UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SUSANNE CRISTINE PERTSCHI

ÍNDICES DE TENDÊNCIAS DE ATRIBUTOS URBANÍSTICOS E A TEMPERATURA DO AR EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR, SITUAÇÃO DE VERÃO(2011)

CURITIBA

2012

SUSANNE CRISTINE PERTSCHI

ÍNDICES DE TENDÊNCIAS DE ATRIBUTOS URBANÍSTICOS E A TEMPERATURA DO AR EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR, SITUAÇÃO DE VERÃO(2011)

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutora, pelo Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profª Drª Inês Moresco Danni-Oliveira

CURITIBA

2012

TERMO DE APROVAÇÃO

SUSANNE CRISTINE PERTSCHI

ÍNDICES DE TENDÊNCIAS DE ATRIBUTOS URBANÍSTICOS E A TEMPERATURA DO AR EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR, SITUAÇÃO DE VERÃO(2011)

Tese **APROVADA** como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutora, pelo Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:	Prof.ª Dr.ª Inês Moresco Danni-Oliveira (Doutorado – USP-SP) Departamento de Geografia - UFPR
Banca:	Prof.ª Dr.ª Cristina de Araújo Lima (Doutorado - UFPR)
Banca:	Prof. Dr. Francisco de Assis Mendonça – (Doutorado USP-SP)
Banca:	Prof.ª Dr.ª Margarete Amorin (Doutorado – USP-SP)
Banca:	Prof.ª Dr.ª Eliane Dumke (Doutorado UTFPR)

Curitiba, 28 de junho de 2012.

AGRADECIMENTOS

Sem dúvida nenhuma não conseguiria finalizar mais esta etapa acadêmica sem o apoio e a contribuição de muitas pessoas, dentre elas:

Aos meus pais pela formação, incentivo na formação profissional e carinho durante toda a minha vida;

Aos meus irmãos pelo apoio e colaboração, em especial ao Luciano pelas revisões dos textos;

Ao Adilson pela ajuda e paciência e carinho;

Ao meu filho Luiz Felipe pela minha ausência em seus quatro primeiros anos de vida;

A Profª. Drª e amiga Inês Moresco Danni Oliveira que aceitou mais uma vez me orientar, acreditando na realização deste trabalho;

A Profª e amiga Mestre Silvana Heidemann Rocha que aceitou incansavelmente o desafio de me ajudar com ensinamentos de Estatística;

À Coordenação do Programa de Pós Graduação em Geografia da UFPR e em especial ao amigo Luiz Carlos Zem.

A Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais pelo fornecimento dos mapas, bases planialtimétricas e fotos aéreas;

Aos meus amigos que gentilmente possibilitaram a instalação dos abrigos termométricos em seus imóveis.

Enfim à todos que de uma forma ou outra contribuíram para tornar este trabalho realidade.

RESUMO

O crescimento populacional e conseqüentemente as ocupações urbanas desordenadas acarretam prejuízos à qualidade de vida. Uma das formas de melhorar a vida nos grandes centros urbanos, é o conhecimento dos fatores climáticos juntamente com as características de morfologia urbana, presença de vegetação, importantes para a elaboração de diretrizes urbanísticas que visem melhores condições climáticas nas cidades. Inserido neste contexto, o presente estudo teve como objetivo geral investigar as diferenças de temperatura do ar e associá-las às áreas construídas, áreas impermeabilizadas, áreas livres, áreas com água e áreas com vegetação ou áreas verdes. Utilizando-se da área urbana de São José dos Pinhais/PR como cenário, caracterizada por grande concentração de área construída, adensamento populacional e complexidade de uso do solo, partiu-se da hipótese de que as diferenças da temperatura do ar na cidade são decorrentes da interferência de atributos urbanos – área construída, área impermeabilizada, área livre, área verde e área de água – os quais, por sua vez, são decorrentes da legislação urbanística municipal. Para isso, utilizou-se o Sistema Clima Urbano, que considera os elementos da paisagem urbana, para monitorar e analisar a temperatura do ar em algumas localidades da cidade. As fases do método utilizado para essa pesquisa foram a orientação por meio de imagens do satélite LANDSAT 5 TM (canal termal) dos pontos a serem monitorados; a definição das características e materiais do abrigo; determinação do período do monitoramento; quantificação dos atributos urbanos (área construída, pavimentada, livre, verde, com água); verificação das condições sinóticas (sistemas atmosféricos atuantes) e análise estatística dos dados. O monitoramento ocorreu simultaneamente por meio de sensores armazenadores do tipo HOBO H8RH/Temp, programados para medir a temperatura do ar a cada hora, em dez localidades da cidade, durante os dias 25 de janeiro e 03 de fevereiro de 2011. A análise estatística permitiu verificar que os dados obtidos no monitoramento não possuem distribuição normal, ou seja, não foi possível empregar as ferramentas estatísticas mais usuais que poderiam determinar uma equação para a curva encontrada, impossibilitando, desta forma, o desenvolvimento de um modelo estatístico ou matemático. Os resultados das análises indicaram diferenças na temperatura do ar nos pontos monitorados que foram associados ao uso do solo. Por fim, foi proposto um índice denominado de Índice de Tendência, empírico e qualitativo, que relacionou as taxas de ocupação máximas e as taxas de permeabilidade mínimas ambas definidas pela legislação urbanística e as áreas construídas e áreas permeáveis nos pontos amostrais. Os resultados obtidos nesta tese são locais e qualitativos e por esses motivos valem apenas para os pontos monitorados, sendo necessários estudos mais aprofundados para melhor aplicabilidade. Acredita-se que o método desenvolvido nesta tese poderá ser utilizado para outras cidades com características semelhantes a São José dos Pinhais.

Palavras-chave: Planejamento Urbano, Legislação Urbanística, Ocupação Urbana, Clima Urbano.

ABSTRACT

Population growth and consequently disordered urban occupations prejudicial to the quality of life. One way to improve life in large urban centers, is the knowledge of climatic factors together with the characteristics of urban morphology, presence of vegetation important to the development of urban policies aimed at better weather in the cities. Within this context, this study aimed at investigating differences in air temperature and associate them with built-up areas, impermeable areas, open areas, areas with water and vegetated areas or green areas. Using the urban area of São José dos Pinhais/ PR as a backdrop, characterized by high concentration of built area, population density and complexity of land use, broke the hypothesis that differences in air temperature in the city are due the interference of urban attributes - building area, impervious area, free area, green area and water area - which, in turn, result from the municipal town planning legislation. For this, we used the urban climate system, which considers the elements of the urban landscape, to monitor and analyze the air temperature in some localities of the city. The phases of the method used for this study were orientation by means of satellite images from Landsat 5 TM (thermal channel) of the points to be monitored, the definition of the characteristics and shelter materials; determining the period of monitoring, quantification of urban attributes (building area, paved, free, green, with water); verification of synoptic conditions (atmospheric operating systems) and statistical analysis. The monitoring occurred simultaneously by sensors of the type HOBO H8RH/Temp warehousemen, programmed to measure the air temperature every hour, in ten localities in the city during the day on January 25 and February 3, 2011. Statistical analysis showed that the monitoring data obtained do not have a normal distribution, was not possible to use statistical tools more usual that could determine an equation for the curve found, preventing thereby developing a statistical model or mathematician. The analysis results indicate differences in air temperature were monitored at points associated with land use. Finally, we proposed an index called Index Trend, empirical and qualitative, which reported the highest occupancy rates and the rates of minimum permeability defined by the law both urban and built-up areas and permeable areas in the sampling points. The results obtained in this thesis are local and qualitative and for these reasons are valid only for the monitored points, further studies are needed to better applicability. It is believed that the method developed in this thesis can be used for other cities with similar characteristics like São José dos Pinhais.

Keywords: Urban Planning, Urban Planning Law, Urban Occupation, Urban Climate.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

2 REFERENCIAL TEÓRICO: CIDADES E O PLANEJAMENTO URBANO 12

2.1 RECORTE ESPACIAL: SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR 19

2.2 PLANEJAMENTO COMO INSTRUMENTO DE MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA 31

2.3 PLANEJAMENTO URBANO E LEGISLAÇÃO 36

2.3.1 Planejamento Urbano no Contexto de Curitiba 43

2.3.2 Planejamento Urbano no Contexto da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) 48

2.3.3 Planejamento Urbano no Contexto de São José dos Pinhais/PR 51

3 CLIMA URBANO 57

3.1 MÉTODOS RELACIONADOS AOS ESTUDOS DE CLIMA URBANO 65

3.2 USO DE IMAGENS DE SATÉLITE NO ESTUDO DE CLIMATOLOGIA 70

3.3 ESTUDOS DE CLIMA URBANO 81

3.4 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DA RMC E DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 89

4 MÉTODOS E TÉCNICAS 92

4.1 ABORDAGEM E ANÁLISE DO EXPERIMENTO 94

4.1.1 Uso de Imagens de Satélite: Canal Termal 95

4.1.2 Definição e Processamento das Imagens de Satélite para a Área de Estudo 95

4.1.3 Análise dos Mapas Resultantes do Processamento das Imagens de Satélite 101

4.1.4 Determinação dos Pontos a Serem Monitorados 105

4.1.5 Características dos Abrigos Termométricos 113

4.1.6 Determinação do Período de Monitoramento da Temperatura do Ar nos Pontos Amostrais 117

4.1.7 Determinação do Raio de Análise dos Atributos e Quantificação do Uso do Solo 132

5 ANÁLISE DESCRITIVA DA VARIABILIDADE DAS TEMPERATURAS DO AR..... 152

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: A VARIAÇÃO DAS TEMPERATURAS DO AR URBANAS EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 185

6.1 ASSOCIAÇÃO DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR DURANTE O MONITORAMENTO E OS ATRIBUTOS URBANOS MENSURADOS 201

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 221

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FASES DA PESQUISA.....11
FIGURA 2 - FRANJA METROPOLITANA ENTRE CURITIBA E SÃO JOSÉ DOS PINHAIS.....26
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS.....27
FIGURA 4 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO 53
Figura 5 - PERFIL TÉRMICO DE UMA ILHA DE CALOR TÍPICA, SEGUNDO OKE, PARA CIDADES DE CLIMA TEMPERADO 62
FIGURA 6 - SISTEMA CLIMA URBANO – SUBSTISTEMA TERMODINÂMICO.....67
FIGURA 7 - MÉTODO E ETAPAS DO MONITORAMENTO.....94
FIGURA 8 - IMAGEM DE SATÉLITE 06 DE JUNHO DE 2008 99
FIGURA 9 - IMAGEM DE SATÉLITE 01 DE FEVEREIRO DE 2009.....100
FIGURA 10 - IMAGEM TERMAL INVERNO - 06 DE JUNHO DE 2008 102
FIGURA 11 - IMAGEM TERMAL VERÃO - 01 DE FEVEREIRO DE 2009 103
FIGURA 12 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS.....107
FIGURA 13 - EXPERIMENTO REALIZADO PARA DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO ABRIGO 114
FIGURA 14 - ABRIGO REVESTIDO EXTERNAMENTE COM PAPEL ALUMÍNIO, COM O APARELHO DO MONITORAMENTO 114
FIGURA 15 - ABRIGO COM O APARELHO DO MONITORAMENTO REVESTIDO EM PAPEL ALUMÍNIO 115
FIGURA 16 - COMPARATIVO ENTRE OS ABRIGOS PARA O DIA 16/12/2010 ...116
FIGURA 17 - COMPARATIVO ENTRE OS ABRIGOS PARA O DIA 17/12/2010 ...116
FIGURA 18 - ANÁLISE RÍTMICA E TIPOS DE TEMPOS EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS-25/01 A 03/02/2011. 119
FIGURA 19 - IMAGENS SINÓTICAS – 25 DE JANEIRO DE 2011.....122
FIGURA 20 - IMAGENS SINÓTICAS – 26 DE JANEIRO DE 2011.....123
FIGURA 21 - IMAGENS SINÓTICAS – 27 DE JANEIRO DE 2011.....124
FIGURA 22 - IMAGENS SINÓTICAS – 28 DE JANEIRO DE 2011.....125
FIGURA 23 - IMAGENS SINÓTICAS – 29 DE JANEIRO DE 2011.....126
FIGURA 24 - IMAGENS SINÓTICAS – 30 DE JANEIRO DE 2011.....127
FIGURA 25 - IMAGENS SINÓTICAS – 31 DE JANEIRO DE 2011.....128
FIGURA 26 -IMAGENS SINÓTICAS – 01 DE FEVEREIRO DE 2011 129
FIGURA 27 - IMAGENS SINÓTICAS – 02 DE FEVEREIRO DE 2011 130
FIGURA 28 - IMAGENS SINÓTICAS – 03 DE FEVEREIRO DE 2011 131
FIGURA 29 - PONTO 01:ZONA INDUSTRIAL DA RENAULT 134
FIGURA 30- PONTO 02: UNIDADE TERRITORIAL DE PLANEJAMENTO DO RIO ITAQUI 136
FIGURA 31 - PONTO 03: ZONA RESIDENCIAL 3 – VIA LOCAL.....137
FIGURA 32 - PONTO 04: ZONA RESIDENCIAL 4 – VIA LOCAL.....138
FIGURA 33 - PONTO 05: ZONA RESIDENCIAL 4 – VIA LOCAL.....139
FIGURA 34 - PONTO 06: ZONA RESIDENCIAL 4-VA/VR 141
FIGURA 35 - PONTO 07: ZONA CENTRAL 2 – VIA DE CIRCULAÇÃO CENTRAL 142

FIGURA 36 - PONTO 08: ZONA CENTRAL 1 – VIA DE CIRCULAÇÃO CENTRAL 144
FIGURA 37 - PONTO 09: ZONA RESIDENCIAL 1 – VIA LOCAL.....145
FIGURA 38 - PONTO 10: ZONA ESPECIAL ESTRUTURAL – VIA ARTERIAL.....146
FIGURA 39 - PONTO DE CONTROLE 147
FIGURA 40 – PONTOS AMOSTRAIS SEGUNDO OS ATRIBUTOS URBANOS MENSURADOS, AGRUPADOS CONFORME SIMILARIDADE.....149
Figura 41- GRÁFICO DE VARIABILIDADE DIÁRIA E HORÁRIA, DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, POR PONTO AMOSTRAL, EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - 25 DE JANEIRO À 03 DE DEZEMBRO DE 2011 154
FIGURA 42 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 25 DE JANEIRO DE 2011. 155
FIGURA 43 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 26 DE JANEIRO DE 2011. 156
FIGURA 44 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 27 DE JANEIRO DE 2011. 157
FIGURA 45 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 28 DE JANEIRO DE 2011. 158
FIGURA 46 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 29 DE JANEIRO DE 2011. 159
FIGURA 47 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 30 DE JANEIRO DE 2011. 160
FIGURA 48 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 31 DE JANEIRO DE 2011. 161
FIGURA 49 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 01 DE FEVEREIRO DE 2011. 162
FIGURA 50 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 02 DE FEVEREIRO DE 2011. 163
FIGURA 51 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 03 DE FEVEREIRO DE 2011. 164
FIGURA 52 - COMPORTAMETO DA TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CÉLSIUS, SEGUNDO OS PERÍODOS DO DIA (MADRUGADA, MANHÃ, TARDE E NOITE), SEM O PONTO DE CONTROLE (PC) - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011. 173
FIGURA 53 - COMPORTAMETO DA TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CÉLSIUS, SEGUNDO OS PERÍODOS DO DIA (MADRUGADA, MANHÃ, TARDE E NOITE) PARA O PONTO DE CONTROLE (PC) - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011. 174
FIGURA 54 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM GRAUS CÉLSIOS (ºC), NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE: PERÍODO MADRUGADA – SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 176
FIGURA 55 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM GRAUS CÉLSIOS (ºC), NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE: PERÍODO MANHÃ – SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 178

FIGURA 56 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM GRAUS CÉLSIOS (ºC), NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE: PERÍODO TARDE – SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 179
FIGURA 57 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM GRAUS CÉLSIOS (ºC), NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE: PERÍODO NOITE – SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 181
FIGURA 58 -COMPORTAMETO DA TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CÉLSIUS, NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE (PC) - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.183
FIGURA 59 - CURVA DA DISTRUIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA TODOS OS DIAS DO MONITORAMENTO - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011. 191
FIGURA 60 – COMPARAÇÃO DA CURVA DA DISTRUIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA TODOS OS DIAS DO MONITORAMENTO, COM ALGUNS MODELOS PROBABILÍSTICOS USUAIS - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011. 192
FIGURA 61 - GRÁFICO DOS RESÍDUOS DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA TODOS OS DIAS DO MONITORAMENTONOVA SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.....193
FIGURA 62 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CÉLSIUS, NOS PONTOS AMOSTRAIS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE, PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011 - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS. 195
FIGURA 63 - CURVA DA DISTRUIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011, OBTIDA DO MONITORAMENTO - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011. 199
FIGURA 64 – COMPARAÇÃO DA CURVA DA DISTRUIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011 COM ALGUNS MODELOS PROBABILÍSTICOS USUAIS - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011. 199
FIGURA 65 - GRÁFICO DOS RESÍDUOS DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC APÓS A APLICAÇÃO DA ANOVA - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011. 200
FIGURA 66 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM º C, NOS PONTOS AMOSTRAIS ASSOCIADAS AOS ATRIBUTOS URBANOS MENSURADOS 207
FIGURA 67 - TEMPERATURAS DO AR EM ºC E OS ÍNDICES DE TENDÊNCIAS NOS PONTOS AMOSTRAIS. 214
FIGURA 68 - ÍNDICES DE TENDÊNCIAS NOS PONTOS AMOSTRAIS E A SETORIZAÇÃO DA CIDADE 217
FIGURA 69 - ÍNDICES E TENDÊNCIAS ATUAIS E ÍNDICES DE TENDÊNCIAS CENÁRIOS MÁXIMO DE OCUPAÇÃO.....219

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CATEGORIAS TAXONÔMICAS DA ORGANIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO CLIMA E SUAS ARTICULAÇÕES COM O CLIMA URBANO.....69
QUADRO 2 - IMAGENS DISPOÍVEIS DO LANDSAT 7.....96
QUADRO 3 - ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DOS PONTOS MONITORADOS.....108
QUADRO 4 - PARÂMETROS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DOS PONTOS MONITORADOS.....111
QUADRO 5- CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS MONITORADOS CONSIDERANDO AS IMAGENS TERMAIS, ATRIBUTOS URBANOS QUANTIFICADOS E AS TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM º C, OBTIDAS NO MONITORAMENTO.....209

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – 2000/2010.....24
TABELA 2 - TAXA DE CRESCIMENTO DOS MUNICÍPIOS DA RMC – 1991-1996-2000 - 2010.....29
TABELA 3 - DADOS DE Limin e Limax PARA Após 04 de maio de 2003.....79
TABELA 4- PARÂMETROS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DOS PONTOS MONITORADOS.....112
TABELA 5 - ATRIBUTOS URBANOS QUANTIFICADOS, EM PERCENTUAIS, POR PONTOS AMOSTRAIS.....148
TABELA 6 - ÍNDICES DOS PONTOS AMOSTRAIS.....150
TABELA 7 - CRITÉRIOS DE AGRUPAMENTO DOS PONTOS AMOSTRAIS.....151
TABELA 8 - MEDIDAS RESUMO PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS, SEGUNDO OS PERÍODOS DO DIA (MADRUGADA, MANHÃ, TARDE E NOITE), SEM O PONTO CONTROLE - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – 25/01 A 03/02/2011. 169
TABELA 9 - MEDIDAS RESUMO PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS,SEGUNDO OS PERÍODOS DO DIA (MADRUGADA, MANHÃ, TARDE E NOITE), PARA O PONTO CONTROLE (PC) - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – 25/01 A 03/02/2011.....171
TABELA 10 - MEDIDAS RESUMO PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS,NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO CONTROLE (PC)-SÃO JOSÉ DOS PINHAIS–25/01 A 03/02/2011...182
TABELA 11 - TESTE DA ANOVA PARA A TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS (ºC), PARA O FATOR DIA MONITORADO 188
TABELA 12 - DIFERENÇAS DE MÉDIAS DA TEMPERATURA DO AR, SEGUNDO TESTE TUKEY, PARA O FATOR DIA MONITORADO.....189
TABELA 13 - TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA AJUSTAMENTO DE DISTRIBUIÇÕES PROBABILÍSTICAS.....191

TABELA 14 - MEDIDAS RESUMO PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS, NOS PONTOS AMOSTRAIS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE (PC), PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011 - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS.....194
TABELA 15 - TESTE DA ANOVA PARA A TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS (ºC), PARA O FATOR PONTO AMOSTRAL, PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011.....196
TABELA 16 - DIFERENÇAS DE MÉDIAS DA TEMPERATURA DO AR, SEGUNDO TESTE TUKEY, PARA O FATOR PONTO AMOSTRAL.....197
TABELA 17 - ATRIBUTOS QUANTIFICADOS E MÉDIAS DAS TEMPERATURAS EM ºC.....202

1 INTRODUÇÃO

Hoje cerca de 51% da população mundial interfere, apesar de outros aspectos, no clima por estar residindo ou exercendo atividades nas cidades do mundo (ONU, 2008). A projeção para o ano de 2050, de acordo com a mesma fonte é de 68,7%. Essa interferência diz respeito às áreas construídas, asfaltadas, áreas verticalizadas que alteram o regime dos ventos e insolação, áreas de supressão de vegetação, frota de veículos, atividades industriais que culminam em cidades com diversos “climas” dentro de um mesmo território. A cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbana e que agem no sentido de alterar o clima em escala local (MONTEIRO, 1976). O Clima Urbano "resulta das modificações radicais que os processos de urbanização produzem na natureza da superfície e nas propriedades atmosféricas de dado local" (OKE, 1978). Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e à outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e de deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes. No que tange ao conforto térmico, condições climáticas urbanas inadequadas e especificamente o aumento da temperatura do ar geram perda da qualidade de vida da população, prejuízos à saúde, além de grande consumo de água e de energia para o condicionamento térmico das edificações. Em conseqüência, aumentam as construções de usinas hidrelétricas, termoelétricas ou atômicas, de grande impacto sobre o meio ambiente (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 1997).

Desta forma, o clima influencia o homem de diversas maneiras, e por conseqüência, o homem influencia o clima por meio de suas várias atividades. Para (AYOADE, 1998), as principais bases da vida para a humanidade, principalmente o ar, a água, o alimento e o abrigo, estão na interferência do clima. AYOADE (1998) acredita ainda que a saúde humana, a energia e o conforto são afetados mais pelo clima do que por qualquer outro elemento do meio ambiente, sendo que as funções fisiológicas do homem respondem às mudanças do tempo atmosférico, e certas

doenças são introduzidas pelo clima em tempos diferentes. Para ele, as moléstias que afligem o homem demonstram, em suas incidências, correlações íntimas com as condições climáticas (insolação, temperatura, umidade do ar, vento e pressão atmosférica) e com as estações do ano. SORRE (1984) afirmou que as temperaturas muito baixas diminuem a resistência do corpo humano à infecção AYOADE (1998, p. 291) observou que algumas doenças tendem a ser preferenciais em certas zonas climáticas, enquanto que algumas outras, principalmente as contagiosas, tendem a seguir um padrão sazonal.

Quanto à saúde, os efeitos das alterações climáticas e especificamente o aumento da temperatura são mais prejudiciais nas crianças e nos idosos, favorecendo principalmente a ocorrência de asma e bronquite, processos inflamatórios, desidratação, perda de energia, fadiga. Elevadas temperaturas afetam o metabolismo que reage produzindo suor para manter uma temperatura entre 36ºC a 37ºC, favorecendo a troca de calor entre o corpo e o meio. Outra conseqüência do calor elevado é a propagação do mosquito transmissor de doenças, como a dengue e malária. Neste caso a propagação destas doenças é favorecida em ambientes com águas paradas e da falta de saneamento. A tuberculose também pode ser favorecida em regiões quentes, geralmente em cortiços e favelas.

Especificamente quanto ao conforto térmico, extrapolando os limites das edificações, muitos estudos na área da climatologia apontam para a dinâmica das alterações no clima decorrentes da urbanização. Nesse sentido a afirmação *"A cidade é um grande modificador do clima*", presente em muitas teses e dissertações, tem sua fundamentação na interferência antrópica sobre o meio natural. Considerando a tendência natural de crescimento das cidades, a utilização de novas tecnologias e a emissão excessiva de calor, é que se evidencia a necessidade premente de desenvolvimento de estudos que considerem o adensamento e as alterações climáticas decorrentes. Dentre as variáveis climáticas que influenciam no conforto térmico, a temperatura do ar é a que mais evidencia a formação do clima urbano próprio, principalmente porque o espaço construído e as atividades

antrópicas tendem a formar ilhas de calor nas áreas mais adensadas, quando comparadas ao seu entorno menos construído.

Considerando esse aspecto, há uma necessidade crescente em desenvolver estudos na área do planejamento que permitam a continuidade do crescimento das áreas urbanas de forma a garantir a qualidade de vida da população. Nesse sentido, algumas cidades da Europa estão incluindo dados do clima na planta de desenvolvimento urbano. Estes estudos estão ajudando a encontrar soluções para a melhoria da cidade principalmente no aspecto ambiental (KATZSCHNER, 1988).

A idéia deste tema para estudo surgiu da necessidade de buscar propostas práticas que associem clima ao planejamento urbano[1], embasadas em estudos de campo realizados. Esta tese é fruto da preocupação da maneira como o planejamento urbano e a legislação urbanística têm sido tratados no Brasil. Em geral a Lei de Uso e Ocupação do Solo que regulamenta os parâmetros urbanísticos [2] "acompanha" valores de permissão de ocupação decorrentes do usual nas cidades brasileiras, ou seja, não considera as especificidades da área que receberá as novas construções, podendo acarretar com isso, prejuízos à qualidade de vida urbana. Soma-se à isso, as questões econômicas que fomentam as definições por maiores potenciais de construção, que em geral se sobrepõe as definições técnicas. Fato este que poderá ser rebatido por técnicos que possuam embasamento científico a respeito das possíveis perdas de qualidade de vida quando da liberação de parâmetros urbanísticos mais expressivos.

---

[1] Nesta tese será considerado o planejamento urbano como completo apesar do termo urbano, será considerada toda a área do território do município, ou seja, tanto a área urbana como a área rural. Apesar de historicamente ter se planejado somente a área urbana, hoje entende-se a necessidade da análise mais ampla, considerando todos os aspectos econômicos, sociais, culturas, espaciais – não havendo forma de dissociar a área urbana da rural.

[2] Entenda-se que parâmetros ou índices urbanísticos refletem o potencial de construção nos terrenos, ou seja, taxa de ocupação, taxa de impermeabilização, altura máxima, afastamentos laterais, recuos conforme apresentado no Capítulo 2.

Considerando esta problemática, cabe a pergunta “O que motiva um arquiteto a buscar a área da climatologia?” A interdisciplinaridade ou a complementaridade são os fatores motivadores de pesquisas desta natureza, principalmente porque os estudos do clima perpassam o planejamento urbano e o cotidiano do urbanista no ambiente profissional, em instituições públicas, empresas e organizações sociais que são agentes de planejamento urbano e também da gestão, assim como nas Universidades e centros de pesquisa voltados para o estudo da cidade e da questão urbana. Equipes multidisciplinares têm o propósito de encontrar soluções com diferentes pontos de vistas e especificamente com relação ao presente tema, saber que ações isoladas não resolverão o problema do clima urbano, mas juntas poderão amenizar as decorrências da urbanização.

Historicamente, grande parte dos estudos de clima urbano foram realizados a partir de 1950, principalmente em decorrência do crescimento das taxas demográficas e de urbanização mundial. Muitas teses acadêmicas e livros, além de artigos têm oferecido contribuições importantes no campo da climatologia urbana. A grande maioria dos trabalhos acadêmicos são diagnósticos da realidade (o que contribuiu substancialmente nos estudos) ou então produção de resultados de difícil aplicação prática, aplicáveis ao planejamento urbano.

O incremento da urbanização nas cidades de porte médio e grande no mundo é visível e intensifica-se a cada momento. Com a revolução industrial e mais especificamente a partir de 1950, as cidades tornaram-se pólo de atividades econômicas, culturais e sociais que culminam na atração de muitas pessoas nesses centros. Mais intensa é a urbanização nas regiões metropolitanas do Brasil, que deflagram cidades conurbadas, com problemas comuns e em geral de difícil solução. Neste contexto, como recorte espacial desta tese foi definida a Cidade de São José dos Pinhais, Região Metropolitana de Curitiba (RMC) e integrante do chamado AU-RMC – Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba. O AU_RMC é composto por Curitiba e pelas áreas urbanizadas de municípios vizinhos – bem como por extensas áreas de mananciais e de características rurais, mais afastadas (FIRKOWSKI, 2002). A denominação de AU-RMC tem sido utilizada por

pesquisadores em diversas teses porque trata efetivamente da área conurbada da RMC, ou ainda da mancha de ocupação de alta densidade demográfica que extrapola os limites do município pólo, envolvendo municípios limítrofes, pelos processos de conurbação e/ou periferização e se caracteriza por uma intensa relação funcional, de fluxos intermunicipais e de atividades urbanas e econômicas. Fazem parte do Aglomerado Urbano 12 dos 26 municípios que hoje compõem a RMC: Curitiba, Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais (FIRKOWSKI, 2002). Cabe salientar que apesar do AU-RMC ser na prática uma única mancha de ocupação, as cidades planejam (quando isto ocorre) de maneira isolada. Sob esta ótica é fato que estas cidades não devem tratar seus problemas isoladamente, principalmente porque seus limites territoriais não representam seus limites físicos na prática.

Um dos principais condicionantes de ocupação do AU-RMC é a questão ambiental especificamente as áreas de preservação de mananciais. Em 1998 foi instituído o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC (SIGPROM/RMC) que, em sua legislação, aborda assuntos específicos com relação aos recursos hídricos, o saneamento, o meio ambiente e o uso do solo. Dentre as ferramentas de apoio à gestão de mananciais existe a criação das Áreas de Proteção Ambiental (APAs)[3] e as Unidades Territoriais de Planejamento (UTPs)[4].

A Região Metropolitana de Curitiba está inserida nas bacias hidrográficas do rio Ribeira, Litorânea e rio Iguaçu. Existe por parte do Estado do Paraná uma priorização para os mananciais do Alto Iguaçu, confirmada em termos práticos pela

[3] As APAs são unidades de conservação que objetivam preservar belezas cênicas, proteger recursos hídricos, incentivar o desenvolvimento regional, através de conservação e uso sustentável dos recursos naturais, e ainda servir como zona-tampão entre áreas de proteção mais rigorosa como, por exemplo, os parques e estações ecológicas (COMEC, 1978).

[4] As UTPs alteram o paradigma de restrição total para o ordenamento territorial (potencial de troca) onde as capacidades de esgotamento sanitário e de drenagem são parâmetros limitantes do adensamento populacional (COMEC, 1978).

criação das APAs: Passaúna, Irai, Verde, Pequeno e Piraquara e UTPs: Guarituba, Pinhais, Itaqui, Campo Magro e Quatro Barras. Encontra-se no município de São José os Pinhais: parte da UTP de Itaqui (Lei Estadual n.º 12.248/98, Decreto Estadual n.º 1454/99 e Lei Municipal n.º 29/2000) e a APA do Pequeno (Decreto Estadual n.º 1.752/96) que tem parte inserida dentro da AEIT do Marumbi. Ainda, dentro do território municipal está parte da APA de Guaratuba, pertencente à bacia Litorânea. Ambas as unidades de conservação: a AEIT (Área Especial de Interesse Turístico) Marumbi, área tombada da Serra do Mar (Lei Estadual n°7919/84 e Decreto Estadual n°53081/85), e a APA de Guaratuba (Decreto Estadual n°1234/92), destacam-se sob o ponto de vista biótico por preservarem parte da Mata Atlântica. Quanto aos potenciais futuros mananciais para abastecimento, dentro da bacia do Alto Iguaçu, encontramos inseridas no município de São José dos Pinhais a bacia do rio Miringuava e a do rio Cotia.

A definição da Cidade de São José dos Pinhais como recorte espacial desta tese ocorreu devido às altas taxas de crescimento populacional e pressão de ocupação, associadas as extensas áreas com proibições ou restrições de ocupação, além da presença de barreiras físicas ou ambientais importantes como a BR277, BR476, Avenida das Torres, Aeroporto Internacional Afonso Pena, Unidade Territorial de Planejamento do Rio Itaqui, Área de Preservação Ambiental do Rio Pequeno e Área de Preservação Ambiental do Rio Miringuava. Todas essas condicionantes interferem decisivamente na ocupação do solo da cidade, principalmente intensificando o uso nas áreas onde são possíveis as ocupações.

As altas taxas de crescimento verificadas hoje no Município de São José dos Pinhais são reflexo das taxas registradas nos anos anteriores, decorrentes do fluxo econômico e operacional direto com a Capital. A exemplo, no período de 1991 a 2000 registrou taxa de crescimento de 5,38% ao ano, o que representou 3,27% acima da taxa de Curitiba e 3,0% acima da taxa do Paraná. No período entre o ano de 2000 e 2010, a taxa de crescimento da Capital do Estado do Paraná foi de 0,99%; do Município de São José dos Pinhais estabilizou-se ficando em terceiro lugar dentre os municípios (2,58%) perdendo apenas para Tunas do Paraná (5,65%)

e Fazenda Rio Grande (2,65%). A população da cidade, objeto deste estudo, de acordo com o censo de 2000 era de aproximadamente 204.000 habitantes e de acordo com o censo de 2010, 263.000 habitantes, tendo ocorrido um incremento de população de aproximadamente 29% nesse período.

As áreas de preservação e unidades de planejamento em São José dos Pinhais limitam em 52% a ocupação da área urbana atual de 170km². Isso significa que, como dito anteriormente, as áreas com possibilidade de ocupação dentro do perímetro urbano, possuem maiores pressões de ocupação, uma vez que a população continuará a crescer em ritmo acelerado, diferente da ampliação das áreas urbanas. Esse fato conduz a estudos urgentes que definam formas de abrigar a população urbana sem ou com prejuízos aceitáveis sob o ponto de vista da qualidade de vida urbana. Esses estudos dizem respeito à legislação urbanística, principalmente com relação aos parâmetros urbanísticos, que quantificam as edificações por meio de áreas máximas a serem construídas, áreas máximas impermeabilizadas, afastamentos entre edificações, recuos obrigatórios, número máximo de pavimentos, exigência de vegetação, dentre outros.

Sob essa perspectiva, é possível perceber que o cenário de estudo apresenta muitos indicativos de problemas relacionados à pressão de ocupação e conseqüentemente prejuízos na qualidade de vida urbana. É fato também que a principal forma de evitar maiores danos está amparada no planejamento urbano e intrinsecamente na climatologia urbana. Esta tese fundamenta-se sob esta ótica, considerando ser essencial o conhecimento da situação atual para a proposição de soluções futuras e principalmente possíveis de serem aplicadas. Nesse sentido, associando as altas taxas de crescimento populacional, as condicionantes ambientais, o conforto térmico urbano e a qualidade de vida urbana, tendo como cenário a Cidade de São José dos Pinhais/PR, definiu-se o problema que esta pesquisa busca responder: “Qual a interferência da ocupação urbana na temperatura do ar em São José dos Pinhais”? Ou ainda “Como a legislação municipal por meio dos parâmetros urbanísticos pode amenizar as diferenças de temperatura do ar nos espaços urbanos”?

Diante da situação exposta partiu-se do princípio que:

- ✓ Atributos urbanos refletem os parâmetros urbanísticos estabelecidos pelo planejamento e legislação local. Este conjunto interfere significativamente nos valores de temperatura do ar que se expressam na cidade.
- ✓ Assim busca-se validar a associação dos parâmetros urbanos com as temperaturas do ar registradas, partindo-se da hipótese que:

" A intensidade de ocupação permitida na legislação urbanística acarreta um incremento proporcional aos valores da temperatura do ar".

O objetivo principal desta tese é investigar as diferenças de temperatura do ar e associá-las às áreas construídas, áreas impermeabilizadas, áreas livres, áreas com água e áreas com vegetação ou áreas verdes. Os objetivos secundários, decorrentes do tema abordado são:

- ✓ Estudar as temperaturas do ar em áreas com diferenças de atributos urbanos;
- ✓ Estimular estudos que associem parâmetros urbanísticos com diferenças de temperatura;
- ✓ Propor soluções aplicáveis no campo do planejamento urbano.

Como proposta metodológica utilizou-se o Sistema Clima Urbano (SCU), metodologia proposta pelo prof. Carlos Augusto Monteiro em 1976, que considera o clima urbano como um sistema composto de subsistemas, que se articulam segundo canais de percepção. O SCU constitui-se numa abordagem geográfica do clima da cidade, abrangendo não somente os elementos de ordem meteorológica da atmosfera, mas também os elementos da paisagem urbana. O autor aplicou as diretrizes da funcionalidade sistêmica de Bertalanffy para propor três diferentes subsistemas, os quais propiciam o estudo detalhado do ambiente atmosférico da cidade e, por conseguinte, o detalhamento do seu clima e a formulação de soluções concernentes ao planejamento (MONTEIRO, 2003). O modelo sistema clima urbano, portanto, abrange o conforto térmico (resolução termodinâmica), a qualidade do ar

(resolução físico-química) e o impacto meteórico (precipitações) (MONTEIRO, 1976). Diante disso, os elementos climáticos devem ser relevados em todos os níveis de planejamento, dotados de um caráter universal e com a possibilidade de serem utilizados em separado para cada etapa do processo de planejamento.

Esta tese está estruturada em sete capítulos conforme apresentado na Figura 1. O Primeiro Capítulo trata da discussão inicial da tese, da motivação do estudo do clima associado ao planejamento urbano, dos objetivos, hipóteses e problematização da pesquisa.

O Segundo Capítulo apresenta A Cidade, seus conceitos, o planejamento urbano como base para a proposição da legislação urbanística e esta como ferramenta de interferência na tomada de decisão. Apresenta a cidade de São José dos Pinhais como sitio de estudo, caracterizando-o principalmente sob o enfoque populacional e tendências de crescimento. Também trata do planejamento urbano especificamente na área específica de estudo, a Cidade de São José dos Pinhais, no Paraná, sua posição na Região Metropolitana de Curitiba e a influência que sofre da Capital do Estado.

O Terceiro Capítulo aborda as definições e questões relacionadas ao clima, clima urbano, planejamento associado ao clima urbano, além da discussão de alguns estudos de casos realizados em cidades com características semelhantes às da cidade objeto do recorte espacial desta tese.

O Quarto Capítulo –Material e Método apresenta os procedimentos do estudo de caso, dentre eles a definição dos pontos monitorados, definição do tipo do abrigo, período de medição, levantamento do uso do solo e quantificação de alguns atributos urbanos no entorno dos pontos monitorados. Trata ainda da análise preliminar, por meio de ferramentas da estatística, dos dados obtidos no monitoramento.

O Capítulo Quinto apresenta os resultados obtidos no monitoramento, utilizando-se para isso da Estatística Descritiva dos Dados. Nesse Capítulo são

descritos os principais resultados que associam a temperatura do ar nos pontos monitorados com os dados obtidos em campo que embasarão as proposições do capítulo seguinte.

O Capítulo Sexto analisa os dados provenientes do monitoramento relacionando-os com os atributos urbanos quantificados, de forma a indicar possíveis associações da variação da temperatura do ar e a ocupação urbana. Neste Capítulo são realizadas análises entre os pontos monitorados, considerando suas características de ocupação. Também são testadas ferramentas estatísticas para associar as temperatura do ar e os atributos urbanos nos pontos monitorados. Após essas análises, é proposto um índice denominado de Índice de Tendência.

Por fim, o Capítulo Sétimo traz as conclusões desta pesquisa, além de sugestões para futuras pesquisas, que na verdade são provocações para um melhor entendimento sobre o tema abordado.

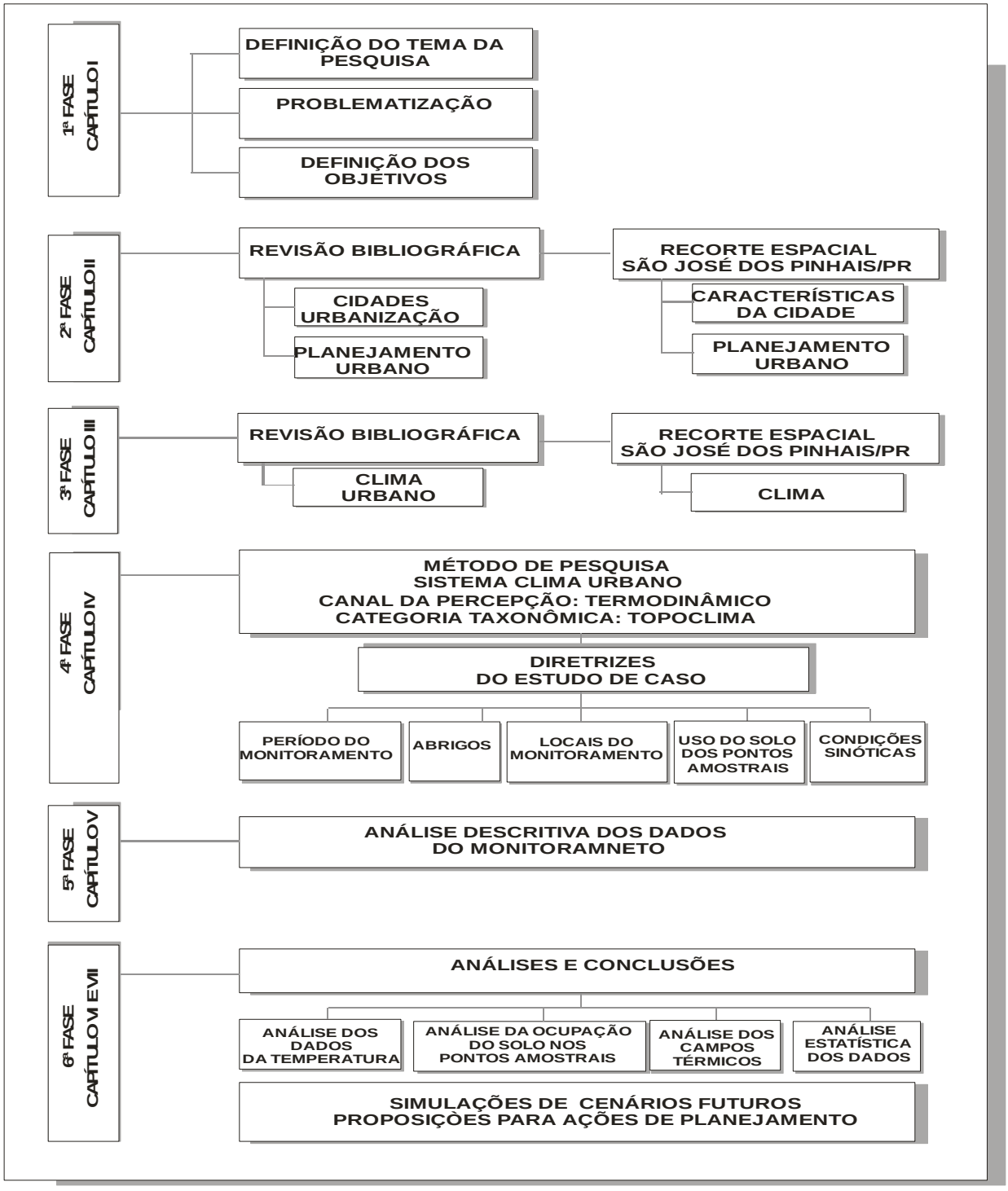


FIGURA 1 - FASES DA PESQUISA

FONTE: O autor (2011)

2 REFERENCIAL TEÓRICO: CIDADES E O PLANEJAMENTO URBANO

“Teatro de conflitos crescentes, a cidade é o lugar geográfico e político da possibilidade de soluções.” (SANTOS, 1996, p. 11)

Neste capítulo serão apresentadas e discutidas questões relativas a cidades, planejamento e legislação urbanística. O enfoque da discussão se dá sob o ponto de vista de cidades brasileiras de médio porte, entendidas como aquelas com população entre 100 e 500 mil habitantes, conforme a classificação do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2008), caso de São José dos Pinhais. É importante ressaltar que este texto não se propõe a esgotar a discussão sobre os conceitos aqui apresentados, mas sim contribuir na busca do entendimento de como o planejamento urbano se constituiu como campo do conhecimento voltado ao estudo da cidade.

Nos últimos anos as cidades do Brasil, em especial aquelas de porte médio, têm registrado altos índices de crescimento populacional. Em geral, a Administração Pública, por meio de seus órgãos de planejamento, não acompanha tal demanda acarretando muitas vezes ocupações irregulares e precárias, que por sua vez prejudicam a qualidade de vida na cidade.

Neste Capítulo aborda-se a premissa que uma das maneiras de garantir melhor qualidade de vida na cidade é por meio de ações de planejamento, amparadas nas leis municipais. Dessa forma, ao definir o termo cidade e seus aspectos relacionados com planejamento e legislação urbanística, busca-se traçar um raciocínio lógico que contemple a melhor relação entre ocupação e qualidade de vida na cidade.

Com o objetivo de entender a dinâmica das cidades, as relações de troca, as questões sociais e culturais e o porquê dos altos crescimentos populacionais, é importante estudar o que é a cidade e seu papel na sociedade.

Segundo Santos (1996) no início a cidade representava uma “emanação do poder longínquo”, como a necessidade de marcar presença em um determinado

lugar. Ou ainda, era o local onde viviam “os notáveis”, dentre eles, o padre, o tabelião, a professora primária, o juiz, o promotor, enfim as pessoas que na sociedade eram detentoras de algum poder e formadoras de opinião. Com o passar dos anos, a cidade transformou-se em centro econômico, onde ocorriam as relações de compra, venda e serviços (SANTOS, 1996). A cidade passou a ser, portanto, o local onde aconteciam as relações entre o capital e a sociedade, ou seja, as relações entre o local de moradia, os deslocamentos, o trabalho, o lazer e a cultura (CARLOS, 2003).

Nesse sentido e ainda levando-se em conta que a cidade foi também o *locus* por onde se destinava o excedente produzido na área rural, Sposito (1997) define a cidade, em sua origem, como:

> *“(...) o local onde, historicamente, alojou-se o grupo encarregado de gerenciar e consumir excedentes agrícolas, diferentemente das áreas de produção agrícola, ao qual se juntaram os artesãos, militares e funcionários ligados ao Estado. Constituiu-se assim um núcleo populacional dependente dos alimentos produzidos na zona rural, e cujas atividades são predominantemente o comércio, a indústria e os serviços” (SPOSITO, 1997, p. 27)*

Assim como na citação de Milton Santos transcrita no início deste capítulo, CARLOS (1996) também indica que a cidade é “o lugar dos conflitos”. Conflitos no sentido de antagonismos de expressões, definições, buscas, principalmente nas grandes cidades, onde o dia a dia em geral tão atribulado faz com que as pessoas vivam no anonimato, na busca isolada de seus objetivos, perdendo o convívio social, a troca de olhares, passando simplesmente a dividir o mesmo espaço. Isso é um contrassenso na atualidade uma vez que a cidade é um local de encontro que reúne e concentra as pessoas, onde necessariamente nunca se está só. Fato este que pode ser claramente observado nos terminais de ônibus nas horas de pico, nas saídas dos jogos de futebol, nas ruas no dia a dia, principalmente onde ocorre a regulação dos fluxos do cotidiano (ROLNIK, 1988), ou seja, a cidade da forma como conhecemos hoje.

Neste contexto, a idéia do que é cidade tem mudado e evoluído com o passar dos anos. A cidade hoje não é mais o local do excedente da produção rural

ou um simples aglomerado de casas, pessoas e atividades comerciais, mas sim um conjunto de construções diversas, de redes de infra-estrutura, de centros comerciais, de equipamentos públicos e de subúrbios interligados (IPEA, 2000), desenvolvendo-se em um determinado espaço.

Surge, portanto, o termo “espaço”, que para SANTOS (1996) deve ser entendido como a natureza mais a sociedade, classificando os elementos do espaço em homens, firmas, instituições, meio ecológico e infra-estrutura. Já o espaço urbano pode ser entendido como *locus* da produção, ou seja, o espaço onde se aproxima a matéria-prima do processo produtivo, trabalhadores da produção, indústria do comércio, consumidores do mercado (CARLOS, 2003). O espaço urbano traduz-se na predominância da cidade sobre o campo, onde as periferias, subúrbios, distritos industriais, estradas e vias expressas absorvem as áreas agrícolas em um movimento constante de urbanização (ROLNIK, 1988). De acordo com CORREA (1989) o espaço urbano é “fragmentado e articulado, reflexo e condicionante social, um conjunto de símbolos e campo de lutas”. Com essa afirmação o autor defende que o espaço é fragmentado à medida que são definidas áreas como o centro da cidade, local de concentração de atividades comerciais, industriais, áreas de expansão e é articulado devido às relações comerciais, relações de poder e decisão. É ainda reflexo e condicionante social devido à complexidade da sociedade e da sua forma de agir.

Desta forma, nesta tese, será considerado que a cidade é o local onde sobre um ambiente físico se vinculam os aspectos funcionais, econômicos, sociais e políticos de uma determinada aglomeração de pessoas, constituindo uma sociedade político-cultural própria. São nas cidades que ocorrem as relações de troca, de serviços, comércio, onde há interatividade cultural e social. Ao longo dos anos, a cidade modifica-se com o incremento de novas atividades comerciais, de serviços, industriais, de técnicas informacionais (SANTOS, 1994), além de novas formas de viver. Há que se considerar também as diferenças entre as cidades devido a sua especificidade decorrente da região em que se inserem.

Algumas, por exemplo, desenvolvem-se mais em função de aspectos econômicos, outras por seu progresso na área da saúde, na tecnologia, na educação ou como sede do Poder. Independentemente da vocação as cidades criam interdependências mútuas que acabam por complementar suas demandas, favorecendo os que nela vivem e fazendo crescer a população urbana. População esta que reside, vive, trabalha, estuda, diverte-se, compra e vende no que chamamos de “cidade”. O termo cidade engloba muito do que entendemos hoje como “viver”, na medida em que a população mundial é, em sua maioria, urbana.

A transição de uma sociedade rural para uma sociedade urbana foi decorrente, particularmente, de mudanças a partir dos anos 50, caracterizada como urbanização. Nas últimas décadas a urbanização ocorreu por meio do aumento da superfície das cidades existentes e da multiplicação do número dos centros urbanos (IPEA, 2000). Neste cenário cabe análise sobre o urbanismo e o planejamento urbano, considerando o primeiro premissa do segundo e ambos importantes para a definição de ações concretas e direcionamento do desenvolvimento das cidades.

A origem do termo urbanismo é polêmica dentre os estudiosos do tema. Para GONSALES (2002) o urbanismo surgiu quando o engenheiro Ildefonso Cerda, autor do plano para Barcelona que escreveu a Teoria Geral da Urbanização, publicada em 1867. Nessa teoria, o engenheiro destacava que “a urbanização reside tão somente na associação do repouso e do movimento”. Com essa afirmação, o autor ressaltava dois conceitos primordiais no urbanismo, a habitação e a circulação, que hoje mais do que nunca continuam sendo os dois pólos operacionais do urbanismo. Segundo NOGUEIRA (1983) o termo urbanismo surgiu em 1910 durante o Congresso de Londres, para substituir outras denominações como construção de cidades, higiene urbana, estética edilícia entre outras. Ou ainda, para BENEVOLO (1993), o termo urbanismo surgiu no século XX em decorrência do grande crescimento demográfico ocorrido a partir do século XVIII nas cidades da Europa, onde as aglomerações urbanas começaram a consolidar-se devido à atividade industrial. Segundo CHOAY (1979) o processo de urbanização e industrialização foi global e irreversível, a exemplo da instalação das indústrias nas cidades européias

no início do século XIX, que, com a necessidade de mão-de-obra, fez com que cidades próximas a Londres, Cardiff e muitas regiões da Inglaterra esvaziassem. Em decorrência do êxodo rural e da grande concentração nos centros urbanos houve a necessidade de ajustes para atender a nova realidade das cidades. Dessa forma, surge o urbanismo quando são criados alguns modelos de desenvolvimento urbano – muitos deles utópicos – a fim de se organizarem os espaços da cidade, os seus territórios e suas diversas atividades.

Não cabe no presente trabalho um estudo aprofundado sobre as correntes do urbanismo mas sim trazer à discussão o que já foi proposto na matéria, além de justificar algumas idéias presentes na atualidade. De uma maneira ou de outra, as linhas de pensamentos ou correntes do urbanismo ao longo das décadas objetivaram basicamente resolver as questões relativas às cidades, no que tange à sua organização, baseando-se para isso nas questões estéticas, sanitárias, viárias, de uso do solo, entre outras que acabaram por constituir as cidades da forma como são hoje.

Etimologicamente, urbanismo significa a ciência da organização das cidades, e do latim “urbe” significa cidade e “ismo” sistemas. Segundo CHOAY (1979), o urbanismo, decorrente da expansão da sociedade industrial, “é uma disciplina que se diferencia das artes urbanas anteriores por seu caráter reflexivo e crítico, e por sua pretensão científica”.

Para Choay o urbanismo considera as questões técnicas e científicas para a tomada de decisões enquanto que para Agache são evidenciadas as questões relacionadas com o embelezamento, mobilidade e ordenamento. De qualquer forma, ambos os conceitos se complementam indicando o que conhecemos hoje como urbanismo, ou seja, estudo dos espaços urbanos (independentemente dos limites político-administrativos) com o objetivo de ordenar, controlar, regular e planejar, no sentido de abranger todos os aspectos envolvidos no que tange às cidades, dentre eles, ambientais, sociais, territoriais e institucionais. O urbanismo insere-se no contexto de uma sociedade em constante mutação face às novas tecnologias, aceleração da economia e principalmente crescimento populacional.

De acordo com SANTOS (1996) em 1940 a taxa de urbanização brasileira era de 26,35%; em 1980 essa taxa alcançou 68,86%. Neste período a população do Brasil triplicou enquanto que a população urbana cresceu sete vezes. A população urbana no Brasil atualmente é cerca de 86,50% da população total (IBGE, 2010) Estudos indicam a continuidade do crescimento das populações urbanas em relação às rurais e conseqüentemente a "criação de um meio geográfico artificial" (SANTOS, 1997, p. 124), onde as áreas naturais são transformadas em áreas construídas, em prejuízo às áreas livres e espaços vazios. É importante salientar que apesar da expansão sobre as áreas naturais, a ocupação urbana deve ocorrer – e não há como contê-la. Porém o que se deve buscar são ocupações equilibradas, respeitando-se parâmetros de ventilação, iluminação, afastamentos entre edificações, dentre outros aspectos. Neste âmbito, o presente estudo busca contribuir no campo da urbanização, tendo como cenário a cidade de São José dos Pinhais/PR, considerando que as cidades estão sob constante pressão de crescimento o que, se não apropriadamente conduzidos pelo planejamento, pode prejudicar a qualidade de vida nos centros urbanos[5].

O fenômeno da urbanização é fruto de vários aspectos, dentre eles a taxa de natalidade – a qual impulsiona o crescimento da população não urbana devido à diferença entre os nascidos vivos e as mortes – e os fluxos migratórios (SANTOS, 1994). De acordo com o estudo denominado de Plano de Desenvolvimento Urbano (PDU) realizado em 2003 pela Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano do Estado do Paraná, no ano do estudo, mais de 80% da população paranaense vivia nas cidades. Na década de 50 essa proporção era de 25%. Isso significa que em aproximadamente 50 anos a população do Estado deixou de ser rural para transformar-se em urbana, gerando muitas conseqüências, seja nos aspectos

[5] Ainda que a cidade objeto deste estudo tenha forte pressão de ocupação, cabe salientar que de acordo com o Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba (PDI, 2006), a RMC não necessita de áreas de expansão para abrigar a população nos próximos anos.

econômicos, sociais e de infraestrutura. Na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), de acordo com o censo do IBGE de 2000, cerca de 90% da população era urbana.

O PDU (2003) concluiu, quanto aos fluxos migratórios nas cidades paranaenses dentro do Estado, que o principal destino é a RMC, fato atribuído principalmente à falta de emprego e aos baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH)[6] nas cidades do interior. Esse fato acarreta problemas tanto nas cidades de origem quanto nas cidades de destino. As de origem porque perdem população, em geral na idade produtiva, o que ocasiona estagnação na economia local e poucas perspectivas de desenvolvimento. As cidades que recebem a população sofrem com as altas taxas populacionais e conseqüentemente com a dificuldade em atender a demanda por equipamentos e serviços públicos e a oferta de empregos. Soma-se a isso, as carências por áreas adequadas para novos loteamentos.

Neste contexto, considerando o contínuo incremente de população nos centros urbanos, evidencia-se a necessidade do planejamento nas diversas escalas, sejam regionais, setoriais, integrados ou urbanos, independentemente do grau de desenvolvimento do espaço. Ainda sob este enfoque, a cidade não deve ser planejada isoladamente porque faz parte do conjunto econômico, político e social de uma região, ou seja, deve ser objeto de análise em conjunto com a sua região de influência (BIRKHOLZ et al, 1980). Ações decorrentes do planejamento favorecem a qualidade de vida da população além de direcionarem investimentos, muitas vezes escassos da administração pública, para áreas efetivamente necessárias.

---

[6] O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é composto por indicadores de expectativa de vida ao nascer, renda e escolaridade. De acordo com o IBGE (2000), o IDH do Estado do Paraná é 0,787, ocupando a sexta posição no Brasil; de Curitiba 0,856, ocupando o primeiro lugar dentre as cidades do estado e de São José dos Pinhais é da ordem de 0,796, ocupando a 28ª posição dentre as cidades do estado do Paraná. O IDH varia entre zero e um, sendo considerado baixo entre 0 e 0,499, médio entre 0,500 e 0,799 e elevado quando maior ou igual a 0,800.

Antes das discussões a respeito do planejamento urbano e legislação urbanística, é apresentado o recorte espacial da presente tese, ou seja, a Cidade de São José dos Pinhais, sua relação com a Capital do Estado do Paraná e sua inserção na Região Metropolitana de Curitiba. A abordagem do tema limitou-se às principais características da cidade necessárias para evidenciar sua importância no contexto metropolitano e para o Estado, objetivando embasar os trabalhos desta tese.

2.1 RECORTE ESPACIAL: SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR

A participação da população urbana no total da população brasileira atinge níveis próximos aos dos países de antiga urbanização da Europa e da América do Norte. Na década de 90 a população urbana somava 74,80% (IBGE, 2000). No ano de 2000, a população residente nas cidades já ultrapassava 80% da população total do Brasil (IBGE, 2000). Atualmente a população urbana totaliza 86,50% (IBGE, 2010). A projeção para o ano de 2030 é de 91,10% e em 2050 cerca de 93,60% da população total brasileira estará morando nas cidades. Isso significa que entre 1950 e 2150 teremos um aumento de quase 50% da população total do Brasil residindo em cidades (IBGE, 2007). De acordo com o mesmo órgão, as regiões metropolitanas brasileiras terão os maiores índices de crescimento.

O crescimento das regiões metropolitanas deve-se principalmente pela concentração de atividades produtivas, possibilidade de emprego e renda, proximidade com as capitais, especulação imobiliária nos grandes centros, êxodo rural, entre outros motivos que as configuram como grandes atrativos de população. SANTOS (1996), em sua obra denominada de “A Urbanização Brasileira”, quando então existiam oficialmente apenas nove regiões metropolitanas, descrevia o fenômeno da metropolização como crescente no Brasil e antevia a criação de mais regiões em função de suas características de interdependências. Na mesma obra o autor também antevia um processo dialético de avanço da metropolização paralelo à desmetropolização, ou seja, junto à permanência do poder de catalisação das áreas metropolitanas e suas consolidações como pólos econômicos do país, nas últimas

décadas constata-se taxas de incremento populacional nas cidades médias brasileiras superiores aos dos grandes centros, que, por sua vez, passam gradativamente a abrigar porcentagens cada vez menores da população total do país.

As primeiras regiões metropolitanas no Brasil foram criadas em 1973, através da Lei Complementar 14 que, por sua vez, obedecia a Constituição de 1967. A partir da Constituição de 1988 a responsabilidade pela criação e organização das regiões metropolitanas foi transferida do governo federal para os estados, conforme o artigo 25, parágrafo 3º:

> *§ 3º - Os Estados poderão, mediante lei complementar, instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum.*

Atualmente[7], legalmente constituídas por Lei Federal ou Estadual, existem no Brasil 35 Regiões Metropolitanas (RM). As Regiões Metropolitanas são: Belém (PA), Macapá (AP), Manaus (AM), Aracajú (SE), Agreste (AL), Cariri (CE), Fortaleza (CE), Grande São Luis (MA), João Pessoa (PB), Maceió (AL), Natal (RN), Recife (PE), Sudoeste Maranhense (AM), Salvador (BA), Maranhense (AM), Baixada Santista (SP), Belo Horizonte (MG), Campinas (SP), Grande Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Vale do Aço (MG), Carbonífera (SC), Chapecó (SC), Curitiba (PR), Florianópolis (SC), Foz do Itajaí (SC), Lages (SC), Londrina (PR), Maringá (PR), Porto Alegre (RS), Tubarão (SC), Vale do Itajaí (SC), Goiânia (GO) e Vale do Rio Cuiabá (MT).

As regiões metropolitanas são formadas por um Município Sede (em geral aquele de maior destaque econômico) e demais municípios conurbados ou não à ele. Dessa forma, muitas regiões metropolitanas nasceram das ocupações das áreas periféricas, entendida como “(...) ocupações que situam-se nos arredores

[7] Levantamento elaborado até 31 de março de 2010.

imediatos aos limites administrativos da cidade-pólo, resultando na extrapolação desta sobre parcelas territoriais de outros municípios" (ULTRAMARI e MOURA, 1988). Neste sentido, em geral o Município Sede registra menores taxas de crescimento populacional, uma vez que este contingente ocupa as cidades do entorno, onde o custo da terra é menor em função da menor especulação imobiliária e ausência de equipamentos e serviços públicos.

A criação das regiões metropolitanas tem o propósito de serem entendidas como uma unidade de planejamento, ou seja, terem suas ações e investimentos administrados para além de sua delimitação territorial, considerando principalmente as questões de dependência entre os municípios que a compõe. Dessa forma, os administradores das cidades que compõem regiões metropolitanas deveriam pensar e planejar ações e investimentos de forma integrada, buscando a melhor aplicação dos recursos de forma democrática. Infelizmente isso não ocorreu na grande maioria das cidades, onde cada município planeja dentro de seus limites territoriais, sem considerar as interferências de suas decisões no entorno. Soma-se à isso o fato de que muitos municípios estão conurbados o que significa que as decisões deveriam extrapolar os limites político administrativos, pois na prática trata-se do mesmo espaço.

A Constituição Estadual de Minas Gerais traduz a essência da criação das Regiões Metropolitanas, artigo 45:

> *"Considera-se região metropolitana o conjunto de Municípios limítrofes que apresentam a ocorrência ou a tendência de continuidade do tecido urbano e de complementaridade de funções urbanas, que tenha como núcleo a capital do Estado ou metrópole regional e que exija planejamento integrado e gestão conjunta permanente por parte dos entes públicos nela atuantes".*

Criada pela Lei Complementar Federal n.º 14/1973, a Região Metropolitana de Curitiba é composta atualmente por 29 municípios: Adrianópolis, Agudos do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo do Tenente, Campo Largo, Campo Magro, Cerro Azul, Colombo, Contenda, Curitiba, Doutor Ulysses, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Lapa, Mandirituba, Piên, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, Quitandinha, Rio Branco do

Sul, Rio Negro, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná. De acordo com dados do IBGE (2007) Curitiba é classificada como Metrópole Regional, juntamente com Belém, Belo Horizonte, Fortaleza, Goiânia, Manaus, Porto Alegre, Recife e Salvador. Dentre as regiões metropolitanas brasileiras oficiais, Curitiba ocupa a 8ª posição em termos de população, com 3.332.286 habitantes e o 2º lugar se comparado com as demais regiões metropolitanas da região Sul (IBGE, 2007).

Entre as regiões metropolitanas brasileiras, a Região Metropolitana de Curitiba foi a que apresentou as maiores taxas de crescimento nas décadas de 1970 e 1980 – respectivamente 5,78% e 3,64%. A população do município de Curitiba, durante estas duas décadas, correspondeu a taxas superiores a 65,8% da população total da RMC (MOURA e FIRKOWSK, 2001). A população da metrópole, de 609.026 habitantes em 1970, passou a 1.587.315 de habitantes em 2004 (COMEC, 2006).

Conforme apregoa a Constituição, o Estado pode (e deve) criar regiões submetidas a órgãos de planejamento e gestão. Porém cabe salientar que a intenção das regiões metropolitanas é “planejar” em áreas com características e pressões de ocupação semelhantes, ou seja, em geral aquelas conurbadas com o Município sede. Com o passar dos anos, várias regiões metropolitanas, a exemplo a RMC, agregaram em seus limites político-administrativos, Municípios afastados da Sede, sem relações econômicas marcantes ou características sócio-espaciais que justificassem essa inclusão. Esse fato deveu-se principalmente pelos investimentos destinados do Governo Federal aos municípios que pertencem à regiões metropolitanas e aos interesses políticos.

A Região Metropolitana de Curitiba (RMC) não é diferente. Por ser o mais importante centro econômico do Estado do Paraná, atrai “populações” de diversas regiões, culminando em áreas de grande diferenciação social e cultural. Exemplos dessa diferenciação social e cultural são municípios como Curitiba, que apesar de dentro do seu território possuir diferenças marcantes, ainda sustenta um dos melhores índices de desenvolvimento dentro da RMC. Em contrapartida existem municípios como Piraquara e Doutor Ulysses que registram os piores índices de

desenvolvimento, seja na área social, econômica e cultural. Sem dúvida, uma gestão pública comprometida em fazer políticas efetivas minimizaria consideravelmente as desigualdades sociais, trazendo benefícios diretos à população e à economia, o que acarretaria diretamente a melhoria da qualidade de vida da população. Cabe salientar que as políticas públicas devem englobar ações nas diversas áreas (ambiental, social, cultural, territorial), alinhando os interesses de distribuição de renda e de atendimento à população na direção da maior inclusão, ainda que as forças contra a inclusão sejam predominantes.

Com base nessa discussão, atualmente, a RMC é constituída pelo Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC), composto por Curitiba e pelas áreas urbanizadas de municípios vizinhos – bem como por extensas áreas de mananciais e de características rurais, mais afastadas (FIRKOWSKI, 2002). O Aglomerado Urbano, que efetivamente pode ser considerado com Região Metropolitana, de acordo com Firkowski (2002) é constituído por uma mancha de ocupação de alta densidade demográfica que extrapola os limites do município pólo, envolvendo municípios limítrofes, pelos processos de conurbação e/ou periferização e se caracteriza por uma intensa relação funcional, de fluxos intermunicipais e de atividades urbanas e econômicas. Fazem parte do Aglomerado Urbano 12 dos 26 municípios que hoje compõem a RMC: Curitiba, Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais.

A grande mancha densamente ocupada na região denominada de AU-RMC possui, segundo dados do (IBGE, 2010) cerca de 2.909.023 habitantes, tendo somente o Município sede 1.746.896 mil habitantes. A área total da AU-RMC é de 1.051,31 km², ou seja, 8,1% do território da Região Metropolitana, com 13.040,76 km². Destes, 430 km² pertencem ao Município de Curitiba (COMEC, 2010).

Com relação à distribuição espacial da população, dentre os municípios que compõe a Região Metropolitana de Curitiba (RMC), ou especificamente a AU-RMC, São José dos Pinhais é o segundo mais populoso, perdendo apenas para a Capital,

seguido de Colombo, Araucária, Pinhais e Campo Largo (Tabela 1). O Município de São José dos Pinhais sustenta esta posição, de acordo com dados do IBGE (2010) desde 1890.

TABELA 1 - POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – 2000/2010

MUNICÍPIO	TOTAL DA POPULAÇÃO 2000	TOTAL DA POPULAÇÃO 2010
Adrianópolis	7.007	6.374
Agudos do Sul	7.221	8.270
Almirante Tamandaré	88.277	103.245
Araucária	94.258	119.207
Balsa Nova	10.153	11.294
Bocaiúva do Sul	9.050	11.005
Campina Grande do Sul	34.566	38.756
Campo do Tenente	6.335	7.125
Campo Largo	92.782	112.486
Campo Magro	20.409	24.836
Cerro Azul	16.352	16.948
Colombo	183.329	213.027
Contenda	13.241	15.892
Curitiba	**1.587.315**	**1.746.896**
Doutor Ulysses	6.003	5.734
Fazenda Rio Grande	62.877	81.687
Itaperuçu	19.344	23.899
Lapa	41.838	44.936
Mandirituba	17.540	22.235
Piên	9.798	11.236
Pinhais	102.985	117.166
Piraquara	72.886	93.279
Quatro Barras	16.161	19.786
Quitandinha	15.272	17.088
Rio Branco do Sul	29.341	30.662
Rio Negro	28.710	31.274
São José dos Pinhais	**204.316**	**263.488**
Tijucas do Sul	12.260	14.526
Tunas do Paraná	3.611	6.258
AU RMC	**2.560.161**	**2.909.023**
TOTAL RMC	**2.768.394**	**3.168.980**

FONTE: IBGE (2010)

Na década de 1970, segundo ULTRAMARI e MOURA (1994), as taxas geométricas de crescimento dos municípios que compunham a RMC foram mais elevadas naqueles limítrofes ou conurbados à capital. Foi o caso de Colombo, Piraquara, Almirante Tamandaré, Araucária e São José dos Pinhais. “Esse

crescimento localizado resulta do adensamento da ocupação de Curitiba, e seu extravasamento sobre municípios vizinhos, em continuidade do mesmo processo." (ULTRAMARI e MOURA, 1994, p. 7). A cidade de São José dos Pinhais especificamente não estava preparada, sob o ponto de vista do planejamento urbano, para receber este incremento de população, o que acarretou maiores demandas por equipamentos e serviços públicos, ocupações irregulares ou em áreas de preservação, sobre carga no sistema viário e no transporte coletivo.

É neste contexto dinâmico urbano, considerando-se as altas taxas de crescimento e a carência de estudos que abordam o planejamento urbano é que defini-se o recorte espacial deste estudo, a cidade de São José dos Pinhais, estado do Paraná, localizada na Região Metropolitana de Curitiba e na região geo-econômica do Sul do Brasil. Integrante da franja metropolitana, São José dos Pinhais possui intensa integração com a Capital do Estado, principalmente pelas facilidades de acesso (BR277, Avenida das Torres, Av. Salgado Filho e Av. Marechal Floriano Peixoto) e pela proximidade, por estar distante treze quilômetros de Curitiba. Esses fatos explicam a conurbação entre as duas cidades que dificultam a visualização entre os limites político administrativos (Figura 02).

