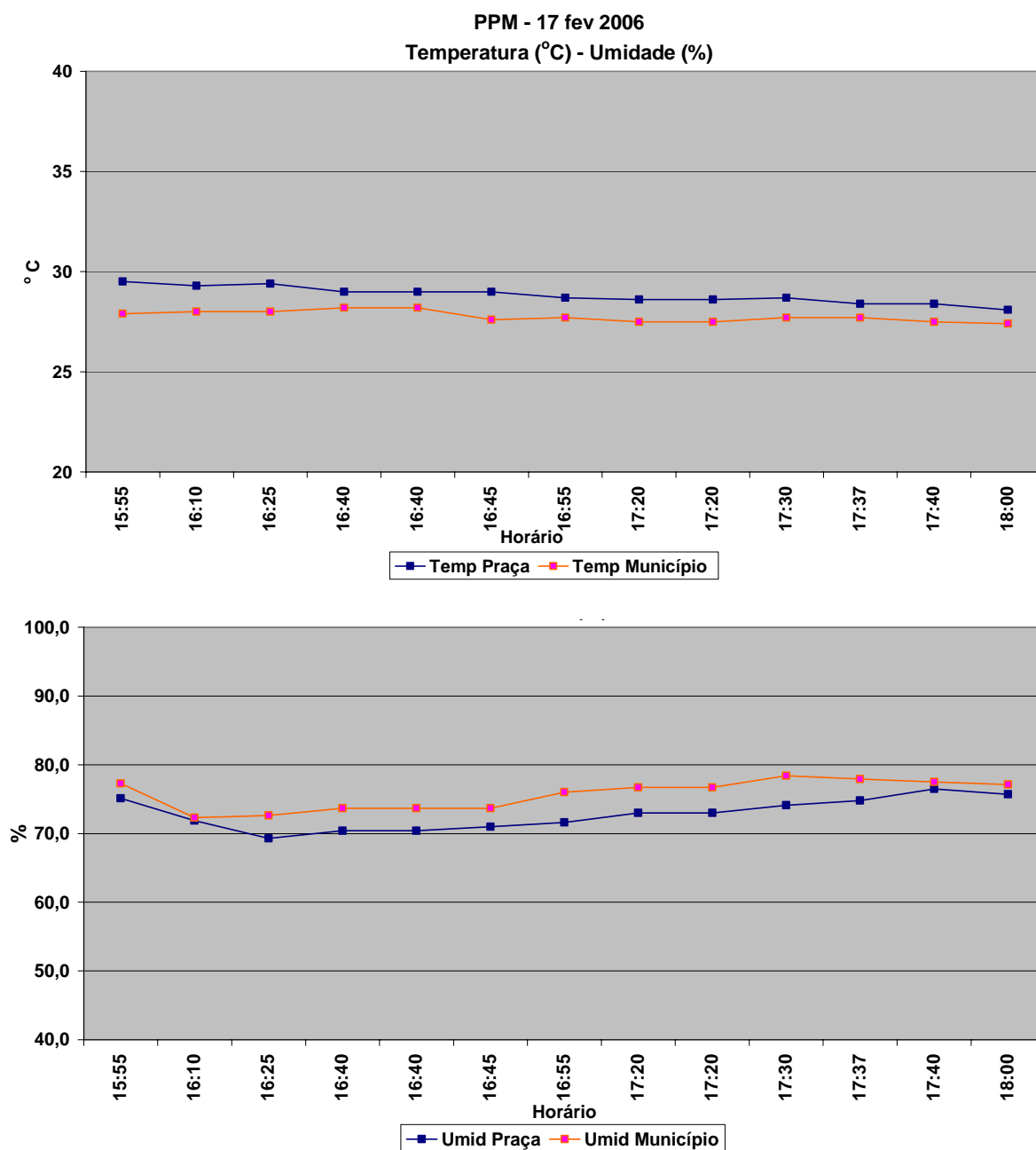


Figura 42: Praça Pinheiro Machado, temperatura e umidade, 17 de fevereiro de 2006.

Já a praça Pinheiro Machado, comparando-se os valores medidos no local com os medidos em paralelo, apresenta um comportamento igual ao que foi observado nas comparações entre os dados medidos no local e os dados da estação meteorológica, apresentando valores de temperatura do ar, maiores do que os medidos em paralelo (Balneário Itapeva), nos três dias. Os valores de umidade relativa, medidos no local são sempre menores para os três dias, do que os medidos em paralelo (Figuras 41, 42 e 43). As maiores variações tanto de temperatura quanto de umidade ocorrem no dia 16 de fevereiro, possivelmente pelo aumento da quantidade de insolação ou pela ausência de nebulosidade.

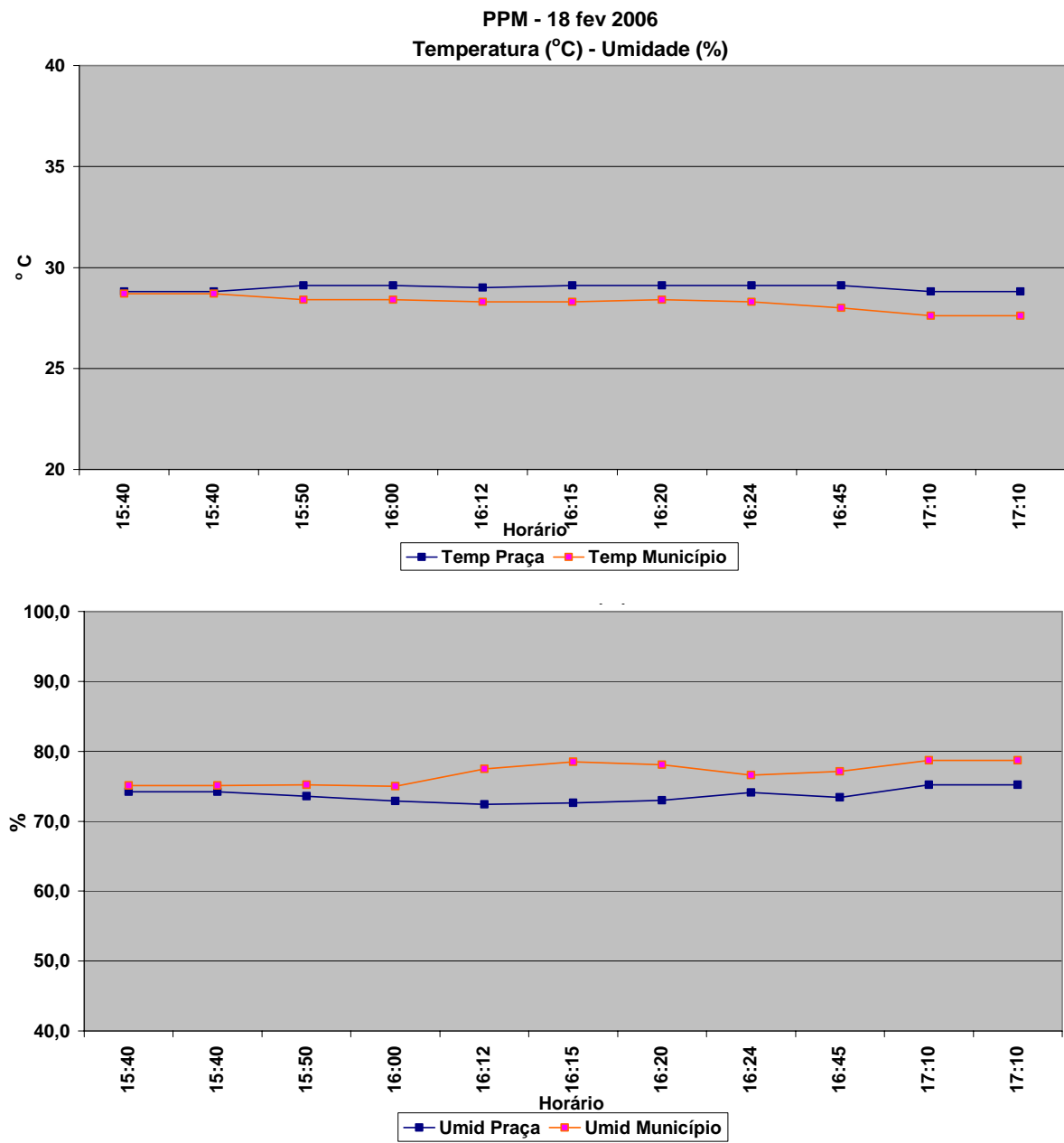


Figura 43: Praça Pinheiro Machado, temperatura e umidade, 18 de fevereiro de 2006.

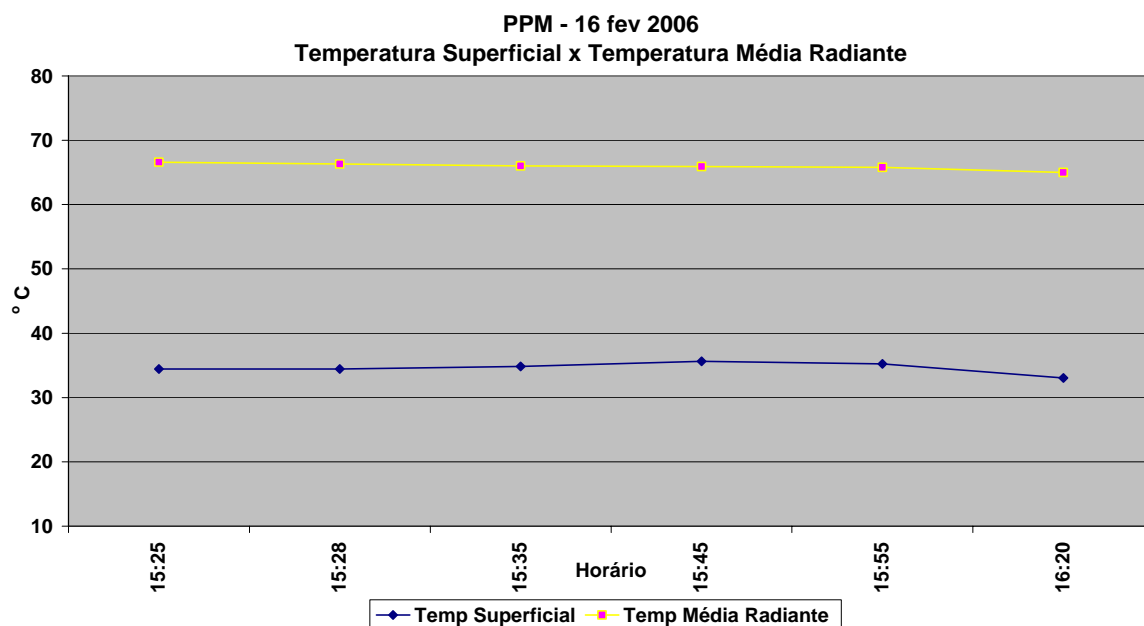


Figura 44: Praça Pinheiro Machado, temperatura superficial e temperatura média radiante, 16 de fevereiro de 2006.

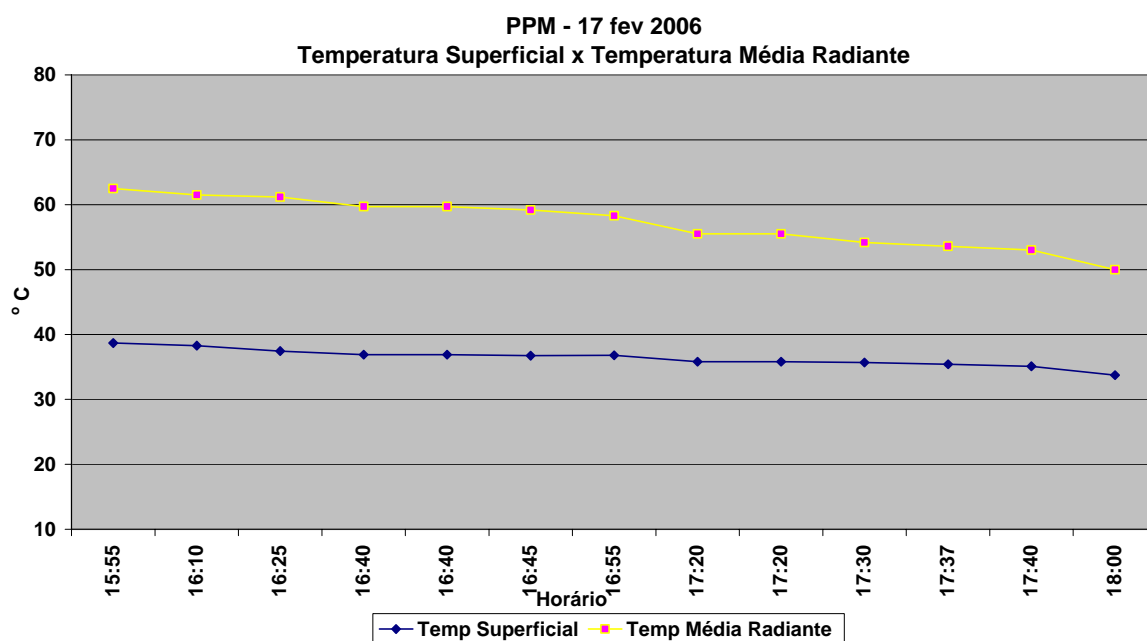


Figura 45: Praça Pinheiro Machado, temperatura superficial e temperatura média radiante, 17 de fevereiro de 2006.

Os gráficos das figuras 44, 45 e 46 mostram os valores de TMR e da temperatura superficial na praça Pinheiro Machado. Neste local foram medidos valores de temperatura superficial em dois tipos de revestimento do solo: grama, e piso de ladrilhos, sendo os valores mostrados nos gráficos uma média dos valores medidos nas duas superfícies (Figura 33, p. 119).

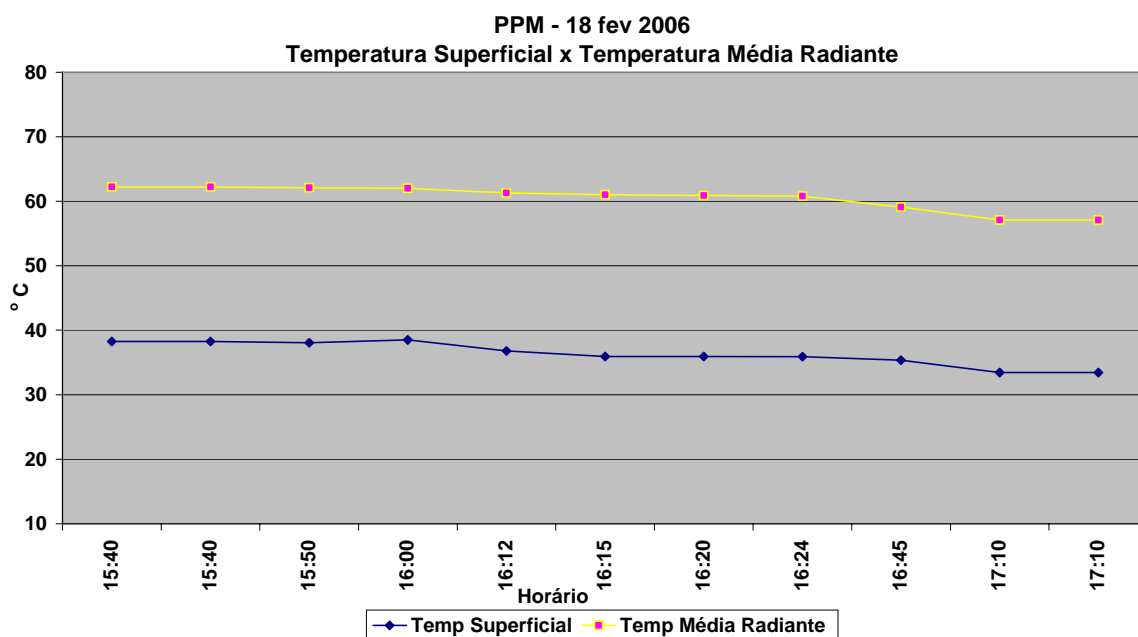


Figura 46: Praça Pinheiro Machado, temperatura superficial e temperatura média radiante, 18 de fevereiro de 2006.

4.2.2.3 Praça Getúlio Vargas

A praça Getúlio Vargas, comparando-se os valores medidos no local com os medidos em paralelo, apresenta um comportamento semelhante ao que foi observado nas comparações entre os dados medidos no local e os dados da estação meteorológica, apresentando a maioria dos valores de temperatura do ar, maiores do que os medidos em paralelo (Balneário Itapeva), nos três dias. Os valores de umidade relativa, medidos no local, também se apresentam, em sua grande maioria, menores para os três dias, do que os medidos em paralelo. Ressalta-se que as variações nos valores de temperatura e umidade, nesta praça, são menores, assim como o registro de valores de temperatura menores e umidades maiores no dia 22 de fevereiro (Figuras 47, 48 e 49). A grande quantidade de vegetação nesta praça pode ser responsável por estes resultados.

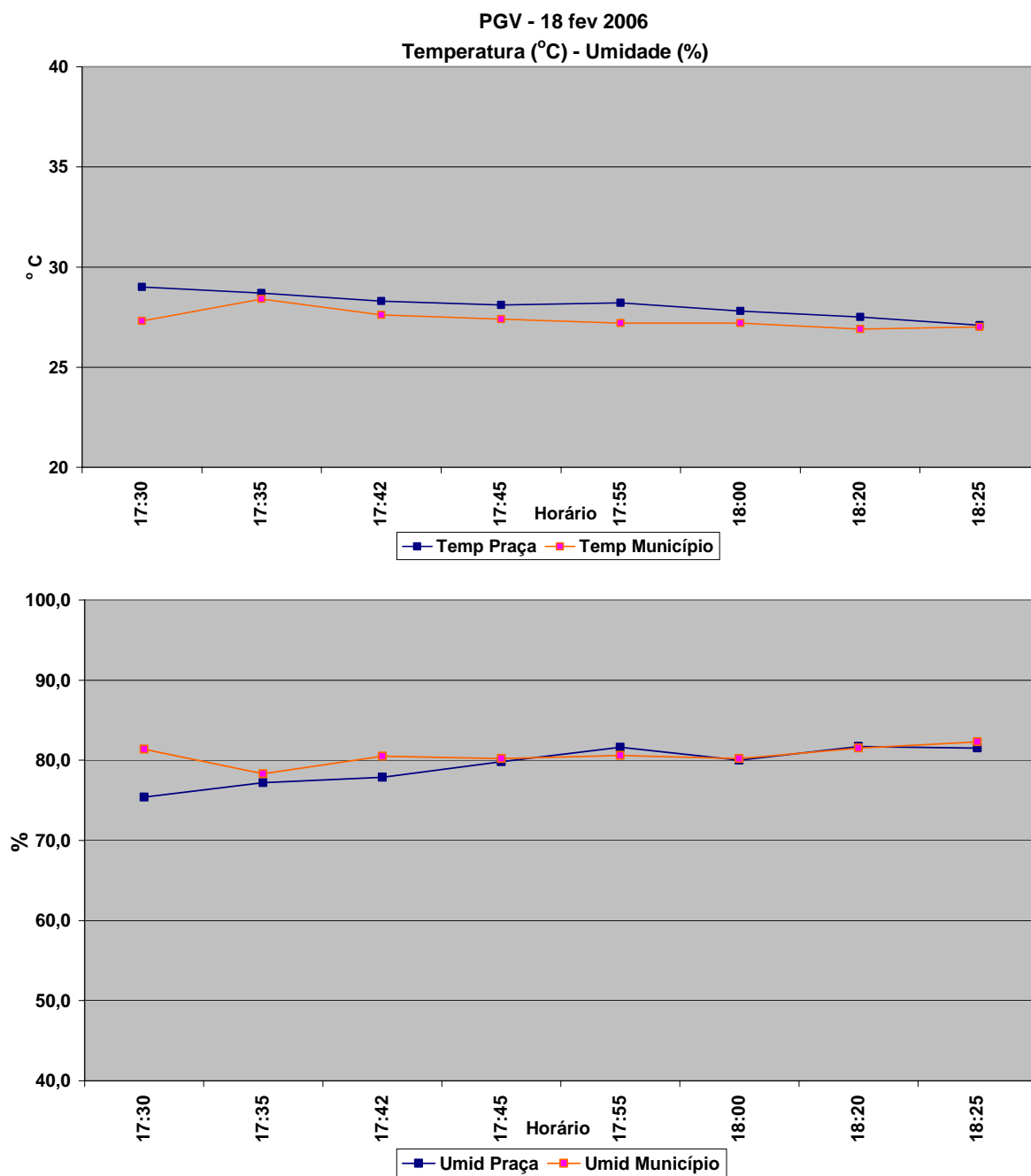


Figura 47: Praça Getúlio Vargas, temperatura e umidade, 18 de fevereiro de 2006.

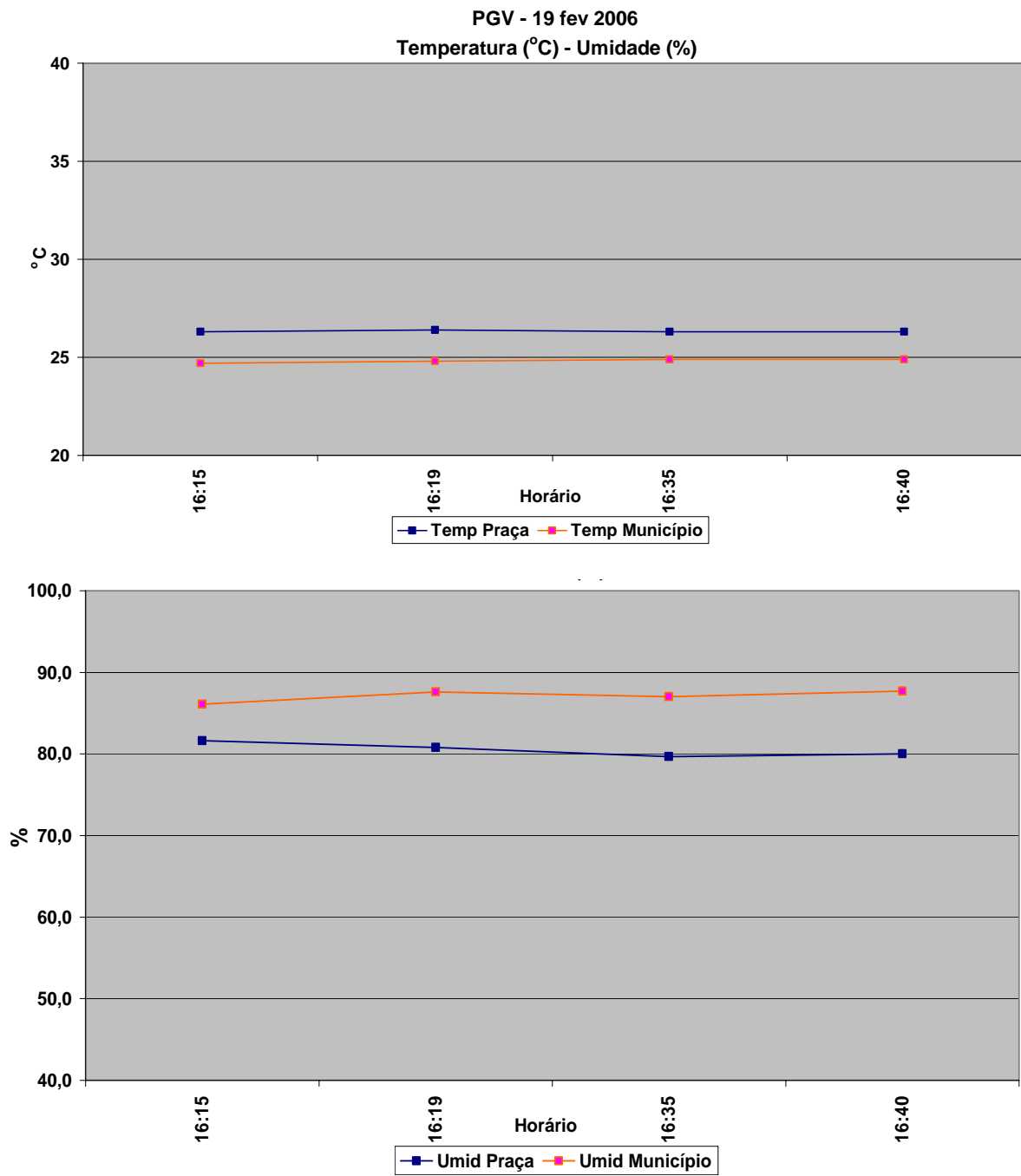


Figura 48: Praça Getúlio Vargas, temperatura e umidade, 19 de fevereiro de 2006.

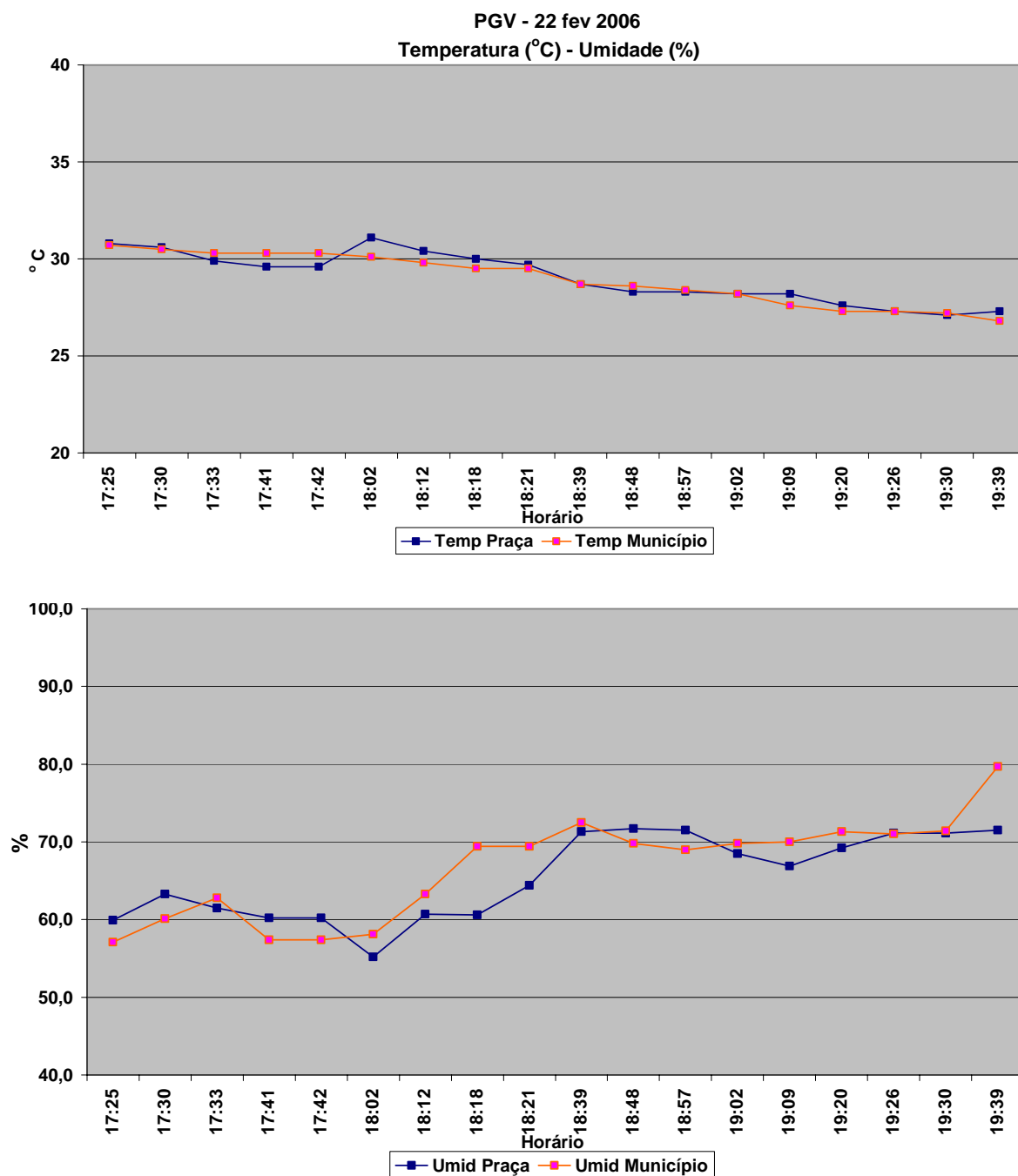


Figura 49: Praça Getúlio Vargas, temperatura e umidade, 22 de fevereiro de 2006.

Os gráficos das figuras 50, 51 e 52 mostram os valores de TMR e da temperatura superficial na praça Getúlio Vargas. Neste local foram medidos valores de temperatura superficial em dois tipos de revestimento do solo: grama e saibro, sendo os valores mostrados nos gráficos uma média dos valores medidos nas duas superfícies (Figura 35, p. 119).

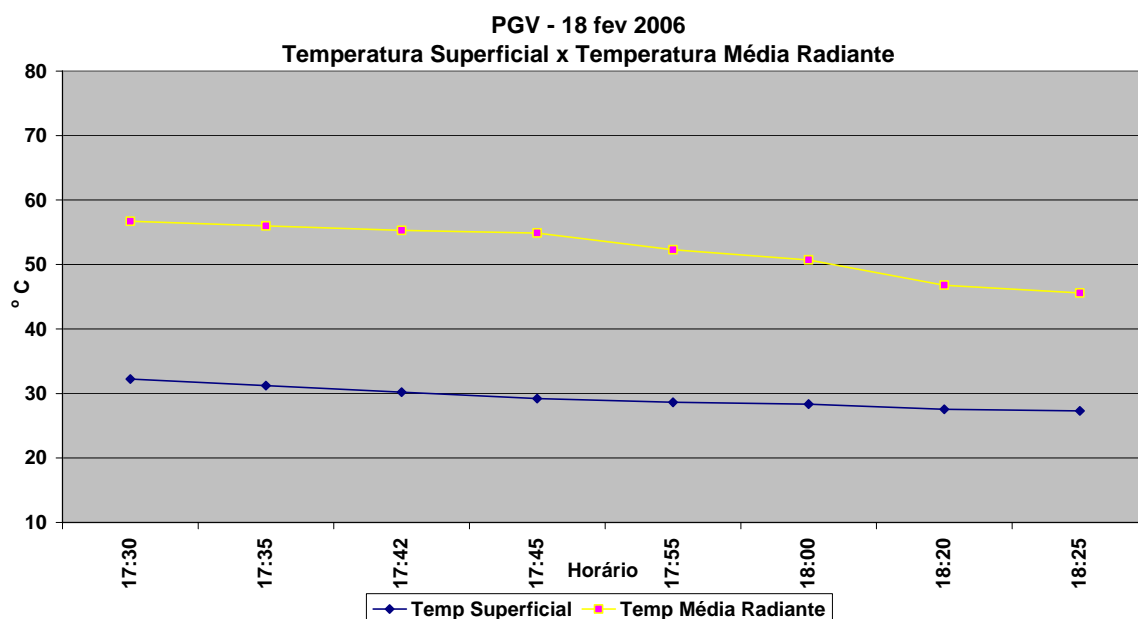


Figura 50: Praça Getúlio Vargas, temperatura superficial e temperatura média radiante, 18 de fevereiro de 2006.

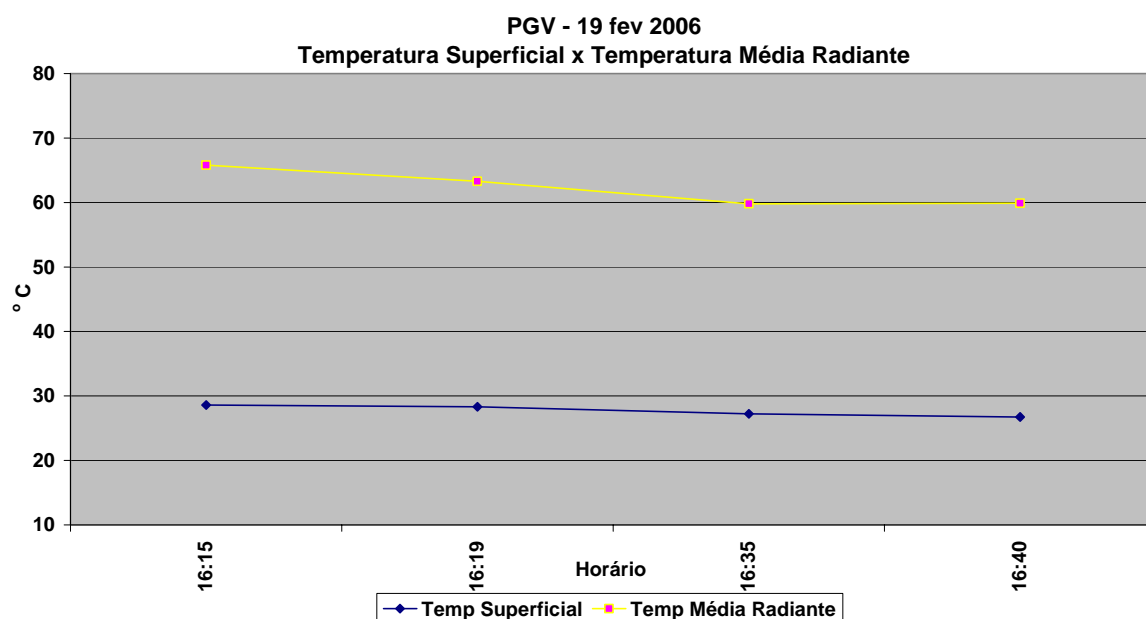


Figura 51: Praça Getúlio Vargas, temperatura superficial e temperatura média radiante, 19 de fevereiro de 2006.

O gráfico da Figura 52, que apresenta os valores de TMR e temperatura superficial na praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro, apresenta alguma variação em relação aos demais gráficos. Isto pode ser explicado pelo fato de o trabalho de campo, nesta data, ter-se prolongado até o entardecer. Até aproximadamente 18h as curvas apresentam o mesmo comportamento dos demais dias.

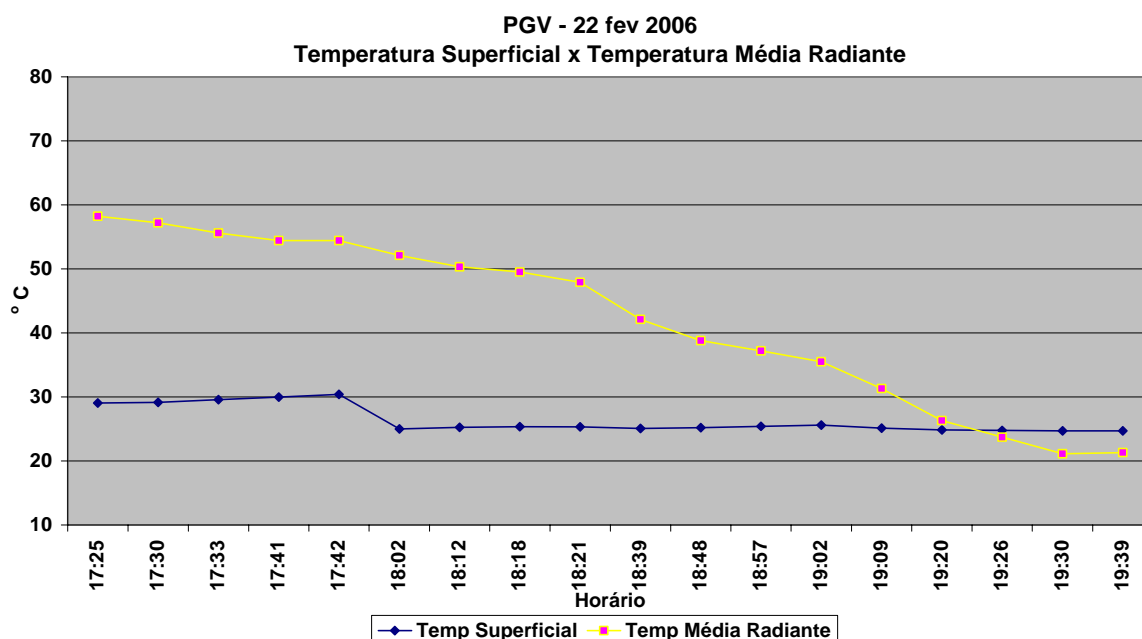


Figura 52: Praça Getúlio Vargas, temperatura superficial e temperatura média radiante, 22 de fevereiro de 2006.

4.2.3 Conclusões sobre a Relação entre Variáveis da Forma Urbana e Variáveis Ambientais

De acordo com a literatura, a forma urbana pode criar microclimas que se desviam do macroclima e do mesoclima da região, ou ainda, que apresentam parâmetros diferentes daqueles informados pelas estações meteorológicas (KOENIGSBERGER ET AL., 1979; GIVONI, 1998; PEZZUTO ET AL., 2003; CORBELLA & YANNAS, 2003). Uma análise comparativa dos valores medidos das variáveis ambientais nas três praças – a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a velocidade e direção do vento – com aqueles coletados pela estação meteorológica de Torres, com valores históricos fornecidos pela literatura e pelas Normais Climatológicas, ou mesmo com aqueles medidos em paralelo no município (Balneário Itapeva), atestam estas afirmativas (Tabela 16, p. 121 e Tabela 17, p. 122). As variações ocorrem de forma significativa nas três praças, ou seja, pode-se afirmar que existe um “clima urbano” na cidade de Torres.

Estas variações ou modificações são produzidas pelas diferentes características da forma urbana: altura das edificações, densidade das edificações como função dos recuos e taxas de ocupação dos lotes, a natureza das superfícies de revestimento dos locais e a presença de vegetação, que foram determinantes na escolha dos espaços a serem analisados. A partir destes atributos da forma urbana serão abordadas suas relações com as variáveis ambientais.

4.2.3.1 Relação entre Natureza das Superfícies de Revestimento das Praças e Temperatura do Ar, Temperatura Média Radiante, Temperatura Superficial e Umidade Relativa do Ar

As diferentes características superficiais dos pavimentos produzem um aumento da absorção da radiação solar e uma redução da evaporação, influenciando diretamente no aumento da temperatura do ar e da temperatura média radiante, e na diminuição da umidade relativa do ar.

A praça Pinheiro Machado, na medida em que possui predominância de revestimentos não naturais em relação a sua área total (Tabela 15, p.120), possui os maiores valores medidos de temperatura do ar e os menores valores medidos de umidade relativa do ar. Os revestimentos não naturais também possuem temperaturas superficiais mais elevadas. Em função disso este local apresenta os maiores valores calculados de TMR (Tabela 16, p.121).

As praças João Neves da Fontoura e Getúlio Vargas, ao contrário, possuem maior predominância de revestimentos naturais, em relação a sua área total (Tabela 15, p.120). Nestes locais os valores medidos de temperatura do ar são menos elevados e apresentam uma mesma média geral. Já os valores medidos de umidade relativa do ar apresentam-se diferentes para estas duas praças, ocorrendo valores menos elevados de umidade relativa do ar na praça João Neves da Fontoura e valores mais elevados na praça Getúlio Vargas (Tabela 16, p.121). Veremos adiante que esta diferença se dá devido a grande quantidade de vegetação arbórea que possui esta última praça, em relação às demais. Os valores medidos de temperatura superficial são mais elevados na praça João Neves da Fontoura do que na praça Getúlio Vargas, visto que a primeira apresenta seus quatro setores, separados por vias com pavimentação em pedras de basalto. Também os valores calculados de TMR são maiores na praça João Neves da Fontoura do que na praça Getúlio Vargas (Tabela 16, p.121).

4.2.3.2 Relação entre Altura e Densidade das Edificações do Entorno das Praças e Temperatura do Ar, Temperatura Média Radiante, Umidade Relativa do Ar e Velocidade e Direção dos Ventos

A densidade, como característica da forma urbana, está diretamente ligada a taxa de ocupação dos lotes, bem como aos recuos das edificações nos lotes e entre elas. A densidade e a altura das edificações podem ser responsáveis pela criação de massas térmicas que conservam calor, aumentando a temperatura do ar, diminuindo a umidade relativa do ar e

aumentando os valores de TMR. Por outro lado, edificações de altura elevada projetam sombras sobre os espaços, produzindo modificações como a diminuição da temperatura, aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura superficial e diminuição da TMR. Estes fatores também podem atuar como barreira para a circulação do ar modificando a velocidade e a direção dos ventos, podendo também canalizá-los, criando os chamados corredores de vento, aumentando sua velocidade.

De acordo com estas características da forma urbana, a praça João Neves da Fontoura apresenta-se como a área com maior densidade de massa construída e de edificações com alturas mais elevadas, em seu entorno (Figura 15, p. 112). Entretanto, os maiores valores medidos de temperatura do ar e os menores valores medidos de umidade relativa do ar, bem como os maiores valores de TMR, vão ocorrer na praça Pinheiro Machado (Tabela 16, p.121). Para este local pode-se concluir que a natureza dos revestimentos é a característica que produz as maiores modificações nas variáveis ambientais, comparando-se com a densidade e a altura das edificações.

Já a praça Getúlio Vargas aparece como a área com menor densidade de massa construída e com edificações baixas em seu entorno (Figura 20, p. 114), apresentando, desta forma, valores menos elevados de temperatura do ar, valores mais elevados de umidade relativa do ar e valores menores de TMR (Tabela 16, p.121). A praça João Neves da Fontoura, apesar de apresentar maior densidade e alturas mais elevadas de edificações em seu entorno, em comparação à praça Getúlio Vargas, apresenta, entretanto, valores medidos de temperatura semelhantes aos medidos na praça Getúlio Vargas. As diferenças entre estas duas praças vão se dar entre os valores de umidade relativa do ar e de TMR. Sugere-se que o fator vegetação, predominante na praça Getúlio Vargas, seja fundamental para explicar estas diferenças, como será visto adiante.

Com relação à velocidade dos ventos, a densidade e a altura parecem atuar de maneira similar, já que nas três praças temos diminuição na velocidade do vento em relação aos valores coletados pela estação meteorológica (Tabela 16, p.121 e Tabela 17, p.122). A densidade e a altura não estão criando “corredores” de vento, já que não há aumento da velocidade do vento em nenhum dos três locais analisados. Mesmo com as diferenças de densidade de massa construída e de altura entre as praças João Neves da Fontoura e Pinheiro Machado, as velocidades do vento nestes dois locais são bastante similares. Como os ventos predominantes sopram do mar, a velocidade do vento parece estar afetada pela distância das

áreas em relação à praia. Desta forma a praça Getúlio Vargas, sendo a mais distante da praia, apresenta os menores valores medidos de velocidade do vento. Esta é a única das três praças onde temos modificação na direção dos ventos em relação aos valores fornecidos pela estação (Tabela 17, p. 122).

4.2.3.3 Relação entre Vegetação nas Praças e Temperatura do Ar, Temperatura Média Radiante, Temperatura Superficial e Umidade Relativa do Ar

A vegetação também aparece como um elemento importante na modificação do clima urbano, criando microclimas característicos. Segundo Marquardt (1969), as plantas se prestam como eficiente medida auxiliar para climatização e condicionamento dos ambientes, tendo influência direta na insolação e na ventilação dos espaços. Observa-se, inclusive, que a grama ao sol tem uma temperatura menor do que em um piso pavimentado à sombra. A isto devemos somar ainda a particularidade de ter um baixo coeficiente de reflexão diante da radiação solar (RIVERO, 1985). Os pisos gramados, predominantes nas praças João Neves da Fontoura e Getúlio Vargas, são os responsáveis pelos valores medidos menos elevados de temperatura do ar, bem como pelos valores medidos mais elevados de umidade relativa do ar. Este revestimento natural também é responsável pela diferença entre os valores medidos de temperatura superficial nas três praças, ficando a praça Pinheiro Machado com os maiores valores medidos, seguida da praça João Neves da Fontoura e da praça Getúlio Vargas, que possui os menores valores. Esta última praça, por apresentar uma grande quantidade de vegetação arbórea de porte, comparativamente às outras duas praças (Figuras 20 a 24, pp. 114 e 115), apresenta valores de umidade relativa do ar bem mais elevados do que as demais praças, sendo o único dos três locais, inclusive, onde temos um valor medido de umidade maior do que o coletado pela estação. A vegetação nesta praça também pode ser responsável pelos menores valores medidos de velocidade do vento, bem como pela modificação em sua direção.

4.3 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FORMA URBANA E ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO

Neste item são verificadas as relações entre os atributos da forma urbana, representados pelas três praças analisadas, e os diferentes índices de conforto térmico para espaços externos, adotados nesta pesquisa. Estes índices são calculados a partir das variáveis ambientais e humanas, para cada respondente das três praças. A partir da análise destas

relações, pode-se tirar algumas conclusões a respeito do impacto das variáveis da forma urbana sobre o conforto térmico dos espaços abertos, objetos do estudo. Na seqüência são verificadas a aplicabilidade e a validade dos índices adotados.

4.3.1 Cálculo dos Índices PMV e PET

Os índices PMV (FANGER, 1972) e PET (MAYER & HÖPPE, 1987) são calculados utilizando-se o programa RayMan 1.2 (MATZARAKIS, ET. AL., 2000; MATZARAKIS, & RUTZ, 2005). Os dados gerais de entrada são a data, o horário, a altitude, a latitude e a longitude, além das variáveis ambientais temperatura do ar, umidade relativa do ar (ou a pressão de vapor, sendo que o programa calcula automaticamente uma ou outra), a velocidade do vento, a nebulosidade e a radiação solar global (Figura 53). A temperatura média radiante pode ser um dado de entrada, quando conhecida, ou é calculada pelo programa a partir dos demais dados. Também são dados de entrada as variáveis humanas peso, altura, idade, sexo, vestimenta e atividade.

The screenshot shows the RayMan 1.2 software interface with the following input data:

| Category | Parameter | Value |
|-----------------------|--|------------|
| Date and time | Date (day.month.year) | 13.02.2006 |
| | Day of year | 44 |
| | Local time (h:mm) | 15:35 |
| Geographic data | Location | Torres |
| | Geogr. longitude (°.' E) | -49°43' |
| | Geogr. latitude (°.' N) | -29°11' |
| | Altitude (m) | 0 |
| | time zone (UTC + h) | -3.0 |
| | Mean radiant temp. Tmrt (°C) | |
| Current data | Air temperature Ta (°C) | 29.1 |
| | Vapour pressure VP (hPa) | 29.9 |
| | Rel. Humidity RH (%) | 74.5 |
| | Wind velocity v (m/s) | 2.2 |
| | Cloud cover C (octas) | 5 |
| | Global radiation G (W/m²) | 853.0 |
| Personal data | Height (m) | 1.70 |
| | Weight (kg) | 64.0 |
| | Age (a) | 52 |
| | Sex | f |
| | Mean radiant temp. Tmrt (°C) | |
| Clothing and activity | Clothing (clo) | 0.2 |
| | Activity (W) | 210.0 |
| Thermal indices | <input checked="" type="checkbox"/> PMV | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> PET | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> SET* | |

Figura 53: Programa RayMan com janela dos dados de entrada.

Os dados de saída do programa são os valores calculados dos índices PMV e PET, além de outros dados como horário do nascer e do por do sol e os valores de radiação direta e difusa (Figura 54).

RayMan 1.2 © 2000
 Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany
 place: Torres
 Horizon limitation: 0.0% sky view factor: 1.000
 geogr. longitude: -49°43' latitude: -29°11' timezone: UTC -3.0 h
 personal data: height: 1.70 m weight: 64.0 kg age: 52 a sex: f clothing: 0.2 clo activity: 210.0 W

| date | day of year | time | sun rise | sun set | Gact W/m2 | Sact W/m2 | Dact W/m2 | Ts °C | Ta °C | VP hPa | Tmrt °C | PMV | PET °C |
|------------|-------------|-------|----------|---------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|--------|---------|-----|--------|
| 13.02.2006 | 44 | 14:35 | 5:56 | 18:59 | 853 | 682 | 171 | 44.6 | 29.1 | 29.9 | 62.0 | 4.5 | 41.3 |

Figura 54: Programa RayMan com janela dos dados de saída.

De acordo com o que foi abordado na revisão da literatura adota-se nesta pesquisa o índice PMV “modificado” proposto Gagge, Foblets & Berglund (1986) que fica em uma escala de 11 pontos, com valores entre +5 (intoleravelmente quente), +4 (muito quente), +3 (quente), +2 (aquecido), +1 (levemente aquecido), passando por 0 (neutra) indo até -5 (intoleravelmente frio), ficando a faixa de conforto entre +2 e -2. Para o índice PET os valores adotados são os apresentados por Katzschner et al. (1999) para clima tropical. Os valores ficam em uma faixa entre 2⁰C (frio extremo), passando por 24⁰C (neutro), 28⁰C (levemente aquecido), 32⁰C (aquecido), 36⁰C (quente), indo até 40⁰C (muito quente).

Os valores calculados de PET e PMV pelo programa são apresentados em forma de gráficos e tabelas, por dia, para as praças analisadas. Os horários são os da aplicação dos questionários para cada respondente.

4.3.1.1 Praça João Neves da Fontoura

O gráfico da Figura 55 apresenta os valores de PMV calculados para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro. Apenas dois valores encontram-se dentro da faixa de conforto adotada ($PMV < 2$). Todos os demais valores encontram-se acima desta faixa sendo um deles igual a 5, o que corresponde a uma sensação de intoleravelmente quente. No dia 14 de fevereiro, os valores de PMV calculados para este mesmo local apresentam-se todos fora da faixa de conforto ($PMV > 2$), ficando, entretanto, todos os valores abaixo de 4 o que corresponde a uma sensação de quente a muito quente (Figura 56).

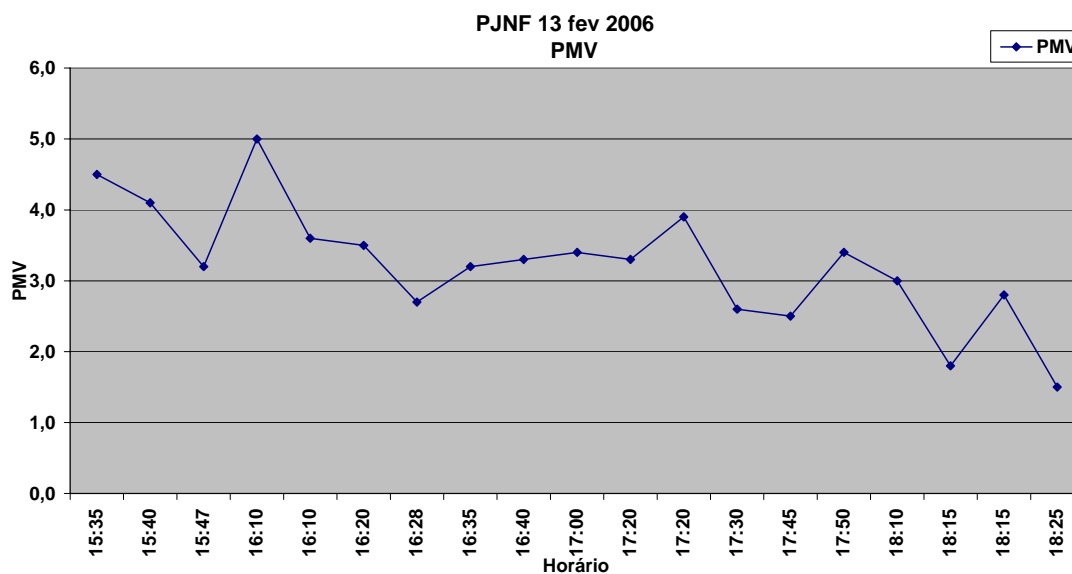


Figura 55: PMV calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro.

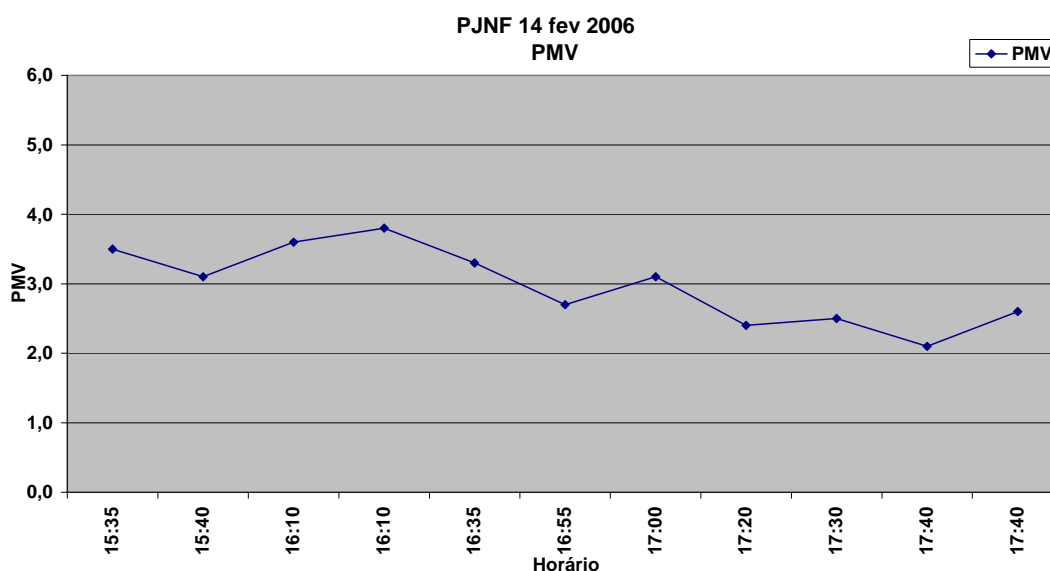


Figura 56: PMV calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro.

Nenhum dos valores de PET, calculados para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro, apresentam-se próximos da temperatura neutra de 24°C (conforto), variando de $26,9^{\circ}\text{C}$ a $41,3^{\circ}\text{C}$, ficando a maioria dos valores acima de 35°C , o que equivale a uma sensação quente. Os dois valores acima de 40°C correspondem a uma sensação de muito quente (Figura 57). Os valores de PET calculados para o dia 14 de fevereiro, neste local, também se apresentam todos acima da zona de conforto com valores entre 34°C e $39,6^{\circ}\text{C}$, o que equivale a uma sensação de quente, até próximo de muito quente (Figura 58).

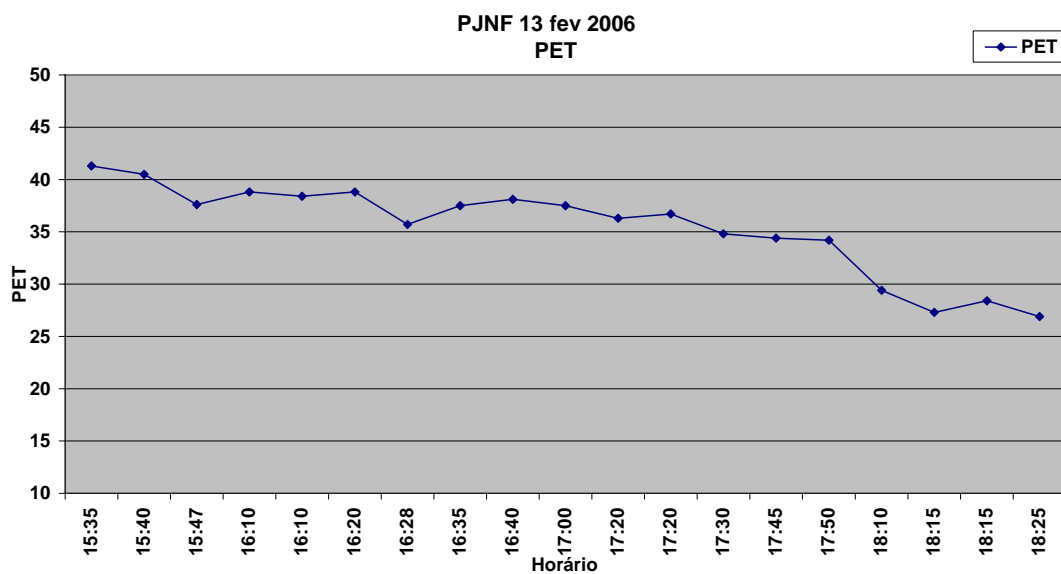


Figura 57: PET calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro.

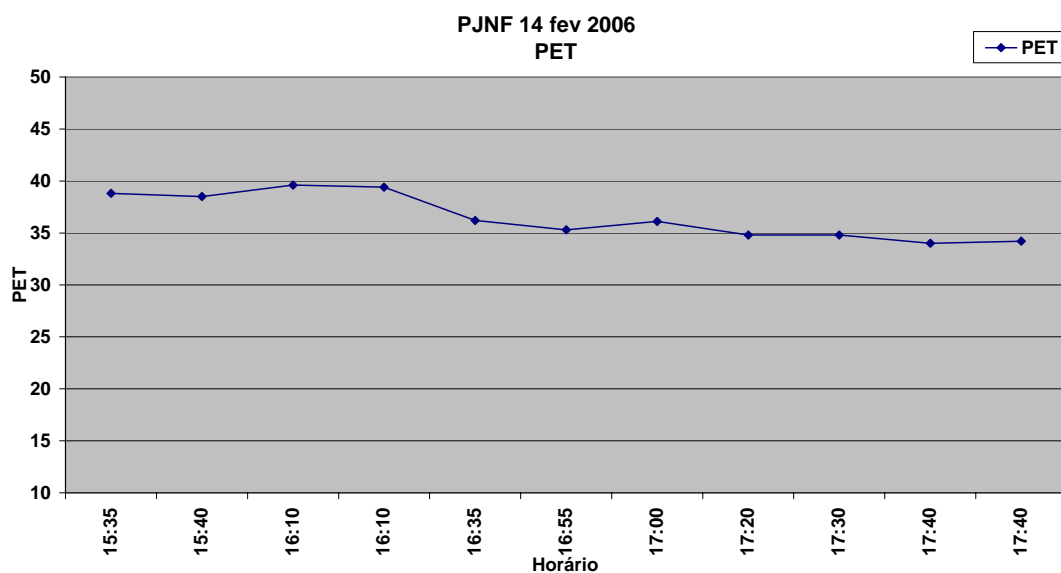


Figura 58: PET calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro.

4.3.1.2 Praça Pinheiro Machado

O gráfico da Figura 59 apresenta os valores de PMV calculados para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro. Todos os valores encontram-se acima de 5, com valores chegando a 9,2, o que corresponderia a uma sensação muito acima de intoleravelmente quente. No dia 17 de fevereiro, os valores de PMV calculados para este mesmo local apresentam-se todos fora da faixa de conforto ($PMV > 2$), ficando a maioria dos valores entre 3 e 4 o que corresponde a uma sensação de quente a muito quente. Apenas um valor fica acima de 5 o que corresponde a intoleravelmente quente (Figura 60). No dia 18 de fevereiro os valores de PMV calculados ficam entre 3,5 e 4,4, o que corresponde a uma sensação entre quente e muito quente (Figura 61).

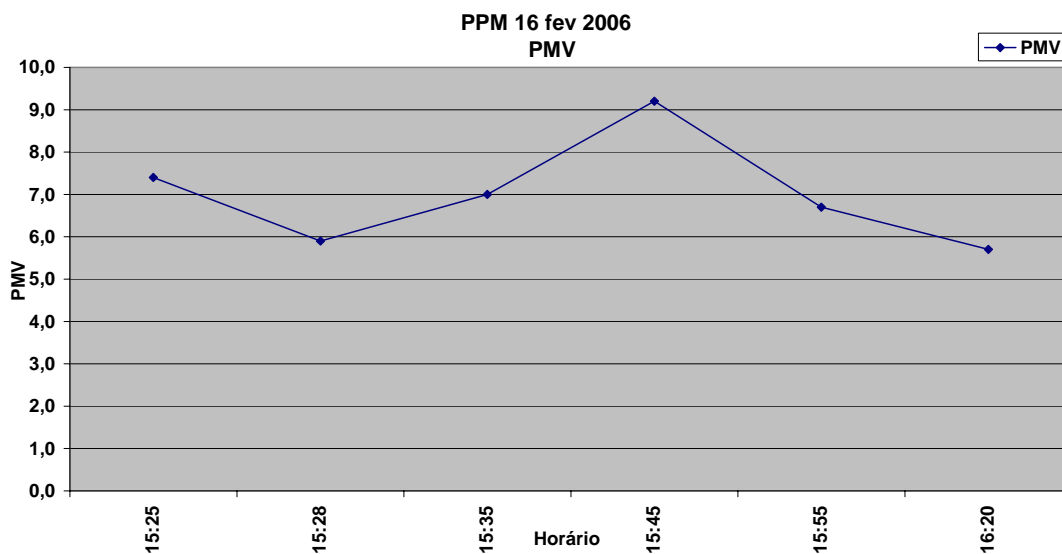


Figura 59: PMV calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro.

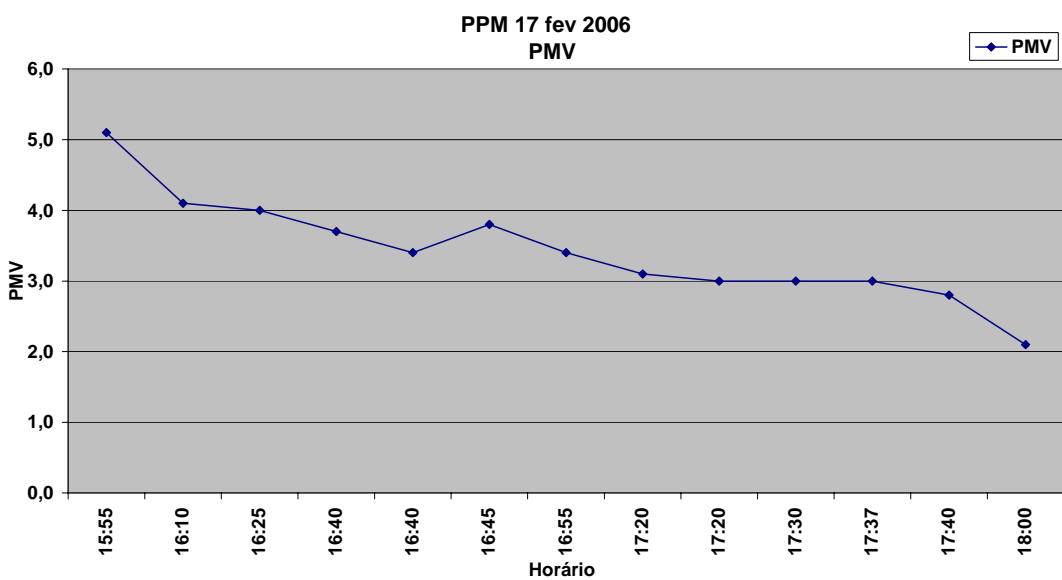


Figura 60: PMV calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro.

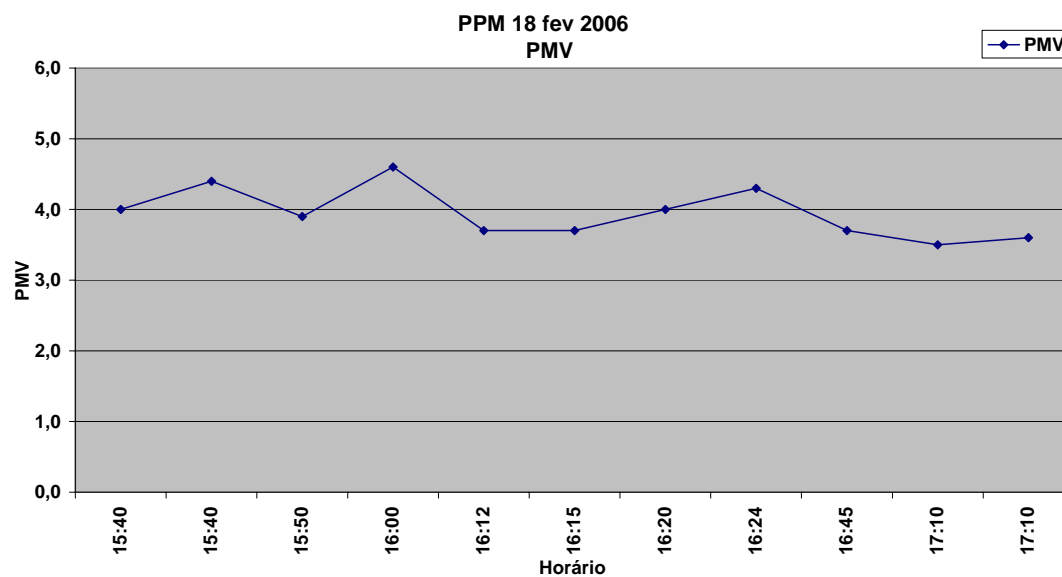


Figura 61: PMV calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro.

Os valores de PET, calculados para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro, apresentam comportamento análogo ao do PMV, com valores muito elevados, todos acima de 40 °C, cuja sensação é de muito quente (Figura 62). Para este mesmo local, no dia 17 de fevereiro, os valores calculados de PET ficam entre 33,1 °C e 42,1 °C, o que corresponde a uma faixa logo acima de aquecido até um pouco acima de muito quente, ficando a maioria dos valores em uma faixa quente (Figura 63). No dia 18 de fevereiro os valores de PET também se apresentam elevados, ficando entre 38 °C e 41 °C, em uma faixa de quente até acima de muito quente (Figura 64).

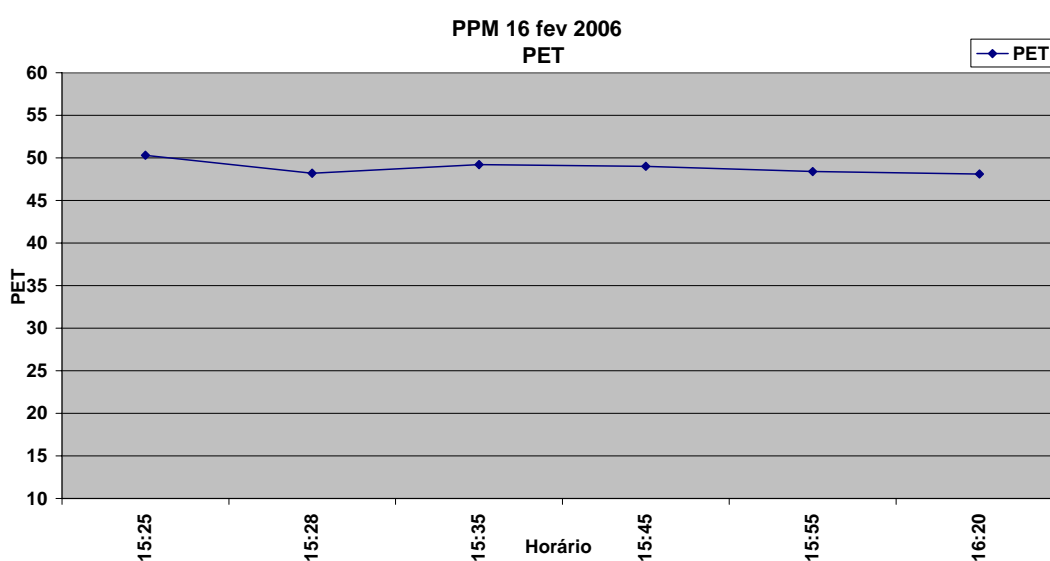


Figura 62: PET calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro.

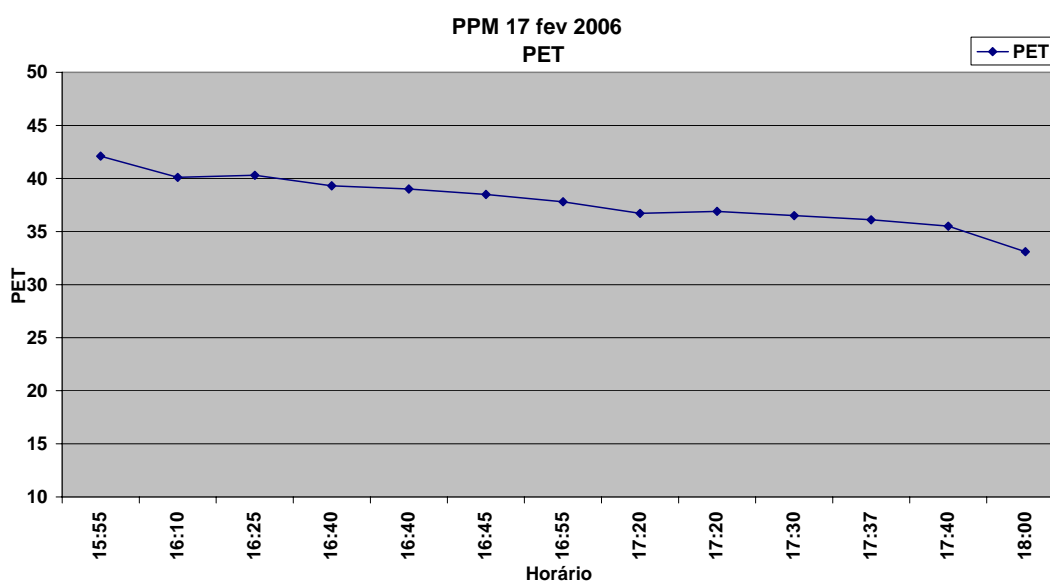


Figura 63: PET calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro.

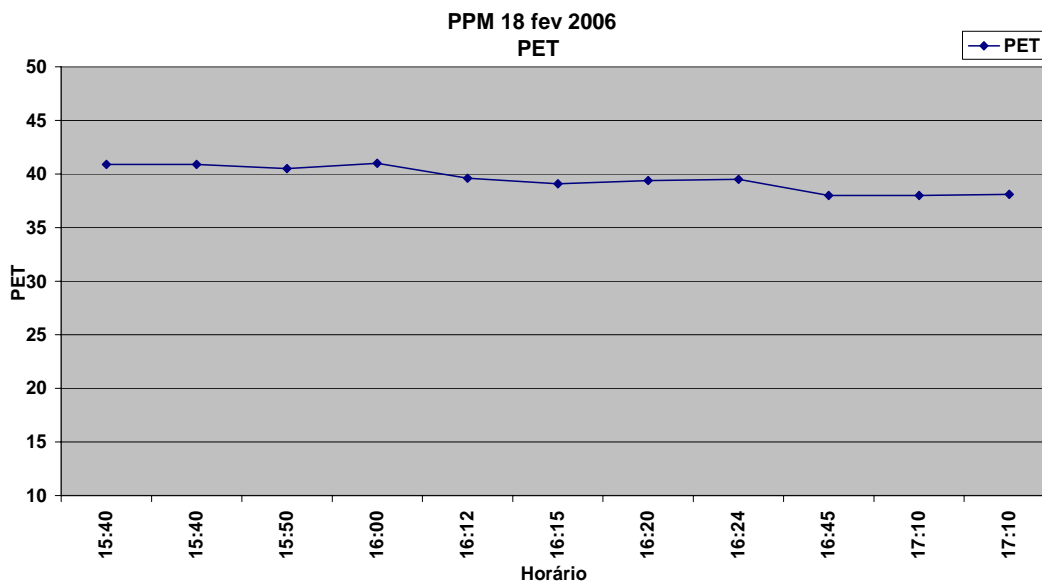


Figura 64: PET calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro.

4.3.1.3 Praça Getúlio Vargas

O gráfico da Figura 65 apresenta os valores de PMV calculados para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro, com os valores variando de 2,7 a 4,9, o que corresponde a uma sensação de quente até próximo de intoleravelmente quente. Para o dia 19 de fevereiro, dos quatro valores de PMV calculados para este mesmo local, dois apresentam-se acima de intoleravelmente quente (PMV igual a 6 e 6,6) e dois em uma faixa considerada quente (PMV igual a 3,3 e 3,7; Figura 66). No dia 22 de fevereiro os valores de PMV calculados ficam, em sua maioria, em uma faixa entre 2 e 4, o que corresponde a uma sensação entre aquecido e muito quente. Dois valores ficam acima de 4 sendo um deles igual a 5, cuja sensação é de intoleravelmente quente. Os valores abaixo de 2 ocorreram sem radiação solar (Figura 67).

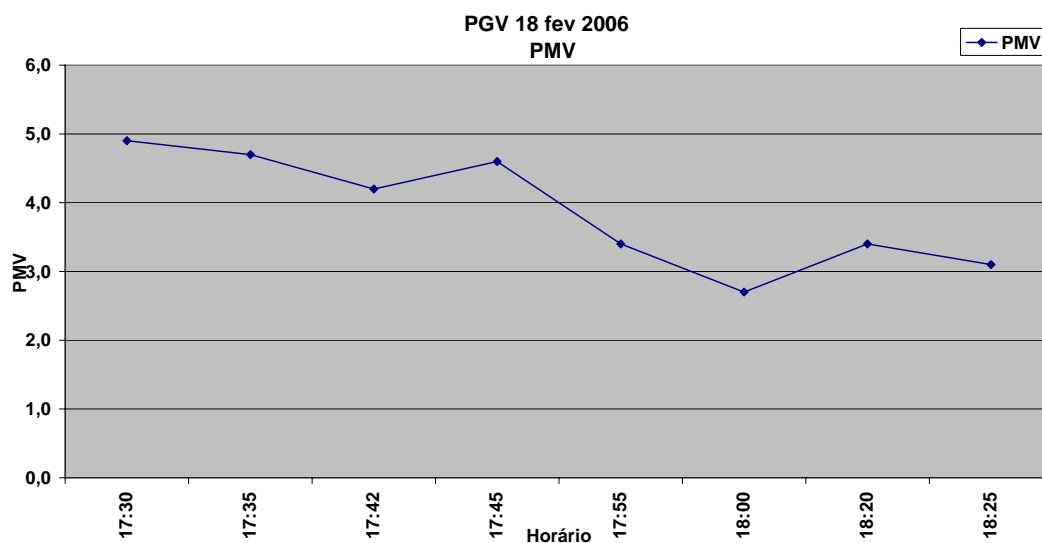


Figura 65: PMV calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro.

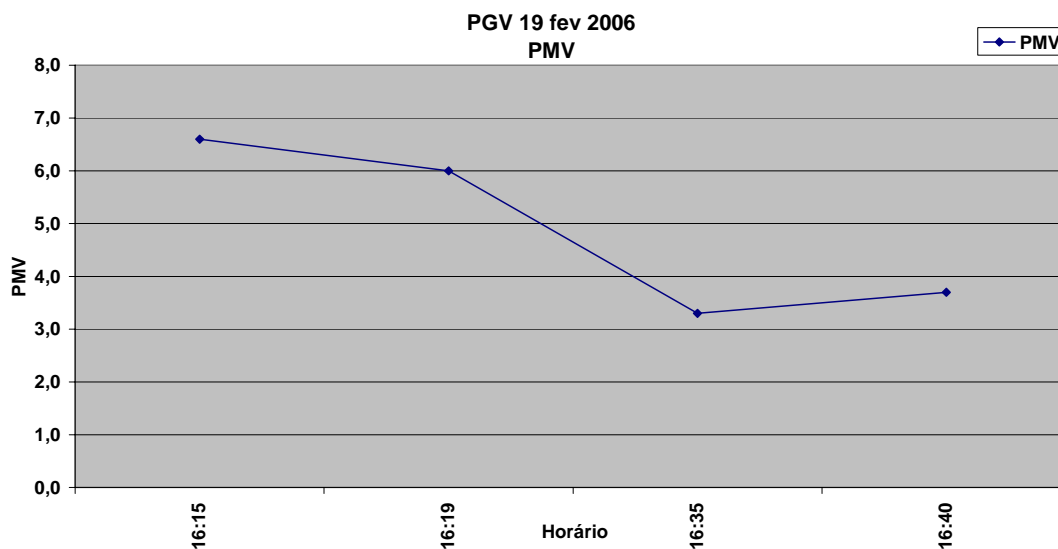


Figura 66: PMV calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro.

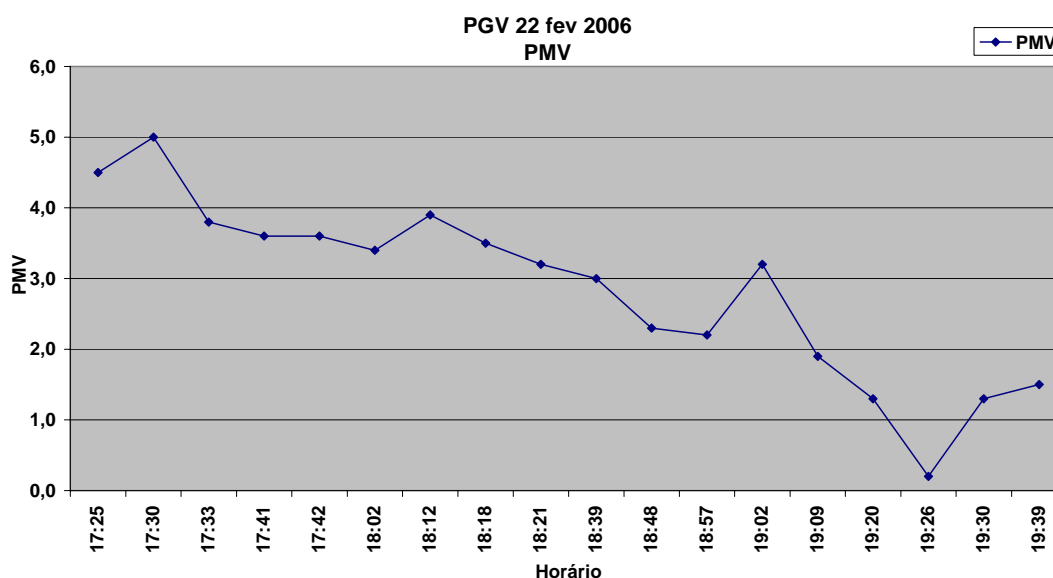


Figura 67: PMV calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro.

Os valores de PET, calculados para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro, apresentam valores entre $33,8^{\circ}\text{C}$ e $42,2^{\circ}\text{C}$, cuja sensação é de um pouco acima de aquecido até muito quente (Figura 68). Para este mesmo local, no dia 19 de fevereiro, os valores calculados de PET são bastante elevados, ficando dois deles em uma faixa de sensação de quente a muito quente (PET igual a $38,5^{\circ}\text{C}$ e $39,8^{\circ}\text{C}$), e os outros dois valores em uma faixa que corresponde a uma sensação acima de muito quente ($45,7^{\circ}\text{C}$ e $53,5^{\circ}\text{C}$; Figura 69). No dia 22 de fevereiro os valores de PET apresentam valores que vão de uma faixa de sensação um pouco acima de muito quente até quase uma sensação de aquecido (PET entre $42,8^{\circ}\text{C}$ e $21,7^{\circ}\text{C}$), sendo que os quatro valores mais baixos ocorreram sem radiação solar (Figura 70).

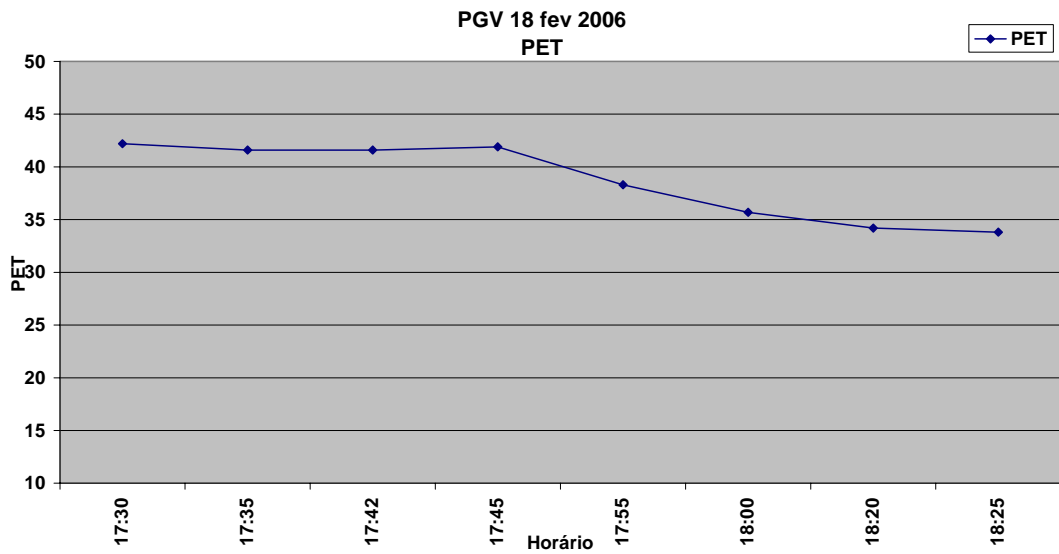


Figura 68: PET calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro.

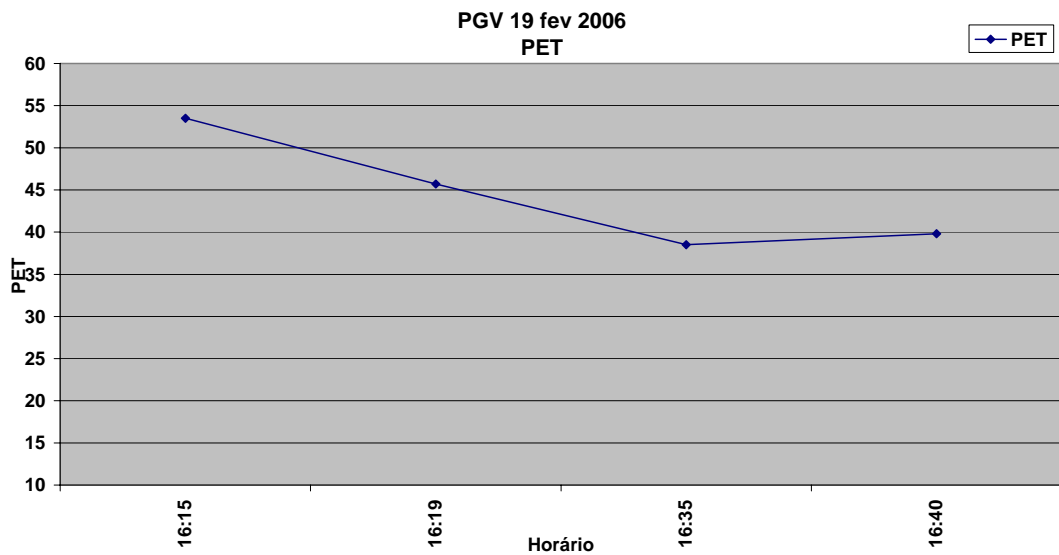


Figura 69: PET calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro.

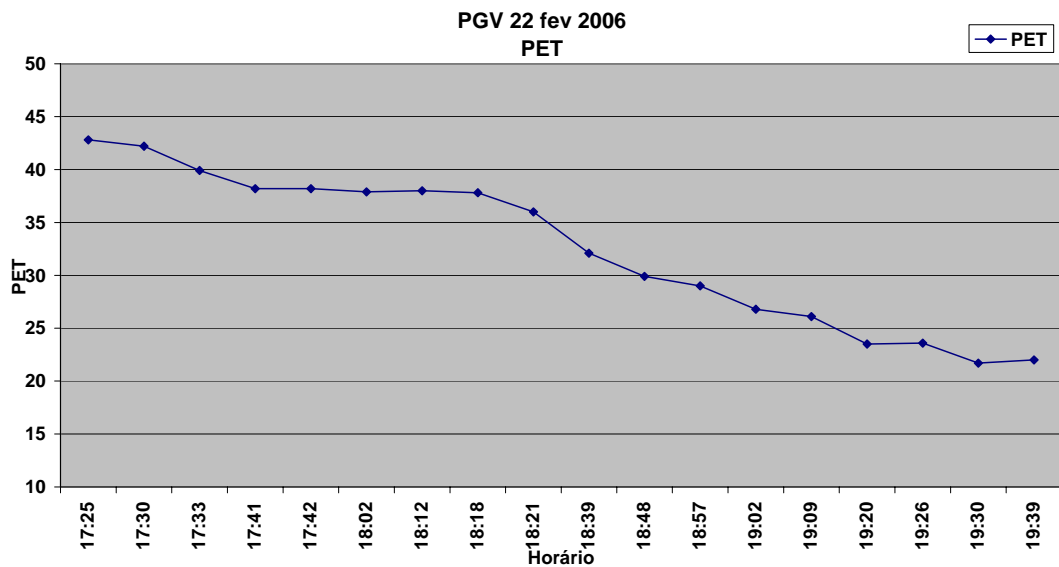


Figura 70: PET calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro.

As tabelas que aparecem na seqüência apresentam os índices PMV e PET calculados e suas categorias para as três praças objeto de análise.

Tabela 18: Categorias por praça do índice PMV.

| Praça | neutro | levemente aquecido | aquecido | quente | muito quente | intoleravelmente quente |
|-------------|---------|--------------------|----------|-----------|--------------|-------------------------|
| PJNF | - | - | 4 (13,3) | 17 (56,7) | 7 (23,3) | 2 (6,7) |
| PPM | - | - | 1 (3,3) | 7 (23,3) | 14 (46,7) | 8 (26,7) |
| PGV | 1 (3,3) | 2 (6,7) | 4 (13,3) | 9 (30,0) | 7 (23,3) | 7 (23,3) |
| Total Geral | 1 (1,1) | 2 (2,2) | 9 (10,0) | 33 (36,7) | 28 (31,1) | 17 (18,9) |

Nota: os valores referem-se à quantidade de respondentes por categoria. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

De acordo com o índice PMV verifica-se que todas as praças encontram-se dentro de categorias de desconforto (quente, muito quente e intoleravelmente quente; Tabela 18), contudo, a praça Pinheiro Machado é a que apresenta mais valores dentro destas categorias, refletindo-se numa diferença estatisticamente significativa entre as categorias do PMV e as praças analisadas (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 9,911$; sig = 0,007), enquanto a praça Getúlio Vargas apresenta alguns valores em categorias mais confortáveis.

Tabela 19: Categorias por praça do índice PET.

| Praça | neutro | levemente aquecido | aquecido | quente | muito quente |
|-------------|----------|--------------------|----------|-----------|--------------|
| PJNF | - | 4 (13,3) | - | 13 (43,3) | 13 (43,3) |
| PPM | - | - | 1 (3,3) | 5 (16,7) | 24 (80,0) |
| PGV | 4 (13,3) | 3 (10,0) | 2 (6,7) | 4 (13,3) | 17 (56,7) |
| Total Geral | 4 (4,4) | 7 (7,8) | 3 (3,3) | 22 (24,4) | 54 (60,0) |

Nota: os valores referem-se à quantidade de respondentes por categoria. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Analisando-se os valores calculados para o índice PET, nota-se que novamente a praça Pinheiro Machado apresenta maior quantidade de valores calculados dentro das categorias de desconforto (quente e muito quente; Tabela 19). Isto pode ser novamente evidenciado na medida em que existe uma diferença estatisticamente significativa entre as categorias do PET e as praças analisadas (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 8,634$; sig = 0,013). Novamente a praça Getúlio Vargas apresenta valores em categorias mais confortáveis.

4.3.2 Cálculo do Índice HUMIDEX

Outro índice de conforto térmico para espaços externos calculado é o HUMIDEX, proposto por Masterton & Richardson (1979). Este índice fornece uma temperatura equivalente, em função dos valores da temperatura e da umidade relativa do ar, não considerando a velocidade do vento, efeitos da radiação térmica e parâmetros do indivíduo, como a atividade e a vestimenta. Os valores de HUMIDEX vão de ≤ 30 (sem desconforto), passando por valores entre 30 e 40 (algum desconforto) e 40 e 45 (muito desconforto). Valores maiores ou iguais a 45 representam uma situação de perigo e valores acima ou iguais a 54, risco térmico iminente. Os valores calculados de HUMIDEX pela fórmula adotada são

apresentados a seguir, em forma de gráficos, para as três praças analisadas. Os gráficos apresentam os valores do índice por dia. Os horários são os da aplicação dos questionários para cada respondente.

4.3.2.1 Praça João Neves da Fontoura

Os valores do índice HUMIDEX calculados para a praça João Neves da Fontoura, no dia 13 de fevereiro, variam de 36,3°C até 41,1°C, classificados em sua maioria dentro de uma faixa de “algum desconforto”, ficando dois valores dentro de uma faixa de “muito desconforto” (Figura 71). Os valores de HUMIDEX calculados para o dia 14 de fevereiro apresentam-se todos em uma classificação de “algum desconforto” com valores entre 30°C e 40°C (Figura 72).

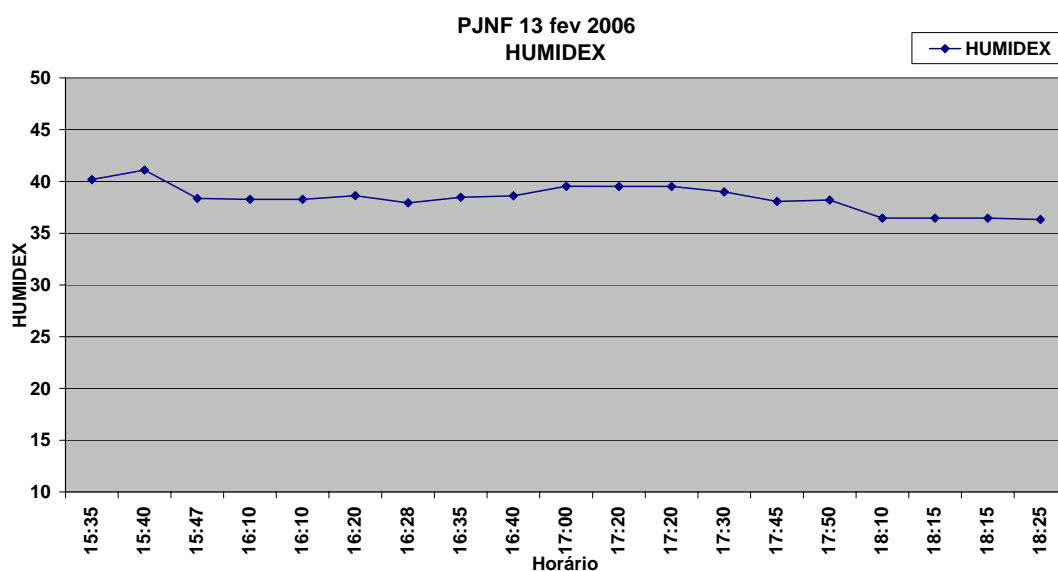


Figura 71: HUMIDEX calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro.