O Município de São José dos Pinhais tem como coordenadas de referência 25º 32' 05''S (latitude) e 49º 12' 23''W (longitude) e possui como limites à Norte o Município de Piraquara, à Sul os municípios de Mandirituba e Tijucas do Sul, à leste Morretes e Guaratuba e à oeste os municípios de Fazenda Rio Grande e Curitiba (Figura 3). Localizado no Primeiro Planalto paranaense (MAACK, 1981), o Município de São José dos Pinhais possui três ambientes naturais diferenciados: as planícies de inundação, o planalto e a serra. O relevo é basicamente plano nas várzeas, suave ondulado a ondulado e montanhoso e escarpado nas encostas da serra do Mar e na serra dos Castelhanos, assim como em outras elevações locais, com declividades acentuadas dentro do município (MAACK, 1981). A vegetação é expressiva principalmente na Serra do Mar e ao longo de alguns rios e corpos d'água. O Município possui intensa malha hídrica, com muitos rios com vazão significativa, dentre eles os rios que compõe a Bacia do Alto Iguaçu - Rio Itaqui,

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

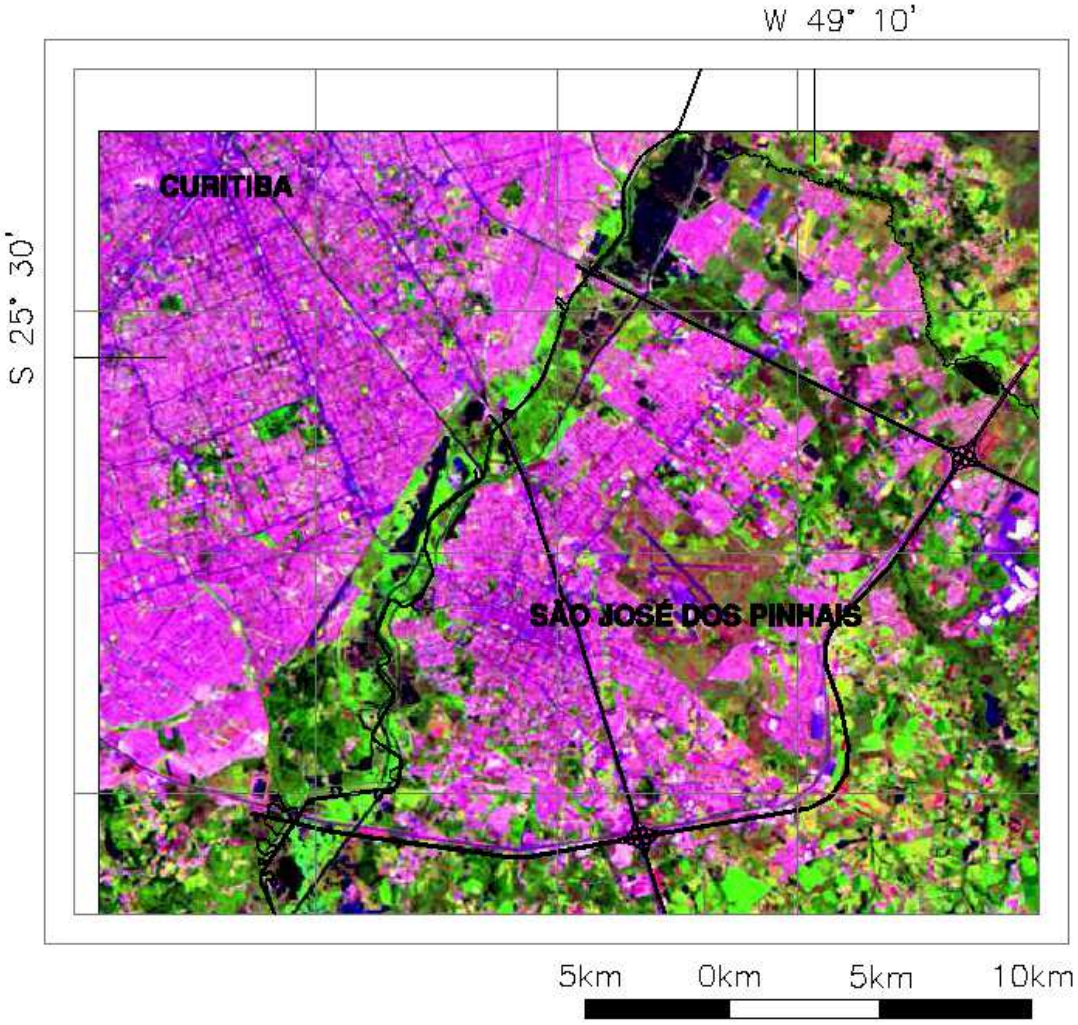


FIGURA 2 - FRANJA METROPOLITANA ENTRE CURITIBA E SÃO JOSÉ DOS PINHAIS
FONTE: COMEC (2003) (adaptado); INPE (2008).

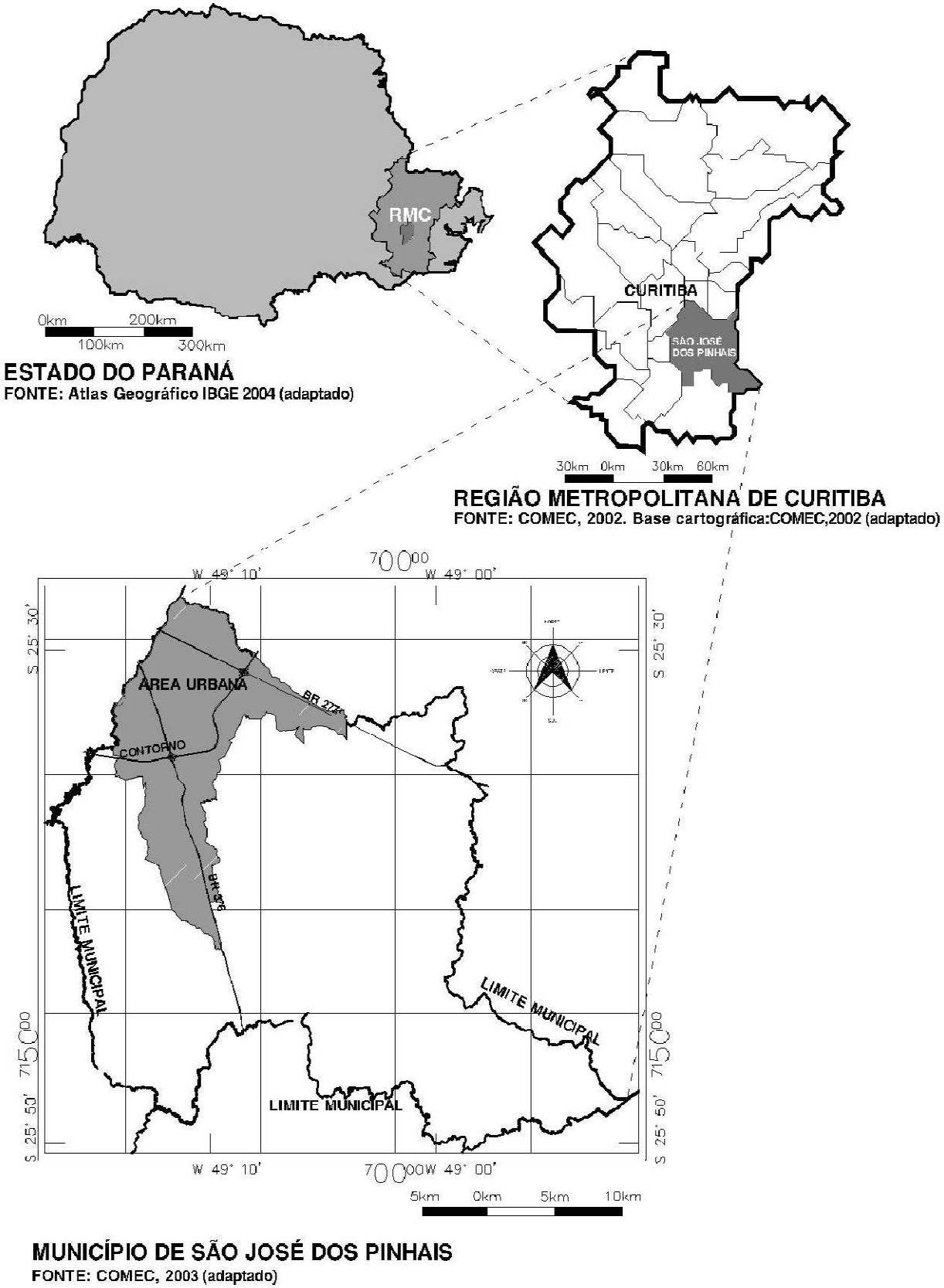


FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS
FONTE: indicadas.

Apesar de possuir atualmente como área urbana[8] cerca de 170 km², são várias as limitações ambientais que restringem a área efetivamente passível de adensamento para cerca de 52% da área urbana. Um desses limitadores é a área decretada como Bacia do Rio Pequeno, atual manancial abastecedor de Curitiba e Região Metropolitana, que ocupa cerca de 48 km² dentro da área urbana. Outro restritivo ambiental é a Unidade Territorial de Planejamento do Rio Itaqui, futuro manancial abastecedor da Região Metropolitana de Curitiba, que atinge área de 30 km². Isso significa dizer que nos próximos anos, com o aumento populacional estimado, a concentração de pessoas e atividades econômicas na área possível de ocupação tenderá ao colapso e conseqüentemente à degradação ambiental irreparável, caso não sejam realizados estudos que direcionem ações de planejamento e gestão.

As altas taxas de crescimento verificadas hoje no Município de São José dos Pinhais são reflexo das taxas registradas nos anos anteriores. A exemplo, no período de 1991 a 2000 registrou taxa de crescimento de 5,38% ao ano, o que representa 3,27% acima da taxa de Curitiba e 3,0% acima da taxa do Paraná (Tabela 2). Importante salientar que este aumento populacional superior dos municípios periféricos da região metropolitana ocorrido neste período é característica de todas as regiões metropolitanas brasileiras. No período entre o ano de 2000 e 2010, a taxa de crescimento do Município de São José dos Pinhais estabilizou-se ficando em terceiro lugar dentre os municípios da RMC (2,58%) perdendo apenas para Tunas do Paraná (5,65%) e Fazenda Rio Grande (2,65%).

[8] De acordo com a Lei 16/2005 que determinou o limite do perímetro urbano.

TABELA 2 - TAXA DE CRESCIMENTO DOS MUNICÍPIOS DA RMC – 1991-1996-2000-2010

MUNICÍPIO	TAXA CRESC. 91-96 (%)	TAXA CRESC. 96-00 (%)	TAXA CRESC. 91-00(%)	TAXA CRESC. 00-10(%)
ADRIANÓPOLIS	-3,86	-1,15	-2,66	-0,65
AGUDOS DO SUL	1,18	2,89	1,94	1,37
ALMIRANTE TAMANDARÉ	6,00	4,86	5,49	1,58
ARAUCÁRIA	4,38	5,29	4,79	2,38
BALSA NOVA	3,08	3,80	3,40	1,07
BOCAIÚVA DO SUL	3,12	1,33	2,32	1,98
CAMPINA GRANDE DO SUL	10,21	2,39	6,66	1,15
CAMPO DO TENENTE	-	-	2,15	1,18
CAMPO LARGO	2,73	2,83	2,78	1,94
CAMPO MAGRO*	7,16	5,63	6,48	1,98
CERRO AZUL	1,24	-1,12	0,19	0,36
COLOMBO	5,47	4,51	5,04	1,51
CONTENDA	6,64	1,79	4,46	1,84
CURITIBA	**2,34**	**1,83**	**2,11**	**0,96**
DOUTOR ULISSES***	2,55	1,47	2,07	-0,46
FAZENDA RIO GRANDE***	12,57	8,54	10,76	2,65
ITAPERUÇU***	8,77	2,39	5,89	2,14
LAPA	—	1,15	—	0,72
MANDIRITUBA	2,78	3,61	3,15	2,40
PIÊN	-	-	2,67	1,38
PINHAIS**	3,41	3,62	3,50	1,30
PIRAQUARA	10,86	8,56	9,83	2,50
QUATRO BARRAS	6,79	3,84	5,47	2,04
QUITANDINHA	-0,50	2,09	0,64	1,13
RIO BRANCO DO SUL	-2,79	6,03	1,04	0,44
RIO NEGRO	-	-	0,98	0,86
SÃO JOSÉ DOS PINHAIS	**5,81**	**4,85**	**5,38**	**2,58**
TIJUCAS DO SUL	2,48	1,48	2,04	1,71
TUNAS DO PARANÁ***	0,78	1,32	1,02	5,65
TOTAL RMC	3,70	2,87	3,33	1,36
TOTAL PARANÁ	1,28	1,52	1,39	0,71

FONTE: IBGE (1991, 1996, 2000)

* MUNICÍPIO CRIADO EM 1995

** MUNICÍPIO CRIADO EM 1992

*** MUNICÍPIO CRIADO EM 1990

(*) (**) (***) TAXAS DE CRESCIMENTO CALCULADAS A PARTIR DE DADOS DOS SETORES CENSITÁRIOS

A taxa de urbanização do Município de São José dos Pinhais, que representa a percentagem da população da área urbana em relação à população total, segundo dados do IBGE (2010), é de 91,20% ocupando a sétima posição dentre os vinte e seis municípios da RMC. Este dado aponta a necessidade urgente de planejamento urbano e políticas públicas para gerenciar o Município.

Um dos elementos de maior inserção físico-territorial das cidades é o sistema viário. A estrutura viária regional que perpassa o Município de São José dos Pinhais possibilita acessar importantes centros econômicos, como o Porto de Paranaguá pela BR277, o Sul do Brasil e o Mercosul pela BR 376, a região Sudeste do Brasil e o interior do Paraná pelo Contorno Leste de Curitiba. A Avenida Comendador Franco (também conhecida como Avenida das Torres) e a Avenida Marechal Floriano Peixoto são também importantes vias de acesso ao Município.

Na porção central da área urbana da Cidade de São José dos Pinhais está localizado o Aeroporto Internacional Afonso Pena, que começou a operar em 1946. A localização do aeroporto em entorno residencial é prejudicial tanto para o aeroporto quanto para a população. Porém cabe salientar que na época de implantação do aeroporto o entorno não estava ocupado, tendo sido o Poder Público omisso neste sentido não criando políticas públicas que proibissem a ocupação. Os principais incômodos causados são o ruído das aeronaves, a segurança e as limitações de altura das construções. Soma-se à isso o fato do aeroporto ser uma barreira física dentro da área urbana, principalmente em relação ao sistema viário. Para o Aeroporto o fato do entorno estar ocupado, prejudica principalmente eventuais áreas de ampliações das pistas.

Quanto aos aspectos econômicos, destaca-se no Município de São José dos Pinhais a agricultura, o comércio, os serviços e a indústria. Apesar das transformações ocorridas na indústria e no comércio, o Município mantém sua tradição agrícola como o maior produtor e fornecedor de hortigranjeiros da Região Metropolitana de Curitiba, abastecendo os mercados de São Paulo, Rio de Janeiro e Foz do Iguaçu (IPARDES, 1992). Essa situação ainda se mantém nos dias de hoje. No setor industrial são destaque os parques industriais das montadoras de veículos

Renault, Nissan e Audi/Volkswagen. Nos outros segmentos merecem destaque a indústria madeireira, de papel, laticínios, plásticos, alimentos, têxteis, perfumes, cosméticos, eletrodomésticos, cerâmica, equipamentos rodoviários e agrícolas, metalurgia e bebidas. Cabe ressaltar a importância na economia local referente aos serviços em geral e de apoio às indústrias.

Os dados do Município de São José dos Pinhais apresentados nesta pesquisa de forma resumida têm o objetivo apenas de traçar um panorama geral, não tendo a pretensão de ser um diagnóstico completo. As informações foram selecionadas para apontar a importância da Cidade de São José dos Pinhais no contexto metropolitano, principalmente com relação às altas taxa de crescimento populacional e ao seu destaque econômico, considerando que hoje o Município é a 3ª economia do Estado e a 43ª do Brasil (IBGE, 2007).

Dessa forma, o incremento econômico e conseqüentemente populacional, as restrições de ocupação do território de São José dos Pinhais e o adensamento nas áreas possíveis de serem ocupadas, indicam a necessidade de pesquisas no campo do planejamento urbano, buscado subsidiar a legislação urbanística. Nesse enfoque o texto a seguir trata do planejamento como premissa da legislação urbanística, do planejamento na Região Metropolitana de Curitiba, em Curitiba e em São José dos Pinhais.

2.2 PLANEJAMENTO COMO INSTRUMENTO DE MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA

Na atualidade com a velocidade com que ocorrem as mudanças em um determinado lugar, onde o que parecia um sonho agora passa a ser realidade e o que fora pensado ontem hoje pode ser obsoleto, surge o desafio iminente para as três esferas do Poder, ou seja, da organização dos espaços, do ordenamento do solo, das prioridades de investimentos e ações. Esse desafio, denominado de planejamento, pode ser caracterizado como um processo contínuo de análise de um determinado espaço objetivando prognosticar ações e destinar recursos, que

busquem melhorias em todos os aspectos. Para FERRARI (1986) o planejamento é um método e um processo, sendo ainda contínuo, ou seja, exigindo revisões, atualizações e realimentações, com a previsão ordenada para ações, com adequação conforme funções existentes e antecipação de resultados. Além das ações serem definidas, elas precisam também obedecer a uma ordem de prioridades para que alcancem os resultados esperados (NOGUEIRA, 1983).

Planejar “é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações [...] para chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis.” (SANTOS, 2004, p. 24).

O grande propósito de planejar é atingir metas específicas no futuro, por meio da utilização de previsões e estimativas, dando ênfase na tomada de decisões, subsidiadas em um diagnóstico. Para isso, todo planejamento pressupõe uma pesquisa, análise e síntese de informações, fundamento básico da decisão de resolver os problemas do planejamento. No diagnóstico, é necessária uma forma de espacialização dos recursos, assim como dos conflitos decorrentes de sua conservação ou uso (FERRARI, 1986; SANTOS, 2004).

Ainda para FERRARI (1986) o planejamento deve ser integral, devendo abranger os aspectos sociais, econômicos, físico-territoriais da realidade a ser planejada, além das questões relativas aos aspectos institucionais. Cabe salientar que o autor não considera os aspectos culturais, de fundamental importância para o planejamento e a vida de uma determinada população. Importante porque a cultura, entendida como a forma de viver, abrange a religião, língua, costumes, hábitos, interferindo incisivamente no modo de viver dos citadinos.

A aplicação dos conhecimentos de planejamento urbano nas cidades brasileiras é recente. Até 1930 tem-se notícia apenas do traçado urbanístico-estético do eixo Goiânia-Belo Horizonte e do saneamento básico e abertura de estradas (Santos, Campinas, dentre outras). Em 1947/48 surgiram os primeiros Planos

Diretores elaborados pelo Governo do Rio Grande do Sul, seguidos de estudos para São Paulo, Ourinhos, Recife e Belo Horizonte (MUKAI, 2006).

De acordo com MOTA (1999), o planejamento territorial urbano tem sido usado na ordenação do crescimento das cidades, com a intenção de minimizar os impactos decorrentes do processo de urbanização. Como ferramenta do planejamento no processo de ordenação, o zoneamento do uso do solo urbano estabelece usos compatíveis ou indesejáveis para as diversas áreas de uma cidade, evitando-se efeitos negativos sobre o ambiente dos habitantes. As ações do planejamento urbano objetivam essencialmente a transformação de espaços gerando melhores formas de adequação dos indivíduos ao ambiente urbano. Esse processo de transformação ou adequação tem por condicionantes as características físicas dos terrenos, as ações de saneamento básico, a qualidade de vida, as relações sociais e culturais do grupo com seus espaços de lazer, moradia e trabalho.

Planejamento urbano é, portanto, um processo contínuo, permanente, infinito de propor e rever atividades para um espaço urbano, prevendo ações futuras que possam melhorar a qualidade de vida. Deve considerar os aspectos sociais com o objetivo da redução das desigualdades; econômicos, como forma de busca de recursos públicos e privados; ambientais, para a preservação dos recursos naturais; culturais, como forma de preservação das características da população e espaciais, com o objetivo da melhor relação entre a ocupação e as atividades humanas, e conseqüentemente propiciando a qualidade da cidade.

Porém cabe ressaltar que ao elencar ações que melhorem a qualidade de vida de um determinado aglomerado urbano, seja com soluções em infraestrutura ou equipamentos públicos, por exemplo, a qualidade tão almejada pode não ser alcançada por não refletir a necessidade iminente da comunidade. Surge, portanto, a necessidade da participação popular no processo de planejamento, que a despeito

de se constituir em uma garantia assegurada constitucionalmente no ordenamento jurídico brasileiro[9], ainda é muito insipiente e pouco representativo.

Com ações de planejamento pode-se aumentar a população de um determinado aglomerado, gerando novas demandas que poderão não ser supridas pela Administração, dentre elas precariedade de infra-estrutura e desequilíbrio cultural. Ao implantar um novo equipamento público em um determinado local, a Administração pública poderá induzir o crescimento para aquela área, que poderá não ser o local mais apropriado para a expansão da ocupação, principalmente sob a óptica das questões ambientais. Daí a importância do planejamento enquanto processo contínuo para analisar a realidade atual, propor alterações e revisões periódicas.

Em muitos casos, nas últimas três décadas, as pressões geradas pela crise ambiental resultaram numa evolução na atividade do planejamento, fazendo com que se passasse a dar atenção para a abordagem ambiental e fossem redirecionadas as práticas sociais (MENDONÇA, 2001). Neste âmbito para que a sociedade tenha qualidade de vida urbana é essencial que se considere o planejamento também sob a óptica ambiental para a orientação de qualquer ação ou decisão futura.

Embora haja o consenso na necessidade de incluir dados ambientais no planejamento, o que ocorre muitas vezes, nos municípios do Brasil, é a análise e proposição para áreas de preservação permanente, encostas e áreas de preservação e poucas proposições no campo da climatologia urbana propriamente dita. Cabe salientar que nos países desenvolvidos é comum a inclusão de dados climatológicos nos processos de planejamento, enquanto que nos países em desenvolvimento, em geral são incluídos dados da poluição do ar. Dessa forma

[9] A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 e a Lei Federal 10257/2001 (Estatuto da Cidade) garantem a participação da população nas decisões de planejamento sejam nas Audiências Públicas, Conferências, Organizações Não Governamentais, sociedade civil organizada, entre outras formas.

muito se discute sobre as questões que envolvem o tema mudanças climáticas, havendo ainda divergências em termos de opiniões pró e contra os grandes centros urbanos e as regiões metropolitanas como causadores dessas mudanças climáticas. Porém, especificamente neste estudo que compreende a cidade de São José dos Pinhais, a escala local está mais sujeita às alterações promovidas pelo clima urbano propriamente dito, embora não existam estudos aprofundados, com propostas práticas, de tendências das temperaturas para o Município e arredores.

Hoje são vários os estudos no campo do planejamento, porém, no Brasil, são pouquíssimos os que consideram os condicionantes climatológicos, dentre eles a temperatura do ar. Conforme discorrido no primeiro capítulo desta tese, dados de temperatura do ar deveriam fazer parte dos estudos de planejamento, principalmente no momento de definições dos parâmetros da construção, por ser fortemente influenciada pela ocupação urbana. Infelizmente, estudos desta natureza não são realizados, podendo acarretar muitos prejuízos na qualidade de vida da população e conseqüentemente desperdícios que poderiam ser evitados, se a variável fosse considerada.

Desta forma, acredita-se que ações ou propostas de planejamento urbano devam buscar o bem estar e a equidade social, preservando a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais, sem comprometer a subsistência das gerações futuras. De fato essas premissas não são simples de serem alcançadas com ações de planejamento, principalmente porque envolvem questões econômicas que em muitos casos determinam as diretrizes a serem seguidas. Também cabe ressaltar que ações de planejamento isoladamente não atingem seus objetivos sem o apoio das legislações específicas, sendo necessárias regulamentações que efetivamente farão com que ações de planejamento sejam respeitadas e colocadas em prática. Diante disso, surge a necessidade de abordar as legislações urbanísticas que regulam a matéria.

2.3 PLANEJAMENTO URBANO E LEGISLAÇÃO

A legislação urbanística no Brasil baseia-se nos Códigos de Posturas de origem colonial. No início do século XX a legislação urbanística era criada à medida da necessidade de cada projeto de reforma ou construção, em geral do poder público. Eram leis específicas que não abrangiam o Município como um todo. A partir de 1920 as leis urbanas começavam a ser substituídas por códigos de obras e por leis de zoneamento urbano. Porém, até meados do século XX, as cidades brasileiras começaram a apresentar altas taxas de urbanização, enquanto a legislação e os instrumentos urbanísticos estavam defasados em relação às demandas. Os códigos de obras e a legislação de zoneamento não eram capazes de responder às demandas por habitação voltada para os trabalhadores, por serviços de infra-estrutura urbana para as novas áreas de expansão, assim como para o redesenho da cidade numa perspectiva de regulação social (IBAM, 1993).

As leis que regulamentam a matéria devem ter o propósito de estabelecer limites às ações humanas que interferem no espaço urbano e na qualidade de vida na cidade. Essas ações estão relacionadas com as necessidades próprias dos centros urbanos, como moradia, trabalho, educação, saúde, locomoção, alimentação e lazer.

Os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988 tratam do capítulo relativo à Política Urbana. Esses artigos asseguram autonomia aos municípios, que têm maior liberdade para a gestão local, uma vez que a política de desenvolvimento urbano é executada pelo poder público municipal, através do planejamento territorial e da gestão urbana, objetivando o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, promovendo o bem estar de seus habitantes, garantindo o direito à Cidade para todos os que vivem nela (IBAM, 1993).

O Estatuto da Cidade criado por meio da Lei Federal 10257/2001 regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, que tratam da função social da propriedade urbana. É no artigo 39 do Estatuto que se delineiam os caracteres da função social da propriedade: atender às exigências fundamentais de

ordenação da cidade expressa no plano diretor; assegurar o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto a qualidade de vida, a justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas. O artigo 2º faz referência à garantia do direito a uma cidade sustentável "*entendida como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações*(inciso I); à *ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar a poluição e a degradação ambiental"* (inciso VI, "g"); à realização de audiência pública entre a população interessada nos processos de implantação de atividades que possam ter um caráter nocivo ao meio ambiente (inciso XIII).

Porém as ferramentas do Estatuto da Cidade não são atendidas na grande maioria das cidades brasileiras, principalmente considerando o déficit habitacional no Brasil da ordem de 5,8milhões em 2008 (FGV, 2008), a ausência de infra-estrutura, a precariedade no transporte e serviços públicos e os altos índices de desemprego. Soma-se a isso, o fato de muitos municípios não legislarem sobre seu território, ou ainda, terem legislação mas não exigirem sua aplicação. É fato que muitas cidades não têm equipe técnica ou mesmo recursos financeiros para planejar. Soma-se à isso as ingerências dos interesses políticos que na maioria das vezes são contraditórios às demandas sociais urbanas. Para esses casos, o planejamento urbano torna-se mais urgente principalmente no apontamento de propostas para inclusive o aumento de arrecadação e a identificação de potencialidades econômicas.

Conforme salienta MONTEIRO (2003) neste momento em que muitas cidades elaboram seus planos diretores, é importante destacar a necessidade de inclusão de análise da qualidade de vida das classes sociais e conseqüentemente dos estudos de clima urbano, que de acordo com esta tese deve fazer parte dos estudos do planejamento urbano. Porém no âmbito da qualidade de vida tais aspectos nem sempre estão presentes no planejamento municipal e quanto ao clima urbano, nas cidades brasileiras, pode-se afirmar que não fazem parte do planejamento.

A reforma urbana preconizada pela Constituição Federal de 1988 pressupõe um planejamento urbano que considere aspectos sociais, políticos e ambientais. O planejamento urbano efetivo é implementado mediante a elaboração de normas legais que o normatizem e, sobretudo, de mecanismos de inclusão para a participação e intervenção da comunidade e entidades no processo de reflexão sobre a cidade em si. Cabe ressaltar que a participação popular, apesar de garantida e obrigatória por Lei, acontece no Brasil de forma muito inexpressiva, muitas vezes pela falta de informações e outras vezes pela falta de oportunidade e divulgação ou ainda por falta de interesse da população.

O dever da elaboração do Plano Diretor está garantido pela Constituição Federal (artigos 182 e 183) e pela Lei Federal 10257/2001 (Estatuto da Cidade). Esta Lei, por sua vez, define quais Municípios no Brasil deverão obrigatoriamente elaborar seus planos, são eles: com mais de vinte mil habitantes (i); integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas (ii); onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no parágrafo 4º do artigo 182 da Constituição Federal[10] (iii); integrantes de áreas de especial interesse turístico (iv); inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional (v).

---

[10] De acordo com a Constituição Federal, Art. 182.:

§ 4º É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

I - parcelamento ou edificação compulsórios;

II - imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;

III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.

No Estado do Paraná especificamente, a garantia de que todos os Municípios, independentemente de população, realizem seus planos diretores ocorreu em 2004 por força do Decreto Estadual nº2581 de 2004 que posteriormente foi substituído pela Lei Estadual nº15229 de 2006. Inicialmente o decreto e na seqüência a Lei determinaram que qualquer solicitação de recursos junto ao Governo do Estado do Paraná, para obras ou ações nos municípios, deveria estar previsto no Plano Diretor Municipal. Dessa forma, como em geral municípios de pequeno porte necessitam de repasses do Estado para suas obras, quase todos os 399 municípios do Estado do Paraná elaboraram seus planos diretores.

Cabe salientar que, apesar da obrigatoriedade de elaboração dos planos diretores, muitos municípios o fizeram apenas para cumprir as exigências da Lei, sem considerar a real importância do documento. Em muitos casos, os planos não foram discutidos o suficiente ou então não retratam a realidade municipal. Em São José dos Pinhais, devido ao dinamismo da cidade, verificou-se a importância na elaboração do Plano Diretor, que foi estudado por técnicos, entidades, porém não teve no momento da sua aprovação ampla divulgação e participação da comunidade. Ainda assim, o Plano atende às necessidades de desenvolvimento da Cidade, principalmente quanto a legislação proposta, salvo algumas exceções.

É, portanto competência da Administração Municipal editar normas genéricas de conduta (leis) ou impor provimentos específicos de atuação administrativa (decretos, regulamentos, provimentos de urgência, etc.) objetivando resguardar a função social da propriedade privada, através do ordenamento das atividades individuais. O resultado almejado pelo Poder Público é o equilíbrio entre o gozo dos direitos individuais e as exigências do bem comum. No que respeita especificamente à legislação urbanística, o Estado, através de suas imposições, visa organizar os espaços onde o homem exerça coletivamente as funções de habitação, trabalho, circulação e recreação, embasando melhores condições de vida na coletividade (MEIRELLES, 1983).

MEIRELLES (1983) destaca que as limitações urbanísticas competem às três entidades estatais, resguardando à União a elaboração do Plano Nacional de

Urbanismo e de normas gerais de urbanismo; aos Estados, a elaboração do Plano Estadual de Urbanismo e de normas urbanísticas regionais e supletivas e complementares das federais; aos Municípios, por fim, elaborar e executar o Plano Diretor do Município e leis e, ou instrumentos complementares responsáveis por promover o ordenamento do seu território.

O plano diretor é, portanto, um instrumento de política urbana fundamental para o planejamento urbano por definir a política de desenvolvimento e expansão municipal, devendo observar as questões próprias do território municipal e suas particularidades. Para isso, são analisados os aspectos territoriais, econômicos, ambientais, sociais e institucionais.

Quanto aos aspectos territoriais, dentre os instrumentos legais mais utilizados estão a Lei de Uso e Ocupação do Solo, Lei de Sistema Viário, Lei de Parcelamentos, Código de Obras, Código de Posturas, entre outros, aplicados com fins urbanísticos. É no Plano diretor que estão definidas as macrozonas de planejamento que servem para intensificar, direcionar, impedir ou consolidar a ocupação e suas respectivas atividades. Estas macrozonas por sua vez subsidiam a Lei de Uso e Ocupação do Solo Municipal, que delimita zonas dentro do território municipal com características próprias para o adensamento e o uso do solo mais apropriado. A Lei de Uso e Ocupação do Solo ou Lei de Zoneamento Municipal está relacionada diretamente aos aspectos qualitativos (uso) e aos aspectos quantitativos (ocupação) do solo (HARDT, 1998). A partir do zoneamento, é definida a distribuição espacial das atividades sócio econômicas e da população (MOTA, 1999). Grande parte dos estudos de zoneamentos municipais, até pouco tempo, consideravam apenas as áreas urbanas, desconsiderando as áreas rurais.

A definição de qual uso pode ser implantado em um determinado local influencia sobremaneira as questões econômicas e sociais de uma cidade, impactando seriamente o ambiente urbano. A respeito disso, Villaça teoriza:

> *“O arranjo interno dos usos do solo tem sérias implicações sobre a eficiência econômica das cidades, do ponto de vista de sua rentabilidade como máquina de produção, e, ainda, sobre aspectos essenciais da vida*

> *humana como a saúde pública, o conforto da população e a qualidade do ambiente urbano" (VILLAÇA, 1978, p. 27).*

Em termos conceituais, de acordo com VILLAÇA (1978, p. 10) entende-se por "*uso do solo* (ou uso da terra, utilização da terra ou dos terrenos)" (...) "a finalidade para a qual o solo é utilizado ou *consumido* pelas atividades humanas". Para DEÁK (2001), o uso do solo é uma combinação de um tipo de uso (atividade) e de um tipo de assentamento (edificação). Deste modo, o uso do solo urbano está relacionado à ocupação do solo, uma vez que para o exercício das atividades humanas, faz-se necessário ter uma estrutura construída de apoio.

Por tratar-se de uma definição mais completa, nesta tese, será adotado o conceito de uso do solo urbano defendido por FERRARI (1986) que o define a partir da predominante "atividade de seus equipamentos", sejam eles residenciais, industriais, comerciais, institucionais (públicos ou privados), áreas de circulação, áreas vagas (públicas ou privadas: próprias ou impróprias ao uso urbano). Para FERRARI (1986) o uso e a ocupação do solo urbano podem ser definidos como:

> *Distribuição no espaço urbano (zona urbana e de expansão urbana) dos diferentes tipos de uso, público e privado, gerados pelas diferentes funções humanas de residir, trabalhar, recrear, circular, enfim, das funções que asseguram a efetiva realização da boa vida humana na cidade. Os tipos de usos do solo são residencial, comercial, industrial, institucional e de circulação. Cada um deles ocupa o solo diferentemente, motivo pelo qual a expressão vem sempre com sua complementação, ocupação do solo urbano: uma construção pode ocupar parcelas diferentes do lote urbano e situar-se dentro dele também de modos diferentes (recuos diferentes, sobre o terreno, sobre pilotis etc)" (FERRARI, 1986, p. 372).*

Desta forma, a grande maioria das leis de uso e ocupação do solo municipal do Brasil determina atividades a serem implantadas nas diversas áreas do Município, objetivando minimizar conflitos de usos, bem como os parâmetros urbanísticos para propiciar espaços salubres. Dentre os parâmetros urbanísticos mais utilizados nas legislações pesquisadas, tem-se: taxa de ocupação, que representa a proporção entre a área de projeção da edificação e a área do terreno; taxa de permeabilidade, que representa proporção da área permeável pela área do lote; coeficiente de aproveitamento, que representa a proporção entre a área total construída e a área do lote; altura máxima a ser construída; recuo, que representa a

distância entre o limite frontal do lote e o inicio da construção e; afastamento lateral, que representa quanto a edificação deve distar dos limites laterais do terreno. Dentre estes parâmetros, serão abordados nesta tese a taxa de ocupação e a taxa de permeabilidade.

Cabe salientar que esses parâmetros urbanísticos em geral respeitam valores pouco variáveis nas legislações brasileiras, ou seja, muitas são as leis que propõem parâmetros com valores “padrão”, dentre eles taxa de ocupação de 50 ou 60%, coeficiente de permeabilidade de 20 ou 30%, recuos mínimos de 5,00metros. Os valores atribuídos aos parâmetros urbanísticos deveriam ser determinados sob a óptica específica da cidade, respeitando suas especificidades, principalmente seu clima local. Algumas cidades da Europa incluem dados do clima na planta de desenvolvimento urbano. São os chamados planejadores “verdes”, que se utilizam do mapeamento climático na tomada de decisões políticas para que o planejamento de novas áreas não atrapalhe as vias aéreas de circulação de ventos (KATZSCHNER, 1988).

Embora se tenham muitos documentos que tratam de planejamento, sabe-se que nem todas as ações previstas são realmente aplicáveis, como bem demonstram a obrigatoriedade de elaboração de Planos Diretores pelo Brasil, que em muitos casos não retratam a realidade do Município, possuem leis que são inaplicáveis e ações e metas inatingíveis. Ou, ainda, o planejamento e a legislação específica que deveria regular a matéria não atingem seu objetivo. Soma-se a isso, o fato de muitos Municípios apesar de estarem conurbados com outros, planejam suas ações como se estivessem isolados sem as interferências positivas e negativas decorrentes da sua ligação com outros, como é o caso de São José dos Pinhais, cenário deste estudo. Como dito anteriormente, São José dos Pinhais está conurbado com Curitiba, faz parte do AU-RMC e, no entanto, planeja isoladamente suas ações, como se estivesse isolado espacialmente. A mesma observação vale para Curitiba que também planeja como se não estivesse inserida no AU-RMC.

Neste sentido, de suma importância também é o estudo do planejamento na Região Metropolitana de Curitiba, pois é influenciada pela Capital do Estado que, por

sua vez, também exerce forte influência sobre São José dos Pinhais, fato que evidencia a necessidade de se compreender o planejamento de ambas as cidades e da RMC. Esse assunto foi abordado por MENDONÇA (2001) por meio de vários questionamentos acerca das boas práticas do planejamento urbano em Curitiba, da extensão do planejamento para as cidades vizinhas e conseqüentemente para a RMC, da participação popular no momento das decisões de planejamento, dentre outros que culminam na análise das condições e qualidade de vida em Curitiba e RMC.

A análise sobre o planejamento da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), da capital do Estado do Paraná e de São José dos Pinhais foi iniciada por Curitiba por questões cronológicas, uma vez ter esta iniciado as ações de planejamento em 1853-1854, a RMC em 1974 com a criação da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC) e São José dos Pinhais em 1979.

2.3.1 Planejamento Urbano no Contexto de Curitiba

Dentre as cidades brasileiras, Curitiba tem hoje importante destaque no campo do planejamento urbano principalmente devido a sua iniciativa pioneira em adotar os conceitos dos últimos Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna (CIAM), dentre eles a intervenção em cidades existentes a partir de suas vocações locais.

Em outros projetos, estes urbanistas ampliaram os princípios funcionais de habitar, trabalhar, recrear e circular, da Carta de Atenas, com propostas mais elaboradas, considerando a inter-relação dos diversos sistemas de infra-estrutura, como transporte coletivo e áreas verdes.

O planejamento urbano de Curitiba teve três grandes fases que foram: ações iniciais de planejamento e o pensamento da importância do planejamento; Plano Agache e Plano Serete.

O planejamento urbano de Curitiba tem seus primeiros registros no ano de 1853-54 quando a cidade foi promovida à Capital da Província. Na época, foi contratado, como chefe da equipe de técnicos e agrimensores, o engenheiro francês Pierre Taulois, que acabou encabeçando obras de infra estrutura, principalmente de arruamento e de retificação de ruas (IPPUC, 2002).

Na seqüência, em 1895 como uma das primeiras ações de planejamento, foi aprovado o primeiro Código de Posturas do Município. Em 1905 proibiram-se as construções de casas em madeira no centro da cidade e em 1913 os bondes puxados por animais foram substituídos por bonde elétricos (IPPUC, 2002).

Na década de 40, a Capital ganhou o primeiro Plano de ordenação da Cidade elaborado pelo urbanista francês Alfredo Agache, que tinha como principal desafio a organização de uma cidade que se industrializava. Esse plano expressava, na ocasião em que foi elaborado, um pensamento avançado de urbanismo, antes da adoção das premissas do Movimento Moderno, ocorridas em larga escala após o término da Segunda Guerra Mundial, quando prevalecia o conceito de *City Beautiful* do século XIX (GNOATO, 2006). O plano de Alfred Agache para Curitiba refletia suas experiências para cidades como Chicago, Camberra, Rio de Janeiro, entre muitas outras, tendo como referência e exemplo de modernidade o Plano para Paris (1850), de Eugène Haussmann.

O Plano Agache concentrou as ações em três grandes eixos (IPPUC, 2002):

- ✓ saneamento, com a drenagem dos banhados, canalização dos rios e ribeirões e construção da rede de abastecimento de água e coletora de esgotos; arborização de ruas e avenidas, criação de parques nos extremos da cidade e criação de um horto municipal;
- ✓ circulação: descongestionamento do centro da cidade e criação das perimetrais externas;
- ✓ órgãos funcionais: construção de um centro destinado às atividades administrativas, criação de um centro comercial, de um centro militar e de uma cidade universitária na periferia da cidade.

Agache apresentou um Plano de Avenidas concêntrico, típico das cidades do século XIX, sem uma proposta definida de adensamento e de verticalização. Tinha, portanto, como proposta a circulação com vias circulares e concêntricas, além de estar fundamentada nas funções básicas da cidade, propostas na Carta de Atenas de 1933, ou seja, habitar, trabalhar, recrear e circular (GNOATO, 2006).

Algumas obras propostas pelo Plano foram efetivamente realizadas entre elas a centralização dos prédios públicos (atual “Centro Cívico”), o centro Politécnico da UFPR, o centro militar do Bacacheri, algumas galerias de águas pluviais da rua XV de Novembro (centro da cidade), as avenidas Visconde de Guarapuava, Sete de Setembro e Marechal Floriano. Cabe ressaltar que o Plano Agache foi de fundamental importância para o norteamento inicial de Curitiba, fato este que pode ser verificado na atual estrutura da cidade, que desenvolveu-se a partir das propostas de Alfred Agache. Em função do Plano Agache, foi aprovado em 1953 a primeira Lei de Zoneamento de Curitiba (IPPUC, 2002).

Na década de 60, com o então prefeito Ivo Arzua, foram criadas a Companhia de Urbanização de Curitiba (URBS) e a Companhia de Desenvolvimento do Paraná (CODEPAR), que decidiu financiar a revisão do Plano Agache. O novo Plano, denominado de Plano Serete ou Plano Preliminar de Urbanismo, elaborado pelo Arquiteto Jorge Wilheim propôs dentre outras ações a criação de um grupo local de acompanhamento do Plano que posteriormente foi transformado na Assessoria de Planejamento e Pesquisa Urbana de Curitiba (APPUC). Em 1966 foi criado o Instituto de Planejamento e Pesquisa Urbana de Curitiba, que tinha como objetivo principal o acompanhamento da execução do Plano Preliminar de Urbanismo. O Plano, aprovado como o primeiro Plano Diretor do Município de Curitiba, tinha como principais ações (IPPUC, 2002):

- ✓ crescimento linear de um centro servido por vias tangenciais de circulação rápida, em contraposição ao crescimento radial observado até então, integrando o transporte, a estrutura viária e o uso do solo, além da preservação do centro histórico;

- ✓ hierarquia de vias;
- ✓ desenvolvimento preferencial da cidade no sentido Nordeste-Sudoeste;
- ✓ policentrismo e adensamento;
- ✓ extensão e adequação das áreas verdes;
- ✓ caracterização das áreas de domínio de pedestres;
- ✓ criação de uma paisagem urbana própria;
- ✓ criação da Cidade Industrial como indutor do crescimento econômico.

As principais intervenções no espaço urbano se materializaram a partir da construção dos Eixos Trinários - conjunto de três vias, duas rápidas uma no sentido centro-bairro e outra no sentido bairro-centro e a canaleta exclusiva do ônibus expresso. Tais conjuntos apresentam, grosso modo, as direções norte-sul e leste-oeste - e a instituição dos Setores Especiais Estruturais - onde o zoneamento permitia e incentivava a verticalização, por meio da construção de edifícios residenciais, tendo os espaços do térreo e sobreloja destinados a abrigar atividades de comércio e serviço (IPPUC, 2002). Passados alguns anos após a proposta e implantação das premissas do Plano, é possível verificar a importância das vias estruturais como elementos direcionadores do crescimento urbano, que nos dias de hoje, ainda se mantém.

Desde então, o IPPUC é o órgão responsável pelo planejamento da cidade bem como sua implementação. As diretrizes que norteiam o planejamento de Curitiba até os dias de hoje estão baseadas no tripé: uso do solo, transporte coletivo e circulação, indicadas por Jorge Wilheim. Em seu conjunto, Curitiba mantém uma estrutura viária radial, mas com concepção diferente do Plano Agache, pois o sistema linear das estruturais domina a paisagem (GNOATO, 2006).

Em 1975 foi aprovada a nova lei de zoneamento que mantinha as premissas do planejamento desenvolvido até então, principalmente quanto ao incentivo de adensamento das áreas próximas às vias estruturais (IPPUC, 2002).

Em 2000 foi aprovada a Lei de Uso e Ocupação do Solo (em vigor atualmente) e em 2004 foi aprovado o atual Plano Diretor Municipal que incluiu as determinações do Estatuto da Cidade (Lei 10257/2001) na sua redação.

É importante destacar que as definições de planejamento urbano na Cidade de Curitiba, a exemplo de outras no mundo, enfrentaram e enfrentam as questões de especulação imobiliária. Esse fator econômico, quando em grande escala, pressiona as propostas de ocupação, adensando áreas e causando alterações nas condições climáticas locais e nas condições de conforto. Nos processos de planejamento de Curitiba não se tem histórico que as variáveis climáticas tenham sido consideradas quando da definição do planejamento. Em outras palavras, a forma de ocupação principalmente das áreas estruturais (com a concentração de altos edifícios e pouco afastamento lateral) transformou o clima local e alterou as paisagens intra-urbanas[11], como evidenciado nos estudos recentes de DUMKE (2007), MENDONÇA e DUBREUIL (2005), ROSSI e KRÜGER (2005), dentre outros.

As permissões de adensamento em várias regiões da Cidade de Curitiba e a abertura de novos loteamentos não foram suficientes para abrigar toda a população na denominada “Capital ecológica do Brasil” e “Capital Social” (IPPUC, 2002). Cabe aqui salientar que apesar da Capital ser identificada como ecológica, segundo dados oficiais, muitas de suas bacias hidrográficas estão poluídas, a proporção vinculada na mídia de área verde por habitante não é real, além das várias áreas de preservação que estão invadidas por habitações irregulares. Parte da população que migrou para a capital paranaense nos últimos anos, atraídas pelo marketing não pôde ser comportada na Capital, o que induziu a ocupação das cidades vizinhas e da Região Metropolitana de Curitiba e em especial a Cidade de São José dos

[11] O termo intra urbano refere-se apenas aos componentes internos da cidade, enquanto que o termo estrutura urbana refere-se não somente ao espaço da cidade, mas também às componentes regionais desse espaço. Para aprofundar essa discussão ver VILLAÇA, F., Espaço intra-urbano no Brasil. São Paulo: Studio Nobel, (1998).

Pinhais, motivo que leva esta tese a abordar as questões de planejamento de Curitiba e da Região Metropolitana de Curitiba. Esse fato é confirmado quando são analisadas as altas taxas de crescimento populacional da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) na ordem de 3,02% ao ano, superior à média de 1,53% ao ano verificada nos demais centros urbanos do País e em especial em São José dos Pinhais de 3,09% no período entre 2000 e 2007 (IBGE, 2007).

2.3.2 Planejamento Urbano no Contexto da Região Metropolitana de Curitiba (RMC)

Em 1974 foi criada a COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba que tem como competência desenvolver atividades vinculadas à formulação e execução de políticas públicas ligadas aos interesses metropolitanos. Dentre as dezesseis atividades previstas na lei de criação, merecem destaque para a presente pesquisa:

> *... II.promover, elaborar, aprovar, fazer cumprir e controlar o planejamento integrado da região;*
>
> *III.promover, coordenar e elaborar estudos, projetos e programas, harmonizando-os com os das diretrizes do planejamento regional;*
>
> *IX.estabelecer diretrizes e normas para os planos municipais de desenvolvimento, bem como colaborar com os municípios em sua elaboração, visando a sua adequação ao planejamento integrado da Região Metropolitana (COMEC, 2010).*

Com o objetivo de cumprir suas funções, a COMEC em 1978 desenvolveu o primeiro Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba (PDI – RMC). O Plano tinha seis grandes projetos que eram: orientação do saneamento ambiental, consolidação da rede viária regional, contenção urbana, preservação ecológica e ambiental, dinamização rural, consolidação de centros urbanos como elementos de apoio ao desempenho regional (COMEC, 2011).

O PDI foi o primeiro documento relativo ao desenvolvimento e planejamento regional que considerou as questões pertinentes ao processo de crescimento demográfico e econômico da região. O texto relatou as potencialidades, deficiências

e condicionantes da RMC, principalmente com relação à expansão urbana. O documento previa uma rede de cidades que desempenhariam funções específicas e se complementariam. Ao Norte e ao Sul, as cidades desenvolveriam suas potencialidades na área rural; à Leste as cidades desenvolveriam as funções de desenvolvimento do potencial turístico, bem como a produção de bacia leiteira; na região central e oeste as cidades buscariam seu desenvolvimento nos setores secundário, terciário e quaternário. Com esse planejamento, as cidades com maior potencial de desenvolvimento econômico seriam Curitiba, São José dos Pinhais, Araucária e Campo Largo (COMEC, 1978).

Observando-se a ocupação da RMC verifica-se que as diretrizes fixadas no PDI não foram seguidas, principalmente no que tange ao controle do adensamento na região Leste e o incentivo ao adensamento na região Oeste. De acordo com FIRKOWSKI (2002):

> *"...ocorreu uma completa inversão do que havia sido planejado, seja em razão do descompasso entre o PDI e a realidade emergente, seja em razão da atuação de outros interesses não apenas do capital imobiliário, como também, mais recentemente, dos capitais industriais cuja atuação foi mais contundente que a do Plano".*

Dessa forma, os municípios com condições ambientais mais frágeis principalmente por estarem localizados em áreas de mananciais, como São José dos Pinhais e Piraquara, registraram os maiores índices de crescimento populacional enquanto municípios como Campo Largo não alcançaram os índices de crescimento previstos. A proposta de criação do Parque Industrial Metropolitano em Araucária e Campo Largo também não aconteceu, sendo que apenas algumas grandes indústrias estão localizadas nesses dois municípios.

Cabe enfatizar que o planejamento desenvolvido pela COMEC em 1978 não contou com a participação dos técnicos das prefeituras que compõem a RMC. Talvez esse tenha sido um dos motivos que contribuíram para que o Plano não tenha sido implantado na íntegra, além dos interesses de capitais estrangeiros FIRKOWSKI (2002).

Em 1981 com a revisão do PDI, foram desenvolvidos projetos necessários para a sua consolidação e no período de 1985/87 esse assunto voltou às discussões, quando da elaboração do Programa de Investimentos da RMC (PIRMC). Desse programa poucos investimentos foram alocados de modo que o planejamento metropolitano passou por uma fase de desestruturação com a quase extinção da COMEC no final da década de 80.

A partir de 2000 o PDI foi retomado, sendo realizada a revisão de suas diretrizes, alcançando sua finalização no ano de 2006. O processo de elaboração do PDI – RMC/2001 foi dividido em três etapas. A primeira, constituiu-se de relatórios setoriais (desenvolvimento econômico, uso do solo urbano e rural, jurídico-institucional, recursos hídricos, habitação social, sistema viário e transporte público de passageiros) e documento síntese com a compatibilização dos pressupostos e propostas apresentadas nos relatórios setoriais. A segunda etapa focou a implementação de metodologia de consulta, para avaliação e discussão das propostas preliminares e da elaboração do documento síntese desta etapa. E a terceira etapa compreendeu a elaboração do documento final do PDI.

No ano de 2006, o PDI de 1978 foi revisto, originando o Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba que considerou as seguintes questões para a definição de propostas de desenvolvimento: (i) questões ambientais refletidas nas restrições físicas, bióticas e legais; (ii) as condições de acessibilidade às áreas aptas à ocupação delineadas por essas restrições e (iii) a demanda por expansão urbana provocada pelo crescimento e desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC, 2006). Dessa forma, o novo Plano de Desenvolvimento da RMC não pré-determinou áreas para desenvolvimento de atividades específicas, mas sim que a ocupação do solo deveria considerar os aspectos ambientais, logísticos e econômicos da região.

As diretrizes de uso do solo propostas no PDI definiram os vetores de crescimento da RMC para o sudeste, sul e sudoeste. Esta expansão ocorreria, em dois momentos distintos, definidos como expansão 1 e 2. O território de São José dos Pinhais seria contemplado nos dois momentos o que significa afirmar que o

Município será potencialmente espaço de pressão de crescimento, o que torna o planejamento urbano imprescindível e urgente para ordenar esse novo cenário.

Prevendo esta pressão de ocupação, o Plano de Desenvolvimento realizado em 2006 deveria estabelecer normas e diretrizes pontuais para a região, mesmo considerando que o PDI é um plano abrangente e com a função de estabelecer “diretrizes metropolitanas”. Ao estabelecer parâmetros de adensamento, principalmente considerando as fortes pressões de ocupação nos municípios, o PDI poderia determinar ações e normas de forma a considerar as condições climáticas e o conforto da RMC.

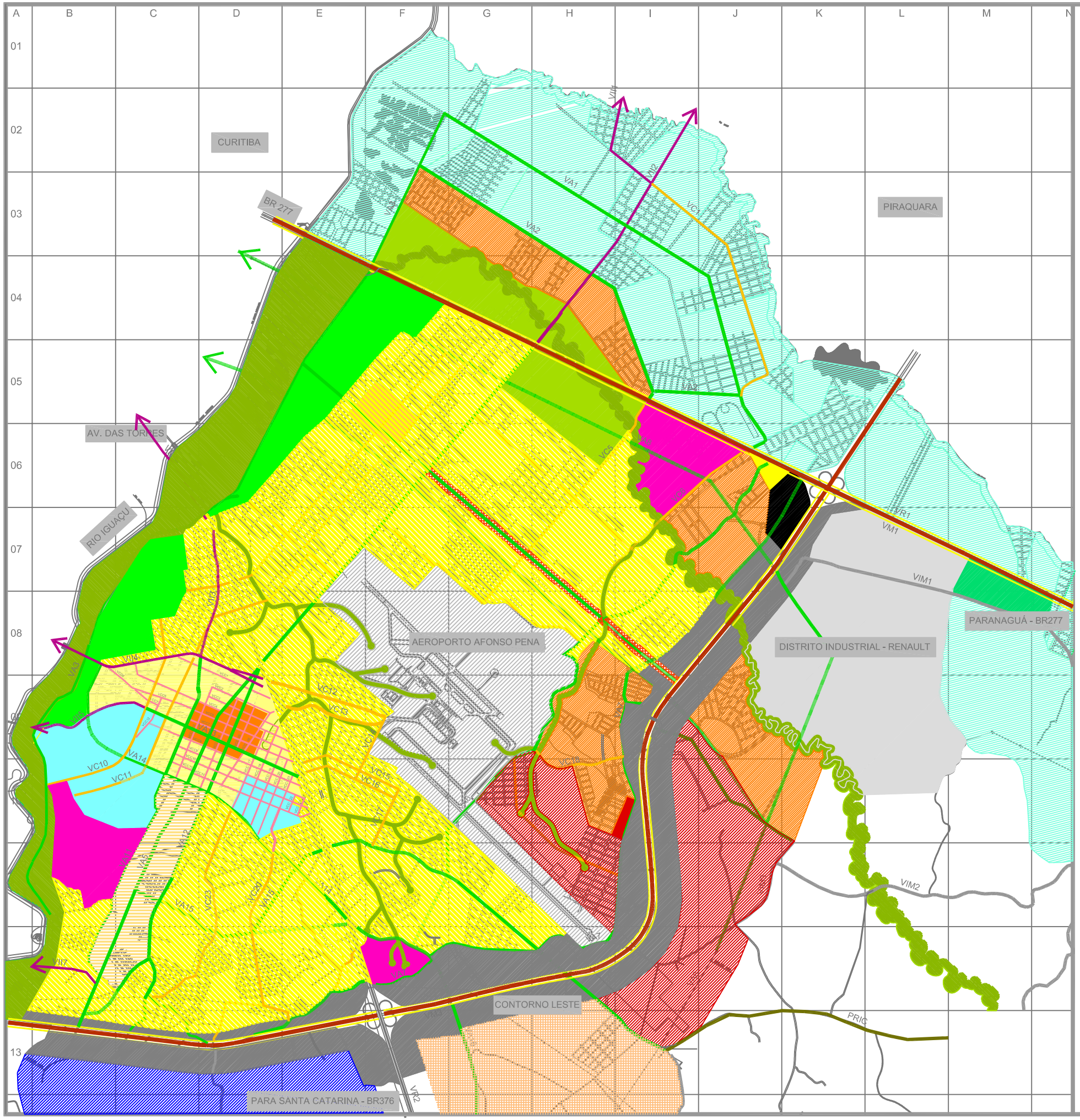
2.3.3 Planejamento Urbano no Contexto de São José dos Pinhais/PR

Na cidade de São José dos Pinhais, até a década de 70 não se tem registros de ações ou estudos de planejamento. Somente no final dos anos setenta, quando o Município já apresentava uma taxa de urbanização de 80,42%, que a Administração Pública iniciou estudos, ainda de forma singela, na área do planejamento urbano objetivando que o crescimento tivesse uma forma de organização que conciliasse os interesses dos diferentes agentes sociais que atuavam na cidade, bem como impedisse a ocupação de áreas impróprias sob o ponto de vista ambiental ou urbanístico. Assim, a Lei Municipal 14/1979 instituiu o Zoneamento de Uso do Solo e definiu as diretrizes do sistema viário, baseado no Plano de Estruturação Urbana.

Em 1985, a Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais em consonância com as ações da COMEC elaboraram uma reavaliação do Plano de estruturação urbana municipal desenvolvido em 1981, pois não havia, até então, definição clara quanto ao destino das áreas já parceladas entre a BR-277 e o Rio Itaqui, bem como não contemplava os conflitos resultantes das atividades lindeiras ao aeroporto. Além desses fatores, a dinâmica urbana exigia uma revisão no plano aprovado anteriormente. Nesse contexto foi proposto o Plano de Reestruturação Urbana, que não chegou a ser regulamentado.

A partir da promulgação da Constituição Federal, em 1988, as políticas de desenvolvimento das cidades brasileiras passaram a incorporar novos instrumentos da reforma urbana, destacando-se a função social da cidade e da propriedade e o direito ao desenvolvimento sustentável. Essas premissas geraram novas demandas ao Poder Público cuja atuação no planejamento da cidade foi tornada mais transparente em seus objetivos e adaptada à realidade de cada espaço urbano e de seus moradores. Em 1990, foi concluído o primeiro ordenamento territorial em forma de Plano Diretor (Lei 57/1990). De caráter mais abrangente que os anteriores, esse plano considerou pela primeira vez o município como um todo, destacando a preocupação com a preservação do ambiente natural. Submetido a algumas modificações pontuais, esse plano permaneceu em vigor até o ano de 2004.

Na aprovação do Plano Diretor Municipal de 2004 foram regulamentadas também a Lei do Perímetro Urbano e a Lei de Uso e Ocupação do Solo Municipal (Lei 10/2004). Em 2005 foi realizada a primeira revisão da Lei de Uso e Ocupação do Solo que resultou na Lei 16/2005 vigente até a presente data. A Lei de Uso e Ocupação do Solo classifica a cidade em 36 zonas e setores distintas a saber: Zona Residencial 1, 2, 3 e 4; Zona Residencial Especial 1 e 2; Zona Central 1, 2 e 3; Zona Especial Estrutural; Zona Industrial e de Serviços; Zona Especial de Ocupação Restrita 1 e 2; Zona Especial de Serviços Intermodais; Zona Especial Institucional; Zona Especial de Interesse Social; Setor Especial de Áreas Verdes; Zona Especial do Aeroporto; Unidade Territorial de Planejamento do Rio Itaqui; Área de Proteção Ambiental; Área Especial de Interesse Turístico; Distrito Industrial de São José dos Pinhais; Distrito do Campo Largo da Roseira; Sede Colônia Murici; Via Especial São José / Almirante Alexandrino – entre Avenida das Torres e Rua Alfredo Pinto); Via Especial Avenida Rui Barbosa – entre a Avenida das Torres e BR-277; Via Especial Tavares de Lyra – entre Avenida Rui Barbosa e Rua Waldomiro Valaski; Via Especial Marechal Hermes – entre a RFFSA e BR-277; Via Especial Av. das Torres – entre a Avenida das Américas e Rua Joinvile; Via Especial Arpo – entre a BR-376 e o Contorno; Via Especial Joinvile – entre a Rua Tenente Djalma Dutra e a BR-376; Via Especial Pedro Gapski Filho; Via Especial Cláudia Soares; Via Especial Alfredo Pinto; e Via Especial Primo Simione/Alberto Bichebiche (Figura 4).


CURITIBA
BR 277
PIRAQUARA
AV. DAS TORRES
RIO IGUAÇU
AEROPORTO AFONSO PENA
DISTRITO INDUSTRIAL - RENAULT
PARANAGUÁ - BR277
CONTORNO LESTE
PARA SANTA CATARINA - BR376
VIM1
VIM2
VM1
VC1
VC2
VC3
VC4
VC5
VC6
VC7
VC8
VC9
VC10
VC11
VC12
VC13
VC14
VC15
VC16
VC17
VC18
VC19
VC20
VC21
VC22
VC23
VA1
VA2
VA3
VA4
VA5
VA6
VA7
VA8
VA9
VA10
VA11
VA12
VA13
VA14
VA15
VR1
VR2
VR3
VR4
VR5
VR6
VR7
VR8
VR9
VR10
VR11
VR12
VR13
VR14
VR15
VR16
VR17
VR18
VR19
VR20
VR21
VR22
VR23
VR24
VR25
VR26
VR27
VR28
VR29
VR30
VR31
VR32
VR33
VR34
VR35
VR36
VR37
VR38
VR39
VR40

A lei expressa por meio da espacialização em mapa os limites das zonas, geralmente em função de barreiras físicas (rios, vias públicas). A Lei também define os usos adequados, permissíveis e proibidos em cada uma das zonas, assim como os parâmetros urbanísticos: dimensão mínima da testada e área mínima do lote; taxa de ocupação; coeficiente de aproveitamento; altura máxima em pavimentos; taxa mínima de permeabilidade; recuo mínimo; afastamento mínimo[12].

A legislação urbanística que trata da matéria em São José dos Pinhais adotou usos e parâmetros urbanísticos comuns à maioria das legislações das cidades do Brasil. Há que se questionar se esses valores realmente satisfazem as questões de conforto e salubridade, sobretudo se forem consideradas as especificidades de cada região do Brasil, ou até mesmo das cidades. Nenhum estudo relacionando o clima local na cidade foi elaborado para subsidiar as decisões de planejamento ou especificamente os parâmetros de ocupação urbanos. Somem-se a isso as pressões relacionadas ao interesse econômico, em geral do mercado imobiliário, que anseia sempre por maiores potenciais construtivos sem considerar as perdas ambientais.

A Lei em vigor hoje no Município de São José dos Pinhais é respeitada (ainda que não na sua totalidade), cabendo aos técnicos a sua revisão permanente, principalmente considerando o dinamismo que a cidade apresenta em termos de acréscimo populacional e incremento econômico.

Em 2004 foi criado um órgão municipal responsável pelo planejamento da cidade chamado de Instituto de Desenvolvimento Urbano (IDU), vinculado à Prefeitura Municipal, que tinha como principal desafio planejar o Município de São

---

[12] Como citado anteriormente, a taxa de ocupação representa a relação entre a projeção da edificação e a área do terreno. O coeficiente de aproveitamento é a relação entre a área total construída e a área do terreno. A taxa de permeabilidade mínima é calculada pela relação entre a área permeável (gramas, pedriscos) e a área do terreno. O recuo mínimo representa a distância entre a fachada da edificação e a testada do lote e o afastamento lateral é a distância mínima entre o limite extremo da projeção da edificação e as divisas do lote, não considerando os beirais.

José dos Pinhais para acompanhar seu crescimento. Esse Instituto funcionou até o ano de 2008 quando por questões políticas foi fechado, retornando as atividades de planejamento à Prefeitura Municipal. Desde então pouco se avançou no campo do planejamento urbano municipal, principalmente considerando que no Plano Diretor foram previstos instrumentos jurídicos a serem normatizados após a aprovação do PD, o que não ocorreu. Soma-se a isso, as ações de planejamento propriamente ditas que devem considerar o processo contínuo, independentemente de interferências políticas.

Desta forma, nos últimos anos pouco se avançou em termos de planejamento em São José dos Pinhais, que cresce em ritmo acelerado e aponta problemas de difícil solução, situação que tende a tornar-se mais contundente nos próximos anos. Um exemplo é o sistema viário da cidade que possui vários pontos críticos, causando numerosos prejuízos econômicos e de tempo aos usuários, além de trajetos desnecessários. Outro aspecto são as áreas com restrições de ocupação definidas por lei, dentre elas Área de Preservação Permanente (APP), Área de Proteção Ambiental (APA), Unidade Territorial de Planejamento (UTP), que não são vistoriadas pela Administração Pública, sendo conivente com as ocupações irregulares. Ou ainda o precário e não integrado transporte coletivo que necessita de novos estudos, novas linhas e adequações para atender a demanda. Com esses três exemplos, que constituem o tripé do planejamento (uso do solo, sistema viário e transporte coletivo) confirma-se a necessidade e a urgência na busca de soluções amparadas no planejamento urbano, objetivando a qualidade de vida.

Especificamente quanto as leis que regulamentam a matéria do planejamento municipal, a Lei de Uso e Ocupação do Solo ou Lei de Zoneamento é a mais polêmica por estabelecer possibilidades (ou não) de usos dentro do espaço municipal, segregando-o. É responsável também por quantificar esse “uso” por meio de parâmetros de ocupação. Essas definições interferem diretamente nas questões econômicas que revertem em aceleração ou retardo no desenvolvimento de um determinado território.

Isso significa dizer que a proposição da lei desta natureza pode favorecer o desenvolvimento de uma cidade atraindo novos empreendimentos e conseqüentemente o aumento da economia local, como também pode estagná-la. É notório que para embasar as definições da lei de zoneamento ou uso e ocupação do solo, deve-se preliminarmente conhecer a realidade da cidade, valendo-se para isso de estudos que identifiquem as potencialidades, deficiências e condicionantes locais em todos os aspectos, sejam eles, espaciais, ambientais, sociais e institucionais.

Cabe a cada município, através do plano diretor e de sua legislação urbanística municipal, instituir instrumentos e padrões urbanísticos e ambientais, associados a um sistema eficaz de gestão e fiscalização do solo urbano, voltados a combater a implantação de loteamentos urbanos que aumentam a degradação ambiental e reduzam a qualidade de vida nas cidades, bem como promover uma reforma urbana que torne efetivo o direito à cidade, reduzindo a desigualdade e a exclusão social.

O planejamento da cidade, dentre outros fatores, deve considerar o clima urbano, devido a sua interferência direta na vida do citadino e conseqüentemente na sua qualidade de vida. Nesse sentido, com o objetivo de construir um pensamento lógico referente a esta tese e possibilitar ao leitor o entendimento do raciocínio do autor, o próximo capítulo trata do clima urbano, suas particularidades e sua relação com o adensamento populacional. Traz estudos que associam clima urbano com planejamento, outros que utilizaram imagens de satélite, análise do uso do solo, além de outras técnicas nos estudos de casos.

3 CLIMA URBANO

> *"A cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes" (MONTEIRO, 1976, p. 134).*

Este capítulo trata das questões relativas ao clima, especificamente clima urbano. Aborda também estudos de casos que relacionam o clima urbano com legislação urbanística. O uso de imagens de satélite em estudos dessa natureza também é apresentado de forma a embasar a presente tese, especificamente os procedimentos de campo que foram realizados.

A preocupação com as questões ambientais tornou-se evidente em termos globais na metade do século XX e no Brasil especificamente a partir da década de sessenta. É fato que essa preocupação é decorrente das alterações ambientais provenientes da urbanização, da industrialização e do êxodo rural. Cabe salientar que a urbanização não tem apenas o víeis negativo, trazendo também desenvolvimento, tecnologias e novas soluções, imprescindíveis ao cotidiano. Porém, se não bem planejado, no âmbito do clima urbano, causa alterações de seus atributos e entre outras conseqüências, influencia o conforto ambiental.

Existem vários estudos na área da climatologia urbana, porém, no Brasil, ainda são poucos os que contribuem com propostas práticas possíveis de serem aplicadas à legislação urbanística, por exemplo. A grande maioria dos estudos limita-se a diagnosticar as interferências da urbanização nas cidades, em seus climas, seus usos e ocupação. Também são vários os estudos que têm seu recorte espacial voltado para municípios de pequeno porte, ou áreas dentro de uma cidade ou até mesmo ruas. Diante disso, o presente capítulo, que trata da revisão bibliográfica de assuntos pertinentes à climatologia urbana, restringiu-se a discutir os estudos de caso em cidades de porte médio ou inseridas em regiões metropolitanas, por ser esta a escala correspondente ao recorte espacial desta tese. Também se

restringiu a analisar as pesquisas que abordam experimentos de campo e associações dos resultados das variáveis climáticas com parâmetros urbanísticos.

Sob esse enfoque, cabe uma breve discussão a respeito das definições de clima e clima urbano, que, em geral, diferem de acordo com as áreas de estudo. Para os climatólogos e geógrafos como SORRE (1984) o “clima é a série de estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual”. Para a arquiteta ROMERO (2000) o estudo do clima envolve a análise de um conjunto de elementos e fatores. Aos elementos, atribui-se a qualidade de definir, de fornecer os componentes do clima e aos fatores a qualidade de condicionar, determinar e dar origem ao clima. Desta forma, a autora coloca como elementos ou variáveis climáticas a temperatura, a umidade do ar, a precipitação e os movimentos do ar; como fatores climáticos globais, que dão origem ao clima, a radiação solar, a latitude, a altitude, os ventos e as massas de ar e de água e, como fatores climáticos locais, que condicionam o clima, a topografia, a vegetação e as características da superfície do solo. Segundo a autora, os elementos e os fatores atuam em conjunto, sendo cada um deles o resultado da conjugação dos demais e, por isso, a classificação e a tipificação do clima é uma tarefa assaz complexa e difícil. De acordo com a arquiteta Mascaró (1978; 1996) o clima é uma característica permanente do tempo, em um lugar, em meio a suas infinitas variações, sendo constante e previsível. Assim, a autora entende que o clima é composto por fatores estáticos, dentre eles a posição geográfica, o relevo e fatores dinâmicos, como a temperatura, umidade e movimento do ar. O tempo, segundo a autora, é um estado atmosférico em um determinado momento, considerado em relação a fenômenos meteorológicos: temperatura, umidade, ventos, entre outros.

Comparando as definições do conceito de clima, é possível perceber que enquanto a definição de Mascaró é estática, a de Sorre e Romero, adotadas nesta tese, demonstram o dinamismo do clima. Por sua vez, MONTEIRO (1976) trabalha com a definição de Sorre, que determina o caráter dinâmico e variado do clima; dentro desse conceito, o clima é característico de uma região e, além de depender dos aspectos geomorfológicos, depende de como os estados do tempo se articulam.

SANTOS (1997) em sua obra intitulada Metamorfoses do Espaço Habitado indica que a urbanização gerou “um meio geográfico artificial” ao afirmar que: “ (...) nos inícios dos tempos modernos as cidades ainda contavam com jardins, isso vai torna-se mais raro: o meio urbano é cada vez mais um meio artificial, fabricado com restos da natureza primitiva crescentemente encobertos pelas obras os homens”. Com essa afirmação, Santos aponta para a alteração do meio natural fruto das ocupações urbanas. Decorrente da urbanização, as paisagens são alteradas e as condições climáticas também.

Neste sentido, a cidade modifica o clima através de alterações complexas na superfície, podendo alterar a ventilação, umidade e precipitações, resultando, na maioria das vezes, em condições adversas (LOMBARDO, 1985). Em face disso, os centros urbanos podem ter temperaturas maiores que as áreas adjacentes, especialmente durante a noite (LANDSBERG, 1981) e de maneira proporcional ao tamanho da cidade (OKE, 1978). A respeito disso, MONTEIRO (2003) teoriza:

> *“O clima urbano constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental das cidades. As condições climáticas destas áreas, entendidas como clima urbano, são derivadas da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas”. (MONTEIRO, 2003, p. 93)*

Surge, portanto, o clima urbano caracterizado pela modificação substancial de um clima local, resultado de condições particulares do meio ambiente urbano, seja pela rugosidade do tecido urbano, pela sua ocupação, permeabilidade ou pelas propriedades térmicas dos materiais que o compõem (OKE, 1976).

O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização (MONTEIRO, 1976). A ação ecológica natural, associada aos fenômenos urbanos, constitui o conjunto complexo de inter-relações que produzem o clima urbano (LOMBARDO, 1985). O clima urbano é a conseqüência da profunda alteração das propriedades meteorológicas do ar imediatamente nas cidades (CHANDLER, 1965). Essas alterações relacionam-se com as características térmicas da superfície, a circulação do ar (ventilação) e a poluição atmosférica. Cabe salientar ainda o caráter dinâmico também do clima

urbano principalmente porque este está associado ao dinamismo da cidade e conseqüentemente do ao planejamento urbano, além do próprio dinamismo climático regional.

Luke Howard, em 1883 realizou um trabalho pioneiro sobre mudanças de temperatura em áreas urbanas, comparado a áreas rurais com as emissões atmosféricas, intitulado *The Climate of London, Deduced from Meteorological Observations, Made in the Metropolis and at Various Places around It*. No estudo destacou os efeitos negativos da maior quantidade de superfície pavimentada nas áreas urbanas e menor quantidade de vegetação, resultando na elevada absorção da radiação solar em Londres. Não obstante, a pesquisa de Howard foi consolidada por Chandler, com um trabalho intitulado *The Climate of London,* em 1965, considerado um marco nos estudos por tratar-se de uma metrópole (GARCIA, 1992; MONTEIRO, 2003). A partir desse período pesquisas similares sobre o aquecimento urbano ocorreram na Europa, América do Sul, Estados Unidos e Japão, originando crescente consciência sobre o papel do ser humano nessas mudanças e as conseqüências para a população.

A Organização Meteorológica Mundial - *World Meteorological Organization* (WMO) tem alertado constantemente sobre questões climáticas e uso ineficiente das fontes de energia urbana e suas implicações na saúde da população. A WMO divulgou o *Urban Design in Different Climates*, em 1989, o qual propõe medidas e ações relacionadas ao clima da cidade e ao tratamento dos espaços públicos, tais como incluindo o uso de cores claras nas fachadas das edificações para reduzir ganhos de calor e uso de diferentes tipos e tamanhos de vegetação nos espaços públicos e privados. A partir daí, estudos sobre a densidade construtiva tornaram-se instrumento de apoio aos arquitetos e planejadores urbanos sobre as condições de ventilação e poluição do tecido urbano.

A expansão das áreas urbanas tem resultado em modificações na qualidade de vida, dentre as quais, as mudanças ocorridas no clima local. É fato que a concentração de infra estrutura e equipamentos públicos em uma cidade garantem menores gastos por parte do poder público para mantê-los. Muitos autores, dentre

eles o arquiteto SANTOS (1998) e o engenheiro PUPPI (1991) indicam a densidade (habitantes por quilômetros quadrados) mínima nas cidades para otimizar ou equilibrar a economia municipal. Porém não há um consenso sobre o valor da densidade pelo fato de que cada cidade possui seu caráter, ou seja, suas características próprias que as tornam diferentes das outras. Desta forma, algumas cidades possuem altas densidades, mas não necessariamente prejudicam a qualidade de vida, podendo o inverso também ocorrer.

Desta forma, esta pesquisa aborda alterações na temperatura do ar decorrentes da ocupação, considerando que a variável temperatura do ar pode ser objeto de estudo específico do planejamento e da definição da legislação urbanística. Dentre as variáveis climáticas, umidade relativa, velocidade do vento, precipitações, a temperatura do ar é a que mais denota alteração nas cidades, fruto principalmente das áreas construídas, escassez de áreas verdes e das atividades urbanas. De acordo com OKE (1982) em algumas cidades percebe-se um maior aquecimento de uma área urbana em relação ao seu entorno ou a uma área rural, que se intensifica à noite, poucas horas após o pôr do sol, e que é melhor visualizado em dia de ventos calmos e céu claro. Cabe ressaltar que o modelo desenvolvido por OKE (1982) foi elaborado para cidades desenvolvidas de climas temperados e que estudos como o do MENDONÇA (1995) para o caso de Londrina, mostraram que em certas circunstâncias o entorno mostrou-se mais aquecido que a área urbana, embora em seu interior as diferenças sigam o modelo proposto por OKE. Embora seja muito usual, a Figura 05 é importante para explicar esse fenômeno denominado de “Ilha de Calor (IC)”, que pode ser analisado como uma “anomalia térmica” característica dos assentamentos urbanos, onde as áreas mais adensadas registram as temperaturas mais elevadas, caracterizando o pico da Ilha de Calor.

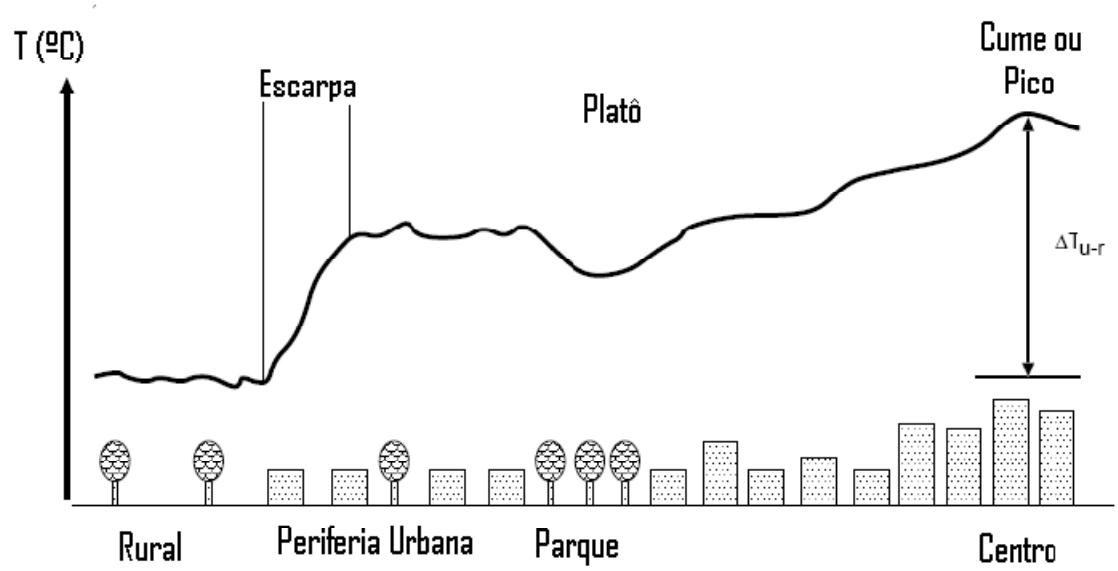


FIGURA 5 - PERFIL TÉRMICO DE UMA ILHA DE CALOR TÍPICA, SEGUNDO OKE, PARA CIDADES DE CLIMA TEMPERADO
Fonte: OKE (1986)

Pesquisas diversas (LANDSBERG, 1981; OKE, 1976; 1982; CHANDLER, 1965) apontam que o fenômeno da IC é causado por alguns fatores diretamente ligados ao processo de urbanização, sendo os mais importantes a rugosidade do tecido urbano, a geometria urbana, as propriedades térmicas dos materiais utilizados nas construções, as porções e localização de áreas verdes, a poluição do ar e o calor desprendido nos processos de combustão. Há de se considerar também o efeito da ventilação, na medida em que a maior rugosidade do ambiente urbano faz aumentar o atrito do vento com as superfícies construídas e provoca a diminuição de sua velocidade. Como conseqüência, as trocas térmicas por difusão ficam prejudicadas, favorecendo o acúmulo de calor nas áreas urbanas (ASSIS, 1990).

As alterações no clima urbano podem trazer como conseqüência a elevação da temperatura e a diminuição da umidade, o que pode acarretar um aumento significativo no consumo de energia e uma série de problemas de saúde para a população, que vão muito além do desconforto térmico. Esses efeitos negativos podem ser amenizados com definições de planejamento que considerem as variáveis climatológicas.

LOMBARDO (1985) salienta que a ocorrência das ilhas de calor nas cidades varia de intensidade em função de aspectos específicos, dentre eles intensidade do uso do solo, processo de crescimento e características geo-ecológicas. O aumento da temperatura e conseqüente o aumento da precipitação e a diminuição da umidade relativa podem provocar o desconforto térmico e prejudicar a saúde dos habitantes.

A formação de IC nas áreas urbanas reflete a interferência do homem na dinâmica dos sistemas ambientais. LOMBARDO (1985, p. 3) enfatiza que:

> *[...] uma metrópole sem planejamento adequado do uso do solo, com ausência de parâmetros adequados de verticalização e ocupação, sobretudo, onde ela cresce e a velocidade rápida e com poucos recursos técnicos, pode colocar em risco a qualidade de vida de seus habitantes.*

A ilha de calor constitui um dos principais produtos das alterações climáticas provocadas pela existência das cidades. Vários estudos apontam como principais razões, segundo CHANDLER (1965) e OKE (1978) as propriedades térmicas e hidrodinâmicas da superfície urbana responsáveis pela estocagem de calor durante o dia e maior emissão de radiação noturna; a produção artificial de calor na cidade decorrente da utilização de aquecedores e/ou refrigeradores de ar, da circulação de veículos e dos processos industriais, que resultam em adição de calor antropogênico e; a redução do fluxo de calor latente e o aumento do calor sensível em função da reduzida superfície líquida e de áreas verdes na área urbana, que resultam em redução da umidade e menor evaporação. Vale ressaltar que esse fenômeno também pode ocorrer em áreas rurais com solo exposto. Da mesma forma que em áreas urbanas, a retirada da cobertura favorece o armazenamento de calor durante o dia e a maior emissão de radiação noturna, além de reduzir o fluxo de calor latente e aumentar a emissão de calor sensível devido à redução da superfície líquida, diminuindo a evaporação.

De acordo com OKE (1974) há a apresentação de um modelo relacionando a intensidade da ilha de calor com a população. Entretanto, o mesmo autor conclui que a geometria urbana e as propriedades térmicas das superfícies influenciam de modo mais acentuado na formação e no agravamento das Ilhas de Calor quando

comparados com o vento ou com a densidade populacional. Isso foi verificado também por SAMPAIO (1981) que fez estudos em Salvador/BA e DANNI-OLIVEIRA (1987), que aplicou o modelo de Oke em Porto Alegre. Ambos não obtiveram a correlação entre a intensidade da ilha de calor e a população.

A maioria dos modelos desenvolvidos tem como base a análise estatística, através da mensuração de alguns elementos meteorológicos, tais como temperatura, umidade, ventos, sob uma óptica puramente meteorológica, através da diferenciação urbano-rural, sem considerar a cidade como um “fato geográfico”. No entanto, os trabalhos desenvolvidos por OKE (1978; 1981; 1982) merecem destaque, uma vez que foram levados em consideração os aspectos de influência da estrutura urbana. Assim, OKE (1982) elaborou equações que relacionam a intensidade da ilha de calor com o tamanho da população urbana, a intensidade da ilha com a geometria dos chamados *“Canyons* urbanos”, os quais consistem na relação obtida a partir da altura dos edifícios e a distância medida entre eles. Com base nessa pesquisa, Oke concluiu que a ilha de calor é causada ou reduzida em decorrência da perda ou ganho de calor da radiação pelo índice de obstrução do céu. Essa técnica permite evidenciar o papel do sombreamento dos edifícios dentro da cidade, produzindo resultados importantes para o conhecimento da obstrução do horizonte nos *canyons* urbanos formados pelos altos prédios (BRANDÃO, 1996; ASSIS, 1990). A "Configuração do Céu" é uma medida que revela o quanto de céu disponível existe sobre determinado ponto da superfície terrestre para que se realizem as trocas de energia naquele ponto. Se o ponto estiver situado no interior de uma floresta ou entre edifícios pouco espaçados entre si, a disponibilidade de céu será menor; se, ao contrário, estiver situado num gramado, a disponibilidade será maior (OKE, 1981). Desta forma, a “Configuração do Céu” torna-se uma medida capaz de auxiliar o equacionamento das diferenças térmicas (LOMBARDO, 1985).

Recentemente foram elaborados estudos em Curitiba com o objetivo de analisar, por meio do fator de visão do céu, o impacto da geometria urbana, na temperatura ambiente e nos níveis de conforto em ruas de pedestre no período diurno. Os resultados demonstraram que devido à influência de outros parâmetros

climáticos, o fator visão do céu não é necessariamente determinante para a sensação de conforto térmico no período diurno (MINELLA, RASIA e KRÜGER, 2011).

A partir dessas pesquisas, muitos estudos foram realizados associando clima e o crescimento das cidades, alguns apenas com o objetivo de se proceder uma revisão bibliográfica e outros com métodos puramente experimentais. Na seqüência são discutidos os métodos empregados nos estudos de climatologia urbana, selecionados por sua adequação ao tema de pesquisa que fundamentaram os procedimentos em São José dos Pinhais.

3.1 MÉTODOS RELACIONADOS AOS ESTUDOS DE CLIMA URBANO

Buscando avaliar o papel da urbanização na criação de um ambiente climático diferenciado, MONTEIRO (2003) em 1976, elaborou um modelo teórico para a investigação do clima urbano. Em seu modelo, o pesquisador desenvolveu uma metodologia de análise em que considera o clima urbano como um sistema (Sistema Clima Urbano - S.C.U.), composto de subsistemas, que se articulam segundo canais de percepção. A partir de tal obra, a grande maioria dos estudos de caso efetuados no país foram formatados com base no SCU – Sistema Clima Urbano.

O SCU constitui-se numa abordagem geográfica do clima da cidade, abrangendo não somente os elementos de ordem meteorológica da atmosfera, mas também os elementos da paisagem urbana. O autor aplicou as diretrizes da funcionalidade sistêmica de Bertalanffy para propor três diferentes subsistemas, os quais propiciam o estudo detalhado do ambiente atmosférico da cidade e, por conseguinte, o detalhamento do seu clima e a formulação de soluções concernentes ao planejamento (MONTEIRO, 2003). O modelo Sistema Clima Urbano, portanto, abrange o conforto térmico (resolução termodinâmica), a qualidade do ar (resolução físico-química) e o impacto meteórico (precipitações). Diante disso, os elementos climáticos devem ser considerados em todos os níveis de planejamento, dotados de

um caráter universal e com a possibilidade de serem utilizados em separado para cada etapa do planejamento (BITAN, 1988).

O Sistema Clima Urbano é um sistema singular, aberto, dinâmico, podendo ser adaptado e auto-regulado de acordo com as necessidades e limitações da pesquisa, responsável por perpassar o clima local (natural) e a cidade (social) (MONTEIRO, 2003). Devido ao fato de considerar os canais de percepção humana, o modelo possui grande potencial de integração interdisciplinar com a área de planejamento urbano, uma vez que parte do ser humano como referencial para os problemas e valores do espaço geográfico. A Figura 6 representa o subsistema termodinâmico que será a base da presente pesquisa, por compreender o conforto térmico a partir do estudo das características da temperatura e umidade, nas suas variações diurnas e sazonais sob o espaço urbano.

O canal termodinâmico perpassa o insumo, a transformação, produção, percepção e ação, na medida em que o que é insumo básico é transformado na cidade e conseqüentemente influencia na produção e na percepção. O insumo básico do subsistema termodinâmico (conforto térmico) é proveniente da radiação solar e conseqüentemente do balanço térmico associado aos movimentos dinâmicos da circulação atmosférica nas escalas zonal, regional e local (esta sensível às características do espaço urbano produzido socialmente, decomposta nas escalas meso, topo e microclimática). A transformação da energia é resultado das características do sítio urbano e do uso do solo, resultando na produção de uma estrutura térmica geradora das ilhas de calor/frio implicando diretamente no conforto térmico, variações dos campos de pressão, e diminuição/aumento da velocidade dos ventos. De acordo com MONTEIRO (2003), o uso do solo e a morfologia urbana estão intimamente atrelados à transformação e à produção. A percepção ocorre individual ou coletivamente, sob o enfoque do conforto térmico. A ação pode ser individual (conforto térmico) ou coletiva por meio do planejamento urbano e regulamentação do uso do solo

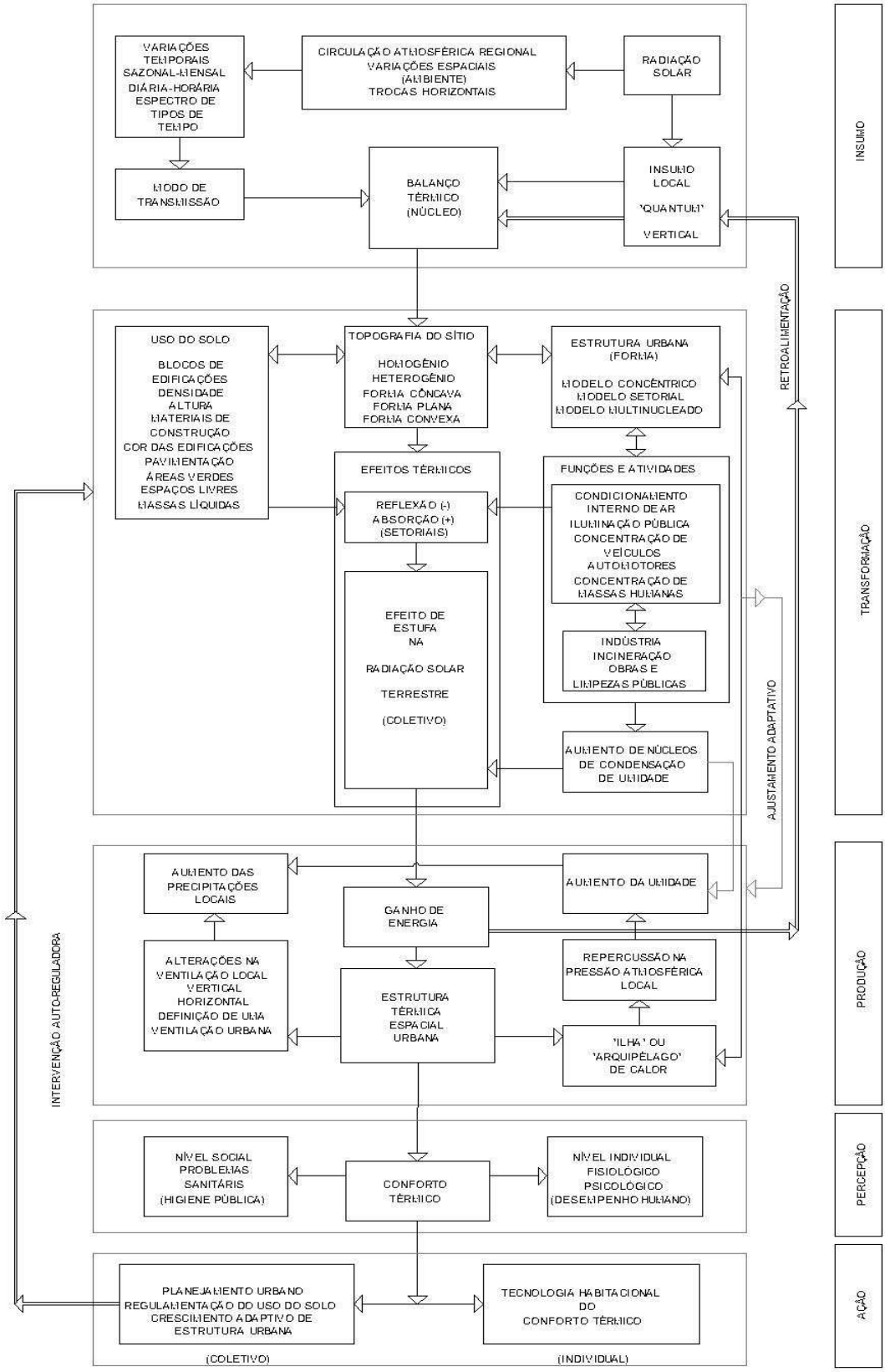


FIGURA 6 - SISTEMA CLIMA URBANO – SUBSTISTEMA TERMODINÂMICO

FONTE: MONTEIRO, C.A.; MENDONÇA, F. (org.). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

Segundo MONTEIRO e MENDONÇA (2003) o subsistema termodinâmico configurou-se como o principal foco de estudos de caso brasileiros. A partir dos anos 80 a identificação das Ilhas de Calor contribuiu para que o primeiro subsistema obtivesse ainda maior representatividade junto aos estudos de clima urbano, tendo como seus precursores TARIFA (1977), SARTORI (1979) e DANNI-OLIVEIRA (1980) sendo que a última contribuiu com o primeiro estudo mapeado sobre Ilhas de Calor no Brasil, aplicado a Porto Alegre.

Quanto aos espaços climáticos, são prevista sete ordens de grandeza taxonômica das unidades climáticas, conforme demonstrados no Quadro 1. São elas: Zonal, Regional, Sub-Regional, Local, Mesoclima, Topoclima e Microclima. Os quatro primeiros espaços climáticos dizem respeito a milhões, centenas ou dezenas de quilômetros, ou seja, a megalópoles ou grandes áreas metropolitanas. O mesoclima pode ser exemplificado como uma cidade grande ou bairros, podendo ainda ser composto de um conjunto de topoclimas, identificados nos compartimentos básicos da morfologia natural ou construída do referido espaço urbano. O topoclima pode ser exemplificado como pequenas cidades ou fácies de bairro. O microclima é a menor fração da unidade básica, ou seja, um setor dentro de uma cidade, um conjunto habitacional, extremamente sensível e determinado pelas variações sócio-espaciais (MONTEIRO e MENDONÇA, 2003).

Também na perspectiva sistêmica, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento / Oficina de Serviços para Projetos das Nações Unidas (PNUD/UNOPS, 1997) propõe o estudo dos problemas ambientais urbanos sob o enfoque do Sistema Ecológico Urbano, composto de três subsistemas e suas interações: o Subsistema Construído, o Subsistema Natural e o Subsistema Social. A partir da identificação da dinâmica sócio-espacial em cada subsistema do ambiente urbano e das interações entre elas, são analisados os problemas ambientais urbanos que se manifestam em suas diversas escalas (MENDONÇA, 2004).

Ordens de Grandeza	Unidades de Superfície	Espaços Climáticos	Espaços Urbanos	Estratégias de Abordagem / Fatores de Organização
II	Milhões de km	Zonal	-	Latitude – Centros de ação atmosférica
III	Milhões de km	Regional	-	Sistemas meteorológicos (circulação secundária)
IV	Centenas de km	Sub-Regional	Megalópole/ Grande área metropolitana	Fatores geográficos
V	Dezenas de km	Local	Área metropolitana / Metrópole	Integração geológica – ação antrópica
VI	Centenas de km	Mesoclima	Cidade Grande, bairro ou subúrbio de metrópole	Urbanismo
-	Dezenas de metros	Topoclima	Pequena cidade, Fácies de bairro, subúrbio de cidade	Arquitetura
-	Metros	Microclima	Grande edificação, habitação, setor de habitação	Habitação

QUADRO 1 - CATEGORIAS TAXONÔMICAS DA ORGANIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO CLIMA E SUAS ARTICULAÇÕES COM O CLIMA URBANO

FONTE: MONTEIRO, C.A. Teoria e Clima Urbano. In: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C.A. (org). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003. p. 29.

A presente pesquisa utiliza como método de pesquisa o SCU por ser aquele que melhor responde ao tema que trata das alterações no clima local decorrentes do planejamento urbano e ao objetivo principal desta tese. Soma-se a isso o fato do método possibilitar o diagnóstico do clima urbano e indicar propostas na área do planejamento para os problemas encontrados. Dentre os subsistemas, destaca-se aqui o Termodinâmico, que, segundo MONTEIRO (1976, p. 126) caracteriza-se como o “nível fundamental de resolução climática para onde convergem e se associam todas as outras componentes”. Diante disso, enquadra-se, segundo os canais da percepção, no subsistema denominado de termodinâmico devido aos

estudos quanto ao conforto térmico e urbanismo. Quanto à categoria taxonômica, este estudo classifica-se no espaço climático denominado de topoclima, por tratar-se de um estudo relacionado a bairros, subúrbios ou pequenas cidades (MONTEIRO, 2003).

Pesquisas no campo da climatologia estão sendo desenvolvidas utilizando imagens de satélites termais para estudar o campo térmico nas cidades, sendo o trabalho de LOMBARDO (1985) o pioneiro no Brasil. Esta técnica auxilia principalmente na espacialização das condições da temperatura de superfície. As informações de sensoriamento remoto via satélite fornecem os dados de observação com alta freqüência temporal e alta resolução espacial que abrangem uma grande área e podem ser usados para complementar os dados de medições em campo disponíveis. O sensoriamento remoto termal tem a vantagem de proporcionar em tempo sincronizado uma densa rede de dados de temperatura para toda uma cidade e/ou para uma área distinta da mesma (NICHOL, 1996).

3.2 USO DE IMAGENS DE SATÉLITE NO ESTUDO DE CLIMATOLOGIA

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma ferramenta computacional de manipulação de dados, capaz de armazenar, verificar, compilar, transformar, atualizar, gerenciar e emitir informações georeferenciadas. Ele é constituído por um conjunto de funções computacionais centralizadas em um programa aplicativo (*software*), além da interface e dos periféricos físicos de um computador (*hardware*).

Por meio de um sistema de coordenadas (latitude, longitude, altitude) e de suas propriedades (atributos) e de suas relações (topologia), o SIG permite reunir aspectos e parâmetros de fenômenos reais em um conjunto de dados espaciais e não espaciais, sendo esta capacidade de integração de dados seu princípio básico de funcionamento (SILVA, 2004).

O sensoriamento remoto tem se apresentado como uma importante ferramenta para qualificar e quantificar as alterações de uso e ocupação do solo e na determinação da temperatura aparente da superfície (NOVO, 1989). Segundo TARIFA e AZEVEDO (2001) essa tecnologia é importante para estudos dessa natureza, em diferentes escalas espaciais, que fornecem dados manipuláveis e intuitivamente compreensíveis. A análise das imagens de satélite permite o estudo da ocupação atual, densidade de construções e arborização do espaço.

As imagens de satélite são úteis para estimar a temperatura da superfície, dependendo do tipo de uso e ocupação do solo, podendo ajudar a compreender a distribuição das fontes de calor dentro de uma área urbana que levam à formação da ICU. A estrutura térmica da área urbana interpretada na imagem tratada do LANDSAT traduz indiretamente a ocupação atual, a densidade de construções e a arborização.

Nos últimos anos vários foram os estudos realizados envolvendo as ilhas de calor e o sensoriamento remoto, principalmente devido à versatilidade dos dados gerados, que além de oferecer visões em diferentes escalas, permite a transformação dos dados de infravermelho termal em temperatura aparente de superfície (COLTRI, 2006). Os primeiros estudos utilizaram o satélite NOAA, que tem resolução espacial de 1,1 km (KIDDER e WU, 1987; BALLING e BRAZELL, 1988; ROTH, OKE e EMERY, 1989). Na seqüência iniciou-se o uso do satélite Landsat5 que se destacou em relação ao NOAA, principalmente pela acessibilidade e pela resolução de 120 m. Posteriormente foi lançado o satélite Landsat 7 que apresenta resolução de imagem de 60m (COLTRI, 2006)

Para o processamento das imagens geradas pelo satélite é necessária a transformação dos dados do infravermelho termal em dados de temperatura da superfície. Para isso, podem ser utilizados, dentre outros, os programas matemáticos ERDAS, SPRING ou IDRISI 3.2 que possui um algoritmo capaz de transformar os dados do infravermelho termal. Porém, até pouco tempo atrás, esses programas eram utilizados somente para as imagens provenientes do satélite Landsat 5, que possui 120 metros de resolução (COLTRI, 2006). Somente após

vários estudos, verificou-se a viabilidade do uso do programa IDRISI 3.2 para o Landsat 7 também.

O sistema LANDSAT (LAND SATellite) foi o primeiro a obter de forma sistemática, imagens terrestres sinópticas de média resolução. Desenvolvida pela *NASA* a série de satélites LANDSAT iniciou sua operação em 1972. Os primeiros satélites eram equipados com os sensores Multispectral Scanner System (MSS). Esses sensores tinham a capacidade de coletar imagens separadas em bandas espectrais em formato digital, cobrindo a cada imagem uma área de 185km X 185km, com repetição a cada 18 dias. A série passou por inúmeras inovações, especialmente os sistemas sensores que atualmente obtêm imagens em 7 bandas espectrais. O último da série, o LANDSAT 7, é equipado com os sensores ETM (*Enhanced Tematic Mapper*) e PAN (Pancromático). O termo Pancromático significa uma banda mais larga que incorpora as faixas espectrais mais estreitas, por esta razão a quantidade de energia da banda Pancromática chega ao satélite com maior intensidade e isto possibilita ao sensor uma melhor definição. O Pancromático do LANDSAT chega a uma resolução espacial de 15 m. Os satélites desta série deslocam-se na altitude de 705 km, em órbita geocêntrica circular, quase polar e heliossíncrona, isto é, cruzam um mesmo paralelo terrestre sempre no mesmo horário. No período diurno o Landsat cruza o equador às 9:50 h. (FIGUEIREDO, 2005).

O LANDSAT demora 16 dias para voltar a uma mesma faixa. Com períodos orbitais de aproximadamente 100 a 103 minutos, o satélite realiza 14 voltas inteiras mais uma fração de volta, em torno da Terra, em um período de 24 horas. Isto significa que na órbita de número 15, o satélite passa um pouco depois da primeira órbita do dia anterior. Esta defasagem das órbitas faz com que o satélite capte imagem de todo o globo terrestre.

A combinação de dados de diversas fontes e natureza, inclusive dados orbitais com dados de campo, é um dos procedimentos básicos para o planejamento urbano/regional. Com o desenvolvimento do satélite LANDSAT, cujo objetivo é a aquisição de dados espaciais espectrais e temporais da superfície terrestre de forma

global e periódica, metodologias foram sendo gradativamente criadas e aprimoradas para um melhor entendimento e reconhecimento dos alvos terrestres. Assim, desde 1970, muitas pesquisas foram desenvolvidas utilizando diferentes sensores no estudo do planejamento do ambiente urbano (OLIVEIRA, VECCHIA e MONTAÑO, 2009).

A estação brasileira para recepção de imagens LANDSAT, cujo principal objetivo é cobrir o território nacional, está instalada em Cuiabá –MT. Esta estação cobre o Brasil e parte da América do Sul. Estas estações são constituídas, basicamente, de um computador com *software* específico, uma antena parabólica direcionável, cabos de conexão da antena ao computador e mesa de controle e operação. O sistema da estação dispõe, de forma antecipada, das informações de horário e posição de órbita. Com base nestas informações a estação posiciona previamente a parabólica para o ponto no horizonte onde o satélite surgirá. Feita a comunicação, o sistema ajusta o sincronismo do movimento e rastreia o satélite de horizonte a horizonte. Este percurso é realizado em períodos de aproximadamente 10 a 15 minutos, para os satélites com tempo de órbita em torno de 100 minutos (Landsat). A melhor recepção dos sinais tem início a partir de uma elevação de 5º acima do horizonte. Durante o rastreamento a estação capta, em tempo real, as imagens transmitidas pelo satélite e as armazena no computador. Os satélites quase sempre têm, a bordo, dispositivos de armazenamento temporário de imagens, que são posteriormente transmitidas para estações de recepção específicas. Este recurso possibilita obter imagens de qualquer local do globo terrestre e capturá-las minutos mais tarde em estações de interesse, mesmo que distante das áreas imageadas. A estação não rastreia apenas satélites que passam sobre a antena. O rastreio também é realizado lateralmente. O alcance da antena, para visualização do satélite, depende da topografia e do local da instalação. Para regiões altas e planas,

as estações chegam a alcançar os satélites horizontalmente, em um círculo de aproximadamente 3.500 km a partir da estação[13] (FIGUEIREDO, 2005).

De acordo com FIGUEIREDO (2005) as imagens captadas pelo sensor, em formato digital, são armazenadas freqüentemente em duas partes. Uma delas, normalmente de pequena dimensão, destina-se às informações de cabeçalho da imagem (identificação do satélite, do sensor, data e hora, tamanho do pixel, etc.), também chamada de *header* da imagem, e a outra que contém os valores numéricos correspondentes aos *pixels* da imagem. A esta última dá-se a denominação de imagem digital. Cada registro deste arquivo corresponde a uma linha da superfície terrestre. Os campos destes registros são todos do mesmo tamanho e correspondem aos *pixels*. O valor armazenado em cada campo é proporcional à intensidade da radiação eletromagnética (REM), proveniente da parcela da superfície terrestre.

Cada sistema sensor tem uma capacidade de definição do tamanho do *pixel*, que corresponde à menor parcela imageada. A dimensão do *pixel* é denominada de resolução espacial. As imagens LANDSAT 5 para canal termal têm resolução espacial de 120 m, a resolução espacial do LANDSAT 7, é de 60 metros, SPOT de 20 m e a do NOAA é de 1100 m[14].

Em 2009, OLIVEIRA et al, realizaram um estudo comparativo entre os resultados da banda termal dos satélites LANDSAT 5, LANDSAT 7 e CBERS 2. A comparação demonstrou que o uso de imagens do satélite LANDSAT 7 apresentou valor máximo de 29,7 ºC, mais próximo do valor registrado pela estação climatológica (30,04 ºC) no dia do sensoriamento remoto , enquanto que a imagem do satélite LANDSAT 5 apresentou valor máximo de 24,6 ºC (29,45 ºC, valor

---

[13] Os rastreios laterais têm tempo de duração menor, consequentemente menores áreas de imageamento.

[14] Quanto menor a dimensão do pixel, maior é a resolução espacial da imagem. Imagens de maior resolução espacial têm melhor poder de definição dos alvos terrestres.

registrado pela estação climatológica); e a imagem do CBERS apresentou o valor de 23,2 ºC (29,25 ºC, valor registrado pela estação climatológica).

O sensoriamento remoto pode contribuir nos estudos dos campos térmicos (temperatura de superfície) contanto que o sensor seja capaz de captar a radiância[15] emitida pelos corpos terrestres. Essa emissão ocorre em forma de ondas longas (KERR et al*.,* 1992, 2003 apud STEINKE, 2004).

De acordo com MENESES (2001) a radiação de ondas longas está situada no intervalo espectral entre 5,0 e 1000 µm. Essa extensão de comprimento de ondas é definida como região do infravermelho termal do espectro eletromagnético. Essa região é conhecida como termal porque, segundo MENESES (2001), o que se detecta no sensor é a radiação emitida pelos objetos, cuja intensidade é função da sua temperatura de superfície. A melhor janela atmosférica (região que permite maior transmissão que alcança o sensor da energia emitida pela Terra), nessa região espectral, é o intervalo de 8,0 a 14,0 µm para imageamento orbital, porque acima de 30 km, a camada de ozônio absorve toda radiação além de 14 µm emitida pela Terra.

- Tratamento de Imagens Landsat Canal Termal

Existem diversas técnicas para estimar valores de temperatura de superfície a partir de imagens de satélite. Contudo, vale ressaltar que a sofisticação do problema da transferência radiativa através da atmosfera, a dificuldade em obter os dados atmosféricos necessários à correção dos efeitos atmosféricos e o custo computacional associado aos procedimentos de cálculos mais elaborados faz com

[15] Radiância pode ser definida como o quociente entre a intensidade observada num certo elemento de superfície, numa dada direção, e a área da projeção ortogonal deste elemento de superfície num plano perpendicular àquela direção (FERREIRA, 2010).

que a correção com relação aos efeitos atmosféricos e de emissividade sejam quase sempre desconsiderados.

Estudos apontam que existem parâmetros de conversão dos valores originais de números digitais das imagens de satélite para valores radiométricos, como a radiância, a reflectância aparente (em que não se considera a interferência da atmosfera) e a reflectância de superfície (em que são consideradas estimativas da interferência da atmosfera) (SOUZA e SILVA, 2005).

BARIOU et al (1993) apud STEIKE (2004) sintetizam três dessas técnicas, entre as quais a de MARALET et al (1985) que foi utilizada por TARIFA e ARMANI (2000) para a região metropolitana de São Paulo. Porém as técnicas não consideraram as correções dos efeitos atmosféricos e de emissividade para determinação das temperaturas. De acordo com MARALET et al (1985), a obtenção da temperatura de superfície é feita através da conversão do número digital[16] (DN) de cada pixel da imagem do canal termal em temperatura aparente, com a utilização do seguinte modelo de regressão quadrática:

$$T = 209{,}831 + 0{,}834\ DN - 0{,}00133\ DN^2$$

As radiâncias (DN) são transformadas em temperatura considerando que a superfície é um corpo negro e atribuindo a ela o valor de emissividade igual a 1. Porém o resultado não reflete a realidade, pois dependendo da superfície a mesma possui valores de emissividades diferentes de 1. Desta forma, os valores encontrados devem ser denominados de “temperatura aparente” da superfície (SOBRINO *et al.* 1993 apud STEINKE, 2004) e só pode ser considerado como representativo da realidade terrestre depois de ser corrigido quanto aos efeitos atmosféricos e de emissividade da superfície.

---

[16] As imagens de satélite são compostas por uma matriz de pixels em 255 tons de cinza. Cada um dos pixels que compõem a imagem tem um número digital (ou DN – digital number) associado, número esse que corresponde à tonalidade de cinza através do qual é representado e varia de 0 a 255.

Um dos procedimentos está baseado em CARNAHAN e LARSON (1990), NICHOL (1994) e COLLISCHONN (1998). Neste procedimento, na conversão dos valores de radiância das imagens termais em valores térmicos devem ser feitas correções conforme a emissividade de cada objeto da superfície terrestre imageada, utilizando a Lei de Plank, que exprime a radiância espectral em função do comprimento de onda e da temperatura do corpo negro. O cálculo sugerido pelos autores está expresso na Equação 4:

$$Ts = Tb/1+(\lambda Tb/\alpha)\ln\varepsilon$$

onde:

Ts = Temperatura da superfície

Tb = temperatura que emitiria a superfície se fosse um corpo negro perfeito;

λ = comprimento de onda médio da radiância emitida pela banda 6 (11.5μm);

α = hc/K (1.438x 10^{-2} mK), onde:

K = Constante de Stefan-Bolzmann (1.38x10^{-23} J/K);

h = Constante de Planck (6.28x10^{-34} J s^{-1}), e

c = velocidade da luz (2.998x10^{8} m s^{-1});

lnε = logaritmo natural da emissividade da superfície.

Esta técnica não permite bons resultados, considerando que área urbanas são muito complexas e pouco homogêneas, e que no processo de conversão dos valores de emissividade em temperatura real para cada objeto imageado, os dados obtidos necessitam de mapeamentos auxiliares do uso do solo detalhados para subsidiar as análises. Soma-se a isso que os valores atribuídos para emissividade em geral não são medidos e sim obtidos da literatura existente.

No método desenvolvido por CHANDLER e MARKHAM (2003) são apresentadas as equações e parâmetros para transformações dos valores originais de números digitais para valores de radiância e reflectância aparente. Para tanto, são necessários valores de radiância máxima e mínima estipulados para cada banda espectral, distância em unidades astronômicas entre a Terra e o Sol, irradiância solar para cada banda espectral, e ângulo zenital solar (90° subtraído do ângulo de elevação solar). As correções atmosféricas podem ser feitas por métodos empíricos ou por modelos de transferência radiativa. Neste último, as correções são realizadas com parâmetros da atmosfera local e, por conseguinte, possuem um melhor embasamento físico (ANTUNES, FREIRE, *et al.*, 2003)

De acordo com CHANDLER e MARKHAM (2003) para transformar os valores de radiância da imagem termal em temperatura relativa são necessários dois procedimentos que são:

Os valores de NC são convertidos à radiância espectral, em que utilizam-se os valores de radiância mínima (L_{min}) e máxima (L_{max}) para as bandas 3, 4 e 6 da imagem, obtidos a partir da calibração absoluta de pós lançamento do sensor TM. A seguinte equação converte os valores de NC em radiância:

$$L_i = L_{i,min} + \left[\frac{(L_{i,max} - L_{i,min})}{255}\right] \times NC_i$$

onde:

Li = a radiância espectral na banda i em W.m-2.sr-1.µm-1;

$L_{i,max}$ e $L_{i,min}$ =os valores de radiância máxima e mínima na banda i, respectivamente;

NCi = o nível de cinza na banda i.

Os valores de $L_{i,max}$ e $L_{i,min}$ se alteram em função da data do imageamento e do tipo de sensor. Para as imagens TM adquiridas após 04 de maio de 2003,

devem-se utilizar os parâmetros apresentados por CHANDLER e MARKHAM (2003) conforme apresentado na Tabela 03.

TABELA 3 - DADOS DE Limin e Limax PARA Após 04 de maio de 2003

BANDA	L_{imin}	Limax
1	1,52	193,0
2	2,84	365,0
3	1,17	264,0
4	1,51	221,0
5	0,37	30,2
6	1,2378	15,303
7	-0,15	16,5

FONTE: CHANDER e MARKHAN (2003).

Os valores de radiância espectral das bandas 3 e 4 são transformados em refletância aparente mediante a utilização da Equação:

$$r_{o,i} = \frac{\pi \times L_i}{E_{o,i} \times \cos\theta \times d_r}$$

onde:

ro,i = é a refletância espectral na banda i;

dr = o inverso do quadrado da distância Terra-Sol em unidade astronômica;

Eo,i =o valor médio da irradiância solar exoatmosférica na banda i em W.m-2.µm-1 (constante solar) = “A irradiância solar exoatmosférica [Eo] é o fluxo de energia radiante que incide sobre o topo da atmosfera e que depende da intensidade, geometria de incidência e distância da fonte” (FOLHES, 2005);

θ = o ângulo solar zenital (obtido mediante o ângulo de elevação solar, β, disponível no arquivo cabeçalho da imagem: θ=90º- β);

Li = é a radiância espectral na banda i em W.m-2.sr-1.µm-1.

Segundo Duffie e Beckman (apud FOLHES, 2005), o valor de dr estimado para a data de imageamento é calculado pela Equação:

$$d_r = 1 + 0{,}033 \cos\left(DDA \frac{2\pi}{365} \right)$$

onde:

DDA = ao dia Juliano, que representa, o dia do ano contado consecutivamente a partir de 1 de janeiro até a data da imagem. Os valores de dr variam entre 0,97 e 1,03, e são adimensionais.

Os dados de radiância obtidos devem ser transformados em graus Kelvin por meio do software ENVI. Esse procedimento está baseado nas estimativas das Temperaturas da Superfície Terrestre, baseadas na Lei de Stefan-Boltzman e na Lei de Plank.

A partir desses dados, com base nos valores estimados de emissividade pode-se obter a temperatura da superfície [T] mediante a inversão da equação de Plank para corpos radiadores seletivos. CHANDLER e MARKHAM (2003) sugerem que os dados de radiância espectral do canal infravermelho termal (banda 6) do sensor TM/Landsat-5, sejam convertidos para temperaturas, traduzindo as temperaturas da superfície da Terra por meio da imagem de satélite, mediante os seguintes procedimentos:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

onde:

T = temperatura de brilho em Kelvin

K2 = constante de calibração 2 em Kelvin (k2) = 1260,52;

K1 = constante de calibração 1 em W / [m2.sr.µm] (k1)= 607,76;

$L\lambda$ = radiância espectral na banda 6 do sensor TM/Landsat-5

Na seqüência, buscando orientar esta pesquisa, serão abordados alguns estudos de caso sobre clima urbano realizados anteriormente. A presente tese limitou-se a discutir estudos de clima urbano aplicados em cidades com porte e características semelhantes a São José dos Pinhais, características essas que dizem respeito a cidades localizadas em regiões metropolitanas, cidades com forte pressão de ocupação e com altas taxas de urbanização e crescimento, além de estudos que indicaram soluções práticas no planejamento, principalmente considerando os parâmetros urbanísticos.

3.3 ESTUDOS DE CLIMA URBANO

Dentre as técnicas utilizadas para o monitoramento dos climas urbanos estão as mais tradicionais como instalação de rede de estações meteorológicas, observação móvel da temperatura e da umidade do ar (equipamentos acoplados a bicicletas e carros) ou termometria infravermelha (com o auxílio de aeronaves ou satélites) (DANNI-OLIVEIRA, 1987). MENDONÇA (2003) efetuou um levantamento dos estudos de clima urbano realizados nos últimos trinta anos no Brasil e verificou que geralmente são utilizadas estações fixas e móveis, distribuídas em pontos previamente definidos. O autor concluiu também que a maior produção na área ocorreu a partir da década de 90, quando começaram a ser empregadas mini-estações meteorológicas automáticas, além de sensores eletrônicos e imagens de satélite para auxiliar na interpretação dos dados.

A Agência de Proteção Environmental (EPA) e o Departamento de Energia do Governo dos Estados Unidos incentivam os municípios norte americanos a realizarem Programas e Planos Estratégicos de redução de Ilhas de Calor com o objetivo de diminuir a demanda do uso de energia elétrica e melhorar a qualidade do ar. Exemplos bem sucedidos de pesquisa e estratégias implementadas foram realizadas nas cidades de Salt Lake City (Utah), Sacramento (Califórnia) e Baton Rouge (Louisiana), com o objetivo de buscar soluções locais. Como parte dessa iniciativa, um Projeto Piloto na cidade de Sacramento – Califórnia (CA) foi

implementado para quantificar os impactos potenciais da ilha de calor e estratégias de redução de energia e melhorias da qualidade do ar. A pesquisa analisou a caracterização do tipo de uso e ocupação e fração da cobertura vegetal em cada bairro da cidade. A caracterização do tecido urbano permitiu estabelecer programas de implementação de estratégias para a redução de ilhas de calor, poluição do ar e consumo de energia (KOFLER FREITAS, 2010). Na Alemanha a grande maioria dos Planos Estratégicos municipais é desenvolvido priorizando o conforto ambiental urbano, com a realização de mapeamento da circulação do ar e da intensidade de ilhas de calor, objetivando a análise da localização das áreas apropriadas para o adensamento, verticalização e áreas verdes (KOFLER FREITAS, 2010).

Segundo MENDONÇA (2003) o estado de São Paulo registra o maior número de estudos na área da climatologia urbana, dentre eles Monteiro, Lombardo, Tarifa, Azevedo, Assis, Duarte, Amorim, provavelmente por ser o maior aglomerado urbano do Brasil, pela degradação ambiental encontrada na capital paulista e também por agrupar instituições de ensino voltadas ao estudo desta temática. Na seqüência, em termos de número de estudos em clima urbano, aparece o Rio de Janeiro com Brandão, Gregório, a princípio pelos mesmos motivos de São Paulo. Curitiba aparece, segundo pesquisa de MONTEIRO e MENDONÇA (2003) como a terceira cidade com o maior número de pesquisas nesta área, dentre elas os seguintes autores: Mendonça, Dani-Oliveira, Krüger, Pertschi, Dumke, Rossi.

Na Região Metropolitana de Curitiba, MENDONÇA e DUBREUIL (2005) realizaram um estudo, no inverno de 2002, da relação entre a termografia de superfície e a temperatura do ar no inverno. Para isso, foram utilizadas a imagem de satélite (Landsat TM Canal 6) e dados meteorológicos das estações oficiais em Curitiba (área urbana), Pinhais (área Periurbana), Cerro Azul (área rural) e Lapa (área rural). Também foram empregadas as técnicas da análise rítmica para a interpretação dos tipos de tempo na abordagem espaço-temporal.

A termografia de superfície na RMC revelou a formação de um campo térmico bem homogêneo constituído pelo aglomerado urbano em comparação à superfície rural circunvizinha. Na área urbanizada, ainda que a amplitude térmica

tenha sido menos expressiva que a rural, observou-se a formação de ilhas de calor e ilhas de frescor. A área urbana evidenciou-se pela formação de uma mancha contínua mais quente que o entorno rural. Quanto aos dados provenientes da imagem de satélite e aqueles coletados nas estações oficiais, verificou-se de acordo com os autores, " um expressivo contraste" na seguinte afirmação: "A observação da imagem deixa clara a formação de uma ilha de calor urbana, na qual a termografia evidencia uma variação de cerca de 10° C relativa à massa edificada da cidade, enquanto que o ar sobre esta ainda é, no final da manhã, mais fresco que a superfície" (MENDONÇA e DUBREUIL, 2005).

Também na Região Metropolitana de Curitiba, porém na abrangência do Aglomerado Urbano Metropolitano de Curitiba (AU-RMC)[17], DUMKE (2007) realizou estudo, no inverno de 2006, com a finalidade de analisar as relações entre clima urbano e conforto térmico, no inverno. Para isso utilizou-se do Sistema Ambiental Urbano (SAU), de (MENDONÇA, 2004) que foi adaptado de acordo com as necessidades específicas da pesquisa, como fundamento teórico-metodológico. O levantamento e a sistematização dos dados visaram às duas análises fundamentais da pesquisa: a Análise Espacial, que abrange os elementos formadores do complexo urbano (os Subsistemas Natureza e Sociedade); e a Análise Temporal, que aborda as características da atmosfera Regional e Local, bem como as condições de conforto térmico no Topoclima (lugar).

---

[17] Um Aglomerado Urbano é constituído por uma mancha de ocupação de alta densidade demográfica que extrapola os limites do município pólo, envolvendo municípios limítrofes pelos processos de conurbação e/ou periferização e se caracteriza por uma intensa relação funcional, de fluxos intermunicipais e de atividades urbanas e econômicas (FIRKOWSKI, 2002). No caso de Curitiba, o Aglomerado Urbano abrange "12 dos atuais 26 municípios que formam a Região Metropolitana de Curitiba (RMC): Curitiba, Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais" (FIRKOWSKI, 2002).

A definição dos pontos monitorados foi fruto da Análise Espacial e Temporal elaborada a partir da cartografia básica dos elementos naturais e construídos que formam o clima, das condições e da qualidade de vida dos moradores (distribuição sócio-espacial das habitações). A caracterização das condições climáticas intra-urbanas no AU-RMC e sua variação temporal foram decorrentes da análise dos dados obtidos por meio do levantamento de campo e dos dados das estações meteorológicas, bem como da termografia infravermelha de superfície (DUMKE, 2007).

Para investigar o conforto térmico DUMKE (2007) selecionou três diferentes métodos: Diagrama Bioclimático de GIVONI (1992), limites de conforto de SORRE (1984) e os parâmetros do Conforto Adaptativo (ACS) de AROZTEGUI (1995). DUMKE (2007) concluiu por meio das análises do clima e do tempo do AU-RMC para o inverno de 2006 em Curitiba a formação de mais de uma ilha de calor (ao contrário da proposta de OKE (1978), associadas às dimensões e a heterogeneidade das características naturais e construídas. Verificou ainda que, de modo geral, nos dias monitorados, as temperaturas mais altas e as menores amplitudes ocorrem nas áreas urbanas mais adensadas, porém, não verticalizadas, fato que pode estar associado ao sombreamento dos edifícios que impedem as superfícies de serem atingidas pela radiação solar direta.

Também concluiu que no Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba há uma relação entre a estratificação socioespacial e as condições de conforto térmico dos habitantes, uma vez que em relação ao clima intra-urbano, as classes menos favorecidas habitam lugares de maior rigor climático. Constatou ainda que houve coincidência entre a área urbana mais adensada e as de maior calor (DUMKE, 2007).

Especificamente em São José dos Pinhais, a autora utilizou os dados da Estação Meteorológica do Aeroporto Afonso Pena e um ponto próximo à fábrica da Renault, região com baixa densidade populacional e recente ocupação. Os resultados demonstraram que as temperaturas mais elevadas de todo o estudo foram registradas no Aeroporto de São José dos Pinhais e de Curitiba, fato

associado às grandes áreas asfaltadas, nas áreas de alto grau de urbanização e nos setores industriais na CIC, em Araucária e em São José dos Pinhais. Quanto à área próxima da Renault, assim como as periferias de Almirante Tamandaré e Fazenda Rio Grande, foi classificada como um dos locais menos favoráveis em relação às condições e qualidade de vida na mancha urbana, evidenciando a relação entre periferia geográfica e periferia social.

Já em outra linha de abordagem, GREGÓRIO e BRANDÃO (2010) estudaram o clima urbano em São João de Meriti, município com cerca de 460 mil habitantes (IBGE, 2010), localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O trabalho analisou a evolução das transformações ambientais no Município. Como método foram utilizados levantamento de dados históricos, sócio-econômicos, pluviométricos, hidrológicos, geomorfológicos, de qualidade do ar, elaboração de gráficos, mapeamentos, sistemas de informação geográfica (SIG), aplicação de questionários de percepção ambiental, uso de cartas sinóticas, de imagens de satélites meteorológico e de Landsat 5, canal infra-vermelho termal.

Os resultados da pesquisa em São João do Meriti apontaram elevados índices de poluição atmosférica, altos riscos de inundações, configuração de ilhas de calor de elevadas intensidades e alto grau de degradação sócio-ambiental no município. GREGÓRIO e BRANDÃO (2010) também concluíram que o Município de São João do Meriti tem grande pressão por ocupação, bem como forte tendência no aumento da temperatura justificada pelo crescimento populacional e urbano mencionado, o que indica novos estudos que associem os dados medidos com os parâmetros urbanísticos previstos na legislação municipal.

Considerando os estudos relacionados nesta tese, de uma forma geral, pouco do conhecimento de climatologia urbana é utilizado no planejamento, principalmente devido a ausência de ferramentas práticas que associem os atributos da forma urbana e do clima. Os estudos do clima nas cidades devem embasar as decisões de planejamento e a legislação urbanística municipal, objetivando a melhoria da qualidade de vida das pessoas que nelas vivem.

Desta maneira, não basta que os estudos de clima urbano relatem os prejuízos na qualidade ambiental decorrentes dos padrões intensamente adensados. É necessário produzir soluções práticas que possam vir a ser regulamentadas. Neste campo, poucos são os estudos que traduzem os resultados da pesquisa em propostas específicas na área do planejamento urbano, sobretudo que relacionem (em termos numéricos) dados climáticos com parâmetros urbanísticos. O trabalho desenvolvido por DUARTE (2000) para a cidade de Cuiabá/MS, no ano de 2000, buscou relacionar os dados do levantamento de campo na cidade com alguns parâmetros de ocupação previstos na legislação urbanística.

De acordo com DUARTE (2009), um dos maiores entraves na associação de dados da climatologia com parâmetros de ocupação do solo é a complexidade da elaboração de modelos que traduzam a correlação entre os índices, principalmente considerando as variáveis ambientais. Segundo ASSIS (2005;2006) foram desenvolvidos até a década de 80 alguns estudos com modelagem matemática, principalmente considerando balanço de energia. É notória a dificuldade na modelagem em função das limitações existentes para interdisciplinar as áreas correlatas, ou seja, os dados produzidos pela meteorologia, muitas vezes não são desvinculados entre si o que impossibilita isolar uma única variável para análise específica. Ou então os arquitetos-urbanistas não dominam os fenômenos atmosféricos para interpretar os dados ou mesmo para associá-los aos dados coletados.

Como dito anteriormente, DUARTE (2000) realizou um estudo pioneiro em Cuiabá/MS que apontou correlações entre a temperatura e as variáveis previstas na legislação urbanística, taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento, presença de água e vegetação. Foram estabelecidos sete pontos para o monitoramento, dentre eles áreas com diversidade e uniformidade morfológicas. As medições ocorreram em agosto de 1998 e janeiro/fevereiro de 1999, que representam a estação seca e chuvosa, respectivamente. Os atributos urbanos taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento, área ocupada por vegetação e áreas com água foram quantificados dentro da área pré-determinada de 25 hectares. Isolada a variável

temperatura do ar, os dados obtidos por meio da análise de regressão simples, para ambos os períodos do monitoramento e horário entre 8 horas e 20 horas, apresentaram boa correlação (r) entre a temperatura e a taxa de ocupação (com r médio entre 0,57 e 0,81) e o coeficiente de aproveitamento (com r médio entre 0,63 e 0,87). À tarde, as maiores trocas por convecção explicam a menor correlação entre o espaço construído e a temperatura do ar (com r médio para taxa de ocupação variando de 0,22 a 0,53 e r médio para coeficiente de aproveitamento variando de 0,32 a 0,63). Já com as variáveis referentes à arborização e superfícies d'água o coeficiente de correlação médio foi sempre negativo em relação à temperatura do ar e parece se comportar de maneira mais ou menos uniforme nos três horários, com r médio= -0,4 para arborização e r médio= -0,37 para superfícies d'água. A autora salientou ainda que como a amostra era pouco representativa, não foi possível estender os resultados para toda a área urbana.

Na seqüência, DUARTE (2000) propôs um indicador que representasse a proporção entre a densidade construída e os elementos naturais - água e vegetação arbórea. Diante disso propôs a divisão entre o produto taxa de ocupação x coeficiente de aproveitamento (variáveis que se referem ao espaço construído, com correlação positiva em relação à temperatura do ar) pela somatória das variáveis superfícies d'água e arborização (variáveis que se referem ao espaço natural, com correlação negativa em relação à temperatura do ar e que amenizam as condições climáticas desfavoráveis para o clima da região tropical continental). Com isso, propôs a seguinte equação:

$$I = \frac{\text{taxa de ocupação x coeficiente de aproveitamento}}{\text{superfície água + arborização}}$$

De acordo com a autora se somente a taxa de ocupação fosse utilizada a verticalização não seria considerada. Ao contrário, se somente o coeficiente fosse utilizado, poderia significar a ocupação total do solo e manter uma alta densidade horizontal. De acordo com ASSIS (2000) e GIVONI (1998), as áreas mais verticalizadas e com maior área livre apresentam maior conforto térmico em relação àquelas com maiores taxas de ocupação. Soma-se a isso o fato de quanto maior as

áreas livres (em decorrência das menores taxas de ocupação) mais área disponíveis para arborização e lazer (DUARTE, 2000).

As medições de temperatura do ar no estudo desenvolvido por DUARTE (2000) foram consideradas na elaboração do índice porque determinaram o sinal da correlação com cada variável envolvida, e porque permitem comparar o índice de cada local com os climas encontrados. Esta mesma metodologia foi aplicada pela mesma autora, em São Paulo, em 2003. Com a aplicação do índice proposto nas legislações urbanísticas, pode-se estabelecer proporção mínima para áreas verdes e superfícies d'água, considerando taxas de ocupação e coeficientes de aproveitamento máximos desejados.

Outros autores dentre eles NAKAGAWA (1996), ASSIS (ASSIS, 1990; 2000), SILVA (1999), BRANDÃO (2009) e MINELLA et al (2011) em estudos realizados, concluíram por meio de experimentos e análises estatísticas que o arranjo dos edifícios, áreas verdes urbanas, corpos d'água, altitude, densidade de ocupação, projeção da área construída, área de asfalto, área cimentada, influenciam diretamente o conforto térmico. Esses itens podem ser transformados em diretrizes para o planejamento das cidades, ou seja, em propostas práticas para se alcançar melhores índices de qualidade nas cidades.

Alguns estudos, dentre eles elaborado por RASIA e KRÜGER (2010), DUARTE et al (2007) utilizaram o programa ENVI-met, um modelo tridimensional que simula a camada limite urbana. Esse modelo possibilita a análise da variação da temperatura, umidade relativa, direção e intensidade do vento tendo por base a configuração da cidade. Esses estudos apontaram que o software pode ser utilizado como instrumento de análise climática do ambiente urbano na comparação entre os dados simulados e medidos, para as condições climáticas brasileiras, desde que sejam tomadas as devidas precauções devido as condições climáticas que a área pode estar sujeita e que nem sempre são previstas pelo modelo, que age de forma mais generalizada.

Apesar das dificuldades em relacionar dados do clima urbano e parâmetros urbanísticos, é iminente a necessidade de avanços nessa área de estudo. Caso contrário, os estudos continuarão apenas evidenciando o que já é de conhecimento da comunidade científica no sentido de corroborar que “as ocupações e atividades urbanas alteram o clima local”. As técnicas matemáticas ou estatísticas são formas complexas de traduzir em números os fenômenos analisados. Isso significa dizer que os resultados alcançados nos métodos quantitativos podem ser satisfatórios se convenientemente associados à teoria.

Sob a perspectiva desta discussão, considerando que o estudo de clima urbano de uma determinada área deve estar amparada nas características do clima deste local, são abordadas as características do clima na Região Metropolitana de Curitiba e extensivamente em São José dos Pinhais.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DA RMC E DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

As características climáticas são condicionadas por fatores estáticos (latitude, altitude, proximidade do oceano) responsáveis pela quantidade de energia solar que chega à cidade, e por fatores dinâmicos (massas de ar e frentes), responsáveis pelo ritmo da sucessão habitual dos estados atmosféricos (DANNI-OLIVEIRA, 1999). A interação dos fatores estáticos e dinâmicos influencia diretamente na determinação de seu tipo climático.

O tipo climático predominante na RMC é o mesotérmico dominado por sistemas tropicais e polares. Grande parte da região é classificado como tipo mesotérmico com verão fresco (Cfb da classificação de Köppen)[18], tendo apenas

[18] De acordo com STEINKE e STEINKE (2000), a classificação de Köppen, embora clássica, já não mais satisfaz o caráter explicativo da climatologia moderna, podendo ser considerada como ultrapassada, por não considerar a dinâmica da atmosfera representada pela atuação das massas de ar e dos sistemas produtores de tempo descritos.

uma pequena porção na parte Norte classificado como mesotérmico com verão quente (Cfa) (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

As massas de ar são condicionantes importantes do clima da cidade, pois a topografia favorece a livre circulação dos ventos. Especificamente para a Cidade de Curitiba e devido a proximidade, extensivamente à São José dos Pinhais, os ventos são provenientes principalmente do quadrante Norte (NW, N, NE), que são os mais freqüentes no inverno (45% de ocorrência), seguidos dos procedentes dos quadrantes Leste (34%), Oeste (28%) e Sul (14%) (DANNI-OLIVEIRA, 1999).

De acordo com Monteiro (1963), atuam na Região Sul as Massas de ar Tropical Atlântica (TA), Polar Atlântica (PA), Tropical Continental (Tc) e Equatorial Continental (Ec). Na RMC as massas de ar que dominam e controlam a dinâmica atmosférica são a Massa Tropical Atlântica (TA) e esporadicamente a Massa Equatorial Continental (Ec) – de origem tropical e, a Massa Polar Atlântica (PA) – de origem extra-tropical. As massas de origem tropical reforçam o efeito da latitude e garantem a formação de tipos de tempo quente, enquanto que a extra-tropical, em associação com a altitude é responsável pelas baixas temperaturas regionais e locais (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Estudos realizados por MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA (2007) indicaram o mês de fevereiro como o mais quente e junho, como o mês mais frio do ano. A porção leste do Estado possui uma das regiões com menores índices térmicos, e a cidade de São José dos Pinhais figura como uma das localidades mais frias desta área, decorrência direta da influência de sua altitude (média de 906 metros) associada à participação dos sistemas atmosféricos extratropicais.

No inverno, na Região de Curitiba e extensivamente em São José dos Pinhais, atuam principalmente a Massa Polar Atlântica (PA) e a Massa Tropical Atlântica (TA). A Frente Polar Atlântica, gerada pelos deslocamentos da PA, é caracterizada pela intensa nebulosidade e chuvas, típicas deste período do ano. Com a chegada da massa fria (PA) ocorre a diminuição da temperatura, da estabilidade do ar e em muitas ocasiões formação de geada. O mês mais

representativo do inverno na região é junho, quando ocorrem as menores temperaturas (DANNI-OLIVEIRA, 1999; MENDONÇA, 2001).

No verão, além da Massa Polar Atlântica (PA) e a Massa Tropical Atlântica (TA), atuam também a Massa Tropical Continental (Tc) – responsável pelo forte calor e tempo bom, e a Massa Equatorial Continental (Ec) – característica pelo clima quente e úmido, com chuvas convectivas. O mês mais representativo da estação de verão na RMC é fevereiro, com temperaturas de até 35 ºC (DANNI-OLIVEIRA, 1999; MENDONÇA, 2001).

Com relação à precipitação, Curitiba caracteriza-se por apresentar chuvas bem distribuídas durante todos os meses do ano, embora o verão apresente maior concentração, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro. A instabilidade adquirida na TA e seus confrontos com a PA respondem pelos valores mais elevados de precipitação durante esse período do ano. Já o inverno, um pouco menos chuvoso, apresenta maior estabilidade do ar, dada principalmente pela participação da Massa Polar Atlântica, tendo-se o mês de agosto como o mais seco (DANNI-OLIVEIRA, 1999; MENDONÇA, 2001). O mesmo se pode dizer sobre o município de São José dos Pinhais, uma vez que este faz divisa com a capital e sua área urbana está praticamente na mesma situação geográfica que Curitiba.

Segundo MENDONÇA (1995) e DANNI-OLIVEIRA (1999) as características climáticas de uma cidade são influenciadas pelos equipamentos que ela possui, sendo sentida notadamente na variação da temperatura do ar. Dessa forma, nas áreas onde concentram-se edifícios, trânsito de veículos, indústrias e pessoas, as temperaturas do ar tendem a ser mais elevadas do que nas áreas verdes e de baixa densidade de edificações e pessoas.

Dessa forma, após a contextualização das características do clima de São José dos Pinhais, cenário deste estudo, é apresentado o roteiro detalhado do estudo de caso, bem como todas as etapas da pesquisa.

4 MÉTODOS E TÉCNICAS

A presente pesquisa tem o propósito de investigar a ocupação urbana e suas interferências na temperatura do ar em São José dos Pinhais, considerando principalmente que o planejamento urbano, por meio da legislação urbanística interfere incisivamente nas temperaturas do ar que a cidade registra e consequentemente no bem-estar da população em que nela vive. Para isso, foram realizados experimentos em São José dos Pinhais objetivando responder ao problema de pesquisa, já mencionado: “Qual a interferência da ocupação urbana na temperatura do ar em São José dos Pinhais”? Ou ainda “Como a legislação municipal por meio dos parâmetros urbanísticos pode amenizar as diferenças de temperatura do ar nos espaços urbanos”?

Desta forma, este capítulo trata do método utilizado para realizar este trabalho, como ele foi idealizado, elaborado e as técnicas que foram adotadas como referência. Para identificar a natureza de um determinado problema, para estudá-lo ou também para explicá-lo, é necessário um conjunto de processos pelos quais se torna possível conhecer uma determinada realidade.

Como parte dos procedimentos adotados, para auxiliar na determinação dos pontos a serem monitorados, foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT 5 TM (canal termal) de São José dos Pinhais. Nos pontos selecionados foram instalados abrigos termométricos previamente testados que continham medidores do tipo *hobo* para medir a temperatura. Na seqüência, foram quantificados os atributos urbanos pré determinados e analisadas as condições sinóticas no período de monitoramento, que auxiliarão na análise e discussão dos resultados.

Quanto aos experimentos, esta pesquisa apoiou-se em MONTEIRO (1990) que defende a utilização de dados meteorológicos oficiais provenientes de postos e de estações de rede pública de observação) associada ao emprego de miniabrigos termométricos móveis, de pluviômetros, de anemômetros e de equipamentos para coleta de material particulado, distribuídas em rede e/ou transectos na zona urbana

e/ou parte dela, caracterizam os procedimentos tradicionais para mensuração das características da atmosfera da cidade.

Como suporte teórico-metodológico preliminar, apoiou-se na proposta desenvolvida por MONTEIRO (1976), do Sistema Clima Urbano (SCU), o qual é constituído pelos três canais de percepção climática ou subsistemas: o Termodinâmico ou do Conforto Térmico, o Físico-Químico ou da Qualidade do Ar e o Hidrodinâmico ou do Impacto Meteórico, conforme apresentado e discutido no Capítulo III. Para este estudo o subsistema termodinâmico ou do conforto térmico constitui-se o canal norteador, pois o campo térmico e as ilhas de calor urbano (variáveis termodinâmicas), produtos do intercâmbio entre a atmosfera e a superfície urbana, atuam diretamente na sensação de bem-estar e na qualidade de vida da população.

Ainda baseado no SCU, com relação à categoria taxonômica, o presente estudo para a Cidade de São José dos Pinhais/PR, enquadra-se como no espaço climático denominado de topoclima, por tratar-se de um estudo relacionado a bairros, subúrbios ou pequenas cidades MONTEIRO (1976). Para a Análise Temporal, em estudos relacionados à categoria toxonômica de Clima Local e Regional[19], COLLISCHONN (1998) e DUMKE (2007) utilizaram como estratégias de abordagem a utilização de postos meteorológicos e do trabalho de campo conjugadas à análise de imagens de satélite como fontes de dados e meios de observação. Nesta pesquisa o tratamento dos tipos de tempo e a análise das imagens termais deu-se no âmbito do clima local e regional.

Na seqüência são descritas minuciosamente as técnicas e etapas do estudo de caso objeto desta pesquisa.

---

[19] Característica de análises de área metropolitana ou metrópoles MONTEIRO (1976).

4.1 ABORDAGEM E ANÁLISE DO EXPERIMENTO

Objetivando responder ao problema de pesquisa o experimento obedecerá ao roteiro descrito anteriormente, sendo composto basicamente da análise das imagens termais do Município para dois períodos, determinação dos pontos de monitoramento, definição do abrigo termométrico, escolha do período de monitoramento e quantificação e análise do uso do solo, conforme apresentado na Figura 7.

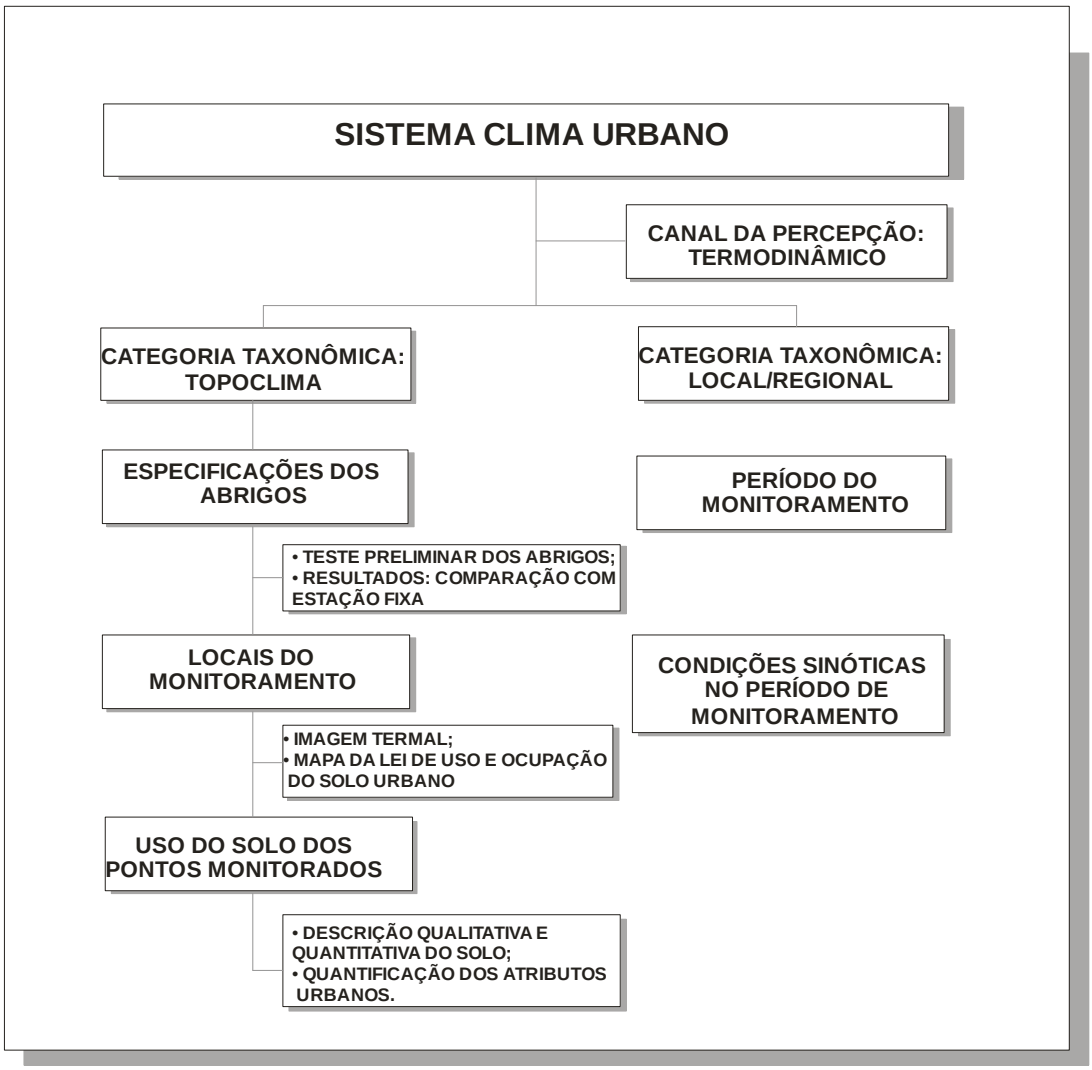


FIGURA 7 - MÉTODO E ETAPAS DO MONITORAMENTO
FONTE: O autor (2011).