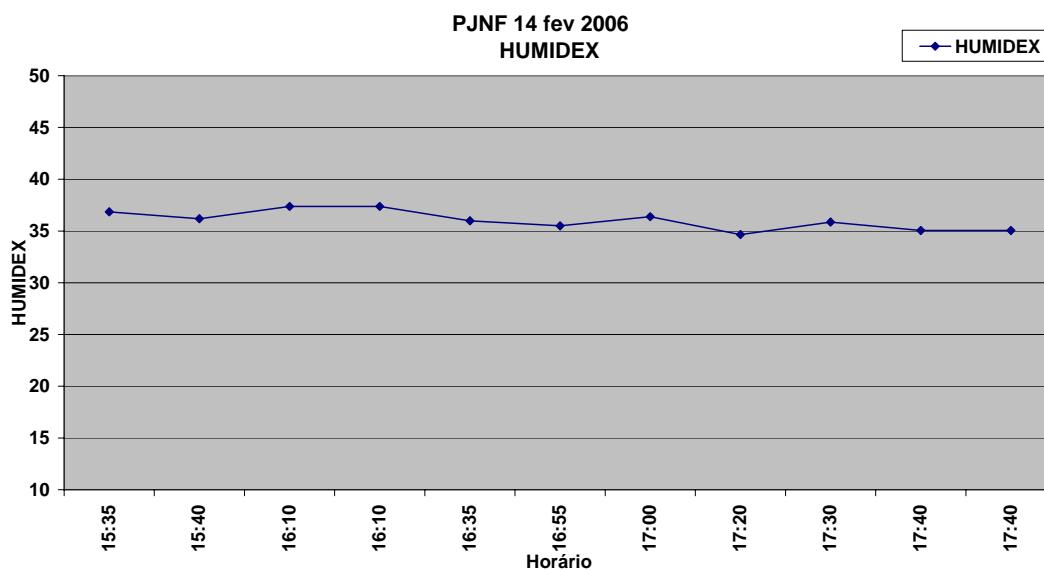


Figura 72: HUMIDEX calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro.

4.3.2.2 Praça Pinheiro Machado

Os valores do índice HUMIDEX calculados para a praça Pinheiro Machado, no dia 16 de fevereiro, variam de 45°C até 54°C, classificados dentro de uma faixa de “situação de perigo” (Figura 73). Os valores calculados para o dia 17 de fevereiro apresentam-se todos acima de 45°C, classificados em uma faixa de “situação de perigo”, ficando um dos valores acima de 54°C, o que caracterizaria uma situação de “golpe térmico iminente” (Figura 74), o mesmo ocorrendo no dia 18 de fevereiro, com valores todos acima de 45°C, em uma faixa de “situação de perigo”, com dois valores acima de 54°C, o que caracterizaria uma situação de “golpe térmico iminente” (Figura 75).

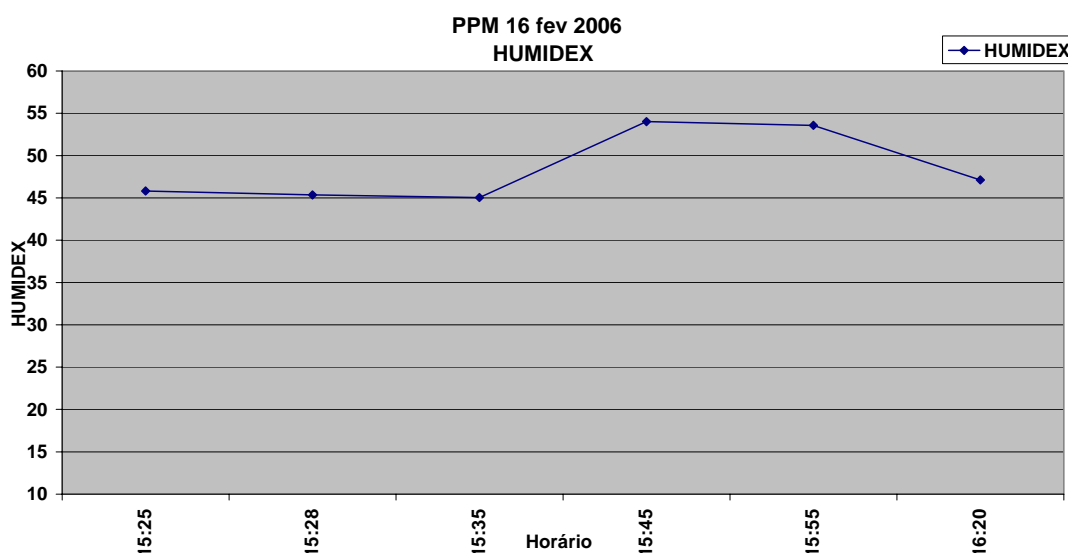


Figura 73: HUMIDEX calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro.

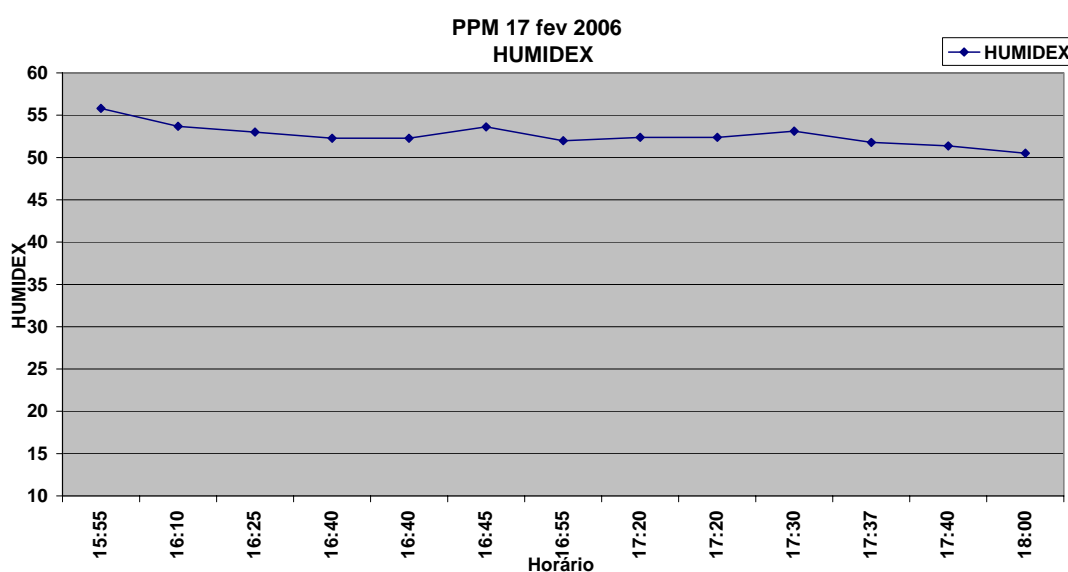


Figura 74: HUMIDEX calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro.

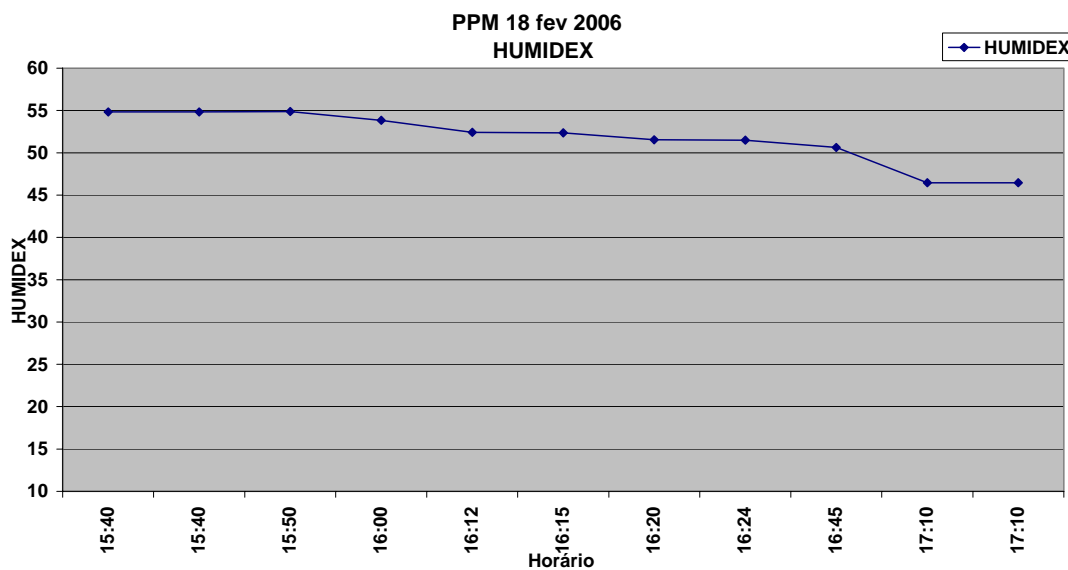


Figura 75: HUMIDEX calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro.

4.3.2.3 Praça Getúlio Vargas

Os valores do índice HUMIDEX calculados para a praça Getúlio Vargas, no dia 18 de fevereiro, variam de 38,9°C até 46,9°C, classificados dentro de uma faixa de “muito desconforto”, estando dois valores classificados como em “situação de perigo” (Figura 76). Os valores calculados, no dia 19 de fevereiro, apresentam-se todos em um intervalo entre 30°C e 40 °C, classificados em uma faixa de “algum desconforto” (Figura 77), observando-se o mesmo comportamento no dia 22 de fevereiro, com valores todos entre 30°C e 40 °C em uma faixa de “algum desconforto” (Figura 78).

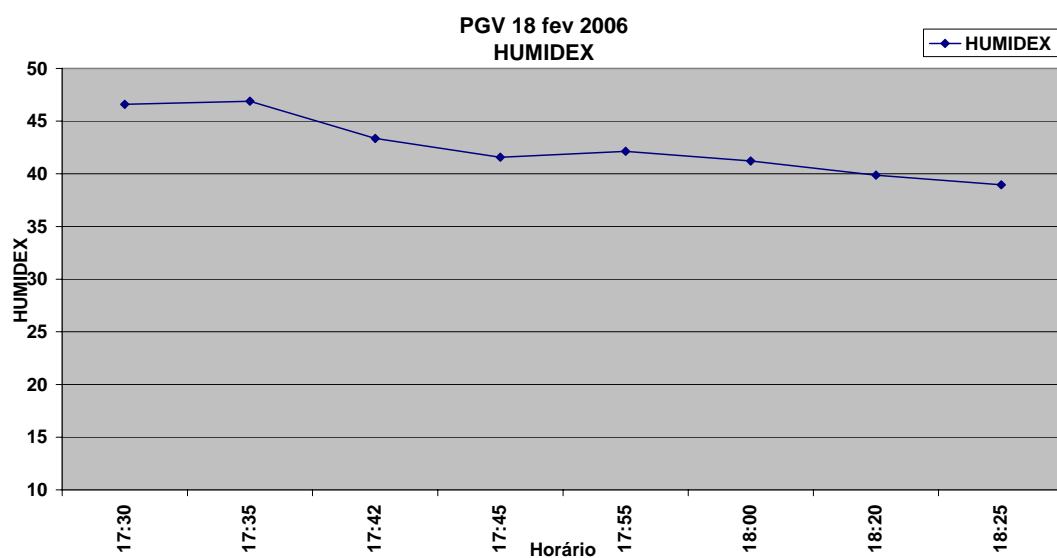


Figura 76: HUMIDEX calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro.

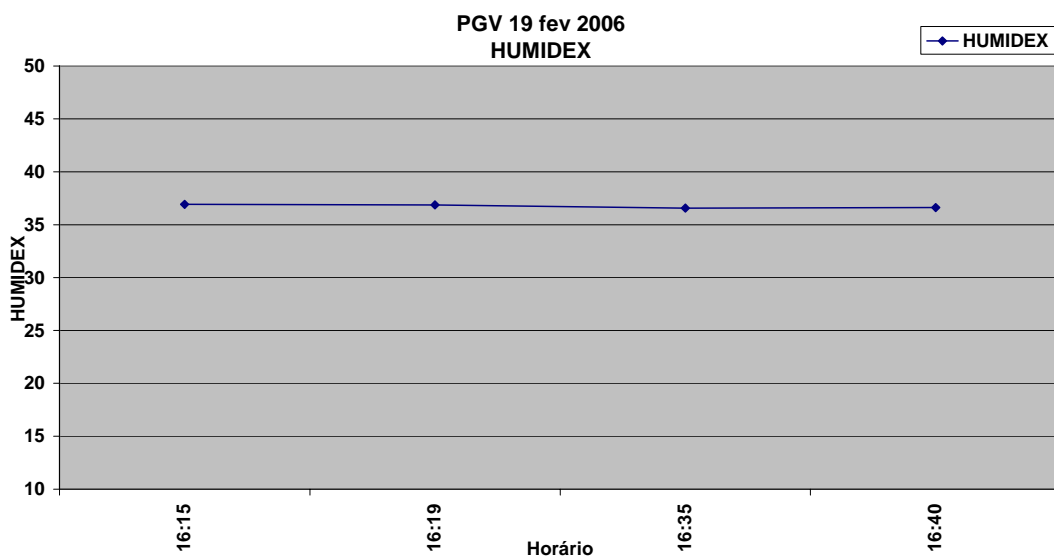


Figura 77: HUMIDEX calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro.

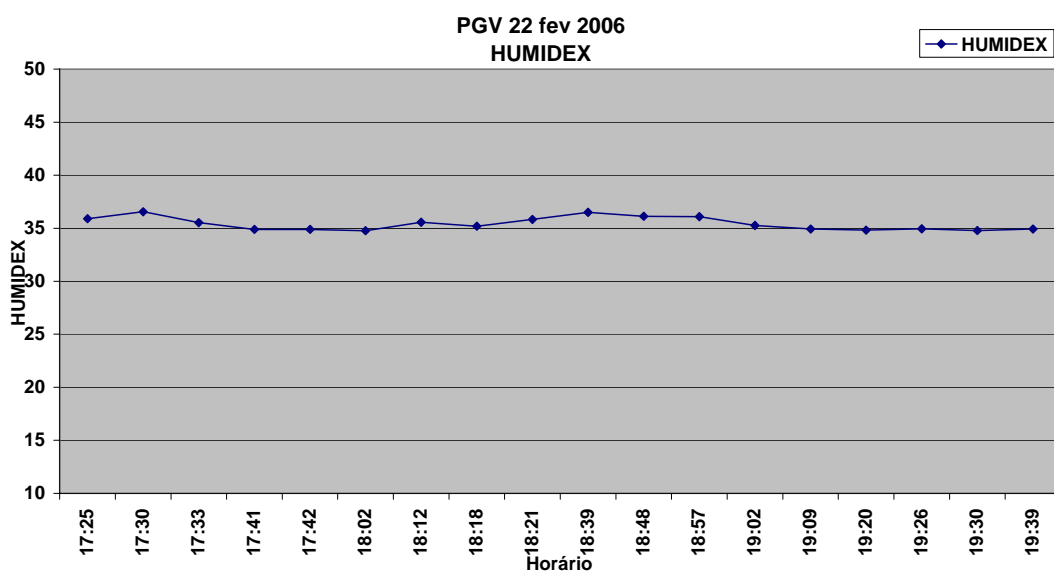


Figura 78: HUMIDEX calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro.

A tabela que aparece na seqüência apresenta o índice HUMIDEX calculado e suas categorias, para as três praças objeto de análise.

Tabela 20: Categorias por praça do índice HUMIDEX.

| Praça | sem desconforto | algum desconforto | muito desconforto | situação de perigo | golpe térmico |
|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------|
| PJNF | - | 29 (96,7) | 1 (3,3) | - | - |
| PPM | - | - | - | 21 (70,0) | 9 (30,0) |
| PGV | - | 24 (80,0) | 4 (13,3) | 2 (6,7) | - |
| Total Geral | - | 53 (58,9) | 5 (5,6) | 23 (25,6) | 9 (10,0) |

Nota: os valores referem-se a quantidade de respondentes por categoria. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

No que se refere aos valores calculados pelo índice HUMIDEX, mais uma vez a praça Pinheiro Machado apresenta valores calculados dentro de categorias de extremo desconforto, estando todos nas faixas de “situação de perigo” e “golpe térmico” (Tabela 20). Esta distinção

reflete-se na existência de uma diferença estatisticamente significativa entre as categorias do HUMIDEX e as praças analisadas (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 73,694$; sig = 0,000). No caso deste índice, é a praça João Neves da Fontoura que aparece com mais valores calculados dentro de categorias mais confortáveis. O fato deste índice não considerar a velocidade do vento em seus cálculos, pode ser a razão dos valores estarem todos em faixas de desconforto, não ocorrendo nenhum valor em faixa confortável.

4.3.3 Cálculo do Índice T_{NE}

Aroztegui (1995) propõe um índice de conforto térmico para espaços externos chamado de Temperatura Neutra Exterior (T_{NE}), definida com base nas mesmas variáveis que compõem a Temperatura Neutra proposta por Humphreys (1975), incorporando os efeitos dos principais agentes externos, ou seja, os efeitos gerados pela radiação solar e pela velocidade do vento. Para valores de temperatura do ar acima dos valores de T_{NE} ($tar > tne$) é considerado um período quente. Os valores calculados de T_{NE} pela fórmula adotada, comparados com os valores da temperatura do ar, são apresentados a seguir, em forma de gráficos, para as três praças analisadas. Os gráficos apresentam os valores do índice por dia. Os horários são os da aplicação dos questionários para cada respondente.

4.3.3.1 Praça João Neves da Fontoura

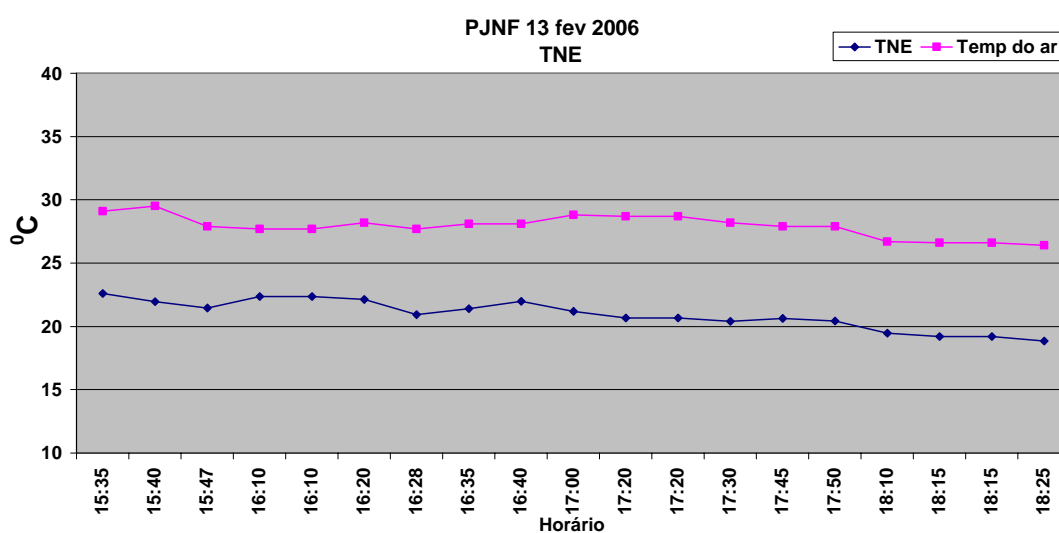


Figura 79: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro.

Os valores do índice T_{NE} calculados para a praça João Neves da Fontoura, no dia 13 de fevereiro, encontram-se todos abaixo dos valores de temperatura do ar, o que configura um período quente (Figura 79). Os valores calculados, no dia 14 de fevereiro, também se

apresentam todos abaixo dos valores de temperatura do ar, o que também configura um período quente (Figura 80).

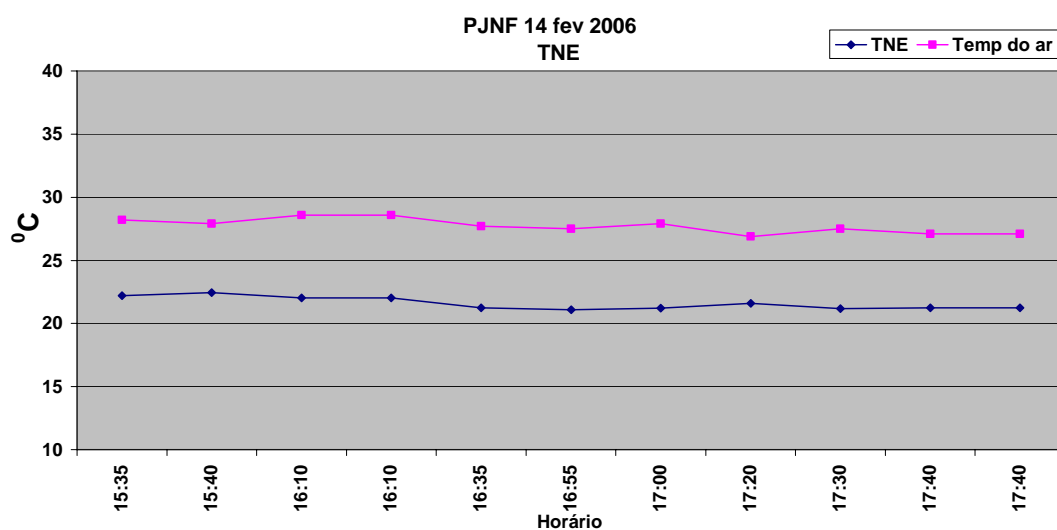


Figura 80: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro.

4.3.3.2 Praça Pinheiro Machado

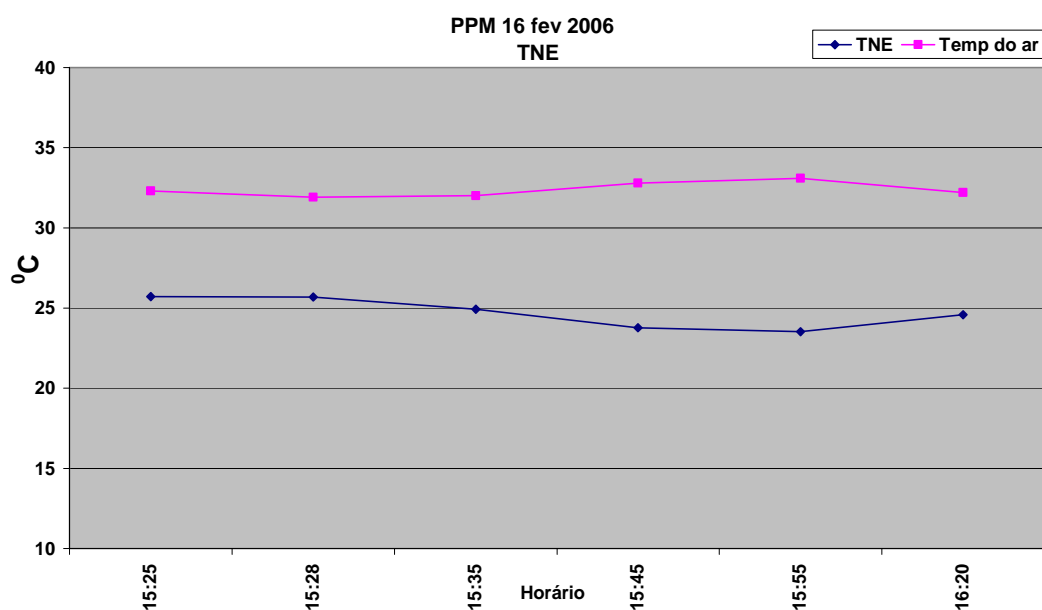


Figura 81: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro.

Os valores do índice T_{NE} calculados para a praça Pinheiro Machado, no dia 16 de fevereiro, encontram-se todos abaixo dos valores de temperatura do ar, o que configura um período quente (Figura 81). Os valores calculados, no dia 17 de fevereiro, também se apresentam todos abaixo dos valores de temperatura do ar o que também configura um

período quente (Figura 82). Este comportamento também ocorre no dia 18 de fevereiro (Figura 83).

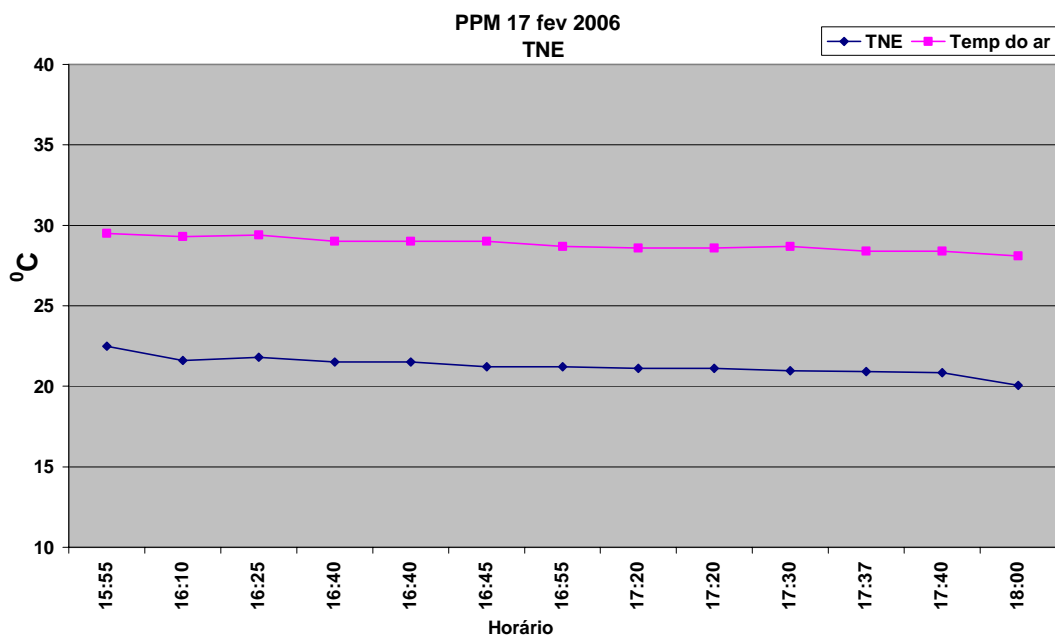


Figura 82: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro.

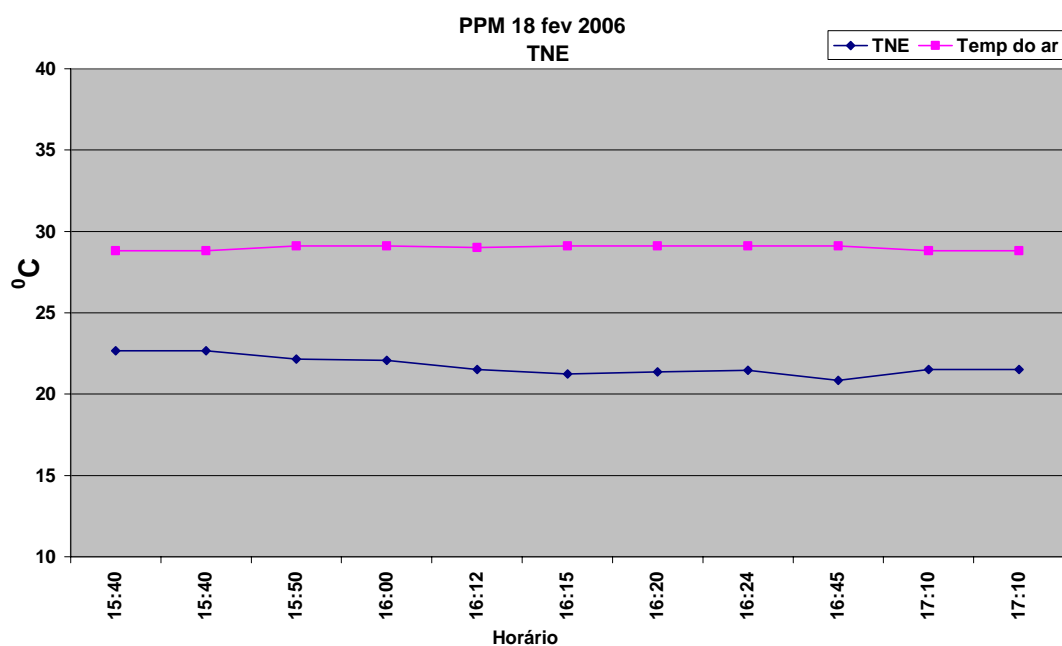


Figura 83: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro.

4.3.3.3 Praça Getúlio Vargas

Os valores do índice T_{NE} calculados para a praça Getúlio Vargas, no dia 18 de fevereiro, encontram-se em sua maioria abaixo dos valores de temperatura do ar, configurando um período quente, estando apenas um valor de temperatura do ar igual a T_{NE} o

que denota uma situação de conforto (Figura 84). Dois valores calculados, para o dia 19 de fevereiro, apresentam-se abaixo dos valores de temperatura do ar, com uma variação muito pequena. Um dos valores não foi calculado, já que a velocidade do vento no horário era nula. O outro valor de T_{NE} ficou acima do valor de temperatura do ar, o que configura um período frio (Figura 85). Já os valores calculados, no dia 22 de fevereiro, apresentam-se todos abaixo dos valores da temperatura do ar, o que configura um período quente (Figura 86).

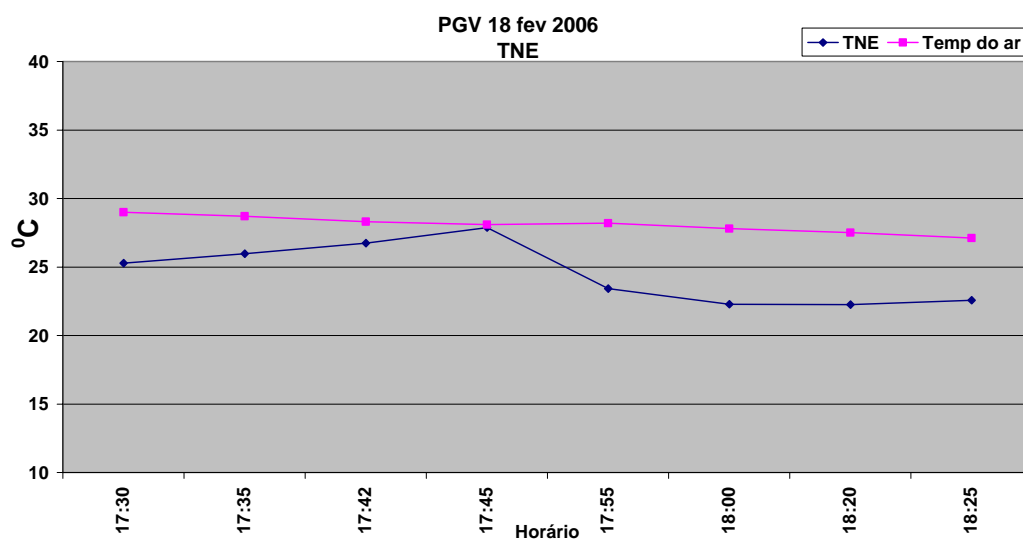


Figura 84: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro.

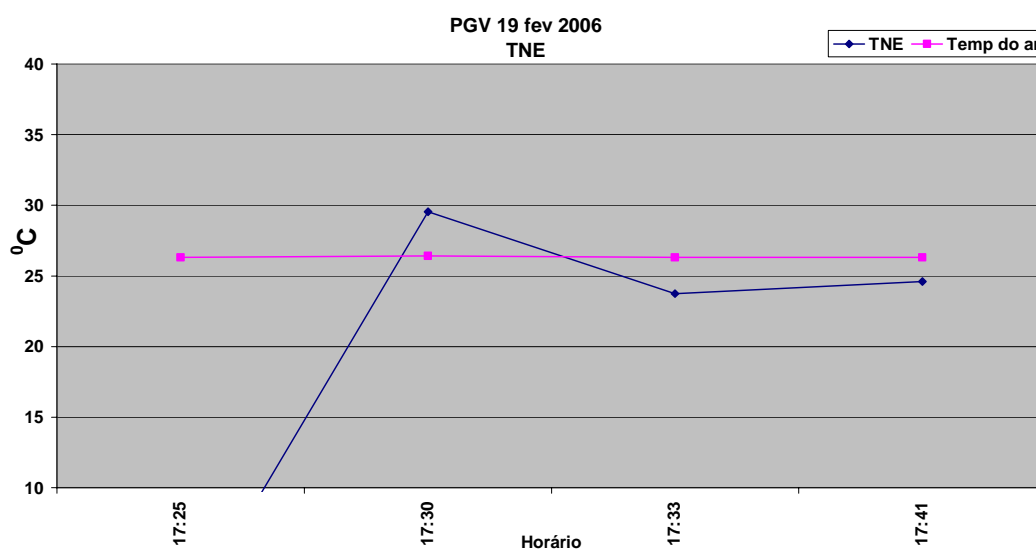


Figura 85: T_{NE} calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro.

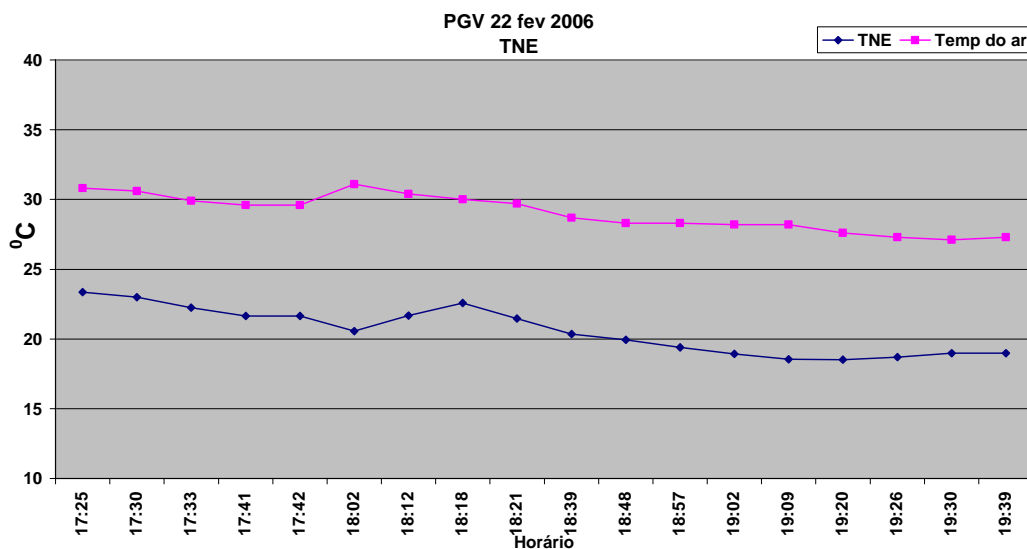


Figura 86: T_{NE} calculado comparado com temperatura do ar para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro.

A tabela que aparece na seqüência apresenta o índice T_{NE} calculado, e suas categorias, para as três praças objeto de análise.

Tabela 21: Categorias por praça do índice T_{NE} .

| Praça | frio | conforto | quente |
|-------------|---------|----------|-----------|
| PJNF | - | -- | 30 (100) |
| PPM | - | - | 30 (100) |
| PGV | 1 (3,3) | - | 28 (93,3) |
| Total Geral | 1 (1,1) | - | 88 (97,8) |

Nota: os valores referem-se a quantidade de respondentes por categoria. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não existe uma diferença estatisticamente significativa entre os valores calculados para o índice T_{NE} e as praças analisadas. Observa-se que praticamente todos os valores calculados, para as três praças (88 de 89 – 97,8%), encontram-se na escala quente do índice (Tabela 21).

4.3.4 Cálculo do índice TS

O índice TS (GIVONI & NOGUCHI, 2000) é resultado de uma pesquisa de conforto em áreas externas, realizada pelos autores, envolvendo dados de temperatura do ar, radiação solar e velocidade do vento, dados estes que variam conforme as características do espaço aberto. Para níveis de TS 5, 6 e 7 (pouco confortável, mais confortável e muito confortável, respectivamente) pode-se considerar uma situação de conforto. Se o índice for menor, considera-se uma situação de desconforto. Se for maior, no entanto, encontraremos uma situação de “super conforto”. Os valores calculados de TS pela fórmula adotada são

apresentados a seguir, em forma de gráficos, para as três praças analisadas. Os gráficos apresentam os valores do índice por dia. Os horários são os da aplicação dos questionários para cada respondente.

4.3.4.1 Praça João Neves da Fontoura

Os valores do índice TS calculados para a praça João Neves da Fontoura, no dia 13 de fevereiro, ficam entre 4,1 e 5,7, configurando-se situações do limite do desconforto (valores abaixo de 5) até perto de “mais confortável” (valores próximos de 6) (Figura 87). Para este local, no dia 14 de fevereiro, os valores calculados de TS encontram-se todos em uma categoria definida como “confortável”, os valores situando-se entre 5 (pouco confortável) e 6 (mais confortável) (Figura 88).

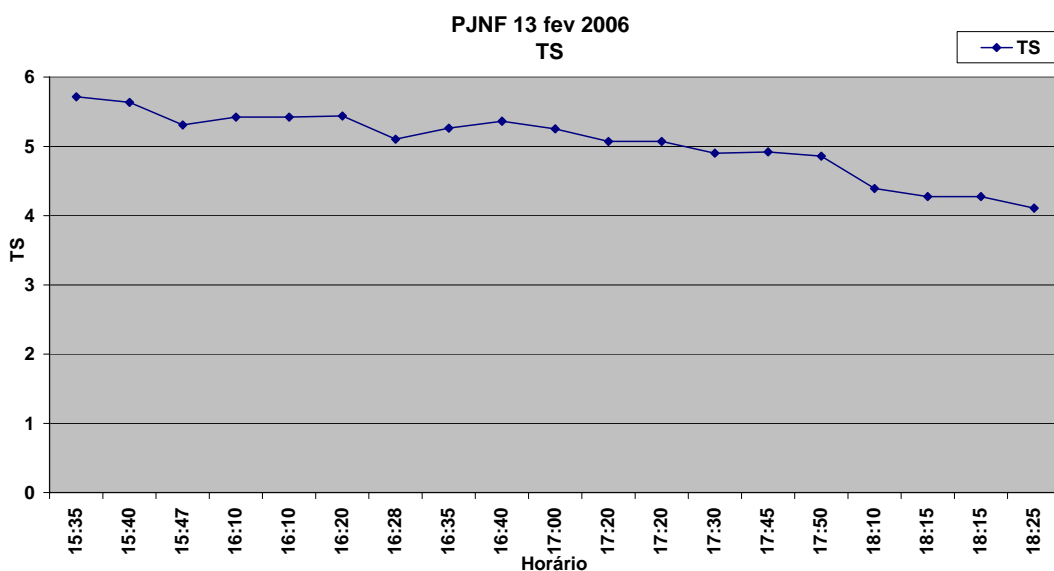


Figura 87: TS calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 13 de fevereiro.

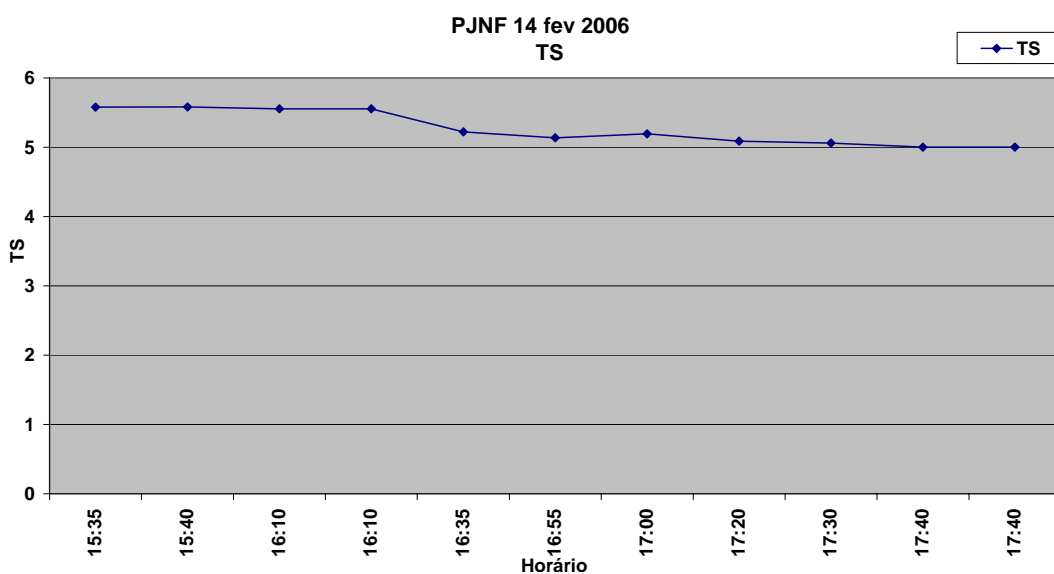


Figura 88: TS calculado para a praça João Neves da Fontoura no dia 14 de fevereiro.

4.3.4.2 Praça Pinheiro Machado

Os valores do índice TS calculados para a praça Pinheiro Machado, no dia 16 de fevereiro, ficam todos entre 6 e 7, configurando-se uma situação que vai de “mais confortável” a “muito confortável (Figura 89). No dia 17 de fevereiro, os valores calculados de TS ficam entre 4,78 e 5,73, indo de um limite de desconforto até uma categoria próxima de “mais conforto” (Figura 90). Já no dia 18 de fevereiro os valores calculados de TS encontram-se todos em uma categoria definida como “confortável”, situando-se entre 5 (pouco confortável) e 6 (mais confortável) (Figura 91).

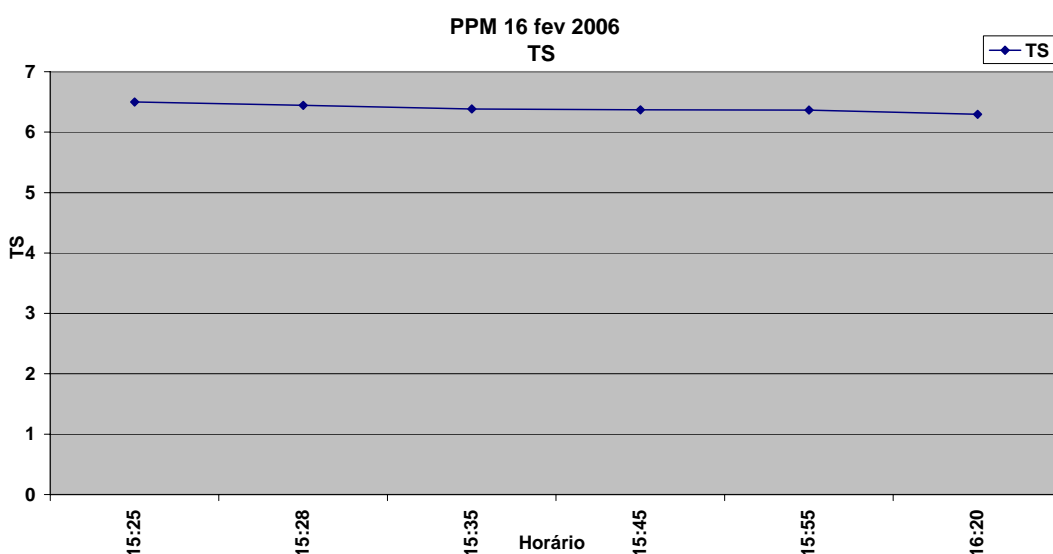


Figura 89: TS calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 16 de fevereiro.