4.1.1 Uso de Imagens de Satélite: Canal Termal

Para estudar a temperatura intra-urbana, suas variações e relações com características da superfície (uso e ocupação do solo) têm sido amplamente empregadas imagens com resoluções espaciais médias tais como as imagens termais obtidas a partir dos sensores TM / ETM + do Satélite Landsat.

Um dos motivos que dificulta o uso de imagens de satélite em pesquisas de climatologia é a complexidade da conversão de seus valores digitais em valores de temperatura da superfície, conforme apontado no Capítulo III.

Assim, através de intensa busca acerca de uma metodologia mais apropriada a ser empregada no processamento digital da imagem termal, definiu-se o método a seguir exposto para extração dos valores térmicos de imagens termais.

4.1.2 Definição e Processamento das Imagens de Satélite para a Área de Estudo

Para este trabalho determinou-se os anos de 2008 e 2009 para a busca de imagens de satélite. Nesses anos, as imagens disponíveis para a área de estudo estão demonstradas no Quadro 2. A definição de quais imagens seriam utilizadas ocorreu por meio de dois critérios: menor cobertura de nuvens e meses mais representativos de verão e de inverno, que de acordo com DANNI-OLIVEIRA e MENDONÇA (2007), para a região de São José dos Pinhais, corresponde aos meses de fevereiro e junho, respectivamente. As demais imagens apresentaram problemas que interferiram negativamente no processamento digital. Além disso, há necessidade de definir períodos com condições favoráveis de estabilidade atmosférica para a tomada da imagem: céu claro, ausência de nebulosidade e baixo teor de vapor d'água (LOMBARDO, 1985).

As duas imagens selecionadas para esta pesquisa foram a de 6 de junho de 2008 e 01 de fevereiro de 2009, do satélite Landsat 5, sensor TM foram adquiridas

junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE (2010) através do catálogo on-line disponível na página eletrônica da instituição.

Os horários das imagens selecionadas são: 09:59:14 para a imagem de 6 de junho de 2008 e 09:56:51 para a imagem de 01 de fevereiro de 2009 - cena 220/078.

ANO	DIA DISPONÍVEL
2008	**06 de junho ****
2008	08 de julho
2008	25 de agosto
2009	**01 de fevereiro ****
2009	05 de março
2009	24 de maio
2009	31 de outubro

QUADRO 2 - IMAGENS DISPOÍVEIS DO LANDSAT 7
FONTE: PERTSCHI, S. C. 2010.
NOTA: ** Imagens selecionadas para o estudo.

As imagens obtidas nas datas especificadas, após terem sido georreferenciadas e escaladas, geraram as Figuras 8 para o dia 06/06/2008 e 9 para o dia 01/02/2009. A distinção entre os padrões de uso da terra é possível graças às características específicas dos objetos ao longo do espectro eletromagnético, ou seja, os objetos da superfície terrestre interagem (reflectância, absorbância e transmitância) com a radiação eletromagnética de maneira diferenciada de acordo com o comprimento de onda e de suas características bio-físico-químicas. As imagens obtidas por sensores eletrônicos, em diferentes canais, são individualmente produzidas em preto e branco. A quantidade de energia refletida pelos objetos vai determinar a sua representação nessas imagens em diferentes tons de cinza, entre o branco (quando refletem toda a energia) e o preto (quando absorvem toda a energia). Ao projetar e sobrepor essas imagens, através de filtros coloridos, azul,

verde e vermelho (cores primárias), é possível gerar imagens coloridas. Nas imagens coloridas, a cor de um objeto vai depender da quantidade de energia por ele refletida, da mistura das cores (segundo o processo aditivo) e da associação das cores com as imagens. Com isso, é possível identificar áreas ocupadas, solo nu, presença de água, vegetação.

Comparando as imagens (Figura 8 e 9) observa-se que na área urbana contínua as figuras se assemelham. Em grande parte da imagem verificam-se manchas na cor magenta que caracterizam a ocupação urbana, intercalada com manchas na cor verde que indicam áreas com vegetação. No centro da área urbana é possível identificar a área ocupada pelo Aeroporto Afonso Pena, que indica ocupação urbana. À oeste, divisa com Curitiba, é possível constatar a presença do Rio Iguaçu, uma grande área verde escuro com algumas manchas pretas que indicam a presença de água. O sistema viário principal que corta a área urbana em quatro espaços também é evidenciada na cor magenta. Ainda na área urbana na BR 277 sentido Paranaguá, observa-se uma mancha na cor roxa e branca que corresponde ao Parque Industrial da Renault, também caracterizado por grandes áreas ocupadas com pavimentações e barracões industriais. Quanto mais afastado da área urbana, em direção à área rural (leste na imagem) as cores verde escuro e verde claro dominam a imagem, indicando áreas de cultivos irrigados em fase adulta (Figura 8). As áreas na cor rosa, presentes nessa região, indicam pastagens. Na Figura 9, verifica-se que o solo preparado, visto na imagem anterior, está com cultivo já em fase adulta, na cor verde. Algumas áreas de cultivo irrigado estão em fase adulta e outras com solo nú, após a colheita.

A partir dessas imagens orbitais, é possível obter a temperatura da superfície terrestre, sendo necessário para isso utilizar técnicas de correção dos efeitos atmosféricos sobre as medidas de temperatura, conforme descrito anteriormente. No caso de dado termal do sensor *Thematic Mapper* - TM a correção atmosférica depende da realização de lançamentos de radiossondagem simultaneamente às passagens do satélite Landsat (FOLHES, 2005).

Posteriormente à aquisição das imagens procedeu-se o georreferenciamento das mesmas, utilizando como base outras imagens LANDSAT ortorretificadas. O processo de georreferenciamento foi o "*Image to Image*", utilizando o *software* ENVI 4.7 (*Environment for Visualizing Images*)[20]

Na seqüência para obter os valores de temperatura de superfície a partir de imagens de satélite utilizou-se o método desenvolvido por CHANDLER e MARKHAM (2003), conforme descrito no Capítulo III. Para isso, com o auxílio do *software* ENVI 4.7, foi necessário atribuir valores de radiância máxima e mínima para banda espectral, distância em unidades astronômicas entre a Terra e o Sol, irradiância solar para a banda espectral, e ângulo zenital solar (90° subtraído do ângulo de elevação solar), conforme apregoa a literatura. Não foram aplicadas correções atmosféricas na imagem.

De acordo com STEINKE (2004) a não aplicação das correções atmosféricas pode incorrer em “contestação dos valores de incremento de temperatura encontrados”, uma vez que conforme descrito no Capítulo III, o emprego do sensoriamento remoto na identificação de ilhas de calor exige que sejam realizadas correções atmosféricas – ao considerar que a atmosfera interage com a radiação emitida pela superfície – e de emissividade – já que diferentes materiais e usos emitem diferentes quantidades de energia termal. De acordo com a literatura, a falta da correção atmosférica pode induzir ao erro entre 4 a 7° C na temperatura obtida por um sensor.

[20]O software ENVI 4.7 é um dos mis completos para visualização, exploração, análise e apresentação de dados na área de Sensoriamento Remoto/SIG.

Imagem LANDSAT
São José dos Pinhais

49°15'W 49°10'W 49°5'W 49°0'W 48°55'W 48°50'W

25°30'S 25°35'S 25°40'S 25°45'S 25°50'S

N W E S

Piraquara

Curitiba

Faz. Rio Grande

Mandirituba

Tijucas do Sul

Legenda

São José dos Pinhais

Limites RMC

Imagem LANDSAT 5 - Sensor TM
Cena 220/078 - Composição 5 4 3
Dia 06/06/2008

Escala

0 3 6 12

km

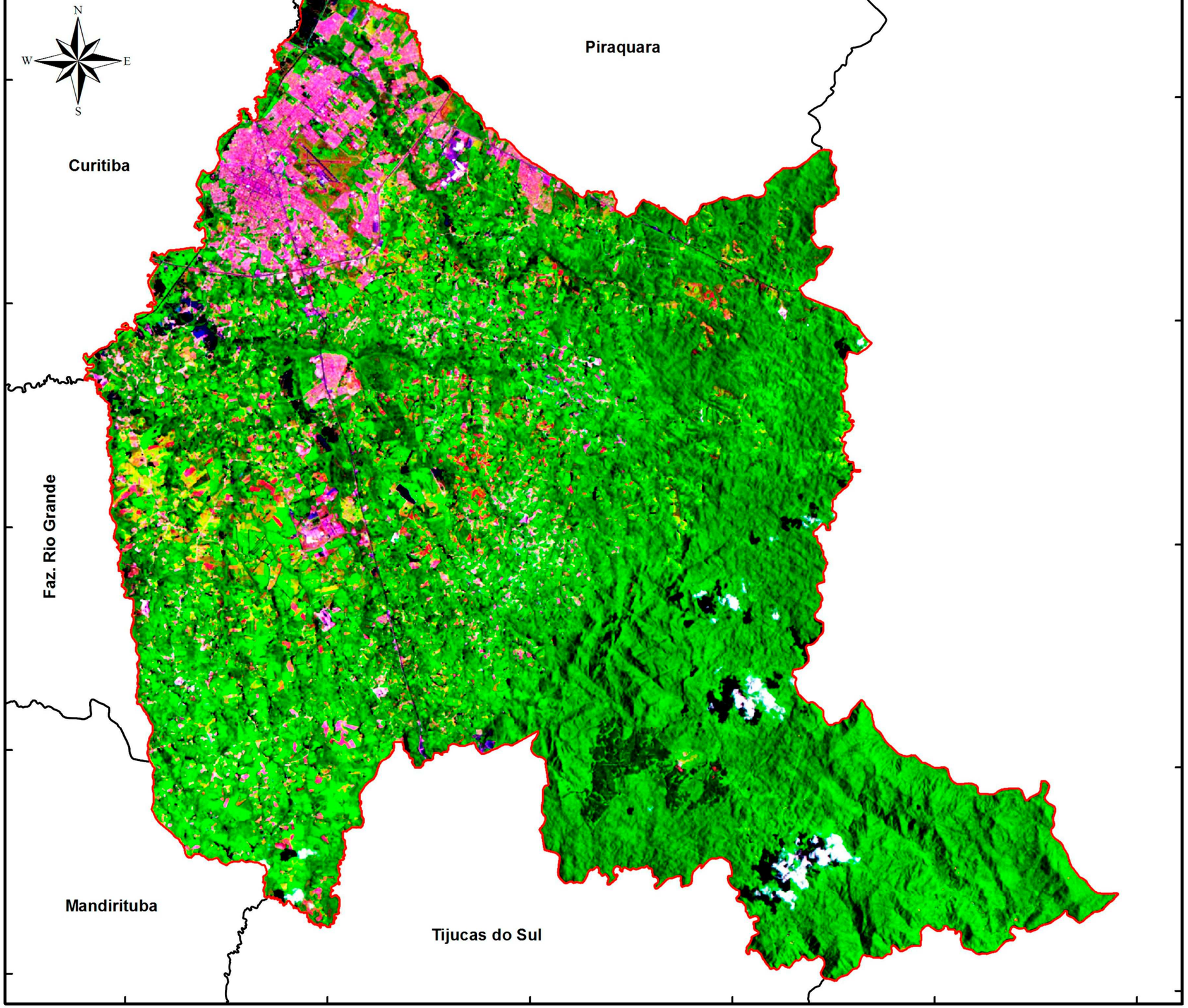
1:160.000

FIGURA 08

Fonte: Imagens LANDSAT - DGI/INPE
Elaboração: Marciel Lohmann, 2010
Organização: Susanne Pertschi

Sistema de Coordenadas UTM
Fuso 22 Sul
Datum SAD 69

Imagem LANDSAT
São José dos Pinhais



Legenda

- São José dos Pinhais
- Limites RMC

Imagem LANDSAT 5 - Sensor TM
Cena 220/078 - Composição 5 4 3
Dia 01/02/2009

Escala

0 3 6 12 km

1:160.000

FIGURA 09
Fonte: Imagens LANDSAT - DGI/INPE
Elaboração: Marciel Lohmann, 2010
Organização: Susanne Pertschi

Sistema de Coordenadas UTM
Fuso 22 Sul
Datum SAD 69

O fato de não ter sido feita a correção atmosférica não implica em problemas para a presente pesquisa, uma vez que os dados de temperatura de superfície obtidos por meio das imagens foram analisados entre si, ou seja, não foram comparados com medições feitas em campo, apenas com dados obtidos sob as mesmas condições, sendo as imagens utilizadas como parâmetro norteador para a decisão dos ambientes a serem monitorados.

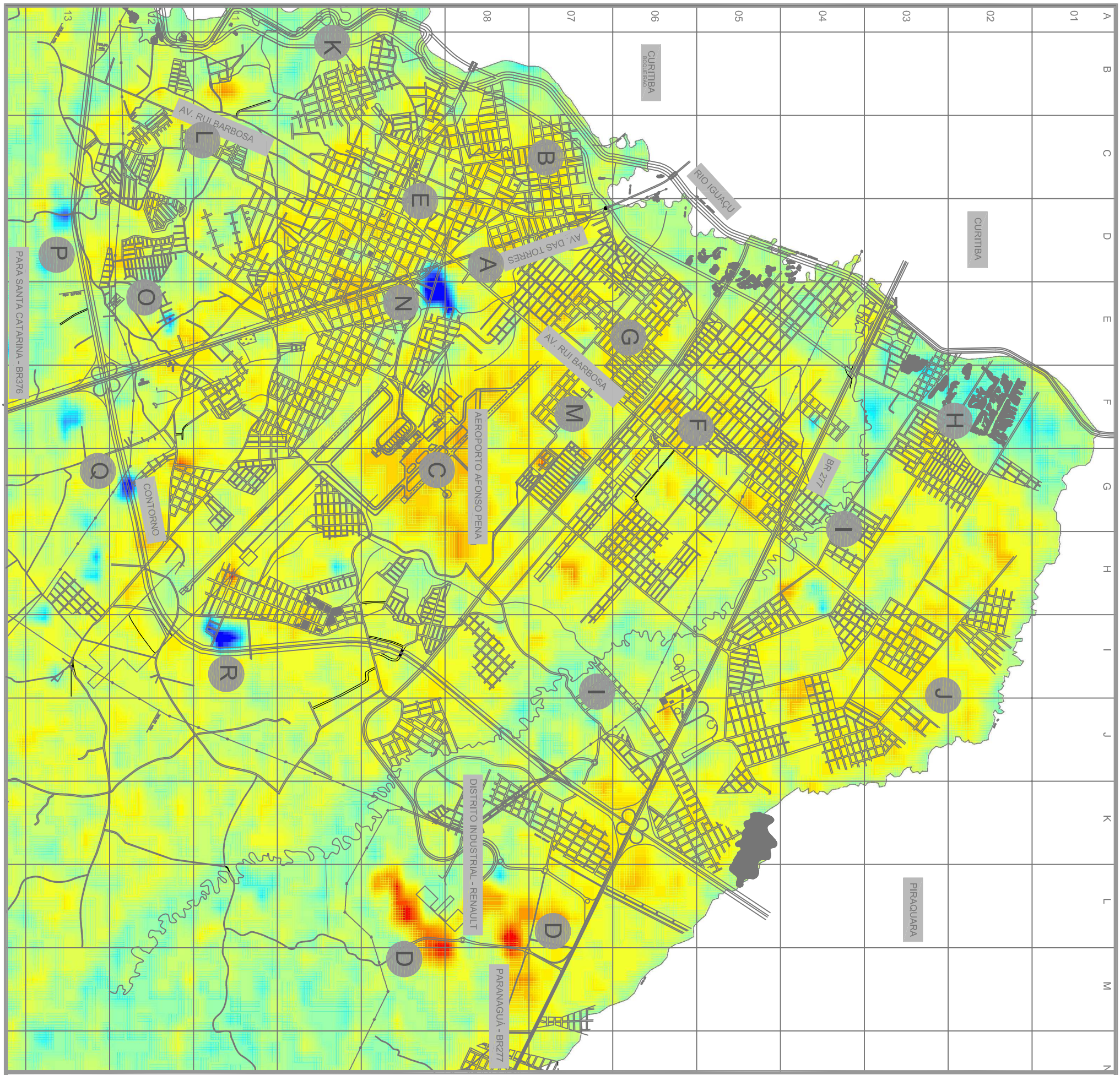
Para tratamento, layout e legenda das imagens geradas, foi utilizado o *software* AUTOCAD 2010, resultando nas Figuras 10 (situação de inverno) e 11 (situação de verão).

Na representação das faixas térmicas obtidas na imagem termal foram utilizadas cores, levando-se em conta o espectro-eletromagnético para a luz visível. Assim, as temperaturas mais baixas foram representadas pelas cores frias (ondas curtas): azul e verde, e as temperaturas mais elevadas, as cores quentes (ondas longas): amarelo, laranja e vermelho.

4.1.3 Análise dos Mapas Resultantes do Processamento das Imagens de Satélite

Com base nas imagens geradas a partir dos dados termais nas situações de inverno e verão, foi possível iniciar a análise que indicou como a temperatura de superfície se diferencia na Cidade de São José dos Pinhais e qual a sua possível correlação com o uso do solo. Essa análise balizou a determinação dos pontos de medição do experimento.

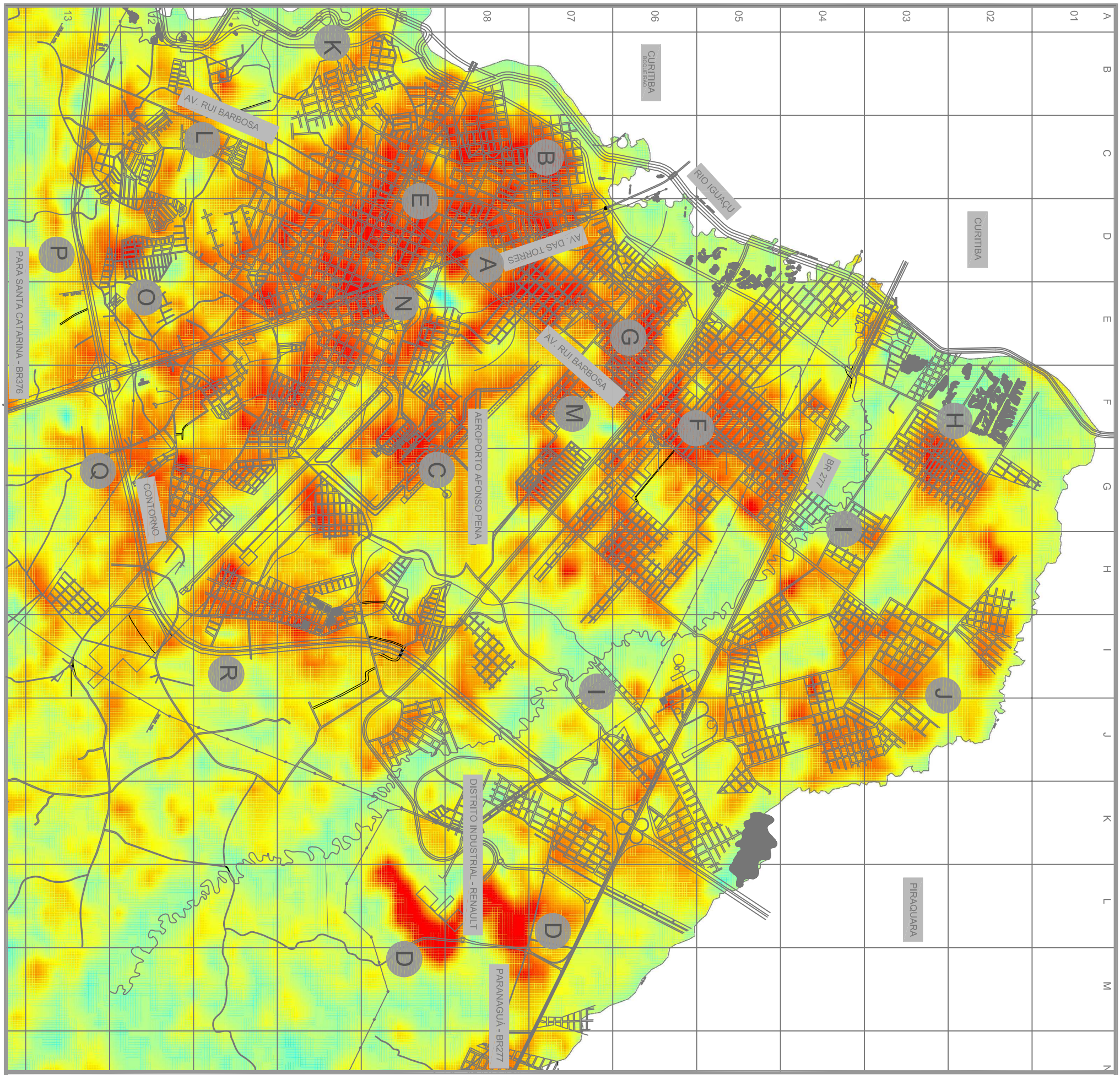
Analisando-se as Figuras 10 e 11 que abrangem grande parte da mancha urbana e parte da área rural do Município torna-se possível constatar os efeitos da urbanização, da industrialização, da densidade da cobertura vegetal e da topografia sobre o campo térmico local da superfície tanto na situação de inverno (Figura 10) quanto na situação de verão (Figura 11).



TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

06 DE JUNHO DE 2008

RECORTE ESPACIAL: ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR



TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE

42ºC

<10ºC

OBS. OS PONTOS MARCADOS NO MAPA TEM RELAÇÃO COM O TEXTO E FORAM IDENTIFICADOS APENAS PARA SITUAR O LEITOR

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

01 DE FEVEREIRO DE 2009

RECORTE ESPACIAL: ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR

FIGURA : 11

FONTE IMAGENS: LANDSAT - DGI/INPEP
FONTE BASE : P.M.S.J.P., 2010

SISTEMA DE COORDENADAS UTM
FUSO 22 SUL - DATUM SAD 69

ORGANIZADO POR: PERTSCHI, S.,2010.
ELABORADO POR: LOHMANN, M., 2010

ESCALA: 1:7.000

0 m 500 m 1000 m 1500 m 2000 m

Considerando-se como mancha urbana os loteamentos isolados e as áreas internas à BR116, percebe-se nas áreas ocupadas que a variação de temperatura de superfície, para o inverno (Figura 10) e para o verão (Figura 11) segue a mesma tendência. Nas áreas internas aos loteamentos, verificam-se as maiores temperaturas em geral no centro dos mesmos, fato que pode ser explicado devido a presença de áreas livres no seu entorno imediato.

A área urbana, de acordo com a Figura 10, concentra as maiores temperaturas de superfície em relação à área rural. Essa distribuição não homogênea de temperaturas de superfície sugere (não há como afirmar apenas com essa análise) a presença de ilhas de calor e de frescor de maior e de menor intensidade na área de estudo, caracterizando a diversidade da organização do espaço e do uso do solo.

A espacialização das massas edificadas são facilmente distinguíveis na imagem relativa à composição colorida e ao canal 5. Para facilitar a localização das diversas áreas da Cidade de São José dos Pinhais, foram distribuídos alguns pontos de referência nos mapas de inverno e verão. Esses pontos não significam a localização dos pontos monitorados, apenas indicam algumas áreas de interesse de análise dentro da área urbana. As maiores temperaturas de superfície são verificadas ao longo da BR 376, que concentra grande quantidade de atividades de serviços que geram calor; na região denominada de Afonso Pena, caracterizado por vários conjuntos habitacionais com altas densidades, atividades de serviços e industriais de pequeno e médio porte (ponto A); na região denominada de Cidade Jardim próxima ao Rio Iguaçu, caracterizada pela alta densidade de ocupação (ponto B); nos loteamentos populares que possuem em geral lotes de 200m² e grandes áreas construídas e impermeabilizadas; na região do Aeroporto Afonso Pena devido a presença de vastas áreas pavimentadas (ponto C); e na área do Distrito Industrial da Renault devido a presença de extensos estacionamentos para a guarda dos veículos novos (ponto D). Na região central da cidade, conforme estudado anteriormente por PERTSCHI et. al (2005) não é tão evidente a formação de ilhas de calor devido a característica de ocupação da Cidade de São José dos Pinhais, com várias áreas livres, pouca verticalização e presença de vegetação

(ponto E). Os pontos F e G localizados no interior do bairro Afonso Pena, característico pela alta taxa de ocupação e grandes áreas impermeabilizadas, registraram altas temperaturas.

As menores temperaturas verificadas nas duas imagens (para o inverno e verão) correspondem à área de várzea do Rio Iguaçu (ao norte do Município e divisa com Curitiba) onde existem as cavas do Rio (ponto H); ao longo de todo o Rio Pequeno (atual manancial abastecedor de Curitiba e da Região) (ponto I); à norte do Município no Rio Itaqui (ponto J) e; a região à sudeste do centro da cidade devido a presença das cavas do Rio Iguaçu (ponto K). O ponto L, localizado na principal zona de expansão da cidade, de acordo com as imagens termais possui temperatura de superfície mediana.

Nos pontos M, N, O, P, Q e R são verificadas as menores temperaturas das imagens tanto para o verão quanto para o inverno. Esses pontos correspondem a construções de grandes barracões de serviços e indústrias que possuem cobertura refletiva.

Na área rural e nas áreas mais afastadas a termografia de superfície revela grande amplitude, tendo a temperatura de superfície variado entre 15℃ e 30℃, fato que pode ser atribuído a heterogeneidade da cobertura vegetal e do uso do solo rural. Comparando as Figuras 10 e 11 percebe-se que as menores temperaturas coincidem com as áreas com vegetação e que as maiores correspondem às áreas que estão sendo utilizadas, seja para atividades agropecuárias ou de solo nu. O maior aquecimento de algumas áreas rurais pode estar relacionado também à baixa umidade de determinadas superfícies agrícolas quanto à maior radiação que se processou sobre as mesmas quando comparadas ao meio urbano.

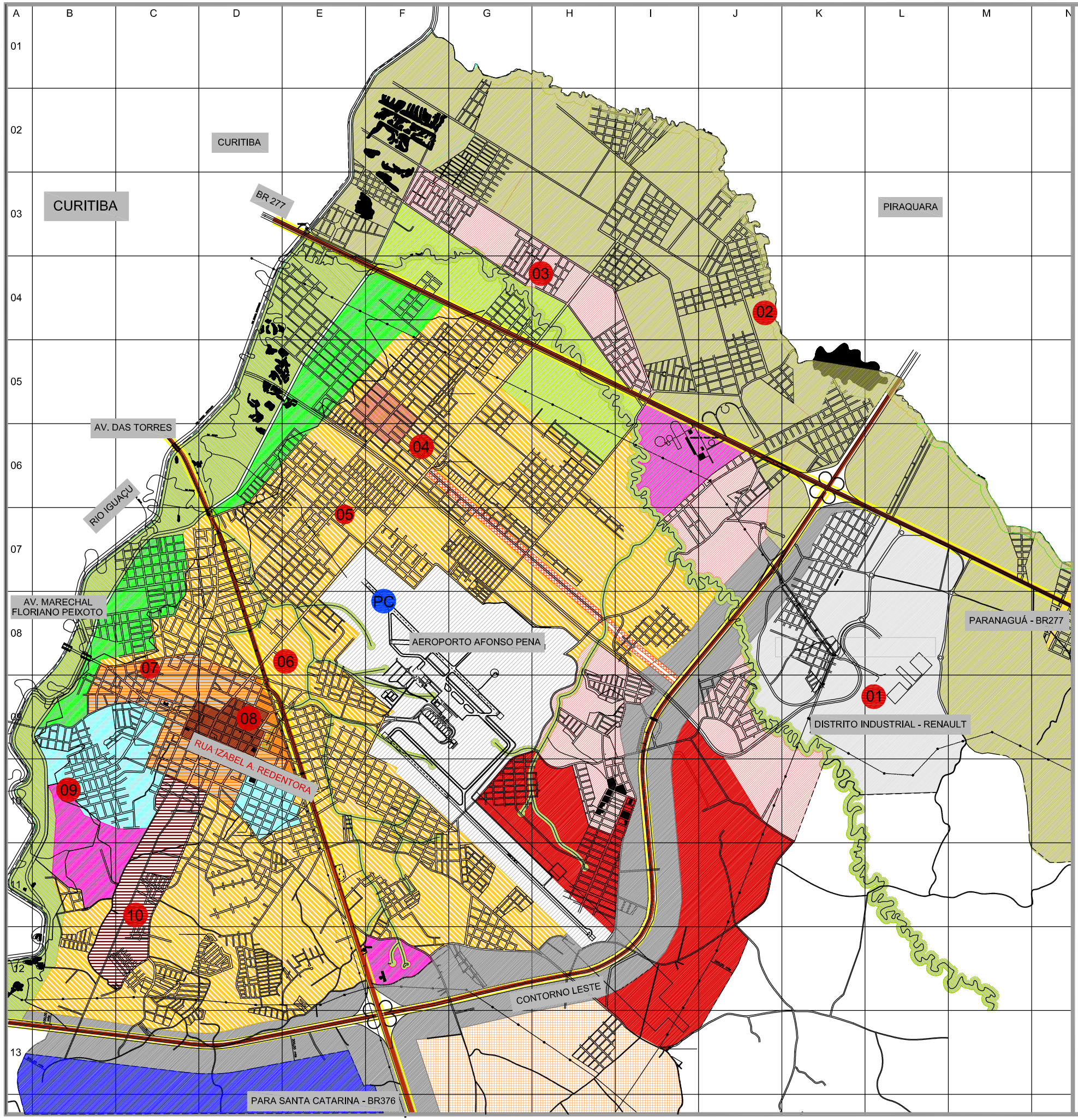
4.1.4 Determinação dos Pontos a Serem Monitorados

Segundo GIL (1991), delimitar o universo a ser pesquisado é uma das tarefas mais difíceis dentro do estudo de caso. Para que os resultados sejam significativos, recomenda-se o estudo de certa variedade de casos, buscando

analisar casos típicos, onde em função da informação prévia pareça ser o tipo ideal, casos extremos, onde através deles possam-se delinear os limites dentro dos quais as variáveis possam oscilar, e casos marginais onde se possa encontrar casos atípicos ou anormais para relacionar com os casos normais e tornar possível identificar as possíveis causas do desvio.

De acordo com MONTEIRO (1990) a escolha dos pontos para medição deve respeitar o critério de melhor representatividade da natureza ou do caráter peculiar da cidade escolhida. O autor determina ainda, que o critério de escolha deve obedecer ao caráter geo-ecológico do sítio da cidade (não apenas as formas naturais, mas também todas as derivações ocorridas ao longo das ocupações), a estrutura urbana (morfologia associada a funções urbanas) e ao dinamismo urbano representado pelas funções da cidade que oferecem condições para resultados mais significativos (fluxos de veículos, atividade industrial, aparelhos de ar condicionado, etc).

Para determinação dos pontos de monitoramento partiu-se da análise da Figura 11 resultante do processamento da imagem de satélite que apontou os locais com maiores e menores temperaturas para a situação de verão. Também foram realizadas análises quanto ao uso e ocupação do solo buscando agrupar locais dentro do Município com as características semelhantes para possibilitar comparar os resultados do experimento. Essa análise resultou na conformação da distribuição espacial do experimento. Ao todo foram distribuídos 10 abrigos na área urbana de São José dos Pinhais, conforme espacializado na Figura 12. De acordo com dados da imagem termal, os pontos mais quentes deverão ser: 1 (Ponto Industrial), 4 (Ponto ZR4 Média Densidade), 5 (Ponto Zr4 Baixa Densidade), 7 (Ponto ZC Américas), 8 (Ponto ZC) e 10 (Ponto ZEE) e os pontos mais frios deverão ser: 2 (Ponto UTP), 3 (Ponto ZR3), 6 (PontoZR4 Rui Barbosa) e 9 (Ponto ZR1). Cabe salientar que serão aceitáveis diferenças entre os dados da imagem termal e do monitoramento principalmente porque a imagem termal traduz dados referentes à temperatura de superfície e o monitoramento, temperatura do ar. Soma-se à isso, o fato dos dados da imagem termal não terem tido correção atmosférica.



LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SISTEMA VIÁRIO
LEI N°16/2005

- ZR1 - Zona Residencial 1
- ZR2 - Zona Residencial 2
- ZR3 - Zona Residencial 3
- ZR4 - Zona Residencial 4
- ZC1 - Zona Central 1
- ZC2 - Zona Central 2
- ZC3 - Zona Central 3
- ZRE1- Zona Residencial Especial 1
- ZRE2 - Zona Residencial Especial 2
- ZEOR1 - Zona Especial de Ocupação Restrita 1
- ZEOR2 - Zona Especial de Ocupação Restrita 2
- ZEE - Zona Especial Estrutural
- ZEI - Zona Especial Institucional
- ZEA - Zona Especial do Aeroporto
- ZESI - Zona Especial de Serviços Intermodais
- ZIS - Zona Industrial e de Serviços
- SEAV - Setor Especial de Áreas Verdes
- SIS - Setor Industrial e de Serviços
- UTP - Unidade Territorial de Planejamento Lei n° 29/2000
- Distrito Industrial de São José dos Pinhais (Renault) Lei n° 101/1996
- ZR - Zona Rural

HIERARQUIA DO SISTEMA VIÁRIO

- Via de Integração Municipal
- Via Regional
- Via Coletora
- Via de Integração Regional
- Via Arterial
- Via de Circulação Central

PONTOS MONITORADOS

- LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS MONITORADOS
- LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CONTROLE (PC)

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS MONITORADOS

10 PONTOS

RECORTE ESPACIAL: ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR

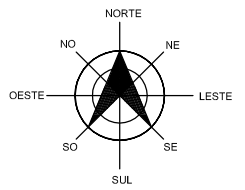


FIGURA : 12

FONTE: P.M.S.J.P., 2010

MODIFICADO POR: PERTSCHI, S.,2011.

ESCALA: 1:5.000

0 m 500 m 1000 m 1500 m 2000 m

Os pontos foram distribuídos nos seguintes zoneamentos, de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo: Zona Industrial da Renault, Unidade Territorial de Planejamento do Rio Itaqui, Zona Residencial 3 – Via Local, Zona Residencial 4 – Via Local, Zona Residencial 4 – Via Arterial/Via Regional, Zona Central 2 – Via Local, Zona Central 1 – Via de Circulação Central, Zona Residencial 1 – Via Local e Zona Especial Estrutural – Via Arterial (Quadro 3).

PONTO	ZONEAMENTO DE ACORDO COM A LEI 16/2005
01 (Ponto Industrial)	Zona Industrial da Renault - ZI
02 (Ponto UTP)	Unidade Territorial de Planejamento Rio Itaqui - UTP
03(Ponto ZR3)	Zona Residencial 3 – Via Local – ZR3-VL
04(Ponto ZR4 Média Densidade)	Zona Residencial 4 – Via Local - ZR4 - VL
05 (Ponto ZR4 Baixa Densidade)	Zona Residencial 4 – Via Local - ZR4 - VL
06 (Ponto ZR4 Rui Barbosa)	Zona Residencial 4 – Via Arterial/Via Regional – ZR4 – VA/VR
07(Ponto ZC Américas)	Zona Central 2– Via Local - ZC2 - VL
08 (Ponto ZC)	Zona Central 1 – Via de Circulação Central - ZC1 - VCC
09 (Ponto ZR1)	Zona Residencial 1 – Via Local - ZR1 - VL
10 (Ponto ZEE)	Zona Especial Estrutural – Via Arterial - ZEE - VA

QUADRO 3 - ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DOS PONTOS MONITORADOS
FONTE: Lei de Uso e Ocupação do Solo, 2005.

O Quadro 3 aponta os usos previstos para cada uma das zonas, de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo. A referida Lei determina os usos adequados, que compreendem as atividades que apresentam clara compatibilidade com as finalidades urbanísticas da zona ou setor correspondente e com as atividades do

entorno imediato e os usos permissíveis que abrangem as atividades cuja compatibilidade com a zona onde estão inseridos dependem de análise ou regulamentação específica para cada caso, em função de seus impactos ambientais negativos, urbanísticos e de circulação. No subitem 4.1.7 estão descritas as principais características de cada um dos pontos selecionados sob o aspecto do uso do solo. A definição dos usos apontados no Quadro 4, de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo está descrita no Anexo I deste trabalho.

PONTO	USOS	
	ADEQUADOS	PERMISSÍVEIS
01 (Ponto Industrial)	Habitação Unifamiliar Comércio e Serviço Vicinal	Indústrias
02 (Ponto UTP)	Habitação unifamiliar; Condomínios Residenciais, Comércio e Serviço Vicinal e de Bairro	Atividades Secundárias e Terciárias
03(Ponto ZR3)	Habitação unifamiliar; Agrupamento A, B e C; Habitação coletiva; Habitação de uso institucional; Comércio e serviço vicinal (grupo 1 e 2); Indústria caseira (tipo 1, 2 e 3); Micro indústria (tipo 1, 2 e 3)	Agrupamento D; Habitação de interesse social; Comércio e serviço vicinal (grupo 3); Comércio e serviço de bairro (grupo A, B e D); Comércio e serviço geral (grupo 1); Indústria de pequeno porte (tipo 1 e 2).
04(Ponto ZR4 Média Densidade)	Habitação unifamiliar; Agrupamento A, B e C; Habitação coletiva; Habitação de uso institucional; Habitação transitória 1; Comércio e serviço vicinal (grupo 1 e 2); Comércio e serviço de bairro (grupo A, B e D); Micro indústria (tipo 1 e 2); Indústria caseira (tipo 1 e 2);	Agrupamento D; Habitação de interesse social; Comércio e serviço vicinal (grupo 3); Comércio e serviço de bairro (grupo C); Comércio e serviço setorial; Comércio e serviço específico (grupo A, C e E); Comércio e serviço geral (grupo 1); Indústria de pequeno porte (tipo 1, 2 e 3);

Continua...

... Continuação

05 (Ponto ZR4 Baixa Densidade)	Habitação unifamiliar; Agrupamento A, B e C; Habitação coletiva; Habitação de uso institucional; Habitação transitória 1; Comércio e serviço vicinal (grupo 1 e 2); Comércio e serviço de bairro (grupo A, B e D); Micro indústria (tipo 1 e 2); Indústria caseira (tipo 1 e 2);	Agrupamento D; Habitação de interesse social; Comércio e serviço vicinal (grupo 3); Comércio e serviço de bairro (grupo C); Comércio e serviço setorial; Comércio e serviço específico (grupo A, C e E); Comércio e serviço geral (grupo 1); Indústria de pequeno porte (tipo 1, 2 e 3);
06 (Ponto ZR4 Rui Barbosa)	Habitação unifamiliar; Agrupamento A e B; Habitação coletiva; Habitação transitória 1; Comércio e serviço vicinal (grupo 1); Comércio e serviço de bairro (grupo A e B); Comércio e serviço setorial; Indústria caseira (tipo 1, 2 e 3); Micro indústria (tipo 1, 2 e 3); Indústria de pequeno, médio e grande porte (tipo 1, 2 e 3);	Habitação transitória 3; Comércio e serviço de bairro (grupo C e D); Comércio e serviço específico (grupo A, B e C); Comércio e serviço geral (grupo 1 e 2); Indústria de médio e grande porte (tipo 1, 2 e 3);
07(Ponto ZC Américas)	Habitação unifamiliar; Agrupamento A e B; Habitação coletiva Habitação institucional; Habitação transitória 1; Comércio e serviço vicinal (grupo 1 e 2); Comércio e serviço de bairro (grupo A, B e D); Indústria caseira (tipo 1);	Comércio e serviço de bairro (grupo C); Comércio e serviço setorial; Comércio e serviço específico (grupo A, C e E); Serviço geral (grupo 3).

Continua...

... Continuação

08 (Ponto ZC)	Habitação unifamiliar; Agrupamento A e B; Habitação coletiva Habitação institucional; Habitação transitória 1; Comércio e serviço vicinal (grupo 1); Comércio e serviço de bairro (grupo A, B e D); Indústria caseira (tipo 1);	Comércio e serviço vicinal (grupo 3); Comércio e serviço de bairro (grupo C); Comércio e serviço setorial; Comércio e serviço específico (grupo A, C e E); Serviço geral (grupo 3);
09 (Ponto ZR1)	Habitação unifamiliar; Agrupamento A e B; Comércio e serviço vicinal (grupo 1); Indústria caseira (tipo 1).	Serviço de bairro (grupo D)
10 (Ponto ZEE)	Habitação unifamiliar; Agrupamento A; Habitação coletiva; Habitação transitória 1; Comércio e serviço de bairro (grupo A, B e D). Comércio e serviço setorial. Indústria caseira (tipo 1);	Comércio e serviço de bairro (grupo C). Comércio e serviço específico (grupo A, C e E); Serviço geral (grupo 3); Indústria de pequeno e médio porte (tipo 1, 2 e 3).

QUADRO 4 - PARÂMETROS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DOS PONTOS MONITORADOS
FONTE: Lei de Uso e Ocupação do Solo, 2005, Lei 101/96, Lei 29/2000.
Nota (1): Os usos adequados de acordo com a Lei compreendem as atividades que apresentam clara compatibilidade entre as finalidades urbanísticas da zona ou setor correspondente e com as atividades do entorno imediato;
Nota(2): Os usos permissíveis de acordo com a Lei compreendem as atividades cuja compatibilização dependem da análise ou regulamentação específica, para cada caso, em função de seus impactos ambientais, urbanísticos e de circulação
Nota (3): O enquadramento das atividades está apresentado no Anexo I desta tese.

A Tabela 4 aponta os parâmetros urbanísticos indicados para cada zona, ou seja, caracterizam a ocupação em termos quantitativos. Nesta tabela estão descritos as dimensões dos lotes e suas testadas mínimas; altura máxima em pavimento; taxa

de ocupação (que determina o percentual máximo a ser construído na projeção da edificação); taxa de permeabilidade (que representa o percentual mínimo permeável a ser deixado no lote); recuo (distância entre a testada do lote e o alinhamento predial) e; afastamento (distância entre a edificação e o limite lateral e fundos do lote).

PONTO	USOS						
	LOTE (1)(2)	ALTURA (3)	COEFICIENTE DE APROVEI-TAMENTO (3)	TAXA DE OCUPAÇÃO (3) (%)	TAXA DE PERMEABI-LIDADE (%)(2)	RECUO (1)	AFASTA-MENTO (2)
01 (Ponto Industrial)	30/5000m²	30m	0,7	40	30	20m/10m/ 5m (3)	5,00m
02 (Ponto UTP)	25/5000m²	2	0,10	25	40	10,00m	2,00m
03(Ponto ZR3)	12/360m²	3	1	50	30	3,00m	1,50m
04(Ponto ZR4 Média Densidade)	12/360m²	4	2	60	20	3	1,50m
05 (Ponto ZR4 Baixa Densidade)	12/360m²	4	2	60	20	3	1,50m
06 (Ponto ZR4 Rui Barbosa)	12/360m²	4	2	60	20	3	1,50m
07(Ponto ZC Américas)	15/450m²	12	3	60	25	0	0
08 (Ponto ZC)	15/450m²	14	4	60	20	0	0
09 (Ponto ZR1)	15/600m²	3	1	50	30	3	1,50m
10 (Ponto ZEE)	20/600m²	10	3	60	20	10	1,50m

TABELA 4- PARÂMETROS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DOS PONTOS MONITORADOS
FONTE: Lei de Uso e Ocupação do Solo, 2005, Lei 101/96, Lei 29/2000.
Nota (1): significa a testada mínima do lote e a área mínima do lote
(2): valor mínimo;
(3): valor máximo;
(4): o recuo mínimo é em função da via para qual o imóvel faz testada.

Após a determinação dos pontos a serem monitorados, com o objetivo de referenciar as medições em campo, foram coletados os dados meteorológicos da estação oficial do Aeroporto Internacional de Curitiba, denominado, nesta tese de Ponto de Controle (PC). Os dados foram disponibilizados pelo Instituto de Controle do Espaço Aéreo, por meio do site www.icea.gov.br. De acordo com a literatura, o ponto de controle é um importante balizador das medições efetuadas, ou seja, através da comparação dos resultados obtidos, é possível verificar se não houve distorções dos dados mensurados. O ponto de controle neste caso (por estar localizado no aeroporto) é considerado um ponto nulo, com interferência mínima de agentes externos, como por exemplo, a insolação, ventilação, áreas pavimentadas, áreas construídas, sombreamento, entre outros fatores que influenciam no monitoramento da temperatura

Na seqüência, após definidos os pontos do monitoramento foram determinadas as características do abrigo termométrico que foi instalado nos locais pré determinados, a 1,50m do chão.

4.1.5 Características dos Abrigos Termométricos

Os abrigos termométricos têm a finalidade de proteger os equipamentos de medição de temperatura e umidade do ar das radiações do sol, do céu, da terra e dos objetos próximos. Apesar de terem o objetivo de proteger os aparelhos de medição, devem possibilitar a circulação do ar, motivo pelo qual em geral são construídos com venezianas ou possuem furos.

Para determinação das características do abrigo construído, baseou-se no experimento realizado por PERTSCHI (2005) quando as autoras estudaram as interferências de diferentes revestimentos em cinco abrigos termométricos. Dentre as alternativas apresentadas o abrigo revestido com alumínio apresentou menores diferenças nos dados de temperatura, quando comparadas com as medições oficiais do SIMEPAR do Campus do Centro Politécnico.

Objetivando obter resultados mais próximos aos da estação meteorológica oficial, foi realizado, nos dias 16 e 17 de dezembro de 2010, no Campus do Centro Politécnico, novo experimento, com dois novos abrigos no formato de caixas, sem a parte inferior, em madeira com espessura de 1,7mm e dimensões de 20cmx20cm (Figura 13). As laterais foram furadas a quarenta e cinco graus para permitir a entrada de ar e impedir a entrada de chuva (semelhante ao sistema da veneziana). A diferença entre os dois abrigos foi que um deles foi revestido externamente com papel alumínio (Figura 14) e o outro recebeu o aparelho do monitoramento revestido em papel alumínio (Figura 15). Os abrigos foram instalados a 1,50m de altura do chão.



FIGURA 13 - EXPERIMENTO REALIZADO PARA DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO ABRIGO
FONTE: O Autor (2010)





FIGURA 14 - ABRIGO REVESTIDO EXTERNAMENTE COM PAPEL ALUMÍNIO, COM O APARELHO DO MONITORAMENTO
FONTE: O Autor (2010)



FIGURA 15 - ABRIGO COM O APARELHO DO MONITORAMENTO REVESTIDO EM PAPEL ALUMÍNIO
FONTE: O Autor (2010)

Os aparelhos utilizados para monitoramento foram os *dataloggers* do tipo HOBO H8RH/Temp[21], aferidos um dia antes do início das medições, programados para medir as temperaturas a cada uma hora.

Após analisar os dados obtidos nos dois abrigos e compará-los com os dados da Estação Meteorológica do SIMEPAR (Figuras 16 e 17), concluiu-se que apesar dos resultados serem muito próximos, o abrigo que recebeu o *hobo* revestido em papel alumínio registrou temperaturas mais próximas à estação oficial do SIMEPAR. Os dados horários constam no Apêndice I.

[21] Destinam-se a medir temperaturas entre -20 e 70℃ e umidade relativa entre 25 a 95%.

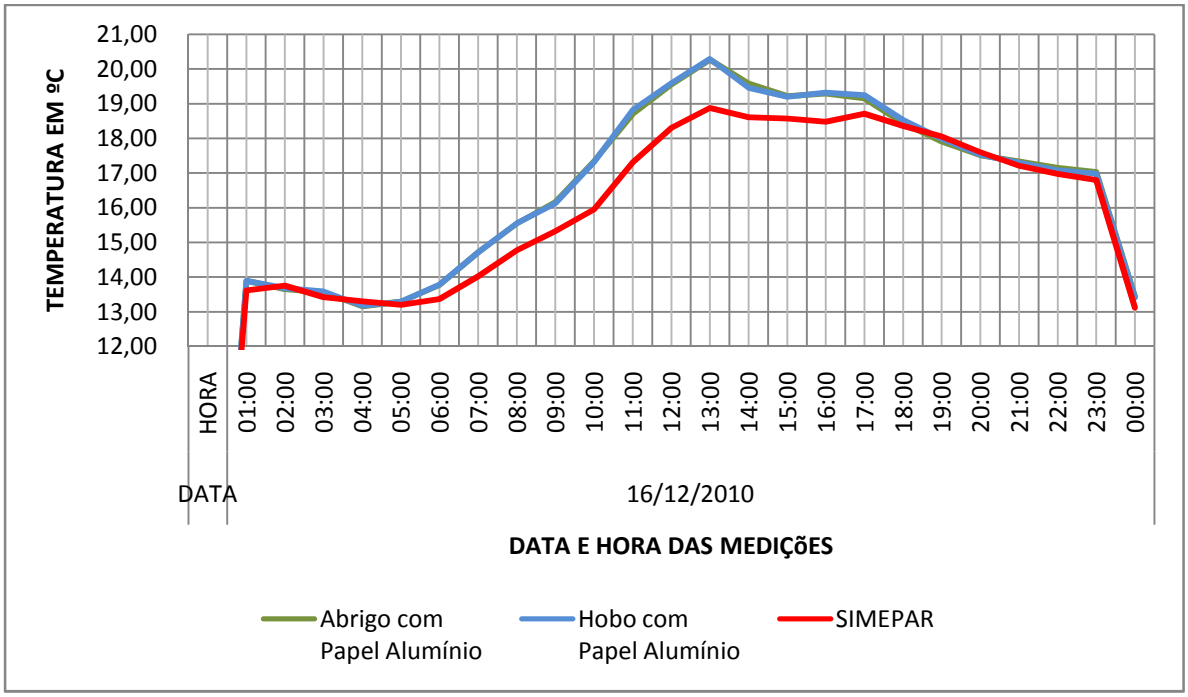


FIGURA 16 - COMPARATIVO ENTRE OS ABRIGOS PARA O DIA 16/12/2010

FONTE: O Autor (2011)

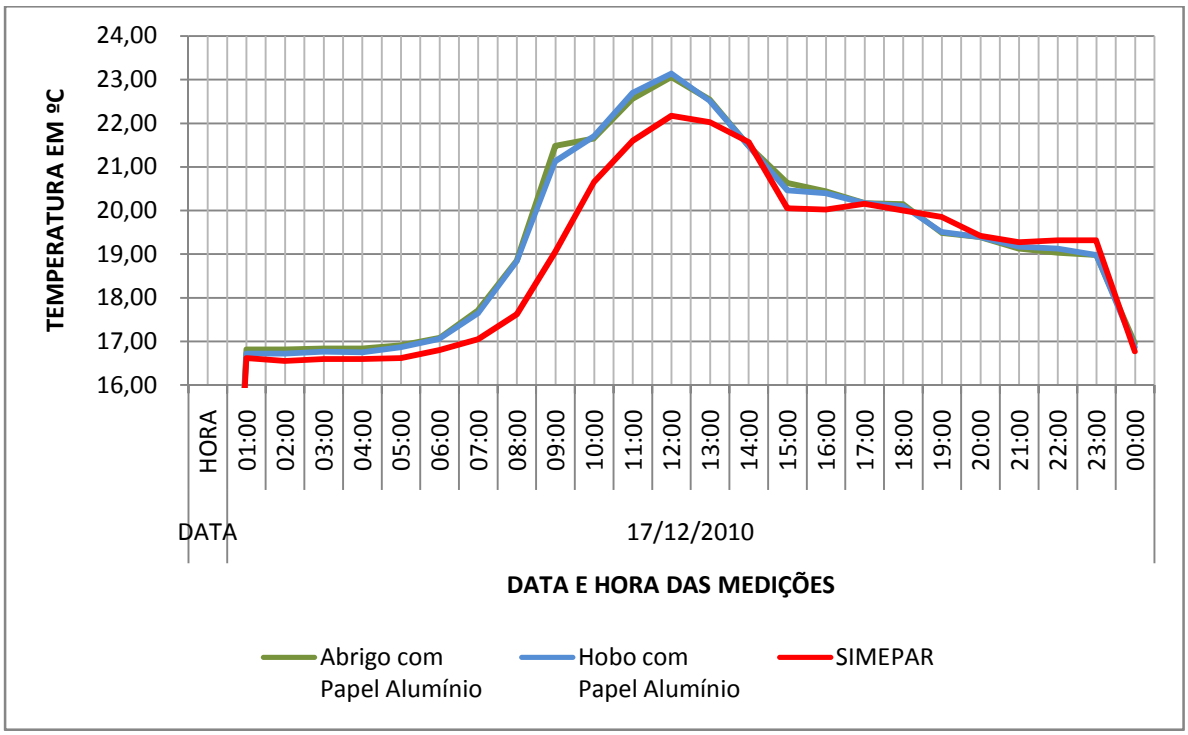


FIGURA 17 - COMPARATIVO ENTRE OS ABRIGOS PARA O DIA 17/12/2010

FONTE: O autor (2011)

Dessa forma as características do abrigo para o monitoramento foram: abrigos no formato de caixas, sem a parte inferior, em madeira com espessura de 1,7mm e dimensões de 20cmx20cm, com as laterais furadas a quarenta e cinco graus, com o *hobo* revestido em papel alumínio pendurado no centro interno das caixas.

Os abrigos foram colocados o mais afastado possível de barreiras físicas ou anteparos, tais como muros, edificações e árvores, para que as medições não sofressem interferência.

4.1.6 Determinação do Período de Monitoramento da Temperatura do Ar nos Pontos Amostrais

Considerando a literatura e de acordo com DANNI-OLIVEIRA e MENDONÇA (2001), para a região de São José dos Pinhais, os meses de dezembro à fevereiro são os mais representativos do verão. Diante disso, o monitoramento ocorreu entre os dias 25 de janeiro e 03 de fevereiro de 2011, em todas as localidades pré-determinadas, simultaneamente, durante vinte e quatro horas por dia.

Com o objetivo de compreender a dinâmica atmosférica geradora das condições do tempo ocorrido durante o experimento, foram elaborados gráficos denominados de Análise Rítmica. A metodologia desenvolvida nos anos 60/70 pelo professor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, permite visualizar a variação dos elementos atmosféricos, bem como acompanhar sua evolução temporal, utilizando-se dos valores reais medidos e não de suas médias. O uso das médias pode causar prejuízos nas análises segundo DANNI-OLIVEIRA (2005) por apresenta algumas limitações, dentre elas*:*

> *... (1) Transformam o que o sistema natural tem de mais dinâmico – a atmosfera – em algo estático e "engessado"; 2) Há uma simplificação da realidade dada pela redução estatística dos dados que traduzem em um único valor as situações climáticas, sejam elas excepcionais ou não; 3)Não evidenciam os episódios extremos e os "azares naturais".*

Dessa forma, a análise rítmica que tem por objetivo compreender a dinâmica atmosférica baseada nos principais elementos climáticos, foi elaborada com dados diários dos horários oficiais de observação (GMT), durante o período do monitoramento. Foram então desenvolvidos gráficos dispostos de forma a possibilitar o estudo simultâneo dos parâmetros meteorológicos referentes à pressão, temperatura horária, umidade, precipitação, direção e velocidade do vento, nebulosidade e sistema atmosférico atuante (Figura 18), de modo a vislumbrar suas variações diárias bem como o ritmo de atuação dos sistemas atmosféricos ao longo dos dias estudados.

Para complementar a análise do gráfico da análise rítmica e permitir a interpretação dos fluxos regionais da baixa atmosférica, foram utilizadas as cartas sinóticas para a América do Sul elaboradas pelo INPE (2011). Desta forma, as Figuras 19 a 28 apresentam as imagens sinóticas para a América do Sul e para a Região Sul entre os dias 25 de janeiro e 03 de fevereiro de 2011, possibilitando a visualização da dinâmica atmosférica. As cartas obtidas no *site* www7.cptec.inpe.br, correspondem aos horários de 9:00 horas (12Z), 15:00 horas (18Z) e 21:00 horas (00Z).

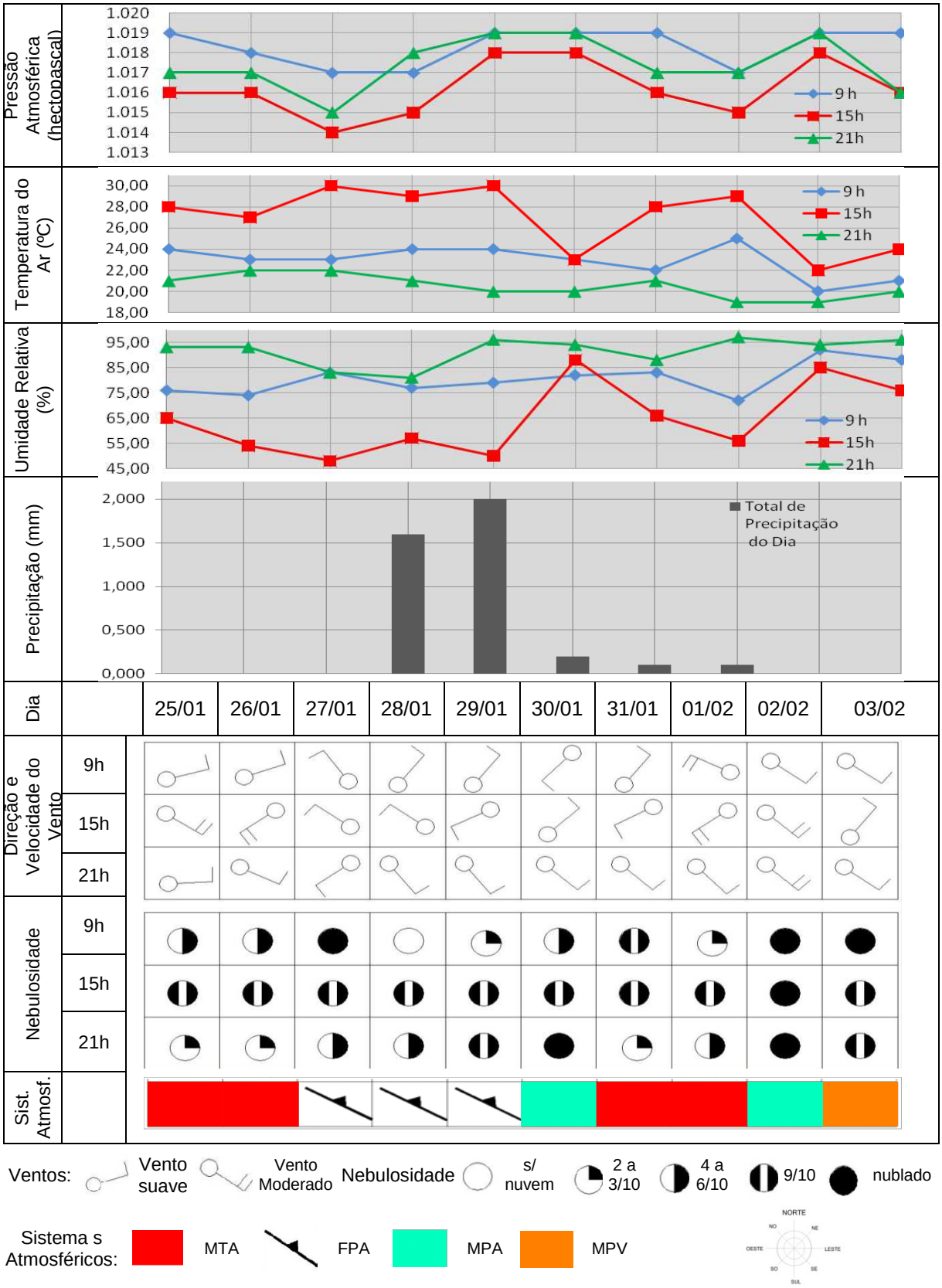


FIGURA 18 - ANÁLISE RÍTMICA E TIPOS DE TEMPOS EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS-25/01 A 03/02/2011.
FONTE: Master (2011); Cindacta II (2011); Redemet (2011).
ORGANIZAÇÃO: PERTSCHI (2011).

De acordo com dados obtidos por meio do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, 2011), na Região Sul do Brasil, na segunda quinzena do mês de janeiro de 2011, os totais acumulados de chuva foram inferiores a 50 mm em toda Região e na primeira quinzena de fevereiro de 2011, 100mm. As frentes frias apresentaram rápido avanço e contribuíram pouco para a ocorrência de chuva. Ainda segundo o CPTEC (2011), no mês de janeiro e de fevereiro, as temperaturas máximas e mínimas sofreram o predomínio das anomalias positivas, ou seja, para as temperaturas máximas e mínimas, foram registrados valores acima da média climatológica. Isso pode ser justificado pela ausência de sistemas frontais atuantes, além da grande nebulosidade verificada no período que gera diminuição da perda radiativa durante a noite. De acordo com o CINDACTA II, a temperatura do ar variou entre 18ºC e 30ºC durante o período do monitoramento. Em janeiro de 2011, foi registrada a rápida passagem dos sistemas frontais, o que pouco contribuiu para a ocorrência de chuvas.

De uma maneira geral, atuaram na região de São José dos Pinhais, no período do monitoramento, os seguintes sistemas atmosféricos: Frente Polar Atlântica (FPA), Massa Polar Atlântica (MPA), Massa Polar Velha (MPV) e Massa Tropical Atlântica (MTA). De acordo com as informações diárias que serão apresentadas a seguir, percebe-se que, apesar do monitoramento ter sido realizado no verão, houve em grande parte do experimento a ação de MPA e FPA.

De acordo com informações das Figuras 19 e 20, nos dias 25 e 26 de janeiro de 2011, respectivamente, atuou sobre o Estado do Paraná a Massa de ar Tropical Atlântica (TA) característica por ser quente e úmida. Em ambos os dias as temperatura mantiveram-se entre 21ºC e 28ºC, com ventos moderados e pouca nebulosidade. Nos dias 27, 28 e 29 de janeiro de 2011 (Figuras 21, 22 e 23, respectivamente) a região do Paraná estava sob atuação de fraca Frente Polar Atlântica (FPA) com baixa nebulosidade. No dia 30 de janeiro de 2011 (Figura 24) atuou sobre toda a Região Sul do país a Massa de Ar Polar Atlântica (MPA), gerada no Anticiclone Tropical, característica por ser fria, úmida e estável. Neste dia, houve queda da temperatura, aumento da umidade e da nebulosidade. Em 31 de janeiro de

2011 (Figura 25) atuou no Estado a Massa Tropical Atlântica (TA), com pouca nebulosidade, ventos moderados e aumento da temperatura, queda de pressão e de umidade. O dia 01 de fevereiro de 2011 (Figura 26) ainda sob o efeito da Massa de Ar Tropical Atlântica (TA) as temperaturas continuaram em elevação até que à noite, ocorreu a entrada da Frente Polar Atlântica (FPa) que registrou queda nas temperaturas e aumento da umidade. No dia 02 de fevereiro de 2011 (Figura 27) passou a atuar a Massa de Ar Polar Atlântica (MPA), quando foi registrada a queda de temperatura, aumento de pressão e de umidade. O dia ficou nublado em todos os horários. Por fim, no dia 03 de fevereiro de 2011 (Figura 28) as temperaturas subiram e a pressão diminuiu. Neste dia atuou sobre a região a Massa Polar Velha (MPV) resultante da tropicalização da MPA, responsável pelo aumento das temperaturas.

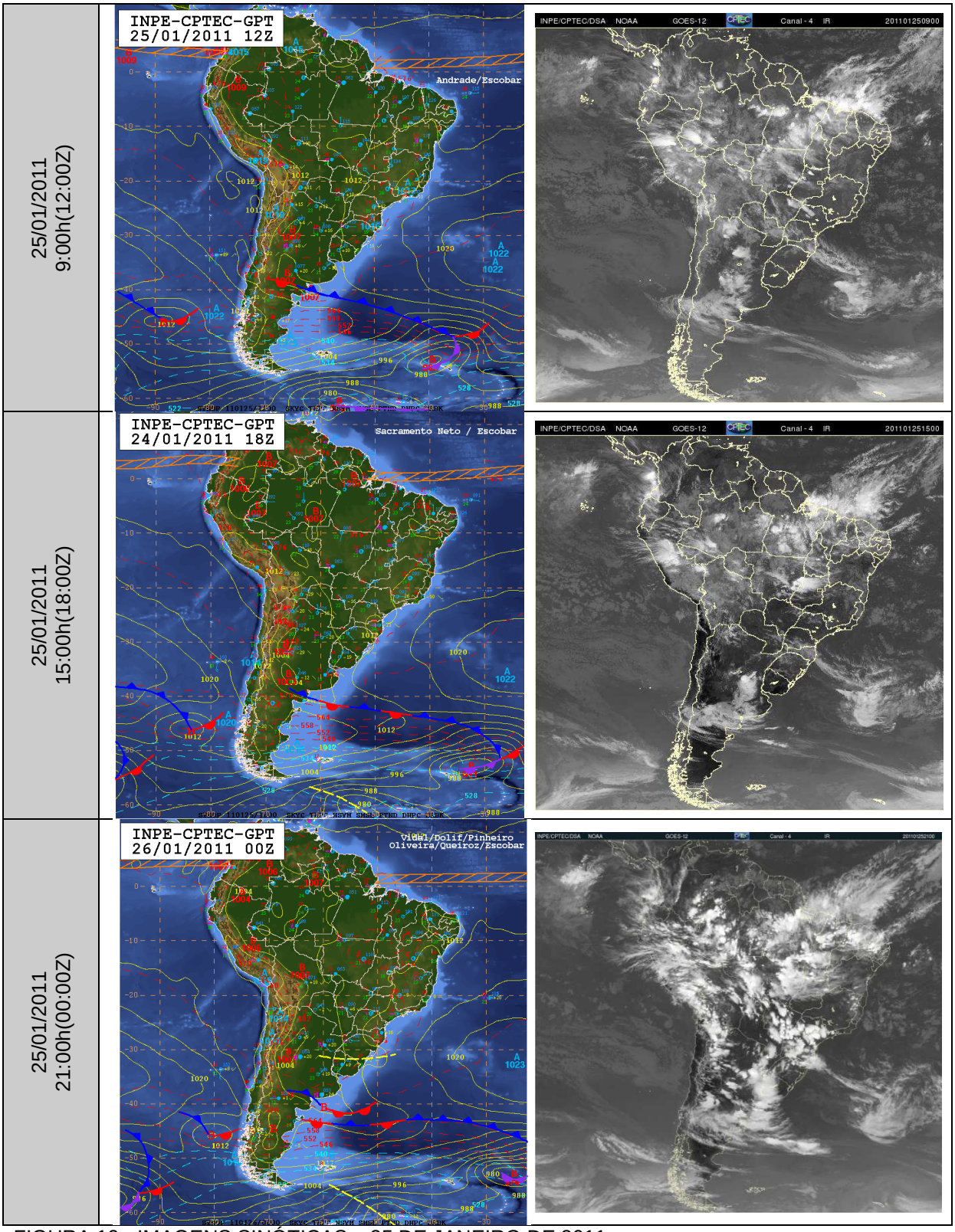


FIGURA 19 - IMAGENS SINÓTICAS – 25 DE JANEIRO DE 2011
FONTE: www7.cptec.inpe.br
Nota: As imagens correspondem ao horário de Greenwich (ou GMT), também conhecido como horário Zulu (Z). De acordo com o fuso horário mundial, no Brasil, estamos a -3:00 horas em relação a Greenwich.

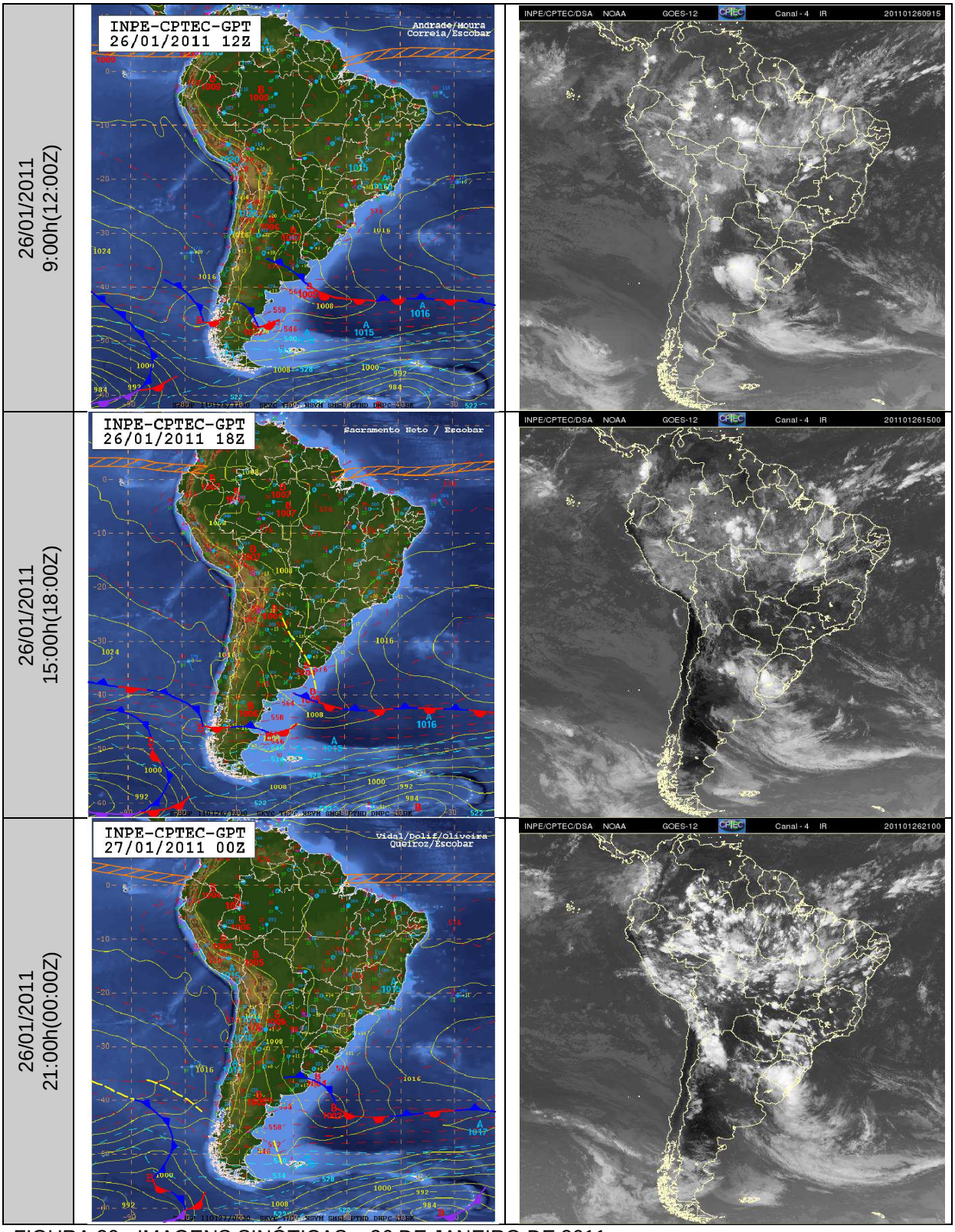


FIGURA 20 - IMAGENS SINÓTICAS – 26 DE JANEIRO DE 2011

FONTE: www7.cptec.inpe.br

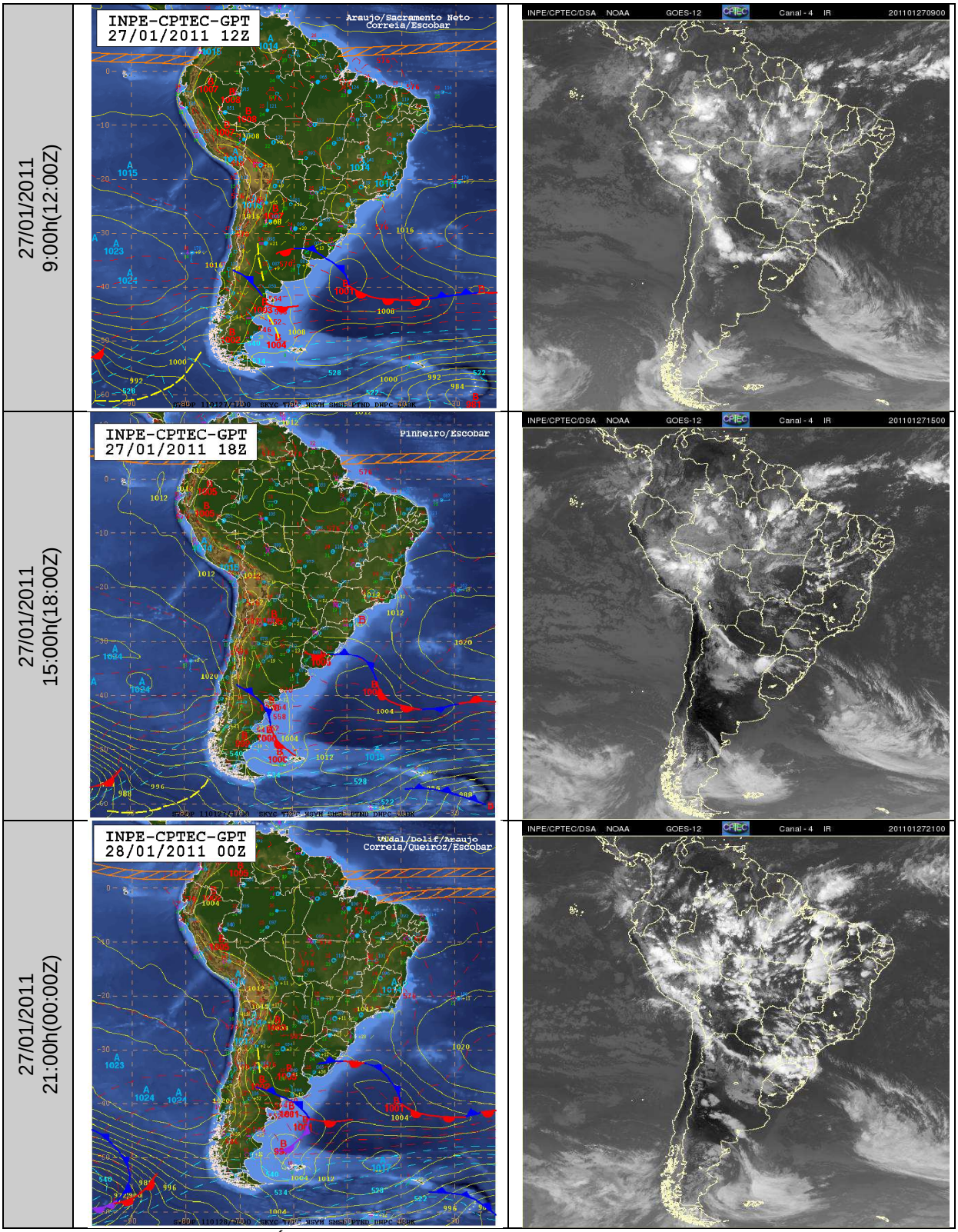


FIGURA 21 - IMAGENS SINÓTICAS – 27 DE JANEIRO DE 2011

FONTE: www7.cptec.inpe.br

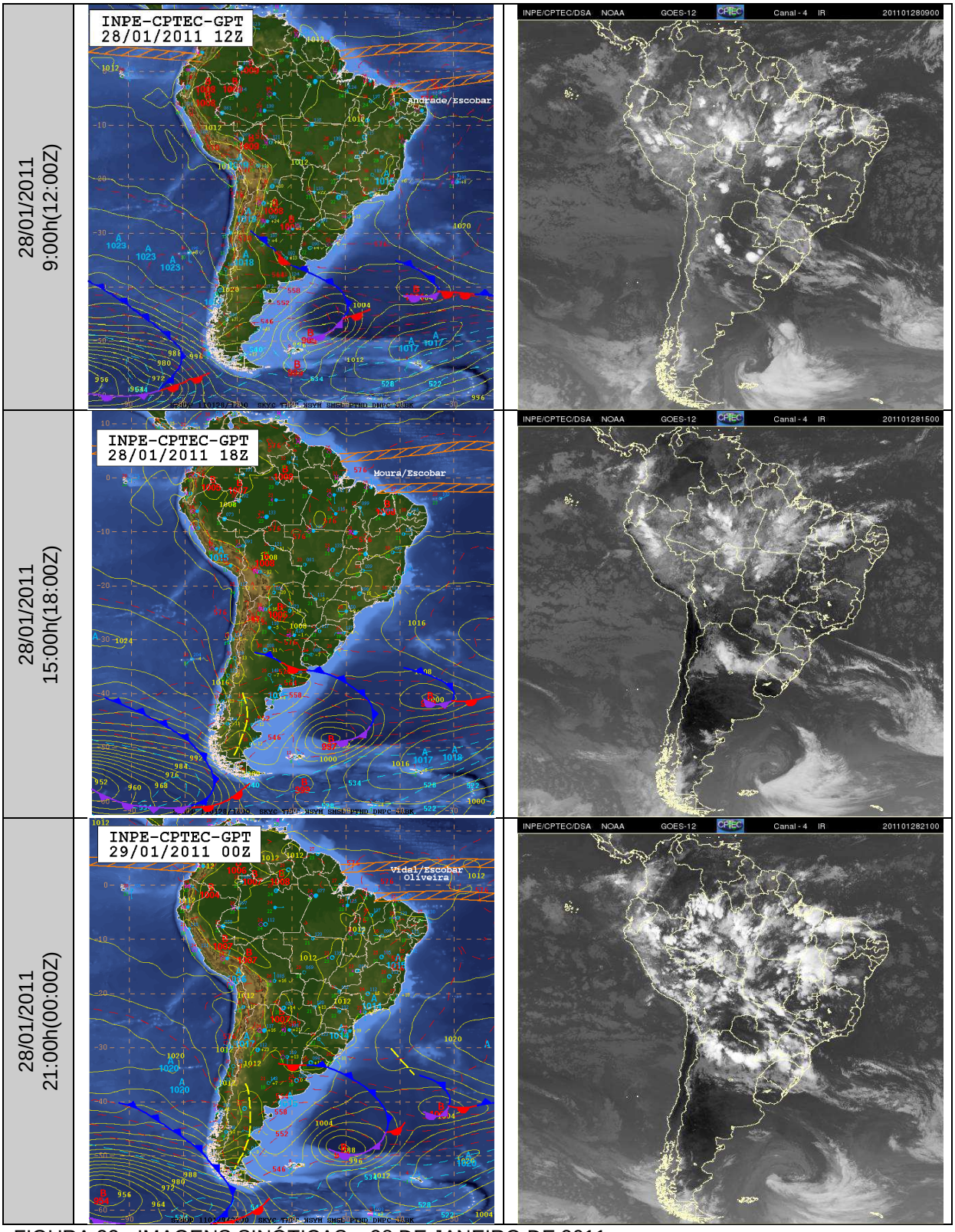


FIGURA 22 - IMAGENS SINÓTICAS – 28 DE JANEIRO DE 2011

FONTE: www7.cptec.inpe.br

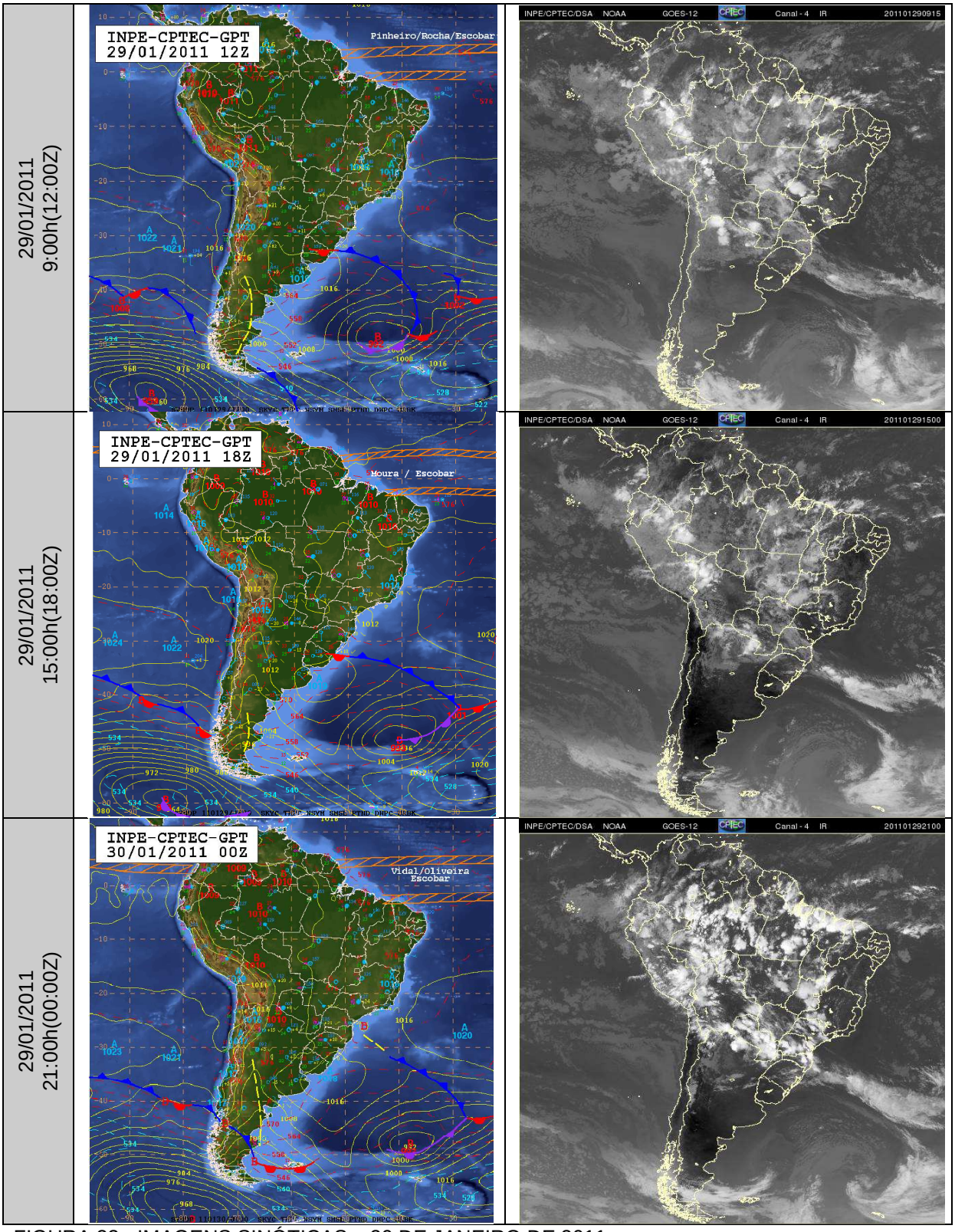


FIGURA 23 - IMAGENS SINÓTICAS – 29 DE JANEIRO DE 2011

FONTE: www7.cptec.inpe.br

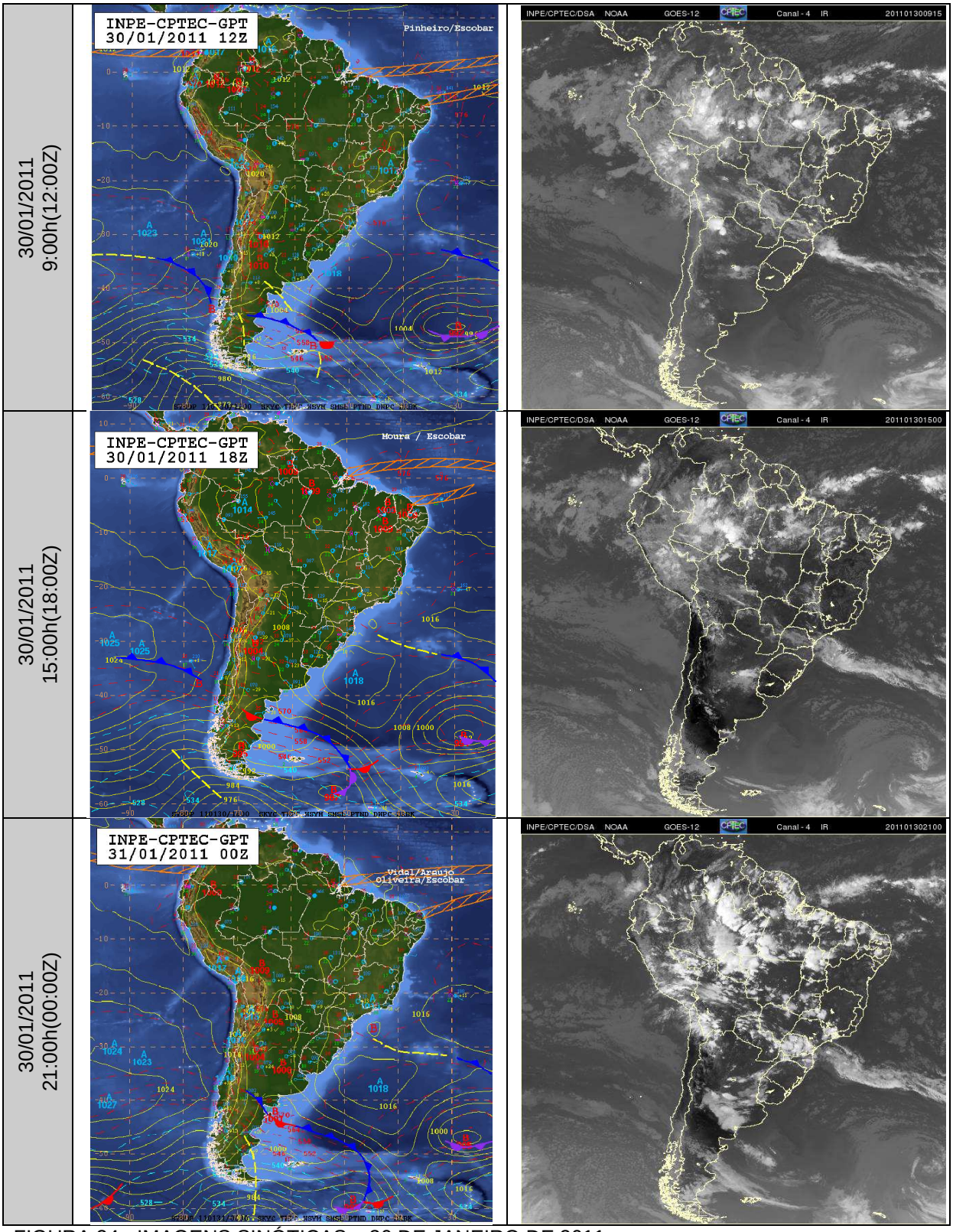


FIGURA 24 - IMAGENS SINÓTICAS – 30 DE JANEIRO DE 2011

FONTE: www7.cptec.inpe.br

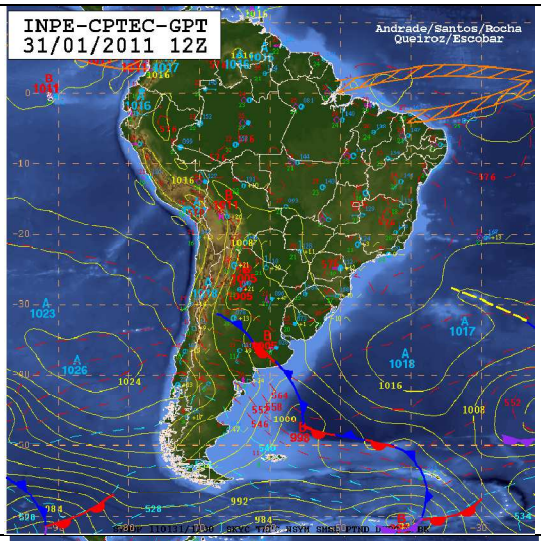
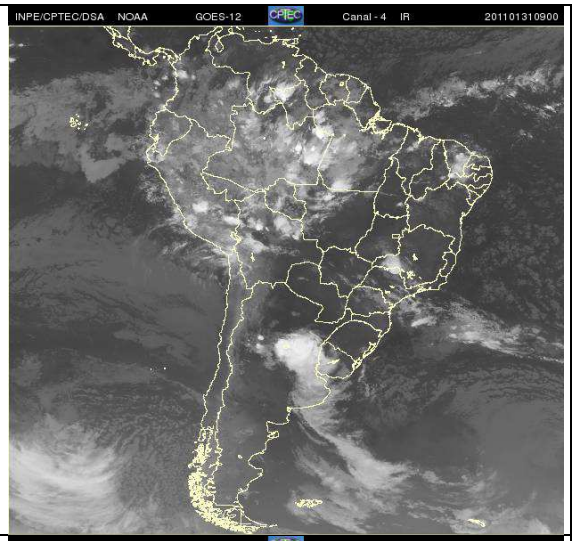
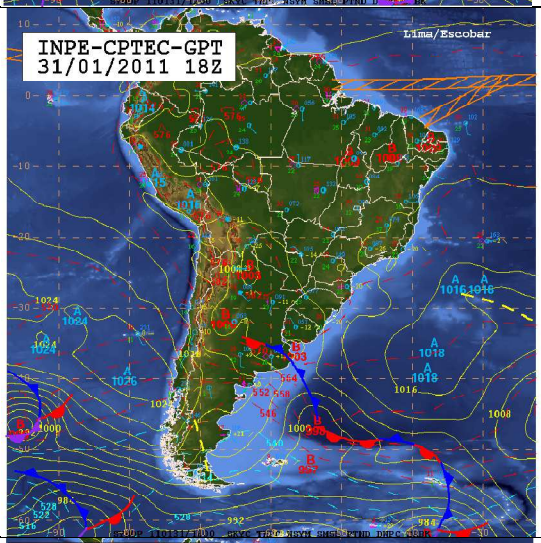
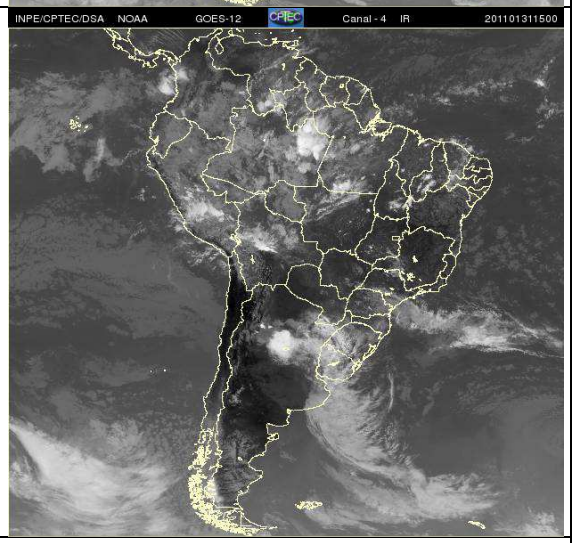
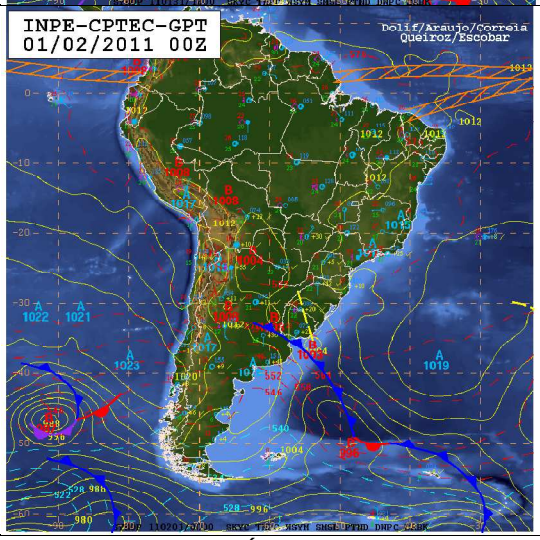
31/01/2011 9:00h(12:00Z)		
31/01/2011 15:00h(18:00Z)		
31/01/2011 21:00h(00:00Z)		Imagem não disponível no banco de dados do INPE-CPTEC-GPT

FIGURA 25 - IMAGENS SINÓTICAS – 31 DE JANEIRO DE 2011

FONTE: www7.cptec.inpe.br

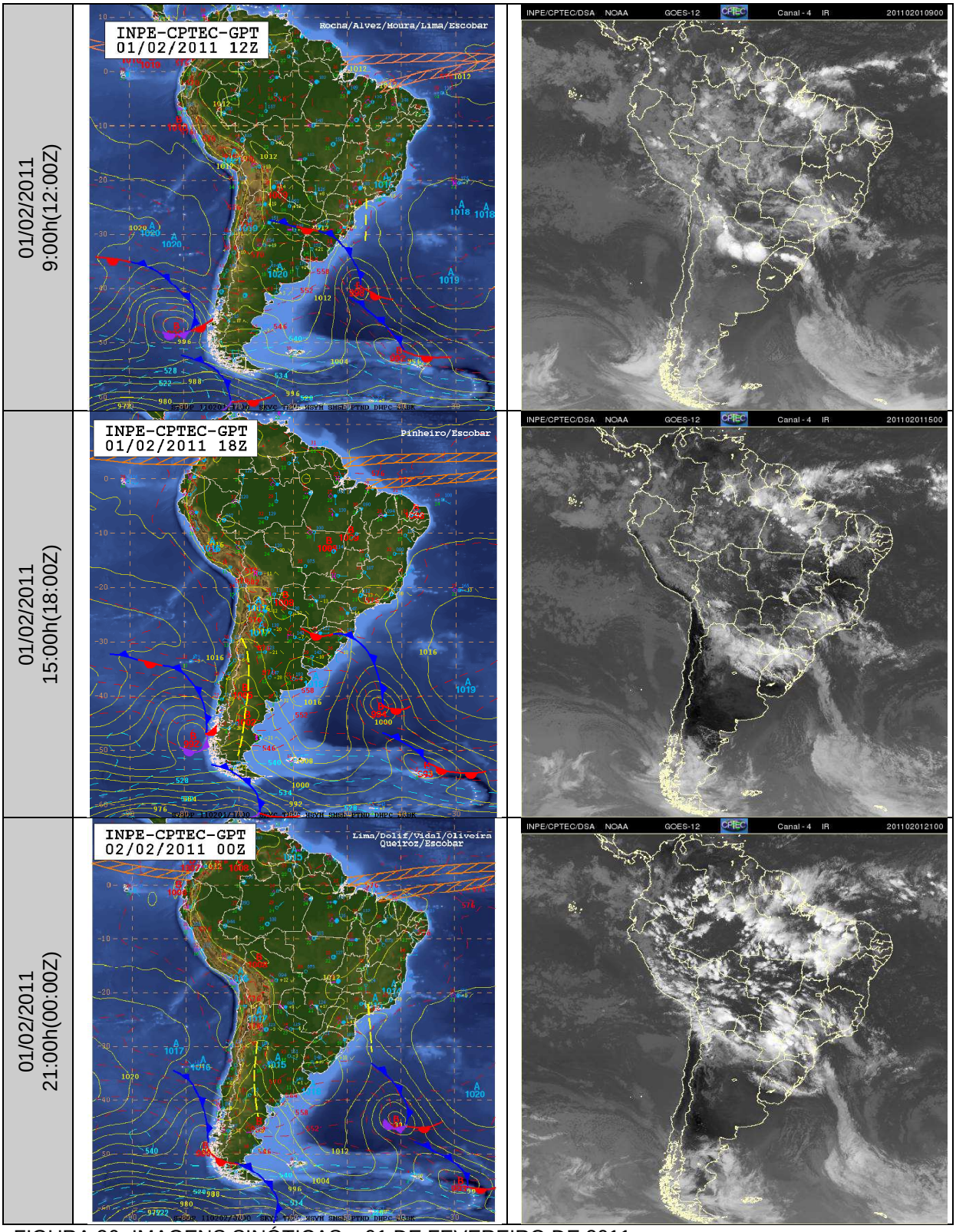


FIGURA 26 -IMAGENS SINÓTICAS – 01 DE FEVEREIRO DE 2011

FONTE: www7.cptec.inpe.br

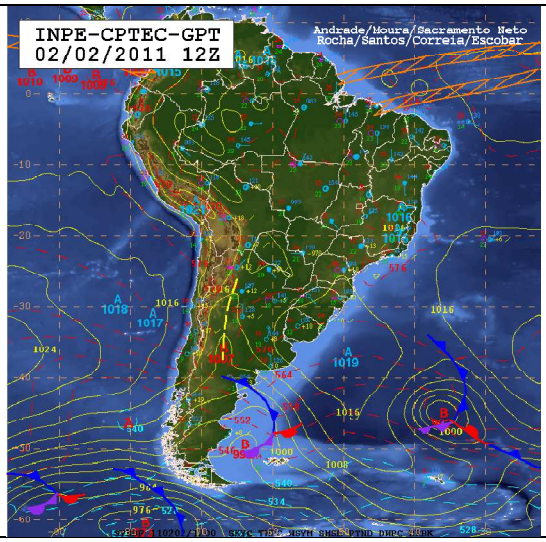
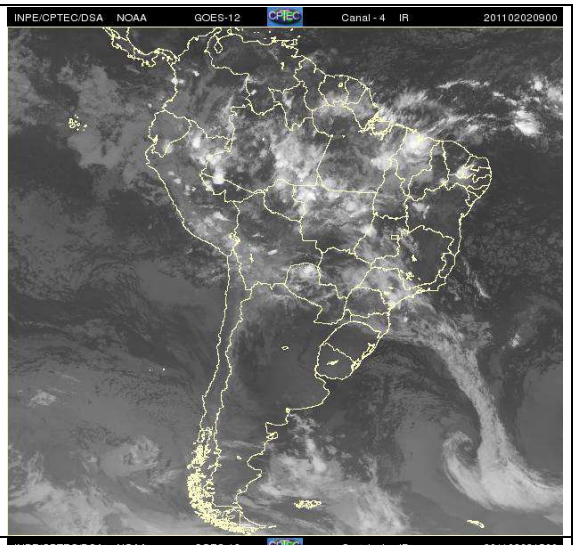
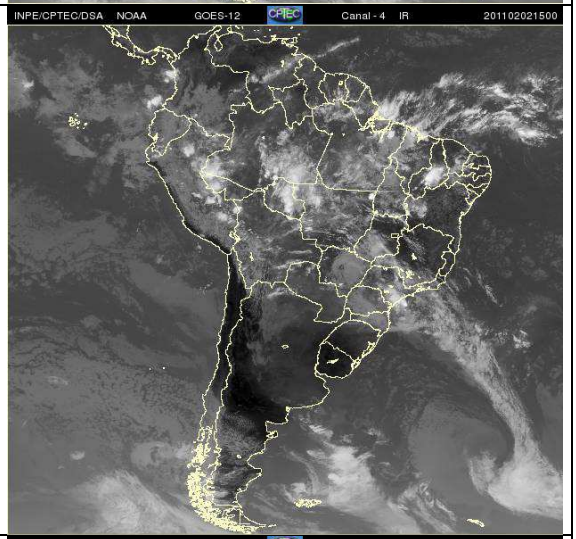
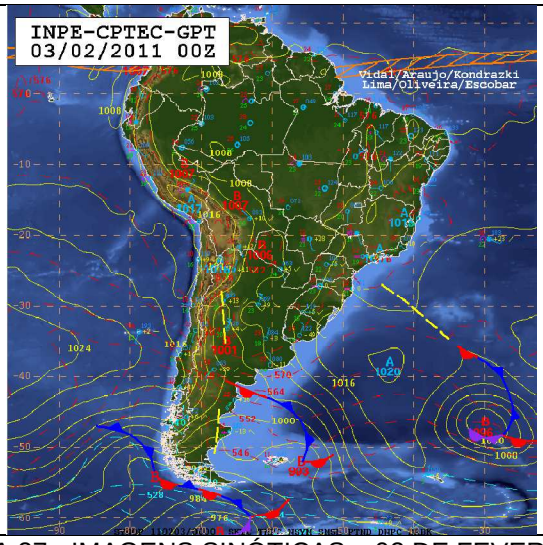
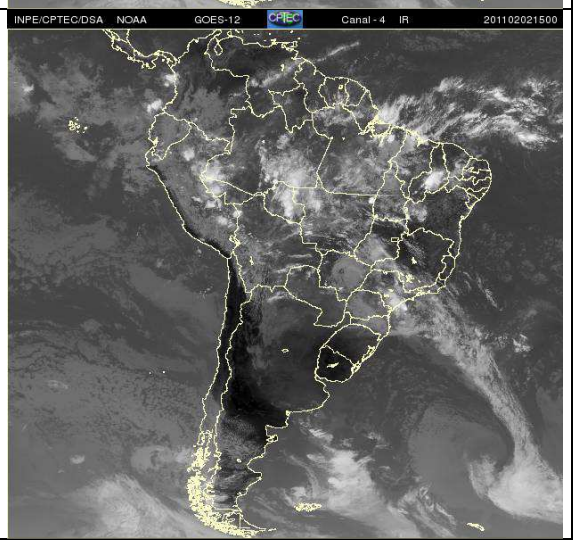
02/02/2011 9:00h(12:00Z)		
02/02/2011 15:00h(18:00Z)	Imagem não disponível no banco de dados do INPE-CPTEC-GPT	
02/02/2011 21:00h(00:00Z)		

FIGURA 27 - IMAGENS SINÓTICAS – 02 DE FEVEREIRO DE 2011

FONTE: www7.cptec.inpe.br

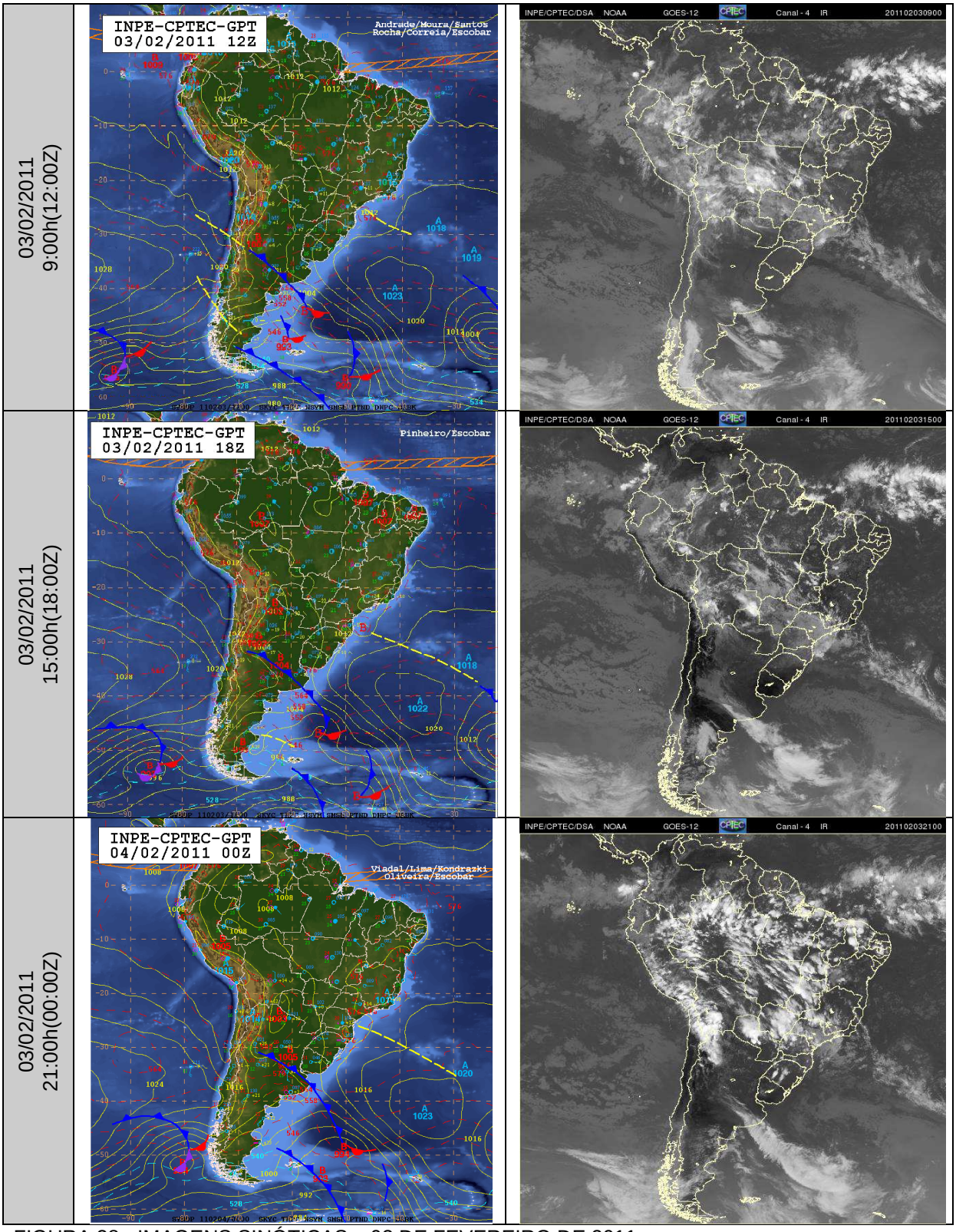


FIGURA 28 - IMAGENS SINÓTICAS – 03 DE FEVEREIRO DE 2011

FONTE: www7.cptec.inpe.br

4.1.7 Determinação do Raio de Análise dos Atributos e Quantificação do Uso do Solo

A análise quantitativa dos atributos de uso do solo teve como objetivo mensurar as porcentagens de ocupação do solo em cada ponto monitorado. Para isso, verificou-se na literatura as pesquisas realizadas anteriormente e constatou-se que para determinar padrões de ocupação do solo, LOMBARDO (1985) e BRANDÃO (1996) utilizaram áreas de abrangência de 1km². ROSSI (2004) utilizou, além desta, áreas de abrangência de 49.000m² (que corresponde a um raio de 125 metros, definido em função das quadras padrão de 100 metros somadas com as caixas de rua de 14 metros) e de 10.000m² (que corresponde a um raio de 56 metros, definido em função das quadras padrão de 100 metros). De acordo com a pesquisa realizada por ROSSI (2004), para as três áreas, a melhor relação raio de abrangência e ocupação do solo, sob o ponto de vista da análise de regressão simples ocorreu para a área de 49.000m². Porém, é importante salientar que ROSSI (2004) utilizou o abrigo na altura de dez metros, o que influencia nos resultados encontrados. PERTSCHI (2005) realizou estudos para áreas de abrangência de 49.000m² e de 10.000m², com abrigos distantes 1,50metros do chão, e concluiu que a melhor correlação ocorreu para o raio maior.

Diante disso, para fins da análise quantitativa, determinou-se a utilização do raio de abrangência de 125m que resulta na área de 49.000m² aproximadamente para mensurar as porcentagens de ocupação do solo para cada ponto. A quantificação dos atributos urbanos deu-se com base em imagens de satélite, com o auxilio do programa Google Earth. Posteriormente essas imagens foram vetorizadas através do *software* AutoCAD. Na seqüência foram determinados cinco tipos de ocupações ou revestimentos: área construída, área impermeabilizada (calçadas, ruas pavimentadas), área verde (gramados, bosques ou matas), área livre (pedriscos, plantações, terra) e área com a presença de água (rios, lagos, córregos, piscinas). Esses atributos foram mapeados e quantificados isoladamente em cada ponto de monitoramento.

Para complementar a análise, foram realizadas visitas nos locais de implantação dos abrigos e no seu entorno, objetivando dirimir dúvidas quanto aos tipos de ocupação ou revestimentos existentes no local.

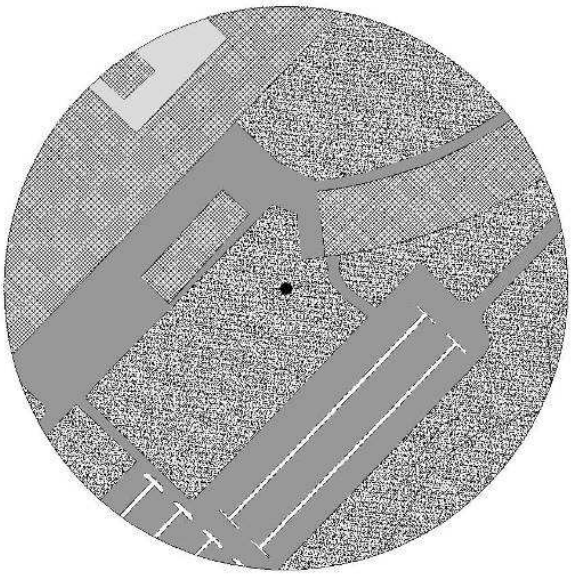
Na seqüência estão apresentadas as imagens e os atributos quantificados de cada um dos pontos monitorados. Também serão descritas as principais características dos pontos buscando orientar o leitor quanto ao uso do solo no entorno do monitoramento.

A Zona Industrial da Renault, onde está localizado o ponto 1 do monitoramento, também denominado de Ponto Industrial, é caracterizada pelo uso predominante industrial, para atividades relacionadas à montadora de veículos, com grandes áreas construídas, em geral com dois pavimentos e grandes áreas impermeabilizadas, utilizadas como estacionamento dos veículos.

O ponto 01 é caracterizado pela baixa porcentagem de área construída (22,90%) e grande área impermeabilizada(28,73%). No entorno imediato do local do monitoramento não registrou-se a presença de água. A área verde é expressiva (46,08%). Por estar localizada em Zona Industrial possui grande fluxo de veículos de carga que lançam na atmosfera gases que interferem na temperatura (Figura 29).







TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
ÁREA CONSTRUÍDA	A=11.239,22m²	22,90%
ÁREA LIVRE	A= 1.123,73m²	2,29%
ÁREA IMPERMEABILIZADA	A=14.102,61m²	28,73%
ÁREA VERDE	A= 22.621,82m²	46,08%
ÁREA DE ÁGUA	A= 00,00 m²	00,00%
TOTAL	A=49.087,38m²	100,00%
ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		905,5m

LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

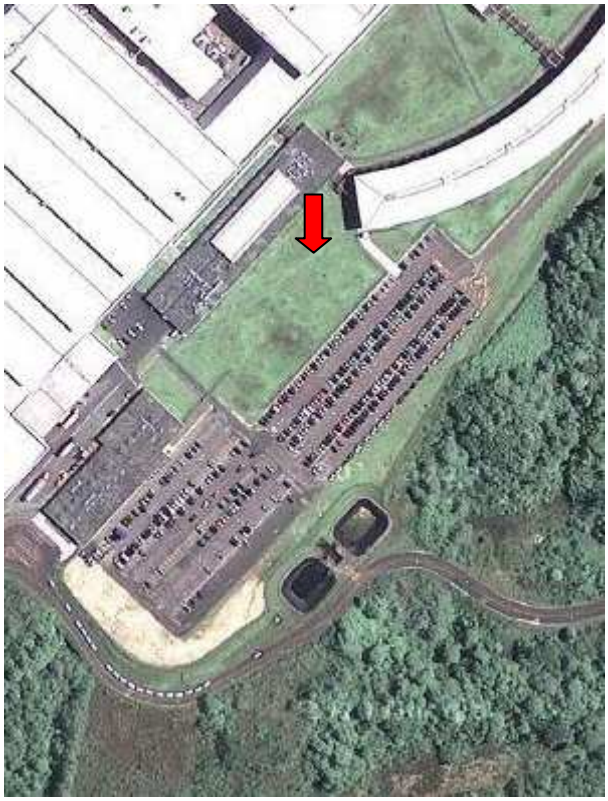


FIGURA 29 - PONTO 01:ZONA INDUSTRIAL DA RENAULT

FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site *Google Earth*

O Ponto 2, denominado também de Ponto UTP foi localizado na Unidade Territorial de Planejamento do Rio Itaqui – UTP, caracterizada pelo uso do solo de baixa densidade, ou seja, grandes áreas livres associadas a pequenas áreas construídas, fato este decorrente de sua localização, ou seja, área de manancial abastecedor público. O uso mais comum na região onde está localizado o ponto UTP é o habitacional, seguido de comércio e serviço de pequeno porte e uso industrial de pequeno e médio porte. Na região existem grandes áreas abertas, sem uso urbano, com presença de grama ou vegetação rasteira, justamente pelas limitações impostas pela Lei de Uso e Ocupação do Solo (Figura 30).

O Ponto 3, denominado também de Ponto ZR3, está localizado na Zona Residencial 3 – Via Local, tendo como característica o uso predominantemente residencial de média densidade, com a presença de poucos comércios e serviços de pequeno e médio porte. Na região também podem ser observados alguns barracões que abrigam algumas atividades industriais. A região ainda não está consolidada, havendo várias áreas vagas ou com pouca ocupação (Figura 31)

Grande parte do perímetro urbano de São José dos Pinhais está inserido na zona denominada de Zona Residencial 4 – Via Local, onde estão localizados os pontos 04 e 05, denominados de Ponto ZR4Média Densidade e Ponto ZR4Baixa Densidade, respectivamente. Essa zona é caracterizada pelo potencial de adensamento e pela diversificação de atividade urbanas, ou seja, comércios, serviços e indústrias de diversos portes misturados ao uso residencial. Porém apesar dos pontos 4 e 5 estarem no mesmo zoneamento, cabe salientar que o ponto 4 denominado como Ponto ZR4Média Densidade está inserido em área de maior adensamento, com lotes menores, com poucas áreas livres sem construção ou pavimento, além de algumas indústrias de porte médio e grande (Figura 32). O ponto de número 5, denominado de Ponto ZR4Baixa Densidade está localizado em área onde os lotes são maiores, as construções mais afastadas entre si, pouco uso industrial (Figura 33).







	TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
	ÁREA CONSTRUÍDA	A= 8.279,30m²	16,87%
	ÁREA LIVRE	A= 10.740,64m²	21,88%
	ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 1515,51m²	3,09%
	ÁREA VERDE	A= 28.551,93m²	58,17%
	ÁREA DE ÁGUA	A= 00,00 m²	00,00%
	TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
	ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		887,50m

LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

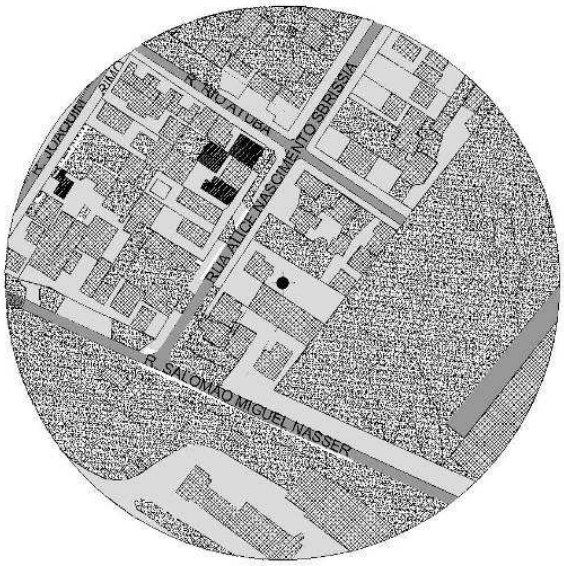


FIGURA 30- PONTO 02: UNIDADE TERRITORIAL DE PLANEJAMENTO DO RIO ITAQUI

FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site *Google Earth*









	TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
	ÁREA CONSTRUÍDA	A= 9.655,53m²	19,67%
	ÁREA LIVRE	A= 12.617,34m²	25,70%
	ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 2.676,57m²	5,45%
	ÁREA VERDE	A= 24.137,94m²	49,17%
	ÁREA DE ÁGUA	A= 00,00 m²	00,00%
	TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
	ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		877,90m

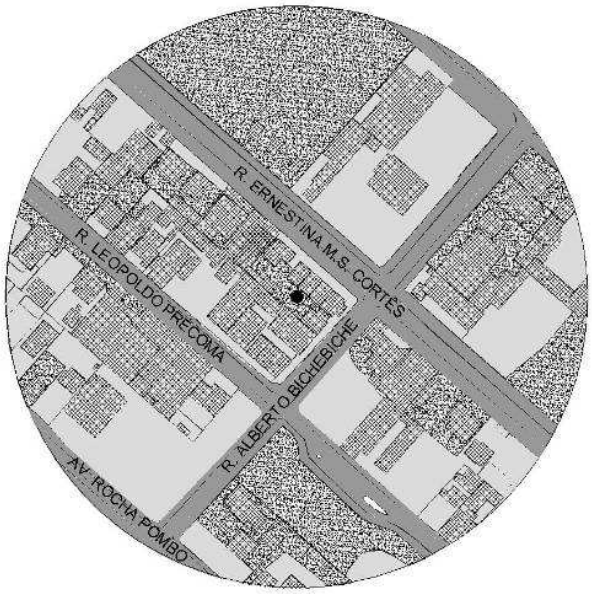
LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

FIGURA 31 - PONTO 03: ZONA RESIDENCIAL 3 – VIA LOCAL

FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site Google Earth









	TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
	ÁREA CONSTRUÍDA	A= 12.161,99m²	24,78%
	ÁREA LIVRE	A= 14.717,42m²	29,98%
	ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 10.711,81m²	21,82%
	ÁREA VERDE	A= 11.496,16m²	23,42%
	ÁREA DE ÁGUA	A= 00,00 m²	00,00%
	TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
	ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		890,70m

LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

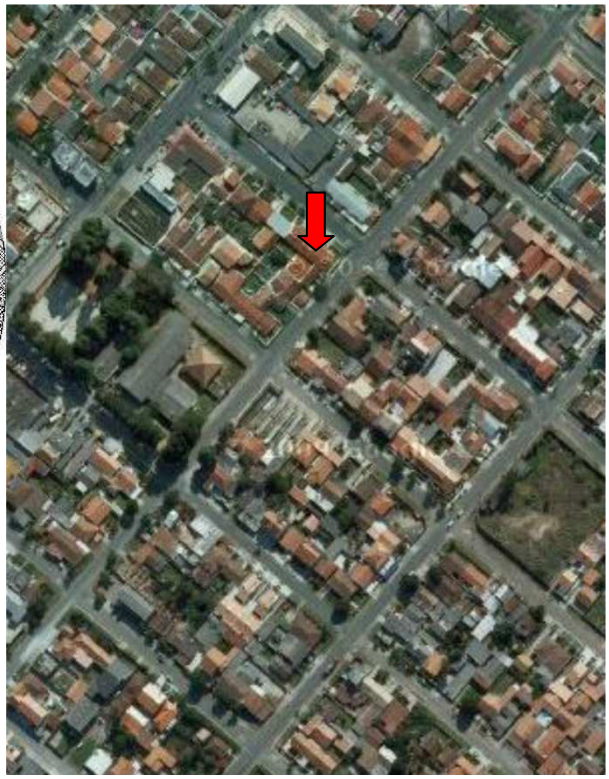
FIGURA 32 - PONTO 04: ZONA RESIDENCIAL 4 – VIA LOCAL

FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site *Google Earth*









TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
ÁREA CONSTRUÍDA	A= 16.274,09m²	33,15%
ÁREA LIVRE	A= 8.397,54m²	17,11%
ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 14.029,42m²	28,58%
ÁREA VERDE	A= 10.388,33m²	21,16%
ÁREA DE ÁGUA	A= 00,00 m²	00,00%
TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		897,90m

LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

FIGURA 33 - PONTO 05: ZONA RESIDENCIAL 4 – VIA LOCAL

FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site *Google Earth*

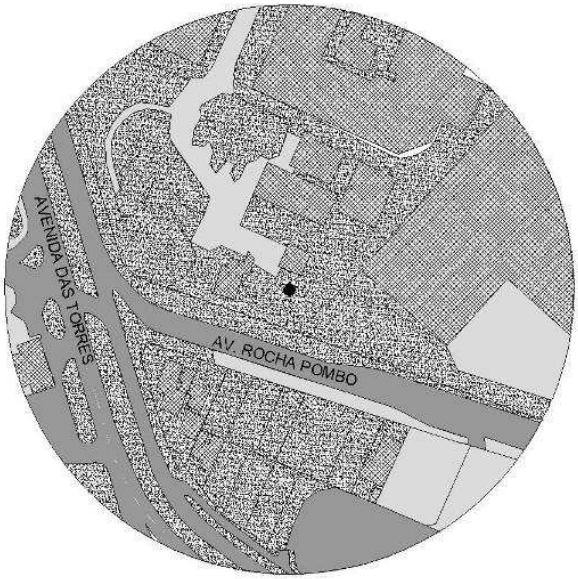
O ponto 6 também denominado de Ponto ZR4 Rui Barbosa, inserido na Zona Residencial 4 está localizado em um ponto de grande influência no sistema viário da Cidade, ou seja, na Avenida das Torres e a Avenida Rui Barbosa. Apesar da área ser de grande influência econômica, a característica da zona são construções de baixa densidade, lotes maiores, edificações afastadas das divisas, porém com o uso predominante comercial, de serviços e industrial de médio e grande porte. Esse ponto foi selecionado por ter apresentado na análise das imagens termais uma das mais baixas temperaturas da Cidade, fato que pode ser explicado pelas coberturas com isolamento térmico, conforme citado anteriormente (Figura 34).

Tanto a Zona Central 2 – Via de Circulação Central onde está localizado o ponto 7 também denominado de Ponto ZC Av. da Américas quanto a Zona Central 1 – Via de Circulação Central onde está o ponto 8, também denominado de Ponto ZC apesar de estarem localizadas em área central não possuem os índices de adensamento característicos das cidades brasileiras para esses zoneamentos. Atribui-se esse fato à questões culturais da cidade e principalmente à resistência na verticalização observada em muitos empreendedores.

No entorno do ponto 7 ou Ponto ZC Américas, existem muitas atividades comerciais e de serviços, entre elas, revenda de automóveis e transportadoras. A Avenida das Américas, localizada cerca 80 metros do ponto de monitoramento é um importante eixo viário na cidade de São José dos Pinhais, além de ser via de acesso de Curitiba (Figura 35).







	TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
	ÁREA CONSTRUÍDA	A= 13.248,01m²	26,99%
	ÁREA LIVRE	A= 6.475,23m²	13,19%
	ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 9.025,11m²	18,39%
	ÁREA VERDE	A= 20.339,03m²	41,43%
	ÁREA DE ÁGUA	A= 00,00 m²	00,00%
	TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
	ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		887,40m

LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

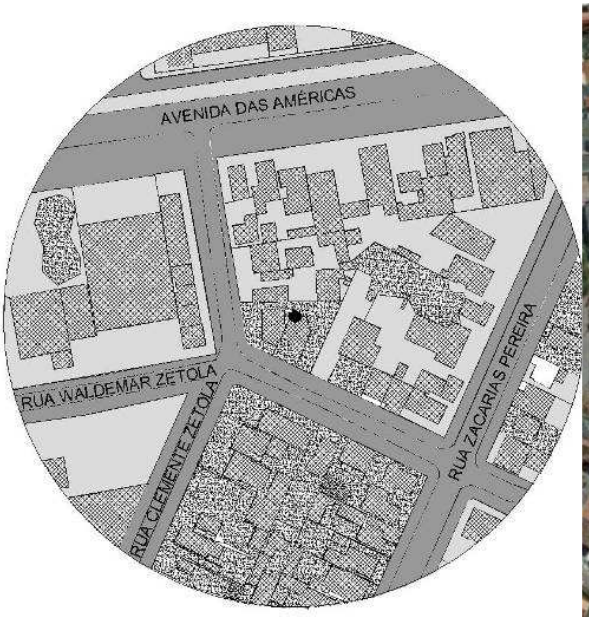


FIGURA 34 - PONTO 06: ZONA RESIDENCIAL 4-VA/VR

FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site *Google Earth*









	TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
	ÁREA CONSTRUÍDA	A= 14.052,08m²	28,63%
	ÁREA LIVRE	A= 9.416,83m²	19,18%
	ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 15.136,71m²	30,84%
	ÁREA VERDE	A= 10.481,76m²	21,35%
	ÁREA DE ÁGUA	A= 00,00 m²	00,00%
	TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
	ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		884,60m

LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

FIGURA 35 - PONTO 07: ZONA CENTRAL 2 – VIA DE CIRCULAÇÃO CENTRAL

FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site *Google Earth*

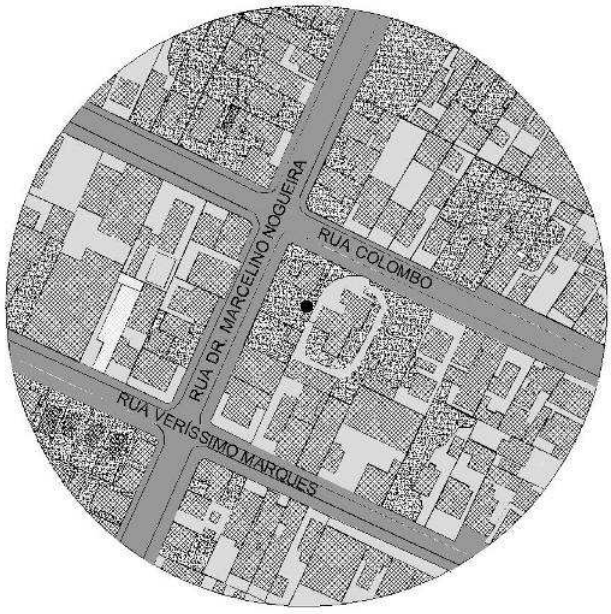
O ponto 8 ou Ponto ZC está localizado bem no centro da cidade, com características do uso comercial e residencial de baixa densidade, ou seja, lotes maiores e edificações menores. Em geral as edificações são de dois pavimentos, afastadas das divisas (Figura 36).

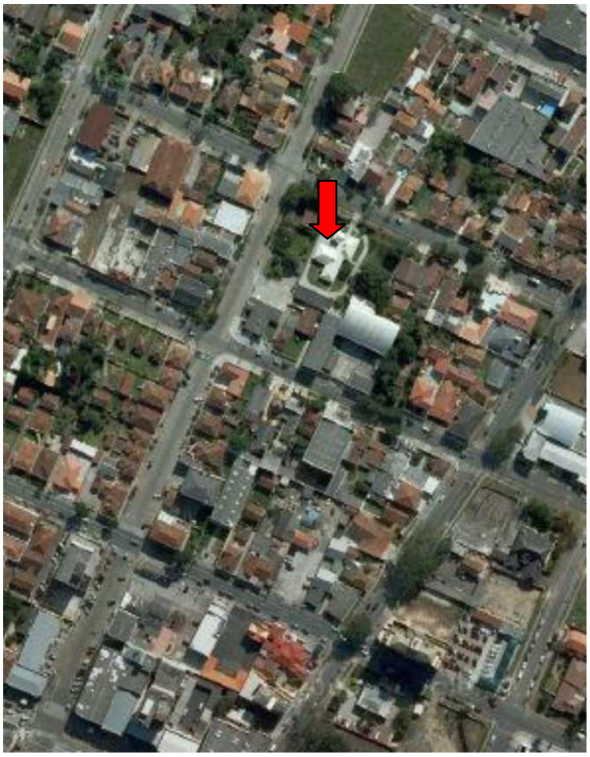
O ponto de número 9 também denominado de Ponto ZR1 está localizado no zoneamento de menor densidade denominado de Zona Residencial 1 – Via Local, local caracterizado pela ocupação de residências, lotes maiores e grandes áreas vegetadas (Figura 37).

Por fim o ponto 10, denominado de Ponto ZEE, localizado na Zona Especial Estrutural – Via Arterial é o ponto com o maior potencial de uso residencial da Cidade. É o grande eixo de crescimento urbano, onde nos próximos anos deverão ser implantados grandes edifícios, com a possibilidade de 20 pavimentos. Hoje pela especificidade da cidade, não existem edifícios com mais de 6 pavimentos no local. O uso predominante é o residencial com a presença de poucos comércios e serviços de pequeno porte. Na entorno também são verificadas grandes áreas livres e vegetadas (Figura 38).









TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
ÁREA CONSTRUÍDA	A= 18.849,34m²	38,40%
ÁREA LIVRE	A= 9.847,68m²	20,06%
ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 10.541,57m²	21,48%
ÁREA VERDE	A= 9.848,79m²	20,06%
ÁREA DE ÁGUA	A= 00,00 m²	00,00%
TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		898,20m

LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

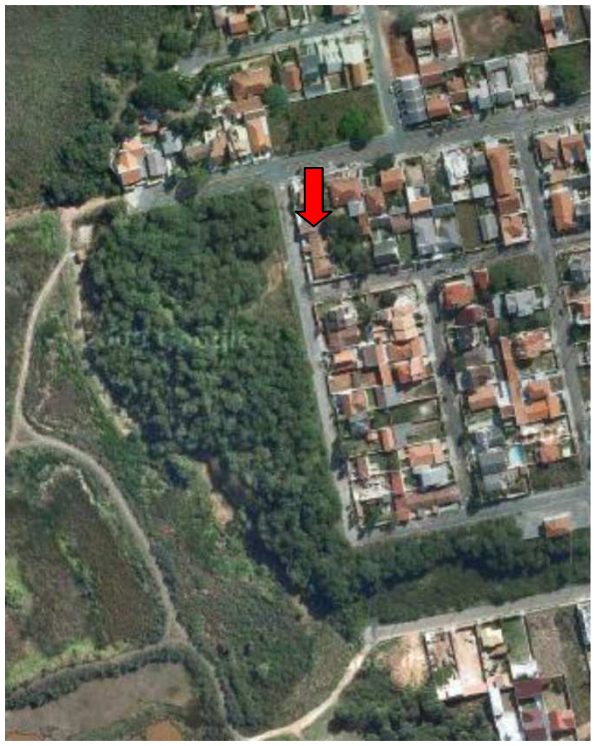
FIGURA 36 - PONTO 08: ZONA CENTRAL 1 – VIA DE CIRCULAÇÃO CENTRAL

FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site *Google Earth*









	TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
	ÁREA CONSTRUÍDA	A= 9.847,83m²	20,06%
	ÁREA LIVRE	A= 304,32m²	0,62%
	ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 9.675,03m²	19,71%
	ÁREA VERDE	A= 29.217,68m²	59,52%
	ÁREA DE ÁGUA	A= 42,52 m²	0,09%
	TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
	ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		890,80m

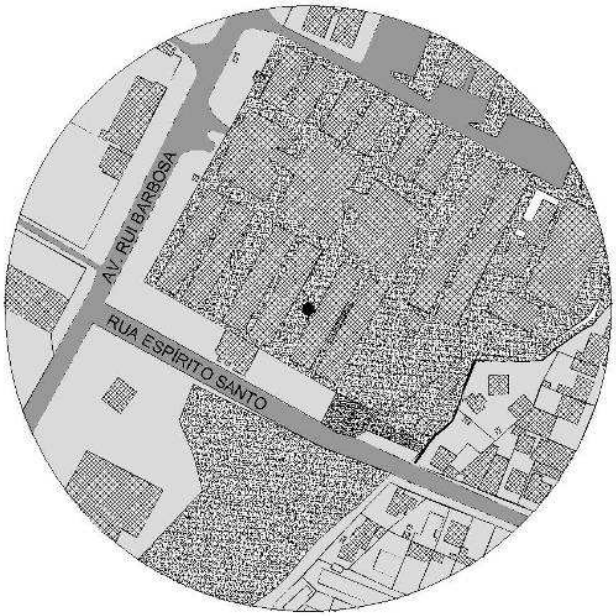
● LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

FIGURA 37 - PONTO 09: ZONA RESIDENCIAL 1 – VIA LOCAL

FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site *Google Earth*







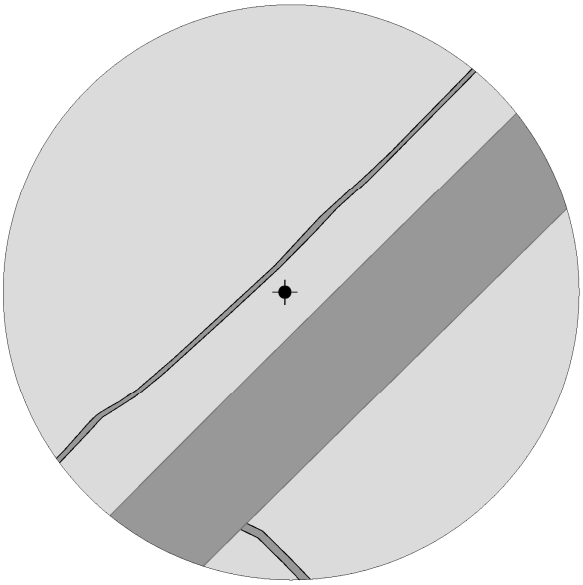


	TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
	ÁREA CONSTRUÍDA	A= 14.128,76m²	28,78%
	ÁREA LIVRE	A= 14.171,21m²	28,87%
	ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 5.414,28m²	11,03%
	ÁREA VERDE	A= 14.904,90m²	30,36%
	ÁREA DE ÁGUA	A= 468,23 m²	0,95%
	TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
	ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		889,70m

LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m

FIGURA 38 - PONTO 10: ZONA ESPECIAL ESTRUTURAL – VIA ARTERIAL
FONTE: imagens da autora (2011) e imagem de Satélite site *Google Earth*

Para verificação dos dados obtidos durante o monitoramento, foi considerada a Estação Meteorológica do Aeroporto Afonso Pena como Ponto de Controle (PC) (Figura 39). O ponto de controle neste caso (por estar localizado no aeroporto) é considerado um ponto nulo, sem a interferência de agentes externos urbanos, como áreas construídas, sombreamento, entre outros fatores que influenciam no monitoramento da temperatura.



	TIPO DE OCUPAÇÃO	ÁREA	PORCENTAGEM
	ÁREA CONSTRUÍDA	A= 0,00m²	0,00%
	ÁREA LIVRE	A= 38.157,87m²	77,73%
	ÁREA IMPERMEABILIZADA	A= 10.929,51m²	22,12%
	ÁREA VERDE	A= 0,00m²	0,00%
	ÁREA DE ÁGUA	A= 0,00m²	0,00%
	TOTAL	A= 49.087,38m²	100,00%
	ALTITUDE DO PONTO MONITORADO		906,50m

LOCALIZAÇÃO ABRIGO ESCALA GRÁFICA 0 m 500 m 1000 m



FIGURA 39 - PONTO DE CONTROLE
FONTE: Imagem de Satélite site *Google Earth*

Na seqüência os percentuais dos atributos urbanos quantificados foram compilados ponto a ponto e resultaram na Tabela 5. O Capítulo 6 apresenta a discussão dos atributos urbanos quantificados associados aos dados da temperatura do ar. De acordo com a literatura, se for considerada a influência dos revestimentos próximos aos pontos de monitoramento na temperatura do ar, os pontos ZR4 Baixa Densidade (ponto 5), ZC Américas (ponto 7) e ZC (ponto 8), deverão registrar as mais altas temperaturas, em função das áreas construídas e impermeabilizadas. Os pontos UTP (Ponto2), ZR3 (Ponto 3) e ZR1 (Ponto 9), deverão registrar as mais baixas temperaturas decorrentes das áreas vegetadas.

TABELA 5 - ATRIBUTOS URBANOS QUANTIFICADOS, EM PERCENTUAIS, POR PONTOS AMOSTRAIS

ATRIBUTOS	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 04	PONTO 05	PONTO 06	PONTO 07	PONTO 08	PONTO 09	PONTO 10	PC
Área Construída %	22,9	16,87	19,67	24,78	33,15	26,99	28,63	38,4	20,06	28,78	0
Área Livre %	2,29	21,88	25,70	29,98	17,11	13,19	19,18	20,06	0,62	28,87	77,73
Área Impermeabilizada %	28,73	3,09	5,45	21,82	28,58	18,39	30,84	21,48	19,71	11,03	22,27
Área Verde%	46,08	58,17	49,17	23,42	21,16	41,43	21,35	20,06	59,52	30,36	0
Área de Água %	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0,95	0

FONTE: O autor (2011)

Com o objetivo de auxiliar na interpretação dos dados referentes aos atributos urbanos quantificados foram elaborados gráficos (Figura 40) que relacionaram as porcentagens de cada atributo. Os atributos área construída (AC) e área impermeabilizada (AI) foram agrupados (AC + AI) pelo fato de serem os atributos que mais intensamente são modificados pelo homem, além de interferirem no sentido de incrementar as temperaturas do ar. Os atributos área livre (AL), área verde (AV) e área de água (AA) foram agrupados (AL + AV + AA) por serem aqueles que interferem no sentido de reduzirem as temperaturas do ar.

Em termos dos parâmetros de ocupação adotados, os seguintes pontos amostrais são similares, considerando os atributos urbanos quantificados:

- ✓ 2 e 3;
- ✓ 1, 4 e 6;
- ✓ 5, 7 e 8;
- ✓ 9 e 10.

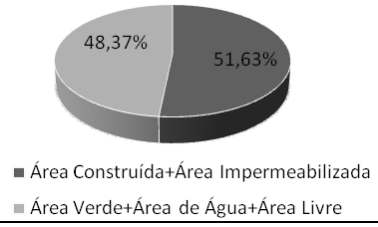
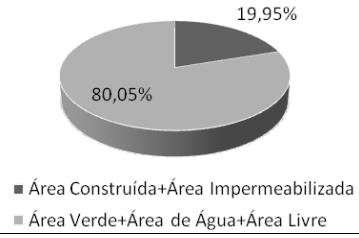
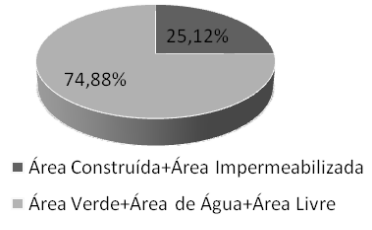
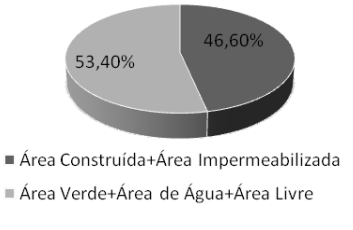
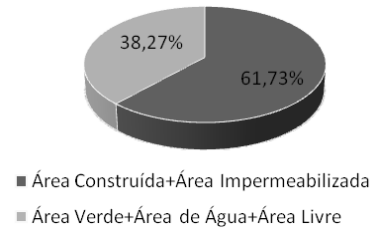
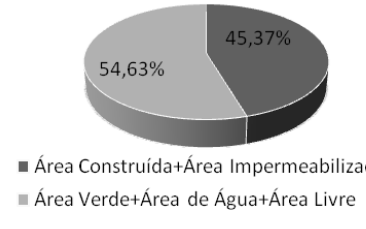
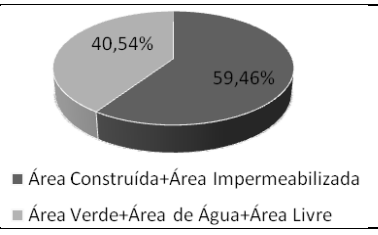
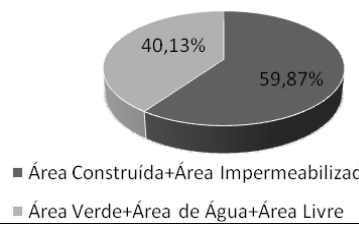
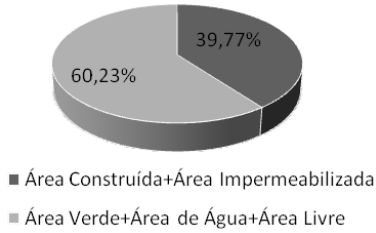
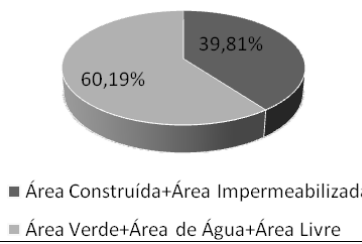
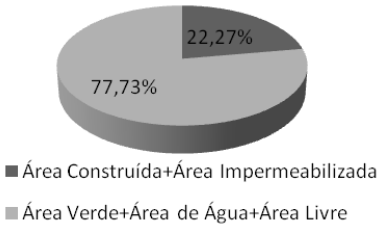
Ponto 01 – Ponto Industrial	Ponto 02 – Ponto UTP
	
Ponto 03 – Ponto ZR3	**Ponto 04 – Ponto ZR4 Média Densidade**
	
Ponto 05 – Ponto ZR4 Baixa Densidade	**Ponto 06 – Ponto ZR4 Rui Barbosa**
	
Ponto 07 – Ponto ZC Américas	**Ponto 08 - Ponto ZC**
	
Ponto 09 – Ponto ZR1	**Ponto 10 – Ponto ZEE**
	
PONTO DE CONTROLE	
	

FIGURA 40 – PONTOS AMOSTRAIS SEGUNDO OS ATRIBUTOS URBANOS MENSURADOS, AGRUPADOS CONFORME SIMILARIDADE
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Na seqüência, com o objetivo de agrupar os pontos amostrais semelhantes, foram obtidos índices de áreas. Estes índices, apresentados na Tabela 6, baseados em DUARTE (2000), são os resultados da seguinte equação:

$$I = \frac{\text{Área Construída + Área Impermeabilizada}}{\text{Área Livre + Área Verde + Área de Água}}$$

TABELA 6 - ÍNDICES DOS PONTOS AMOSTRAIS

Ponto amostral	Índice
01 ou Ponto Industrial	1.06
02 ou Ponto UTP	0.24
03 ou Ponto ZR3	0.33
04 ou Ponto ZR4 Média Densidade	0.87
05 ou Ponto ZR4 Baixa Densidade	1.61
06 ou Ponto ZR4 Rui Barbosa	0.83
07 ou Ponto ZC Américas	1.46
08 ou Ponto ZC	1.49
09 ou Ponto ZR1	0.66
10 ou Ponto ZEE	0.66
11 ou Ponto de Controle	0.28

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Considerando os índices de áreas da Tabela 6 e os critérios descritos na Tabela 7, pode-se agrupar os pontos amostrais em 3 grandes grupos:

- ✓ Grupo I: Ponto UTP e Ponto ZR3;
- ✓ Grupo II: Ponto ZR4 Média Densidade, Ponto ZR4 Rui Barbosa, Ponto ZR1 e Ponto ZEE;
- ✓ Grupo III: Ponto Industrial, Ponto ZR4 Baixa Densidade, Ponto ZC Américas e Ponto ZC.