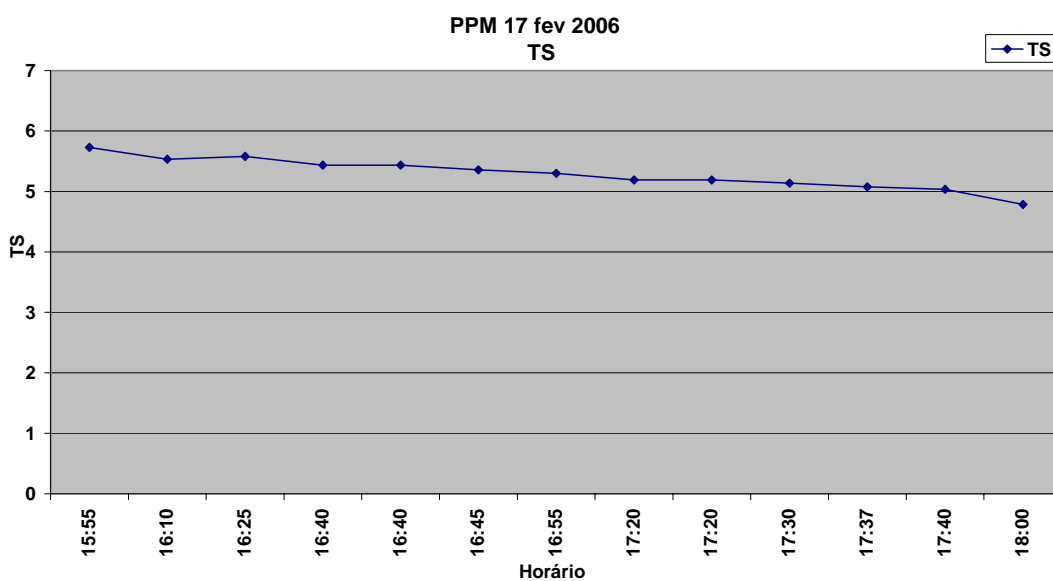


Figura 90: TS calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 17 de fevereiro.

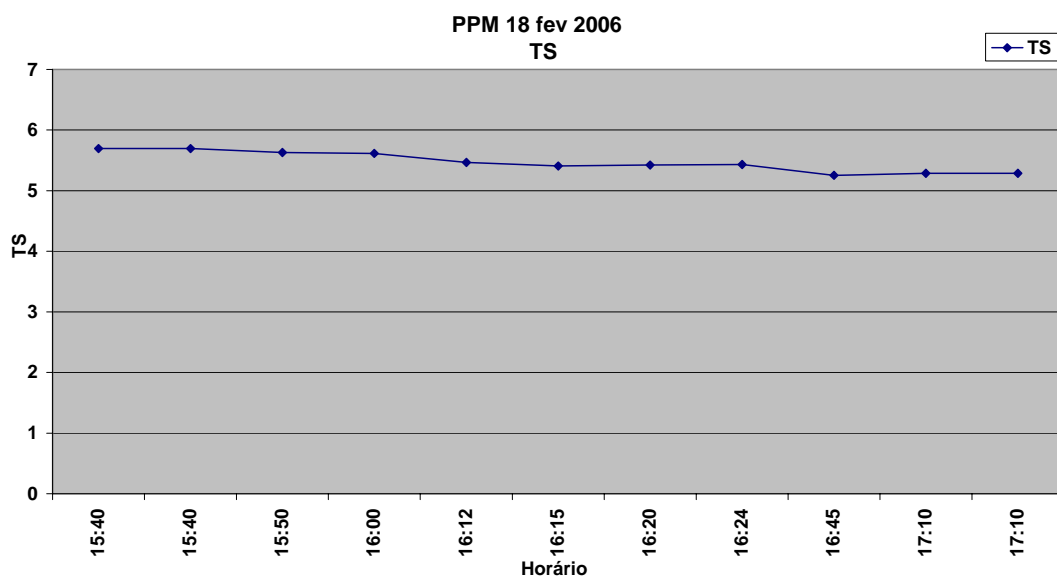


Figura 91: TS calculado para a praça Pinheiro Machado no dia 18 de fevereiro.

4.3.4.3 Praça Getúlio Vargas

Os valores do índice TS, calculados para a praça Getúlio Vargas, no dia 18 de fevereiro, ficam entre 4,88 e 5,61, indo de um limite de desconforto até uma categoria próxima de “mais conforto” (Figura 92). No dia 19 de fevereiro, os valores calculados de TS encontram-se todos em uma categoria definida como “confortável”, situando-se entre 5 (pouco confortável) e 6 (mais confortável) (Figura 93). No dia 22 de fevereiro, os valores calculados de TS ficam entre 4,12 e 5,82, configurando-se uma situação que vai de desconforto (valores de TS próximos de 4) até uma situação próxima de “mais confortável” com valores de TS próximos de 6 (Figura 94).

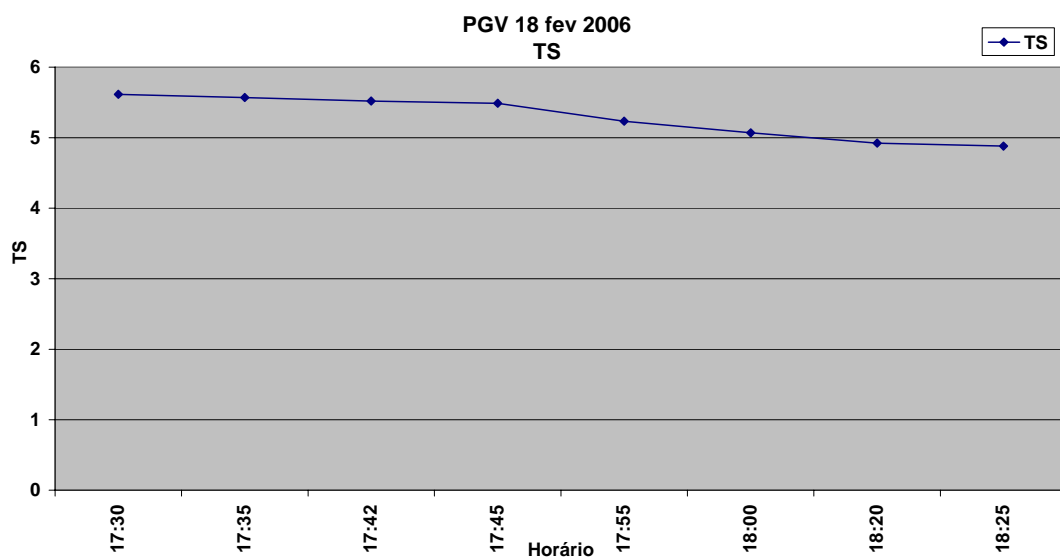


Figura 92: TS calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 18 de fevereiro.

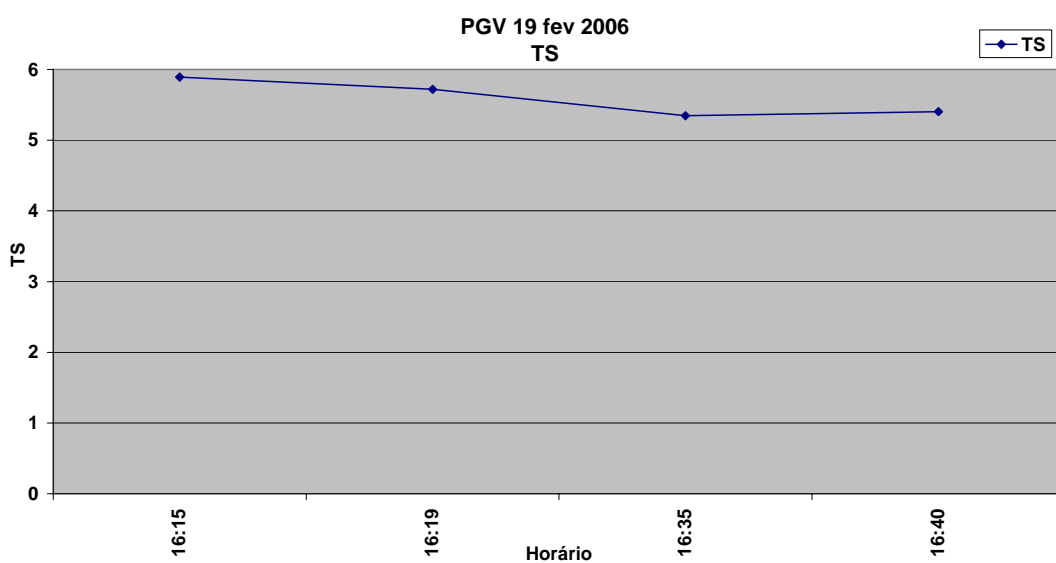


Figura 93: TS calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 19 de fevereiro.

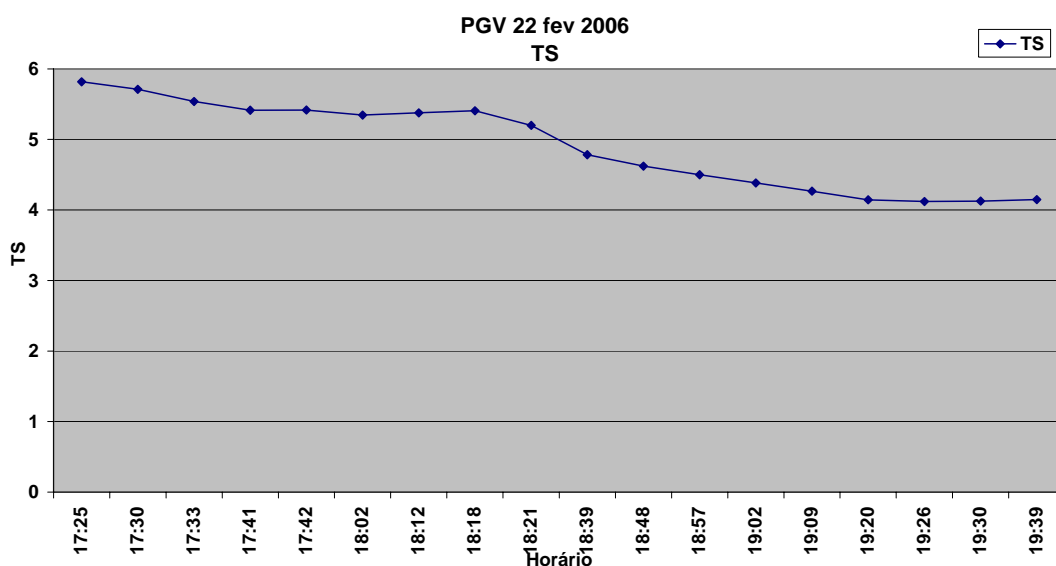


Figura 94: TS calculado para a praça Getúlio Vargas no dia 22 de fevereiro.

A tabela que aparece na seqüência apresenta o índice TS calculado, e suas categorias, para as três praças objeto de análise.

Tabela 22: Categorias por praça do índice TS.

| Praça | muito confortável | mais confortável | pouco confortável | desconfortável |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------|
| PJNF | - | 6 (20,0) | 20 (66,7) | 4 (13,3) |
| PPM | 1 (3,3) | 12 (40,0) | 17 (56,7) | - |
| PGV | - | 8 (26,7) | 16 (53,3) | 6 (20,0) |
| Total Geral | 1 (1,1) | 26 (28,9) | 53 (58,9) | 10 (11,1) |

Nota: os valores referem-se a quantidade de respondentes por categoria. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Os valores calculados para o índice TS encontram-se em sua maioria na categoria “pouco confortável” (53 de 90 – 58,9%). Significativos, também, são os valores calculados

que se encontram na categoria “mais confortável” (26 de 90 - 28,9%). No caso deste índice, diferentemente dos demais, a praça que apresenta maiores índices de desconforto é a João Neves da Fontoura (Tabela 22). Isto fica claro devido ao fato de existir uma diferença estatisticamente significativa entre as categorias do TS e as praças analisadas (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 7,044$; sig = 0,030).

No próximo item estes índices de conforto são comparados e verificada a sua aplicabilidade para a avaliação do conforto térmico das praças. Após, são verificadas as relações entre estes índices e as variáveis da forma urbana, na medida em que as três praças analisadas possuem diferentes características morfológicas.

4.3.5 Conclusões sobre a Relação entre Variáveis da Forma Urbana e Índices de Conforto Térmico

4.3.5.1 Praça João Neves da Fontoura

As características da forma urbana deste espaço produziram modificações nas variáveis ambientais medidas ou calculadas, comparativamente a outras medições (estação meteorológica e Balneário Itapeva), conforme foi visto anteriormente. Estas modificações parecem estar influenciando os diferentes índices de conforto térmico para espaços externos calculados, que apontam uma situação geral de desconforto para este local. Comparativamente às outras praças, este local situa-se em uma situação intermediária. Apesar da grande densidade de massa construída no entorno desta praça, e a inexistência de vegetação de porte, a predominância de revestimento natural parece ser um atenuador das condições de conforto deste local.

4.3.5.2 Praça Pinheiro Machado

São mais pronunciadas as modificações nas variáveis ambientais medidas ou calculadas, comparativamente a outras medições (estação meteorológica e Balneário Itapeva), provocadas pelas características da forma urbana deste espaço, conforme foi visto anteriormente. Isto pode estar sendo decisivo, já que os diferentes índices de conforto térmico para espaços externos, calculados para esta praça, apontam para situações de desconforto. Comparativamente às outras praças, este local é o que apresenta os maiores índices de desconforto. A inexistência de vegetação e a grande quantidade de área pavimentada em seu interior parecem ser as características principais influenciando estes resultados.

4.3.5.3 Praça Getúlio Vargas

As características da forma urbana deste local também produzem modificações nas variáveis ambientais medidas ou calculadas, comparativamente a outras medições (estação meteorológica e Balneário Itapeva). Estas modificações também podem estar influenciando no fato de os índices de conforto térmico para espaços externos calculados, também estarem mostrando situações de desconforto. Entretanto, este local aparece, dentre as três praças analisadas, como o que apresenta algumas situações de confortabilidade e onde as situações de desconforto são menores, parecendo ser importante a existência de vegetação, e a pouca quantidade de pavimentação natural em seu interior.

4.3.6 Aplicabilidade dos Índices de Conforto Térmico para Espaços Externos

A partir da análise comparativa dos diferentes índices calculados, para os diferentes espaços analisados, pode-se concluir que o uso de um PMV “modificado” (GAGGE, FOBLETS & BERGLUND, 1986) mostrou-se apropriado, já que os valores calculados pelo programa RayMan 1.2 (MATZARAKIS, ET. AL., 2000; MATZARAKIS, & RUTZ, 2005) ficaram bastante acima das categorias do PMV usualmente utilizado (FANGER, 1972), apontado por algumas pesquisas como tendendo a identificação de condições frias (SILVA, 1999). Esta mesma tendência pode ser facilmente observada nos valores calculados para o índice HUMIDEX (MASTERTON & RICHARDSON, 1979), já que é um índice elaborado no Canadá, país de clima extremamente frio. Além disso, este índice não considera a velocidade do vento em seus cálculos, que pode explicar o fato dos valores calculados se enquadrarem em categorias nada aplicáveis a nossa realidade climática, como a “situação de perigo” ou o risco de “golpe térmico”.

De uma maneira geral, todos os índices apontam para categorias de desconforto nos espaços analisados, a exceção do índice TS (GIVONI & NOGUCHI, 2000) que aponta para valores em categorias mais “confortáveis”. O índice PET (MAYER & HÖPPE, 1987) é bastante utilizado em pesquisas de conforto em espaços abertos no Brasil (KATZSCHNER ET AL., 1999) e apresenta-se adequado para as análises, apesar de apontar alguns valores calculados bastante elevados, como no caso da praça Pinheiro Machado. O índice T_{NE} (AROSZTEGUI, 1995) também apresenta o mesmo comportamento dos demais. Entretanto, por não possuir um maior número de categorias, não permite maiores interpretações, haja visto que foi o único que não apresentou diferença estatisticamente significativa entre seus valores e os locais analisados. Outro aspecto a ser considerado, é o fato dos índices PET e

PMV utilizarem um número maior de variáveis em seus cálculos, sendo os únicos que utilizam variáveis humanas.

A partir daí pode-se concluir que os índices PMV e PET parecem ser os mais adequados para o estabelecimento de índices de conforto térmico para espaços externos, podendo o índice TS também estar nesta relação. Conforme visto, os índices HUMIDEX e T_{NE} não parecem ser os mais adequados para estes tipos de abordagens.

4.4 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FORMA URBANA E VARIÁVEIS HUMANAS DE CONFORTO TÉRMICO

Neste item são apresentadas as variáveis humanas de conforto térmico e suas frequências de ocorrência nos locais analisados. Estas variáveis foram coletadas através de questionários aplicados aos usuários dos três espaços analisados. Estes questionários estão divididos em três segmentos e estas variáveis são referentes ao terceiro. As variáveis humanas de conforto térmico, juntamente com as variáveis ambientais, são utilizadas para o cálculo de índices de conforto térmico.

4.4.1 Relação entre Uso das Praças e Atividade dos Usuários

Em geral, a atividade mais realizada pelos usuários das três praças é “caminhando” (33 de 90 – 36,7%) seguida de “sentado à sombra” (22 de 90 – 24,4%). Entretanto, existe uma relação estatisticamente significativa entre as atividades e as praças ($\Phi = 0,493$; sig = 0,039).

Tabela 23: Atividade dos usuários.

| Praça | Sentado à sombra | Sentado ao sol | Parado de pé ao sol | Parado de pé à sombra | Caminhando | Correndo | Exercitando-se |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | (104 W/m ²) | (104 W/m ²) | (126 W/m ²) | (126 W/m ²) | (210 W/m ²) | (315 W/m ²) | (315 W/m ²) |
| PJNF | 8 (26,7) | 4 (13,3) | 4 (13,3) | 2 (6,7) | 11 (36,7) | - | 1 (3,3) |
| PPM | 5 (16,7) | 10 (33,3) | 5 (16,7) | 4 (13,3) | 6 (20,0) | - | - |
| PGV | 9 (30,0) | 2 (6,7) | - | 2 (6,7) | 16 (53,3) | 1 (3,3) | - |
| Total Geral | 22 (24,4) | 16 (17,8) | 9 (10,0) | 8 (8,9) | 33 (36,7) | 1 (1,1) | 1 (1,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes que citou as atividades indicadas. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Esta relação fica evidenciada pelos diferentes percentuais de usuários, em cada uma das três praças, que estão “caminhando”, “sentado à sombra” e “sentado ao sol”. Enquanto a atividade “caminhando” seguida de “sentado à sombra” são aquelas mais realizadas pelos usuários nas praças Getúlio Vargas e João Neves da Fontoura, “sentado ao sol”, seguida de

“caminhando” são as atividades mais realizadas na praça Pinheiro Machado (Tabela 23). A presença de vegetação arbórea de porte na praça Getúlio Vargas (Figuras 20 a 24, pp. 114 e 115) e o sombreamento produzido pelas edificações de altura elevada na praça João Neves da Fontoura parecem explicar os maiores percentuais de “sentado à sombra” nestas praças (Figura 95).

Praça Getúlio Vargas



Praça João Neves da Fontoura



Figura 95: Sentados à sombra.

Praça Pinheiro Machado



Figura 96: Parquinho e cancha de bocha.

Observa-se, na praça Pinheiro Machado, algum caráter de permanência, o que pode ser verificado pela predominância de atividades sedentárias (sentado ou parado de pé) neste local, comparativamente às outras duas praças. Isto pode ser decorrente dos equipamentos existentes nesta praça, como o parquinho, onde um grande número de pais ficam sentados ou parados a observar seus filhos brincando; a cancha de bocha, onde têm-se um elevado número de espectadores tanto sentados quanto parados de pé; a quadra esportiva e a pista de *skate*, onde têm-se diversas pessoas de pé observando as atividades sendo realizadas (Figura 96).

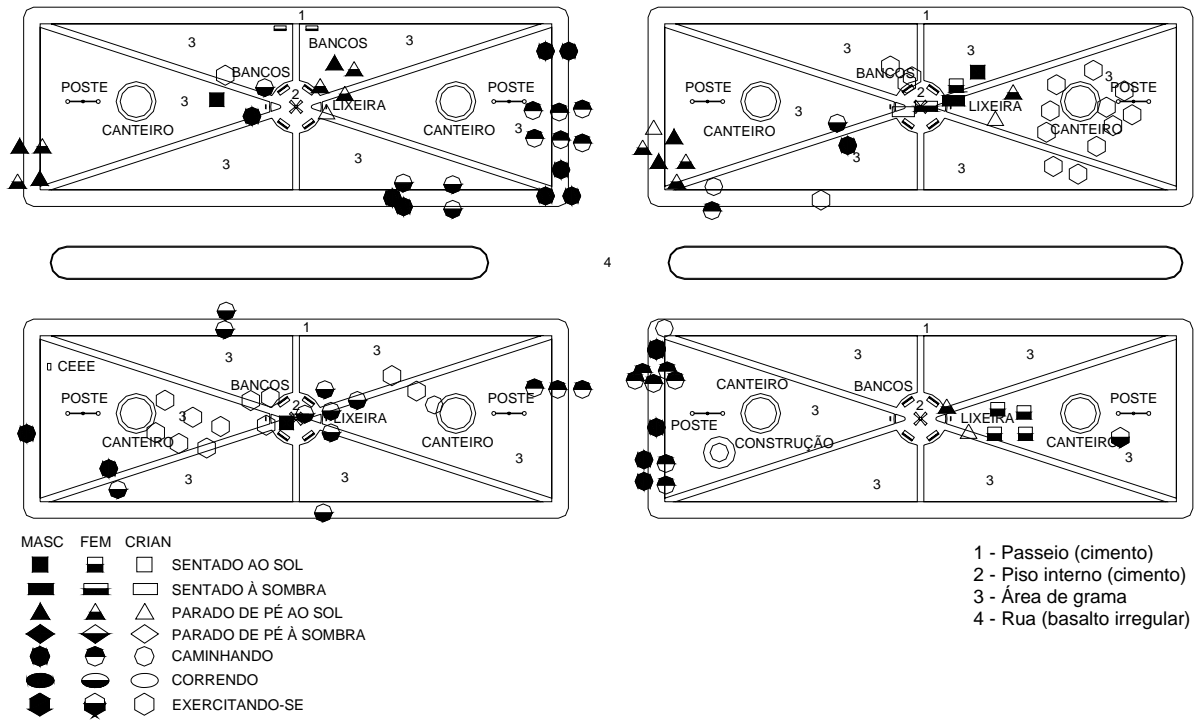


Figura 97: Mapa comportamental praça João N. Fontoura final de semana – tarde.

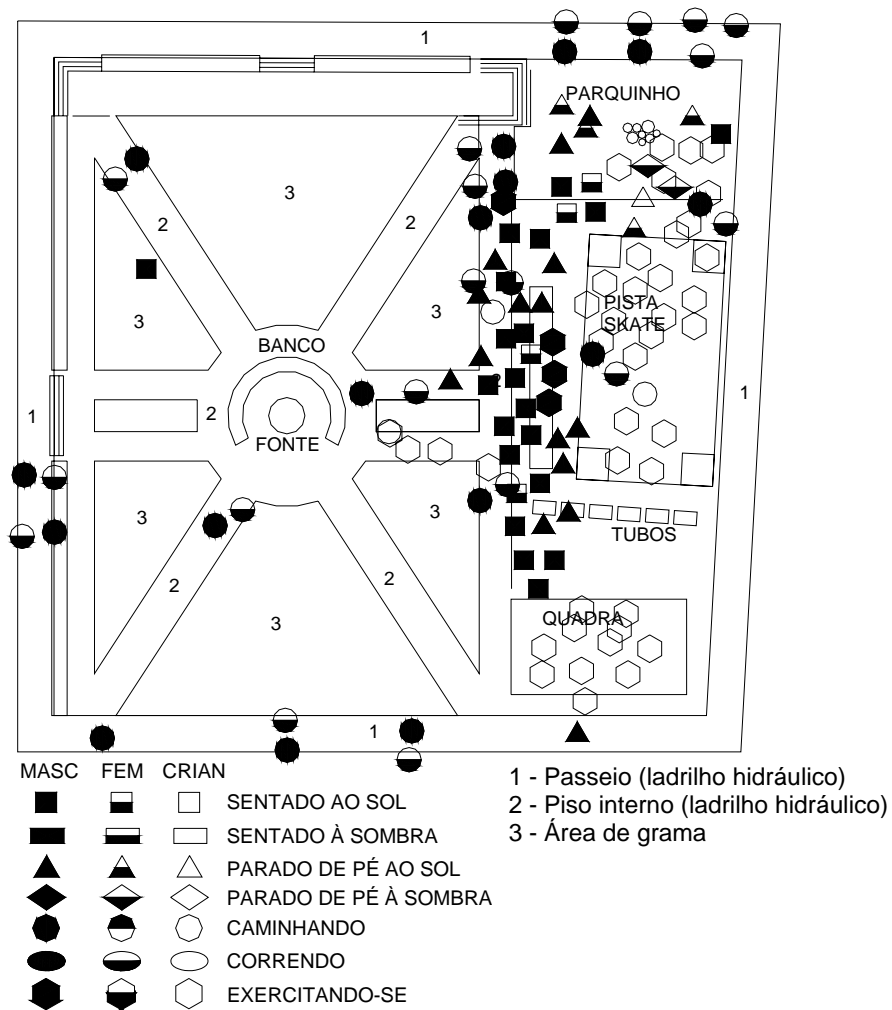


Figura 98: Mapa comportamental praça Pinheiro Machado final de semana – tarde.

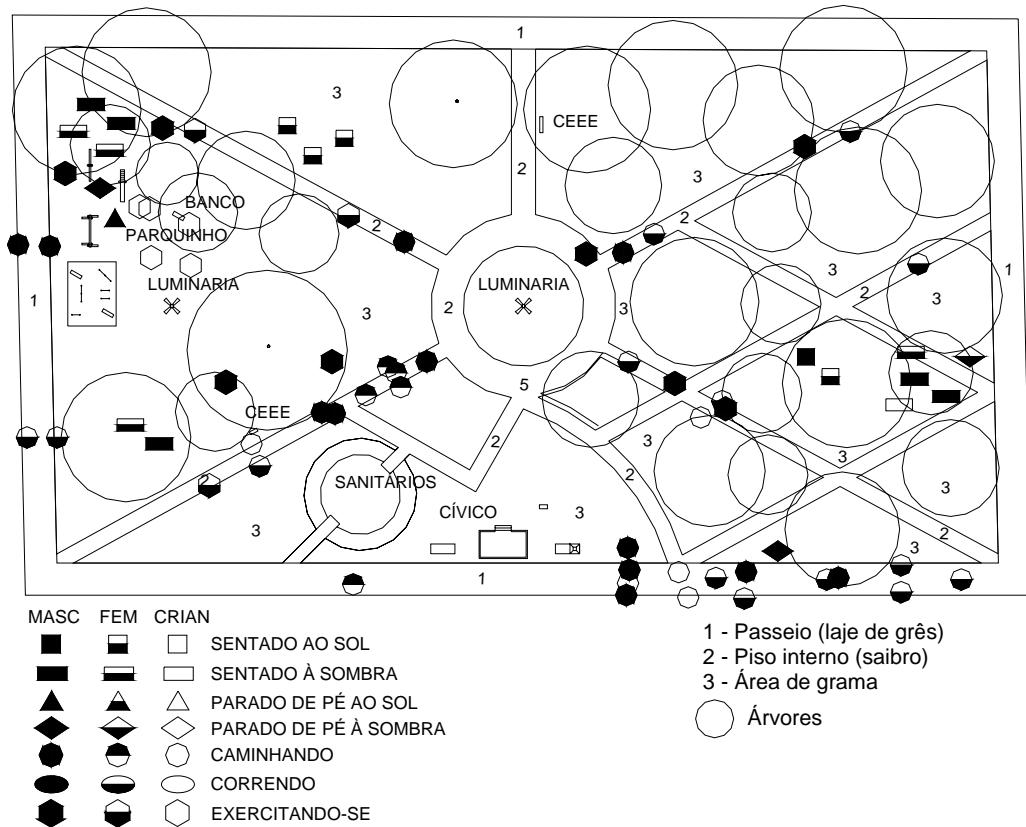


Figura 99: Mapa comportamental praça Getúlio Vargas final de semana – tarde.

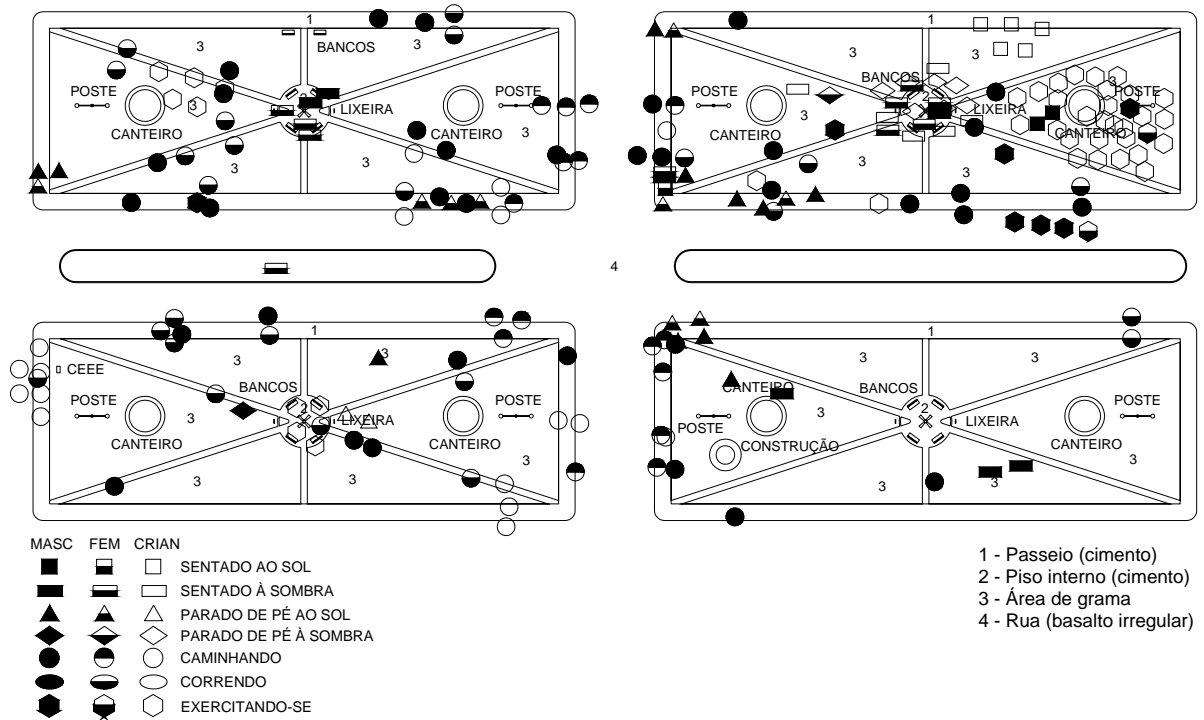


Figura 100: Mapa comportamental praça João N. Fontoura meio de semana – tarde.

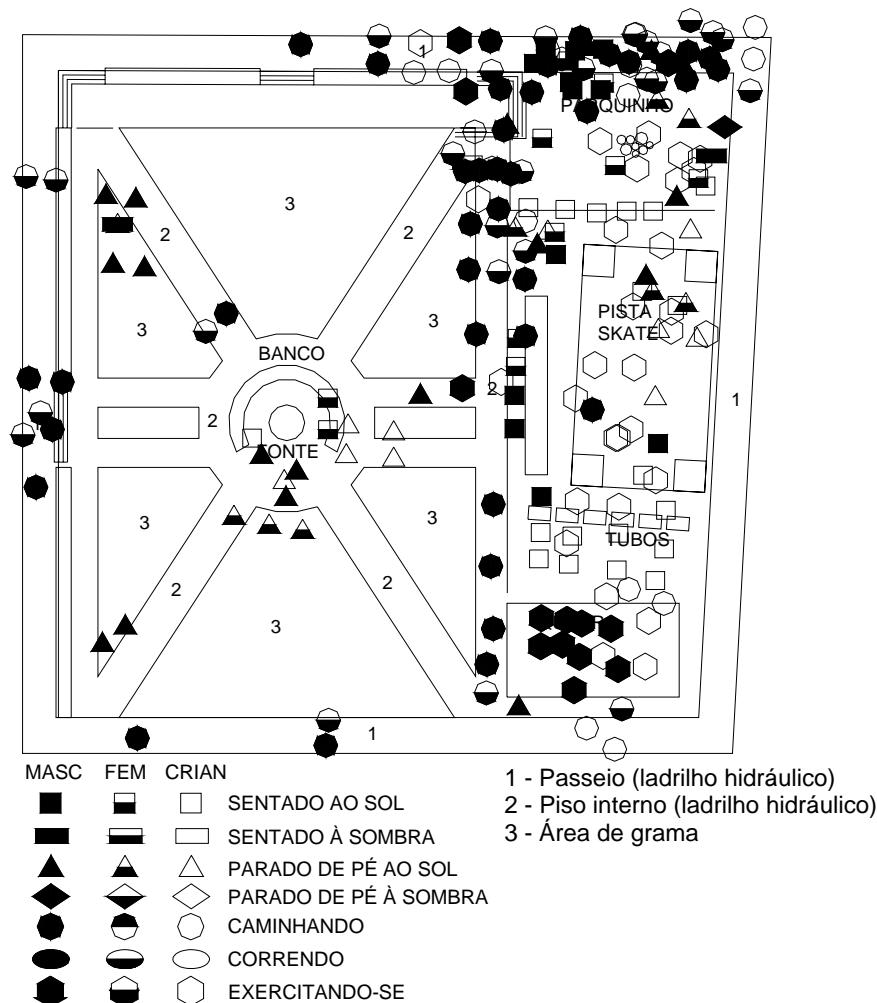


Figura 101: Mapa comportamental praça Pinheiro Machado meio de semana – tarde.

Nos mapas comportamentais mostrados nas Figuras 97 a 102 se pode verificar os diferentes tipos de atividades realizadas nas praças, no período da tarde, para o meio da semana e o final de semana. No caso da praça Getúlio Vargas, as observações de comportamento demonstram ser esta, muito mais um local de circulação do que de permanência, caráter este reforçado pela grande quantidade de pessoas deslocando-se de bicicleta (exercitando-se nos mapas). As outras atividades observadas neste local, sentado ou parado à sombra, estão relacionadas com a grande quantidade de vegetação existente (Figuras 99, 102, 103 e 104). Este local possui, ainda, um pequeno parquinho infantil e alguns equipamentos para ginástica (Figura 34, p. 119). Cabe ressaltar que vários respondentes reclamaram da inexistência de bancos nesta praça, o que pode ser observado na Figura 95 que mostra as pessoas sentadas em cadeiras próprias, ou do excesso de umidade, principalmente no inverno, embora esta praça apareça como a de maior frequência dos respondentes no inverno (Tabela 46, p. 189). Os mapas comportamentais para o períodos da manhã podem ser visualizados no Apêndice F.

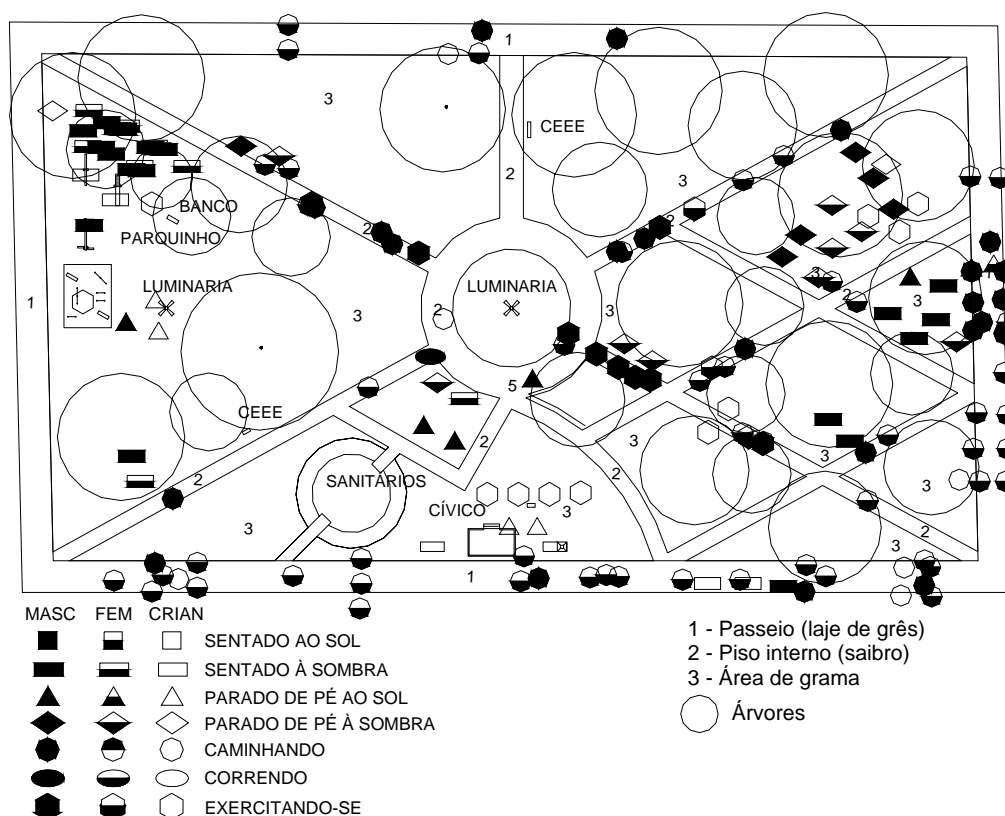


Figura 102: Mapa comportamental praça Getúlio Vargas meio de semana – tarde.

Praça Getúlio Vargas



Figura 103: Deslocando-se de bicicleta.



Figura 104: Caminhando.

A praça Pinheiro Machado também é um local de passagem, só que diretamente relacionada com a proximidade da praia. Os maiores atrativos desta praça são os equipamentos citados anteriormente: parque, quadra esportiva, cancha de bocha e pista de *skate* (Figura 96, p. 167). Isto pode ser confirmado pela grande quantidade de pessoas exercitando-se, em sua maioria crianças, como pode ser observado nos mapas comportamentais (Figuras 98 e 101). No período da tarde esta praça fica sombreada pelas edificações a oeste, sendo esta sombra aproveitada pelos seus usuários (Figura 106).

A praça João Neves da Fontoura também apresenta uma característica de passagem, em função da sua relativa proximidade com a praia, como pode ser observado nos mapas comportamentais (Figuras 97, 100 e 105). A praça não possui equipamentos infantis ou esportivos que possam servir de atrativo (Figura 30, p. 117).

Praça João Neves da Fontoura



Figura 105: Caminhando.

Praça Pinheiro Machado



Figura 106: Sentados à sombra dos prédios.

4.4.2 Relação entre Uso das Praças e Sexo dos Usuários

Não foram encontradas relações estatisticamente significativas entre o sexo dos respondentes e as praças analisadas. A maioria dos respondentes, tanto no computo geral (59 de 90 – 65,6%) como nas três praças separadamente, é do sexo feminino (Tabela 24).

Tabela 24: Sexo dos usuários.

| | PJNF | PPM | PGV | Total Geral |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Masculino | 9 (30,0) | 12 (40,0) | 10 (33,3) | 31 (34,4) |
| Feminino | 21 (70,0) | 18 (60,0) | 20 (66,7) | 59 (65,6) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes de cada sexo. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

4.4.3 Relação entre Uso das Praças e Cor da Pele dos Usuários

Embora a grande maioria dos respondentes seja de cor branca (85 de 90 – 94,4%), foi encontrada uma relação estatisticamente significativa entre a cor da pele dos respondentes e as praças ($\Phi = 0,338$; $\text{sig} = 0,036$). Tal diferença é explicada pela existência de 13,3% de respondentes de cor parda na praça Getúlio Vargas (Tabela 25).

Tabela 25: Cor da pele dos usuários.

| | PJNF | PPM | PGV | Total Geral |
|--------|------------|-----------|-----------|-------------|
| Branca | 30 (100,0) | 29 (96,7) | 26 (86,7) | 85 (94,4) |
| Parda | - | - | 4 (13,3) | 4 (4,4) |
| Escura | - | 1 (3,3) | - | 1 (1,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes que citou uma das opções. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

4.4.4 Relação entre Uso das Praças e Complexidade Física dos Usuários

Embora, em geral, exista uma predominância de “nem gordo nem magro” e de “magro”, foi encontrada uma relação estatisticamente significativa entre o peso dos respondentes e as praças ($\Phi = 0,497$; $\text{sig} = 0,000$).

Tabela 26: Complexidade física: peso dos usuários.

| | PJNF | PPM | PGV | Total Geral |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Gordo | - | 7 (23,3) | 2 (6,7) | 9 (10,0) |
| Magro | 21 (70,0) | 12 (40,0) | 7 (23,3) | 40 (44,4) |
| Nem gordo nem magro | 9 (30,0) | 11 (36,7) | 21 (70,0) | 41 (45,6) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes que citou uma das opções. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Enquanto na praça João Neves da Fontoura existe uma clara predominância de respondentes “magros” (21 de 30 – 70%) e na praça Getúlio Vargas uma clara predominância de respondentes “nem gordo nem magro” (21 de 30 – 70%), na praça Pinheiro Machado existe um certo equilíbrio entre “magro” e “nem gordo nem magro” (Tabela 26)

Tabela 27: Complexidade física: altura dos usuários.

| | PJNF | PPM | PGV | Total Geral |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Alto | 6 (20,0) | 4 (13,3) | - | 10 (11,1) |
| Baixo | 6 (20,0) | 3 (10,0) | 1 (3,3) | 10 (11,1) |
| Nem alto nem baixo | 18 (60,0) | 23 (76,7) | 29 (96,7) | 70 (77,8) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes que citou uma das opções. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Da mesma forma, embora exista, em geral, uma grande predominância de “nem alto nem baixo” (70 de 90 – 77,8%), foi encontrada uma relação estatisticamente significativa entre a altura dos respondentes e as praças ($\Phi = 0,365$; $\text{sig} = 0,017$). Tal diferença é explicada pela inexistência de respondentes de estatura alta, bem como pela predominância de indivíduos “nem alto nem baixo” na praça Getúlio Vargas (Tabela 27).

4.4.5 Relação entre Uso das Praças e Idade dos Usuários

A faixa etária que apresenta o maior número de respondentes situa-se em entre os “31 e os 40 anos” (24 de 90 – 26,6%), seguida das faixas “de 21 a 30 anos” e “de 41 a 50 anos”, com 20% de respondentes em cada (Tabela 28).

Tabela 28: Idade dos usuários.

| Praça | Até 20 anos | De 21 a 30 anos | De 31 a 40 anos | De 41 a 50 anos | De 51 a 60 anos | De 61 a 70 anos | De 71 a 80 anos | Mais de 81anos |
|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| PJNF | 3 (10,0) | 5 (16,7) | 6 (20,0) | 4 (13,3) | 6 (20,0) | 3 (10,0) | 2 (6,7) | 1 (3,3) |
| PPM | 0 | 4 (13,3) | 13 (43,4) | 7 (23,3) | 4 (13,3) | 2 (6,7) | 0 | 0 |
| PGV | 2 (6,7) | 9 (30,0) | 5 (16,7) | 7 (23,3) | 2 (6,7) | 4 (13,3) | 1 (3,3) | 0 |
| Total Geral | 5 (5,6) | 18 (20,0) | 24 (26,6) | 18 (20,0) | 12 (13,4) | 9 (10,0) | 3 (3,3) | 1 (1,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes com idade entre os intervalos indicados. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Embora não tenha sido encontrada relação estatisticamente significativa entre a idade dos respondentes e as praças, os percentuais mostram algumas diferenças. Por exemplo, enquanto existe uma concentração de respondentes na faixa “de 31 a 40 anos”, seguida da “de 41 a 50 anos” na praça Pinheiro Machado, existe uma maior incidência de respondentes na faixa “de 21 a 30 anos”, seguida da “de 41 a 50 anos” na praça Getúlio Vargas, e um equilíbrio entre as faixas “de 31 a 40 anos” e de “51 a 60 anos” na praça João Neves da Fontoura (Tabela 28). Atividades em função dos equipamentos existentes na praça Pinheiro Machado (Figura 96, p. 167) podem explicar a tendência de respondentes em uma maior faixa etária. Embora as crianças não tenham feito parte da amostra, as observações de comportamento indicam uma predominância de usuários crianças na praça Pinheiro Machado, como pode ser visto nos mapas das Figuras 98, p. 168 e 101, p. 170. Isto se deve ao fato de que existem equipamentos apropriados para seu uso neste local (Figura 32, p.118).

4.4.6 Relação entre Uso das Praças e Vestimenta dos Usuários

Embora, no computo geral, exista uma predominância de respondentes com vestimentas leves, com valores de 0,277 clo (19 de 90 – 21,1%) e de 0,310 clo (19 de 90 – 21,1%) (Tabela 29), foi encontrada uma relação estatisticamente significativa entre a vestimenta dos respondentes e as praças ($\Phi = 0,780$; sig = 0,023).

Tabela 29: Vestimenta dos usuários.

| Praça | VESTIMENTA (clo) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|-------------|--------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0,052 | 0,219 | 0,277 | 0,310 | 0,348 | 0,368 | 0,381 | 0,387 | 0,400 | 0,419 | 0,439 | 0,458 | 0,471 | 0,477 | 0,490 | 0,548 | 0,613 | 0,645 | 0,665 |
| PJNF | 1 (3,3) | 3 (10,0) | - | 8 (26,7) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 2 (6,7) | 5 (16,7) | 2 (6,7) | - | 1 (3,3) | - | - | 2 (6,7) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | - | 1 (3,3) | 1 (3,3) |
| PPM | 4 (13,3) | 3 (10,0) | 13 (43,3) | 5 (16,7) | - | - | - | - | 1 (3,3) | 3 (10,0) | - | - | - | - | - | 1 (3,3) | - | - | - |
| PGV | 1 (3,3) | 2 (6,7) | 6 (20,0) | 6 (20,0) | 1 (3,3) | - | 4 (13,3) | 1 (3,3) | 2 (6,7) | - | - | 2 (6,7) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | - | - |
| Total | 6 (6,7) | 8 (8,9) | 19 (21,1) | 19 (21,1) | 2 (2,2) | 1 (1,1) | 6 (6,7) | 6 (6,7) | 5 (5,6) | 3 (3,3) | 1 (1,1) | 2 (2,2) | 1 (1,1) | 3 (3,3) | 2 (2,2) | 3 (3,3) | 1 (1,1) | 1 (1,1) | 1 (1,1) |
| VESTIMENTAS LEVES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes com vestimenta assumindo os valores indicados. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Isto fica evidenciado pelo fato de que, enquanto na praça Pinheiro Machado existe uma predominância de respondentes com vestimentas com valor 0,277clo (43,3%), na praça João Neves da Fontoura existe uma maior incidência de respondentes com vestimentas com valor 0,310clo (26,8%) e na praça Getúlio Vargas existe um número igual de respondentes nestas duas faixas (19 de 90 – 21,1%). A proximidade com a praia pode explicar o fato da praça Pinheiro Machado apresentar o maior número de respondentes com vestimentas leves (Figura 96, p.167).

4.4.7 Conclusões sobre a Relação entre Variáveis da Forma Urbana e Variáveis Humanas de Conforto Térmico

Das variáveis humanas apresentadas, os atributos da forma urbana parecem estar influenciando somente as atividades dos usuários realizadas nas praças. O sombreamento produzido pelas edificações de altura elevada na praça João Neves da Fontoura e na praça Pinheiro Machado acabam condicionando algumas atividades nestes locais, como “sentado à sombra”, atuando como um fator positivo. Na praça Getúlio Vargas, atividades à sombra estão relacionadas a grande presença de vegetação arbórea no local. Por outro lado, o aumento na umidade do ar, ocasionado por esta mesma vegetação, aparece como um fator negativo para alguns usuários deste local. De forma geral, pode-se afirmar que as atividades desenvolvidas nas praças estão muito mais relacionadas aos equipamentos existentes em cada praça (Figuras 30, 32 e 34, pp. 117 a 119) e como pode ser observado nos mapas comportamentais (Figuras 97 a 102, pp. 168 a 171).

4.5 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FORMA URBANA E VARIÁVEIS HUMANAS DE AGRADABILIDADE E PERCEPÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS USUÁRIOS

4.5.1 Relação entre Praças e Agradabilidade e Intensidade da Temperatura do Ar

Inicialmente, procura-se as relações entre as praças analisadas e os aspectos relativos as respostas dos usuários, verificando, na seqüência, se existe alguma correlação entre eles. Após, são analisadas as relações existentes entre tais aspectos e as variáveis humanas de conforto térmico, bem como com as variáveis humanas referentes a caracterização geral dos usuários dos espaços.

Não existe diferença estatisticamente significativa quanto a percepção de agradabilidade dos respondentes em relação à temperatura nas praças analisadas. Observa-se que a maior parte dos respondentes considera a temperatura das praças agradável (68 de 90 – 75,6%), ocorrendo o mesmo para cada uma das três praças (Tabela 30). A praça Getúlio Vargas, entretanto, apresenta um maior número de respondentes que considera o local muito agradável, comparativamente às outras praças. Os índices de conforto também apontam maior confortabilidade para esta praça. A predominância de revestimentos naturais e a presença de vegetação arbórea, e o sombreamento produzido por esta, podem explicar estas tendências.

Tabela 30: Agradabilidade da temperatura.

| Praça | Muito agradável | Agradável | Nem agradável, nem desagradável | Desagradável | Muito desagradável |
|-------------|-----------------|-----------|---------------------------------|--------------|--------------------|
| PJNF | 5 (16,7) | 23 (76,7) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 0 |
| PPM | 3 (10,0) | 25 (83,3) | 2 (6,7) | 0 | 0 |
| PGV | 9 (30,0) | 20 (66,7) | 1 (3,3) | 0 | 0 |
| Total Geral | 17 (18,9) | 68 (75,6) | 4 (4,4) | 1 (1,1) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Também não existe diferença estatisticamente significativa quanto à intensidade da temperatura e as praças analisadas. A maioria dos respondentes, tomando-se a amostragem total, considera a temperatura nas praças numa faixa de neutra (56 de 90 – 62,2%) a quente (32 de 90 – 35,6%). Contudo, verifica-se que os respondentes da praça Pinheiro Machado são os que consideram as temperaturas mais quentes. Esta praça é a que apresenta predominância de revestimentos não naturais (pavimentação) e maiores valores medidos de temperatura. Não foi encontrada correlação entre os níveis de agradabilidade e de intensidade da temperatura nas praças (Tabela 31).

Tabela 31: Intensidade da temperatura.

| Praça | Muito frio | Frio | Nem frio, nem quente | Quente | Muito quente |
|-------------|------------|---------|----------------------|-----------|--------------|
| PJNF | 0 | 0 | 23 (76,7) | 7 (23,3) | 0 |
| PPM | 0 | 0 | 14 (46,7) | 16 (53,3) | 0 |
| PGV | 0 | 1 (3,3) | 19 (63,3) | 9 (30,0) | 1 (3,3) |
| Total Geral | 0 | 1 (1,1) | 56 (62,2) | 32 (35,6) | 1 (1,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Ao se verificar as relações entre a agradabilidade e a intensidade de temperatura do ar nas praças analisados, com as variáveis humanas anteriormente definidas, observa-se que não existem diferenças estatisticamente significativas entre esses aspectos e a condição, a cor da pele, a altura, o peso e a vestimenta dos respondentes. Também não são encontradas correlações entre esses mesmos aspectos e a frequência aos locais, bem como com o nível de renda dos respondentes. As demais relações são apresentadas a seguir.

4.5.1.1 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Temperatura e Local de Moradia ou Veraneio dos Usuários

Existe uma relação estatisticamente significativa entre o local de veraneio ou moradia dos respondentes e as praças analisadas ($\Phi = 0,692$; $\text{sig} = 0,002$). Esta relação fica evidenciada na medida em que a maioria dos respondentes no computo geral veraneia ou mora na Praia Grande (32 de 90 – 35,6%) ou no Centro (30 de 90 – 33,3%), sendo que os

respondentes da praça João Neves da Fontoura são os que em sua maioria veraneiam ou moram na Praia Grande (20 de 30 – 66,7%) e os respondentes da praça Getúlio Vargas os que em sua maioria veraneiam ou moram no Centro (16 de 30 – 53,3%) (Tabela 32).

Tabela 32: Local de moradia ou veraneio dos usuários.

| Praça (n° de respondentes) | Centro | Lagoa do Violão | Praia da Cal | Praia Grande | Praiaha | Getúlio Vargas | Curume | Vila São João | Predial | Outros | Balneários |
|----------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|------------|----------------|------------|---------------|-------------|-------------|------------|
| PJNF | 5 (16,7) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 20 (66,7) | - | - | - | - | 3 (10,0) | - | - |
| PPM | 9 (30,0) | 1 (3,3) | 2 (6,7) | 9 (30,0) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 3 (10,0) | 1 (3,3) |
| PGV | 16 (53,3) | - | 1 (3,3) | 3 (10,0) | - | 6 (20,0) | - | - | 3 (10,0) | 1 (3,3) | - |
| Total Geral | 30 (33,3) | 2 (2,2) | 4 (4,4) | 32 (35,6) | 1 (1,1) | 7 (7,8) | 1 (1,1) | 1 (1,1) | 7 (7,8) | 4 (4,4) | 1 (1,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes que citou os locais indicados. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Existe uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 19,586$; sig = 0,033) entre a agradabilidade da temperatura nas praças (Tabela 30) e o local de moradia ou veraneio dos respondentes (Tabela 32), considerando-se a amostragem total. Os respondentes que moram ou veraneiam no Centro tendem a achar a temperatura mais agradável do que os demais. Não existe diferença estatisticamente significativa entre a percepção da intensidade de temperatura do ar nas praças e o local de moradia dos respondentes.

4.5.1.2 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Temperatura e Atividade dos Usuários

Não foi encontrada correlação entre os níveis de agradabilidade e de intensidade da temperatura e as atividades dos respondentes, no computo geral. Entretanto, foi encontrada correlação moderada (Spearman, $c = 0,435$; sig = 0,016) entre os níveis de agradabilidade da temperatura (Tabela 30) e a atividade (MET – taxa metabólica, p. 51) realizada pelos respondentes da praça Getúlio Vargas (Tabela 23, p.166), indicando que quanto mais sedentária a atividade sendo realizada: sentado ou parado, maior a agradabilidade com a temperatura. Isto pode ser explicado pela maior quantidade de respondentes sentados à sombra das árvores nesta praça.

4.5.1.3 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Temperatura e Sexo dos Usuários

Existe uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 10,443$; sig = 0,001) entre a percepção da intensidade da temperatura (Tabela 31) e o sexo dos respondentes (Tabela 24 p.172), considerando-se a amostragem total. Os respondentes do sexo masculino tendem a classificar a temperatura de neutra para a faixa mais fria, ao contrário dos respondentes do sexo feminino que tendem a perceber a temperatura em categorias de neutro para mais quente. Isto contraria o que aponta a literatura que diz que as mulheres têm uma percepção de temperatura 1°C menor que o homem, percebendo temperaturas mais frias e preferindo temperaturas mais quentes. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre a agradabilidade da temperatura nas praças e o sexo dos respondentes.

4.5.1.4 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Temperatura e Idade dos Usuários

Existe uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 15,629$; sig = 0,029) entre a agradabilidade da temperatura (Tabela 30) e a idade dos respondentes (Tabela 28, p.173), considerando-se a amostragem total. Os respondentes entre 31 e 40 anos tendem a achar a temperatura mais agradável. Já aqueles que estão em uma faixa etária dos 51 aos 60 anos tendem a achar a temperatura menos agradável. Como as temperaturas medidas nas praças são altas, novamente há uma discrepância entre as respostas e o que é apontado pela literatura, já que pessoas mais velhas normalmente preferem temperaturas mais elevadas. Não existe diferença estatisticamente significativa entre a intensidade da temperatura e a idade dos usuários nas praças.

4.5.2 Relação entre Praças e Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar

Em um primeiro momento busca-se a relação entre as praças analisadas e estes aspectos relativos a resposta dos usuários, verificando, na seqüência, se existe alguma correlação entre eles. Após são analisadas as relações existentes entre tais aspectos e as variáveis humanas de conforto térmico, bem como com as variáveis humanas referentes a caracterização geral dos usuários dos espaços.

Tabela 33: Agradabilidade do nível de umidade.

| Praça | Muito agradável | Agradável | Nem agradável, nem desagradável | Desagradável | Muito desagradável |
|-------------|-----------------|-----------|---------------------------------|--------------|--------------------|
| PJNF | 1 (3,3) | 26 (86,7) | 3 (10,0) | 0 | 0 |
| PPM | 2 (6,7) | 22 (73,3) | 6 (20,0) | 0 | 0 |
| PGV | 2 (6,7) | 25 (83,3) | 2 (6,7) | 1 (3,3) | 0 |
| Total Geral | 5 (5,6) | 73 (81,1) | 11 (12,2) | 1 (1,1) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre a percepção de agradabilidade dos respondentes em relação ao nível de umidade relativa do ar nas praças analisadas. A maior parte dos respondentes considera a umidade das praças agradável (73 de 90 – 81,1%), ocorrendo o mesmo para cada uma das três praças (Tabela 33).

Tabela 34: Intensidade da umidade relativa do ar.

| Praça | Muito seco | Seco | Nem seco, nem úmido | Úmido | Muito úmido |
|-------------|------------|-----------|---------------------|----------|-------------|
| PJNF | 0 | 6 (20,0) | 24 (80,0) | 0 | 0 |
| PPM | 0 | 10 (33,3) | 20 (66,7) | 0 | 0 |
| PGV | 0 | 8 (26,7) | 17 (56,7) | 5 (16,7) | 0 |
| Total Geral | 0 | 24 (26,7) | 61 (67,8) | 5 (5,6) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não existe diferença estatisticamente significativa entre a intensidade da umidade relativa do ar e as praças analisadas. A maioria dos respondentes, tomando-se a amostragem total, considera a umidade relativa do ar nas praças estando numa faixa de neutro (56 de 90 – 62,2%) a seco (24 de 90 – 26,7%). Os respondentes da praça Getúlio Vargas são os que consideram o local mais úmido, confirmando os valores medidos, o que pode ser explicado pela grande quantidade de vegetação neste local. Já os respondentes da praça Pinheiro Machado são os que consideram o local mais seco. Como nesta praça temos os maiores valores medidos de temperatura, temos, conseqüentemente, menores níveis de umidade. Também não é encontrada correlação entre a agradabilidade dos níveis de umidade relativa do ar (Tabela 33) e a intensidade da umidade nas praças analisadas (Tabela 34).

Ao se verificar as relações entre a agradabilidade dos níveis de umidade relativa do ar e a intensidade de umidade nas praças analisadas, com as variáveis humanas anteriormente definidas, observa-se que não existem diferenças estatisticamente significativas entre esses aspectos e o local de moradia ou residência, a cor da pele e a altura dos respondentes. Também não são encontradas correlações entre esses mesmos aspectos e a frequência às praças, bem como com a atividade realizada pelos respondentes. As demais relações são apresentadas a seguir.

4.5.2.1 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Condição dos Usuários

Tabela 35: Condição dos usuários.

| | PJNF | PPM | PGV | Total Geral |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Veranista | 19 (63,3) | 22 (73,3) | 15 (50,0) | 56 (62,2) |
| Morador | 11 (36,7) | 8 (26,7) | 15 (50,0) | 34 (37,8) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes que citou uma das condições. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não existe uma relação estatisticamente significativa entre as praças analisadas com relação à condição dos respondentes, sendo predominante a condição de veranista, em geral (56 de 90 – 62,2%) e nas praças João Neves da Fontoura e Pinheiro Machado. Já na praça Getúlio Vargas o número de moradores e veranistas é igual, o que pode ser explicado pelo fato desta praça estar mais distante da praia do que as outras duas praças (Tabela 35).

No geral, não existe diferença estatisticamente significativa entre a agradabilidade dos níveis de umidade relativa do ar e a intensidade de umidade e a condição dos respondentes nas praças. Entretanto, existe uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 5,885$; sig = 0,015) entre a agradabilidade da umidade relativa do ar (Tabela 33) e a condição dos usuários (Tabela 35), considerando-se a amostra da praça Pinheiro Machado em separado. Os respondentes veranistas tendem a achar o local, com relação à umidade, mais agradável do que os moradores. Considerando-se este mesmo local também se encontra diferença estatisticamente significativa entre a intensidade de umidade relativa e a condição dos respondentes (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 4,037$; sig = 0,045), sendo que os respondentes veranistas tendem a achar o local mais seco, em relação a umidade, do que os moradores. As temperaturas medidas, na praça Pinheiro Machado, são maiores do que nas demais praças, o que implica em umidades relativas do ar mais baixas (Tabela 16 p. 121).

4.5.2.2 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Sexo dos Usuários

Não existe diferença estatisticamente significativa entre a agradabilidade dos níveis de umidade relativa do ar e a intensidade de umidade e o sexo dos respondentes nas praças, considerando-se a amostra como um todo. Entretanto, existe uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 5,438$; sig = 0,020) entre a intensidade da umidade relativa do ar (Tabela 34) e o sexo dos respondentes (Tabela 24 p.172), considerando-se a amostra da praça Pinheiro Machado em separado. Os respondentes do sexo masculino tendem

a achar o local mais seco em relação a umidade, do que os respondentes do sexo feminino, que tendem a achar o local mais úmido. Isto pode ser explicado pelo fato de indivíduos do sexo feminino preferirem temperaturas mais quentes, e conseqüentemente umidades mais baixas, do que os do sexo masculino, confirmando o que aponta a literatura.

4.5.2.3 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Idade dos Usuários

Não existe diferença estatisticamente significativa entre a agradabilidade dos níveis de umidade relativa do ar e a intensidade de umidade e a idade dos respondentes nas praças, considerando-se a amostra como um todo. Porém, existe uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 10,297$; sig = 0,036) entre a intensidade da umidade relativa do ar (Tabela 34) e a idade dos respondentes (Tabela 28, p.173), considerando-se a amostra da praça Pinheiro Machado em separado. Os respondentes entre 31 e 40 anos tendem a achar o local mais seco em relação à umidade, do que os demais (as umidades neste local são as menores entre as três praças).

4.5.2.4 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Altura dos Usuários

Não existe diferença estatisticamente significativa entre a agradabilidade dos níveis de umidade relativa do ar e a intensidade de umidade e a altura dos respondentes nas praças, considerando-se a amostra como um todo. Entretanto, existe uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 5,357$; sig = 0,021) entre a agradabilidade da umidade relativa do ar (Tabela 33) e a altura dos respondentes (Tabela 27, p.173), considerando-se a amostra da praça Getúlio Vargas em separado. Os respondentes com estatura média tendem a perceber o local mais seco do que os demais.

4.5.2.5 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Vestimenta dos Usuários

Não existe diferença estatisticamente significativa entre a agradabilidade dos níveis de umidade relativa do ar e a intensidade de umidade e a vestimenta dos respondentes nas praças, considerando-se a amostra como um todo. Existe, entretanto, uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 31,996$; sig = 0,022) entre a intensidade da umidade relativa do ar (Tabela 34) e a vestimenta dos respondentes (Tabela 29, p.174), considerando-

se a amostra em sua totalidade, percebendo-se que os respondentes com vestimentas mais leves tendem a perceber os locais mais úmidos. Diminuindo a resistência térmica da roupa, aumenta-se a sensação de frio e percebe-se umidades maiores.

4.5.2.6 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Umidade Relativa do Ar e Nível de Renda dos Usuários

Existe diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 10,616$; sig = 0,005) entre o nível de renda dos respondentes e as praças analisadas, mostrando que a maioria dos respondentes encontra-se em uma faixa de renda “entre 1 e 3 salários mínimos” (Tabela 36). Esta relação estatística mostra, também, que os níveis de renda mais elevados ocorrem entre os respondentes da praça Pinheiro Machado e os menos elevados entre os respondentes da praça Getúlio Vargas. Outra diferença estatisticamente significativa é entre o nível de renda e o local de moradia ou veraneio dos respondentes, considerando-se a amostra na sua totalidade (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 23,186$; sig = 0,010). Considerando-se os bairros mais citados pelos respondentes, como local de moradia ou veraneio (Tabela 32, p. 177) a Praia Grande apresenta nível de renda mais elevado em relação aos moradores e veranistas dos outros bairros.

Tabela 36: Nível de renda dos usuários.

| Praça (nº de respondentes) | até 1 salário mínimo | entre 1 e 3 salários mínimos | entre 3 e 5 salários mínimos | entre 5 e 10 salários mínimos | mais de 10 salários mínimos |
|----------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| PJNF | 1 (3,3) | 11 (36,7) | 8 (26,7) | 5 (16,7) | 5 (16,7) |
| PPM | 1 (3,3) | 8 (26,7) | 6 (20,0) | 10 (33,3) | 5 (16,7) |
| PGV | 4 (13,3) | 17 (56,7) | 4 (13,3) | 3 (10,0) | 2 (6,7) |
| Total Geral | 6 (6,7) | 36 (40,0) | 18 (20,0) | 18 (20,0) | 12 (13,3) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes que citou os intervalos indicados. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não foi encontrada correlação entre os níveis de agradabilidade da umidade relativa do ar e de intensidade de umidade e o nível de renda dos respondentes nas praças, considerando-se a amostragem total. Foi encontrada, porém, correlação moderada (Spearman, $c = 0,389$; sig = 0,034) entre a agradabilidade da umidade relativa do ar (Tabela 33, p. 179) e o nível de renda dos respondentes da praça Pinheiro Machado (Tabela 36) indicando que quanto maior a agradabilidade com a umidade do local, menor o nível de renda do respondente.

4.5.3 Relação entre Praças e Agradabilidade e Intensidade dos Ventos

Inicialmente procura-se as relações entre as praças analisadas e estes aspectos relativos a resposta dos usuários, verificando, na seqüência, se existe alguma correlação entre eles. Após são analisadas as relações existentes entre tais aspectos e as variáveis humanas de conforto térmico, bem como com as variáveis humanas referentes a caracterização geral dos usuários dos espaços.

Tabela 37: Nível de agradabilidade dos ventos.

| Praça | Muito agradável | Agradável | Nem agradável, nem desagradável | Desagradável | Muito desagradável |
|-------------|-----------------|-----------|---------------------------------|--------------|--------------------|
| PJNF | 2 (6,7) | 22 (73,3) | 5 (16,7) | 1 (3,3) | 0 |
| PPM | 1 (3,3) | 21 (70,0) | 5 (16,7) | 3 (10,0) | 0 |
| PGV | 2 (6,7) | 24 (80,0) | 3 (10,0) | 1 (3,3) | 0 |
| Total Geral | 5 (5,6) | 67 (74,4) | 13 (14,4) | 5 (5,6) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não existe diferença estatisticamente significativa quanto aos níveis de percepção de agradabilidade dos respondentes em relação aos ventos nas praças analisadas. Observa-se que a maior parte dos respondentes considera os ventos nos locais agradável (67 de 90 – 74,4%), ocorrendo a mesma avaliação para as três praças (Tabela 37).

Tabela 38: Intensidade dos ventos.

| Praça | Muito forte | Forte | Nem forte, nem fraco | Fraco | Muito fraco |
|-------------|-------------|-----------|----------------------|-----------|-------------|
| PJNF | 0 | 3 (10,0) | 22 (73,3) | 5 (16,7) | 0 |
| PPM | 0 | 6 (20,0) | 22 (73,3) | 2 (6,7) | 0 |
| PGV | 0 | 4 (13,3) | 23 (76,7) | 3 (10,0) | 0 |
| Total Geral | 0 | 13 (14,4) | 67 (74,4) | 10 (11,1) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não existe uma diferença estatisticamente significativa entre a percepção dos níveis de intensidade dos ventos e as praças analisadas. Vê-se que a maioria dos respondentes, considerando-se a amostragem total, percebe o vento nas praças como estando numa faixa neutra (67 de 90 – 74,4%) (Tabela 38). Existe uma correlação fraca entre os níveis de agradabilidade e intensidade dos ventos, nas praças analisadas, considerando-se a amostra geral (Spearman, $c = 0,274$; $sig = 0,009$), o que indica que quanto mais fraco o vento, mais agradável. Também existe correlação forte (Spearman, $c = 0,583$; $sig = 0,001$) quando considerada a amostra da praça Pinheiro Machado, sendo que também neste local, quanto mais fraco o vento, mais agradável.

Ao se verificar as relações entre a agradabilidade e a intensidade dos ventos nas praças analisadas, com as variáveis humanas anteriormente definidas, observa-se que não existem diferenças estatisticamente significativas entre esses aspectos e a condição, o local de moradia

ou veraneio, a idade, a cor da pele, a altura e a vestimenta dos respondentes. Também não são encontradas correlações entre esses mesmos aspectos e a frequência aos locais, bem como com a atividade realizada e o nível de renda dos respondentes. As demais relações são apresentadas a seguir.

4.5.3.1 Relação entre Agradabilidade e Intensidade dos Ventos e Sexo dos Usuários

Não existe diferença estatisticamente significativa entre os níveis de agradabilidade e de intensidade dos ventos nas praças e o sexo dos respondentes, considerando-se a amostra como um todo. Entretanto, existe uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 6,905$; sig = 0,009) entre a intensidade dos ventos (Tabela 38) e o sexo dos respondentes (Tabela 24, p.172), considerando-se a amostra da praça Pinheiro Machado em separado. Os respondentes do sexo feminino tendem a achar o vento mais forte para o local. O aumento da velocidade do vento provoca um aumento da sensação de frio, e indivíduos do sexo feminino tendem a perceber temperaturas mais baixas, conforme argumentado na literatura.

4.5.3.2 Relação entre Agradabilidade e Intensidade dos Ventos e Peso dos Usuários

Não existe diferença estatisticamente significativa entre os níveis de agradabilidade e de intensidade dos ventos nas praças e o peso dos usuários, considerando-se a amostra como um todo. Porém, existe uma diferença estatisticamente significativa (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 6,885$; sig = 0,032) entre os níveis de agradabilidade dos ventos (Tabela 37) e o peso dos respondentes (Tabela 26, p.173), considerando-se a amostra da praça Pinheiro Machado em separado. Os respondentes “nem gordos nem magros” tendem a achar o local mais agradável em relação ao vento e os respondentes “magros” tendem a achar o local menos agradável. Indivíduos magros tem menos gordura (isolamento) e, conseqüentemente, uma maior percepção de frio, e velocidades do vento maiores aumentam esta sensação.

4.5.4 Relação entre Praças e Agradabilidade e Intensidade de Insolação

De início procura-se as relações entre as praças analisadas e estes aspectos relativos a resposta dos usuários, verificando, na seqüência, se existe alguma correlação entre eles. Após são analisadas as relações existentes entre tais aspectos e as variáveis humanas de conforto térmico, bem como com as variáveis humanas referentes a caracterização geral dos usuários dos espaços.

Tabela 39: Níveis de agradabilidade da insolação.

| Praça | Muito agradável | Agradável | Nem agradável, nem desagradável | Desagradável | Muito desagradável |
|-------------|-----------------|-----------|------------------------------------|--------------|-----------------------|
| PJNF | 3 (10,0) | 25 (83,3) | 2 (6,7) | 0 | 0 |
| PPM | 2 (6,7) | 21 (70,0) | 6 (20,0) | 1 (3,3) | 0 |
| PGV | 2 (6,7) | 21 (70,0) | 5 (16,7) | 2 (6,7) | 0 |
| Total Geral | 7 (7,8) | 67 (74,4) | 13 (14,4) | 3 (3,3) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não existe diferença estatisticamente significativa quanto aos níveis de percepção de agradabilidade dos respondentes em relação à insolação nas praças analisadas. Observa-se que a maior parte dos respondentes considera a insolação das praças agradável (67 de 90 – 74,4%), ocorrendo o mesmo para cada uma das três praças (Tabela 39).

Tabela 40: Intensidade da insolação.

| Praça | Muito sombreado | Sombreado | Nem sombreado, nem ensolarado | Ensolarado | Muito ensolarado |
|-------------|-----------------|-----------|----------------------------------|------------|---------------------|
| PJNF | 0 | 9 (30,0) | 5 (16,7) | 16 (53,3) | 0 |
| PPM | 1 (3,3) | 2 (6,7) | 4 (13,3) | 22 (73,3) | 1 (3,3) |
| PGV | 0 | 14 (46,7) | 5 (16,7) | 11 (36,7) | 0 |
| Total Geral | 1 (1,1) | 25 (27,8) | 14 (15,6) | 49 (54,4) | 1 (1,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Existe uma relação estatisticamente significativa quanto à percepção da intensidade da insolação entre as praças analisadas (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 11,058$; sig = 0,004) sendo que a maioria dos respondentes, considerando-se a amostragem total, considera a insolação nos locais como ensolarado (49 de 90 – 54,4%) e sombreado (25 de 90 – 27,8%) (Tabela 40). Os respondentes da praça Pinheiro Machado, em sua maioria, consideram este local ensolarado. Ao contrário, os respondentes da praça Getúlio Vargas consideram este local como sombreado. Não é encontrada correlação entre os níveis de agradabilidade (Tabela 39) e de intensidade da insolação nas praças analisadas (Tabela 40).

Ao se verificar as relações entre a agradabilidade e a intensidade de insolação nas praças analisadas, com as variáveis humanas anteriormente definidas, observa-se que não existem diferenças estatisticamente significativas entre esses aspectos e a condição, o local de moradia ou veraneio, o sexo, a idade, a cor da pele, a altura, o peso e a vestimenta dos respondentes. Também não foram encontradas correlações entre esses mesmos aspectos e a frequência aos locais, bem como com o nível de renda dos respondentes. As demais relações são apresentadas a seguir.

4.5.4.1 Relação entre Agradabilidade e Intensidade da Insolação e Atividade dos Usuários

Não foi encontrada correlação entre os níveis de agradabilidade e de intensidade da insolação nas praças e a atividade dos respondentes. Entretanto, foi encontrada correlação moderada (Spearman, $c = 0,455$; $\text{sig} = 0,011$) entre a intensidade de insolação (Tabela 40) e a atividade (MET – taxa metabólica, p. 51) realizada pelos respondentes da praça João Neves da Fontoura (Tabela 23, p.166), indicando que quanto mais sombreado o local, mais sedentária a atividade sendo realizada (menor taxa metabólica), conforme foi visto anteriormente, havendo um grande número de respondentes sentados à sombra nesta praça.

4.5.5 Relação entre Praças e Confortabilidade no Verão

Tabela 41: Confortabilidade geral no verão.

| Praça | Muito confortável | Confortável | Nem confortável, nem desconfortável | Desconfortável | Muito desconfortável |
|-------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| PJNF | 6 (20,0) | 22 (73,3) | 2 (6,7) | 0 | 0 |
| PPM | 3 (10,0) | 22 (73,3) | 4 (13,3) | 1 (3,3) | 0 |
| PGV | 3 (10,0) | 24 (80,0) | 1 (3,3) | 2 (6,7) | 0 |
| Total Geral | 12 (13,3) | 68 (75,6) | 7 (7,8) | 3 (3,3) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não existe diferença estatisticamente significativa quanto a confortabilidade geral entre as praças analisadas, considerando-se a amostra como um todo (Tabela 41), sendo que a maioria dos respondentes considera o local “confortável” (68 de 90 – 75,6%). A praça Getúlio Vargas aparece com uma pequena tendência à parte desconfortável da escala. Estes resultados contrariam o que até então foi apontado pelos índices de conforto, que apresentam todas as praças em situações de desconforto, a exceção do índice TS que aponta alguns níveis mais confortáveis nas praças. Isto pode ser comprovado na medida em que não existe qualquer correlação entre a confortabilidade e os índices PMV, PET, HUMIDEX e T_{NE} . Encontra-se apenas uma correlação moderada entre a confortabilidade geral e o índice TS na praça Pinheiro Machado (Spearman, $c = 0,368$; $\text{sig} = 0,046$), apontando a tendência acima verificada. Com a idade dos respondentes foi encontrada correlação fraca (Spearman, $c = 0,290$; $\text{sig} = 0,006$) mostrando que quanto mais velho o indivíduo, mais confortável em relação às praças analisadas. Como as temperaturas nas praças são elevadas, isto pode confirmar o fato, apontado pela literatura, de que pessoas mais velhas tendem a preferir temperaturas maiores. Entretanto, quando da relação entre a agradabilidade da temperatura e a idade dos respondentes, os resultados apontaram indivíduos mais velhos considerando a temperatura das praças desagradável. Não foram encontradas correlações com tempo de

moradia, tempo de veraneio, conforto da moradia no verão, nível de renda, atividade e frequência de uso dos espaços.

4.5.5.1 Confortabilidade no Local de Moradia ou Veraneio no Verão

Tabela 42: Confortabilidade local de moradia/veraneio verão.

| Praça | Muito confortável | Confortável | Nem confortável, nem desconfortável | Desconfortável | Muito desconfortável |
|-------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| PJNF | 10 (33,3) | 17 (56,7) | 1 (3,3) | 1 (3,3) | 1 (3,3) |
| PPM | 7 (23,3) | 19 (63,3) | 3 (10,0) | 1 (3,3) | 0 |
| PGV | 6 (20,0) | 19 (63,3) | 3 (10,0) | 2 (6,7) | 0 |
| Total Geral | 23 (25,6) | 55 (61,1) | 7 (7,8) | 4 (4,4) | 1 (1,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre os respondentes das praças e a confortabilidade com o local de moradia ou veraneio no verão. Um grande número de respondentes, em geral, considera seu local de moradia ou veraneio “confortável”, em relação à temperatura, umidade, ventos e insolação (55 de 90 – 61,1%), ocorrendo o mesmo em cada uma das três praças (Tabela 42). Entretanto, existe uma diferença estatisticamente significativa entre a confortabilidade com o local de moradia ou veraneio no verão e o local de moradia ou veraneio dos respondentes (Tabela 32, p. 177), levando-se em consideração a amostra total, (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 26,174$; sig = 0,004). Os respondentes que disseram morar ou residir na Praia Grande são os que se sentem mais confortáveis com sua moradia no verão, o que explica porque parte expressiva dos usuários da praça João Neves da Fontoura (oriundos em sua maioria da Praia Grande, Tabela 32, p. 177) acham muito confortável o seu local de moradia ou veraneio (Tabela 42).

4.5.6 Relação entre Praças e Confortabilidade no Inverno

Tabela 43: Confortabilidade inverno.

| Praça | Muito confortável | Confortável | Nem confortável, nem desconfortável | Desconfortável | Muito desconfortável |
|------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| PJNF (18) | 1 (5,6) | 11 (61,1) | 2 (11,1) | 4 (22,2) | 0 |
| PPM (13) | 0 | 9 (69,2) | 3 (23,1) | 1 (7,7) | 0 |
| PGV(21) | 1 (4,8) | 13 (61,9) | 2 (9,5) | 5 (23,8) | 0 |
| Total Geral (52) | 2 (3,8) | 33 (63,5) | 7 (13,5) | 10 (19,2) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Não existe diferença estatisticamente significativa quanto aos níveis de confortabilidade geral no inverno entre as praças analisadas, considerando-se a amostra como um todo (Tabela 43). A maioria dos respondentes considera o local “confortável” (33 de 52 – 63,5%). Percebe-se, entretanto, significativas citações nas categorias de desconforto da escala, ao contrário dos níveis de conforto no verão. Níveis de desconforto maiores na praça Getúlio

Vargas podem ser explicados pelo grande número de árvores perenifólia. Ressalta-se que os respondentes valem-se da memória para as respostas referentes ao inverno.

4.5.6.1 Tempo de moradia ou veraneio

Não existe diferença estatisticamente significativa entre as praças analisadas com relação ao tempo de veraneio dos respondentes, havendo uma predominância de respondentes, em cada uma das três praças, que veraneiam “entre 2 e 5 anos” (25 de 90 – 27,8; Tabela 44).

Buscando-se outras relações, foi encontrada correlação moderada (Spearman, $c = 0,470$; sig = 0,000) entre a confortabilidade no inverno (Tabela 43) e o tempo de veraneio (Tabela 44), indicando que, quanto maior o tempo que o respondente veraneia em Torres, mais confortável se sente nas praças durante o inverno.

Tabela 44: Tempo de veraneio.

| Praça (n° de veranistas) | Entre 2 e 5 anos | Entre 5 e 10 anos | Entre 10 e 15 anos | Entre 15 e 20 anos | Mais de 20 anos |
|--------------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| PJNF (16) | 7 (43,8) | 5 (31,3) | 1 (6,3) | 0 | 3 (18,8) |
| PPM (22) | 10 (45,5) | 5 (22,7) | 2 (9,1) | 2 (9,1) | 3 (13,7) |
| PGV (15) | 8 (53,3) | 3 (20,0) | 1 (6,7) | 0 | 3 (20,0) |
| Total Geral (53) | 25 (47,2) | 13 (24,5) | 4 (7,5) | 2 (3,8) | 9 (17,0) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes que citou os períodos indicados. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Também não existe uma diferença estatisticamente significativa entre as praças analisadas quanto ao tempo de moradia dos respondentes. Há uma predominância de respondentes que moram em Torres “há mais de 20 anos”, em geral (17 de 90 – 18,9%), e para cada uma das três praças (Tabela 45).

Foi encontrada correlação moderada (Spearman, $c = 0,481$; sig = 0,000) entre os níveis de confortabilidade no inverno (Tabela 43) e o tempo de moradia (Tabela 45), indicando que quanto menor o tempo de moradia, mais confortável o indivíduo se sente no inverno. Também foi encontrada correlação forte (Spearman, $c = 0,638$; sig = 0,000) entre a confortabilidade no inverno (Tabela 43) e a confortabilidade no inverno do local de veraneio ou moradia (Tabela 48, p.189), indicando que quanto mais confortável a moradia no inverno, maior a confortabilidade geral nas praças.

Tabela 45: Tempo de moradia.

| Praça (n° de moradores) | Entre 2 e 5 anos | Entre 5 e 10 anos | Entre 10 e 15 anos | Entre 15 e 20 anos | Mais de 20 anos |
|-------------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| PJNF (9) | 2 (22,2) | 2 (22,2) | 0 | 2 (22,2) | 3 (33,3) |
| PPM (8) | 1 (12,5) | 1 (12,5) | 0 | 0 | 6 (75,0) |
| PGV (15) | 2 (13,3) | 4 (26,7) | 1 (6,7) | 0 | 8 (53,3) |
| Total Geral (32) | 5 (15,6) | 7 (21,9) | 1 (3,1) | 2 (6,3) | 17 (53,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de respondentes que citou os períodos indicados. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

4.5.6.2 Freqüência de uso no inverno

Não existe uma diferença estatisticamente significativa entre a freqüência de uso das praças no inverno e as praças. Observa-se, considerando-se a amostra como um todo, que a maior parte dos respondentes utilizam os locais “2 a 3 vezes por semana” (11 de 90 – 12,2%) e “1 vez por semana” (11 de 90 – 12,2%). Levando-se em consideração as praças separadamente, vê-se que os respondentes da praça João Neves da Fontoura freqüentam o local, em sua maioria, “2 a 3 vezes por semana”; os respondentes da praça Getúlio Vargas a freqüentam, em sua maior parte, “1 vez por semana”; a praça Pinheiro Machado é freqüentada pelos respondentes, na sua maioria, “pelo menos 1 vez por mês” (Tabela 46).

Tabela 46: Freqüência de uso no inverno.

| Praça | 5 ou mais vezes por semana | 2 a 3 vezes por semana | 1 vez por semana | mais de 1 vez por mês | pelo menos 1 vez por mês | menos de 1 vez por mês |
|------------------|----------------------------|------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| PJNF (15) | 1 (6,7) | 9 (60,0) | 1 (6,7) | 1 (6,7) | 2 (13,3) | 1 (6,7) |
| PPM (13) | 3 (23,1) | 0 | 3 (23,1) | 3 (23,1) | 4 (30,8) | 0 |
| PGV (16) | 6 (37,5) | 2 (12,5) | 7 (43,8) | 0 | 1 (6,3) | 0 |
| Total Geral (44) | 10 (22,7) | 11 (25,0) | 11 (25,0) | 4 (9,1) | 7 (15,9) | 1 (2,3) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Correlação muito forte (Spearman, $c = 0,703$; sig = 0,000) foi encontrada entre a confortabilidade no inverno e a freqüência aos locais no inverno, o que indica que quanto menor esta freqüência, mais confortável se sente o respondente nas praças no inverno.

Os percentuais dos respondentes que utilizam ou não as praças no inverno são muito similares, tanto em geral, quanto para cada uma das praças (Tabela 47). Existe uma diferença estatisticamente significativa entre o uso ou não das praças analisadas no inverno e a freqüência de uso (Kruskal – Wallis, $\chi^2 = 77,497$; sig = 0,000) (Tabela 46). Considerando-se a amostra total, verifica-se que os respondentes que costumam utilizar os espaços no inverno, o fazem com mais freqüência.

Tabela 47: Uso das praças no inverno.

| Praça | Sim | Não |
|-------------|-----------|-----------|
| PJNF | 15 (50,0) | 15 (50,0) |
| PPM | 13 (43,3) | 17 (56,7) |
| PGV | 16 (53,3) | 14 (46,7) |
| Total Geral | 44 (48,9) | 46 (51,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

4.5.6.3 Confortabilidade no Local de Moradia ou Veraneio no Inverno

Não existe diferença estatisticamente significativa, entre as praças analisadas, quanto a confortabilidade com o local de moradia ou veraneio no inverno. Observa-se uma

predominância de respondentes que considera seu local de moradia ou veraneio “confortável”, tanto em geral, (36 de 90 – 40,0%), quanto em cada uma das praças (Tabela 48). Também não foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa quanto a confortabilidade com o local de moradia ou veraneio no inverno, entre os diferentes locais de moradia ou veraneio dos respondentes (Tabela 32, p. 177).

Tabela 48: Confortabilidade local de moradia/veraneio inverno.

| Praça | Muito confortável | Confortável | Nem confortável, nem desconfortável | Desconfortável | Muito desconfortável |
|------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| PJNF (21) | 1 (4,8) | 17 (80,1) | 2 (9,5) | 1 (4,8) | 0 |
| PPM (15) | 4 (26,7) | 8 (53,3) | 3 (20,0) | 0 | 0 |
| PGV (20) | 1 (5,0) | 11 (55,0) | 6 (30,0) | 2 (10,0) | 0 |
| Total Geral (56) | 6 (10,7) | 36 (64,3) | 11 (19,6) | 3 (5,4) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

4.6 CONCLUSÕES SOBRE VARIÁVEIS E SUAS RELAÇÕES NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DOS ESPAÇOS PÚBLICOS ABERTOS

A forma urbana pode criar microclimas que apresentam parâmetros diferentes daqueles informados pelas estações meteorológicas (KOENIGSBERGER ET AL., 1979; GIVONI, 1998; PEZZUTO ET AL., 2003; CORBELLA & YANNAS, 2003). Uma análise comparativa, dos valores medidos das variáveis ambientais nas três praças, com valores coletados pela estação meteorológica de Torres, com valores históricos fornecidos pela literatura (MACHADO, 1950), com valores fornecidos pelas Normais Climatológicas e com aqueles medidos em paralelo no município, atestam estas afirmativas. As variações nas variáveis ambientais, em função das diferentes configurações morfológicas, ocorrem de forma significativa nas três áreas, podendo-se afirmar que existe um “clima urbano” na cidade de Torres, com microclimas característicos em cada uma das praças analisadas.

Abordando-se os espaços analisados separadamente, percebe-se que as características da forma urbana da praça João Neves da Fontoura produziram modificações nas variáveis ambientais medidas ou calculadas, comparativamente a outras medições. Estas modificações parecem estar influenciando os diferentes índices de conforto térmico para espaços externos calculados, que apontam uma situação geral de desconforto para este local. Comparativamente às outras praças, este local aparece em uma situação intermediária. Apesar da grande densidade de massa construída no seu entorno e da inexistência de vegetação arbórea, a predominância de revestimento natural (grama) parece ser um atenuador destas condições de desconforto.

Na praça Pinheiro Machado, as modificações provocadas pelas características da forma urbana deste espaço, nas variáveis ambientais medidas ou calculadas, são mais significativas, comparativamente a outras medições,. Isto pode estar tendo um caráter decisivo, já que os diferentes índices de conforto térmico para espaços externos, calculados para esta praça, apontam para situações de desconforto, sendo que, comparativamente às outras praças, este local é o que apresenta os maiores índices de desconforto. A inexistência de vegetação arbórea significativa e a grande quantidade de área pavimentada em seu interior parecem ser as características principais influenciando estes resultados.

As características da forma urbana da praça Getúlio Vargas também produzem modificações nas variáveis ambientais medidas ou calculadas, comparativamente a outras medições. Estas modificações também podem estar influenciando no fato de os índices de conforto térmico para espaços externos calculados, também estarem mostrando situações de desconforto. Por outro lado, este local aparece, dentre as três praças analisadas, como o que apresenta algumas situações de confortabilidade e onde as situações de desconforto são menores, parecendo ser importante a predominância de vegetação arbórea, a grande quantidade de pavimentação natural em seu interior e a pequena densidade de massa construída em seu entorno.

Desta forma, pode-se concluir que os resultados mostram que as diferenças nos tipos de revestimentos e a presença de vegetação arbórea, nas três praças analisadas, parecem ser os atributos da forma urbana que mais marcadamente afetam os valores das variáveis ambientais medidas ou calculadas. Estes dois fatores são muito mais uma questão de desenho urbano e independem da legislação urbanística, ao contrário da altura e da densidade. Esses dois atributos parecem influenciar na diminuição da velocidade do vento, o que é característico em recintos urbanos. Entretanto, o sombreamento provocado pelas edificações do entorno, como no caso da praça João Neves da Fontoura e da praça Pinheiro Machado, parece ser benéfico, no verão, na medida em que cria áreas sombreadas.