TABELA 7 - CRITÉRIOS DE AGRUPAMENTO DOS PONTOS AMOSTRAIS

Critério de Classificação	Explicitação quantitativa do critério adotado Área Construída (AC) + Área Impermeabilizada (AI) / Área Livre (AL) + Área Verde (AV) + Área Água (AA)	Pontos Amostrais
Pouca intervenção antrópica	Menor que 0,4	2, 3 – Grupo I
Média intervenção antrópica	De 0,4 até 1,01	4, 6, 9 e 10 – Grupo II
Grande intervenção antrópica	Maior que 1,01	1, 5, 7 e 8 – Grupo III

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Conforme a hipótese desta pesquisa é esperado que a temperatura do ar registre valores semelhantes nos pontos amostrais de um mesmo grupo, uma vez que os pontos amostrais são similares dentro de um grupo e diferente de grupo para grupo, conforme os atributos urbanos mensurados.

Assim, no Capítulo 5 será apresentado um estudo descritivo da temperatura do ar obtida durante o monitoramento, bem como será feita a discussão e a análise dos resultados no Capítulo 6.

5 ANÁLISE DESCRITIVA DA VARIABILIDADE DAS TEMPERATURAS DO AR

Este capítulo aborda a descrição dos dados da temperatura do ar obtidos no monitoramento. Para isso utilizou-se a estatística descritiva, importante ferramenta que tem como objetivo sintetizar uma série de valores de mesma natureza, permitindo dessa forma se ter uma visão global da variação desses valores. Na aplicação das ferramentas estatísticas, houve a colaboração da Professora Silvana Heidemann Rocha, do Departamento de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, graduada em Matemática e em Estatística, Mestre em Educação e doutoranda em Engenharia Florestal pela UFPR, onde trabalha com métodos estatísticos em problemas da economia florestal.

Durante o monitoramento da temperatura do ar, realizado entre os dias 25 de janeiro e 03 de fevereiro de 2011, totalizando dez dias de medições, foram coletadas as temperaturas horárias, nos dez pontos amostrais. Ao todo, as medições resultaram em 2400 dados, acrescidos dos dados horários do Ponto de Controle (PC) localizado no Aeroporto Afonso Pena, totalizando, portanto, 2640 dados de temperatura do ar. Os dados completos das temperaturas do ar registrados durante o monitoramento estão no Apêndice II.

Com o objetivo de verificar como variou a temperatura do ar nos pontos amostrais, nos dias do monitoramento, foi elaborado o gráfico com dados horários, por dia, apresentado na Figura 41. Na seqüência, como forma de verificar a variação pormenorizada da temperatura do ar nos pontos monitorados foram elaborados gráficos de dispersão, comumente utilizados para representar simultaneamente os valores de duas variáveis quantitativas, neste caso, a temperatura do ar e os horários do dia (Figuras 42 a 51).

Os gráficos apresentados demonstram o ciclo diurno da temperatura do ar, ou seja, a variação da radiação ao longo do dia, quando ao amanhecer ocorrem as menores temperaturas decorrentes do resfriamento da superfície da Terra no período noturno, e no começo ou meio da tarde, as maiores temperaturas decorrentes do pico de radiação do meio dia. Considerando os dados obtidos

durante o monitoramento é possível verificar que nos cinco primeiros dias, as temperaturas do ar mantiveram um ciclo semelhante de variação. Esse fato pode estar associado aos sistemas atmosféricos que atuaram nos dias, ou seja, PA e FPA. A partir do sexto dia de monitoramento, as temperaturas do ar apresentaram oscilações mais acentuadas entre os dias, também em decorrência dos sistemas atmosféricos atuantes. Em relação aos pontos amostrais, verifica-se que os pontos acompanharam a mesma tendência, salvo diferenças esperadas associadas às especificidades dos locais onde foram instalados os abrigos. Porém cabe ressaltar as variações do ponto ZR1 (ponto 9) que registrou diferenças mais acentuadas em relação aos outros pontos, em todos os dias, em geral com temperaturas mais altas que os demais pontos. Esse fato pode estar associado a presença de solo nu no ponto monitorado ou a problemas de registro no *hobbo* utilizado na medição.

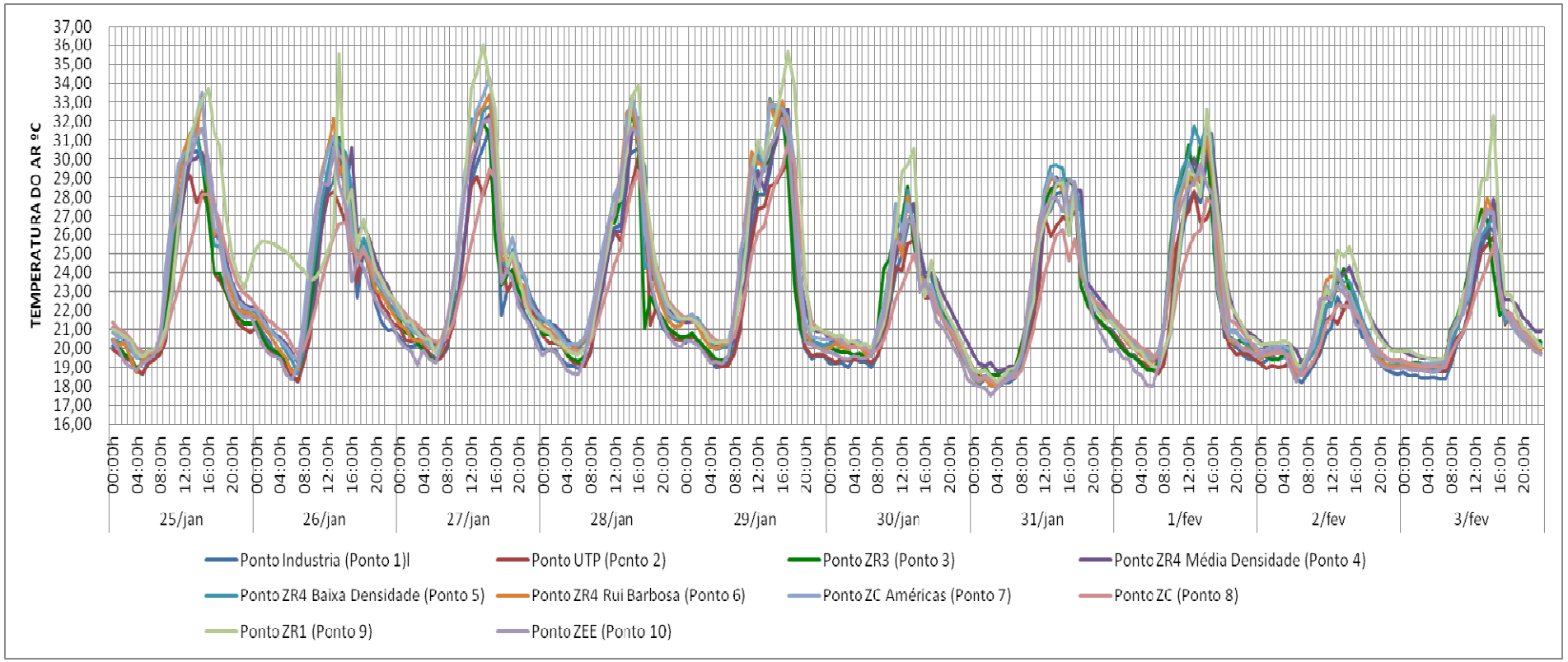


FIGURA 41- GRÁFICO DE VARIABILIDADE DIÁRIA E HORÁRIA, DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, POR PONTO AMOSTRAL, EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - 25 DE JANEIRO À 03 DE DEZEMBRO DE 2011

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

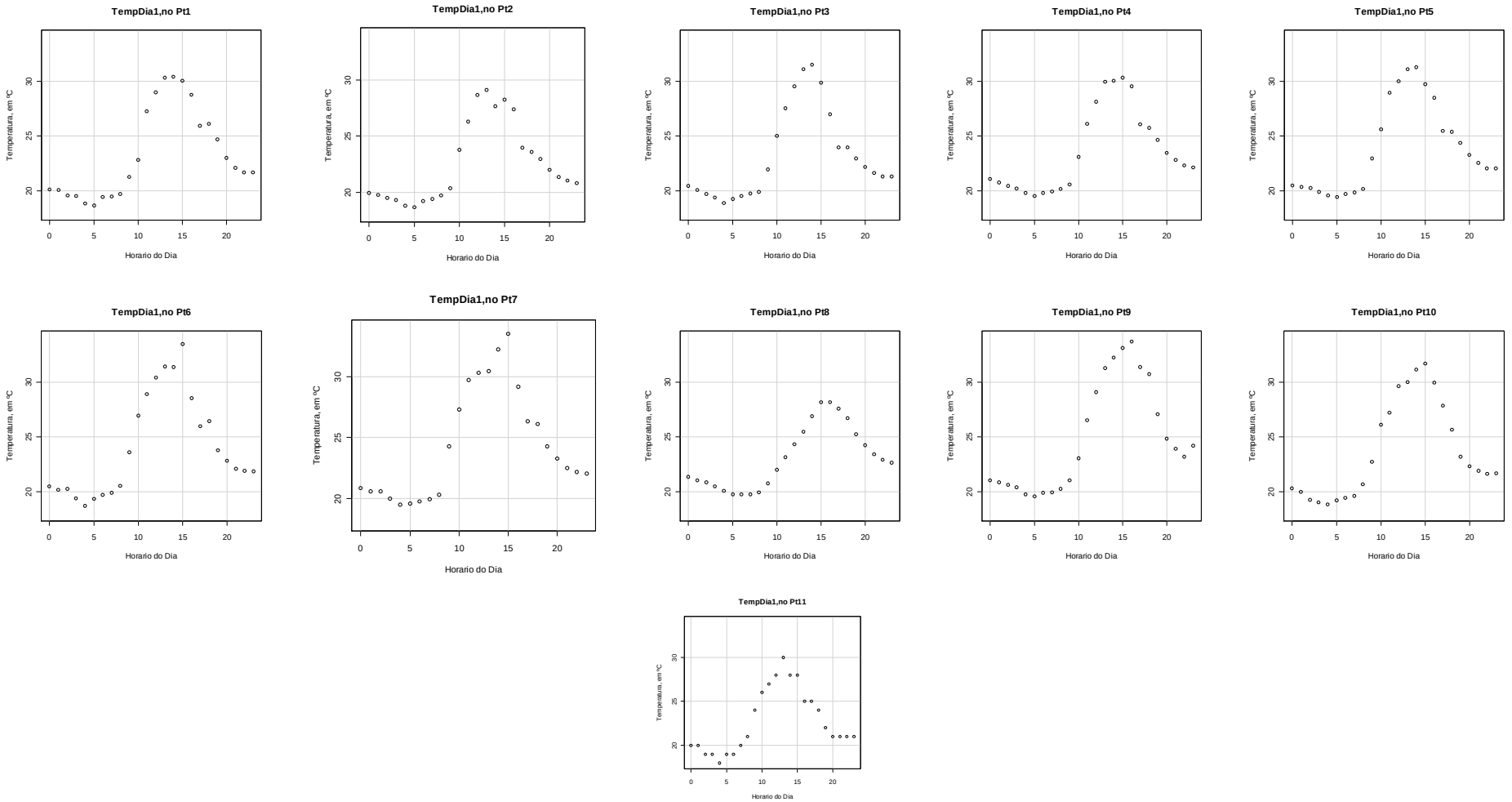


FIGURA 42 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 25 DE JANEIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 1 corresponde ao dia 25 de janeiro de 2011.

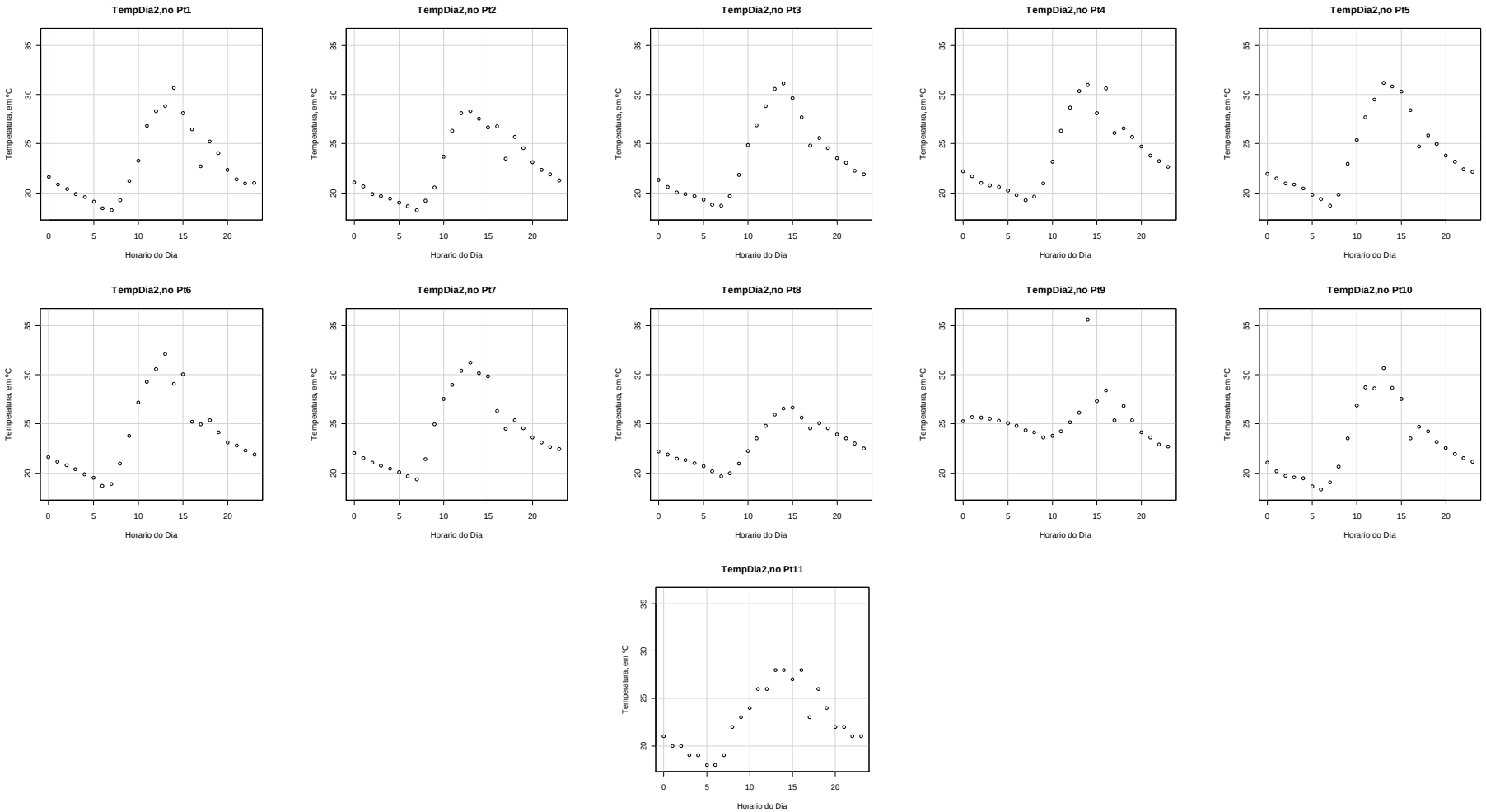


FIGURA 43 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 26 DE JANEIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 2 corresponde ao dia 26 de janeiro de 2011.

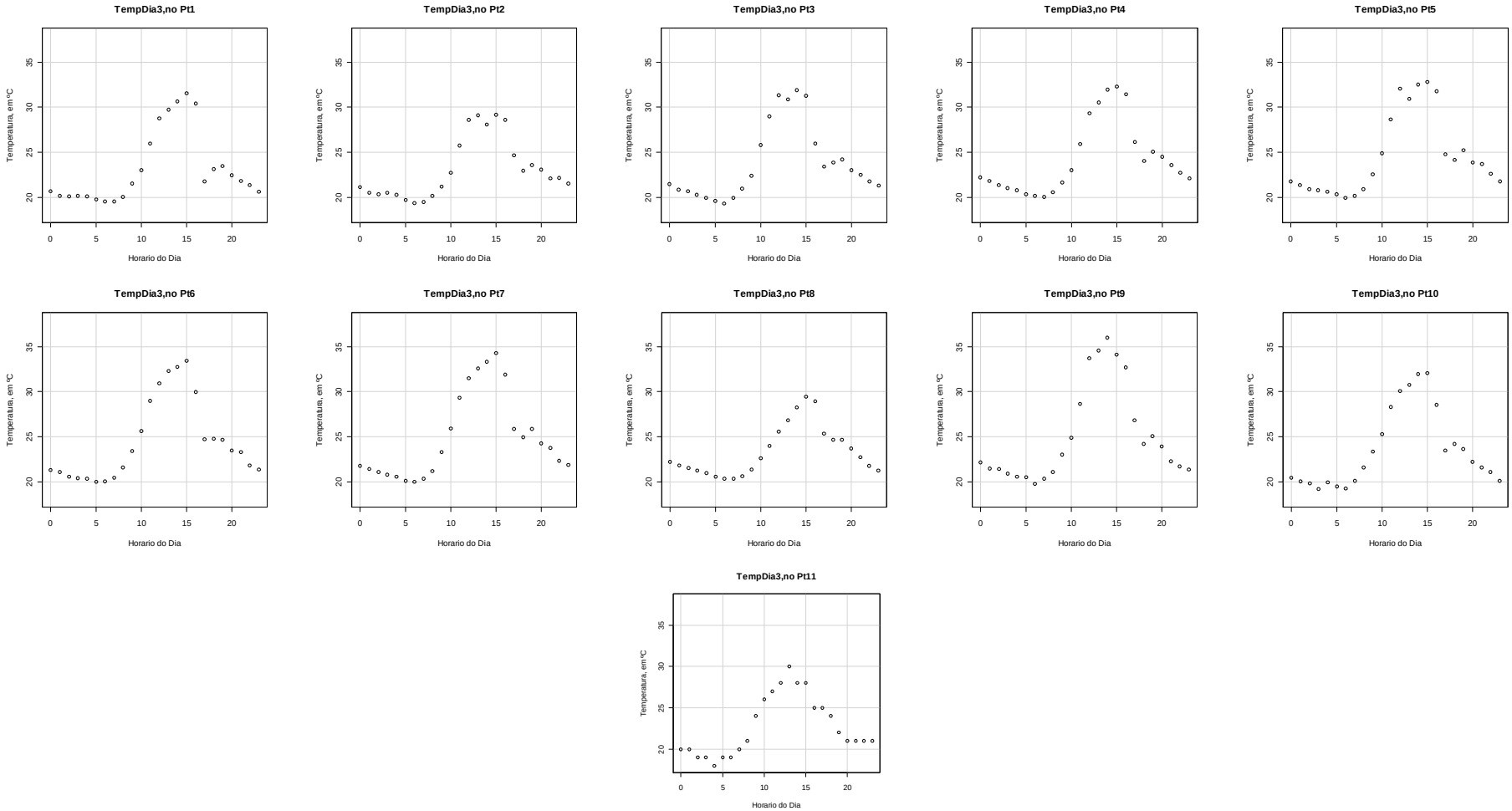


FIGURA 44 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 27 DE JANEIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 3 corresponde ao dia 27 de janeiro de 2011.

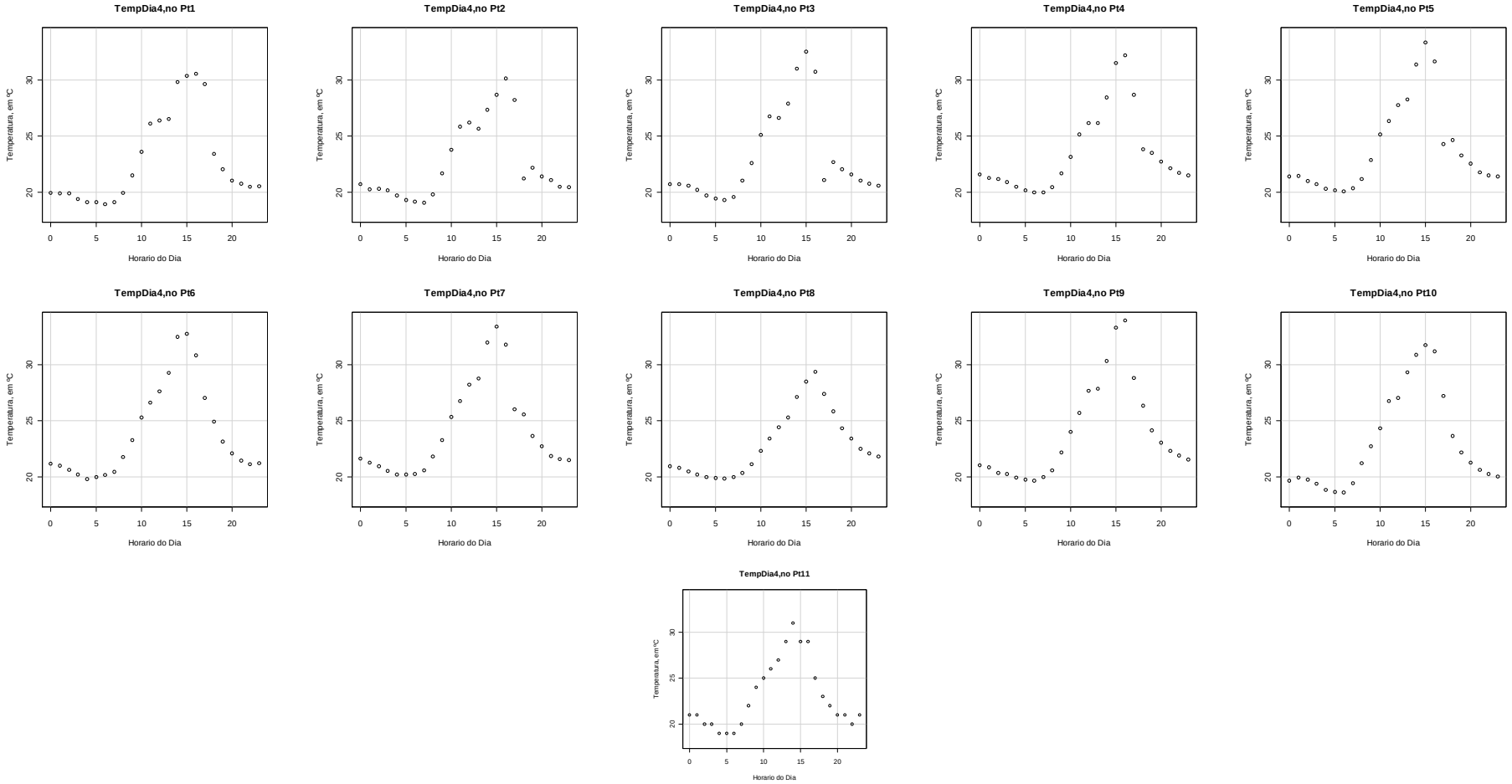


FIGURA 45 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 28 DE JANEIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 4 corresponde ao dia 28 de janeiro de 2011.

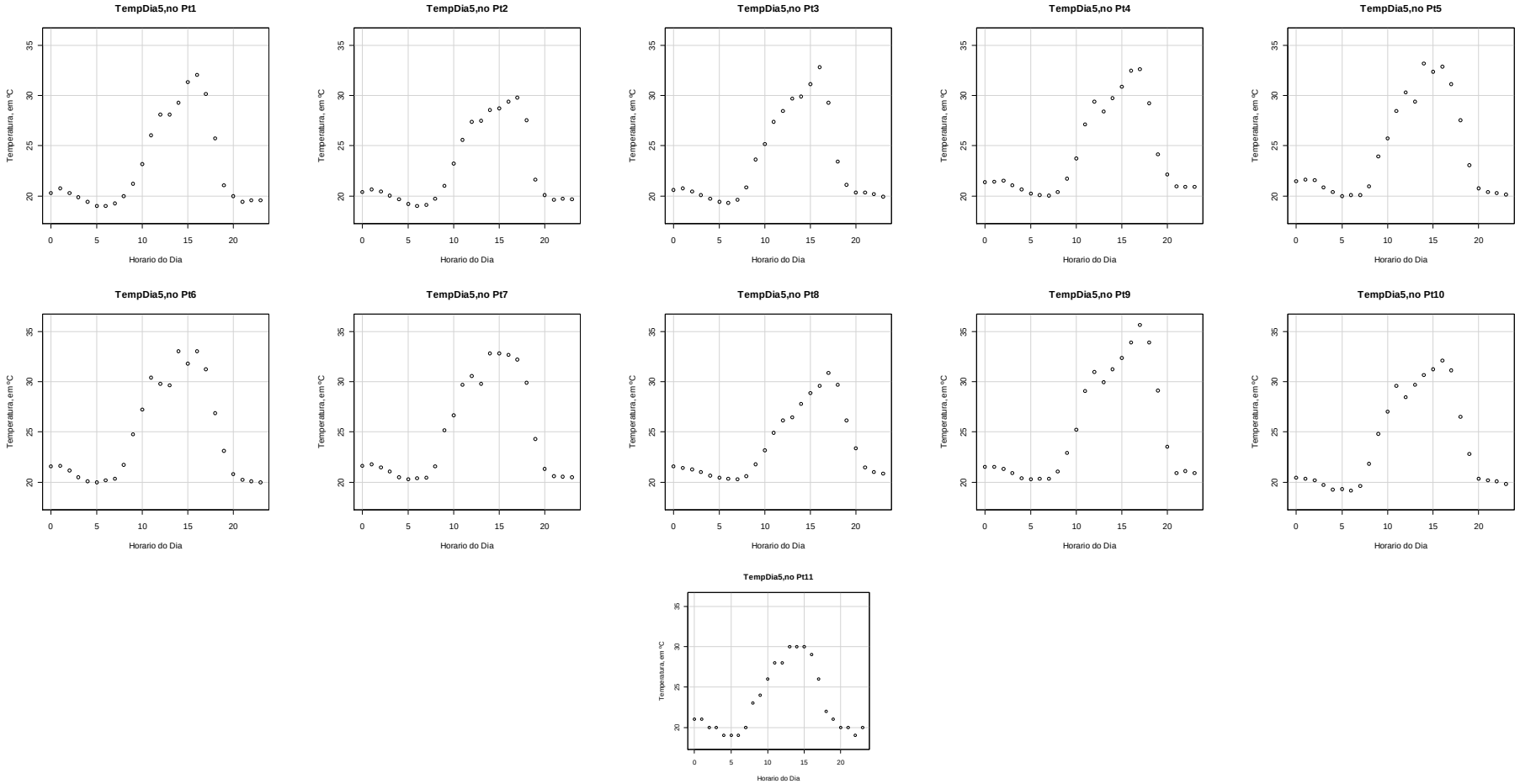


FIGURA 46 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 29 DE JANEIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 5 corresponde ao dia 29 de janeiro de 2011.

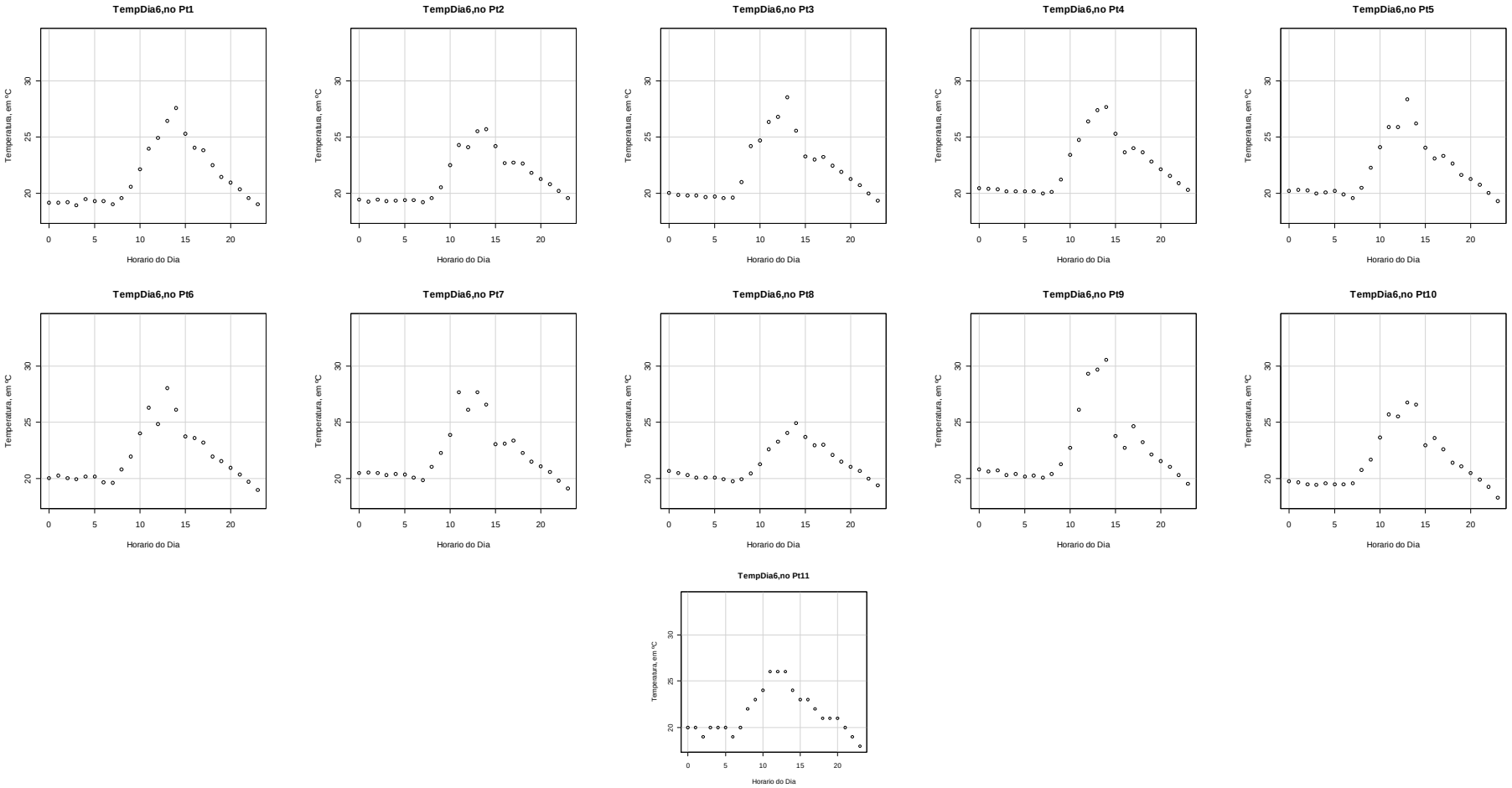


FIGURA 47 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 30 DE JANEIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 6 corresponde ao dia 30 de janeiro de 2011.

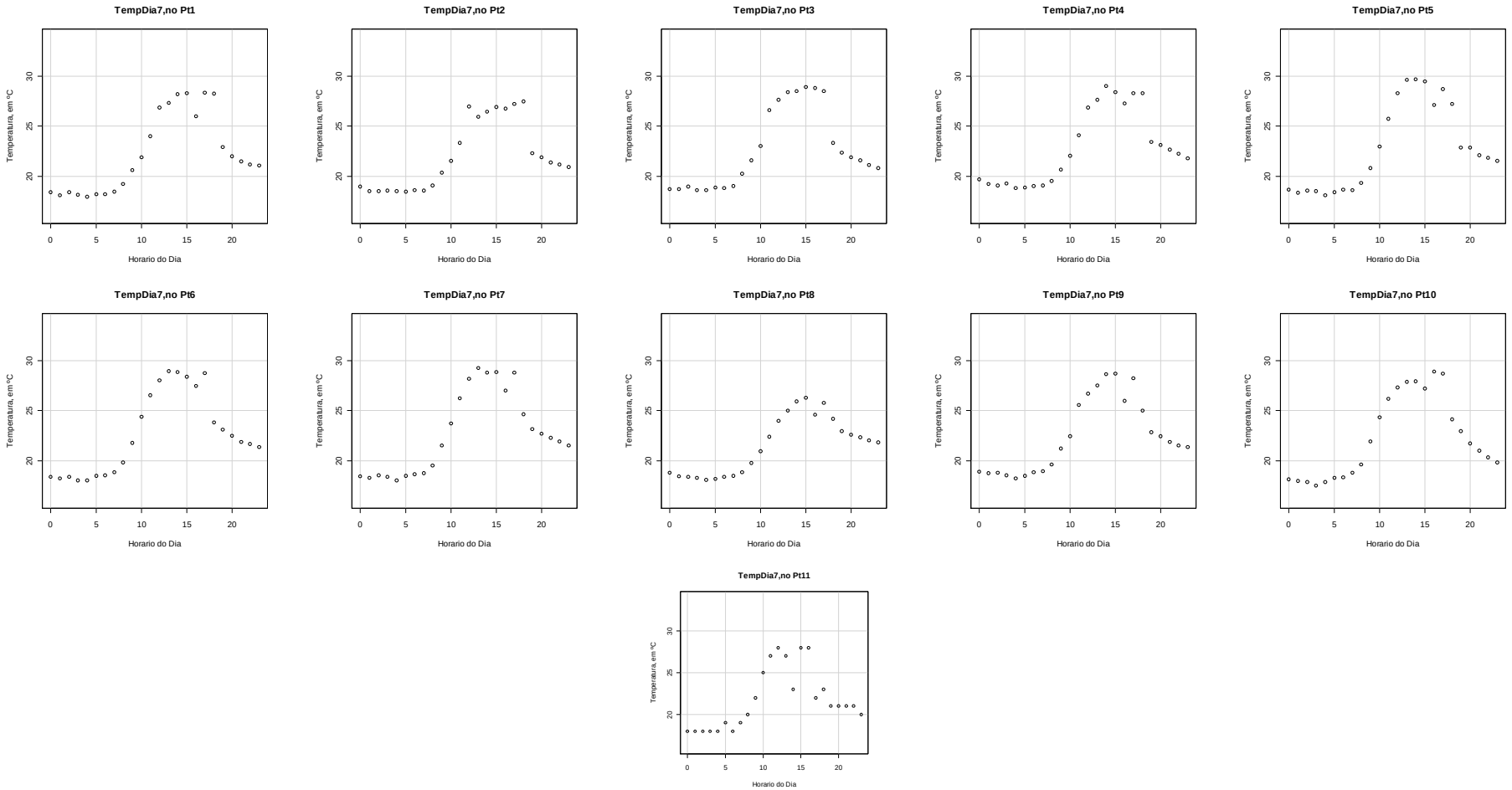


FIGURA 48 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 31 DE JANEIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 7 corresponde ao dia 31 de janeiro de 2011.

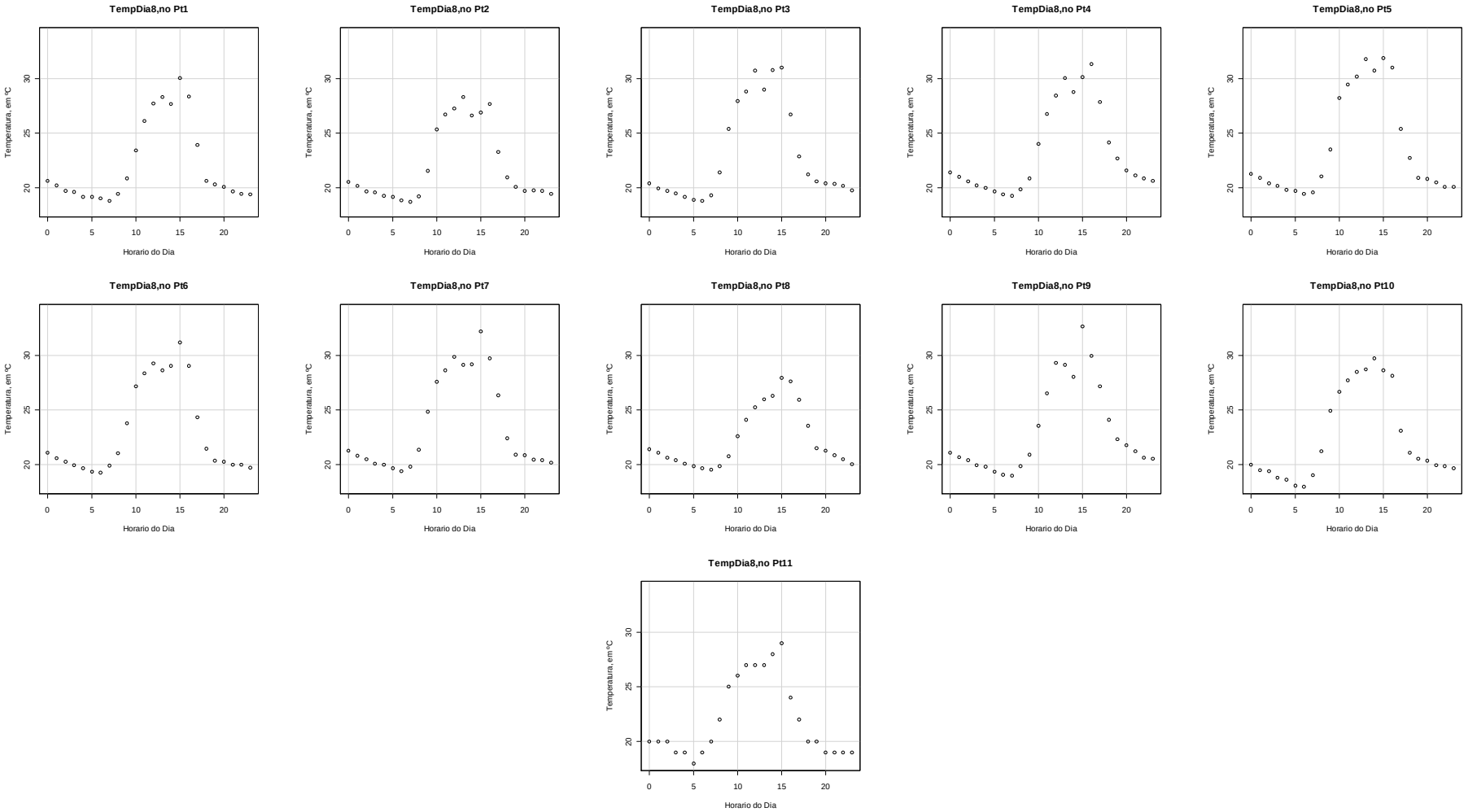


FIGURA 49 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 01 DE FEVEREIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 8 corresponde ao dia 01 de fevereiro de 2011.

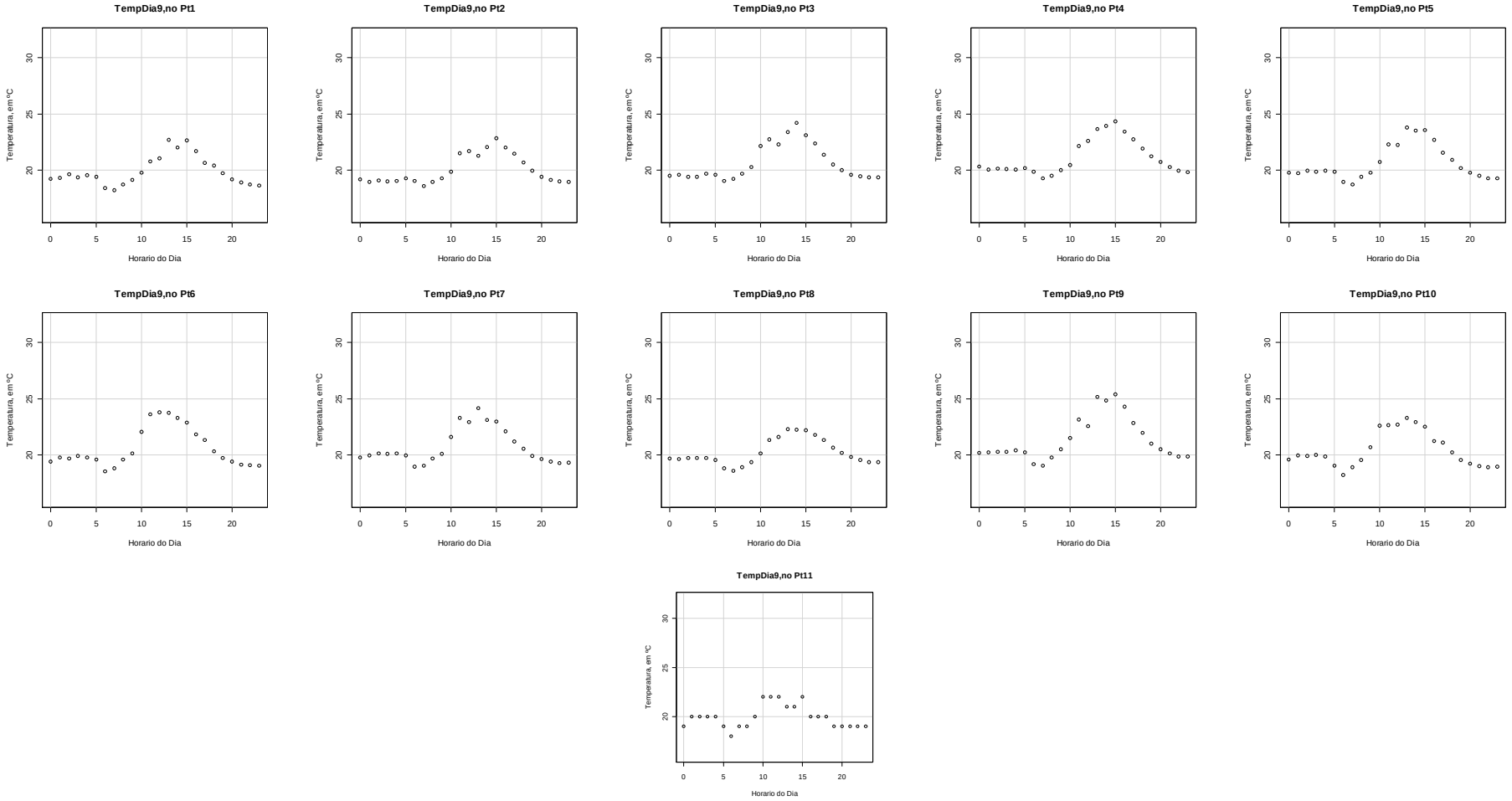


FIGURA 50 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 02 DE FEVEREIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 9 corresponde ao dia 02 de fevereiro de 2011.

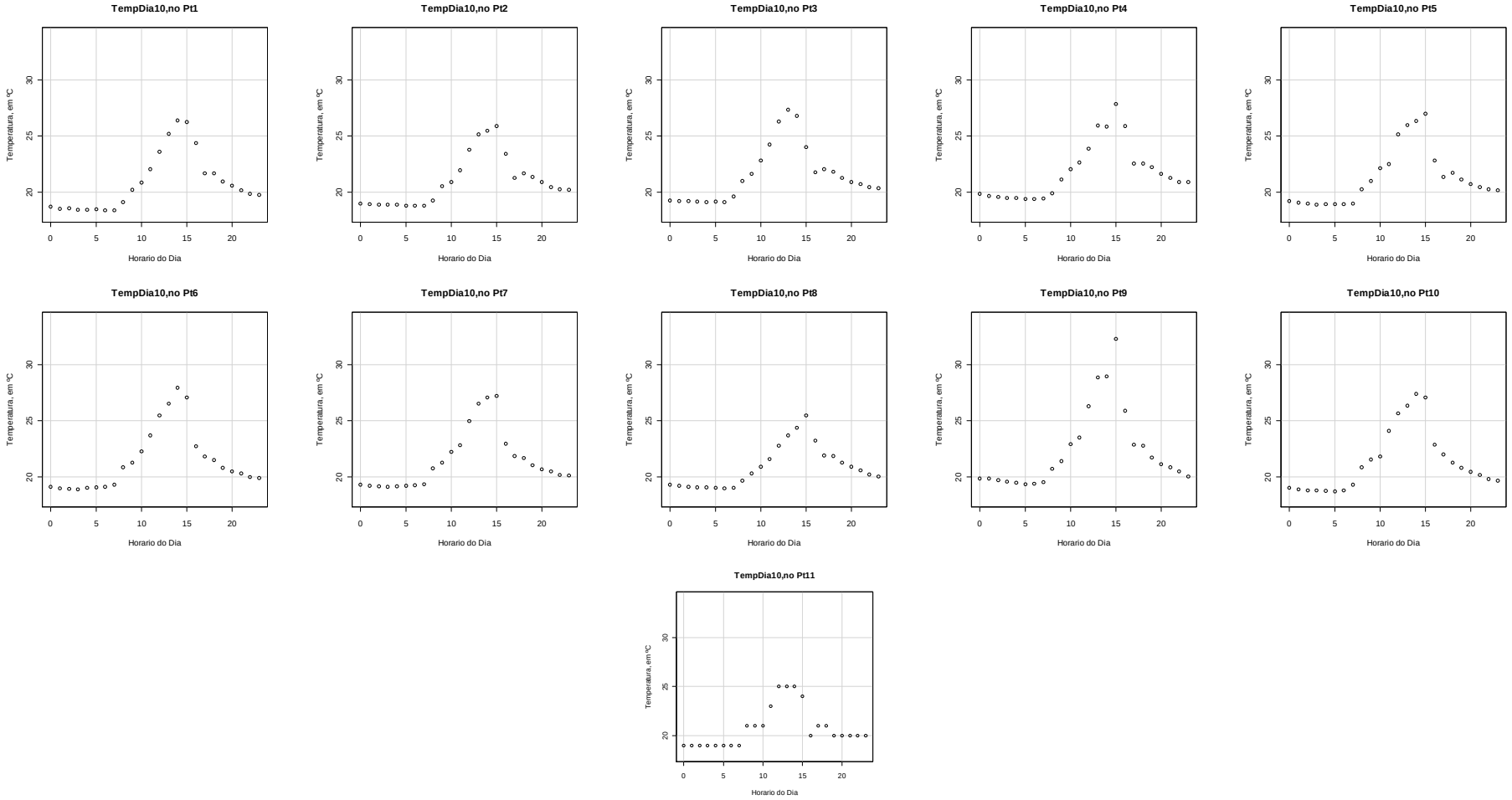


FIGURA 51 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA O DIA 03 DE FEVEREIRO DE 2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Dia 10 corresponde ao dia 03 de fevereiro de 2011.

Ainda com o objetivo de verificar de forma minuciosa a variação das temperaturas do ar nos dias monitorados, os dados foram agrupados em quatro períodos do dia: madrugada que corresponde às medições entre 0 e 5 horas, manhã que corresponde as medições entre 6 e 11 horas, tarde que corresponde as medições entre 12 e 17 horas, e noite que corresponde as medições entre 18 e 23 horas. Desta forma, foram obtidos 60 dados da temperatura do ar por período, por dia (6 horas medidas x 10 pontos monitorados) e 600 dados da temperatura do ar por período durante todo o monitoramento (6 horas medidas x 10 pontos monitorados x 10 dias).

Para familiarizar-se com os dados, organizá-los e sintetizá-los de forma a obter as informações necessárias para responder as questões que estão sendo investigadas como hipótese de pesquisa, foram consideradas também as medições da temperatura do ar por período do dia (madrugada, manhã, tarde e noite), independente dos pontos amostrais. Esta descrição, apresentada na Tabela 8 e Figura 52, auxiliou no estudo da variabilidade dos dados, levando-se em conta que as temperaturas medidas refletem interferências de fatores atmosféricos atuantes em cada período do dia, conforme largamente estudado na literatura. Na seqüência, foi realizada a descrição da temperatura do ar no Ponto de Controle isoladamente (Tabela 9 e Figura 53) a fim de se comparar os resultados aos dados obtidos nos pontos amostrais. Cabe salientar que devido à precisão adotada para os dados do Ponto de Controle, isto é, valores fornecidos inteiros (sem casas decimais) algumas temperatura do ar se sobrepuseram no diagrama de dispersão (*scaterplott*), Figura 53, pelo fato de terem sido registrados mesmos valores inteiros. Já a precisão adotada nesta pesquisa para a medição da temperatura do ar nos pontos amostrais foi de duas casas decimais.

As descrições estatísticas representadas na Tabela 8 e 9 apresentam outras medidas resumo dos dados além da média e do desvio padrão amostral. Isso porque a média e o desvio padrão podem não serem suficientes ou até mesmo não serem adequados para representar um conjunto de dados, uma vez que a média e o desvio padrão são afetados, de forma exagerada, por valores extremos contidos nos

dados. Além disso, apenas com estas duas medidas não é possível determinar a assimetria da distribuição dos valores. Por isso é que são apresentas nas Tabelas 8 e 9 outras medidas estatísticas referentes aos dados, procurando oferecer uma descrição mais completa dos dados.

Assim, a Tabela 8 e a Figura 52, produzidas no *software* Statgraphics Centurion XV Versão 15.1.02, apresentam os valores mínimos, máximos e a amplitude da temperatura do ar, os valores do primeiro e terceiro quartis (usualmente representados por Q1 e Q3, respectivamente), a amplitude interquartílica (Q3-Q1), a média, a mediana, a moda, a variância amostral, o desvio padrão amostral e o coeficiente de variação, relativos a temperatura do ar nos pontos amostrais. A referida tabela traz os valores expressos por linhas e colunas e a figura citada traz as representações gráficas dos dados da tabela, por meio de duas ferramentas estatísticas denominadas, respectivamente, Diagrama de Dispersão *(Scaterplot)* e Diagrama de Box *(Boxplot).* No *Boxplot*, a representação é uma “caixa” sendo o nível superior o terceiro quartil e o nível inferior o primeiro quartil. A mediana é representada por um traço no interior da caixa, a média é representada por uma cruz vermelha no interior da caixa e os segmentos de reta fora da caixa ligam os quartis até os valores máximos e mínimos observados na amostra, desde que esses valores estejam dentro do intervalo (Q1-1,5 (Q3-Q1); Q3+1,5 (Q3-Q1)). Os valores observados que estiverem fora do intervalo (Q1-1,5 (Q3-Q1); Q3+1,5 (Q3-Q1)) são considerados valores discrepantes (*outliers*) e são representados por um símbolo próprio, neste caso □ (FARIAS et. al, 2003).

As definições dos termos estatísticos utilizadas nesta tese têm o propósito apenas de fazer com que o leitor compreenda os dados produzidos, não cabendo aqui uma revisão bibliográfica da terminologia referente às medidas descritivas utilizadas pela Estatística. Dessa forma, os valores mínimos e máximos da temperatura do ar permitem estudar a amplitude dos dados medidos, o primeiro quartil representa que 25% dos dados são de valores menores ou iguais ao valor do

primeiro quartil, o terceiro quartil representa que 75% dos dados são de valores menores ou iguais ao valor do terceiro quartil [22], a amplitude interquartílica é a diferença entre o terceiro e o primeiro quartil, sendo uma medida estável por não considerar os valores mais extremos, por abranger 50% dos dados e por ser útil para detectar valores discrepantes *(outliers*). Já a média é a soma de todos os valores monitorados da variável dividida pelo número total de observações, sendo a medida de tendência central mais utilizada para representar a massa de dados, a mediana é o valor que ocupa a posição central da série de observações de uma variável, dividindo o conjunto em duas partes iguais, ou seja, a quantidade de valores inferiores à mediana é igual à quantidade de valores superiores a mesma, e a moda é o valor que ocorre com maior freqüência. Ainda, a variância é uma medida de dispersão dos dados em relação à média, sendo obtida a partir da diferença entre cada dado e a média do conjunto de dados, o desvio padrão é a raiz quadrada da variância, e o coeficiente de variação é uma medida relativa da variabilidade dos dados (medida pelo desvio padrão) em relação a uma medida representativa do conjunto de dados (dada pela média). A partir do coeficiente de variação pode-se avaliar a homogeneidade do conjunto de dados e, conseqüentemente, se a média é uma boa medida para representar estes dados. O coeficiente de variação é utilizado também para comparar conjuntos com unidades de medidas distintas. Um coeficiente de variação superior a 50% sugere alta dispersão o que indica heterogeneidade dos dados, no entanto, um valor admissível como baixo para o coeficiente de variação depende da natureza do problema estudado. Quanto maior for este valor, menos representativa será a média. Por outro lado, quanto mais

[22] Isso significa que os valores atribuídos ao primeiro quartil representam que 25% dos dados da temperatura do ar no ponto monitorado registraram temperaturas iguais ou abaixo do valor nominal do primeiro quartil. Para o terceiro quartil, significa que 75% dos dados da temperatura do ar ficaram abaixo do valor nominal do terceiro quartil.

próximo de zero, mais homogêneo é o conjunto de dados e mais representativa será sua média. [23]

Observando a Figura 52 é possível visualizar como a temperatura do ar variou durante os dias do monitoramento, em cada período do dia. Em geral, as maiores amplitudes térmicas (diferença entre as mínimas e as máximas temperaturas) foram registradas no período da manhã e da tarde.

23 Para aprofundamento dos conceitos das medidas estatísticas que resumem um conjunto de dados, bem como as fórmulas que explicitam esses conceitos matematicamente ver FARIAS, A.A.; SOARES, J.F, CÉSAR, C.C. 2003; e LEVINE, D.; BERENSON, M.L.; STEPHAN, D. , 2000.

TABELA 8 - MEDIDAS RESUMO PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS, SEGUNDO OS PERÍODOS DO DIA (MADRUGADA, MANHÃ, TARDE E NOITE), SEM O PONTO CONTROLE - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – 25/01 A 03/02/2011.

PERÍODO	DIA	Nº DE MED.	MÍNIMO	MÁXIMO	AMPLITUDE	1º QUARTIL	3º QUARTIL	AMPLITUDE INTERQUARTÍLICA	MÉDIA	MEDIANA	MODA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
MADRUGADA	1	60	18,65	21,37	2,72	19,43	20,45	1,01	19,90	19,92	20,87	0,4649	0,68	3,42
	2	60	18,65	**25,67**	**7,02**	19,88	**21,50**	1,62	**21,04**	**20,75**	21,06	**2,8592**	**1,69**	**8,03**
	3	60	19,15	22,18	3,03	**20,22**	21,25	1,03	20,69	20,57	-	0,4978	0,70	3,41
	4	60	18,68	21,63	2,95	19,89	20,83	0,94	20,30	20,24	20,20	0,4699	0,68	3,38
	5	60	**18,99**	21,77	2,78	20,15	21,34	1,19	20,60	20,51	21,58	0,5408	0,73	3,57
	6	60	18,96	20,79	1,83	19,55	20,29	0,73	19,97	20,10	-	0,2074	0,45	2,28
	7	60	**17,53**	**19,70**	2,17	**18,20**	**18,66**	0,46	**18,45**	**18,45**	-	0,1422	0,37	2,04
	8	60	18,08	21,41	3,33	19,59	20,57	0,97	20,03	19,98	-	0,5254	0,72	3,62
	9	60	18,94	20,39	1,45	19,53	20,00	0,47	19,73	19,73	-	0,1353	0,36	1,86
	10	60	18,44	19,84	**1,40**	18,91	19,24	0,33	19,10	19,08	-	0,1109	0,33	1,74
	TOTAL	600	17,53	25,67	8,14	19,29	20,56	1,27	19,98	19,96	20,15	1,1183	1,05	5,29
MANHÃ	1	60	19,22	29,74	10,52	19,79	24,02	4,23	22,20	20,57	19,96	9,3507	3,05	13,77
	2	60	18,22	29,29	11,07	19,39	24,59	5,20	22,28	21,33	-	10,5425	3,24	14,57
	3	60	**19,25**	29,34	10,09	20,16	24,44	4,28	22,47	21,44	-	8,5370	2,92	13,00
	4	60	18,63	26,77	8,14	20,01	23,89	3,88	22,12	21,60	20,01	6,0111	2,45	11,08
	5	60	19,03	**30,39**	11,36	**20,22**	25,19	4,97	**22,75**	**21,65**	20,34	10,2010	3,19	14,04
	6	60	19,01	27,68	8,67	19,89	23,53	3,64	21,67	20,79	19,60	5,0884	2,25	10,41
	7	60	18,20	26,62	8,42	**18,84**	22,43	3,59	20,94	20,04	-	6,2143	2,49	11,90
	8	60	**17,99**	29,46	**11,47**	19,42	**25,34**	5,92	22,41	21,04	-	**11,8612**	**3,44**	**15,37**
	9	60	18,20	**23,59**	**5,39**	18,98	**20,74**	1,76	**20,07**	**19,70**	-	2,0322	1,42	7,10
	10	60	18,39	24,22	5,83	19,29	21,88	2,59	20,70	20,79	-	2,3608	1,53	7,42
	TOTAL	600	17,99	30,39	12,40	19,63	23,46	3,83	21,76	20,83	19,03	7,8280	2,79	12,85

continua

continuação

PERÍODO	DIA	Nº DE MED.	MÍNIMO	MÁXIMO	AMPLITUDE	1º QUARTIL	3º QUARTIL	AMPLITUDE INTERQUARTÍLICA	MÉDIA	MEDIANA	MODA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
TARDE	1	60	23,95	33,68	9,73	27,96	31,08	3,11	29,28	29,69	-	5,4270	2,32	7,96
	2	60	22,68	35,58	12,90	26,01	30,24	4,23	27,97	28,21	-	6,6232	2,57	9,20
	3	60	21,75	**36,01**	**14,26**	28,39	32,06	3,66	29,92	**30,71**	-	**9,8642**	**3,14**	**10,50**
	4	60	21,10	33,91	12,81	27,16	31,09	3,93	29,00	28,71	-	6,9569	2,63	9,09
	5	60	**26,13**	35,66	9,53	**29,33**	**32,17**	2,84	**30,51**	30,42	-	3,7767	1,94	6,37
	6	60	22,59	30,52	7,93	23,30	26,42	3,12	25,04	24,42	-	4,0025	2,00	7,99
	7	60	23,98	29,69	5,71	26,94	28,72	1,77	27,73	28,13	28,72	1,5736	1,25	4,52
	8	60	22,85	32,64	9,79	27,20	29,98	2,78	28,40	28,63	-	5,1128	2,26	7,96
	9	60	**20,63**	**25,38**	**4,75**	**21,79**	**23,41**	1,61	**22,67**	**22,67**	-	1,1732	1,08	4,78
	10	60	21,25	32,28	11,03	22,89	26,44	3,54	25,01	25,45	25,87	5,1170	2,26	9,04
	TOTAL	600	20,63	36,01	15,38	25,16	29,95	4,79	27,55	27,87	27,29	10,5960	3,25	11,81
NOITE	1	60	20,82	30,72	9,90	22,03	24,24	2,21	23,33	22,93	-	3,3449	1,82	7,84
	2	60	**20,96**	26,82	5,86	**22,37**	**24,57**	2,20	**23,46**	**23,17**	21,87	2,0888	1,44	6,16
	3	60	20,10	25,84	5,74	21,81	24,07	2,26	22,99	23,03	-	1,7664	1,32	5,78
	4	60	20,03	26,35	6,32	21,21	23,11	1,90	22,20	21,86	-	2,0581	1,43	6,46
	5	60	19,44	**33,91**	**14,47**	20,18	23,37	3,19	22,31	20,89	20,89	**10,6155**	**3,25**	**14,60**
	6	60	**18,32**	23,64	5,32	19,99	21,59	1,59	20,89	20,95	21,53	1,3700	1,17	5,60
	7	60	19,82	28,32	8,50	21,53	22,99	1,46	22,58	22,18	21,39	2,9901	1,72	7,66
	8	60	19,39	24,15	4,76	20,05	21,11	1,06	20,74	20,48	20,10	1,1412	1,06	5,15
	9	60	18,63	**21,96**	3,33	**19,25**	**20,19**	0,94	**19,77**	**19,61**	-	0,5395	0,73	3,71
	10	60	19,68	22,78	**3,10**	20,25	21,28	1,02	20,81	20,72	20,89	0,5040	0,70	3,41
	TOTAL	600	18,32	33,91	15,59	20,46	22,98	2,52	21,91	21,53	20,89	4,0549	2,01	9,19

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Nota: Os valores em negrito representam os maiores e menores valores.

TABELA 9 - MEDIDAS RESUMO PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS, SEGUNDO OS PERÍODOS DO DIA (MADRUGADA, MANHÃ, TARDE E NOITE), PARA O PONTO CONTROLE (PC) - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – 25/01 A 03/02/2011.

PERÍODO	DIA	Nº DE MED.	MÍNIMO	MÁXIMO	AMPLITUDE	1º QUARTIL	3º QUARTIL	AMPLITUDE INTERQUARTÍLICA	MÉDIA	MEDIANA	MODA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
MADRUGADA	1	6	18,00	20,00	2,00	19,00	20,00	1,00	19,16	19,00	19,00	0,5666	0,75	3,93
	2	6	18,00	21,00	3,00	19,00	20,00	1,00	19,50	19,50	-	**1,1000**	**1,04**	**5,38**
	3	6	19,00	20,00	1,00	20,00	20,00	0,00	19,83	20,00	20,00	0,1666	0,40	2,06
	4	6	19,00	21,00	2,00	19,00	21,00	2,00	20,00	20,00	-	0,8000	0,89	4,47
	5	6	19,00	21,00	2,00	19,00	21,00	2,00	20,00	20,00	-	0,8000	0,89	4,47
	6	6	19,00	20,00	1,00	20,00	20,00	0,00	19,83	20,00	20,00	0,1666	0,40	2,06
	7	6	18,00	19,00	1,00	18,00	18,00	0,00	18,16	18,00	18,00	0,1666	0,40	2,25
	8	6	18,00	20,00	2,00	19,00	20,00	1,00	19,33	19,50	20,00	0,6666	0,81	4,22
	9	6	19,00	20,00	1,00	19,00	20,00	1,00	19,66	20,00	20,00	0,2666	0,51	2,63
	10	6	19,00	19,00	0,00	19,00	19,00	0,00	19,00	19,00	19,00	0,0000	0,00	0,00
	TOTAL	60	18,00	21,00	3,00	19,00	20,00	1,00	19,45	19,50	20,00	0,6923	0,83	4,28
MANHÃ	1	6	19,00	27,00	8,00	20,00	26,00	6,00	22,83	22,50	-	10,9667	3,31	14,50
	2	6	18,00	26,00	8,00	19,00	24,00	5,00	22,00	22,50	-	9,2000	3,03	13,79
	3	6	19,00	27,00	8,00	20,00	25,00	5,00	22,50	22,00	-	9,5000	3,08	13,70
	4	6	19,00	26,00	7,00	20,00	25,00	5,00	22,66	23,00	-	7,8666	2,80	12,37
	5	6	19,00	28,00	9,00	20,00	26,00	6,00	23,33	23,50	-	11,8667	3,44	14,76
	6	6	19,00	26,00	7,00	20,00	24,00	4,00	22,33	22,50	-	6,6666	2,58	11,56
	7	6	18,00	27,00	9,00	19,00	25,00	6,00	21,83	21,00	-	**12,5667**	**3,54**	**16,24**
	8	6	19,00	27,00	8,00	20,00	26,00	6,00	23,16	23,50	-	10,9667	3,31	14,29
	9	6	18,00	22,00	4,00	19,00	22,00	3,00	20,00	19,50	-	2,8000	1,67	8,37
	10	6	19,00	23,00	4,00	19,00	21,00	2,00	20,66	21,00	21,00	2,2666	1,50	7,28
	TOTAL	60	18,00	28,00	10,00	19,50	24,50	5,00	22,13	22,00	19,00	8,2192	2,86	12,95

continua

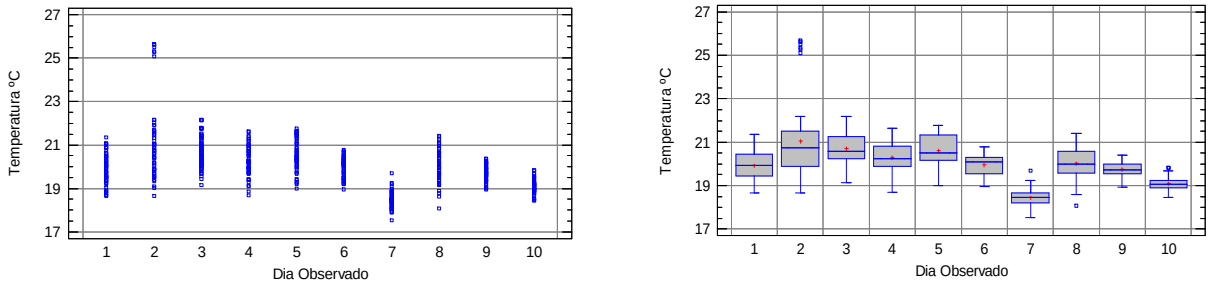
continuação

PERÍODO	DIA	Nº DE MED.	MÍNIMO	MÁXIMO	AMPLITUDE	1º QUARTIL	3º QUARTIL	AMPLITUDE INTERQUAR-TÍLICA	MÉDIA	MEDIANA	MODA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
TARDE	1	6	25,00	30,00	5,00	25,00	28,00	3,00	27,33	28,00	28,00	3,8666	1,96	7,19
	2	6	23,00	28,00	5,00	26,00	28,00	2,00	26,66	27,50	28,00	3,8666	1,96	7,37
	3	6	23,00	30,00	7,00	23,00	30,00	7,00	27,50	29,50	30,00	**12,3000**	**3,50**	**12,75**
	4	6	25,00	31,00	6,00	27,00	29,00	2,00	28,33	29,00	29,00	4,2666	2,06	7,29
	5	6	26,00	30,00	4,00	28,00	30,00	2,00	28,83	29,50	30,00	2,5666	1,60	5,56
	6	6	22,00	26,00	4,00	23,00	26,00	3,00	24,00	23,50	-	2,8000	1,67	6,97
	7	6	22,00	28,00	6,00	23,00	28,00	5,00	26,00	27,50	28,00	7,6000	2,75	10,60
	8	6	22,00	29,00	7,00	24,00	28,00	4,00	26,16	27,00	27,00	6,9666	2,63	10,09
	9	6	20,00	22,00	2,00	20,00	22,00	2,00	21,00	21,00	-	0,8000	0,89	4,26
	10	6	20,00	25,00	5,00	21,00	25,00	4,00	23,33	24,50	25,00	5,0666	2,25	9,65
	TOTAL	60	20,00	31,00	11,00	23,00	28,00	5,00	25,91	26,50	28,00	9,7387	3,12	12,04
NOITE	1	6	21,00	24,00	3,00	21,00	22,00	1,00	21,66	21,00	21,00	1,4666	1,21	5,59
	2	6	21,00	26,00	5,00	21,00	24,00	3,00	22,66	22,00	-	**3,8666**	**1,96**	**8,68**
	3	6	21,00	25,00	4,00	22,00	24,00	2,00	22,83	22,50	22,00	2,1666	1,47	6,45
	4	6	20,00	23,00	3,00	21,00	22,00	1,00	21,33	21,00	21,00	1,0666	1,03	4,84
	5	6	19,00	22,00	3,00	20,00	21,00	1,00	20,33	20,00	20,00	1,0666	1,03	5,08
	6	6	18,00	21,00	3,00	19,00	21,00	2,00	20,00	20,50	21,00	1,6000	1,26	6,32
	7	6	20,00	23,00	3,00	21,00	21,00	0,00	21,16	21,00	21,00	0,9666	0,98	4,65
	8	6	19,00	20,00	1,00	19,00	20,00	1,00	19,33	19,00	19,00	0,2666	0,51	2,67
	9	6	19,00	20,00	1,00	19,00	19,00	0,00	19,16	19,00	19,00	0,1666	0,40	2,13
	10	6	20,00	21,00	1,00	20,00	20,00	0,00	20,16	20,00	20,00	0,1666	0,40	2,02
	TOTAL	60	18,00	26,00	8,00	20,00	21,50	1,50	20,86	21,00	21,00	2,5920	1,61	7,72

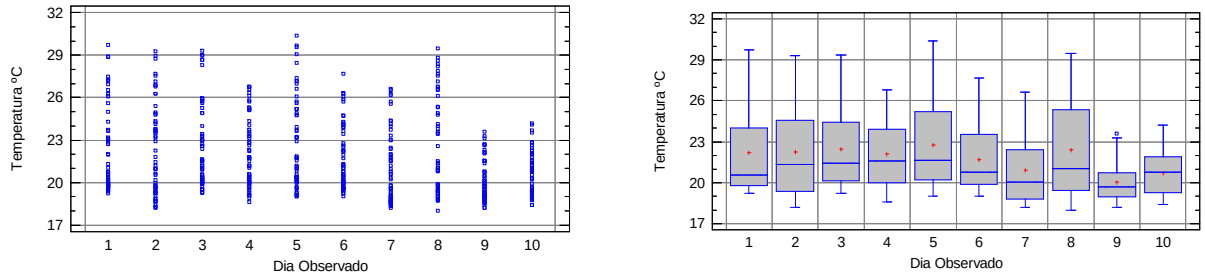
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Nota: Os valores em negrito representam os maiores valores.

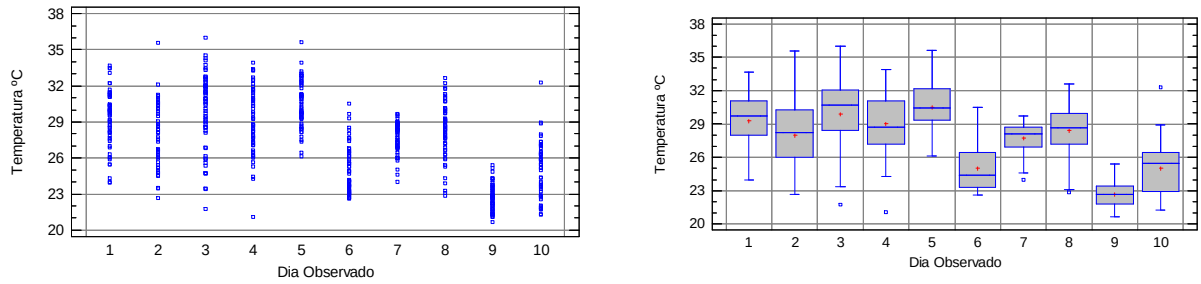
MADRUGADA



MANHÃ



TARDE



NOITE

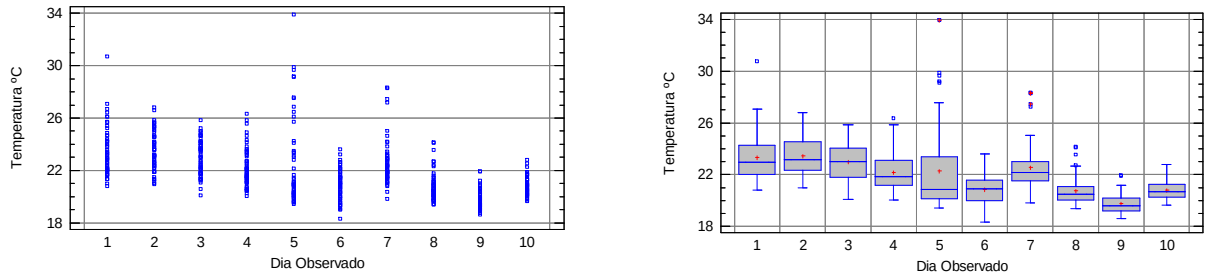
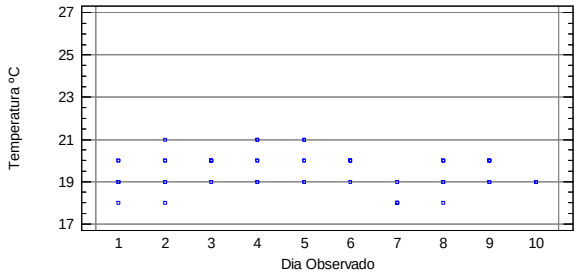
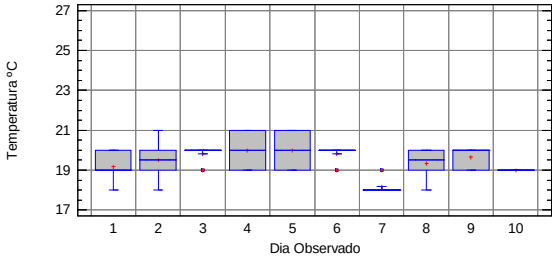


FIGURA 52 - COMPORTAMETO DA TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CÉLSIUS, SEGUNDO OS PERÍODOS DO DIA (MADRUGADA, MANHÃ, TARDE E NOITE), SEM O PONTO DE CONTROLE (PC) - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.