Em relação aos índices calculados para os diferentes espaços analisados, pode-se concluir que o uso de um PMV “modificado” (GAGGE, FOBLETS & BERGLUND, 1986) mostrou-se apropriado para uso em espaços externos, já que os valores calculados pelo programa RayMan 1.2 (MATZARAKIS, ET. AL., 2000; MATZARAKIS, & RUTZ, 2005) ficaram bastante acima das categorias do PMV usualmente utilizado (FANGER, 1972). O índice HUMIDEX (MASTERTON & RICHARDSON, 1979) é um índice elaborado no

Canadá, país de clima extremamente frio e não considera a velocidade do vento em seus cálculos, o que pode explicar o fato dos valores calculados apresentarem categorias não muito aplicáveis a nossa condição climática. De uma maneira geral, todos os índices apontam para categorias de desconforto nos espaços analisados, a exceção do índice TS (GIVONI & NOGUCHI, 2000) que aponta para valores em categorias mais “confortáveis”. O índice PET (MAYER & HÖPPE, 1987) é bastante utilizado em pesquisas de conforto em espaços abertos no Brasil (KATZSCHNER ET AL., 1999) e apresenta-se adequado para as análises, apesar de apontar alguns valores calculados bastante elevados. O índice T_{NE} (ARZTEGUI, 1995) também apresenta o mesmo comportamento dos demais. Entretanto, por não possuir um maior número de categorias, não permite maiores interpretações. Outro aspecto a ser considerado, é o fato dos índices PET e PMV utilizarem um número maior de variáveis em seus cálculos, sendo os únicos que consideram variáveis humanas. Conclui-se a partir daí, que os índices PMV e PET parecem ser os mais adequados para o estabelecimento de índices de conforto térmico para espaços externos, podendo estar o índice TS também nesta relação. Já os índices HUMIDEX e T_{NE} não parecem ser adequados para este tipo de investigação.

Quanto à relação entre as variáveis humanas e os atributos da forma urbana, estes parecem estar influenciando somente as atividades dos usuários. O sombreamento produzido pelas edificações de altura elevada na praça João Neves da Fontoura e na praça Pinheiro Machado acabam condicionando algumas atividades nestes locais, como “sentado à sombra”, atuando como um fator positivo. Na praça Getúlio Vargas, atividades à sombra estão relacionadas a grande presença de vegetação arbórea no local. Entretanto, o que fica evidenciado através das observações de comportamento, é que a existência de equipamentos nas praças parece ser um atrativo maior, principalmente na praça Pinheiro Machado. De forma geral, pode-se afirmar que as atividades desenvolvidas nas praças estão muito mais relacionadas aos equipamentos existentes, do que às questões de conforto.

A temperatura das praças analisadas é considerada agradável pela maioria dos respondentes das três praças, sendo percebida numa faixa de neutra a quente, verificando-se, contudo, que os respondentes da praça Pinheiro Machado são os que consideram as temperaturas mais quentes, confirmando os valores medidos neste local. Além disso, os respondentes que moram ou veraneiam no Centro tendem a achar a temperatura mais agradável do que os respondentes que moram nos demais bairros. Na relação com as demais variáveis, os respondentes da praça Getúlio Vargas indicam que quanto mais sedentária a

atividade sendo realizada, sentado ou parado, maior a agradabilidade com a temperatura. Em relação ao sexo, os respondentes do sexo masculino tendem a classificar a temperatura de neutra para a faixa mais fria, ao contrário dos respondentes do sexo feminino que tendem a perceber a temperatura em categorias de neutro para mais quente. Isto contraria o que aponta a literatura, que diz que as mulheres têm uma percepção de temperatura 1°C menor que o homem. Em relação à idade, os respondentes entre 31 e 40 anos tendem a achar a temperatura mais agradável. Já aqueles que estão em uma faixa etária dos 51 aos 60 anos tendem a achar a temperatura menos agradável. Novamente há uma discrepância entre as respostas e o que é apontado pela literatura, já que pessoas mais velhas normalmente preferem temperaturas mais elevadas.

A maior parte dos respondentes considera a umidade das praças agradável, sendo que os respondentes da praça Getúlio Vargas são os que percebem o local mais úmido, confirmando os valores medidos. A grande quantidade de vegetação arbórea neste local e o conseqüente sombreamento produzido por estas, pode explicar isso. Na relação com outras variáveis, os respondentes veranistas da praça Pinheiro Machado tendem a achar o local, com relação à umidade, mais agradável, e mais seco do que os moradores. Como as temperaturas medidas, nesta praça, são maiores do que nas demais praças, isto implica em umidades relativas do ar mais baixas. Quanto ao sexo, os respondentes do sexo masculino tendem a achar o local mais seco em relação à umidade, do que os respondentes do sexo feminino, que tendem a achar o local mais úmido. Isto pode ser explicado pelo fato de indivíduos do sexo feminino preferirem temperaturas mais quentes, e conseqüentemente umidades mais baixas, do que os do sexo masculino. Em relação à idade, os respondentes da praça Pinheiro Machado, entre 31 e 40 anos, tendem a achar o local mais seco em relação à umidade, do que os demais (as umidades neste local são as menores entre as três praças). No que se refere à altura, os respondentes da praça Getúlio Vargas, com estatura média, tendem a perceber o local mais seco do que os demais. Pelo contrário, considerando-se que estes indivíduos de estatura média tenham uma massa corporal menor (menos peso), eles perceberiam temperaturas menores e, conseqüentemente, maiores umidades. Em relação ao nível de vestimenta, percebe-se, no geral, que os respondentes com vestimentas mais leves tendem a perceber os locais mais úmidos. Diminuindo a resistência térmica da roupa, aumenta-se a sensação de frio e percebe-se umidades maiores. Outra relação encontrada é com o nível econômico dos respondentes da praça Pinheiro Machado, onde se vê que quanto maior a agradabilidade com a umidade do local, menor o nível de renda do respondente.

A maior parte dos respondentes considera os ventos nas praças agradável e vê-se que a maioria dos respondentes, considerando-se a amostragem total, percebe o vento nestes locais como estando numa faixa neutra (nem forte nem fraco). Em relação à intensidade do vento, percebe-se que quanto mais fraco o vento, mais agradável, considerando-se a amostra total, o mesmo ocorrendo considerando-se a amostra da praça Pinheiro Machado. Em relação ao sexo, os respondentes do sexo feminino tendem a achar o vento mais forte para o local. O aumento da velocidade do vento provoca um aumento da sensação de frio, e indivíduos do sexo feminino preferem temperaturas mais altas. Já em relação à complexidade física, os respondentes “nem gordos nem magros” tendem a achar o local mais agradável, em relação ao vento, e os respondentes “magros” tendem a achar o local menos agradável. Indivíduos magros tendem a uma menor massa corporal e, conseqüentemente, uma maior percepção de frio, e velocidades do vento maiores aumentam esta sensação.

A maior parte dos respondentes considera a insolação das praças agradável, sendo que a maioria dos respondentes, considerando-se a amostragem total, considera a insolação nestes locais como “ensolarado” e “sombreado”. Os respondentes da praça Pinheiro Machado, em sua maioria, consideram este local ensolarado (a praça não possui sombra proveniente de vegetação arbórea). Ao contrário, os respondentes da praça Getúlio Vargas consideram este local como sombreado (local com predominância de vegetação arbórea). Na João Neves da Fontoura percebe-se que quanto mais sombreado o local, mais sedentária a atividade sendo realizada, conforme foi visto anteriormente, havendo um grande número de respondentes sentados à sombra nesta praça (sombreamento produzido pelas edificações altas do entorno).

Considerando-se as três praças, a maioria dos respondentes considera o local “confortável”. A praça Getúlio Vargas aparece com uma leve tendência à parte desconfortável. Estes resultados contrariam o que até então foi apontado pelos índices de conforto, que apresentam todas as praças em situações de desconforto, a exceção do índice TS que aponta alguns níveis mais confortáveis nas praças. Quanto mais velho o indivíduo, mais confortável em relação às praças analisadas. Isto poderia estar relacionado com as temperaturas, que são elevadas nos locais, podendo confirmar o fato, apontado pela literatura, de que pessoas mais velhas tendem a preferir temperaturas maiores. Entretanto, quando foi abordada a relação entre a agradabilidade da temperatura e a idade, o que se apresentou foi justamente o contrário. Em relação ao local de moradia ou veraneio dos respondentes, um grande número de respondentes, em geral, considera seu local de moradia ou veraneio

“confortável”. Os respondentes que disseram morar ou residir na Praia Grande são os que se sentem mais confortáveis com sua moradia no verão, o que explica porque parte expressiva dos usuários da praça João Neves da Fontoura (oriundos em sua maioria da Praia Grande; Tabela 32, p.177) acham muito confortável o seu local de moradia ou veraneio.

A maioria dos respondentes considera as praças confortáveis no inverno. Em relação à condição dos respondentes, quanto maior o tempo que o respondente veraneia em Torres, mais confortável se sente nas praças durante o inverno e quanto menor o tempo de moradia, mais confortável o indivíduo se sente, nas praças, no inverno. Quanto ao local de moradia ou veraneio, quanto mais confortável a moradia ou veraneio no inverno, maior a confortabilidade geral nas praças. Ainda, quanto menor a frequência às praças no inverno, mais confortável se sente o respondente.

Outras variáveis humanas foram coletadas através dos questionários aplicados, para as três praças analisadas. Entretanto, não foram encontradas relações significativas entre elas e as demais variáveis. Tabelas com suas frequências de ocorrência podem ser observadas no Apêndice E.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões e as considerações finais. Inicialmente são revisados os pontos principais da pesquisa, referentes ao problema de pesquisa e aos objetivos propostos. Após, é exposta a súmula dos principais resultados e destacada sua importância. Por fim, são realizadas algumas considerações acerca de sugestões para futuras investigações.

5.1 REVISÃO DOS OBJETIVOS

Sendo o objetivo geral deste trabalho a avaliação do conforto térmico de espaços públicos abertos, em áreas urbanas com diferentes configurações morfológicas, o conjunto dos resultados obtidos, através da relação entre as variáveis investigadas, mostra que o objetivo geral da investigação é alcançado, na medida em que os espaços analisados foram avaliados.

Em relação aos objetivos específicos, as modificações nas variáveis ambientais produzidas pelos atributos da forma urbana possibilitam a caracterização microclimática proposta como objetivo, para cada um dos espaços analisados, em comparação com o clima local definido pelos dados da mesoescala meteorológica.

A maior parte dos índices de conforto térmico adotados se mostraram adequados para este tipo de abordagem, não havendo grandes discrepâncias entre eles, na medida em que todos apontaram para as mesmas condições de desconforto nas áreas. Entretanto, alguns índices se apresentaram menos adequados à realidade climática do objeto de estudo.

Os resultados obtidos através da análise das relações entre as variáveis ambientais e as variáveis da forma urbana, permitem gerar subsídios que podem ser auxiliares na elaboração ou revisão da legislação urbanística, através da incorporação dos aspectos climáticos no estabelecimento dos dispositivos legais, principalmente as alturas e os recuos.

Na medida em que as relações analisadas, possibilitam a identificação de quais atributos da forma urbana afetam em maior ou menor escala o clima local, estas características são passíveis de modificações, possibilitando a readequação dos espaços, como no caso da vegetação e dos tipos de revestimentos dos pisos.

As relações investigadas entre as variáveis, e a metodologia adotada para esta investigação, através da comparação de índices de conforto térmico com resultados advindos do uso de ferramentas específicas da área ambiente-comportamento, se mostraram adequadas, independente da discrepância de resultados entre os dados objetivos, medições e índices, e os subjetivos, advindos da percepção dos usuários. Desta forma, o trabalho pode servir de referencia a estudos semelhantes. Entretanto, a amostragem aleatória não mostrou-se adequada, já que os resultados demonstraram diferenças entre a percepção dos veranistas e dos moradores. Isto poderia ser melhor observado se a amostragem fosse igual nas três praças.

5.2 PRINCIPAIS RESULTADOS

Na análise das relações entre a forma urbana e as variáveis ambientais, as modificações nos valores medidos dessas variáveis, comparativamente a valores históricos ou medidos em paralelo, ocorrem de forma significativa nas três praças, podendo-se afirmar que existe um “clima urbano” na cidade de Torres. A altura e a densidade das edificações produzem modificações neste clima, assim como a vegetação, que aparece como um elemento importante na modificação dos valores de umidade e temperatura, na comparação entre as praças. Os tipos de revestimentos, sendo naturais ou não naturais, também produzem modificações no clima.

As características da forma urbana da praça João Neves da Fontoura produziram modificações nas variáveis ambientais, que parecem estar influenciando os índices de conforto térmico calculados, apontando uma situação geral de desconforto no local. Entretanto, apesar da grande densidade de massa construída no seu entorno e da inexistência de vegetação de porte, a predominância de revestimento natural parece ser um atenuante nestas condições de desconforto.

Na praça Pinheiro Machado, as modificações nas variáveis ambientais, provocadas pelas características da forma urbana, são mais significativas, visto que, comparativamente às outras praças, apresenta os maiores índices de desconforto. A inexistência de vegetação e a grande quantidade de área pavimentada em seu interior parecem ser as características principais influenciando estes resultados.

As características da forma urbana da praça Getúlio Vargas produzem modificações nas variáveis ambientais, influenciando os índices que também apontam situações de

desconforto. Entretanto, este local aparece como o que apresenta algumas situações de confortabilidade e onde as situações de desconforto são menores, parecendo ser importante a predominância de vegetação e a grande quantidade de pavimentação natural em seu interior.

Os resultados mostram que as diferenças nos tipos de revestimentos e a presença de vegetação, nas três praças analisadas, parecem ser os atributos da forma urbana que mais marcadamente afetam os valores das variáveis ambientais.

Quanto aos índices de conforto, de uma maneira geral todos apontam para desconforto nos espaços analisados, a exceção do índice TS, que aponta para categorias mais “confortáveis”. Conclui-se que os índices PMV e PET parecem ser os mais adequados para o estabelecimento de índices de conforto térmico para espaços externos, podendo estar o índice TS também nesta relação. Já o índice HUMIDEX, que apresenta categorias não muito aplicáveis a nossa condição climática, e o índice T_{NE} , que não possui um maior número de categorias, não parecem ser adequados.

Quanto à relação entre as variáveis humanas e os atributos da forma urbana, estes parecem estar influenciando somente as atividades dos usuários. O sombreamento produzido pelas edificações na praça João Neves da Fontoura e na praça Pinheiro Machado acabam condicionando algumas atividades nestes locais, atuando como um fator positivo. Na praça Getúlio Vargas, atividades à sombra estão relacionadas a grande presença de vegetação arbórea no local. De forma geral, pode-se afirmar que as atividades desenvolvidas nas praças estão muito mais relacionadas aos equipamentos existentes nos locais, principalmente na praça Pinheiro Machado.

A temperatura dos locais analisados é considerada agradável pela maioria dos respondentes das três praças, verificando-se, contudo, que os respondentes da praça Pinheiro Machado são os que consideram as temperaturas mais quentes. Na relação da temperatura com as demais variáveis, significativo são os respondentes da praça Getúlio Vargas indicarem que quanto maior a agradabilidade com a temperatura, mais sedentária a atividade sendo realizada, o que está diretamente relacionado com as características do local, que mostram um grande número de usuários sentados ou parados de pé à sombra de árvores.

A maior parte dos respondentes considera a umidade dos locais agradável, sendo que os respondentes da praça Getúlio Vargas são os que percebem mais umidade. Este é o local

que apresenta os maiores valores de umidade medidos o que pode estar relacionado com a grande quantidade de vegetação arbórea. Na relação com outras variáveis, significativo é o fato de os respondentes veranistas da praça Pinheiro Machado tenderem a achar o local, mais agradável e mais seco, do que os moradores (as temperaturas medidas, nesta praça, são maiores do que nas demais praças, implicando em umidades do ar mais baixas).

A maior parte dos respondentes considera os ventos nos locais agradável e vê-se que a maioria percebe o vento nos locais como estando numa faixa neutra (nem forte nem fraco). Em relação à intensidade do vento, percebe-se que quanto mais fraco o vento, mais agradável, considerando-se a amostra total, o mesmo ocorrendo considerando-se a amostra da praça Pinheiro Machado.

A maior parte dos respondentes considera a insolação dos locais agradável, sendo que a maioria, tomando-se a amostragem total, acha a insolação nos locais como “ensolarado” e “sombreado”. Os respondentes da praça Pinheiro Machado, em sua maioria, consideram este local ensolarado (a praça não possui sombra proveniente de vegetação arbórea). Ao contrário, os respondentes da praça Getúlio Vargas consideram este local como sombreado (local com predominância de vegetação arbórea). Na praça João Neves da Fontoura percebe-se que quanto mais sombreado o local, mais sedentária a atividade sendo realizada, havendo um grande número de respondentes sentados à sombra produzida pelas edificações altas do entorno.

Em relação a confortabilidade geral no verão, considerando-se as três praças, a maioria dos respondentes considera os locais “confortável”. A praça Getúlio Vargas aparece com uma leve tendência à parte desconfortável. Estes resultados contrariam o que até então foi apontado pelos índices de conforto, que apresentam todas as praças em situações de desconforto, a exceção do índice TS, que aponta alguns níveis mais confortáveis nas praças. Em relação ao local de moradia ou veraneio dos respondentes, um grande número de respondentes, em geral, considera seu local de moradia ou veraneio “confortável”.

A maioria dos respondentes considera as praças confortáveis no inverno. Quanto ao local de moradia ou veraneio, quanto mais confortável o local de moradia ou veraneio no inverno, maior a confortabilidade geral nas praças. Observa-se uma predominância de respondentes que considera seu local de moradia ou veraneio “confortável”.

5.3 IMPORTÂNCIA DOS RESULTADOS E SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES

Os atributos da forma urbana da área central de Torres têm produzido mudanças nas variáveis ambientais, produzindo um microclima, o que pode ser evidenciado quando se compara valores medidos nos locais com os valores medidos na estação meteorológica ou em paralelo no município. Entretanto, as variáveis da forma urbana parecem estar atuando como um aspecto positivo em algumas praças, na medida em que, por exemplo, o sombreamento produzido pelas edificações possa estar criando espaços de estar, procurados pelos usuários.

Os índices de conforto revelam diferenças entre as praças, indicando que as variáveis da forma urbana afetam o conforto nos espaços abertos, sustentando os resultados de outros estudos.

A simples aplicação de índices de conforto, utilizando-se nos seus cálculos as variáveis ambientais e humanas, não é ferramenta suficiente na avaliação do conforto térmico de espaços externos, já que com a introdução dos usuários na avaliação destes espaços, através do uso de ferramentas específicas da área ambiente – comportamento, os resultados apresentaram discrepâncias. Ou seja, a percepção dos usuários das praças não corresponde aos resultados dos índices. Para os usuários, as três praças são agradáveis e observa-se que vários usuários consideram a praça Pinheiro Machado “quente”. Talvez isto sugira que num ambiente específico de praia, com roupas leves, o “calor”, mesmo que mais forte, não seja algo desagradável, pelo menos para aqueles que não estão trabalhando, sem falar que, em um ambiente de praia, queremos calor e não frio. Isto também pode explicar porque as praças são menos confortáveis no inverno.

Assim, mesmo que não exista correspondência entre as respostas dos usuários e os índices, estes últimos podem ainda ser considerados como indicadores dos efeitos da forma urbana sobre o conforto no espaço urbano.

A partir disso, pode-se detectar a importância de fatores de adaptação fisiológica, na análise de conforto, como naturalidade, expectativa, experiência, tempo de exposição, controle e estimulação ambiental. Isto pode revelar que os parâmetros de microclima têm grande influência nas sensações térmicas, mas os fatores físicos de adaptação fisiológica e fatores psicológicos podem ser responsáveis pela diferença entre a avaliação de conforto

objetiva e a subjetiva. Sabe-se que, para um grupo heterogêneo de pessoas submetidas a uma determinada situação térmica, sujeitas ao mesmo nível de atividade e com o mesmo nível de vestimenta, poderão existir opiniões diferentes sobre a sensação de conforto. Na avaliação dos espaços, os aspectos que dizem respeito à aferição do grau de conforto dos usuários estão entre os mais complexos, pois envolvem aspectos subjetivos.

Finalizando, sugere-se novas pesquisas, para situações similares, onde sejam feitas medições e coletas de dados simultaneamente, o que possibilitaria análises comparativas mais precisas entre os locais. Também sugere-se a realização de investigações que utilizassem, para medições, estações meteorológicas portáteis, eliminando a necessidade de que determinados dados tenham que ser calculados ou simulados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANALYSIS v. 1.5. **Programa Analysis para avaliação bioclimática e de conforto térmico.** LMPT/EMC e NPC/ECV, UFSC, Florianópolis, 1994.

ANAOKAR, P. D. & CHALFOUN, N. V. Achieving outdoor thermal comfort innovatively: “A case study for the New Alumni Plaza”. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE ENVIRONMENTAL DESIGN RESEARCH ASSOCIATION, 36., 2005, Vancouver. Design for Diversity: proceedings.** Vancouver, Canadá: EDRA, 2005. p.93-99.

ANDRADE, T. et al. Condições de conforto térmico na orla de Salvador abrangida pela lei Municipal 5.502/99. In: **VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo, ANTAC, 2001.

ANZOLCH, R. **Códigos da forma urbana.** Porto Alegre, UFRGS, 1995. (Dissertação de Mestrado).

ARAÚJO, V.M.D. de et al. Estudos do Clima Urbano de Natal-RN como Ferramentas para o Planejamento Urbano e Edificações. In: **V Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, 1999, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, ANTAC, 1999.

AROSZTEGUI, J. M. **Parâmetros de Conforto Térmico de Porto Alegre.** Porto Alegre, NORIE – UFRGS, 1977.

AROSZTEGUI, J. M. Cuantificación del impacto de las sombras de los edificios. In: **III Encontro Nacional e I Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, 1995, Gramado. *Anais...* Porto Alegre, ANTAC, 1995, p. 341-346.

ARTEAGA MELGOZA, M. H. **Reflexos do Impacto Turístico no Processo de Urbanização: O Estudo de caso de Torres, RS.** Porto Alegre, PROPUR/UFRGS, 2001. (Dissertação de Mestrado)

ASHRAE. **Handbook of Fundamentals.** American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, New York, 1993.

ATAIDE, R. M. da C.. Controle urbanístico-ambiental para o conforto urbano: uma trajetória dos planos diretores de Natal(RN) In: **VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo, ANTAC, 2001.

AULICIEMS, A. & SZOKOLAY, S. V. **Thermal comfort.** Brisbane: PLEA International/ Department of Architecture, The University of Queensland, 1997.

BOUSSOUALIM, A. & LEGENDRE, A. Influence of Microclimate Characteristics on the Use of Outdoor Public Spaces: a Study in the City of Blagnac (F). In: **V Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, 1999, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, ANTAC, 1999.

CARLO, J.; LAMBERTS, R. Urban climate and its influence on energy consumption; a case study in two brazilian cities. *In: Anais Building Simulation*, 2001, Seventh International IBPSA Conference. Rio de Janeiro: IBPSA, vol. 1, pp. 167-175.

CARVALHO M.L.A.M. de, FREIRE T.M.M. & OLIVEIRA F.L. Análise Topo e Microclimática do Sítio da Cidade do Salvador. *In: VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído*, 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo, ANTAC, 2001.

CHALFOUN, N. V. **Outdoor ©. A Computer Program for Predicting Thermal Comfort Conditions at Outdoors Spaces**. 2002.

CHOAY, F. **O urbanismo: utopias e realidades, uma antologia**. [Trad. Dafne Nascimento Rodrigues]. 6. ed, São Paulo: Perspectiva, 2005. – (Estudos; 67/dirigida por J. Guinsburg)

COSTA, F. J. de M. & ARAÚJO, V. M. D. de. Ventilação e Prescrições Urbanísticas - Uma Aplicação Simulada no Bairro de Petrópolis, em Natal/RN. *In: VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído*, 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo, ANTAC, 2001.

COSTA, L. A. M. “**O Ideário Urbano Paulista na Virada do Século.**” São Carlos: Rima, Fapesp, 2003.

CORBELLA, O. & YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos - conforto ambiental**. Rio de Janeiro, Revan, 2003.

CORBELLA, O. Arquitetura Bioclimática ou de Baixo Consumo Energético: uma proposta para trabalhar com a realidade. *In: Seminário de Arquitetura Bioclimática*. Anais. São Paulo. CESP. 1985. p. 41-55

CORRÊA, R. L. **O Espaço Urbano**. 4 ed. São Paulo, Ática, 1999.

DOCHERTY, M. & SZOKOLAY, S. V. **Climate Analysis**, PLEA Notes, 1999.

EVANS, J. **Housing, climate and confort**. The architectural Press Limited, London, 1980.

FALCÃO, M. **A dinâmica espacial da cidade de Torres (RS) de 1970 a 1998**. Trabalho Final (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

FANGER, P. O. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering**. New York, McGraw-Hill, 1972.

FERRARO, L. W. & HASENACK, H. Aspectos do clima de Porto Alegre. *In: ZURITA, M.L.L.; TOLFO, A.M. (Org.) A Qualidade do Ar em Porto Alegre*. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2000. p. 16-27.

FROTA, A. B. & SCHIFFER, S.R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Nobel, 1988.

GAGGE, A.P., FOLETS A.P. & BERGLUND, P.E. **A Standard Predictive Index of Human Response to the Thermal Environment**. ASHRAE Trans, Vol. 92, Part 23. 1986.

GIRALT, R. P. & SILVA, A. C. S. B. Estabelecimento de um índice de chuva dirigida para Porto Alegre. *In: ENTAC 95 Qualidade e tecnologia na habitação*, 1995, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ANTAC/UFRJ, 1995. 2v., v.2 p. 605-610.

GIVONI, B. The influence of work and environmental conditions on the physiological responses and thermal equilibrium of man. *In: Symposium on Environmental Physiology and Psychology in Arid Conditions*, Lucknow, Índia. *Anais...* Lucknow: UNESCO, 1962, p. 199-204.

_____. **Man, Climate and Architecture**. London, Applied Science, 1976, 2ed. 483p.

_____. **Climate Considerations in Building and Urban Design**. New York, Van Nostrand Reinhold Co., 1998.

GIVONI, B., NOGUCHI, M. Issues in outdoor comfort research. *In: PLEA'2000*, Cambridge, 2000. *Proceedings...* Cambridge: James & James, p. 562 – 565.

GOITIA, F. C. **Breve História do Urbanismo**. Editorial Presença/Martins Fontes. Lisboa. 1982.

GÓMEZ, F., TAMARIT, N. & JABALOYES, J. Green zones, bioclimatic studies and human comfort in the future development of urban planning. **Landscape and Urban Planning**, no. 55, p.151-161, 2001.

GOOGLE EARTH V.4.0.1565 Beta. 2006 Europa Technologies. Images 2006 NASA. <www.googleearth.com> acesso em junho de 2006.

HOFMANN, B. Notas sobre o arruamento das cidades. *In: EGATEA*, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 1(10): 1/7, jan/mar 1925 e 2 (10): 80/3 abr/jun 1925.

HUMPHREYS, M. Field studies of thermal comfort compared and applied. **BRE Current Paper**, 75/76, Londres, UK, 1975.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO 7730. **Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort**. Genebra, 1994 (E).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO 7243. **Hot environments: estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)**. Genève.: 1989

JENDRITZKY, G. & NÜBLER. **A model analyzing the urban thermal environment in physiologically significant terms**. Arch. Met. Geoph. Biokl., 1981, n. 29, ser. B, p. 313-326.

JESUS, E.F.R. **Espaço, tempo e escala em Climatologia**. São Paulo. 217 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1995.

KAY, M. et al. **Energy-efficient site planning handbook**. Sidney, The Housing Commission of New South Wales, Austrália, 1982.

KATZSCHNER, L. Urban climate studies as tool for urban planning and architecture. *In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, ENCAC, 1997, Salvador, *Anais...* Salvador: FAUFBA/LACAM-ANTAC, p. 49-58, dez. 1997.

KATZSCHNER, L. **Thermal Comfort Conditions in City-outdoor Spaces**. (Conforto Térmico em Espaços Urbanos Externos). Curso ministrado no VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, ANTAC, 2001.

_____. et al. Urban Climate Study of Salvador: Thermal Comfort Pattern. *In: V Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído*, 1999, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, ANTAC, 1999.

KOENIGSBERGER, O. H. et al. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Madrid, Paraninfo, 1979. (Tradução Emilio Romero Ros).

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. P. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo, PW, 1997.

LAY, M.C.D.; REIS, A.T.L. Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento. **Ambiente Construído: Metodologia de Pesquisa**, Porto Alegre, v.5, n.2, p. 21-36, 2005.

LEVERATTO, M. J. Propuesta de un Metodo para Analizar las Condiciones Microclimaticas em Espacios Urbanos. *In: V Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído*, 1999, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, ANTAC, 1999.1 CD.

LIMA, C. P. C. S. & PELLEGRINO, P. R. M. Aplicação da APO no espaço livre urbano. *In: ENTAC, Avanços em Tecnologia e Gestão da Produção de Edificações*, 1993, São Paulo, *Anais...*São Paulo, EPUSP, 1993, p.885-892.

LITTLEFAIR, P. et al. **Environmental Site Layout Planning: Solar Access, Microclimate and Passive Cooling in Urban Areas**. Building Research Establishment, BR 380, 2000.

LogChart II. Versão 2.20. **Software de Configuração do LogBox**. Novus Produtos Eletrônicos Ltda, 2006.

LOIS, E. & LABAKI, L.C. Conforto Térmico em Espaços Externos: uma Revisão. *In: VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído*, 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo, ANTAC, 2001.

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

LOWRY, W. **The Climate of Cities**. Scientific American, vol. 217, no 2, p. 15-24, 1967.

_____. **Atmospheric Ecology for Designers and Planners**. Van Nostrand Reinhold Co., USA. 435 p. 1988

LYNCH, K. **Planificación del sitio**. Barcelona, G. Gili, 1980.

MACHADO, F. P. **Contribuição ao Estudo do Clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, IBGE, 1950.

MAYER, H., HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. **Theoretical and Applied Climatology**, 1987, v. 38, p. 43-49.

MASCARÓ, L. **Luz, clima e arquitetura**. São Paulo, Nobel, 1983.

MASCARÓ, J. & MASCARÓ, L. R. **Incidência das Variáveis Projetivas e de Construção no Consumo Energético dos Edifícios**. Sagra, DC Luzzatto. Porto Alegre, 1992.

_____. **Ambiência urbana = Urban environment**. Porto Alegre, Sagra - DC Luzzatto, 1996.

MASTERTON, J. M.; RICHARDSON, F. A. **“HUMIDEX: a method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity”**. Environment Canada, CLI 1-79. Downsview: Atmospheric Environment Service, Ontario, 1979.

MATZARAKIS, A. & MAYER, H. Another kind of environmental stress: thermal stress. **Newsletter no.18**, WHO collaborating centre for air quality. Berlin, 1996.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures. In: **Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium**. (ed. by R.J. de Dear, J.D. Kalma, T.R. Oke and A. Auliciems): elected Papers from the Conference ICB-ICUC'99, WCASP-50, WMO/TD No.1026, 273-278. Sydney, 2000.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F. **Application of RayMan for tourism and climate investigations**. Annalen der Meteorologie 41, Vol. 2, 631-636. 2005.

MONTEIRO, L. M. & ALUCCI, M. P. Índices de Conforto Térmico em Espaços Abertos Parte 1: Revisão Histórica. In: **VIII Encontro Nacional e VI Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, 2005, Maceió. *Anais...* Maceió, ANTAC, 2005.

MORGAN, D. L. & BASKETT, R. I. Comfort of man in the city: an energy balance model of man-environment coupling, **International Journal of Biometeorology**, 1974 v. 18, p. 184-198.

NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces. In: **Environmental Friendly Cities, Proceedings of PLEA' 98**. Lisbon, James & James Publishers Ltd., 1998, p. 179-182.

NORUSIS, M. **The SPSS GUIDE to Data Analysis – for Release 4**. Chicago: SPSS Inc., 1990.

OKE, T. R. Street design and urban canopy layer climate. **Energy and Buildings**, Lausanne, v. 11, n.1/3, p. 103-113, mar. 1988.

_____. **Boundary layer climates**. 2.ed., Routledge, New York, 435p. 1996.

OLGYAY, V. **Design with Climate**. New Jersey, Princeton University Press, 1963, 1ed.

_____. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: G.Gili, 1998.

OLIVEIRA, P. M. P. **Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano**. Brasília, Editora UNB, 1987.

PEREIRA, F.O.R. & MINCACHE, J.A.C. Insolação no ambiente construído: critérios para sua regulação e normalização. In: **I Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**. Anais. ANTAC. Porto Alegre, 1990 (Publicação 1991) p.101

PEZZUTO, C. C.; LABAKI, L. C. ; FRANCISCO F^O. L. L. Conforto Térmico nos Espaços Urbanos Abertos: a Morfologia Urbana e a Relação com as Condições Climáticas. In: **VII Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, 2003, Curitiba. *Anais...* Curitiba, ANTAC, 2003, p. 1488 – 1489.

PDDUA – Plano diretor de desenvolvimento urbano e ambiental. Porto Alegre, 2000.

PITTON, S.E.C. **As cidades como indicadoras de alterações térmicas**. São Paulo, 272 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1997.

Plano Diretor de Porto Alegre, Porto Alegre, Prefeitura Municipal, 1964 (p. 13-48)

Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA), Porto Alegre, Prefeitura Municipal, 1999 (“Justificativa” [1997])

Plano Diretor Participativo – Guia para elaboração pelos municípios e cidadãos, Brasília, Ministério das Cidades, 2004 (“I – Princípios e diretrizes para elaborar e revisar os planos diretores municipais”, pp. 11-32).

Plano Diretor de Torres, Prefeitura Municipal, Torres. 1995.

PRATA, A. R. **Uma ferramenta computacional de avaliação da ventilação natural em projetos arquitetônicos**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

Primeiro Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU), Porto Alegre, Prefeitura Municipal, 1979 (“Exposição de Motivos”)

REIS, A. T. L. & LAY, M. C. D. **As Técnicas de APO como Instrumento de Análise Ergonômica do Ambiente Construído**. Curso ministrado no III Encontro Nacional e I Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 1995, Gramado. Porto Alegre, ANTAC, 1995.

RIBEIRO, D.; PAIVA, E. P. “O Plano Diretor de Uruguaiana”, **Revista de Engenharia do Rio Grande do Sul** (1), jun. 1945. Porto Alegre: pp. 25-42.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima**. Porto Alegre, Ed. da Universidade, UFRGS, 1985.

RORIZ, M. **Luz do Sol**. Versão 1.1. Radiação solar e iluminação natural. São Carlos, 1995.

- ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo, Projeto, 1988.
- RUDOFISKY, B. **Architecture without Architects**. Londres, Academy Edition, 1964.
- SANTAMOURIS, M., ASIMAKOPOULOS, D. (1996) Design Source on Passive Solar Architecture. **Energy Conservation in Buildings**, CIENE, Athens.
- SANTAMOURIS, M. **Energy and Climate in the Urban Environment**. London, James & James (Science) Publishers Ltd., 2000.
- SATTLER, M. A. **Conforto ambiental na edificação I**. Porto Alegre: CPGEC/NORIE/UFRGS, 1992.[Polígrafo da disciplina]
- SEGAWA, H. Clave de Sol: notas sobre a história do conforto ambiental. In: **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 37-46, abr./jun. 2003. ANTAC, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- SILVA, A.C.S.B.da. **Zoneamento Bioclimático Brasileiro para Fins de Edificação**. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós – Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 1994.
- SILVA, H. C. **Thermal Comfort: Calculated PMV and Occupants’ Opinion**. PLEA Notes, 1999.
- STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. 2 ed. Barcelona: Omega, 1977.
- STRAHLER, A. N.; STRAHLER A. H. **Modern physical geography**. 2 ed. New York: Wiley, 1983.
- TABLAS, A. S.; MIGLIORINI, V. L. B.; BENEVENTE, V. A. Avaliação pós-ocupação dos espaços de uso público da rua das tecnologias de Ribeirão Preto. In: **ENTAC 2000, Modernidade & Sustentabilidade**, 2000, Salvador, *Anais...*Salvador, UFBA, 2000.
- UBER, L.L. **A Climatologia Aplicada ao Ambiente Construído: uma contribuição à caracterização climática de Porto Alegre/RS**. 1992. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 1993.
- UNGER, J. Some aspects of the human bioclimate of a medium-sized town and its surroundings. In: **Proceed. Climatology and Air Pollution Conference**. Mendoza, Argentina, 1995, p. 41-49.
- VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: **O processo de Urbanização no Brasil**, C. Déak & S. Schiffer (Org.) São Paulo. Edusp/Fupan, 1999, pp. 171-243
- VILLAS BOAS, M. **Ventilação em Arquitetura**. Mimeografia, Unb, Brasília, 1983.
- WEIMER, G. **Origem e evolução das cidades rio-grandenses**. Porto Alegre, Livraria do Arquiteto, 2004.

WEBB, C. “**Thermal discomfort in an equatorial climate – A monogram for the equatorial comfort index**”. Journal of the IHVE, 27, p.10. 1960.

YAGLOU, C. P.; MINARD, D. “**Control of heat casualties at military training centers**”. A.M.A. Archives of Industrial Health, 16, p. 302-16. 1957.

ZACHARIAS, J. Sunlight, temperature & human activity in public open spaces in downtown Montreal. *In: IAPS 15 Conference, Shifting Balances: Changing Roles in Policy, Research and Design, Book of Abstracts...* indhoven, University of Technology, 1998, p.77.

APÊNDICE A – MODELO DO QUESTIONÁRIO

QUESTIONARIONÚMERO:

Data: _____ Horário: _____

Local: _____

1. Condição: **Veranista:**

- Veraneia em Torres entre 2 e 5 anos
- Veraneia em Torres entre 5 e 10 anos
- Veraneia em Torres entre 10 e 15 anos
- Veraneia em Torres entre 15 e 20 anos
- Veraneia em Torres há mais de 20 anos

 Morador

- Mora em Torres entre 2 e 5 anos
- Mora em Torres entre 5 e 10 anos
- Mora em Torres entre 10 e 15 anos
- Mora em Torres entre 15 e 20 anos
- Mora em Torres há mais de 20 anos

2. Local onde reside ou veraneia em Torres nos últimos 2 anos? (Marcar no mapa também)

| Centro | Salinas |
|-----------------|-----------------------|
| Lagoa do Violão | Campo Bonito |
| Praia da Cal | Centenário |
| Praia Grande | São Jorge |
| Ronda | Getúlio Vargas |
| Prainha | Curtume |
| Cidade Baixa | Vila São João |
| Igra | Predial..... |
| Engenho Velho | Outros..... |
| São Brás | Balneários: Qual:.... |

3. Considerando a temperatura, a umidade, os ventos, e a quantidade de sol, como você se sente no seu local de residência ou veraneio, durante o verão?

- Muito confortável
- Confortável
- Nem confortável nem desconfortável
- Desconfortável
- Muito desconfortável

4. Marque o(s) equipamento(s) que você utiliza, onde você reside ou veraneia, para melhorar seu conforto no verão:

- não utilizo nenhum equipamento
- ventilador portátil
- ventilador de teto
- ar condicionado de parede
- ar condicionado central
- outros (citar): _____

5. Caso você não utilize nenhum equipamento, explique o motivo: (caso utilize, vá para a questão 6)

- residência conforto térmico satisfatório
- motivos econômicos
- outros (citar): _____

6. Considerando a temperatura, a umidade, os ventos, e a quantidade de sol, como você se sente no seu local de residência ou veraneio, durante o inverno?

- Muito confortável
- Confortável
- Nem confortável nem desconfortável
- Desconfortável
- Muito desconfortável
- Não se aplica (não veraneia no inverno)

7. Marque o(s) equipamento(s) que você utiliza, onde você reside ou veraneia, para melhorar seu conforto no inverno:

- não utilizo nenhum equipamento
- aquecedor elétrico portátil (estufa)
- aquecedor elétrico à óleo
- ar condicionado de parede
- ar condicionado central
- calefação
- lareira
- outros (citar): _____
- não se aplica (não veraneia no inverno)

8. Caso você não utilize nenhum equipamento, explique o motivo: (caso utilize, vá para a questão 9)

- residência conforto térmico satisfatório
 motivos econômicos
 outros (citar): _____

9. Você costuma freqüentar este local durante o verão?

- Sim
 Não (pular para a 13)

10. Caso afirmativo, com que freqüência?

- 5 ou mais vezes por semana
 2 a 3 vezes por semana
 1 vez por semana
 mais de 1 vez por mês
 pelo menos 1 vez por mês
 menos de 1 vez por mês

11. Preferencialmente em que turno(s)?

- manhã
 tarde
 noite

12. Com que finalidade(s)?

13. Caso você prefira freqüentar outro(s) local(ais) em Torres no verão, indique as atividades realizadas em cada local no respectivo turno? (caso não prefira, vá para a questão 14)

| LOCAIS | TURNOS | ATIVIDADES |
|--------|--------|------------|
| | manhã | |
| | tarde | |
| | noite | |
| | manhã | |
| | tarde | |
| | noite | |
| | manhã | |
| | tarde | |
| | noite | |

14. Você costuma freqüentar este local durante o inverno?

- Sim
 Não (pular para a 18)

15. Caso afirmativo, com que freqüência?

- 5 ou mais vezes por semana
 2 a 3 vezes por semana
 1 vez por semana
 mais de 1 vez por mês
 pelo menos 1 vez por mês
 menos de 1 vez por mês

16. Preferencialmente em que turno(s)?

- manhã
 tarde
 noite

17. Com que finalidade?

18. Caso você prefira freqüentar outro(s) local(ais) em Torres no inverno, indique as atividades realizadas em cada local no respectivo turno? (caso não prefira, vá para a questão 19)

| LOCAIS | TURNOS | ATIVIDADES |
|--------|--------|------------|
| | manhã | |
| | tarde | |
| | noite | |
| | manhã | |
| | tarde | |
| | noite | |
| | manhã | |
| | tarde | |
| | noite | |

19. A temperatura deste local está:

- Muito agradável
 Agradável
 Nem agradável nem desagradável
 Desagradável
 Muito desagradável

20. Ainda, quanto à temperatura, este local está:

- Muito frio
 frio
 Nem frio nem quente
 Quente
 Muito quente

21. Quanto à umidade, este local está:

- Muito agradável
 Agradável
 Nem agradável nem desagradável
 Desagradável
 Muito desagradável

22. Ainda, quanto à umidade, este local está:

- Muito seco
 Seco
 Nem seco nem úmido
 Úmido
 Muito úmido

23. A intensidade do vento neste local está:

- Muito agradável
 Agradável
 Nem agradável nem desagradável
 Desagradável
 Muito desagradável

24. Ainda, a intensidade do vento neste local está:

- Muito forte
 Forte
 Nem forte nem fraco
 Fraco
 Muito fraco

25. A quantidade de sol neste local está:

- Muito agradável
 Agradável
 Nem agradável nem desagradável
 Desagradável
 Muito desagradável

26. Ainda, quanto à quantidade de sol, este local está:

- Muito sombreado
 Sombreado
 Nem sombreado nem ensolarado
 Ensolarado
 Muito ensolarado

27. Considerando, de uma maneira geral, a temperatura, a umidade, os ventos e a quantidade de sol, como você se sente neste local?

- Muito confortável
 Confortável
 Nem confortável nem desconfortável
 Desconfortável
 Muito desconfortável

28. Caso você freqüente este local no inverno e considerando a temperatura, a umidade, os ventos e a quantidade de sol, como você se sente neste local?