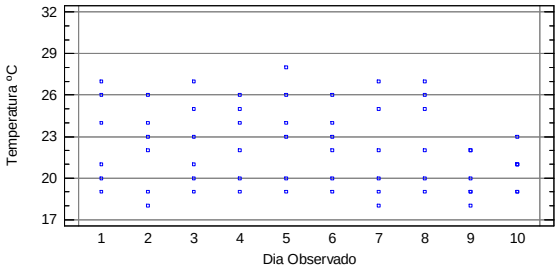
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Os dias do monitoramento têm a seguinte correspondência: 1 equivale ao dia 25 de janeiro de 2011; 2 equivale ao dia 26 de janeiro de 2011; 3 equivale ao dia 27 de janeiro de 2011; 4 equivale ao dia 28 de janeiro de 2011; 5 equivale ao dia 29 de janeiro de 2011; 6 equivale ao dia 30 de janeiro de 2011; 7 equivale ao dia 31 de janeiro de 2011; 8 equivale ao dia 01 de fevereiro de 2011; 9 equivale ao dia 02 de fevereiro de 2011; 10 equivale ao dia 03 de fevereiro de 2011.

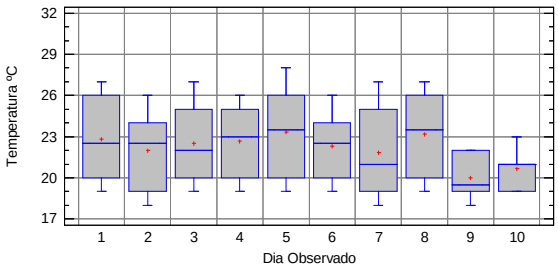
MADRUGADA



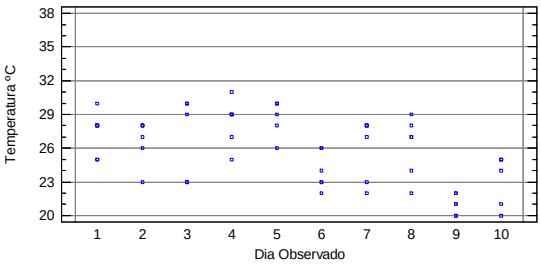


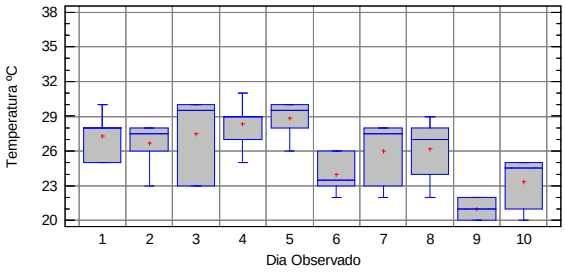
MANHÃ



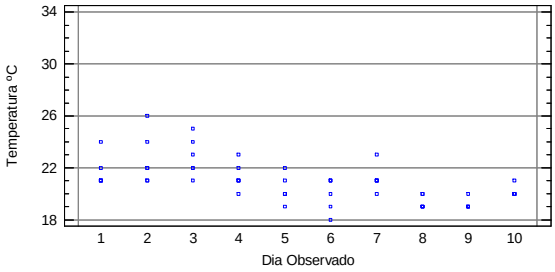


TARDE





NOITE



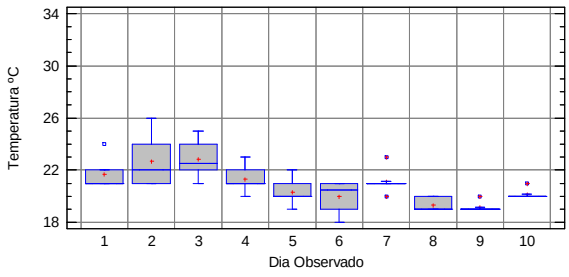
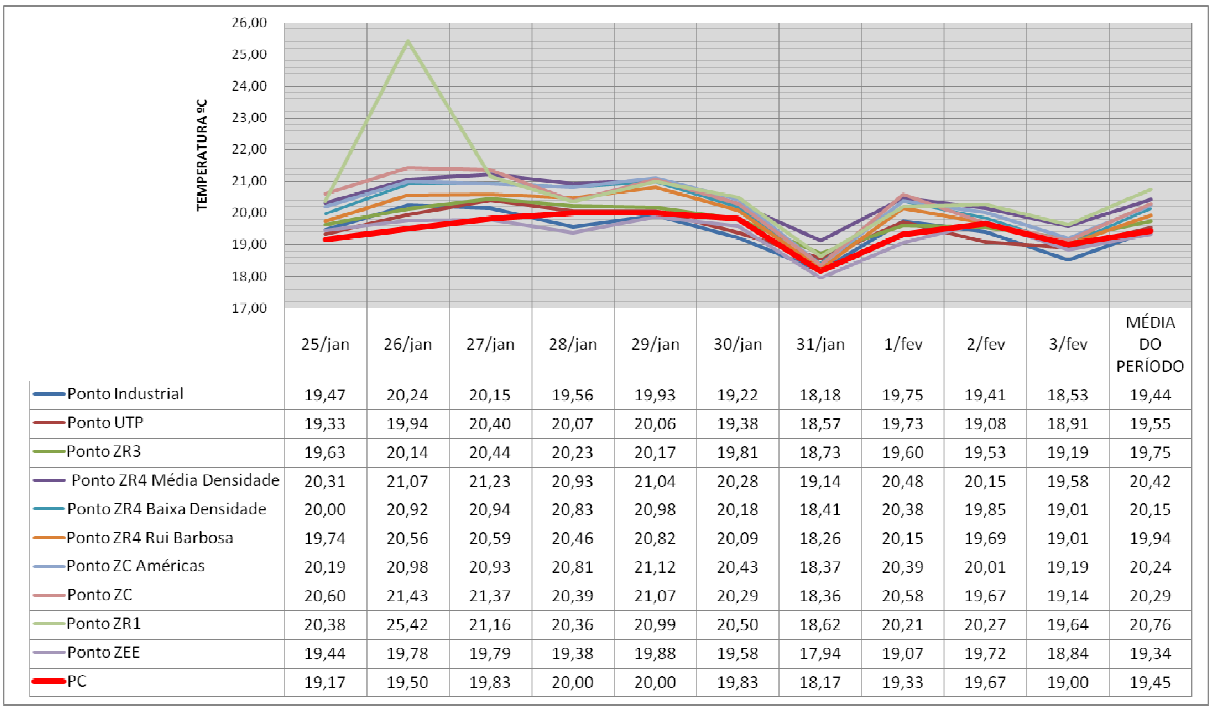


FIGURA 53 - COMPORTAMETO DA TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CÉLSIUS, SEGUNDO OS PERÍODOS DO DIA (MADRUGADA, MANHÃ, TARDE E NOITE) PARA O PONTO DE CONTROLE (PC) - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
NOTA: Os dias do monitoramento têm a seguinte correspondência: 1 equivale ao dia 25 de janeiro de 2011; 2 equivale ao dia 26 de janeiro de 2011; 3 equivale ao dia 27 de janeiro de 2011; 4 equivale ao dia 28 de janeiro de 2011; 5 equivale ao dia 29 de janeiro de 2011; 6 equivale ao dia 30 de janeiro de 2011; 7 equivale ao dia 31 de janeiro de 2011; 8 equivale ao dia 01 de fevereiro de 2011; 9 equivale ao dia 02 de fevereiro de 2011; 10 equivale ao dia 03 de fevereiro de 2011.

Na madrugada, a temperatura do ar manteve-se em geral estável durante os dias do monitoramento, tendo sido verificadas as menores temperaturas no sétimo dia, que corresponde ao dia 02 de fevereiro de 2011, sob a ação Massa de ar Polar Atlântica. As “caixas” no *Boxplot,* como citadas anteriormente, representam o primeiro e o terceiro quartil. A maior amplitude interquartílica (diferenças entre os primeiro e terceiro quartis) foi verificada no segundo dia (que equivale ao dia 29 de janeiro de 2011), sob a ação da Frente Polar Atlântica (FPA). Na prática quanto maior for o valor da amplitude interquartílica (que incorpora 50% das observações), maior será a dispersão dos dados, ou seja, mais diferentes foram as temperaturas do ar naquele dia. Considerando que a mediana e a média, em geral mantiveram-se muito próximas, então no período da madrugada pode-se dizer que os dados são bastante simétricos e assim a média é uma medida resumo bastante representativa da amostra. Outra medida resumo indicativa de que a média é representativa do conjunto é o coeficiente de variação, que para o período da madrugada manteve-se bem abaixo de 10% que, de acordo com a literatura, quanto mais próximo de zero, mais homogêneo é o conjunto de dados e, portanto, mais representativa será sua média.

Ainda para o período da madrugada, analisando os dados do Ponto de Controle (PC) (Figura 53 e Tabela 9), verificou-se que em geral a temperatura manteve-se muito próxima da sua média. No terceiro dia (que corresponde ao dia 27 de janeiro de 2011), sob ação da Frente Polar Atlântica (FPA), no sexto (30 de janeiro de 2011), sob ação da Massa de Ar Polar Atlântica (MPA), no sétimo (31 de janeiro de 2011), sob ação da Massa Tropical Atlântica (TA), no nono (02 de fevereiro de 2011), sob a ação da Massa Polar Atlântica e no décimo dia (03 de fevereiro de 2011) do monitoramento, sob ação da Massa Polar Velha (MPV), a amplitude térmica foi baixa ou mesmo inexistente. Isso porque a temperatura do ar fornecida pelo CINDACTA II foi dada em valores inteiros como dito anteriormente, e também pela amostra no Ponto de Controle, composta de 60 medições (6 medições x 10 dias) ser bem menor do que a deste estudo, composta de 600 medições (6 medições x 10 dias x 10 pontos amostrais).

A Figura 54 mostra como a temperatura média do ar no período da madrugada variou nos pontos amostrais. As menores temperaturas médias do ar foram dos pontos ZEE (19,34ºC), no ponto Industrial(19,44ºC) e no ponto UTP (19,55ºC). Os pontos mais quentes registraram temperaturas médias de 20,76ºC (ponto ZR1), 20,42ºC (ponto ZR4 Média Densidade) e 20,29ºC (ponto ZC). A média no período da madrugada no ponto de controle foi de 19,45ºC, 0,11ºC mais quente que o ponto mais frio e 1,31ºC mais frio em relação ao ponto mais quente (Figura 54). A diferença da temperatura média do ar entre o ponto amostral mais quente e o ponto amostral mais frio no período da madrugada foi de 1,42ºC. Cabe ressaltar que no período da madrugada é esperado que haja pouca variabilidade na temperatura do ar em decorrência da continuidade do resfriamento que já está instalado.



	25/jan	26/jan	27/jan	28/jan	29/jan	30/jan	31/jan	1/fev	2/fev	3/fev	MÉDIA DO PERÍODO
Ponto Industrial	19,47	20,24	20,15	19,56	19,93	19,22	18,18	19,75	19,41	18,53	19,44
Ponto UTP	19,33	19,94	20,40	20,07	20,06	19,38	18,57	19,73	19,08	18,91	19,55
Ponto ZR3	19,63	20,14	20,44	20,23	20,17	19,81	18,73	19,60	19,53	19,19	19,75
Ponto ZR4 Média Densidade	20,31	21,07	21,23	20,93	21,04	20,28	19,14	20,48	20,15	19,58	20,42
Ponto ZR4 Baixa Densidade	20,00	20,92	20,94	20,83	20,98	20,18	18,41	20,38	19,85	19,01	20,15
Ponto ZR4 Rui Barbosa	19,74	20,56	20,59	20,46	20,82	20,09	18,26	20,15	19,69	19,01	19,94
Ponto ZC Américas	20,19	20,98	20,93	20,81	21,12	20,43	18,37	20,39	20,01	19,19	20,24
Ponto ZC	20,60	21,43	21,37	20,39	21,07	20,29	18,36	20,58	19,67	19,14	20,29
Ponto ZR1	20,38	25,42	21,16	20,36	20,99	20,50	18,62	20,21	20,27	19,64	20,76
Ponto ZEE	19,44	19,78	19,79	19,38	19,88	19,58	17,94	19,07	19,72	18,84	19,34
PC	19,17	19,50	19,83	20,00	20,00	19,83	18,17	19,33	19,67	19,00	19,45

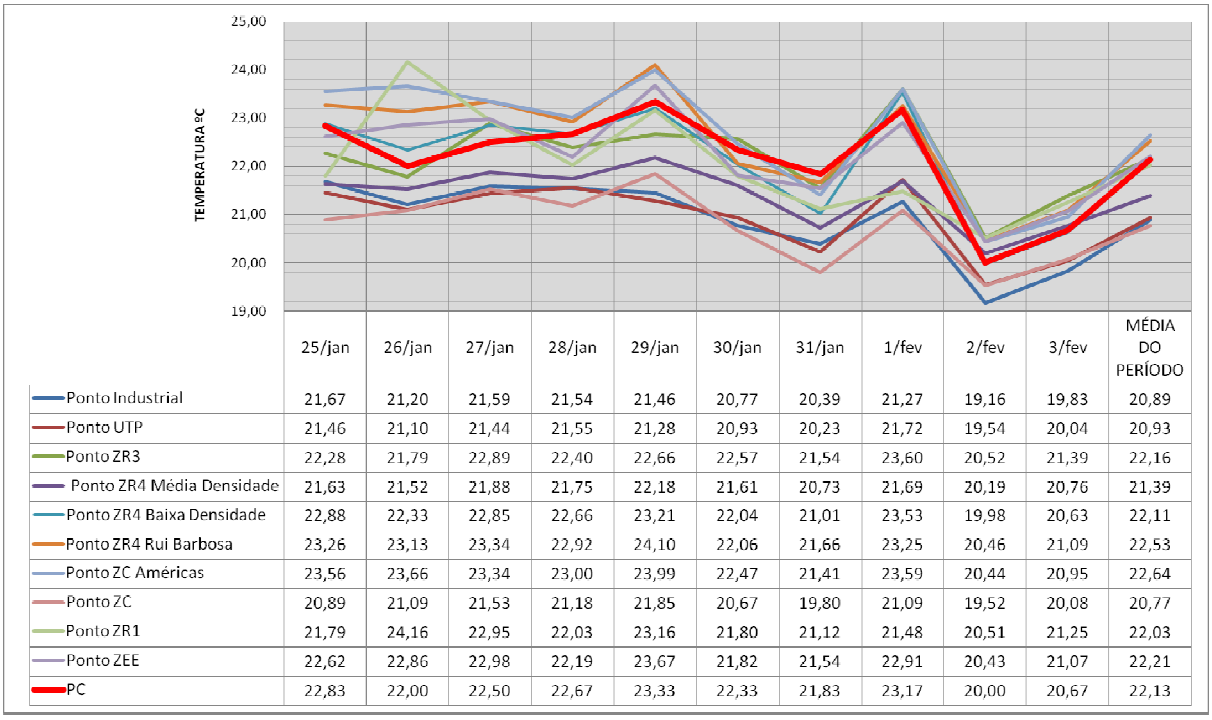
FIGURA 54 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM GRAUS CÉLSIOS (ºC), NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE: PERÍODO MADRUGADA – SÃO JOSÉ DOS PINHAIS
FONTE: O autor (2011)

No período da manhã as diferenças entre as mínimas e máximas temperaturas do ar foram bastante expressivas, chegando a 11,47ºC no oitavo dia

de medição (que equivale ao dia 01 de fevereiro de 2011), ocasionada pela entrada da Frente Polar Atlântica (FPa) que registrou queda nas temperaturas e aumento da umidade, chegando a 11,36ºC no quinto dia de medição (que equivale ao dia 29 de janeiro de 2011) em decorrência da entrada da Massa de Ar Polar Atlântica (MPA) e a 11,07ºC no segundo dia (que equivale ao dia 26 de janeiro de 2011), sob a ação da Massa de ar Tropical Atlântica (TA). Cabe salientar que essas diferenças de temperatura do ar ocorrem no intervalo de seis horas apenas, entre as 6 e 11 horas da manhã. Nesse período foram registradas algumas diferenças entre as médias e as medianas, porém os coeficientes de variação mantiveram-se entre 7 e 15% o que indica também homogeneidade na amostra e consequentemente que a média é bastante representativa para o período (Figura 52 e Tabela 8). No Ponto de Controle, no período da manhã, verificou-se que as temperaturas apresentaram o coeficiente de variação mais alto em relação aos demais períodos do dia e as amplitudes variaram entre 4 e 9 ºC (Figura 53 e Tabela 9).

A Figura 55 mostra como a temperatura média do ar no período da manhã sofreu variação, nos pontos amostrais. Em geral nos pontos monitorados foram registradas temperaturas que mantiveram a tendência entre si, ou seja, a medida que as temperaturas subiam ou desciam em um dia em um ponto, nos outros ocorria o mesmo fenômeno (Figura 55).

As maiores temperaturas médias foram registradas no Ponto ZC Américas (22,64ºC), localizada na Zona Central 2, no Ponto ZR4 Rui Barbosa (22,53ºC), localizado na Zona Residencial 4 e no Ponto ZEE (22,21ºC), localizado na Zona Especial Estrutural, enquanto que as menores foram registradas no Ponto ZC (20,77ºC) localizada na Zona Central 1, seguido do Ponto Industrial 1 (20,89ºC), localizado na Renault. O ponto de controle registrou no período da manhã a temperatura média de 22,13ºC, 0,51ºC menor do que a temperatura média do ponto mais quente e 1,36ºC mais quente que a menor temperatura média observada nos pontos amostrais. A diferença da temperatura média do ar entre o ponto amostral mais quente e o ponto amostral mais frio no período da manhã foi de 1,87ºC.

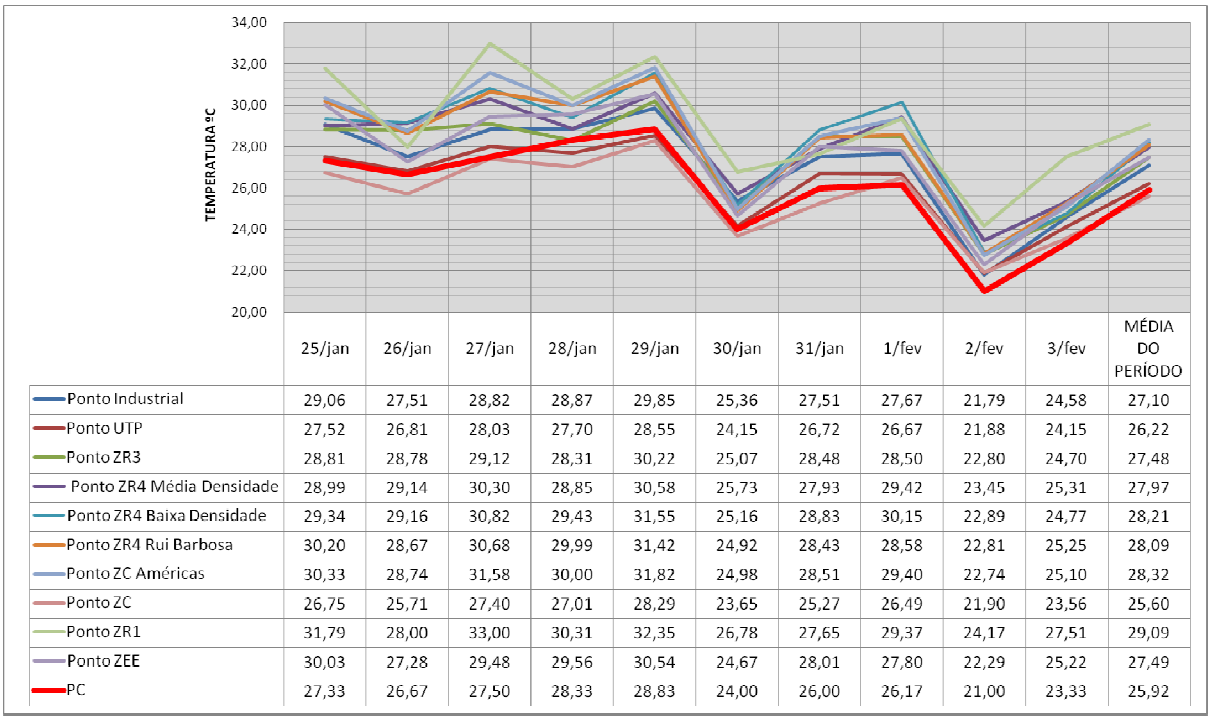


	25/jan	26/jan	27/jan	28/jan	29/jan	30/jan	31/jan	1/fev	2/fev	3/fev	MÉDIA DO PERÍODO
Ponto Industrial	21,67	21,20	21,59	21,54	21,46	20,77	20,39	21,27	19,16	19,83	20,89
Ponto UTP	21,46	21,10	21,44	21,55	21,28	20,93	20,23	21,72	19,54	20,04	20,93
Ponto ZR3	22,28	21,79	22,89	22,40	22,66	22,57	21,54	23,60	20,52	21,39	22,16
Ponto ZR4 Média Densidade	21,63	21,52	21,88	21,75	22,18	21,61	20,73	21,69	20,19	20,76	21,39
Ponto ZR4 Baixa Densidade	22,88	22,33	22,85	22,66	23,21	22,04	21,01	23,53	19,98	20,63	22,11
Ponto ZR4 Rui Barbosa	23,26	23,13	23,34	22,92	24,10	22,06	21,66	23,25	20,46	21,09	22,53
Ponto ZC Américas	23,56	23,66	23,34	23,00	23,99	22,47	21,41	23,59	20,44	20,95	22,64
Ponto ZC	20,89	21,09	21,53	21,18	21,85	20,67	19,80	21,09	19,52	20,08	20,77
Ponto ZR1	21,79	24,16	22,95	22,03	23,16	21,80	21,12	21,48	20,51	21,25	22,03
Ponto ZEE	22,62	22,86	22,98	22,19	23,67	21,82	21,54	22,91	20,43	21,07	22,21
PC	22,83	22,00	22,50	22,67	23,33	22,33	21,83	23,17	20,00	20,67	22,13

FIGURA 55 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM GRAUS CÉLSIOS (ºC), NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE: PERÍODO MANHÃ – SÃO JOSÉ DOS PINHAIS
FONTE: O autor (2011)

No período da tarde as maiores diferenças entre as temperaturas ocorreram no terceiro dia do monitoramento (que corresponde ao dia 27 de janeiro de 2011), sob a ação da Frente Polar Atlântica (FPA), no segundo dia (que corresponde ao dia 26 de janeiro de 2011), sob a ação da Massa de ar Tropical Atlântica (TA) e no quarto dia do monitoramento (que corresponde ao dia 28 de janeiro de 2011), sob a ação da Frente Polar Atlântica (FPA). Vale ressaltar que a atuação da FPA nestes dias foi consideravelmente fraca, o que contribuiu para explicar tais valores. A mediana manteve-se, em geral, próxima à média (Figura 52 e Tabela 8). O cálculo do coeficiente de variação não expressou grande heterogeneidade na amostra, indicando também a possibilidade da utilização das médias nos próximos estudos desta tese. No Ponto de Controle, no período da tarde, verificou-se que as temperaturas apresentaram o coeficiente de variação entre 4 e 13% e as amplitudes variaram de 2 a 7 ºC (Figura 53 e Tabela 9).

No período da tarde (Figura 56) as temperaturas médias também seguiram a mesma tendência entre os pontos. As maiores temperaturas médias foram registradas no Ponto ZR1 (29,09ºC), localizado na Zona Residencial 1, seguido do Ponto ZC Américas (28,32ºC), localizado na Zona Central 2. As menores temperaturas médias foram do Ponto ZC (25,60ºC) e Ponto UTP (26,22ºC), localizados na Zona Central 2 e na Unidade Territorial de Planejamento do Rio Itaqui – UTP, respectivamente. No ponto de controle, a média das temperaturas no período da tarde foi de 25,92ºC, 3,17ºC abaixo do valor do ponto mais quente e 0,32ºC acima do valor do ponto mais frio. A diferença da temperatura média do ar entre o ponto amostral mais quente e o ponto amostral mais frio no período da tarde foi de 3,49ºC. Esta maior diferença se comparada com os outros períodos do dia é esperada, devido à radiação solar e também ao maior aquecimento dos materiais e superfícies urbanas. Os dados do Ponto de Controle (PC) mantiveram-se próximos aos dados dos pontos monitorados (Figura 53 e Tabela 9).



	25/jan	26/jan	27/jan	28/jan	29/jan	30/jan	31/jan	1/fev	2/fev	3/fev	MÉDIA DO PERÍODO
Ponto Industrial	29,06	27,51	28,82	28,87	29,85	25,36	27,51	27,67	21,79	24,58	27,10
Ponto UTP	27,52	26,81	28,03	27,70	28,55	24,15	26,72	26,67	21,88	24,15	26,22
Ponto ZR3	28,81	28,78	29,12	28,31	30,22	25,07	28,48	28,50	22,80	24,70	27,48
Ponto ZR4 Média Densidade	28,99	29,14	30,30	28,85	30,58	25,73	27,93	29,42	23,45	25,31	27,97
Ponto ZR4 Baixa Densidade	29,34	29,16	30,82	29,43	31,55	25,16	28,83	30,15	22,89	24,77	28,21
Ponto ZR4 Rui Barbosa	30,20	28,67	30,68	29,99	31,42	24,92	28,43	28,58	22,81	25,25	28,09
Ponto ZC Américas	30,33	28,74	31,58	30,00	31,82	24,98	28,51	29,40	22,74	25,10	28,32
Ponto ZC	26,75	25,71	27,40	27,01	28,29	23,65	25,27	26,49	21,90	23,56	25,60
Ponto ZR1	31,79	28,00	33,00	30,31	32,35	26,78	27,65	29,37	24,17	27,51	29,09
Ponto ZEE	30,03	27,28	29,48	29,56	30,54	24,67	28,01	27,80	22,29	25,22	27,49
PC	27,33	26,67	27,50	28,33	28,83	24,00	26,00	26,17	21,00	23,33	25,92

FIGURA 56 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM GRAUS CÉLSIOS (ºC), NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE: PERÍODO TARDE – SÃO JOSÉ DOS PINHAIS
FONTE: O autor (2011)

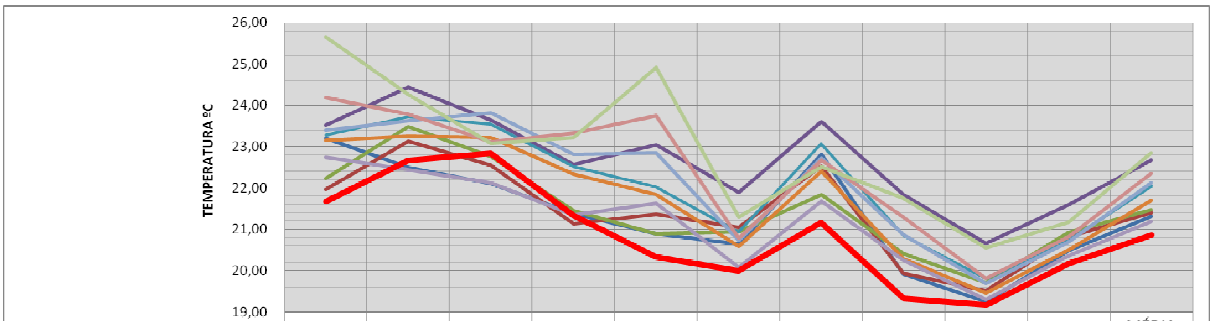
À noite, com exceção do primeiro dia de medição (que equivale ao dia 25 de janeiro de 2011), sob ação da Massa Tropical Atlântica (TA), no quinto dia (que equivale ao dia 29 de janeiro de 2011), sob a ação da Frente Polar Atlântica (FPA) e no sétimo dia (que equivale ao dia 31 de janeiro de 2011), sob ação da Massa Tropical Atlântica (TA), as amplitudes térmicas nos pontos monitorados mantiveram-se praticamente estáveis (Figura 52 e Tabela 8). As diferenças entre o primeiro e o terceiro quartis foram parecidas com o período da madrugada. A média e a mediana mantiveram-se muito próximas e o coeficiente de variação baixo, o que indica que a média é bastante representativa do conjunto de dados em questão.

Considerando as temperaturas médias do ar nos pontos monitorados, no período noturno, foram verificadas as maiores temperaturas no Ponto ZR1 (22,84ºC), seguido do Ponto ZR4 Média Densidade (22,68ºC), localizados na Zona Residencial 1 e na Zona Residencial 4, respectivamente. As menores temperaturas médias foram registradas no Ponto ZEE (21,19ºC), localizado na Zona Especial Estrutural, no Ponto Industrial (21,32ºC), localizado na Zona Industrial da Renault e no Ponto UTP (21,40ºC), localizado na Unidade Territorial de Planejamento do Rio Itaqui – UTP. No ponto de controle a temperatura média do período noturno foi de 20,87ºC, 1,97ºC abaixo do valor do ponto mais quente e 0,32ºC abaixo do valor do ponto mais frio. A diferença da temperatura média do ar entre o ponto amostral mais quente e o ponto amostral mais frio no período da noite foi de 1,65ºC (Figura 57).

No Ponto de Controle (PC) as menores amplitudes foram registradas no oitavo, nono e décimo dia (que equivalem respectivamente aos dias 01, 02 e 03 de fevereiro de 2011), sob a ação da Massa de ar Tropical Atlântica (TA), Massa de ar Polar Atlântica (MPA) e Massa Polar Velha (MPV) (Figura 53 e Tabela 9).

Os estudos realizados até esta etapa da pesquisa mostraram como variou a temperatura do ar nos dias do monitoramento, segundo cada período do dia (Tabelas 8, 9 e Figuras 52 a 57), bem como em cada ponto amostral em cada dia do monitoramento (Figuras 43 a 52). Como dito anteriormente a opção em estudar a temperatura do ar nos períodos do dia (madrugada, manhã, tarde e noite) se deu como forma de minuciosamente verificar a dinâmica da temperatura do ar a fim de

observar as diferenças de acordo com o período do dia. Isso foi necessário para não incorrer em generalizações apressadas antes de compreender a variável em estudo, isto é, a temperatura do ar, em suas particularidades. Porém, considerando os objetivos e a hipótese desta pesquisa, não é possível estratificar as temperaturas do ar por períodos do dia uma vez que a legislação urbanística que prevê os parâmetros de construção deve considerar todos os horários do dia. Neste contexto, deste ponto em diante da pesquisa foram utilizados todos os dados de temperatura do ar, independente dos períodos do dia. Para isso, foi elaborada a estatística descritiva para todos os dados coletados segundo os dias de monitoramento.



	25/jan	26/jan	27/jan	28/jan	29/jan	30/jan	31/jan	1/fev	2/fev	3/fev	MÉDIA DO PERÍODO
Ponto Industrial	23,21	22,49	22,12	21,38	20,89	20,64	22,82	19,92	19,25	20,49	21,32
Ponto UTP	21,96	23,13	22,55	21,14	21,37	21,04	22,52	19,94	19,52	20,82	21,40
Ponto ZR3	22,23	23,48	22,77	21,45	20,89	20,94	21,84	20,41	19,71	20,92	21,46
Ponto ZR4 Média Densidade	23,52	24,44	23,65	22,57	23,04	21,89	23,60	21,85	20,66	21,59	22,68
Ponto ZR4 Baixa Densidade	23,28	23,72	23,55	22,52	22,02	20,94	23,07	20,85	19,80	20,75	22,05
Ponto ZR4 Rui Barbosa	23,15	23,26	23,22	22,33	21,85	20,58	22,41	20,29	19,45	20,50	21,70
Ponto ZC Américas	23,41	23,63	23,82	22,81	22,86	20,73	22,73	20,87	19,69	20,70	22,12
Ponto ZC	24,19	23,78	23,12	23,33	23,74	20,79	22,67	21,29	19,81	20,81	22,35
Ponto ZR1	25,66	24,26	23,08	23,22	24,91	21,30	22,52	21,76	20,56	21,18	22,84
Ponto ZEE	22,74	22,44	22,13	21,34	21,62	20,08	21,68	20,25	19,30	20,36	21,19
PC	21,67	22,67	22,83	21,33	20,33	20,00	21,17	19,33	19,17	20,17	20,87

FIGURA 57 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM GRAUS CÉLSIOS (ºC), NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE: PERÍODO NOITE – SÃO JOSÉ DOS PINHAIS
FONTE: O autor (2011)

De acordo com a Tabela 10 e a Figura 58 as temperaturas do ar medidas durante o monitoramento mantiveram-se semelhantes às temperaturas do ar no Ponto de Controle (PC) localizado no Aeroporto Afonso Pena.

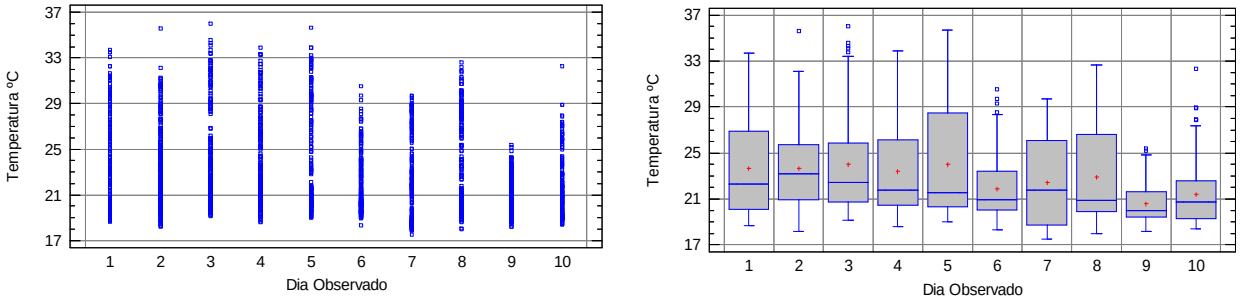
TABELA 10 - MEDIDAS RESUMO PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS, NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO CONTROLE (PC) - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – 25/01 A 03/02/2011.

DADOS	DIA	Nº DE MED.	MÍNIMO	MÁXIMO	AMPLITUDE	1º QUARTIL	3º QUARTIL	AMPLITUDE INTERQUARTÍLICA	MÉDIA	MEDIANA	MODA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
DADOS DO MONITORAMENTO	1	240	18,65	33,68	15,03	20,10	26,89	6,79	23,68	22,31	19,96	16,6156	4,07	17,21
	2	240	18,22	35,58	**17,36**	**20,90**	25,74	4,84	23,69	**23,18**	-	12,3357	3,51	14,82
	3	240	19,15	**36,01**	16,86	20,75	25,88	5,13	24,02	22,46	20,34	17,4749	4,18	17,40
	4	240	18,63	33,91	15,28	20,46	26,14	5,68	23,40	21,73	-	14,8806	3,85	16,48
	5	240	**18,99**	35,66	16,67	20,34	**28,45**	8,11	**24,04**	21,53	20,34	**20,8568**	**4,56**	**18,99**
	6	240	18,32	30,52	12,20	20,02	23,4	3,38	21,89	20,92	-	6,3163	2,51	11,48
	7	240	**17,53**	**29,69**	12,16	**18,77**	26,08	7,31	22,43	21,78	-	14,2814	3,77	16,85
	8	240	17,99	32,64	14,65	19,87	26,62	6,75	22,89	20,88	20,41	15,4999	3,93	17,19
	9	240	18,20	25,38	**7,18**	19,39	**21,64**	2,25	**20,56**	**19,96**	-	2,4614	1,56	7,63
	10	240	18,39	32,28	13,89	19,28	22,55	3,27	21,41	20,73	18,99	6,8102	2,60	12,19
	TOTAL	2400	17,53	36,01	18,48	19,98	24,98	5,00	22,80	21,44	20,17	13,9960	3,74	16,40
PONTO DE CONTROLE	1	24	18,00	30,00	12,00	20,00	25,50	5,50	22,75	21,00	21,00	12,8043	3,57	15,73
	2	24	18,00	28,00	10,00	20,00	26,00	6,00	22,70	22,00	-	10,8243	3,29	14,49
	3	24	19,00	30,00	11,00	20,00	25,00	5,00	23,16	22,50	20,00	13,1884	3,63	15,6
	4	24	19,00	31,00	12,00	20,00	25,50	5,50	23,08	21,50	21,00	13,5580	3,68	15,95
	5	24	19,00	30,00	11,00	20,00	27,00	7,00	23,12	21,00	20,00	**16,6359**	**4,07**	**17,64**
	6	24	18,00	26,00	8,00	20,00	23,00	3,00	21,54	21,00	20,00	5,5634	2,35	10,95
	7	24	18,00	28,00	10,00	18,50	24,00	5,50	21,79	21,00	18,00	12,7808	3,57	16,41
	8	24	18,00	29,00	11,00	19,00	25,50	6,50	22,00	20,00	19,00	12,6957	3,56	16,20
	9	24	18,00	22,00	4,00	19,00	20,50	1,50	19,95	20,00	19,00	1,3460	1,16	5,81
	10	24	19,00	25,00	6,00	19,00	21,00	2,00	20,79	20,00	19,00	4,2590	2,06	9,93
	TOTAL	240	18,00	31,00	13,00	20,00	24,00	4,00	22,09	21,00	20,00	11,0460	3,32	15,04

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Nota: Os valores em negrito representam os maiores e menores valores.

PONTOS MONITORADOS



PONTO DE CONTROLE

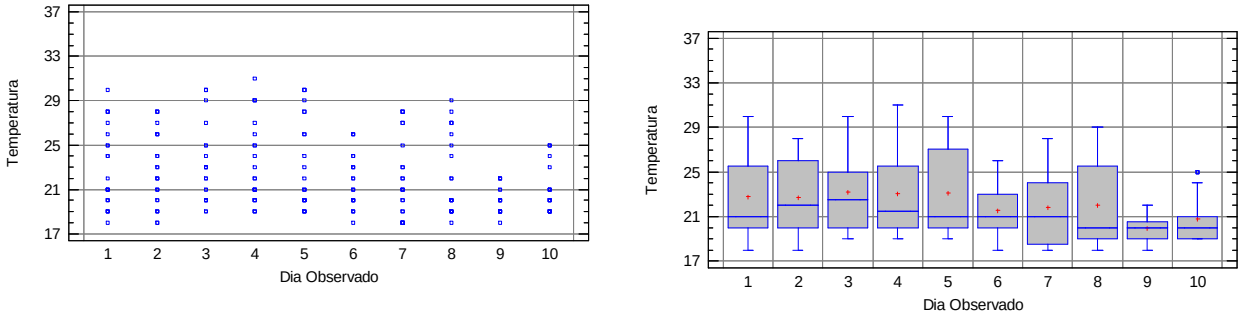


FIGURA 58 -COMPORTAMETO DA TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CÉLSIUS, NOS PONTOS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE (PC) - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

NOTA: Os dias do monitoramento têm a seguinte correspondência: 1 equivale ao dia 25 de janeiro de 2011; 2 equivale ao dia 26 de janeiro de 2011; 3 equivale ao dia 27 de janeiro de 2011; 4 equivale ao dia 28 de janeiro de 2011; 5 equivale ao dia 29 de janeiro de 2011; 6 equivale ao dia 30 de janeiro de 2011; 7 equivale ao dia 31 de janeiro de 2011; 8 equivale ao dia 01 de fevereiro de 2011; 9 equivale ao dia 02 de fevereiro de 2011; 10 equivale ao dia 03 de fevereiro de 2011.

Nos pontos amostrais, os dias com maiores amplitudes térmicas foram o segundo (que equivale ao dia 26 de janeiro de 2011), sob a ação da Massa de ar Tropical Atlântica (TA), o terceiro (27 de janeiro de 2011) e o quinto (29 de janeiro de 2011), esses sob a ação da Frente Polar Atlântica (FPA). A maior amplitude interquartílica foi verificada no quinto dia (que equivale ao dia 29 de janeiro de 2011), sob a ação da Frente Polar Atlântica (FPA). Como a variação das temperaturas mínimas, máximas, médias, os desvios padrões e coeficientes de variações ficaram próximos do obtido no ponto de controle assume-se então que a amostra obtida nos dias de monitoramento é representativa. Como os coeficientes de variação

mantiveram-se entre 7 e 19%, assume-se que a média pode ser usada para representar o conjunto de dados. Além disso, a maioria das técnicas estatísticas é formulada baseando-se na média de um conjunto de dados quantitativos contínuos.

A partir da descrição dos dados da temperatura do ar obtidos durante o monitoramento realizado, tornou-se possível iniciar a análise dos dados, assunto abordado no Capítulo 6, que trata também das discussões a respeito do tema.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: A VARIAÇÃO DAS TEMPERATURAS DO AR URBANAS EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

Este capítulo trata da análise e discussão dos resultados obtidos no monitoramento, focando principalmente a hipótese desta pesquisa, isto é, que as temperaturas do ar variam em decorrência dos atributos urbanos aqui quantificados. Para a análise foram utilizadas ferramentas estatísticas que relacionaram as temperaturas do ar com a área construída, a área impermeabilizada, a área livre, a área verde e a área com água.

Apesar da estatística descritiva elaborada no Capítulo 5 indicar que as temperaturas médias dos dias podem ser representativas dos dados, no respectivo dia estudado, cabe ressaltar que ao se fazer uma coleta de dados de uma determinada população[24] não é possível afirmar que essa amostra[25] possa ser estudada a partir da média dos dados, principalmente considerando que a amostra corresponde a somente parte do todo (FARIAS et. al, 2003). Neste sentido os dados coletados para esta pesquisa não podem ser estendidos para toda a área urbana de São José dos Pinhais, devido a quantidade dos pontos amostrais analisados. Ainda sob esse enfoque, foi necessário um estudo mais aprofundado para verificar se houve diferença significativa entre as temperaturas médias dos dias. Para isso, buscou-se na Estatística a ferramenta denominada de Análise de Variância (ANOVA). Na ANOVA, os fatores (também chamados de causas de variação) podem ser de origem qualitativa ou quantitativa, mas a variável dependente necessariamente deverá ser quantitativa contínua. Neste estudo, a variável

[24] A população em Estatística pode ser definida como o conjunto dos indivíduos ou elementos, com uma característica comum, objeto do estudo, e que estão sujeitos a uma análise estatística.

[25] A amostra em Estatística pode ser definida como um subconjunto retirado da população. Supõe-se que esse subconjunto seja representativo de todas as características da população de onde a amostra veio, e esta representatividade deve ser garantida no plano amostral. Sobre a amostra será feito o estudo estatístico, com o objetivo de serem tiradas conclusões válidas sobre a população de onde a amostra foi retirada.

dependente é a temperatura, que é quantitativa contínua, e os fatores considerados foram os dias de monitoramento.

A Análise de Variância utiliza-se de uma ferramenta estatística mais ampla denominada de Teste de Hipóteses. Num teste de hipóteses, quando o parâmetro (medida de referência) de interesse é a média populacional o objetivo é verificar se as diferenças entre os valores das médias de duas populações são ou não devido ao acaso[26]. Para se fazer um teste de hipóteses, primeiramente, elabora-se uma hipótese sobre a população da qual a amostra foi retirada. Esta é chamada de hipótese nula, H0, porque propõe que não existe diferença significativa entre os parâmetros (medidas sobre as populações) que estão sendo testados. Em contrapartida, a hipótese alternativa, Ha, é formulada para testar a hipótese contrária à hipótese nula e a diferença significativa pode ser tanto para mais quanto para menos (LEVINE, BERENSON e STEPHAN, 2000).

Para se realizar a ANOVA, é preciso avaliar se seus pressupostos teóricos foram satisfeitos, sendo os pressupostos principais a aleatoriedade e independência dos erros, a normalidade dos erros e a homogeneidade da variância (homocedasticidade, isto é, variância constante dos erros). A aleatoriedade e a independência dos erros devem ser garantidas no planejamento amostral, a normalidade dos erros é verificada por testes estatísticos sobre a variável dependente bem como sobre os resíduos (estimativa dos erros) e a homogeneidade da variância é verificada a partir de gráficos estatísticos dos resíduos. Em geral a verificação destes pressupostos é realizada depois de executada a ANOVA, isto é, depois de obtida a tabela característica da ANOVA. Isso porque essa ferramenta estatística gerará um modelo probabilístico para os dados e a partir deste modelo

---

[26] Cabe ressaltar que o teste de hipóteses não prova nem desaprova hipóteses, no sentido matemático do termo, isto é, de uma demonstração. Na verdade, um teste de hipóteses é uma ferramenta para a tomada de decisões, mas que estará sempre sujeita a erros, uma vez que estes testes se baseiam em probabilidades.

são calculados os resíduos (diferença entre os valores preditos pelo modelo e os valores observados) (CHARNET, FREIRE, *et al.*, 2008; LEVINE, BERENSON e STEPHAN, 2000).

Uma vez que se utilizou os valores médios da temperatura do ar como indicativos para a relação entre o uso do solo e o planejamento, foram necessários estudos que identificam se houve ou não diferenças significativas entre as temperaturas médias do ar nos dias do monitoramento. Para tal, foram formuladas as seguintes hipóteses:

Para “Dias Monitorados”:

H0 (hipótese nula)= As temperaturas médias nos dias monitorados são iguais.

Ha (hipótese alternativa)= Há pelo menos dois dias monitorados com temperaturas médias diferentes.

Para testar as hipóteses acima foi utilizado o *software STATGRAPHICS Centurion XV* Versão 15.1.02, obtendo-se a Tabela 11. O *software* executou análise unifatorial de variância para temperatura do ar, em cada dia monitorado. A tabela apresenta os valores da soma dos quadrados, os graus de liberdade (DF), a média dos quadrados, a estatística F obtida a partir dos dados (F-ratio) e o nível descritivo do teste (p-valor). Dentre os resultados apresentados na Tabela 11 merece destaque o p-valor, que é a probabilidade de se obter a estatística F observada ou algo mais extremo do que ela, dado que a hipótese nula é verdadeira. De acordo com a literatura, cabe ao pesquisador determinar o nível de significância do teste, ou seja, a probabilidade máxima admitida para se obter o resultado do teste (neste caso, a estatística F) dada que a hipótese nula é verdadeira. Isto é, o nível de significância determina um ponto de corte para a estatística do teste. Nesta pesquisa adotou-se o nível de significância[27]de 5% por ser o valor mais usual. Diante disso, se

[27] O complementar do nível de significância é o nível de confiança, isto é, os valores dos níveis de significância e o de confiança devem somar 1 ou 100%.

o p-valor for menor que o nível de significância adotado (neste caso, menor que 5%), assume-se a hipótese alternativa e rejeita-se a hipótese nula. Ao contrário, se o p-valor for maior, não se rejeita a hipótese nula.

Como o p-valor para o fator “Dia Monitorado” foi menor que 5%, há evidências amostrais a favor da hipótese alternativa, isto é, pode-se dizer que há pelo menos dois dias com temperaturas médias diferentes.

TABELA 11 - TESTE DA ANOVA PARA A TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS (ºC), PARA O FATOR DIA MONITORADO

DADOS/FATORES	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	MÉDIA DOS QUADRADOS	ESTATÍSTICA F	P-Valor
A:Dia Monitorado	3096,07	9	344,008	26,97	**0,0000**
RESIDUAL	30480,4	2390	12,7533	-	-
TOTAL	33576,4	2399	-	-	-

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Como os valores de p-valor indicaram diferenças significativas entre as médias, fez-se necessário identificar quais as médias que diferiam entre si, ou seja, responder a pergunta: “Quais dias monitorados tiveram temperaturas médias diferentes?” (ou alternativamente “Quais dias monitorados tiveram temperaturas médias iguais?”). Para isso foi necessário aplicar um teste de diferença de médias. A opção por utilizar o Teste de Tukey ocorreu pelo fato deste ser o mais usual no Brasil e nos Estados Unidos. O teste Tukey permite estabelecer a diferença mínima significante, ou seja, a menor diferença entre as médias que deve ser tomada como significativa em determinado nível de significância.

A Tabela 12 apresenta os resultados do Teste de Tukey para os dias monitorados. Nela constam os resultado de LSmean (média dos quadrados) e LS sigma (constante de Tukey), além da coluna dos grupos homogêneos. Para analisar as diferenças deve-se verificar a posição gráfica do elemento “X” na coluna dos grupos homogêneos. Para que seja afirmado que não há diferenças estatisticamente significativas entre os dados, o elemento “X” deve estar na mesma posição vertical dentro da coluna, ou seja, um embaixo do outro ou sobre o outro.

TABELA 12 - DIFERENÇAS DE MÉDIAS DA TEMPERATURA DO AR, SEGUNDO TESTE TUKEY, PARA O FATOR DIA MONITORADO

DIA MONITORADO	TOTAL DOS DADOS	LS Mean	LS Sigma	GRUPOS HOMOGENEOS
9	240	20,565	0,230518	X
10	240	21,4101	0,230518	XX
6	240	21,8975	0,230518	XX
7	240	22,4304	0,230518	XXX
8	240	22,8986	0,230518	XXX
4	240	23,4095	0,230518	XXX
1	240	23,6829	0,230518	XX
2	240	23,6943	0,230518	XX
3	240	24,0248	0,230518	X
5	240	24,0498	0,230518	X

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

O Teste Tukey para os dias monitorados indicou, comparando dois a dois, que os seguintes dias monitorados possuem diferenças significativas de médias das temperaturas: 1 e 6; 1 e 7; 1 e 9; 1 e 10; 2 e 6; 2 e 7; 2 e 9; 2 e 10; 3 e 6; 3 e 7; 3 e 8; 3 e 9; 3 e 10; 4 e 6; 4 e 9; 4 e 10; 5 e 6; 5 e 7; 5 e 8; 5 e 9; 5 e 10; 6 e 9; 7 e 9; 8 e 9; e 8 e 10. Ao todo foram identificados 25 pares, com diferenças estatisticamente significativas, considerando o nível de confiança de 95,0%. Os pares 1 e 2; 1 e 3; 1 e 4; 1 e 5; 1 e 8; 2 e 3; 2 e 4; 2 e 5; 2 e 8; 3 e 4; 3 e 5; 4 e 5; 4 e 7; 4 e 8; 6 e 7; 6 e 8; 6 e 10; 7 e 8; 7 e 10; e 9 e 10 não possuem diferenças estatisticamente significativas. Em suma, pode-se dizer que durante o monitoramento a temperatura do ar se caracterizou de modo homogêneo nos seguintes dias:

- ✓ 1, 2, 3, 4 e 5;
- ✓ 1, 2, 4 e 8;
- ✓ 4, 7 e 8;
- ✓ 6, 7,e 8;
- ✓ 6, 7 e 10;
- ✓ 9 e 10.

A análise do Teste de Tukey indicou um grande grupo de dias como homogêneo, considerando os dados da temperatura do ar nos dias monitorados: dias 1, 2, 3, 4 e 5, que equivalem aos dias 25, 26, 27, 28 e 29 de janeiro de 2011. Conforme os resultados da análise rítmica (Figura 18 discutida na página 120), nos

dias 25 e 26 de janeiro de 2011, atuou sobre São José dos Pinhais a Massa de ar Tropical Atlântica (TA) característica por ser quente e úmida. Nos dias 27, 28 e 29 de janeiro de 2011 a região do Paraná sofreu atuação da Frente Polar Atlântica (FPA) com fraca atuação e baixa nebulosidade.

Como mencionado anteriormente, após a aplicação do teste ANOVA é necessário que sejam verificados se os pressupostos teóricos desta técnica foram atendidos, uma vez que a violação dessas suposições podem comprometer os resultados obtidos pelo referido teste. Essas pressuposições são freqüentemente verificadas por meio de gráficos de diagnóstico dos resíduos. Esses gráficos têm a capacidade de detectar indícios de violação das suposições teóricas. Os pressupostos a serem verificados são a normalidade dos erros e a homocedasticidade das variâncias dos erros.

A independência dos erros, como dito anteriormente, deve ser garantida no planejamento amostral, ou seja, durante a determinação dos procedimentos do estudo de caso. Neste trabalho, foi assumida a independência das temperaturas do ar nos pontos amostrais, uma vez que, via de regra, a temperatura do ar em um ponto amostral não interfere na temperatura do ar obtida em outro ponto amostral. No entanto, a temperatura do ar entre os dias, devido a ação dos sistemas atmosféricos atuantes, podem não ser independentes. No caso específico desta tese, durante o monitoramento atuaram sobre São José dos Pinhais a Massa Tropical Atlântica (TA), Frente Polar Atlântica (FPA), Massa de Ar Polar Atlântica (MPA) e Massa Polar Velha (MPV), o que indica a dependência dos dados de temperatura do ar ao longo dos dias.

O segundo pressuposto da ANOVA, a normalidade dos erros, pode ser verificado pela normalidade da variável resposta, nesse caso, a temperatura do ar. Como o modelo probabilístico utilizado na ANOVA é aditivo (representa a soma), isso significa que o modelo probabilístico ao qual os erros seguem é o mesmo modelo probabilístico da variável resposta. Para verificação deste pressuposto, foi aplicado o teste estatístico *Kolmogorov–Smirnov*, executado pelo *software* Statgraphics Centurion XV Versão 15.1.02. A variável resposta, temperatura do ar,

durante o monitoramento, variou de acordo com a curva apresentada na Figura 59. O teste estatístico *Kolmogorov–Smirnov* realizou a tentativa de ajustar uma equação conhecida à curva encontrada durante o monitoramento. Para isso, utilizou-se da distribuição probabilística normal e de outras distribuições probabilísticas mais conhecidas, como a Distribuição Gama, Gama Generalizada, Log Normal e a Weibull. Porém todos os p-valores registraram valores inferiores à 5%, ou seja, as distribuições probabilísticas testadas não ajustaram-se à variável temperatura do ar, fato este que pode ser verificado na Figura 60 na Tabela 13[28].

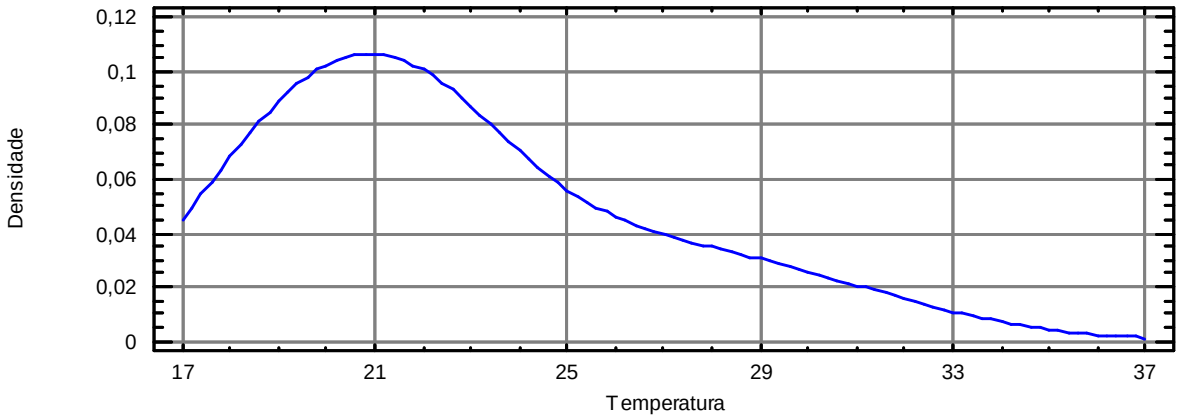


FIGURA 59 - CURVA DA DISTRUIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA TODOS OS DIAS DO MONITORAMENTO - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.
FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

TABELA 13 - TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA AJUSTAMENTO DE DISTRIBUIÇÕES PROBABILÍSTICAS

	Gamma	*Generalized Gamma*	*Lognormal*	*Normal*	*Weibull*
Diferença máxima	0,139176	0,132308	0,132288	0,153294	0,155537
Diferença mínima	0,0867501	0,0799389	0,0799836	0,103073	0,153856
Diferença utilizada	0,139176	0,132308	0,132288	0,153294	0,155537
P-Value	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

[28] Densidade é a relação entre a freqüência relativa(o valor que é observado na população - e a quantidade de elementos da população) e a amplitude (diferença entre o maior e o menor valor do conjunto de dados) do intervalo de classe.

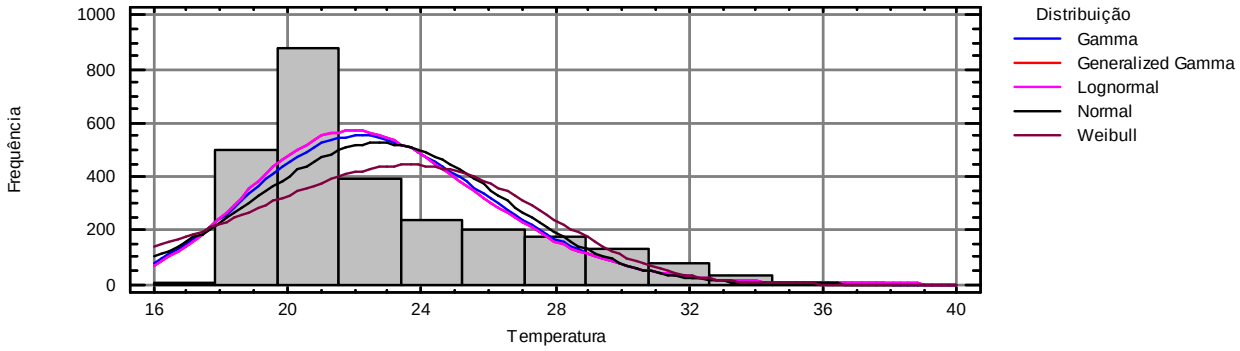


FIGURA 60 – COMPARAÇÃO DA CURVA DA DISTRUIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA TODOS OS DIAS DO MONITORAMENTO, COM ALGUNS MODELOS PROBABILÍSTICOS USUAIS - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

De acordo com WALPOLE et al (2009) a análise de variância é razoavelmente robusta à suposição de normalidade dos erros, mas não à suposição da homocedasticidade. Por robustez de uma técnica estatística entende-se a capacidade da técnica em fornecer resultados confiáveis ainda que não satisfeitas plenamente todas as suas condições ideais de realização. Isso significa que se admite a aplicação da técnica estatística da ANOVA caso a distribuição da variável resposta (temperatura do ar) seja aproximadamente normal e que a homocedasticidade seja atendida.

Diante disso, cabe analisar o terceiro pressuposto, ou seja, a homocedasticidade também conhecida como homogeneidade da variância ou variância constante para os erros. A análise deste pressuposto ocorreu também por meio dos gráficos dos resíduos obtidos após a elaboração da ANOVA. Ao observar a Figura 61 admite-se que a amplitude dos resíduos é constante, ou seja, os resíduos mantiveram a mesma amplitude, exceto no dia 09. Isso significa que, em relação a homocedasticidade a ANOVA poderia ser utilizada.

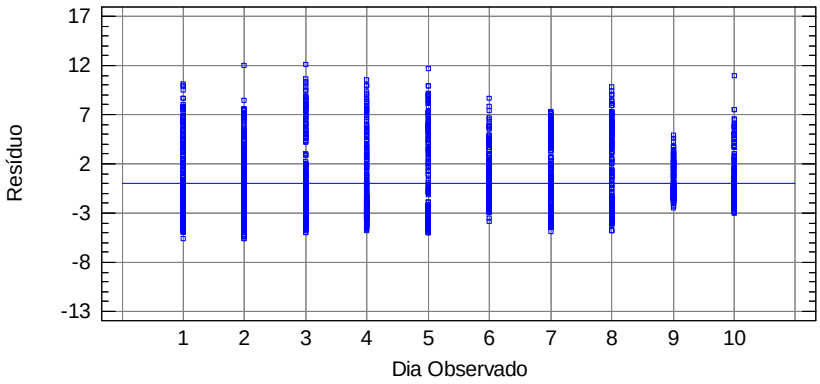


FIGURA 61 - GRÁFICO DOS RESÍDUOS DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA TODOS OS DIAS DO MONITORAMENTONOVA SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Diante do exposto, poder-se-ia utilizar a ANOVA pela homocedasticidade, pela robustez da normalidade, porém não pela falta de independência dos dados. Embora o teste da ANOVA tenha apontado que os cinco primeiros dias do monitoramento que equivalem a 25, 26, 27, 28 e 29 de janeiro de 2011 não registraram diferenças significativas na temperatura média do ar, o referido teste não seria a técnica mais indicada para perceber essas diferenças uma vez que estaria violada a suposição da falta de independência, bem como os resíduos (30480,4) apresentados na Tabela 11, pois aqueles ficaram maiores do que os valores referente ao fator dia monitorado (3096,07). Isso significa que a parte da variabilidade da temperatura do ar não explicada pelo modelo gerado pela ANOVA é maior que a parte explicada pelo fator dia monitorado. No entanto esses dados foram trabalhados porque tiveram temperaturas do ar sob as mesmas condições atmosféricas, tendo ainda registrado similaridade dos dados.

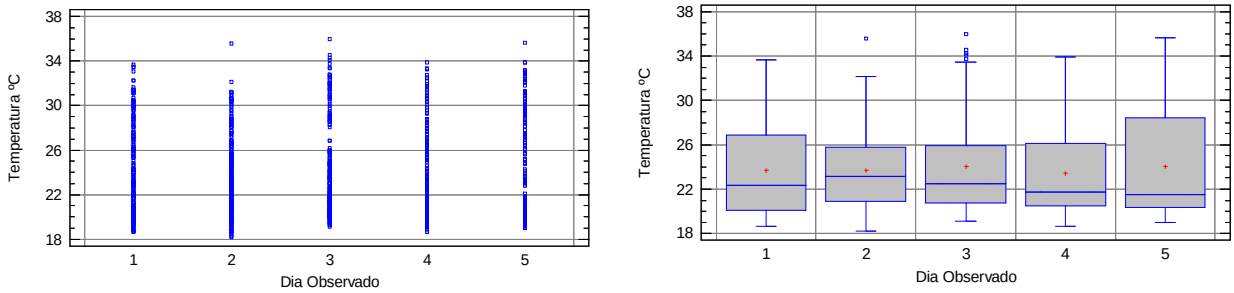
Na seqüência, objetivando analisar a variação da temperatura do ar nos dias 25, 26, 27, 28 e 29 de janeiro de 2011, foi elaborada a estatística descritiva dos dados para esses dias, com as respectivas tabelas e gráficos (Tabela 14 e Figura 62).

TABELA 14 - MEDIDAS RESUMO PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS, NOS PONTOS AMOSTRAIS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE (PC), PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011 - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS.

DADOS	DIA	Nº DE MED.	MÍNIMO	MÁXIMO	AMPLITUDE	1º QUARTIL	3º QUARTIL	AMPLITUDE INTERQUARTÍLICA	MÉDIA	MEDIANA	MODA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
PONTOS MONITORADOS	1(25/01)	240	18,65	**33,68**	**15,03**	**20,10**	26,89	6,79	23,68	22,31	19,96	16,6156	4,07	17,21
	2(26/01)	240	**18,22**	35,58	**17,36**	**20,90**	**25,74**	4,84	23,69	**23,18**	-	12,3357	3,51	14,82
	3(27/01)	240	**19,15**	**36,01**	16,86	20,75	25,88	5,13	24,02	22,46	20,34	17,4749	4,18	17,40
	4(28/01)	240	18,63	33,91	15,28	20,46	26,14	5,68	**23,40**	21,73	-	14,8806	3,85	16,48
	5(29/01)	240	18,99	35,66	16,67	20,34	**28,45**	8,11	**24,04**	**21,53**	20,34	**20,8568**	**4,56**	**18,99**
	TOTAL	1200	18,22	36,01	17,79	20,46	26,50	6,04	23,77	22,2	20,21	16,4352	4,05	17,05
PONTO DE CONTROLE (PC)	1(25/01)	24	18	30	12	20	25,5	5,5	22,75	21	21	12,8043	3,57	15,73
	2(26/01)	24	18	28	10	20	26	6	22,70	22	-	10,8243	3,29	14,49
	3(27/01)	24	19	30	11	20	25	5	23,16	22,5	20	13,1884	3,63	15,68
	4(28/01)	24	19	31	12	20	25,5	5,5	23,08	21,5	21	13,558	3,68	15,95
	5(29/01)	24	19	30	11	20	27	7	23,12	21	20	**16,6359**	**4,07**	**17,64**
	TOTAL	120	18	31	13	20	26	6	22,96	22	20	12,9905	3,60	15,69

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).
Nota: Os valores em negrito representam os maiores e menores valores.

PONTOS MONITORADOS



PONTO DE CONTROLE

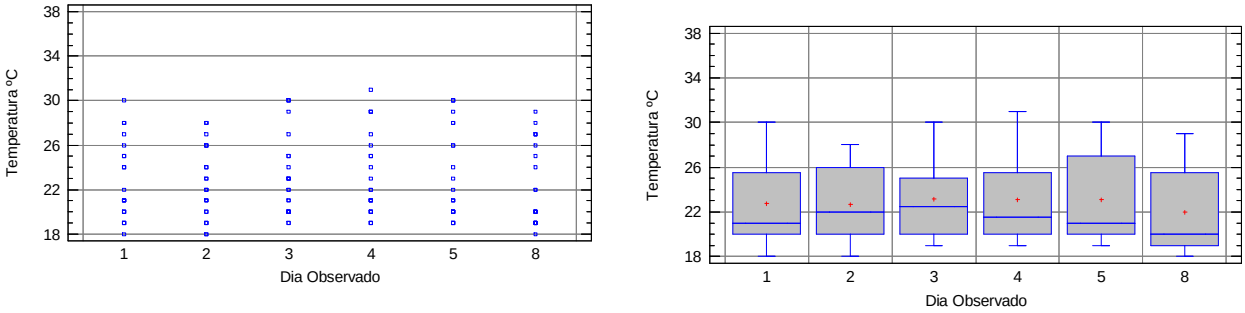


FIGURA 62 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CÉLSIUS, NOS PONTOS AMOSTRAIS MONITORADOS E NO PONTO DE CONTROLE, PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011 - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS.

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

NOTA: Os dias do monitoramento têm a seguinte correspondência: 1 equivale ao dia 25 de janeiro de 2011; 2 equivale ao dia 26 de janeiro de 2011; 3 equivale ao dia 27 de janeiro de 2011; 4 equivale ao dia 28 de janeiro de 2011 e 5 equivale ao dia 29 de janeiro de 2011.

De acordo com a Tabela 14 e a Figura 62 verificou-se que as temperaturas do ar nos pontos monitorados mantiveram-se semelhantes àquelas medidas no Ponto de Controle (PC). Os dados apontaram pequenas diferenças entre as médias e as medianas, e coeficientes de variação ficaram baixos, o que indica também homogeneidade na amostra e consequentemente que os dados são aproximadamente simétricos. Como dito anteriormente, apesar dessa análise preliminar indicar que as médias dos dias podem ser representativas dos dados foi necessário um estudo mais aprofundado para verificar se houve diferença significativa entre as temperaturas médias dos dias nos pontos monitorados. Para esta análise, aplicou-se a ANOVA (Tabela 15). Considerando que nesta etapa da

tese o objetivo era estudar se havia ou não diferença significativa entre os pontos amostrais, nos dias 1, 2, 3, 4 e 5, que equivale aos dias 25, 26, 27, 28 e 29 de janeiro de 2011 (dias em que a temperatura variou de modo homogêneo), foram formuladas as seguintes hipóteses:

Para os “Pontos Amostrais, nos dias 25, 26, 27, 28 e 29 de janeiro de 2011”:

H0 (hipótese nula)= As temperaturas médias nos pontos amostrais, nos dias 25, 26, 27, 28 e 29 de janeiro de 2011 são iguais.

Ha (hipótese alternativa)= Há pelo menos dois pontos amostrais com temperaturas médias diferentes nos dias 25, 26, 27, 28 e 29 de janeiro de 2011.

TABELA 15 - TESTE DA ANOVA PARA A TEMPERATURA DO AR, EM GRAUS CELSIUS (ºC), PARA O FATOR PONTO AMOSTRAL, PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011.

DADOS/FATORES	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	MÉDIA DOS QUADRADOS	ESTATÍSTICA F TABELADA	P-Valor
A:Ponto Amostral	516,261	9	57,3623	3,56	**0,0002**
RESIDUAL	19189,6	1190	16,1257	-	-
TOTAL	19705,9	1199	-	-	-

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Como o p-valor foi menor que o nível de significância de 5% adotado nesta pesquisa, pode-se dizer que há indícios amostrais contra a hipótese nula e a favor da hipótese alternativa, isto é, nos dias 1, 2, 3, 4 e 5 que equivalem aos dias 25, 26, 27, 28 e 29 de janeiro de 2011, há pelo menos dois pontos amostrais com temperaturas médias diferentes. Para verificar quais pontos seriam esses iguais, foi aplicado o Teste de Tukey (Tabela 16).

TABELA 16 - DIFERENÇAS DE MÉDIAS DA TEMPERATURA DO AR, SEGUNDO TESTE TUKEY, PARA O FATOR PONTO AMOSTRAL

PONTO AMOSTRAL	TOTAL DOS DADOS	LS Mean	LS Sigma	GRUPOS HOMOGENEOS
Ponto 02 – Ponto UTP	120	22,7702	0,36658	X
Ponto 01 – Ponto Industrial	120	23,0507	0,36658	XX
Ponto 08 - Ponto ZC	120	23,2368	0,36658	XX
Ponto 03 – Ponto ZR3	120	23,4346	0,36658	XXX
Ponto 10 – Ponto ZEE	120	23,4877	0,36658	XXX
Ponto 04 – Ponto ZR4 Média Densidade	120	23,9307	0,36658	XXX
Ponto 05 – Ponto ZR4 Baixa Densidade	120	24,1484	0,36658	XXX
Ponto 06 – Ponto ZR4 Rui Barbosa	120	24,1848	0,36658	XXX
Ponto 07 – Ponto ZC Américas	120	24,53	0,36658	XX
Ponto 09 – Ponto ZR1	120	24,9489	0,36658	X

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

O Teste Tukey para os pontos amostrais indicou, analisando dois a dois, que os seguintes pontos possuem diferenças significativas de médias das temperaturas: Ponto Industrial e Ponto ZR1; Ponto UTP e Ponto ZC Américas; Ponto UTP e Ponto ZR1; e Ponto ZC e Ponto ZR1. Os demais pares de pontos monitorados não registraram diferenças estatisticamente significativas. Em suma, pode-se dizer que a temperatura do ar seguiu a mesma tendência nos seguintes pontos amostrais:

- ✓ Ponto Industrial, Ponto UTP, Ponto ZR3, Ponto ZR4 Média Densidade, Ponto ZR4 Baixa Densidade, Ponto ZR4 Rui Barbosa, Ponto ZC, Ponto ZEE;
- ✓ Ponto Industrial, Ponto ZR3, Ponto ZR4 Média Densidade, Ponto ZR4 Baixa Densidade, Ponto ZR4 Rui Barbosa, Ponto ZC Américas, Ponto ZC, Ponto ZEE;
- ✓ Ponto ZR3, Ponto ZR4 Média Densidade, Ponto ZR4 Baixa Densidade, Ponto ZR4 Rui Barbosa, Ponto ZC Américas, Ponto ZR1, Ponto ZEE.

Esta análise fornece indícios estatísticos a favor das afirmações do Capítulo 4, em que se supunha que os pontos amostrais são similares dentro do grupo e diferentes de grupo para grupo, considerando os atributos urbanos mensurados, sendo os grupos formados pelos seguintes pontos amostrais:

- ✓ Grupo I: Ponto UTP e Ponto ZR3;
- ✓ Grupo II: Ponto ZR4 Média Densidade, Ponto ZR4 Rui Barbosa, Ponto ZR1 e Ponto ZEE;
- ✓ Grupo III: Ponto Industrial, Ponto ZR4 Baixa Densidade, Ponto ZC Américas e Ponto ZC.