- Muito confortável
 Confortável
 Nem confortável nem desconfortável
 Desconfortável
 Muito desconfortável

29. Nível econômico (renda familiar) mensal:

- até 1 salário mínimo
 entre 1 e 3 salários mínimos
 entre 3 e 5 salários mínimos
 entre 5 e 10 salários mínimos
 mais de 10 salários mínimos

OBSERVAÇÕES: REFERENTES AO QUESTIONÁRIO NÚMERO:

Data: _____ Horário: _____

Local: _____

Atividade:

- sentado à sombra sentado ao sol parado
 caminhando correndo exercitando-se

Sexo: Masculino Feminino

Cor da pele: branca parda escura

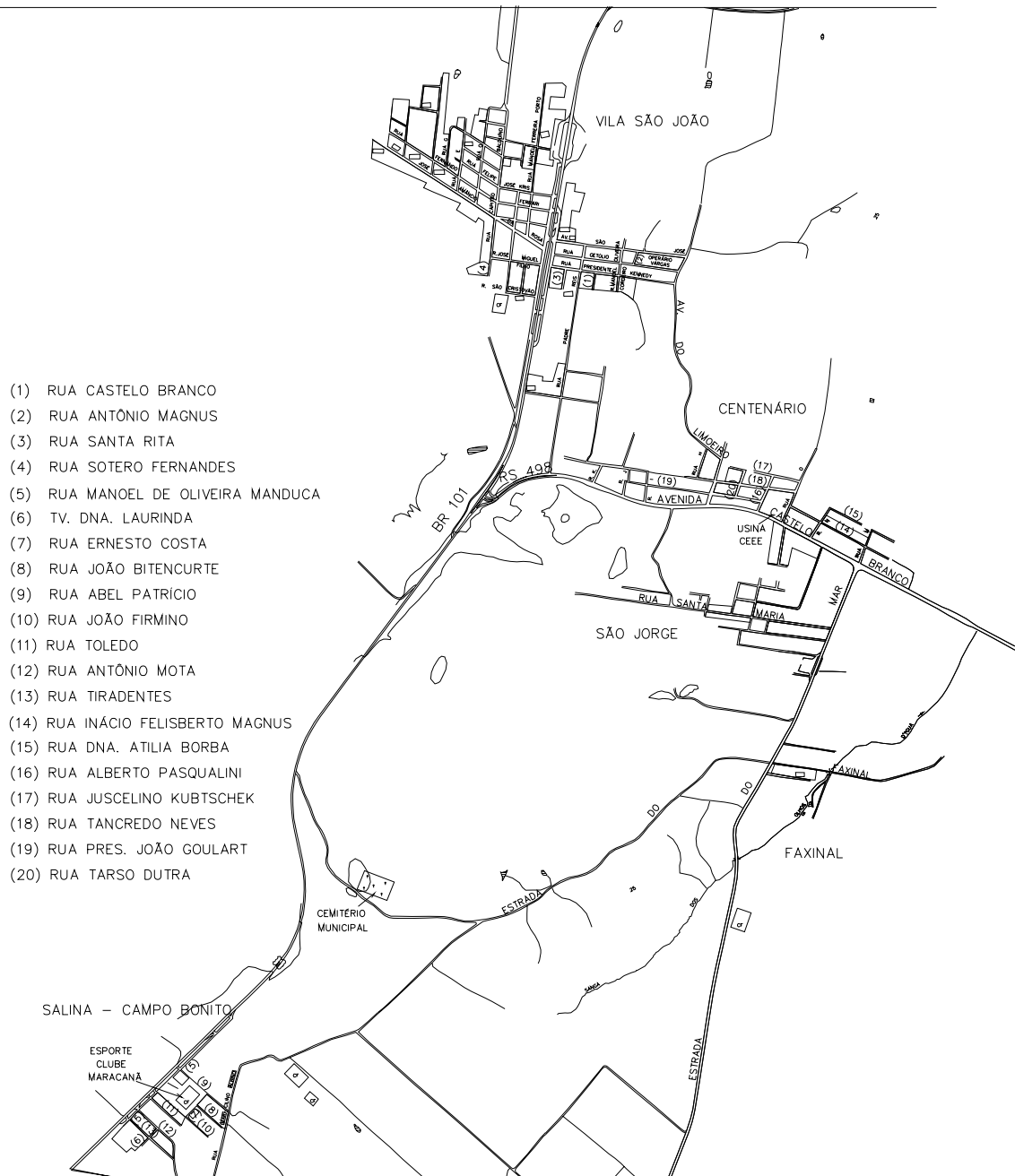
Forma do corpo: gordo magro Nem gordo nem magro
 alto baixo Nem alto nem baixo

Idade: _____

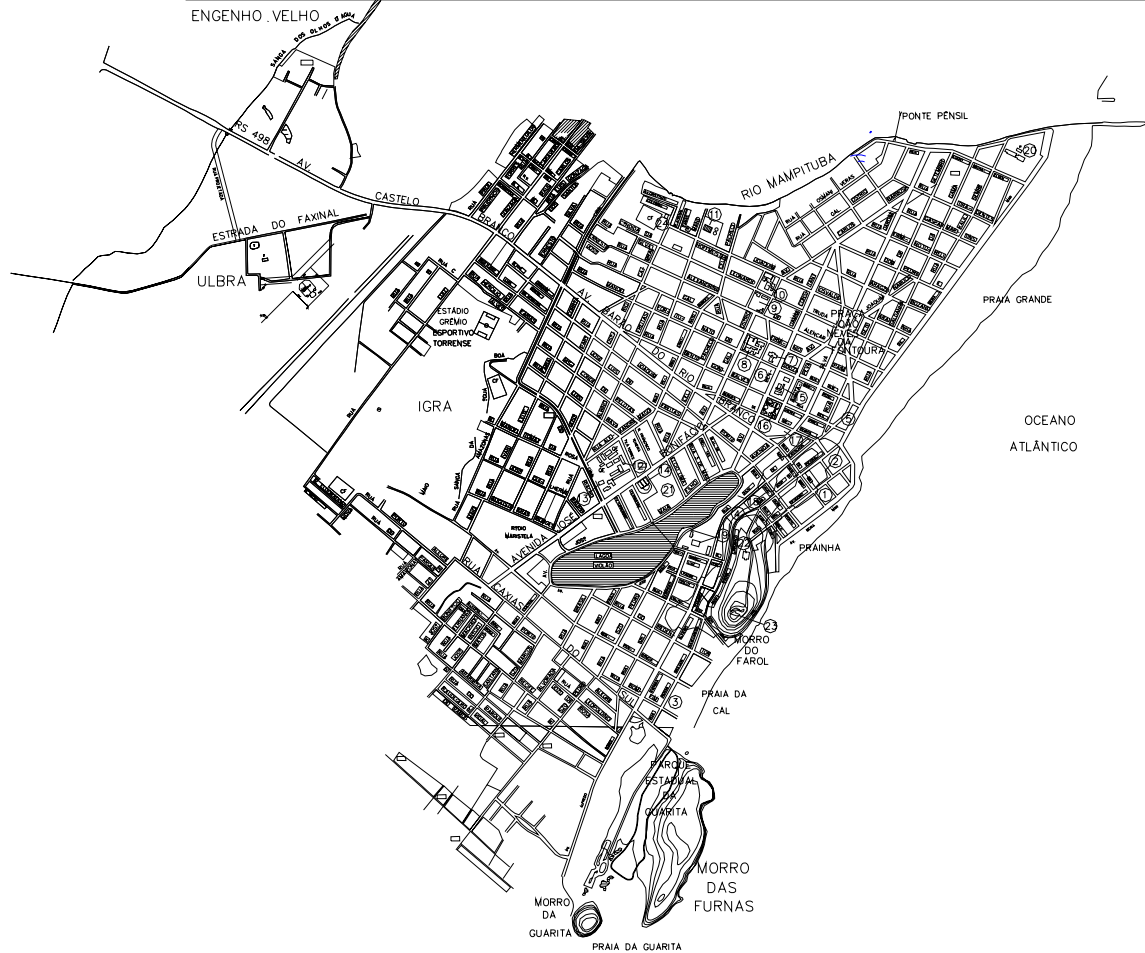
Vestimenta:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Regata | <input type="checkbox"/> Vestido leve |
| <input type="checkbox"/> Camiseta manga curta | <input type="checkbox"/> Vestido médio |
| <input type="checkbox"/> Camiseta manga comprida | <input type="checkbox"/> Vestido grosso |
| <input type="checkbox"/> Camisa manga curta | <input type="checkbox"/> Moletom |
| <input type="checkbox"/> Camisa manga comprida | <input type="checkbox"/> Casaco leve |
| <input type="checkbox"/> Blusa leve | <input type="checkbox"/> Jaqueta |
| <input type="checkbox"/> Blusa média | <input type="checkbox"/> Sapato |
| <input type="checkbox"/> Bermuda | <input type="checkbox"/> Tênis |
| <input type="checkbox"/> Traje de banho | <input type="checkbox"/> Chinelo ou sandália |
| <input type="checkbox"/> Saia | <input type="checkbox"/> Descalço |
| <input type="checkbox"/> Calça leve | <input type="checkbox"/> Gravata |
| <input type="checkbox"/> Calça média | <input type="checkbox"/> Chapéu ou boné |
| <input type="checkbox"/> Calça grossa | |

APÊNDICE B – MAPAS DE TORRES



| | | | |
|----|--|----|---|
| 1 | PRAÇA BORGES DE MEDEIROS | 13 | SUBESTAÇÃO (C.E.E.E) |
| 2 | PRAÇA PINHEIRO MACHADO | 14 | ESTAÇÃO RODOVIÁRIA |
| 3 | PRAÇA NOSSA SENHORA DOS NAVEGANTES | 15 | GRUPO ESCOLAR GOV. JORGE LACERDA |
| 4 | PRAÇA CEL. SEVERIANO RODRIGUES DA SILVA | 16 | CORSAN – HIDRÁULICA |
| 5 | PRAÇA CLAUDINO NUNES PEREIRA | 17 | CORREIOS |
| 6 | PRAÇA GETÓLIO VARGAS | 18 | PREFEITURA MUNICIPAL DE TORRES |
| 7 | IGREJA SANTA LUZIA | 19 | CENTRO EDUCACIONAL SÃO DOMINGOS |
| 8 | HOSPITAL NOSSA SENHORA DOS NAVEGANTES | 20 | SEDE ESPORTIVA S.A.P.T. |
| 9 | CAMPING MUNICIPAL | 21 | SUPERMERCADO NACIONAL |
| 10 | ESCOLA SANTA CATARINA | 22 | SERVIÇO DE METEOROLOGIA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA |
| 11 | CORSAN – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO | 23 | RESERVATÓRIO DA CORSAN |
| 12 | GRUPO ESCOLAR MARCÍLIO DIAS | 24 | ESPORTE CLUBE MAR AZUL |



APÊNDICE C – PLANILHAS DE MEDIÇÃO E DE COLETA DE DADOS

MEDIÇÕES:

Data: _____

Local: _____

| HORÁRIOS | VENTO | | TEMPERAT. SUPERFICIAIS | | | | TEMPERATURA | UMIDADE |
|----------|-------|-----|------------------------|---|---|---|-------------|---------|
| | VEL | DIR | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 15:30 | | | | | | | | |
| 15:45 | | | | | | | | |
| 16:00 | | | | | | | | |
| 16:15 | | | | | | | | |
| 16:30 | | | | | | | | |
| 16:45 | | | | | | | | |
| 17:00 | | | | | | | | |
| 17:15 | | | | | | | | |
| 17:30 | | | | | | | | |
| 17:45 | | | | | | | | |
| 18:00 | | | | | | | | |
| 18:15 | | | | | | | | |
| 18:30 | | | | | | | | |

| | 12 h UTC | 18 h UTC |
|-------------------------------|----------|----------|
| Condição do Tempo | | |
| Temperatura do Ar | | |
| Umidade Relativa do Ar | | |
| Direção do Vento | | |
| Velocidade do Vento | | |
| Pressão Atmosférica | | |
| Chuva Acumulada | | |

APÊNDICE D – DADOS COLETADOS E CALCULADOS

| Praça João Neves da Fontoura 13 de fevereiro | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|--|--|
| Horário | Temperatura | Umidade | Vento Min | Vento Máx | Vento Méd | Vento Dir | T sup 01 | T sup 02 | T sup 03 | Ts média | | |
| 15:30 | 30,90 | 68,0 | 1,0 | 2,7 | 1,85 | S | 41,30 | 34,70 | 42,40 | 39,47 | | |
| 15:35 | 31,00 | 67,0 | | | 2,18 | | 41,30 | 33,03 | 41,23 | 38,52 | | |
| 15:40 | 31,10 | 66,0 | | | 2,52 | | 41,30 | 31,37 | 40,07 | 37,58 | | |
| 15:45 | 31,20 | 65,0 | 1,0 | 4,7 | 2,85 | S | 41,30 | 29,70 | 38,90 | 36,63 | | |
| 15:50 | 31,17 | 65,3 | | | 2,82 | | 41,77 | 30,17 | 38,70 | 36,88 | | |
| 15:55 | 31,13 | 65,7 | | | 2,78 | | 42,23 | 30,63 | 38,50 | 37,12 | | |
| 16:00 | 31,10 | 66,0 | 1,0 | 4,5 | 2,75 | S | 42,70 | 31,10 | 38,30 | 37,37 | | |
| 16:05 | 30,73 | 67,3 | | | 2,45 | | 41,33 | 29,93 | 37,57 | 36,28 | | |
| 16:10 | 30,37 | 68,7 | | | 2,15 | | 39,97 | 28,77 | 36,83 | 35,19 | | |
| 16:15 | 30,00 | 70,0 | 1,0 | 2,7 | 1,85 | S | 38,60 | 27,60 | 36,10 | 34,10 | | |
| 16:20 | 29,90 | 70,7 | | | 2,22 | | 38,83 | 27,87 | 36,83 | 34,51 | | |
| 16:25 | 29,80 | 71,3 | | | 2,58 | | 39,07 | 28,13 | 37,57 | 34,92 | | |
| 16:30 | 29,70 | 72,0 | 1,0 | 4,9 | 2,95 | S | 39,30 | 28,40 | 38,30 | 35,33 | | |
| 16:35 | 29,73 | 72,0 | | | 2,55 | | 39,13 | 28,83 | 38,07 | 35,34 | | |
| 16:40 | 29,77 | 72,0 | | | 2,15 | | 38,97 | 29,27 | 37,83 | 35,36 | | |
| 16:45 | 29,80 | 72,0 | 0,8 | 2,7 | 1,75 | S | 38,80 | 29,70 | 37,60 | 35,37 | | |
| 16:50 | 29,93 | 71,3 | | | 1,98 | | 38,27 | 29,23 | 36,53 | 34,68 | | |
| 16:55 | 30,07 | 70,7 | | | 2,22 | | 37,73 | 28,77 | 35,47 | 33,99 | | |
| 17:00 | 30,20 | 70,0 | 1,1 | 3,8 | 2,45 | S | 37,20 | 28,30 | 34,40 | 33,30 | | |
| 17:05 | 30,07 | 70,0 | | | 2,48 | | 37,37 | 28,63 | 32,97 | 32,99 | | |
| 17:10 | 29,93 | 70,0 | | | 2,52 | | 37,53 | 28,97 | 31,53 | 32,68 | | |
| 17:15 | 29,80 | 70,0 | 1,7 | 3,4 | 2,55 | S | 37,70 | 29,30 | 30,10 | 32,37 | | |
| 17:20 | 29,43 | 71,7 | | | 2,60 | | 36,97 | 27,97 | 29,63 | 31,52 | | |
| 17:25 | 29,07 | 73,3 | | | 2,65 | | 36,23 | 26,63 | 29,17 | 30,68 | | |
| 17:30 | 28,70 | 75,0 | 1,5 | 3,9 | 2,70 | S | 35,50 | 25,30 | 28,70 | 29,83 | | |
| 17:35 | 28,87 | 73,7 | | | 2,58 | | 36,33 | 26,30 | 29,07 | 30,57 | | |
| 17:40 | 29,03 | 72,3 | | | 2,47 | | 37,17 | 27,30 | 29,43 | 31,30 | | |
| 17:45 | 29,20 | 71,0 | 1,6 | 3,1 | 2,35 | S | 38,00 | 28,30 | 29,80 | 32,03 | | |
| 17:50 | 28,87 | 72,3 | | | 2,43 | | 37,30 | 28,10 | 29,77 | 31,72 | | |
| 17:55 | 28,53 | 73,7 | | | 2,52 | | 36,60 | 27,90 | 29,73 | 31,41 | | |
| 18:00 | 28,20 | 75,0 | 1,4 | 3,8 | 2,60 | S | 35,90 | 27,70 | 29,70 | 31,10 | | |
| 18:05 | 27,93 | 76,3 | | | 2,77 | | 34,80 | 27,03 | 29,60 | 30,48 | | |
| 18:10 | 27,67 | 77,7 | | | 2,93 | | 33,70 | 26,37 | 29,50 | 29,86 | | |
| 18:15 | 27,40 | 79,0 | 1,7 | 4,5 | 3,10 | S | 32,60 | 25,70 | 29,40 | 29,23 | | |
| 18:20 | 27,20 | 80,3 | | | 3,18 | | 32,67 | 25,60 | 29,20 | 29,16 | | |
| 18:25 | 27,00 | 81,7 | | | 3,27 | | 32,73 | 25,50 | 29,00 | 29,08 | | |
| 18:30 | 26,80 | 83,0 | 2,0 | 4,7 | 3,35 | S | 32,80 | 25,40 | 28,80 | 29,00 | | |

| Praça João Neves da Fontoura 14 de fevereiro | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|--|
| Horário | Temperatura | Umidade | Vento_Min | Vento_Máx | Vento_Méd | Vento_Dir | T sup 01 | T sup 02 | T sup 03 | Ts média | |
| 15:30 | 29,00 | 63,0 | 1,6 | 3,5 | 2,55 | S | 39,40 | 31,70 | 36,00 | 35,70 | |
| 15:35 | 29,10 | 62,3 | | | 2,40 | | 38,90 | 30,50 | 35,90 | 35,10 | |
| 15:40 | 29,20 | 61,7 | | | 2,25 | | 38,40 | 29,30 | 35,80 | 34,50 | |
| 15:45 | 29,30 | 61,0 | 1,5 | 2,7 | 2,10 | S | 37,90 | 28,10 | 35,70 | 33,90 | |
| 15:50 | 29,27 | 61,0 | | | 2,43 | | 37,60 | 29,37 | 34,83 | 33,93 | |
| 15:55 | 29,23 | 61,0 | | | 2,77 | | 37,30 | 30,63 | 33,97 | 33,97 | |
| 16:00 | 29,20 | 61,0 | 1,6 | 4,6 | 3,10 | S | 37,00 | 31,90 | 33,10 | 34,00 | |
| 16:05 | 29,20 | 60,7 | | | 2,72 | | 37,07 | 30,30 | 33,93 | 33,77 | |
| 16:10 | 29,20 | 60,3 | | | 2,33 | | 37,13 | 28,70 | 34,77 | 33,53 | |
| 16:15 | 29,20 | 60,0 | 1,1 | 2,8 | 1,95 | S | 37,20 | 27,10 | 35,60 | 33,30 | |
| 16:20 | 29,20 | 60,0 | | | 2,17 | | 36,83 | 26,77 | 35,00 | 32,87 | |
| 16:25 | 29,20 | 60,0 | | | 2,38 | | 36,47 | 26,43 | 34,40 | 32,43 | |
| 16:30 | 29,20 | 60,0 | 1,7 | 3,5 | 2,60 | S | 36,10 | 26,10 | 33,80 | 32,00 | |
| 16:35 | 29,33 | 60,0 | | | 2,67 | | 35,83 | 25,60 | 33,47 | 31,63 | |
| 16:40 | 29,47 | 60,0 | | | 2,73 | | 35,57 | 25,10 | 33,13 | 31,27 | |
| 16:45 | 29,60 | 60,0 | 1,6 | 4 | 2,80 | S | 35,30 | 24,60 | 32,80 | 30,90 | |
| 16:50 | 29,23 | 61,0 | | | 2,68 | | 35,67 | 25,67 | 32,80 | 31,38 | |
| 16:55 | 28,87 | 62,0 | | | 2,57 | | 36,03 | 26,73 | 32,80 | 31,86 | |
| 17:00 | 28,50 | 63,0 | 1,6 | 3,3 | 2,45 | S | 36,40 | 27,80 | 32,80 | 32,33 | |
| 17:05 | 28,53 | 63,0 | | | 2,28 | | 35,37 | 26,77 | 32,33 | 31,49 | |
| 17:10 | 28,57 | 63,0 | | | 2,12 | | 34,33 | 25,73 | 31,87 | 30,64 | |
| 17:15 | 28,60 | 63,0 | 1,2 | 2,7 | 1,95 | S | 33,30 | 24,70 | 31,40 | 29,80 | |
| 17:20 | 28,27 | 63,3 | | | 2,02 | | 33,43 | 25,73 | 31,53 | 30,23 | |
| 17:25 | 27,93 | 63,7 | | | 2,08 | | 33,57 | 26,77 | 31,67 | 30,67 | |
| 17:30 | 27,60 | 64,0 | 1,2 | 3,1 | 2,15 | S | 33,70 | 27,80 | 31,80 | 31,10 | |
| 17:35 | 27,57 | 63,3 | | | 2,08 | | 33,53 | 27,30 | 31,63 | 30,82 | |
| 17:40 | 27,53 | 62,7 | | | 2,02 | | 33,37 | 26,80 | 31,47 | 30,54 | |
| 17:45 | 27,50 | 62,0 | 0,8 | 3,1 | 1,95 | S | 33,20 | 26,30 | 31,30 | 30,27 | |

| Praça João Neves da Fontoura - Dados Coletados e Calculados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|--------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|-----|-------|-------|--------|-------|-----|------|---------|------|-----|
| Nome | Peso | Altura | Idade | Data | Horário | T Local | T Paral | U Local | U Paral | VP | PV | R | TMR C | TMR P | Ativid | clo | PMV | PET | HUMIDEX | Tne | TS |
| G1 | 64 | 1,70 | 52 | 13.02 | 15:35 | 29,1 | 32,6 | 74,5 | 65,8 | 29,9 | 29,9 | 853 | 77,07 | 62,0 | 210 | 0,219 | 4,5 | 41,3 | 40,2 | 22,6 | 5,7 |
| L1 | 64 | 1,63 | 55 | 13.02 | 15:40 | 29,5 | 31,9 | 75,0 | 66,7 | 30,9 | 30,9 | 847 | 76,45 | 61,8 | 104 | 0,387 | 4,1 | 40,5 | 41,1 | 22,0 | 5,6 |
| G2 | 55 | 1,70 | 20 | 13.02 | 15:47 | 27,9 | 31,6 | 76,9 | 67,6 | 28,8 | 28,8 | 841 | 75,83 | 60,4 | 104 | 0,310 | 3,2 | 37,6 | 38,4 | 21,4 | 5,3 |
| G3 | 55 | 1,70 | 33 | 13.02 | 16:10 | 27,7 | 31,7 | 78,3 | 67,3 | 29,0 | 29,0 | 804 | 71,93 | 60,4 | 315 | 0,400 | 5,0 | 38,8 | 38,3 | 22,4 | 5,4 |
| L2 | 64 | 1,63 | 45 | 13.02 | 16:10 | 27,7 | 31,7 | 78,3 | 67,3 | 29,0 | 29,0 | 804 | 71,93 | 60,4 | 210 | 0,387 | 3,6 | 38,4 | 38,3 | 22,4 | 5,4 |
| L3 | 55 | 1,76 | 35 | 13.02 | 16:20 | 28,2 | 31,6 | 75,4 | 66,4 | 28,8 | 28,8 | 784 | 69,76 | 60,3 | 104 | 0,400 | 3,5 | 38,8 | 38,6 | 22,1 | 5,4 |
| G4 | 55 | 1,70 | 27 | 13.02 | 16:28 | 27,7 | 31,1 | 76,6 | 67,3 | 28,4 | 28,4 | 765 | 67,67 | 58,6 | 104 | 0,387 | 2,7 | 35,7 | 37,9 | 20,9 | 5,1 |
| L4 | 55 | 1,76 | 33 | 13.02 | 16:35 | 28,1 | 31,1 | 75,5 | 67,8 | 28,6 | 28,6 | 752 | 66,21 | 59,1 | 104 | 0,310 | 3,2 | 37,5 | 38,5 | 21,4 | 5,3 |
| G5 | 55 | 1,70 | 30 | 13.02 | 16:40 | 28,1 | 31,1 | 76,2 | 67,5 | 28,9 | 28,9 | 739 | 64,73 | 59,0 | 104 | 0,368 | 3,3 | 38,1 | 38,6 | 22,0 | 5,4 |
| L5 | 55 | 1,76 | 73 | 13.02 | 17:00 | 28,8 | 31,1 | 74,2 | 68,2 | 29,3 | 29,3 | 686 | 58,50 | 57,5 | 210 | 0,548 | 3,4 | 37,5 | 39,5 | 21,2 | 5,3 |
| G6 | 55 | 1,70 | 55 | 13.02 | 17:20 | 28,7 | 30,9 | 75,0 | 68,5 | 29,5 | 29,5 | 631 | 60,32 | 55,5 | 210 | 0,477 | 3,3 | 36,3 | 39,5 | 20,7 | 5,1 |
| L6 | 64 | 1,70 | 54 | 13.02 | 17:20 | 28,7 | 30,9 | 75,0 | 68,5 | 29,5 | 29,5 | 631 | 60,32 | 55,5 | 210 | 0,310 | 3,9 | 36,7 | 39,5 | 20,7 | 5,1 |
| L7 | 55 | 1,76 | 40 | 13.02 | 17:30 | 28,2 | 30,7 | 77,1 | 68,9 | 29,4 | 29,4 | 603 | 56,55 | 54,0 | 104 | 0,387 | 2,6 | 34,8 | 39,0 | 20,4 | 4,9 |
| L8 | 64 | 1,63 | 69 | 13.02 | 17:45 | 27,9 | 30,2 | 75,5 | 68,8 | 28,3 | 28,3 | 559 | 50,37 | 52,3 | 104 | 0,477 | 2,5 | 34,4 | 38,1 | 20,6 | 4,9 |
| G7 | 55 | 1,70 | 74 | 13.02 | 17:50 | 27,9 | 30,1 | 76,1 | 68,9 | 28,5 | 28,5 | 544 | 48,17 | 51,6 | 210 | 0,490 | 3,4 | 34,2 | 38,2 | 20,4 | 4,9 |
| L9 | 55 | 1,70 | 19 | 13.02 | 18:10 | 26,7 | 30,0 | 78,8 | 69,2 | 27,5 | 27,5 | 473 | 37,13 | 47,2 | 210 | 0,310 | 3,0 | 29,4 | 36,4 | 19,5 | 4,4 |
| G8 | 55 | 1,70 | 57 | 13.02 | 18:15 | 26,6 | 30,0 | 79,8 | 69,0 | 27,7 | 27,7 | 452 | 33,63 | 46,0 | 210 | 0,052 | 1,8 | 27,3 | 36,5 | 19,2 | 4,3 |
| L10 | 55 | 1,70 | 19 | 13.02 | 18:15 | 26,6 | 30,0 | 79,8 | 69,0 | 27,7 | 27,7 | 452 | 33,63 | 46,0 | 210 | 0,310 | 2,8 | 28,4 | 36,5 | 19,2 | 4,3 |
| L11 | 55 | 1,63 | 35 | 13.02 | 18:25 | 26,4 | 29,9 | 81,1 | 69,6 | 27,9 | 27,9 | 411 | 26,42 | 43,8 | 126 | 0,310 | 1,5 | 26,9 | 36,3 | 18,8 | 4,1 |
| L12 | 55 | 1,63 | 22 | 14.02 | 15:35 | 28,2 | 28,6 | 67,0 | 67,9 | 25,6 | 25,6 | 855 | 86,63 | 61,1 | 126 | 0,310 | 3,5 | 38,8 | 36,8 | 22,2 | 5,6 |
| G9 | 64 | 1,70 | 55 | 14.02 | 15:40 | 27,9 | 29,0 | 66,4 | 66,5 | 24,9 | 24,9 | 849 | 86,00 | 61,0 | 126 | 0,645 | 3,1 | 38,5 | 36,2 | 22,4 | 5,6 |
| G10 | 55 | 1,70 | 23 | 14.02 | 16:10 | 28,6 | 28,8 | 66,0 | 64,7 | 25,8 | 25,8 | 805 | 81,25 | 61,0 | 126 | 0,381 | 3,6 | 39,6 | 37,4 | 22,0 | 5,6 |
| L13 | 64 | 1,70 | 45 | 14.02 | 16:10 | 28,6 | 28,8 | 66,0 | 64,7 | 25,8 | 25,8 | 805 | 81,25 | 61,0 | 104 | 0,348 | 3,8 | 39,4 | 37,4 | 22,0 | 5,6 |
| L14 | 55 | 1,70 | 49 | 14.02 | 16:35 | 27,7 | 28,3 | 67,2 | 66,7 | 24,9 | 24,9 | 754 | 75,50 | 58,7 | 210 | 0,381 | 3,3 | 36,2 | 36,0 | 21,2 | 5,2 |
| L15 | 55 | 1,63 | 24 | 14.02 | 16:55 | 27,5 | 27,6 | 66,6 | 67,5 | 24,4 | 24,4 | 701 | 69,20 | 57,0 | 126 | 0,310 | 2,7 | 35,3 | 35,5 | 21,1 | 5,1 |
| G11 | 64 | 1,70 | 70 | 14.02 | 17:00 | 27,9 | 27,7 | 67,4 | 66,6 | 25,3 | 25,3 | 688 | 67,60 | 57,0 | 210 | 0,387 | 3,1 | 36,1 | 36,4 | 21,2 | 5,2 |
| L16 | 55 | 1,76 | 88 | 14.02 | 17:20 | 26,9 | 27,2 | 67,7 | 68,1 | 23,9 | 23,9 | 629 | 60,05 | 54,6 | 104 | 0,439 | 2,4 | 34,8 | 34,6 | 21,6 | 5,1 |
| G12 | 55 | 1,70 | 61 | 14.02 | 17:30 | 27,5 | 27,2 | 68,4 | 66,7 | 25,1 | 25,1 | 600 | 56,14 | 53,7 | 104 | 0,665 | 2,5 | 34,8 | 35,9 | 21,2 | 5,1 |
| L17 | 55 | 1,76 | 35 | 14.02 | 17:40 | 27,1 | 27,3 | 67,9 | 67,7 | 24,3 | 24,3 | 571 | 52,09 | 52,5 | 104 | 0,219 | 2,1 | 34,0 | 35,0 | 21,2 | 5,0 |
| G13 | 64 | 1,70 | 43 | 14.02 | 17:40 | 27,1 | 27,3 | 67,9 | 67,7 | 24,3 | 24,3 | 571 | 52,09 | 52,5 | 126 | 0,219 | 2,6 | 34,2 | 35,0 | 21,2 | 5,0 |

VP = pressão de vapor calculada/PV = pressão de vapor RayMan/R = radiação

TMR C = calculada/ TMR P = RayMan/ Atividade = (W/m2)

| Praça Pinheiro Machado 17 de fevereiro | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|--|--|
| Horário | Temperatura | Umidade | Vento Min | Vento Máx | Vento Méd | Vento Dir | T sup.01 | T sup.02 | T sup.03 | Ts média | | |
| 15:30 | 32,20 | 63,0 | 1,1 | 2,4 | 1,75 | S | 50,30 | 35,30 | | 42,80 | | |
| 15:35 | 32,43 | 62,0 | | | 1,95 | | 48,80 | 34,00 | | 41,40 | | |
| 15:40 | 32,67 | 61,0 | | | 2,15 | | 47,30 | 32,70 | | 40,00 | | |
| 15:45 | 32,90 | 60,0 | 1,2 | 3,5 | 2,35 | S | 45,80 | 31,40 | | 38,60 | | |
| 15:50 | 32,73 | 61,3 | | | 2,27 | | 45,77 | 31,53 | | 38,65 | | |
| 15:55 | 32,57 | 62,7 | | | 2,18 | | 45,73 | 31,67 | | 38,70 | | |
| 16:00 | 32,40 | 64,0 | 0,8 | 3,4 | 2,10 | S | 45,70 | 31,80 | | 38,75 | | |
| 16:05 | 32,37 | 63,0 | | | 2,37 | | 45,60 | 31,43 | | 38,52 | | |
| 16:10 | 32,33 | 62,0 | | | 2,63 | | 45,50 | 31,07 | | 38,28 | | |
| 16:15 | 32,30 | 61,0 | 1,5 | 4,3 | 2,90 | S | 45,40 | 30,70 | | 38,05 | | |
| 16:20 | 32,30 | 60,3 | | | 2,65 | | 45,17 | 30,33 | | 37,75 | | |
| 16:25 | 32,30 | 59,7 | | | 2,40 | | 44,93 | 29,97 | | 37,45 | | |
| 16:30 | 32,30 | 59,0 | 1,4 | 2,9 | 2,15 | S | 44,70 | 29,60 | | 37,15 | | |
| 16:35 | 32,23 | 58,7 | | | 2,30 | | 44,67 | 29,37 | | 37,02 | | |
| 16:40 | 32,17 | 58,3 | | | 2,45 | | 44,63 | 29,13 | | 36,88 | | |
| 16:45 | 32,10 | 58,0 | 1,2 | 4,0 | 2,60 | S | 44,60 | 28,90 | | 36,75 | | |
| 16:50 | 32,20 | 58,7 | | | 2,55 | | 44,40 | 29,17 | | 36,78 | | |
| 16:55 | 32,30 | 59,3 | | | 2,50 | | 44,20 | 29,43 | | 36,82 | | |
| 17:00 | 32,40 | 60,0 | 1,0 | 3,9 | 2,45 | S | 44,00 | 29,70 | | 36,85 | | |
| 17:05 | 32,23 | 60,0 | | | 2,40 | | 43,67 | 29,37 | | 36,52 | | |
| 17:10 | 32,07 | 60,0 | | | 2,35 | | 43,33 | 29,03 | | 36,18 | | |
| 17:15 | 31,90 | 60,0 | 1,2 | 3,4 | 2,30 | S | 43,00 | 28,70 | | 35,85 | | |
| 17:20 | 31,90 | 61,0 | | | 2,28 | | 42,70 | 28,90 | | 35,80 | | |
| 17:25 | 31,90 | 62,0 | | | 2,27 | | 42,40 | 29,10 | | 35,75 | | |
| 17:30 | 31,90 | 63,0 | 1,1 | 3,4 | 2,25 | S | 42,10 | 29,30 | | 35,70 | | |
| 17:35 | 31,90 | 63,0 | | | 2,23 | | 41,80 | 29,00 | | 35,40 | | |
| 17:40 | 31,90 | 63,0 | | | 2,22 | | 41,50 | 28,70 | | 35,10 | | |
| 17:45 | 31,90 | 63,0 | 1,0 | 3,4 | 2,20 | S | 41,20 | 28,40 | | 34,80 | | |
| 17:50 | 31,77 | 63,7 | | | 2,32 | | 40,67 | 28,23 | | 34,45 | | |
| 17:55 | 31,63 | 64,3 | | | 2,43 | | 40,13 | 28,07 | | 34,10 | | |
| 18:00 | 31,50 | 65,0 | 1,8 | 3,3 | 2,55 | S | 39,60 | 27,90 | | 33,75 | | |
| 18:05 | 30,87 | 66,3 | | | 2,68 | | 38,43 | 27,33 | | 32,88 | | |
| 18:10 | 30,23 | 67,7 | | | 2,82 | | 37,27 | 26,77 | | 32,02 | | |
| 18:15 | 29,60 | 69,0 | 2,1 | 3,8 | 2,95 | S | 36,10 | 26,20 | | 31,15 | | |
| 18:20 | 29,03 | 71,3 | | | 2,93 | | 35,70 | 26,03 | | 30,87 | | |
| 18:25 | 28,47 | 73,7 | | | 2,92 | | 35,30 | 25,87 | | 30,58 | | |
| 18:30 | 27,90 | 76,0 | 1,7 | 4,1 | 2,90 | S | 34,90 | 25,70 | | 30,30 | | |

| Praça Pinheiro Machado 18 de fevereiro | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|--|--|
| Horário | Temperatura | Umidade | Vento Min | Vento Máx | Vento Méd | Vento Dir | T sup.01 | T sup.02 | T sup.03 | Ts média | | |
| 15:30 | 30,50 | 71,0 | 1,0 | 2,3 | 1,65 | S | 46,50 | 31,70 | | 39,10 | | |
| 15:35 | 31,33 | 67,3 | | | 1,90 | | 46,20 | 31,17 | | 38,68 | | |
| 15:40 | 32,17 | 63,7 | | | 2,15 | | 45,90 | 30,63 | | 38,27 | | |
| 15:45 | 33,00 | 60,0 | 1,6 | 3,2 | 2,40 | S | 45,60 | 30,10 | | 37,85 | | |
| 15:50 | 33,00 | 60,0 | | | 2,40 | | 45,93 | 30,20 | | 38,07 | | |
| 15:55 | 33,00 | 60,0 | | | 2,40 | | 46,27 | 30,30 | | 38,28 | | |
| 16:00 | 33,00 | 60,0 | 1,8 | 3,0 | 2,40 | S | 46,60 | 30,40 | | 38,50 | | |
| 16:05 | 32,77 | 60,7 | | | 2,55 | | 45,60 | 29,70 | | 37,65 | | |
| 16:10 | 32,53 | 61,3 | | | 2,70 | | 44,60 | 29,00 | | 36,80 | | |
| 16:15 | 32,30 | 62,0 | 2,1 | 3,6 | 2,85 | S | 43,60 | 28,30 | | 35,95 | | |
| 16:20 | 32,33 | 62,3 | | | 2,73 | | 43,47 | 28,40 | | 35,93 | | |
| 16:25 | 32,37 | 62,7 | | | 2,62 | | 43,33 | 28,50 | | 35,92 | | |
| 16:30 | 32,40 | 63,0 | 1,7 | 3,3 | 2,50 | S | 43,20 | 28,60 | | 35,90 | | |
| 16:35 | 32,20 | 63,7 | | | 2,63 | | 43,10 | 28,33 | | 35,72 | | |
| 16:40 | 32,00 | 64,3 | | | 2,77 | | 43,00 | 28,07 | | 35,53 | | |
| 16:45 | 31,80 | 65,0 | 2,0 | 3,8 | 2,90 | S | 42,90 | 27,80 | | 35,35 | | |
| 16:50 | 31,57 | 65,7 | | | 2,83 | | 42,07 | 27,50 | | 34,78 | | |
| 16:55 | 31,33 | 66,3 | | | 2,77 | | 41,23 | 27,20 | | 34,22 | | |
| 17:00 | 31,10 | 67,0 | 1,6 | 3,8 | 2,70 | S | 40,40 | 26,90 | | 33,65 | | |
| 17:05 | 30,80 | 68,0 | | | 2,43 | | 40,13 | 26,97 | | 33,55 | | |
| 17:10 | 30,50 | 69,0 | | | 2,17 | | 39,87 | 27,03 | | 33,45 | | |
| 17:15 | 30,20 | 70,0 | 2,2 | 1,6 | 1,90 | S | 39,60 | 27,10 | | 33,35 | | |

| Praça Pinheiro Machado 16 de fevereiro | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|--|--|
| Horário | Temperatura | Umidade | Vento Min | Vento Máx | Vento Méd | Vento Dir | T sup.01 | T sup.02 | T sup.03 | Ts média | | |
| 15:30 | 31,00 | 67,0 | 0,5 | 1,8 | 1,15 | S | 39,60 | 29,30 | | 34,45 | | |
| 15:35 | 31,20 | 67,7 | | | 1,32 | | 39,70 | 30,00 | | 34,85 | | |
| 15:40 | 31,40 | 68,3 | | | 1,48 | | 39,80 | 30,70 | | 35,25 | | |
| 15:45 | 31,60 | 69,0 | 1,4 | 1,9 | 1,65 | S | 39,90 | 31,40 | | 35,65 | | |
| 15:50 | 32,37 | 66,0 | | | 1,68 | | 40,20 | 30,70 | | 35,45 | | |
| 15:55 | 33,13 | 63,0 | | | 1,72 | | 40,50 | 30,00 | | 35,25 | | |
| 16:00 | 33,90 | 60,0 | 1,3 | 2,2 | 1,75 | S | 40,80 | 29,30 | | 35,05 | | |
| 16:05 | 33,13 | 63,0 | | | 1,62 | | 40,00 | 29,00 | | 34,50 | | |
| 16:10 | 32,37 | 66,0 | | | 1,48 | | 39,20 | 28,70 | | 33,95 | | |
| 16:15 | 31,60 | 69,0 | 0,9 | 1,8 | 1,35 | S | 38,40 | 28,40 | | 33,40 | | |
| 16:20 | 31,63 | 68,7 | | | 1,28 | | 37,87 | 28,20 | | 33,03 | | |
| 16:25 | 31,67 | 68,3 | | | 1,22 | | 37,33 | 28,00 | | 32,67 | | |
| 16:30 | 31,70 | 68,0 | 0,9 | 1,4 | 1,15 | S | 36,80 | 27,80 | | 32,30 | | |

| Praça Pinheiro Machado - Dados Coletados e Calculados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|--------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|-----|-------|-------|--------|-------|-----|------|---------|------|------|
| Nome | Peso | Altura | Idade | Data | Horário | T Local | T Paral | U Local | U Paral | VP | PV | R | TMR C | TMR P | Ativid | clo | PMV | PET | HUMIDEX | Tne | TS |
| L1 | 64 | 1,70 | 35 | 16.02 | 15:25 | 32,3 | 25,8 | 65,2 | 89,4 | 31,4 | 31,5 | 867 | 78,50 | 66,6 | 104 | 0,052 | 7,4 | 50,3 | 45,8 | 25,7 | 6,50 |
| G1 | 55 | 1,70 | 50 | 16.02 | 15:28 | 31,9 | 25,3 | 65,7 | 89,9 | 31,0 | 31,0 | 864 | 78,19 | 66,3 | 104 | 0,548 | 5,9 | 48,2 | 45,4 | 25,7 | 6,44 |
| L2 | 64 | 1,70 | 42 | 16.02 | 15:35 | 32,0 | 25,4 | 66,4 | 89,8 | 31,5 | 31,5 | 858 | 77,58 | 66,0 | 126 | 0,052 | 7,0 | 49,2 | 45,0 | 24,9 | 6,38 |
| L3 | 73 | 1,63 | 55 | 16.02 | 15:45 | 32,8 | 26,0 | 64,5 | 88,0 | 32,0 | 32,0 | 846 | 76,35 | 65,9 | 104 | 0,052 | 9,2 | 49,0 | 54,0 | 23,8 | 6,37 |
| L4 | 55 | 1,70 | 37 | 16.02 | 15:55 | 33,1 | 26,5 | 63,2 | 85,3 | 31,9 | 31,9 | 834 | 75,10 | 65,8 | 104 | 0,277 | 6,7 | 48,4 | 53,6 | 23,5 | 6,37 |
| L5 | 55 | 1,70 | 39 | 16.02 | 16:20 | 32,2 | 27,2 | 64,8 | 80,0 | 31,1 | 31,1 | 790 | 70,42 | 65,0 | 104 | 0,310 | 5,7 | 48,1 | 47,1 | 24,6 | 6,29 |
| L6 | 55 | 1,70 | 41 | 17.02 | 15:55 | 29,5 | 27,9 | 75,1 | 77,3 | 30,9 | 30,9 | 836 | 75,31 | 62,5 | 126 | 0,052 | 5,1 | 42,1 | 55,8 | 22,5 | 5,73 |
| L7 | 64 | 1,70 | 38 | 17.02 | 16:10 | 29,3 | 28,0 | 71,9 | 72,3 | 29,2 | 29,2 | 811 | 72,68 | 61,5 | 210 | 0,277 | 4,1 | 40,1 | 53,7 | 21,6 | 5,53 |
| L8 | 64 | 1,70 | 40 | 17.02 | 16:25 | 29,4 | 28,0 | 69,3 | 72,6 | 28,3 | 28,3 | 783 | 69,65 | 61,2 | 210 | 0,400 | 4,0 | 40,3 | 53,0 | 21,8 | 5,58 |
| L9 | 55 | 1,70 | 39 | 17.02 | 16:40 | 29,0 | 28,2 | 70,4 | 73,7 | 28,1 | 28,1 | 746 | 65,53 | 59,7 | 126 | 0,277 | 3,7 | 39,3 | 52,3 | 21,5 | 5,44 |
| G2 | 73 | 1,70 | 62 | 17.02 | 16:40 | 29,0 | 28,2 | 70,4 | 73,7 | 28,1 | 28,1 | 746 | 65,53 | 59,7 | 104 | 0,419 | 3,4 | 39,0 | 52,3 | 21,5 | 5,44 |
| G3 | 55 | 1,70 | 33 | 17.02 | 16:45 | 29,0 | 27,6 | 71,0 | 73,7 | 28,4 | 28,4 | 733 | 64,04 | 59,2 | 104 | 0,219 | 3,8 | 38,5 | 53,6 | 21,2 | 5,36 |
| L10 | 55 | 1,70 | 42 | 17.02 | 16:55 | 28,7 | 27,7 | 71,6 | 76,0 | 28,1 | 28,1 | 706 | 60,90 | 58,3 | 104 | 0,310 | 3,4 | 37,8 | 52,0 | 21,2 | 5,30 |
| L11 | 55 | 1,70 | 29 | 17.02 | 17:20 | 28,6 | 27,5 | 73,0 | 76,7 | 28,5 | 28,5 | 626 | 59,65 | 55,5 | 104 | 0,277 | 3,1 | 36,7 | 52,4 | 21,1 | 5,19 |
| G4 | 73 | 1,70 | 54 | 17.02 | 17:20 | 28,6 | 27,5 | 73,0 | 76,7 | 28,5 | 28,5 | 626 | 59,65 | 55,5 | 104 | 0,419 | 3,0 | 36,9 | 52,4 | 21,1 | 5,19 |
| L12 | 64 | 1,76 | 39 | 17.02 | 17:30 | 28,7 | 27,7 | 74,1 | 78,4 | 29,1 | 29,1 | 592 | 55,04 | 54,2 | 104 | 0,277 | 3,0 | 36,5 | 53,1 | 21,0 | 5,14 |
| G5 | 73 | 1,70 | 45 | 17.02 | 17:37 | 28,4 | 27,7 | 74,8 | 77,9 | 28,9 | 28,9 | 578 | 53,08 | 53,6 | 126 | 0,310 | 3,0 | 36,1 | 51,8 | 20,9 | 5,08 |
| L13 | 73 | 1,76 | 28 | 17.02 | 17:40 | 28,4 | 27,5 | 76,5 | 77,5 | 29,5 | 29,5 | 563 | 50,94 | 53,0 | 126 | 0,277 | 2,8 | 35,5 | 51,4 | 20,8 | 5,04 |
| L14 | 64 | 1,70 | 34 | 17.02 | 18:00 | 28,1 | 27,4 | 75,7 | 77,1 | 28,7 | 28,7 | 505 | 42,25 | 50,0 | 104 | 0,277 | 2,1 | 33,1 | 50,5 | 20,1 | 4,78 |
| L15 | 64 | 1,70 | 31 | 18.02 | 15:40 | 28,8 | 28,7 | 74,2 | 75,1 | 29,3 | 29,3 | 855 | 77,28 | 62,2 | 126 | 0,277 | 4,0 | 40,9 | 54,8 | 22,7 | 5,70 |
| G6 | 64 | 1,70 | 63 | 18.02 | 15:40 | 28,8 | 28,7 | 74,2 | 75,1 | 29,3 | 29,3 | 855 | 77,28 | 62,2 | 210 | 0,419 | 4,4 | 40,9 | 54,8 | 22,7 | 5,70 |
| L16 | 55 | 1,63 | 24 | 18.02 | 15:50 | 29,1 | 28,4 | 73,6 | 75,2 | 29,6 | 29,6 | 843 | 76,04 | 62,1 | 126 | 0,277 | 3,9 | 40,5 | 54,9 | 22,1 | 5,63 |
| G7 | 64 | 1,70 | 60 | 18.02 | 16:00 | 29,1 | 28,4 | 72,9 | 75,0 | 29,3 | 29,3 | 831 | 74,79 | 62,0 | 210 | 0,310 | 4,6 | 41,0 | 53,8 | 22,1 | 5,62 |
| G8 | 55 | 1,70 | 34 | 18.02 | 16:12 | 29,0 | 28,3 | 72,4 | 77,5 | 28,9 | 28,9 | 812 | 72,78 | 61,3 | 104 | 0,310 | 3,7 | 39,6 | 52,4 | 21,5 | 5,47 |
| L17 | 55 | 1,70 | 40 | 18.02 | 16:15 | 29,1 | 28,3 | 72,6 | 78,5 | 29,2 | 29,2 | 803 | 71,82 | 61,0 | 126 | 0,277 | 3,7 | 39,1 | 52,4 | 21,5 | 5,41 |
| L18 | 55 | 1,76 | 30 | 18.02 | 16:20 | 29,1 | 28,4 | 73,0 | 78,1 | 29,3 | 29,3 | 793 | 70,74 | 60,9 | 126 | 0,219 | 4,0 | 39,4 | 51,5 | 21,4 | 5,42 |
| G9 | 64 | 1,70 | 58 | 18.02 | 16:24 | 29,1 | 28,3 | 74,1 | 76,6 | 29,8 | 29,8 | 784 | 69,76 | 60,8 | 104 | 0,219 | 4,3 | 39,5 | 51,5 | 21,5 | 5,43 |
| L19 | 73 | 1,63 | 49 | 18.02 | 16:45 | 29,1 | 28,0 | 73,4 | 77,1 | 29,5 | 29,5 | 735 | 64,27 | 59,1 | 210 | 0,277 | 3,7 | 38,0 | 50,6 | 20,8 | 5,25 |
| L20 | 64 | 1,76 | 31 | 18.02 | 17:10 | 28,8 | 27,6 | 75,2 | 78,7 | 29,7 | 29,7 | 661 | 64,21 | 57,1 | 104 | 0,277 | 3,5 | 38,0 | 46,5 | 21,5 | 5,29 |
| G10 | 73 | 1,70 | 50 | 18.02 | 17:10 | 28,8 | 27,6 | 75,2 | 78,7 | 29,7 | 29,7 | 661 | 64,21 | 57,1 | 210 | 0,277 | 3,6 | 38,1 | 46,5 | 21,5 | 5,29 |

VP = pressão de vapor calculada/PV = pressão de vapor RayMan/R = radiação

TMR C = calculada/ TMR P = RayMan/ Atividade = (W/m2)

| Praça Getúlio Vargas 18 de fevereiro | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Horário | Temperatura | Umidade | Vento Min | Vento Máx | Vento Méd | Vento Dir | T sup 01 | T sup 02 | T sup 03 | Ts média |
| 17:30 | 31,20 | 69,0 | 0,5 | 1,1 | 0,80 | S | 33,70 | 30,80 | | 32,25 |
| 17:35 | 30,97 | 68,7 | | | 0,68 | | 32,87 | 29,60 | | 31,23 |
| 17:40 | 30,73 | 68,3 | | | 0,57 | | 32,03 | 28,40 | | 30,22 |
| 17:45 | 30,50 | 68,0 | 0,0 | 0,9 | 0,45 | S | 31,20 | 27,20 | | 29,20 |
| 17:50 | 30,07 | 69,7 | | | 0,75 | | 30,83 | 27,00 | | 28,92 |
| 17:55 | 29,63 | 71,3 | | | 1,05 | | 30,47 | 26,80 | | 28,63 |
| 18:00 | 29,20 | 73,0 | 0,8 | 1,9 | 1,35 | S | 30,10 | 26,60 | | 28,35 |
| 18:05 | 28,97 | 73,7 | | | 1,33 | | 29,90 | 26,43 | | 28,17 |
| 18:10 | 28,73 | 74,3 | | | 1,32 | | 29,70 | 26,27 | | 27,98 |
| 18:15 | 28,50 | 75,0 | 1,0 | 1,6 | 1,30 | S | 29,50 | 26,10 | | 27,80 |
| 18:20 | 28,23 | 76,7 | | | 1,17 | | 29,10 | 26,00 | | 27,55 |
| 18:25 | 27,97 | 78,3 | | | 1,03 | | 28,70 | 25,90 | | 27,30 |
| 18:30 | 27,70 | 80,0 | 0,7 | 1,1 | 0,90 | S | 28,30 | 25,80 | | 27,05 |

| Praça Getúlio Vargas 19 de fevereiro | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Horário | Temperatura | Umidade | Vento Min | Vento Máx | Vento Méd | Vento Dir | T sup 01 | T sup 02 | T sup 03 | Ts média |
| 16:15 | 27,90 | 82,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | O | 29,30 | 27,90 | | 28,60 |
| 16:20 | 28,13 | 80,0 | | | 0,53 | | 28,93 | 27,67 | | 28,30 |
| 16:25 | 28,37 | 78,0 | | | 1,07 | | 28,57 | 27,43 | | 28,00 |
| 16:30 | 28,60 | 76,0 | 1,20 | 2,00 | 1,60 | SE | 28,20 | 27,20 | | 27,70 |
| 16:35 | 28,20 | 78,0 | | | 1,47 | | 27,33 | 27,10 | | 27,22 |
| 16:40 | 27,80 | 80,0 | | | 1,33 | | 26,47 | 27,00 | | 26,73 |
| 16:45 | 27,40 | 82,0 | 0,50 | 1,90 | 1,20 | SE | 25,60 | 26,90 | | 26,25 |

| Praça Getúlio Vargas 22 de fevereiro | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|--|--|
| Horário | Temperatura | Umidade | Vento Min | Vento Máx | Vento Méd | Vento Dir | T sup 01 | T sup 02 | T sup 03 | Ts média | | |
| 17:15 | 33,10 | 53,0 | 0,9 | 1,3 | 1,10 | O | 29,90 | 27,80 | | 28,85 | | |
| 17:20 | 33,93 | 50,3 | | | 1,18 | | 30,10 | 27,80 | | 28,95 | | |
| 17:25 | 34,77 | 47,7 | | | 1,27 | | 30,30 | 27,80 | | 29,05 | | |
| 17:30 | 35,60 | 45,0 | 1,2 | 1,5 | 1,35 | O | 30,50 | 27,80 | | 29,15 | | |
| 17:35 | 35,83 | 44,0 | | | 1,57 | | 30,73 | 28,40 | | 29,57 | | |
| 17:40 | 36,07 | 43,0 | | | 1,78 | | 30,97 | 29,00 | | 29,98 | | |
| 17:45 | 36,30 | 42,0 | 0,7 | 3,3 | 2,00 | O | 31,20 | 29,60 | | 30,40 | | |
| 17:50 | 35,87 | 40,7 | | | 2,05 | | 29,43 | 27,77 | | 28,60 | | |
| 17:55 | 35,43 | 39,3 | | | 2,10 | | 27,67 | 25,93 | | 26,80 | | |
| 18:00 | 35,00 | 38,0 | 1,4 | 2,9 | 2,15 | O | 25,90 | 24,10 | | 25,00 | | |
| 18:05 | 33,70 | 42,3 | | | 1,80 | | 25,90 | 24,33 | | 25,12 | | |
| 18:10 | 32,40 | 46,7 | | | 1,45 | | 25,90 | 24,57 | | 25,23 | | |
| 18:15 | 31,10 | 51,0 | 0,5 | 1,7 | 1,10 | O | 25,90 | 24,80 | | 25,35 | | |
| 18:20 | 31,07 | 53,0 | | | 1,42 | | 25,83 | 24,77 | | 25,30 | | |
| 18:25 | 31,03 | 55,0 | | | 1,73 | | 25,77 | 24,73 | | 25,25 | | |
| 18:30 | 31,00 | 57,0 | 1,4 | 2,7 | 2,05 | O | 25,70 | 24,70 | | 25,20 | | |
| 18:35 | 30,40 | 59,0 | | | 1,85 | | 25,60 | 24,67 | | 25,13 | | |
| 18:40 | 29,80 | 61,0 | | | 1,65 | | 25,50 | 24,63 | | 25,07 | | |
| 18:45 | 29,20 | 63,0 | 0,2 | 2,7 | 1,45 | O | 25,40 | 24,60 | | 25,00 | | |
| 18:50 | 29,03 | 64,0 | | | 1,68 | | 25,47 | 24,93 | | 25,20 | | |
| 18:55 | 28,87 | 65,0 | | | 1,92 | | 25,53 | 25,27 | | 25,40 | | |
| 19:00 | 28,70 | 66,0 | 1,4 | 2,9 | 2,15 | O | 25,60 | 25,60 | | 25,60 | | |
| 19:05 | 28,67 | 64,7 | | | 2,13 | | 25,47 | 25,27 | | 25,37 | | |
| 19:10 | 28,63 | 63,3 | | | 2,12 | | 25,33 | 24,93 | | 25,13 | | |
| 19:15 | 28,60 | 62,0 | 1,5 | 2,7 | 2,10 | O | 25,20 | 24,60 | | 24,90 | | |
| 19:20 | 28,33 | 63,0 | | | 1,80 | | 25,03 | 24,63 | | 24,83 | | |
| 19:25 | 28,07 | 64,0 | | | 1,50 | | 24,87 | 24,67 | | 24,77 | | |
| 19:30 | 27,80 | 65,0 | 0,4 | 2 | 1,20 | O | 24,70 | 24,70 | | 24,70 | | |

| Praça Getúlio Vargas - Dados Coletados e Calculados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|--------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|-----|---------|-------|--------|-------|-----|------|---------|-------|------|
| Nome | Peso | Altura | Idade | Data | Horário | T Local | T Paral | U Local | U Paral | VP | PV | R | TMR C | TMR P | Ativid | clo | PMV | PET | HUMIDEX | Tne | TS |
| G1 | 55 | 1,70 | 40 | 18.02 | 17:30 | 29,0 | 27,3 | 75,4 | 81,4 | 30,1 | 30,1 | 593 | 55,18 | 56,7 | 210 | 0,310 | 4,9 | 42,2 | 46,6 | 25,3 | 5,61 |
| L1 | 73 | 1,70 | 29 | 18.02 | 17:35 | 28,7 | 28,4 | 77,2 | 78,3 | 30,3 | 30,3 | 578 | 53,08 | 56,0 | 104 | 0,310 | 4,7 | 41,6 | 46,9 | 26,0 | 5,57 |
| G2 | 55 | 1,70 | 28 | 18.02 | 17:42 | 28,3 | 27,6 | 77,9 | 80,5 | 29,9 | 29,9 | 563 | 50,94 | 55,3 | 210 | 0,387 | 4,2 | 41,6 | 43,4 | 26,7 | 5,52 |
| L2 | 55 | 1,70 | 59 | 18.02 | 17:45 | 28,1 | 27,4 | 79,8 | 80,2 | 30,3 | 30,3 | 548 | 48,76 | 54,9 | 104 | 0,400 | 4,6 | 41,9 | 41,6 | 27,9 | 5,49 |
| L3 | 55 | 1,70 | 44 | 18.02 | 17:55 | 28,2 | 27,2 | 81,6 | 80,6 | 31,1 | 31,1 | 518 | 44,26 | 52,3 | 104 | 0,310 | 3,4 | 38,3 | 42,1 | 23,4 | 5,23 |
| G3 | 55 | 1,70 | 36 | 18.02 | 18:00 | 27,8 | 27,2 | 80,0 | 80,2 | 29,8 | 29,8 | 503 | 41,94 | 50,7 | 104 | 0,219 | 2,7 | 35,7 | 41,2 | 22,3 | 5,07 |
| L4 | 64 | 1,70 | 41 | 18.02 | 18:20 | 27,5 | 26,9 | 81,7 | 81,5 | 29,9 | 29,9 | 422 | 28,41 | 46,8 | 210 | 0,310 | 3,4 | 34,2 | 39,9 | 22,2 | 4,92 |
| G4 | 73 | 1,70 | 66 | 18.02 | 18:25 | 27,1 | 27,0 | 81,5 | 82,3 | 29,2 | 29,2 | 402 | 24,77 | 45,6 | 210 | 0,219 | 3,1 | 33,8 | 38,9 | 22,6 | 4,88 |
| L5 | 55 | 1,63 | 23 | 19.02 | 16:15 | 26,3 | 24,7 | 81,6 | 86,1 | 27,9 | 27,9 | 805 | 72,04 | 65,8 | 104 | 0,400 | 6,6 | 53,5 | 36,9 | ##### | 5,89 |
| G5 | 64 | 1,70 | 43 | 19.02 | 16:19 | 26,4 | 24,8 | 80,8 | 87,6 | 27,8 | 27,8 | 795 | 70,96 | 63,3 | 126 | 0,052 | 6,0 | 45,7 | 36,9 | 29,5 | 5,72 |
| L6 | 64 | 1,70 | 30 | 19.02 | 16:35 | 26,3 | 24,9 | 79,7 | 87,0 | 27,2 | 27,2 | 763 | 67,44 | 59,8 | 104 | 0,277 | 3,3 | 38,5 | 36,6 | 23,8 | 5,34 |
| G6 | 55 | 1,70 | 18 | 19.02 | 16:40 | 26,3 | 24,9 | 80,0 | 87,7 | 27,3 | 27,3 | 750 | 65,98 | 59,9 | 210 | 0,548 | 3,7 | 39,8 | 36,6 | 24,6 | 5,40 |
| D1 | 64 | 1,70 | 48 | 22.02 | 17:25 | 30,8 | 30,7 | 59,9 | 57,1 | 26,5 | 26,5 | 617 | 58,45 | 58,2 | 104 | 0,310 | 4,5 | 42,8 | 35,9 | 23,4 | 5,82 |
| D2 | 64 | 1,70 | 18 | 22.02 | 17:30 | 30,6 | 30,5 | 63,3 | 60,1 | 27,7 | 27,7 | 600 | 56,14 | 57,2 | 210 | 0,277 | 5,0 | 42,2 | 36,6 | 23,0 | 5,71 |
| D3 | 64 | 1,70 | 50 | 22.02 | 17:33 | 29,9 | 30,3 | 61,5 | 62,8 | 25,9 | 25,9 | 582 | 53,64 | 55,6 | 126 | 0,277 | 3,8 | 39,9 | 35,5 | 22,2 | 5,54 |
| D4 | 64 | 1,70 | 21 | 22.02 | 17:41 | 29,6 | 30,3 | 60,2 | 57,4 | 24,9 | 24,9 | 564 | 51,09 | 54,4 | 104 | 0,277 | 3,6 | 38,2 | 34,9 | 21,6 | 5,41 |
| D5 | 64 | 1,70 | 22 | 22.02 | 17:42 | 29,6 | 30,3 | 60,2 | 57,4 | 24,9 | 24,9 | 564 | 51,09 | 54,4 | 104 | 0,277 | 3,6 | 38,2 | 34,9 | 21,6 | 5,42 |
| D6 | 64 | 1,70 | 22 | 22.02 | 18:02 | 31,1 | 30,1 | 55,2 | 58,1 | 24,9 | 24,9 | 493 | 40,36 | 52,1 | 104 | 0,471 | 3,4 | 37,9 | 34,8 | 20,6 | 5,35 |
| D7 | 64 | 1,70 | 76 | 22.02 | 18:12 | 30,4 | 29,8 | 60,7 | 63,3 | 26,3 | 26,3 | 454 | 33,97 | 50,3 | 210 | 0,381 | 3,9 | 38,0 | 35,6 | 21,7 | 5,38 |
| D8 | 64 | 1,70 | 37 | 22.02 | 18:18 | 30,0 | 29,5 | 60,6 | 69,4 | 25,6 | 25,7 | 434 | 30,53 | 49,5 | 210 | 0,381 | 3,5 | 37,8 | 35,2 | 22,6 | 5,40 |
| D9 | 64 | 1,70 | 54 | 22.02 | 18:21 | 29,7 | 29,5 | 64,4 | 69,4 | 26,8 | 26,8 | 414 | 26,97 | 47,9 | 210 | 0,458 | 3,2 | 36,0 | 35,8 | 21,5 | 5,20 |
| D10 | 64 | 1,70 | 67 | 22.02 | 18:39 | 28,7 | 28,7 | 71,3 | 72,5 | 28,0 | 28,0 | 322 | 8,69 | 42,1 | 210 | 0,381 | 3,0 | 32,1 | 36,5 | 20,3 | 4,78 |
| D11 | 64 | 1,70 | 70 | 22.02 | 18:48 | 28,3 | 28,6 | 71,7 | 69,8 | 27,5 | 27,5 | 269 | -3,70 | 38,8 | 210 | 0,458 | 2,3 | 29,9 | 36,1 | 19,9 | 4,62 |
| D12 | 64 | 1,70 | 40 | 22.02 | 18:57 | 28,3 | 28,4 | 71,5 | 69,0 | 28,1 | 27,4 | 243 | -10,46 | 37,2 | 210 | 0,490 | 2,2 | 29,0 | 36,1 | 19,4 | 4,50 |
| D13 | 64 | 1,70 | 35 | 22.02 | 19:02 | 28,2 | 28,2 | 68,5 | 69,8 | 26,1 | 26,1 | 216 | -18,08 | 35,5 | 315 | 0,348 | 3,2 | 26,8 | 35,3 | 18,9 | 4,38 |
| D14 | 64 | 1,70 | 30 | 22.02 | 19:09 | 28,2 | 27,6 | 66,9 | 70,0 | 25,5 | 25,5 | 144 | -42,67 | 31,3 | 210 | 0,477 | 1,9 | 26,1 | 34,9 | 18,5 | 4,27 |
| D15 | 64 | 1,70 | 48 | 22.02 | 19:20 | 27,6 | 27,3 | 69,2 | 71,3 | 25,5 | 25,5 | 72 | -79,34 | 26,3 | 210 | 0,381 | 1,3 | 23,5 | 34,8 | 18,5 | 4,14 |
| D16 | 64 | 1,70 | 42 | 22.02 | 19:26 | 27,3 | 27,3 | 71,1 | 71,0 | 25,7 | 25,7 | 36 | -110,18 | 23,7 | 104 | 0,613 | 0,2 | 23,6 | 34,9 | 18,7 | 4,12 |
| D17 | 64 | 1,70 | 62 | 22.02 | 19:30 | 27,1 | 27,2 | 71,1 | 71,4 | 25,7 | 25,4 | 0 | -273,15 | 21,1 | 210 | 0,310 | 1,3 | 21,7 | 34,8 | 19,0 | 4,13 |
| D18 | 64 | 1,70 | 28 | 22.02 | 19:39 | 27,3 | 26,8 | 71,5 | 79,7 | 25,9 | 25,9 | 0 | -273,15 | 21,3 | 210 | 0,277 | 1,5 | 22,0 | 34,9 | 19,0 | 4,15 |

VP = pressão de vapor calculada/PV = pressão de vapor RayMan/R = radiação

TMR C = calculada/ TMR P = RayMan/ Atividade = (W/m2)

APÊNDICE E – TABELAS COM DADOS DOS USUÁRIOS

Uso do local no verão

| Praça | Sim | Não |
|------------------|------------|----------|
| PJNF (30) | 29 (96,7) | 1 (3,3) |
| PPM (29) | 29 (100,0) | 0 |
| PGV (30) | 27 (90,0) | 3 (10,0) |
| Total Geral (89) | 85 (95,5) | 4 (4,5) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Frequência de uso no verão

| Praça | 5 ou mais vezes por semana | 2 a 3 vezes por semana | 1 vez por semana | mais de 1 vez por mês | pelo menos 1 vez por mês | menos de 1 vez por mês |
|------------------|----------------------------|------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| PJNF | 19 (63,3) | 6 (20,0) | 3 (10,0) | 0 | 0 | 0 |
| PPM | 12 (40,0) | 8 (26,7) | 4 (13,3) | 5 (16,7) | 1 (3,3) | 0 |
| PGV | 12 (40,0) | 9 (30,0) | 6 (20,0) | 0 | 0 | 0 |
| Total Geral (90) | 43 (47,8) | 23 (25,6) | 13 (14,4) | 5 (5,6) | 1 (1,1) | 0 |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Turno de frequência no verão

| Praça | Manhã | Tarde | Noite |
|------------------|----------|-----------|----------|
| PJNF (27) | 2 (7,4) | 23 (85,2) | 2 (7,4) |
| PPM (29) | 0 | 27 (93,1) | 2 (6,9) |
| PGV (23) | 3 (13,0) | 17 (73,9) | 3 (13,0) |
| Total Geral (79) | 5 (6,3) | 67 (84,8) | 7 (8,9) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Finalidade de frequência no verão

| Praça | Passeio | Trabalho | Divertimento filhos | Diversão | Caminhada | Descanso |
|------------------|-----------|----------|---------------------|----------|-----------|----------|
| PJNF (16) | 3 (18,8) | 5 (31,3) | 1 (6,3) | 2 (1,3) | 3 (18,8) | 2 (1,3) |
| PPM (25) | 10 (40,0) | 2 (8,0) | 7 (2,8) | 3 (1,2) | 1 (4,0) | 2 (8,0) |
| PGV (28) | 22 (78,6) | 1 (3,6) | 1 (3,6) | 2 (7,1) | 1 (3,6) | 1 (3,6) |
| Total Geral (69) | 35 (50,7) | 8 (11,6) | 9 (13,0) | 7 (10,1) | 5 (7,2) | 5 (7,2) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Frequência a outro local no verão: local, turno de frequência e atividade realizada.

| Praça | Freqüenta outro local | Não freqüenta outro local |
|------------------|-----------------------|---------------------------|
| PJNF | 18 (60,0) | 12 (40,0) |
| PPM | 26 (86,7) | 4 (13,3) |
| PGV | 13 (43,3) | 17 (56,7) |
| Total Geral (90) | 57 (63,3) | 33 (36,7) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

| Praça | Praia | Centro | Calçadão |
|------------------|-----------|----------|----------|
| PJNF (20) | 16 (80,0) | 1 (5,0) | 3 (15,0) |
| PPM (32) | 24 (75,0) | 6 (18,8) | 2 (6,3) |
| PGV (13) | 10 (76,9) | 2 (15,4) | 1 (7,7) |
| Total Geral (65) | 50 (76,9) | 9 (13,8) | 6 (9,2) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

| Praça | manhã praia | tarde praia | noite centro |
|------------------|-------------|-------------|--------------|
| PJNF (15) | 12 (80,0) | 2 (13,3) | 1 (6,7) |
| PPM (29) | 19 (65,5) | 6 (20,7) | 4 (13,8) |
| PGV (17) | 9 (52,9) | 7 (41,2) | 1 (5,9) |
| Total Geral (61) | 40 (65,6) | 15 (24,6) | 6 (9,8) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

| Praça | banho manhã praia | banho tarde praia | passado noite centro |
|------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| PJNF (12) | 10 (83,3) | 2 (16,7) | 0 |
| PPM (28) | 18 (64,3) | 6 (21,4) | 4 (14,3) |
| PGV (11) | 5 (45,5) | 5 (45,5) | 1 (9,1) |
| Total Geral (51) | 33 (64,7) | 13 (25,5) | 5 (9,8) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Equipamentos utilizados onde reside ou veraneia no verão.

| Praça | Não utiliza nenhum equipamento | Ventilador portátil | Ventilador de teto | Ar condicionado de parede | Ar condicionado central | Outros |
|------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|----------|
| PJNF (30) | 2 (6,7) | 16 (53,3) | 9 (30,0) | 2 (6,7) | 1 (3,3) | 0 |
| PPM (30) | 9 (30,0) | 13 (43,3) | 7 (23,3) | 1 (3,3) | 0 | 0 |
| PGV (28) | 8 (28,6) | 10 (35,7) | 5 (17,9) | 1 (3,6) | 0 | 4 (14,3) |
| Total Geral (88) | 19 (21,6) | 39 (44,3) | 21 (23,7) | 4 (4,5) | 1 (1,1) | 4 (4,5) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Motivo de não utilização de equipamentos onde reside ou veraneia no verão.

| Praça | Residência com conforto satisfatório | Motivos econômicos | Outros |
|------------------|--------------------------------------|--------------------|----------|
| PJNF (2) | 2 (100,0) | 0 | 0 |
| PPM (7) | 6 (85,7) | 0 | 1 (14,3) |
| PGV (8) | 7 (87,5) | 1 (12,5) | 0 |
| Total Geral (17) | 15 (88,2) | 1 (5,9) | 1 (5,9) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Uso do local no inverno

| Praça | Sim | Não |
|------------------|-----------|-----------|
| PJNF | 15 (50,0) | 15 (50,0) |
| PPM | 13 (43,3) | 17 (56,7) |
| PGV | 16 (53,3) | 14 (46,7) |
| Total Geral (90) | 44 (48,9) | 46 (51,1) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Turno de frequência no inverno

| Praça | Manhã | Tarde | Noite |
|------------------|----------|-----------|----------|
| PJNF (15) | 2 (13,3) | 11 (73,3) | 2 (13,3) |
| PPM (12) | 0 | 10 (83,3) | 2 (16,7) |
| PGV (14) | 2 (14,3) | 10 (71,4) | 2 (14,3) |
| Total Geral (41) | 4 (9,8) | 31 (75,6) | 6 (14,6) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Finalidade de frequência no inverno

| Praça | Passeio | Trabalho |
|------------------|-----------|----------|
| PJNF (7) | 6 (85,7) | 1 (14,3) |
| PPM (5) | 3 (60,0) | 2 (40,0) |
| PGV (15) | 13 (86,7) | 2 (13,3) |
| Total Geral (27) | 22 (81,5) | 5 (18,5) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Frequência a outro local no inverno

| Praça | Freqüenta outro local | Não freqüenta outro local |
|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| PJNF | 1 (3,3) | 29 (96,7) |
| PPM | 5 (16,7) | 25 (83,3) |
| PGV | 1 (3,3) | 29 (96,7) |
| Total Geral (90) | 7 (7,8) | 83 (92,2) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

| Praça | Praia | Bar | Calçadão |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| PJNF (1) | 0 | 1 (100,0) | 0 |
| PPM (4) | 1 (25,0) | 1 (25,0) | 2 (50,0) |
| PGV (1) | 1 (100,0) | 0 | 0 |
| Total Geral (6) | 2 (33,3) | 2 (33,3) | 2 (33,3) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Equipamentos utilizados onde reside ou veranea no inverno.

| Praça | Não utiliza nenhum equipamento | Aquecedor elétrico portátil (estufa) | Aquecedor elétrico a óleo | Ar condicionado de parede | Ar condicionado central | Lareira | Outros |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|----------------|
| PJNF (20) | 15 (75,0) | 3 (15,0) | 0 | 0 | 1 (5,0) | 1 (5,0) | 0 |
| PPM (14) | 8 (57,1) | 1 (7,1) | 1 (7,1) | 2 (14,3) | 0 | 1 (7,1) | 1 (7,1) |
| PGV (13) | 7 (53,8) | 5 (38,4) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (7,7) |
| Total Geral (47) | 30 (63,8) | 9 (19,1) | 1 (2,1) | 2 (4,3) | 1 (2,1) | 2 (4,3) | 2 (4,3) |

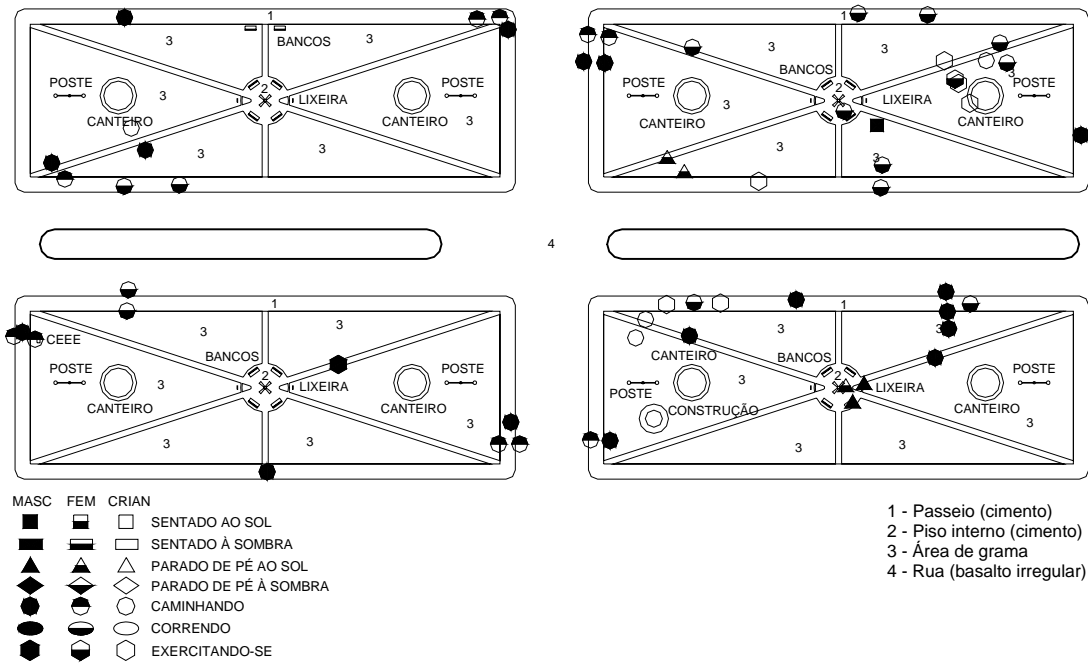
Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

Motivo de não utilização de equipamentos onde reside ou veranea no inverno.

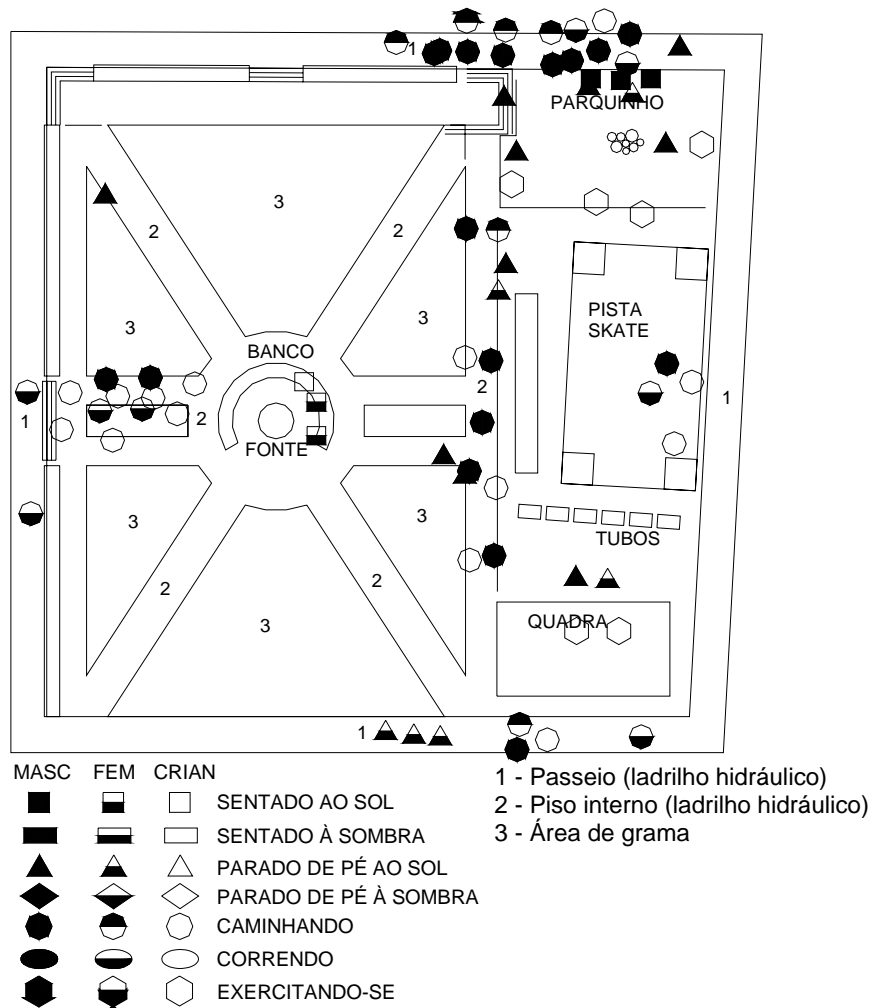
| Praça | Residência com conforto satisfatório | Motivos econômicos | Outros |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|----------------|
| PJNF (11) | 10 (90,9) | 0 | 1 (9,1) |
| PPM (8) | 6 (75,0) | 1 (12,5) | 1 (12,5) |
| PGV (8) | 7 (87,5) | 1 (12,5) | 0 |
| Total Geral (27) | 23 (85,2) | 2 (7,4) | 2 (7,4) |

Nota: os valores referem-se ao número de citações. Entre parêntesis estão indicadas as percentagens (%).

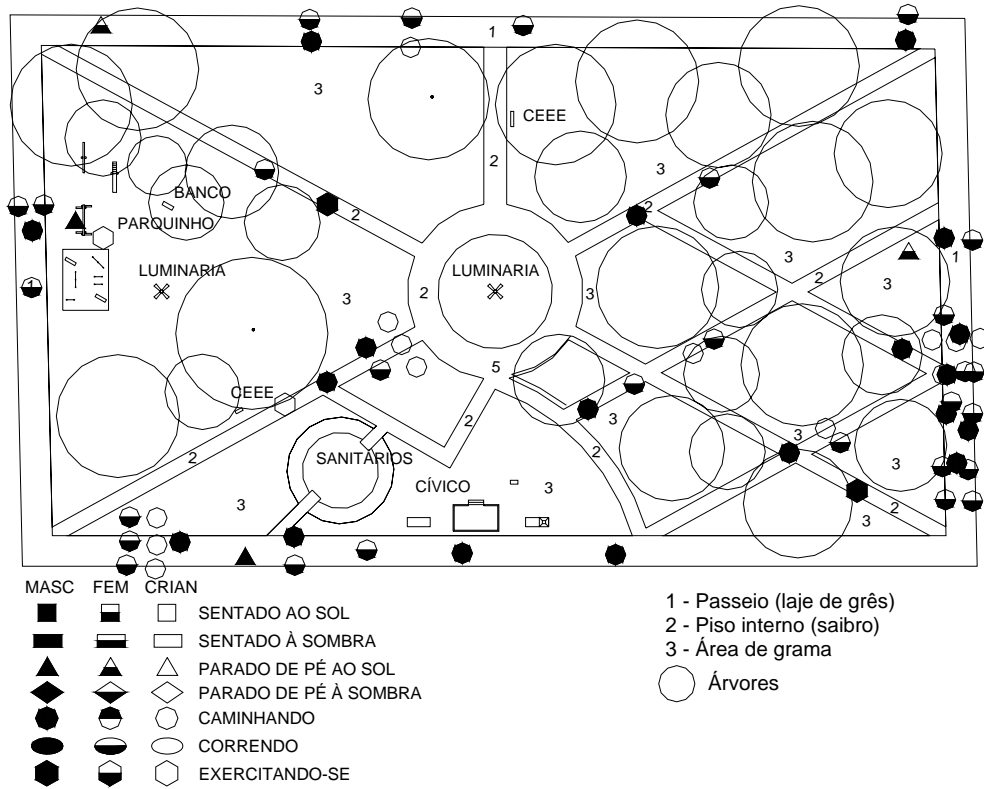
APÊNDICE F – MAPAS COMPORTAMENTAIS MANHÃ



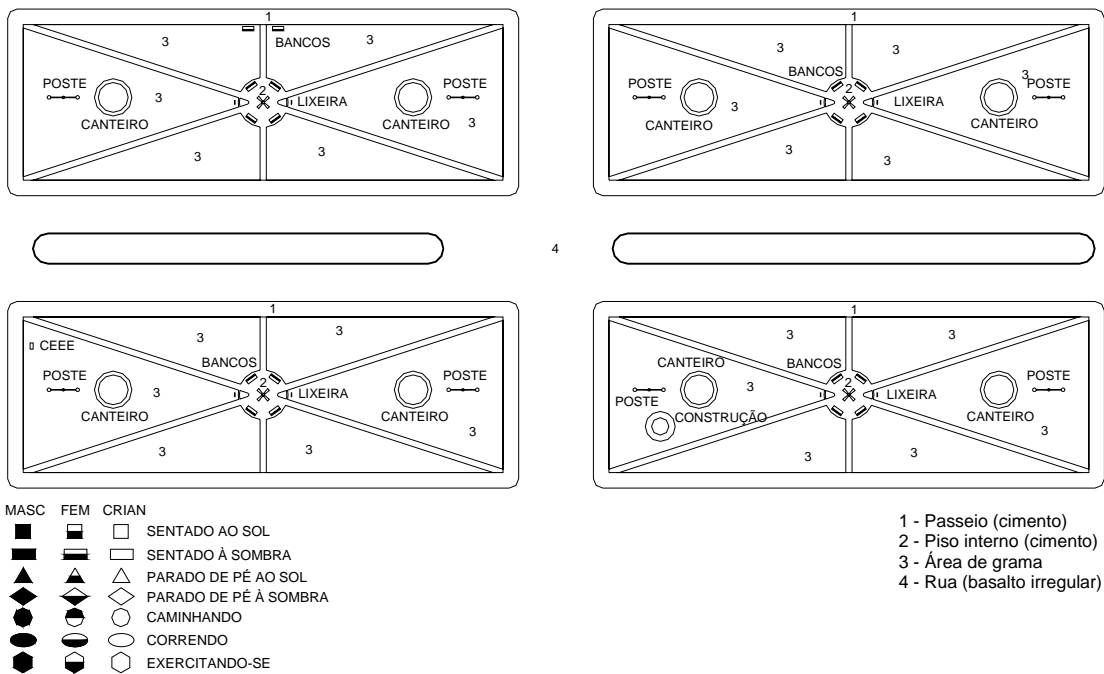
Mapa comportamental praça João Neves da Fontoura final de semana – manhã.



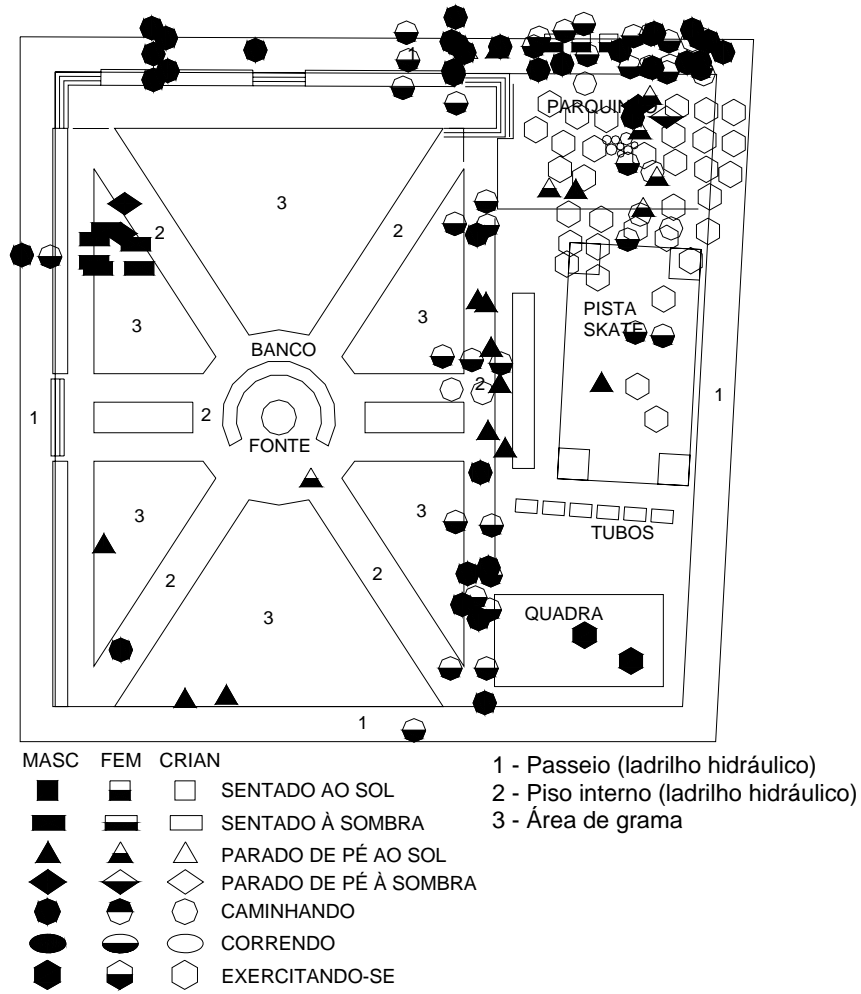
Mapa comportamental praça Pinheiro Machado final de semana – manhã.



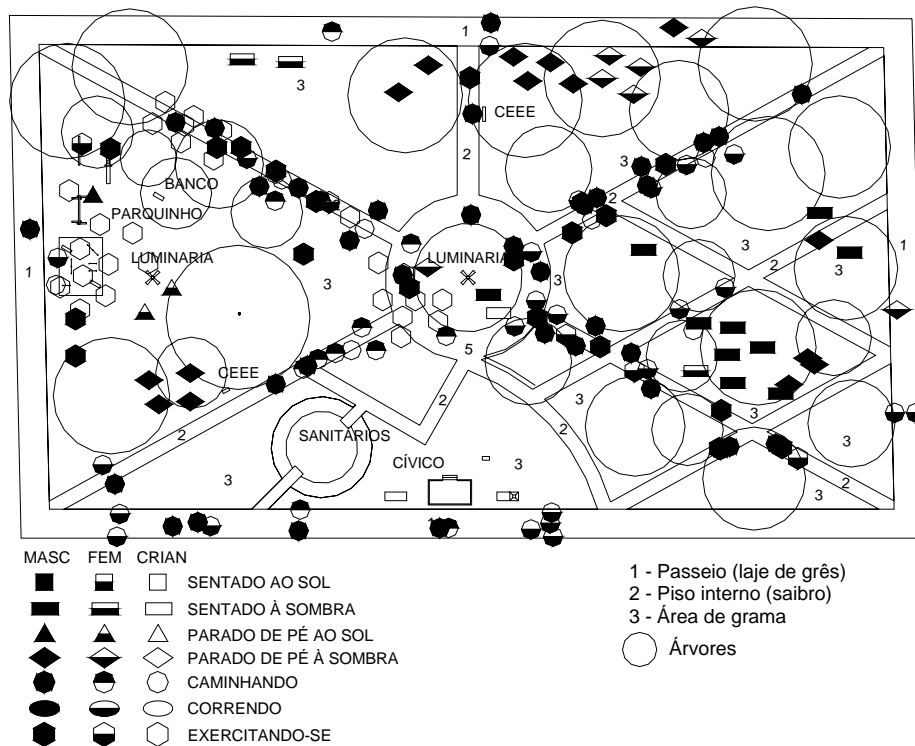
Mapa comportamental praça Getúlio Vargas final de semana – manhã.



Mapa comportamental praça João Neves da Fontoura meio de semana – manhã.



Mapa comportamental praça Pinheiro Machado meio de semana – manhã.



Mapa comportamental praça Getúlio Vargas meio de semana – manhã.