Cabe salientar que deveriam ter sido detectados 32 pares de pontos diferentes (2 pontos do grupo I x 4 pontos do grupo II + 2 pontos do grupo I x 4 pontos do grupo III + 4 pontos do grupo II x 4 pontos do grupo III) se a classificação por grupos de similaridade fosse considerada. Porém os dados apontaram para apenas 4 diferenças significativa, isto é um percentual de 12,5% de coincidência. Esse baixo percentual de coincidência permite indicar que provavelmente não haveria diferenças significativas entre as temperaturas médias do ar dos pontos amostrais, como se supunha no início. Diante disso, é possível argumentar que os fatores externos atuaram durante o monitoramento de forma mais predominante na variabilidade da temperatura do que os atributos urbanos quantificados.

Como mencionado anteriormente, após a aplicação do teste ANOVA é necessário que sejam verificados seus pressupostos teóricos. A independência dos erros para os cinco dias monitorados, assim como para todos os dias, foi independente ponto a ponto, porém, dependente quando consideradas as interferências dos sistemas atmosféricos atuantes, principalmente considerando que durante os cinco dias do monitoramento atuaram sobre São José dos Pinhais a Massa Tropical Atlântica (TA) e Frente Polar Atlântica (FPA). Quanto à normalidade dos erros, de acordo com o teste estatístico Kolmogorov–Smirnov, executado pelo *software Statgraphics Centurion* XV Versão 15.1.02, a variável resposta, temperatura do ar, conforme demonstram as Figuras 63 e 64, não segue distribuição probabilística normal e nem outras distribuições probabilísticas mais conhecidas, como a Distribuição Gama, Gama Generalizada, Log Normal e a Weibull.

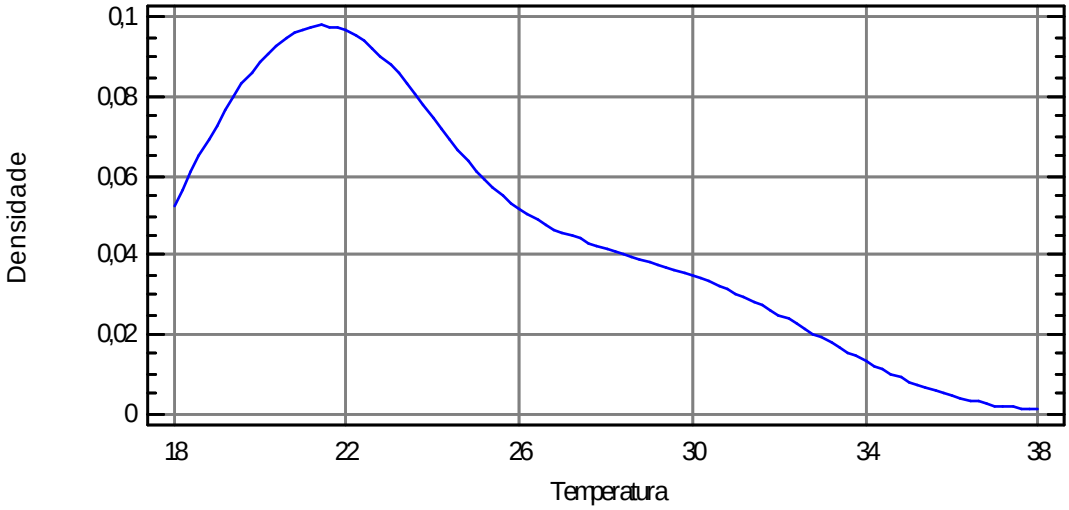


FIGURA 63 - CURVA DA DISTRUIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011, OBTIDA DO MONITORAMENTO - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

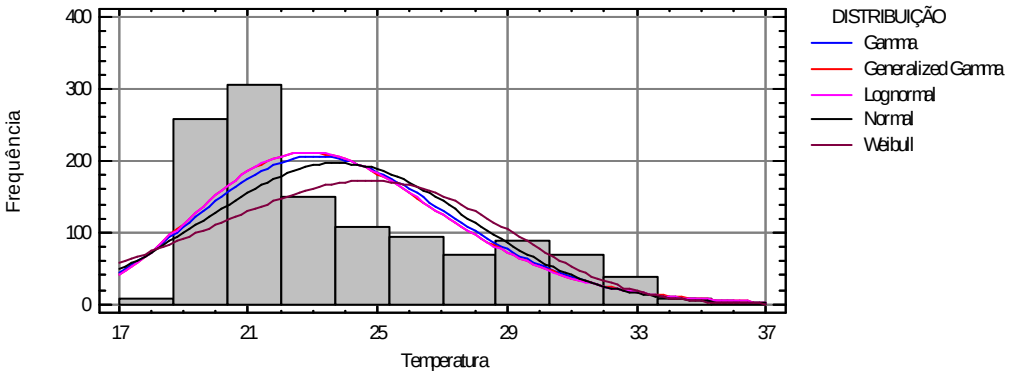


FIGURA 64 – COMPARAÇÃO DA CURVA DA DISTRUIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC, PARA OS DIAS 25, 26, 27, 28 E 29 DE JANEIRO DE 2011 COM ALGUNS MODELOS PROBABILÍSTICOS USUAIS - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Com relação ao terceiro pressuposto, a homocedasticidade, ao observar o gráfico de resíduos (Figura 65), admite-se que a amplitude dos resíduos é constante, ou seja, os resíduos mantiveram a mesma amplitude. Isso significa que, com relação a homocedasticidade a ANOVA poderia ser utilizada.

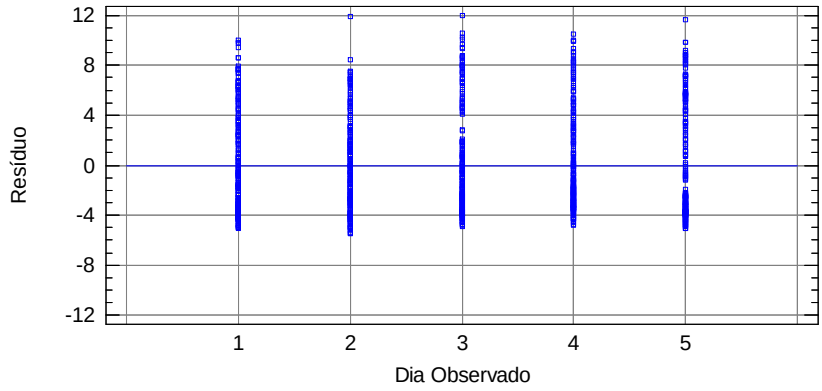


FIGURA 65 - GRÁFICO DOS RESÍDUOS DA TEMPERATURA DO AR, EM ºC APÓS A APLICAÇÃO DA ANOVA - SÃO JOSÉ DOS PINHAIS -25/01 A 03/02/2011.

FONTE: O autor (2011) e ROCHA, S.H.(2011).

Diante dos resultados dos pressupostos da ANOVA para os cinco primeiros dias do monitoramento, foi possível verificar que esta técnica estatística poderia ser utilizada pela homocedasticidade, pela robustez da normalidade, porém não pela falta de independência dos dados, bem como dos resíduos (19189,6) apresentados na Tabela 14 que ficaram maiores do que os valores referentes ao fator dia monitorado (516,261). Isso significa que a parte da variabilidade da temperatura do ar não explicada pelo modelo gerado pela ANOVA é maior que a parte explicada pelo fator ponto amostral.

As análises realizadas apontam principalmente para o fato de que a temperatura do ar, em São José dos Pinhais, de acordo com o monitoramento realizado, não possui uma distribuição probabilística conhecida. Outras tentativas para se obter a normalidade nos dados foram realizadas neste trabalho como, por exemplo, a transformação dos dados (log x , $\sqrt{x}$, 1/ x), porém o Teste *Kolmogorov Smirnov* rejeitou o ajuste da normal aos dados transformados. Ainda, foram adicionadas aos dados, a constante de emissividade dos materiais de acordo com OKE (1976) o que também não diminuiu os valores dos resíduos na tabela da ANOVA. É importante destacar que a exemplo de São José dos Pinhais, outros locais também podem não ter uma distribuição normal nos dados da temperatura do ar. Nesses casos, as ferramentas estatísticas mais conhecidas não poderiam ser

aplicadas. Em estudos futuros, pode-se talvez por métodos numéricos propor um modelo matemático à variável temperatura do ar em São José dos Pinhais ou, ainda, utilizar valores máximos e mínimos (e não a média) no ajuste e teste de modelos, devido às especificidades da temperatura do ar e seu ciclo diuturno.

Apesar das análises estatísticas apresentadas nesta tese, inúmeros estudos associam as diferenças da temperatura do ar às construções, vegetação, áreas impermeabilizadas, seja por técnicas com rigor matemático ou intuitivamente. Mantendo ainda a hipótese desta pesquisa, de que os atributos urbanos interferem na temperatura do ar, na seqüência foram analisadas as temperaturas médias do ar obtidas no monitoramento focando os atributos urbanos quantificados dentro do raio de 125 metros, para todos os pontos amostrais, considerando todos os dias monitorados. Esta análise permitiu identificar os pontos amostrais que registraram as maiores e menores temperaturas médias do ar, além de investigar eventuais associações dessas diferenças de temperatura com as áreas construídas, área livre (pedriscos, plantações, terra), área impermeabilizada (calçadas, ruas pavimentadas), área verde (gramados, bosques ou matas) e área de água (rios, lagos, córregos, piscinas).

6.1 ASSOCIAÇÃO DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR DURANTE O MONITORAMENTO E OS ATRIBUTOS URBANOS MENSURADOS

Conforme amplamente apresentada pela comunidade científica e discutida nesta tese, a urbanização interfere na temperatura do ar nos ambientes urbanos. Cabe, portanto, analisar o quanto a urbanização ou o uso urbano altera a temperatura. O tipo do terreno, do solo e da cobertura vegetal podem ocasionar diferenças no clima em determinado lugar. A diferenciação climática é potencializada por meio de um conjunto de aspectos do ambiente como: a quantidade de energia disponível, as propriedades termofísicas dos materiais da superfície, as características e a distribuição da vegetação e do relevo (COLLISCHON, 1998). Diante disso, foram analisados e associados os dados da temperatura do ar obtidos durante os dias do monitoramento e os atributos urbanos (área construída, área

livre, área impermeabilizada, área verde e área de água). A Tabela 17 apresenta o resumo dos resultados dos atributos quantificados e as médias das temperaturas nos pontos amostrais.

TABELA 17 - ATRIBUTOS QUANTIFICADOS E MÉDIAS DAS TEMPERATURAS EM ºC

ATRIBUTOS / TEMPERATURA DO AR ºC	PONTOS										
	Industrial	UTP	ZR3	ZR4 Média Dens.	ZR4 Baixa Dens.	ZR4 Rui Barbosa	ZC Américas	ZC	ZR1	ZEE	PC
Médias Temperatura ºC	22,19	22,02	22,71	23,12	23,13	23,07	23,33	22,25	23,68	22,56	22,09
Área Construída %	22,9	16,87	19,67	24,78	33,15	26,99	28,63	38,4	20,06	28,78	0
Área Livre %	2,29	21,88	25,70	29,98	17,11	13,19	19,18	20,06	0,62	28,87	77,73
Área Impermeabilizada %	28,73	3,09	5,45	21,82	28,58	18,39	30,84	21,48	19,71	11,03	22,27
Área Verde%	46,08	58,17	49,17	23,42	21,16	41,43	21,35	20,06	59,52	30,36	0
Área de Água %	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0,95	0

FONTE: O autor, 2011

O ponto ZR1, 1,59ºC mais quente que o PC e também o mais quente dentre os monitorados, está localizado na Zona Residencial 1 e, de acordo com os atributos urbanos mensurados, possui grande parte do seu raio (cerca de 60%) ocupado com gramados e árvores (área verde), seguido por área construída (20,06%) e área impermeabilizada (19,71%). Apesar da grande quantidade de área verde (bosque) no entorno do ponto ZR1, o que, de acordo com a literatura acarretaria menores temperaturas, foi registrada a maior temperatura média, possivelmente devido a presença de solo nu no local onde foi instalado o abrigo termométrico. O solo nu, o concreto e os metais sofrem grandes variações de temperatura durante o dia, conforme a incidência da radiação solar (COLLISCHON, 1998). Os solos nus certamente contribuem para a elevação dos valores térmicos da superfície e, por conseqüência, do ar, durante a manhã e tarde, pois estes solos, pelas suas características aquecem-se mais em relação às outras áreas. Assim, nos dias de intenso frio, podem ser favoráveis ao conforto térmico. Porém em situações

de maior aquecimento atmosférico, certamente intensificam ainda mais o desconforto térmico gerado pelas altas temperaturas nestas áreas da cidade.

O ponto ZC Américas, 1,24ºC mais quente que o PC, localizado na Zona Central 2, possui 30,84% de área impermeabilizada, seguido de 28,63% de área construída e de 21,35% de área verde. A somatória das áreas impermeabilizadas e áreas construídas totalizam cerca de 60% do total, que influenciam em elevadas temperaturas devido às propriedades físicas dos materiais de absorver a radiação solar e refleti-las sobre as superfícies construídas. Soma-se à isso, a altimetria do ponto de 884,60metros, uma das mais baixas cotas dentre os pontos monitorados, que acarretaria em menores temperaturas.

O ponto ZR4 Baixa Densidade, 1,04ºC mais quente que o PC, está localizado na Zona Residencial 4, onde os lotes são maiores, as construções mais afastadas entre si e há pouco uso industrial. As diferenças de temperatura média do ponto ZR4 Baixa Densidade em relação ao PC podem estar associadas à 33,15% de área construída, à 28,58% de área impermeabilizada e à 17,11% de área livre (pedriscos, plantações, terra).

O ponto ZR4 Média Densidade, 1,03ºC mais quente que o PC, está localizado na Zona Residencial 4, com alta densidade de ocupação. A quantificação dos atributos definidos resultou em 29,98% de área livre, 24,78% de área construída, 23,42% de área verde e 21,82% de área impermeabilizada. O abrigo foi instalado em solo nu, próximo à edificações residenciais existentes, fator que contribuiu para a situação de confinamento. De acordo com ROMERO (2000), os muros e construções funcionam com anteparos que modificam a ação dos ventos, a insolação e as conseqüências da existência da vegetação.

O ponto ZR4 Rui Barbosa, localizado na Zona Residencial 4, em um importante entroncamento viário da cidade (Avenida das Torres e a Avenida Rui Barbosa), de acordo com a análise feita inicialmente por meio das imagens termais, deveria ter uma das menores temperaturas dentre os pontos. Inicialmente as baixas temperaturas provenientes das imagens termais foram associadas às coberturas

com isolamento térmico das edificações industriais do entorno. Porém, esse ponto durante o monitoramento registrou 0,98ºC a mais em relação ao PC, sendo o quarto ponto mais quente. A análise dos atributos medidos resultou em 41,43% de área verde, 26,99% de área construída, 18,39% de área impermeabilizada e 13,19% de área livre. A diferença da temperatura média do ponto ZR4 Rui Barbosa em relação ao PC pode estar associada ao grande fluxo viário e de pessoas do entorno (liberam calor antropogênico), à área construída e à impermeabilizada. A altura do abrigo termométrico, 1,50metros do chão, como os demais pontos amostrais, pode explicar a não interferência das coberturas com isolante térmico nas temperaturas encontradas.

O ponto ZR3, 0,62ºC mais quente que o PC, localizado na Zona Residencial 3, possui grande quantidade de área verde (49,17%) e 25,70% de área livre no seu entorno imediato. A presença de grande quantidade de área verde, em geral, de acordo com a literatura favorece o resfriamento das temperaturas em função dos altos índices de umidade que a vegetação retém e libera na atmosfera.

O ponto ZEE, 0,47ºC mais quente que o PC, está localizado na principal área de expansão urbana da cidade de São José dos Pinhais. A diferença da temperatura média do ponto ZEE em relação ao PC pode estar relacionada com a localização do abrigo, que neste caso específico, foi instalado entre dois prédios, que podem ter influenciado nas medições pela sombra dos mesmos e pela circulação do vento, com efeito de canalização[29].

O ponto ZC, 0,16ºC mais quente que o PC, localizado na Zona Central 2, deveria, de acordo com a literatura, sob o aspecto exclusivamente do título do uso do solo, ser um dos pontos com as maiores temperaturas. Porém, conforme citado anteriormente, São José dos Pinhais não possui um centro adensado e verticalizado, fato que pode explicar uma das mais baixas temperaturas média.

[29] O efeito canalização é atribuído quando a corrente de ar flui por um canal a céu aberto formado pelas construções.

Soma-se à isso, o fato do abrigo ter sido instalado em um local com grande gramado e distante cerca de seis metros de construções. De acordo com OLGYAY (1968, p. 56) a temperatura sobre uma superfície de grama em dias ensolarados de verão fica reduzida entre 5º e 7ºC em relação à superfície construída. Quanto aos atributos, registrou-se 38,40% de área construída, 21,48% de área impermeabilizada e 20,06 de área livre e área verde.

O ponto Industrial, 0,10ºC mais quente que o PC, localizado na Zona Industrial da Renault, registrou temperaturas mais próximas ao ponto de controle e conseqüentemente mais baixas em relação à maioria dos pontos monitorados. Esse fato pode ser explicado devido a considerável presença de área verde (46,08%), representada principalmente por extensos gramados, que de acordo com a literatura favorecem as baixas temperaturas. Cabe salientar que esse ponto foi selecionado por meio da imagem termal, como um ponto com altas temperaturas. Esse fato pode ser associado à existência de extensas áreas impermeabilizadas ou pavimentadas próximas à empresa Renault que servem em geral de pátio para os carros novos.

Por fim, o ponto UTP, 0,07ºC mais frio que o PC, localizado dentro da Unidade Territorial de Planejamento – UTP do Rio Itaqui, devido às limitações impostas pela legislação, possui baixa ocupação urbana e dentro do raio quantificado, 58,17% de área verde, 21,88% de área livre e 16,87% de área construída. A vegetação e mais especificamente áreas gramadas auxiliam na diminuição da temperatura do ar por absorver maior quantidade de radiação solar e irradiar uma menor quantidade de calor que qualquer superfície construída, uma vez que grande parte da energia absorvida pelas folhas é utilizada no seu processo metabólico, enquanto que em outros materiais toda a energia absorvida é transformada em calor (ROMERO, 2000).

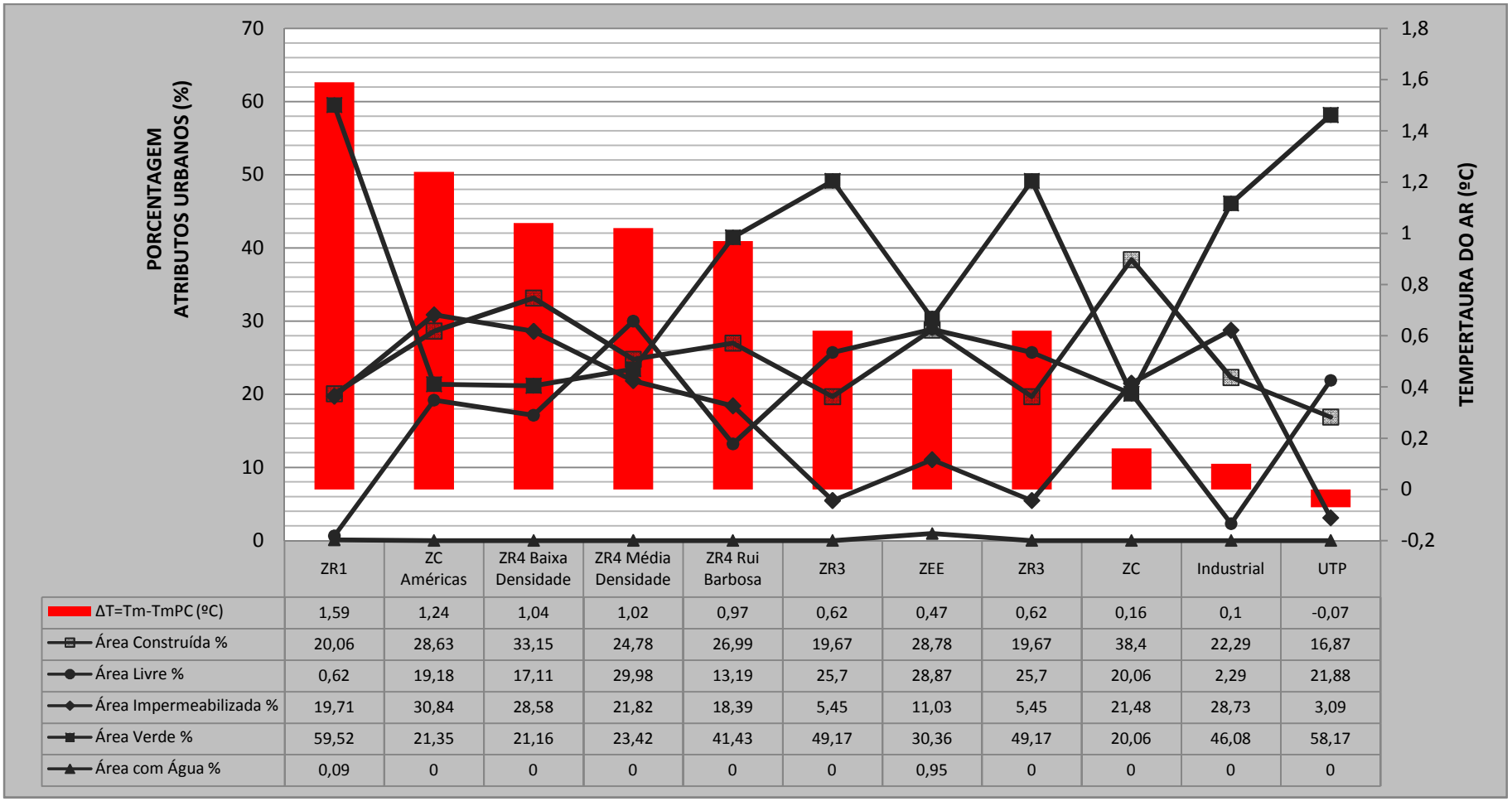
Analisando o percentual de áreas verdes (Figura 66), verifica-se que os pontos ZR1 (59,52%), UTP (58,17%), ZR3 (49,17%) e Industrial (46,08%), possuem, apesar de próximas, as maiores quantidades. Relacionando esses percentuais com as temperaturas médias, com exceção do ponto ZR1, o mais quente na média das medições, os demais registraram temperaturas médias mais baixas e, portanto, mais próximas ao PC, fato explicado pelo sombreamento e resfriamento das superfícies

proveniente das áreas verdes. Com esses dados, a constatação da relação entre baixas temperaturas e a presença de áreas verdes, amplamente defendida na literatura, pôde ser confirmada na presente pesquisa (Figura 66).

Quanto à áreas impermeabilizadas, os pontos de maior destaque foram o ZC Américas (30,84%), Industrial (28,73%), ZR4 Média Densidade (21,82%) e ZC (21,48%). De acordo com a literatura, esses pontos deveriam, devido a capacidade dos materiais em absorver a radiação solar, ter as mais altas temperaturas. Porém, isso somente pôde ser verificado no ponto ZC Américas, que registrou a segunda maior temperatura dentre as medições. Os pontos com as menores quantidades de áreas impermeabilizadas, dentre eles UTP e ZR3 registraram as menores temperaturas do ar conforme apregoa a literatura.

O atributo área construída, registrou os maiores quantitativos nos pontos ZC (38,40%), ZR4 Baixa Densidade (33,15%), ZEE (28,78%), ZC Américas (28,63%) e ZR4 Rui Barbosa (26,99%). De acordo com a literatura, esses deveriam ser pontos com altas temperaturas em função das alterações no campo térmico que as edificações produzem. Esse fato pôde ser comprovado nesta pesquisa nos pontos ZC Américas, ZR4 Baixa Densidade e ZR4 Rui Barbosa que apresentaram maiores temperaturas em relação ao ponto de controle. Os menores percentuais de área construída foram verificados nos pontos UTP e ZR3 que também registraram as menores temperaturas do ar, reafirmando os pressupostos da literatura.

Quanto às áreas livres, os maiores percentuais foram verificados nos pontos ZR4 Média Densidade (29,98%), ZEE (28,87%), ZR3 (25,70%), UTP (21,88%) e ZC (20,06%). As áreas livres favorecem a livre circulação do ar e a entrada de radiação solar. Segundo OLGYAY (1998), o resultado sobre a temperatura do ar nessas áreas, depende do revestimento desse solo, ou seja, quando o solo for nu ou coberto com calçamento ou pedrisco, a absorção de calor e sua emissão no processo de resfriamento serão eficientes devido às suas propriedades de calor específico e capacidade térmica, que são modificadas pela presença de água. Dessa forma, as áreas livres podem inibir ou induzir o aquecimento do ar. No caso do ponto Industrial (2,29%) as áreas livres inibiram o calor e no ponto ZR1(0,62%) contribuíram para o aumento das temperaturas do ar.



	ZR1	ZC Américas	ZR4 Baixa Densidade	ZR4 Média Densidade	ZR4 Rui Barbosa	ZR3	ZEE	ZR3	ZC	Industrial	UTP
ΔT=Tm-TmPC (ºC)	1,59	1,24	1,04	1,02	0,97	0,62	0,47	0,62	0,16	0,1	-0,07
Área Construída %	20,06	28,63	33,15	24,78	26,99	19,67	28,78	19,67	38,4	22,29	16,87
Área Livre %	0,62	19,18	17,11	29,98	13,19	25,7	28,87	25,7	20,06	2,29	21,88
Área Impermeabilizada %	19,71	30,84	28,58	21,82	18,39	5,45	11,03	5,45	21,48	28,73	3,09
Área Verde %	59,52	21,35	21,16	23,42	41,43	49,17	30,36	49,17	20,06	46,08	58,17
Área com Água %	0,09	0	0	0	0	0	0,95	0	0	0	0

FIGURA 66 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM º C, NOS PONTOS AMOSTRAIS ASSOCIADAS AOS ATRIBUTOS URBANOS MENSURADOS
FONTE: O autor, 2011

O atributo área de água, caracterizado pelos rios, córregos e piscinas, apesar de exercer grande influencia na configuração térmica e climática ao proporcionar maior umidade tanto no solo quanto no ar, o que favorece a atenuação das temperaturas da superfície e do ar, bem como o desenvolvimento de uma vegetação arbórea abundante, que auxilia no processo de resfriamento térmico, sobretudo à noite e início da manhã, foi pouco representativo para a análise.

Considerando todas as análises realizadas até esta etapa da pesquisa, é possível sintetizá-las de forma a permitir a melhor compreensão dos resultados. Nesse sentido, observando os dados provenientes das imagens termais, apesar do conhecimento das diferenças entre as técnicas, seria esperado que:

- ✓ Pontos mais quentes: Industrial, ZR4 Média Densidade, ZR4 Baixa Densidade, ZC Américas, ZC e ZEE;
- ✓ Pontos mais frios: UTP, ZR3, ZR4 Rui Barbosa e ZR1.

Com relação aos atributos, se considerado o índice criado no Capítulo 4, o resultado esperado seria:

- ✓ Pontos mais quentes: ZR4 Baixa Densidade, ZC, ZC Américas, Ponto Industrial, ZR4 Média Densidade e ZR4 Rui Barbosa;
- ✓ Pontos mais frios: ZR1, ZEE, ZR3 e UTP.

Analisando as médias das temperaturas do ar obtidas durante o monitoramento, o resultado esperado seria:

- ✓ Pontos mais quentes: ZR1, ZC Américas, ZR4 Baixa Densidade, ZR4 Média Densidade e ZR4 Rui Barbosa;
- ✓ Pontos mais frios: ZR3, ZEE, ZC, Industrial e UTP.

Dessa forma, o Quadro 5 apresenta de forma compilada a classificação das temperaturas do ar, em maiores temperaturas médias do ar e menores temperaturas médias do ar, segundo os critérios expostos anteriormente. Quanto às imagens termais, cabe salientar que como não foram aplicadas técnicas de correção dos

efeitos atmosféricos sobre as medidas de temperatura é natural que algumas diferenças fossem registradas. Nesse sentido, desconsiderando a classificação das imagens termais, comparando os resultados obtidos entre o índice calculado dos atributos urbanos e as temperaturas do ar obtidas no monitoramento, é possível afirmar que os pontos ZR4 Baixa Densidade, ZC Américas, ZR4 Média Densidade, ZR4 Rui Barbosa, ZR3, ZEE e UTP comprovam a relação entre atributos e temperatura do ar. No entanto, os pontos ZC, Industrial e ZR1 não obtiveram a mesma relação. Esse fato pode estar associado, como citado anteriormente, à interferência nos abrigos, como ventilação por exemplo.

CLASSIFICAÇÕES	TEMPERATURA DO SOLO (imagens termais)	ÍNDICE atributos urbanos quantificados)	TEMPERATURAS DO AR (medição)
MAIORES TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR	Industrial	ZR4 Baixa Densidade	ZR1
	ZR4 Média Densidade	ZC	ZC Américas
	ZR4 Baixa Densidade	ZC Américas	ZR4 Baixa Densidade
	ZC Américas	Industrial	ZR4 Média Densidade
	ZC	ZR4 Média Densidade	ZR4 Rui Barbosa
MENORES TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR	ZEE	ZR4 Rui Barbosa	ZR3
	UTP	ZR1	ZEE
	ZR3	ZEE	ZC
	ZR4 Rui Barbosa	ZR3	Industrial
	ZR1	UTP	UTP

QUADRO 5 - CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS MONITORADOS CONSIDERANDO AS IMAGENS TERMAIS, ATRIBUTOS URBANOS QUANTIFICADOS E AS TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR, EM º C, OBTIDAS NO MONITORAMENTO.
Nota (1) - Índice = $\frac{\text{Área Construída + Área Impermeabilizada}}{\text{Área Livre + Área Verde + Área de Água}}$ (DUARTE, 2000)
Nota (2): Os pontos estão em ordem crescente de medidas de temperaturas do ar, dentro das colunas.
FONTE: O autor (2011)

Considerando a relação obtida entre as temperaturas médias do ar e os atributos urbanos, analisou-se especificamente os atributos área construída e área permeável de cada ponto para possibilitar associações com a legislação urbanística municipal. Considerando que a legislação prevê parâmetros para os lotes (áreas líquidas) e como os valores em porcentagens desses atributos fazem referência para a área total do estudo, ou seja, 49.087,38m², foi necessário desconsiderar as áreas de uso comum (ruas e calçadas públicas) para prosseguir com as análises, muito embora saiba-se que todo o conjunto interfere nos dados de temperatura. A Tabela 18 apresenta a temperatura média do ar nos pontos monitorados, a diferença entre as temperaturas médias do ar nos pontos e o ponto de controle, a porcentagem da área construída líquida, a taxa de ocupação máxima de acordo com a legislação, a porcentagem da área permeável líquida e a taxa de permeabilidade mínima exigida pelo legislação urbanística.

A análise da Tabela 18 permite verificar que nenhum dos pontos possui área construída máxima, ou seja, enquanto a legislação municipal permite até 60% de ocupação, as construções ocupam no máximo 48,90%. O mesmo ocorre com as áreas permeáveis mínimas obrigatórias que nos pontos monitorados possuem áreas acima dos valores estipulados pela legislação. Isso significa que nos pontos monitorados em São José dos Pinhais a ocupação urbana não registra seus maiores índices ou ainda, as áreas livres e verdes compõe grande parte da paisagem urbana. Esse fato é verificado também em outras áreas da cidade que possuem ocupação esparsa, pouco adensada, pouco verticalizada e com grandes vazios urbanos. É fato que existem imóveis que ocupam o máximo do seu potencial, porém o efeito dessa ocupação na temperatura do ar é minimizado por outros imóveis que ocupam menos do que o permitido. Dessa forma, se analisados os parâmetros urbanísticos taxa de ocupação e taxa de permeabilidade, nos pontos monitorados, é possível afirmar que os valores aplicados hoje estão aquém daqueles permitidos pela legislação.

Tabela 18 - TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR EM ºC, ATRIBUTOS ÁREAS CONSTRUÍDA LÍQUIDA E ÁREA PERMEÁVEL LÍQUIDA E PARÂMETROS URBANÍSTICOS LEGAIS

PONTOS MONITORADOS	TEMPERATURA ºC	ΔT_{PC} (TP-T_{PC}) (1)	Área Construída Líquida Existente	Taxa de Ocupação Máxima (Legislação)	Área Permeável Líquida Existente (2)	Taxa de Permeabilidade Mínima (Legislação)
PONTO INDUSTRIAL	22,19	0,96	32,13%	40%	67,87%	30%
PONTO UTP	22,02	0,29	17,40%	25%	82,60%	40%
PONTO ZR3	22,71	2,09	20,80%	50%	79,20%	30%
PONTO ZR4 MÉDIA DENSIDADE	23,13	1,96	31,69%	60%	68,34%	20%
PONTO ZR4 BAIXA DENSIDADE	23,13	2,32	46,42%	60%	53,58%	20%
PONTO ZR4 RUI BARBOSA	23,07	2,36	33,07%	60%	66,93%	20%
PONTO ZC AMÉRICAS	23,33	2,66	41,39%	60%	58,61%	25%
PONTO ZC	22,25	0,76	48,90%	60%	51,10%	20%
PONTO ZR1	23,68	3,82	24,99%	50%	74,91%	30%
PONTO ZEE	22,56	1,53	32,35%	60%	66,58%	20%
PC	22,09	-	-	-	-	-

FONTE: O autor (2011).

Nota 1: Valor calculado a partir da diferença entre as médias das temperaturas do ar dos dias monitorados nos pontos amostrais e a diferença entre as médias das temperaturas do ar no ponto de controle.
Nota 2: Para o cálculo da área permeável existente, foram somadas as áreas verdes líquidas e as áreas livres líquidas dos pontos.

Nesse sentido, considerando os dados apresentados na Tabela 18 é possível propor um índice qualitativo, a exemplo do índice proposto por DUARTE (2000), denominado nesta tese de Índice de Tendência que relaciona dois parâmetros urbanísticos comumente utilizado na legislação dos municípios que são taxa de ocupação (áreas construídas) e taxa de permeabilidade (áreas permeáveis). É fato que este índice deve ser testado para outras áreas e talvez com mais variáveis, porém é necessário enfatizar que com ele procurou-se uma proposta de fácil aplicação no planejamento urbano. Assim, o Índice de Tendência proposto é o resultado da relação entre o percentual da área máxima de ocupação e o percentual da área construída existente nos pontos amostrais e o percentual da área permeável

mínima exigida pela legislação e o percentual da área permeável existente nos pontos monitorados.

$$\text{ÍNDICE DE TENDÊNCIA} = \frac{S_{\text{CONSTRUÍDA LEGISLAÇÃO}} - S_{\text{CONSTRUÍDA EXISTENTE}}}{S_{\text{PERMEÁVEL LEGISLAÇÃO}} - S_{\text{PERMEÁVEL EXISTENTE}}} \times 100\%$$

O Índice de Tendência dos pontos amostrais quando relacionado com os valores das diferenças entre as médias das temperaturas do ar dos dias monitorados nos pontos amostrais e a diferença entre as médias das temperaturas do ar no ponto de controle, apresenta boa correlação, conforme demonstrado na Figura 67. A opção por utilizar apenas o parâmetro taxa de ocupação deveu-se, dentre outros motivos, a conclusões de outros trabalhos, dentre eles de ASSIS (1990) para Belo Horizonte que verificou que quanto maiores as ocupações horizontais, ou seja, maiores as taxas de ocupação, piores as condições de conforto nas cidades. Conclusões também alcançadas nos trabalhos de BITTENCOURT et. al (1997) e GIVONI(1998). A utilização do parâmetro área permeável ocorreu de forma a corroborar com vários trabalhos que enfatizam a importância das áreas livres e áreas vegetadas para o clima urbano, dentre eles GIVONI (1998), LOMBARDO (1995).

Cabe salientar que o parâmetro altura (coeficiente de aproveitamento) não foi considerado dentre outros motivos devido a interferência da ação do ventos, isso porque as altas construções alteram a direção e velocidade dos ventos. Acredita-se que ao considerar o parâmetro altura para cálculo do índice, dever-se-ia também considerar a velocidade e direção dos ventos. A Escola Alemã de Climatologia mapeia os fluxos predominantes de vento para identificar os corredores de ventos que devem ser mantidos livres para a melhoria nas condições de conforto das cidades (KATZSCHNER, 1988).

Outra questão importante é sobre a associação do índice proposto com as diferenças da temperatura do ar. Como São José dos Pinhais está localizado em clima subtropical, o parâmetro da temperatura do ar no Ponto de Controle serve como

forma de balizar os dados de temperatura do ar nos pontos amostrais, por ser considerado um ponto nulo, com mínima interferência urbana. No entanto não objetivou-se determinar as temperaturas do ar ideais, em função daquelas registradas no Ponto de Controle, associando-as com os dados nos pontos monitorados.

Dessa forma, analisando a Figura 67, em geral para os pontos com os maiores índices de tendência foram verificados as maiores diferenças (ainda que sejam valores próximos) entre as temperaturas médias, a exemplo, os pontos ZEE (59,36%), ZR3 (59,35%), ZR4 Média Densidade (58,56%), ZR4 Rui Barbosa (57,38%), ZR1 (55,69%), ZC Américas (55,37%) e ZR4 Baixa Densidade (40,44%). Enquanto que os pontos UTP (17,84%), Industrial (20,78%) e ZC (35,69%) tiveram os menores índices de tendência e também as menores diferenças das temperaturas (Figura 68). Dessa forma, o índice proposto, para os pontos amostrais desta tese, apresenta resultados diretamente proporcionais aos dados da temperatura do ar nos pontos, ou seja, para maiores áreas construídas em relação às áreas permeáveis, maiores os índices de tendência e conseqüentemente, se menores as áreas construídas, menores os índices. Essa relação é confirmada na literatura que aponta que quanto maiores as ocupações maiores as probabilidades de aumento nas temperaturas do ar e quanto maiores as áreas permeáveis menores as temperaturas do ar. Sob esse enfoque, se a legislação urbanística municipal permitir maiores taxas de ocupação e conseqüentemente menores taxas de permeabilidade[30] maiores serão os índices de tendências e também a probabilidade de serem maiores as diferenças de temperaturas com o ponto de controle. A associação do índice proposto e as temperaturas do ar permite comparar as diferenças entre os pontos monitorados objetivando subsidiar proposições de parâmetros urbanísticos.

[30] Isso porque as taxas são dependentes.

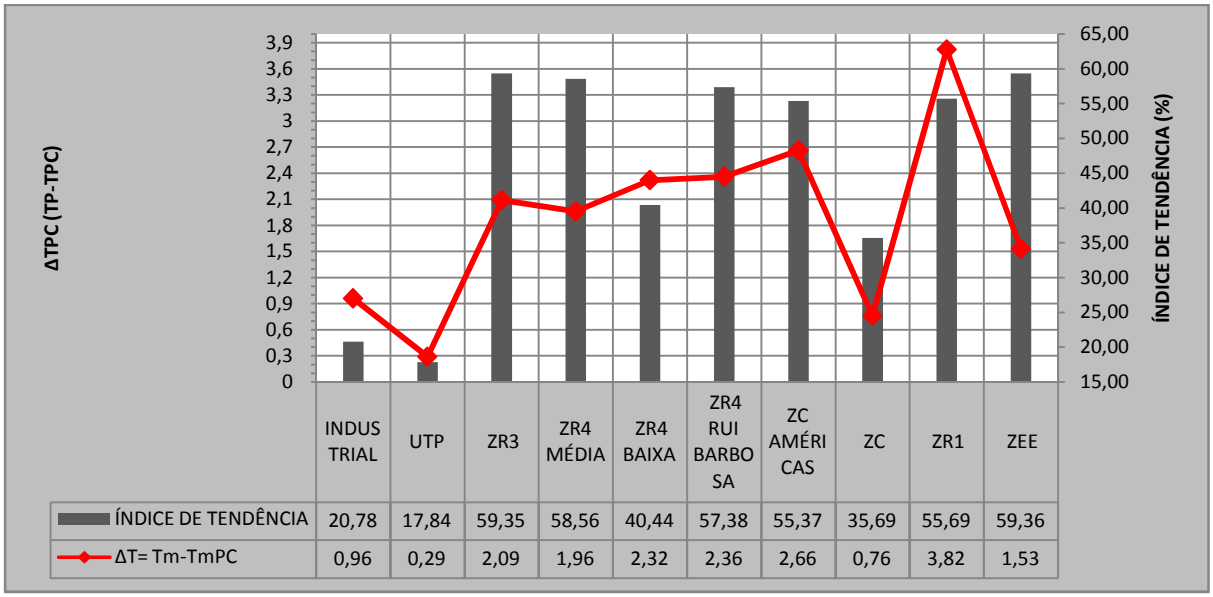


FIGURA 67 - TEMPERATURAS DO AR EM ºC E OS ÍNDICES DE TENDÊNCIAS NOS PONTOS AMOSTRAIS.
FONTE: O autor, 2012.

O ponto ZEE que registrou o maior Índice de Tendência (59,36%) está localizado no zoneamento de maior potencial de uso residencial da Cidade. O ponto ZR3, com índice de 59,35%, está inserido em zoneamento predominantemente residencial de média densidade, com várias áreas vagas ou com pouca ocupação. O ponto ZR4 Média Densidade, com índice de 58,56%, está inserido em área de maior adensamento, com lotes menores, com poucas áreas livres sem construção ou pavimento. O ponto ZR4 Rui Barbosa que registrou índice de 57,38%, está localizado em um ponto de grande influência no sistema viário da Cidade, ou seja, na Avenida das Torres e a Avenida Rui Barbosa, que pode ter interferido para maiores temperaturas do ar, principalmente se for analisado o entorno do ponto que possui construções de baixa densidade, lotes maiores, edificações afastadas das divisas. O ponto ZR1, com índice de 55,69%, localizado em um zoneamento pouco adensado e com grandes áreas vegetadas, como citado anteriormente, pode ter registrado altas temperaturas devido a interferência do solo nu onde o abrigo foi instalado. O ponto ZC Américas, com índice de 55,37%, registrou a maior diferença de temperatura do ar dentre os pontos monitorados. O ponto ZR4 Baixa Densidade que registrou índice de

40,44%, está localizado em área onde os lotes são maiores e as construções mais afastadas entre si. O ponto ZC com índice de 35,69%, localizado no centro da cidade, não possui, por questões culturais, como citado anteriormente, adensamento característico das cidades brasileiras para esses zoneamentos, fato que pode explicar o porquê das diferenças na temperatura do ar. O ponto Industrial registrou o Índice de Tendência de 20,78% provavelmente devido a expressiva área verde do entorno (46,08%). O ponto UTP também registrou um índice baixo, 17,84%, associado ao uso do solo de baixa densidade, ou seja, grandes áreas livres associadas a pequenas áreas construídas, fato este decorrente de sua localização, ou seja, área de manancial abastecedor público.

Com base nos índices de tendências foi possível espacializar simplificadamente a predisposição da área urbana da cidade de São José dos Pinhais sob o enfoque das ocupações e sua influência na temperatura do ar, conforme demonstrado na Figura 68. A área urbana da cidade foi dividida em cinco setores. O objetivo desta setorização foi indicar aos planejadores urbanos de São José dos Pinhais e após novos estudos aos demais técnicos, que é possível associar as interferências decorrentes dos parâmetros urbanísticos com as temperaturas do ar e espacializá-las para melhor estudá-las. O setor A que abrangeu os pontos ZR3 (59,35%) e ZR4 Média Densidade (58,56%) registrou altos índices de tendências. Esse fato pode estar associado às características de ocupação do entorno dos pontos. Como citado anteriormente o ponto ZR3 está localizado em área ainda não consolidada e com grandes áreas vagas enquanto que o ponto ZR4 Média Densidade está localizado em área adensada, com lotes menores, com poucas áreas livres sem construção ou pavimento. Apesar de características diferentes, os pontos registraram valores de índices de tendências próximos devido aos valores das áreas líquidas dos atributos urbanos. O setor B que incluiu os pontos UTP e Industrial registrou os menores índices de tendências, 17,84% e 20,79% respectivamente, fato que está associado às poucas áreas construídas e grandes espaços abertos e vegetados. O setor C representado pelo ponto ZR4 Baixa Densidade (40,44%) registrou índice de tendência mediano, fato que pode estar associado às características do entorno que são lotes são maiores, construções mais afastadas entre si, pouco uso industrial. O

setor D abrangeu os pontos ZEE (59,36), ZR1 (55,69), ZC Américas (55,37) e ZR4 Rui Barbosa (57,38), pontos com grandes áreas construídas, grande fluxo viário e de pessoas do entorno (ZR4 Rui Barbosa e ZC Américas). Por fim foi determinado no entorno próximo ao ponto ZC (35,69%) o setor E, caracterizado como uma ilha devido as particularidades do centro da cidade de São José dos Pinhais. O resultado do índice de tendência no ponto ZC (35,69%) é explicado pelas características do centro da cidade, ou seja, construções baixas, pouco adensadas, grandes áreas vegetadas, livres, ruas largas.

Ao analisar os setores definidos percebe-se que os setores B, C e a E poderiam ter seus parâmetros urbanísticos aumentados para se equipararem com os demais pontos monitorados. Porém cabe ressaltar que o setor B, como citado anteriormente, está situado em área de manancial de abastecimento público, onde são apregoadas ocupações menos adensadas. O setor C onde está localizado o ponto ZR4 Baixa Densidade, devido à infra estrutura instalada no seu entorno poderia ter novos parâmetros de ocupação, se realizados estudos específicos. Por fim, a ilha onde está localizado o ponto ZC poderia também receber estudos específicos para rever seus parâmetros e talvez incentivar o adensamento, cabendo neste caso um estudo específico que incluiria também a questão cultural da cidade.



ÍNDICE DE TENDÊNCIA

- ZEE - I=59,36
- ZR3 - I=59,35
- ZR4 MÉDIA DENSIDADE - I=58,56
- ZR4 RUI BARBOSA - I=57,38
- ZR1 - I=55,69
- ZC AMÉRICAS - I=55,37
- ZR4 BAIXA DENSIDADE - I=40,44
- ZC - I=35,69
- INDUSTRIAL - I=20,78
- UTP - I=17,84

OBS. A VARIAÇÃO DAS CORES REPRESENTAM AS TEMPERATURAS DO AR, OU SEJA, QUANTO MAIS QUENTES AS CORES, MAIORES AS TEMPERATURAS E QUANTO MAIS FRIAS AS CORES, MENORES AS TEMPERATURAS DO AR.

ÍNDICES DE TENDÊNCIAS NOS PONTOS _AMOSTRAIS E A SETORIZAÇÃO DA CIDADE

RECORTE ESPACIAL: ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR

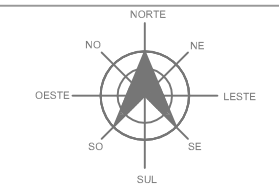


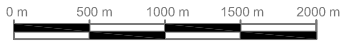
FIGURA : 68

FONTE IMAGENS: LANDSAT - DGI/INPEP
FONTE BASE : P.M.S.J.P., 2010

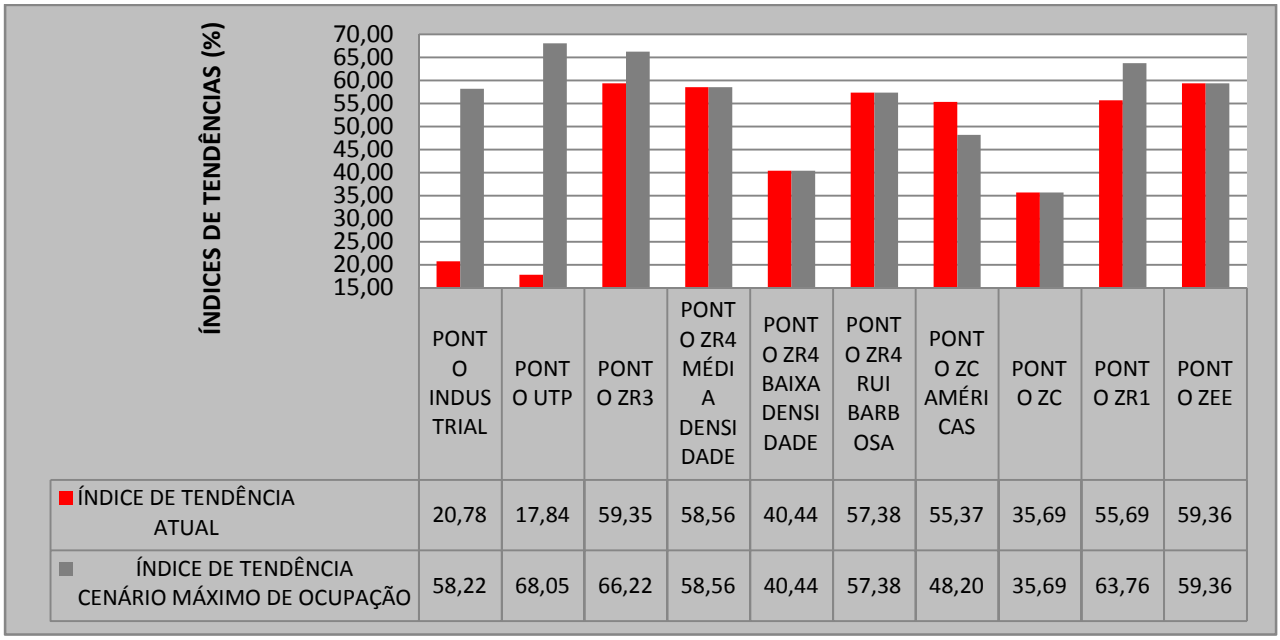
SISTEMA DE COORDENADAS UTM
FUSO 22 SUL - DATUM SAD 69

ORGANIZADO POR: PERTSCHI, S.,2012.
ELABORADO POR: PERTSCHI, S.,2012.

ESCALA: 1:5.000



Neste contexto, observando a setorização da cidade e os dados desta pesquisa é possível prever os índices de tendências para algumas situações. Em um cenário de ocupação máxima e de permeabilidade mínima de acordo com a legislação urbana atual de São José dos Pinhais, é possível afirmar que o Índice de Tendência seria igual ou próximo a 0, ou seja, quanto menor o índice maior a ocupação e conseqüentemente maior a tendência de aumento na temperatura. O inverso, com menores áreas permeáveis geraria índices maiores. Dessa forma, como citado anteriormente, grande parte da área urbana da cidade de São José dos Pinhais está inserida no zoneamento denominado de ZR4 que determina como taxa de ocupação máxima 60% e taxa de permeabilidade mínima 20%. Se forem simulados cenários nessas condições, os índices de tendências nos pontos amostrais teriam resultados em geral maiores que os registrados com as características de ocupação atual (Figura 69). Os pontos Industrial e UTP teriam as maiores diferenças de índices dentre os pontos monitorados, isso porque hoje são os pontos com os menores potenciais construtivos. Neste cenário o único ponto que registraria índice menor que o de hoje seria o Ponto ZC devido a área permeável, uma vez que hoje a área permeável mínima é de 25% e na simulação seria de 20% Esta constatação tem por objetivo principal chamar a atenção dos planejadores urbanos que sofrem pressões constantes para aumentar os potenciais construtivos. Esta tese não conseguiu mensurar numericamente as conseqüências desses novos parâmetros, porém de acordo com este estudo e os demais realizados na área, pode-se afirmar que a tendência é que as temperaturas sejam acentuadas.



	PONTO INDUSTRIAL	PONTO UTP	PONTO ZR3	PONTO ZR4 MÉDIA DENSIDADE	PONTO ZR4 BAIXA DENSIDADE	PONTO ZR4 RUI BARBOSA	PONTO ZC AMÉRICAS	PONTO ZC	PONTO ZR1	PONTO ZEE
ÍNDICE DE TENDÊNCIA ATUAL	20,78	17,84	59,35	58,56	40,44	57,38	55,37	35,69	55,69	59,36
ÍNDICE DE TENDÊNCIA CENÁRIO MÁXIMO DE OCUPAÇÃO	58,22	68,05	66,22	58,56	40,44	57,38	48,20	35,69	63,76	59,36

FIGURA 69 - ÍNDICES DE TENDÊNCIAS ATUAIS E ÍNDICES DE TENDÊNCIAS CENÁRIOS MÁXIMO DE OCUPAÇÃO.
FONTE: O autor, 2012.

Dessa forma, o índice proposto para os pontos amostrais desta tese, apresenta, em geral, resultados diretamente proporcionais aos dados da temperatura do ar nos pontos, ou seja, para maiores áreas construídas em relação às áreas permeáveis, maiores os índices de tendência e conseqüentemente, se menores as áreas construídas, menores os índices. É fato que este índice é empírico e qualitativo, necessitando de novos estudos e medições que possam quantificar o incremento da temperatura do ar em função das ocupações urbanas e os percentuais de áreas livres. Porém ele é um indicativo para os planejadores urbanos que compara as áreas construídas com as áreas livres associando com os dados das temperaturas do ar nos pontos monitorados. A criação do índice permite ao planejador urbano equacionar os parâmetros urbanísticos taxa de ocupação e taxa de permeabilidade de forma a embasar tecnicamente suas decisões. A exigência de mais áreas abertas pode compensar a permissão de grandes áreas construídas já que áreas abertas tendem a registrar menores temperaturas devido a ação dos ventos (ROMERO, 2000). Ou então a exigência de áreas vegetadas com determinado porte como medida mitigadora das grandes massas construídas uma vez que de acordo com MASCARÓ

(1996), as áreas próximas de vegetação tendem a registrar menores temperaturas devido a influência na radiação solar, vento e umidade do ar. Ou ainda com a exigência do uso de determinados materiais de revestimentos do solo (OLGYAY, 1998) compensar as diferenças nas temperaturas do ar decorrentes das áreas construídas e impermeabilizadas. Ou ainda o uso da água para resfriamento dos recintos urbanos, visando reduzir a radiação solar durante o dia e o seu equilíbrio com os demais elementos naturais.

Por fim, é importante destacar que o objetivo de estudos como desta tese não é a estagnação do crescimento das cidades ou ocupações pouco adensadas ou ainda prejuízos econômicos com proibições sem sentido, mas sim o embasamento técnico para continuar crescer, talvez adensadamente, porém de forma a garantir a qualidade dos espaços e conseqüentemente, da vida urbana.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos estudos relatam o crescimento populacional das grandes cidades como um aspecto negativo. A “criação de um meio geográfico artificial” (SANTOS, 1997, p. 124), onde as áreas naturais são transformadas em áreas construídas, em prejuízo às áreas livres e espaços vazios, é uma realidade na grande maioria das grandes cidades. Porém é fato que as cidades devem continuar a crescer de forma equilibrada e com planejamento, o que indica a necessidade de ações que possibilitem desenvolvimento com qualidade de vida aos moradores. Destarte, são urgentes estudos na área do planejamento urbano que definam principalmente áreas passíveis de ocupação, áreas de expansão das atividades urbanas e índices urbanísticos para essas ocupações, sempre considerando a capacidade de suporte da área, ou seja, quanto a área pode ser adensada sem prejuízos à qualidade de vida dos moradores. Isso porque a urbanização pressiona o ambiente natural acarretando alterações, dentre outros aspectos, no clima local gerando o clima urbano.

O Clima Urbano "resulta das modificações radicais que os processos de urbanização produzem na natureza da superfície e nas propriedades atmosféricas de dado local" (OKE, 1978). As atividades industriais, a emissão de poluentes, o desmatamento e outras atividades antrópicas decorrentes do processo de urbanização provocam alterações na atmosfera urbana, gerando "ilhas de calor" e "ilhas de frescor", conforme a configuração da dinâmica do uso do espaço, resultando na diferenciação dos climas urbanos. O ambiente urbano e as atividades decorrentes dele provocam alterações no regime dos ventos, na insolação, na topografia, na vegetação, na presença de águas, dentre outros elementos.

Sob esta perspectiva, estudos de planejamento urbano devem considerar as condições climáticas urbanas, que se inadequadas significam perda da qualidade de vida para uma parte da população, enquanto para outra, conduzem ao aporte de energia para o condicionamento térmico das edificações. Em conseqüência, aumentam-se as construções de usinas hidrelétricas ou termoelétricas, de grande impacto sobre o meio ambiente (LAMBERTS et al., 1997). Dessa forma, é inevitável conhecer e avaliar as informações do clima urbano porque o clima da cidade se

modifica devido à intensificação do uso e ocupação do solo, resultando em desequilíbrios térmicos, em deterioração da qualidade do ar e em maior freqüência de ocorrência dos episódios severos (LOMBARDO, 1985). Sendo assim, estudos que relacionam o clima urbano permitem subsidiar diretrizes e proposições no campo do planejamento, considerando a necessidade da existência das áreas livres, das áreas verdes, além de garantir as condições de qualidade e conforto nas cidades.

Considerando tal problemática, esta pesquisa procurou estudar a relação das temperaturas do ar em São José dos Pinhais, Paraná, com os parâmetros previstos na legislação de uso e ocupação do solo por meio das áreas construídas, áreas livres, áreas impermeabilizadas, áreas verdes e áreas com água. Nas cidades as áreas construídas são derivadas do parâmetro taxa de ocupação da legislação urbanística assim como as áreas livres e impermeabilizadas com a taxa de permeabilidade. Dessa forma, esta tese pôde contribuir para estudos futuros de criação de parâmetros urbanísticos mais adequados em termos da orientação solar, insolação e iluminação natural e ventilação. Com isso, não procurou uniformizar os resultados para todo o município ou determinar uma equação matemática de aplicação para o planejamento urbano, mas sim estabelecer uma tendência de relação entre os parâmetros de ocupação e as variações de temperatura decorrentes da ocupação urbana, espacializando simplificadamente tal relação.

Neste contexto, o cenário definido para esta pesquisa foi a cidade de São José dos Pinhais, que como descrito anteriormente, registra altos índices de crescimento populacional e conseqüentemente tem grande pressão de ocupação. Somem-se a isso as grandes áreas com condicionantes de ocupação, dentre elas áreas de mananciais, áreas de preservação permanente, área do aeroporto e barreiras físicas, que culminam na pressão de adensamento nas áreas sem restrições.

Também abordou a problemática das regiões metropolitanas principalmente sob o enfoque da dinâmica de crescimento dessas regiões e da dificuldade de controle e gestão da ocupação urbana. Isso porque os administradores das cidades que compõem regiões metropolitanas deveriam pensar e planejar ações e

investimentos de forma integrada, buscando a melhor aplicação dos recursos de forma democrática. Infelizmente isso não ocorre na grande maioria das cidades, onde cada município planeja dentro de seus limites territoriais, sem considerar as interferências de suas decisões no entorno. Ressalte-se ainda que muitos municípios estão conurbados, o que significa que as decisões deveriam extrapolar os limites político-administrativos, procedendo-se a uma análise holística, e não pontual, na medida em que, na prática, trata-se de um único espaço, com as mesmas características.

Esta tese abordou, portanto, o clima local em São José dos Pinhais utilizando-se para isso da pesquisa de campo para medir a temperatura do ar em dez pontos distintos da área urbana, comparando os dados com as medições do ponto de controle e realizando estudos estatísticos com os dados. Para tanto, utilizou-se do Sistema Clima Urbano - canal termodinâmico proposto por MONTEIRO (1976) - por ser um sistema aberto, apto a verificar a relação temperatura do ar e o padrão de ocupação urbano.

Buscando responder ao problema da presente tese, “Qual a interferência da ocupação urbana na temperatura do ar em São José dos Pinhais”? Ou ainda “Como a legislação municipal por meio dos índices urbanísticos pode amenizar as diferenças de temperatura do ar nos espaços urbanos”? e utilizando as evidências apresentadas, verificou-se que os resultados do monitoramento da área urbana de São José dos Pinhais não foram suficientes para associar de forma estatística esta interferência. Porém os dados indicam, assim como a literatura apresenta, que as formas de ocupação urbana e a temperatura do ar apresentam relações estreitas, ficando evidente que a urbanização influência as temperaturas do ar.

A hipótese que "A intensidade de ocupação permitida na legislação urbanística acarreta um incremento proporcional aos valores da temperatura do ar" foi comprovada, porém de acordo com as especificidades da temperatura do ar e dos agentes externos que interferem nela, esta questão continua aberta, necessitando de novos estudos para medir o grau desta interferência.

As fases do método utilizado por essa pesquisa foram a definição por meio de imagens do satélite LANDSAT 5 TM (canal termal) dos pontos a serem monitorados; a definição das características e materiais do abrigo que ocorreu por meio de um experimento preliminar realizado no Campus do Centro Politécnico que comparou os dados de medições oficiais do SIMEPAR; determinação do período do monitoramento; quantificação dos atributos urbanos (área construída, pavimentada, livre, verde, com água); verificação das condições sinóticas (sistemas atmosféricos atuantes); e análise estatística dos dados. De uma forma geral, o roteiro metodológico e os métodos aplicados apresentaram-se satisfatórios para responder ao problema de pesquisa e para verificar a hipótese determinada, ainda que sejam necessários estudos complementares para melhor representar os fatos urbanos e sua interferência no clima local.

A utilização das imagens termais como norteadoras das áreas que foram monitoradas apresentou-se satisfatória, ainda que não tenham sido realizadas correções atmosféricas nas imagens, fato que não trouxe prejuízos a esta pesquisa, porque as imagens foram utilizadas apenas para a definição dos pontos que foram monitorados. A análise das condições sinóticas demonstrou que, como habitual na região de São José dos Pinhais, apesar de verão, na maior parte do período de monitoramento os sistemas atmosféricos atuantes foram a Massa Polar Atlântica e a Frente Polar Atlântica. Isso significa dizer que o período apresentou quedas de temperatura, períodos úmidos e nebulosidade. A ação desses sistemas atmosféricos influenciou nas temperaturas, além de ter proporcionado grandes períodos de nebulosidade que distorcem a interferência da urbanização nas temperaturas do ar, uma vez que formam barreiras no céu que impedem as perdas de calor das ondas longas, homogeneizando, dessa forma, as temperaturas.

A abordagem estatística permitiu verificar que os dados analisados nos pontos amostrais no período do monitoramento, não possuem distribuição normal, ou seja, não é possível empregar as ferramentas estatísticas mais usuais que poderiam determinar uma equação para a curva encontrada, impossibilitando, desta forma, o desenvolvimento de um modelo estatístico ou matemático preditivo. É importante destacar que a exemplo de São José dos Pinhais, outros locais também podem não

ter uma distribuição normal nos dados da temperatura do ar. Em estudos futuros, pode-se talvez por meio de métodos numéricos propor um modelo matemático à variável temperatura do ar em São José dos Pinhais ou, ainda, utilizar valores máximos e mínimos (e não a média) no ajuste e teste de modelos, devido às especificidades da temperatura do ar e seu ciclo diuturno.

Esta constatação explica porque tantas pesquisas ao aplicar ferramentas estatísticas, que têm como base a distribuição normal, não alcançam a relação esperada, muitas vezes apontando para resultados diferentes da literatura. Foi o caso, dentre outras pesquisas, de SAMPAIO (1981) que, ao estudar a temperatura do ar e associá-la com o uso do solo em Salvador, concluiu que não houve "correlação significativa" entre o uso do solo e a temperatura do ar, assim como também para outros estudos como PERTSCHI (2005), ROSSI (2004), DUARTE (2008). Talvez uma das razões da não correlação tenha sido o uso da ferramenta estatística não adequada à variável temperatura do ar. Porém isso não atesta que a ocupação urbana não interfira na temperatura do ar, fato este comprovado nas diferenças de temperatura entre espaços edificados, espaços abertos e espaços vegetados, bem como das diferenças entre o PC e os demais pontos monitorados, sob as mesmas condições atmosféricas.

A análise dos dados de temperatura média do ar obtidos nesta pesquisa evidenciou a interferência da ocupação urbana da ordem de 1,59ºC. A maior diferença registrada foi no ponto ZR1, 1,59ºC mais quente que o PC, seguido do ponto ZC Américas, 1,24ºC mais quente que o PC, do ponto ZR4 Baixa Densidade, 1,04ºC mais quente que o PC, do ponto ZR4 Média Densidade, 1,03ºC mais quente que o PC, do ponto ZR4 Rui Barbosa, do ponto ZR3, 0,62ºC mais quente que o PC, do ponto ZEE, 0,47ºC mais quente que o PC, do ponto ZC, 0,16ºC mais quente que o PC, do ponto Industrial, 0,10ºC mais quente que o PC, e do ponto UTP, 0,07ºC mais frio que o PC.

Analisando quantitativamente os atributos urbanos medidos nesta tese, foi possível verificar que quanto à área construída, os pontos que registraram os maiores quantitativos foram o ZC (38,40%), ZR4 Baixa Densidade (33,15%), ZEE (28,78%), ZC Américas (28,63%) e ZR4 Rui Barbosa (26,99%). De acordo com a literatura,

esses deveriam ser pontos com altas temperaturas em função das alterações no campo térmico que as edificações produzem. Esse fato pôde ser comprovado nesta pesquisa nos pontos ZC Américas, ZR4 Baixa Densidade e ZR4 Rui Barbosa que apresentaram maiores temperaturas em relação ao ponto de controle.

Quanto ao atributo áreas impermeabilizadas, os pontos de maior destaque foram o ZC Américas (30,84%), Industrial (28,73%), ZR4 Média Densidade (21,82%) e ZC (21,48%). De acordo com a literatura, esses pontos deveriam, devido à capacidade dos materiais em absorver a radiação solar, ter as mais altas temperaturas. Porém, isso somente pôde ser verificado no ponto ZC Américas, que registrou a segunda maior temperatura dentre as medições.

No que diz respeito ao atributo áreas verdes verificou-se que os pontos ZR1 (59,52%), UTP (58,17%), ZR3 (49,17%) e Industrial (46,08%), possuem as maiores quantidades. Relacionando esses percentuais com as temperaturas médias, com exceção do ponto ZR1, o mais quente na média das medições, os demais registraram temperaturas médias mais baixas e, portanto, mais próximas ao PC, fato explicado possivelmente pelo sombreamento e resfriamento das superfícies provenientes das áreas verdes. Com esses dados, a constatação da relação entre baixas temperaturas e a presença de áreas verdes, amplamente defendida na literatura, pôde ser confirmada na presente pesquisa.

Quanto às áreas livres, os maiores percentuais foram verificados nos pontos ZR4 Média Densidade (29,98%), ZEE (28,87%), ZR3 (25,70%), UTP (21,88%) e ZC (20,06%). As áreas livres favorecem a livre circulação do ar e a entrada de radiação solar. Segundo OLGYAY (1998), o resultado sobre a temperatura do ar nessas áreas, depende do revestimento desse solo, ou seja, quando o solo for nu ou coberto com calçamento ou pedrisco, a absorção de calor e sua emissão no processo de resfriamento serão eficientes devido às suas propriedades de calor específico e capacidade térmica, que são modificadas pela presença de água. Dessa forma, as áreas livres podem inibir ou induzir o aquecimento do ar.

Por fim, o atributo área de água, caracterizado pelos rios, córregos e piscinas, apesar de exercer grande influência na configuração térmica e climática ao proporcionar maior umidade tanto no solo quanto no ar, o que favorece a atenuação das temperaturas da superfície e do ar, bem como o desenvolvimento de uma vegetação arbórea abundante, que auxilia no processo de resfriamento térmico, sobretudo à noite e início da manhã, foi pouco representativo para a análise.

O Índice de Tendência proposto por esta tese relacionou dois parâmetros urbanísticos comumente utilizados nas legislações municipais: taxa de ocupação máxima e taxa de permeabilidade mínima. O parâmetro altura (coeficiente de aproveitamento) não foi considerado dentre outros motivos devido a interferência da ação do ventos. A aplicação do Índice de Tendência apresentou boa correlação com os dados de temperatura do ar obtidos durante o monitoramento, ou seja, em geral, quanto maior o Índice de Tendência, maior a temperatura do ar. Nos pontos com os maiores índices de tendência foram verificadas as maiores diferenças entre as temperaturas médias: ZEE (59,36%), ZR3 (59,35%), ZR4 Média Densidade (58,56%), ZR4 Rui Barbosa (57,38%), ZR1 (55,69%), ZC Américas (55,37%) e ZR4 Baixa Densidade (40,44%), enquanto que os pontos UTP (17,84%), Industrial (20,78%) e ZC (35,69%) tiveram os menores índices de tendência e também as menores diferenças das temperaturas. Por meio da espacialização deste índice foi possível setorizar parte da área urbana de São José dos Pinhais em cinco setores com tendências de variação de temperatura semelhantes para os casos de aumento ou diminuição das áreas construídas e conseqüentemente diminuição ou aumento das áreas permeáveis.

Dentre os quatro setores espacializados, o setor A, localizado a norte da área urbana, apresentou os maiores Índices de Tendências. Este setor é caracterizado, principalmente no entorno do ponto ZR4 Média Densidade, pela densidade de ocupação caracterizada pelos lotes menores, grandes construções, usos comerciais, industriais e de serviços variados. Durante muitos anos, essa foi a área de São José dos Pinhais que mais cresceu e recebeu incentivos governamentais para esse crescimento e hoje ainda tem forte pressão de ocupação. O setor B localizado a nordeste da área urbana apresentou os menores índices de tendências dentre os

pontos monitorados. Isso seria esperado para o ponto UTP devido às limitações do zoneamento já que está localizado em uma Unidade Territorial de Planejamento que limita a ocupação em função da área de manancial onde está inserido. Também no setor B está localizado o ponto Industrial que apesar das imagens termais terem indicado altas temperaturas de superfície, registrou menores temperaturas e menor índice de tendência. Isso porque possui grandes áreas gramadas e muitos espaços abertos. O setor C localizado à oeste da área urbana registrou índice de tendência mediano caracterizando a ocupação do setor, ou seja, lotes maiores e ocupações menos adensadas. Já o setor D que agrupou quatro pontos, ZEE, ZR4 Rui Barbosa, ZC Américas e ZR1, obteve índices de tendências entre 59,36 e 55,37, sendo uma das áreas com grande tendência de aumento da temperatura do ar. A área onde foi implantado o ponto ZEE que registrou o maior Índice de Tendência (59,36), é a área com forte tendência de ocupação nos próximos anos. No entorno do ponto ZC, conforme descrito anteriormente, devido às peculiaridades de ocupação do centro da cidade de São José dos Pinhais, foi determinado o setor E para caracterizar o Índice de Tendência obtido. O índice bastante baixo é reflexo das grandes áreas livres no centro da cidade, grandes áreas com gramados, construções baixas, afastadas entre si que contribuíram para esse resultado. A espacialização dos setores permitiu verificar que se forem alcançados os limites máximos de ocupação previstos nas legislações que determinam os parâmetros urbanísticos, a tendência é que as temperaturas do ar sejam acentuadas.

Também foi criado um cenário que considerou a ocupação máxima permitida hoje em grande parte da área urbana de São José dos Pinhais. Este estudo permitiu verificar que se as regiões menos adensadas recebessem maiores potenciais de ocupação, os índices de tendências seriam maiores e provavelmente as temperaturas do ar mais acentuadas. Nesses casos, como forma de minimizar esse aumento, poderiam ser adotadas medidas mitigadoras que culminariam no equilíbrio entre adensamento, áreas permeáveis e temperatura do ar. Um dos exemplos dessas medidas poderia ser a adoção de áreas verdes ou então a criação de espaços abertos para compensar as áreas adensadas.

Dessa forma, o índice proposto para os pontos amostrais desta tese, apresenta, em geral, resultados diretamente proporcionais aos dados da temperatura do ar nos pontos, ou seja, para maiores áreas construídas em relação às áreas permeáveis, maiores os índices de tendência e conseqüentemente, se menores as áreas construídas, menores os índices. É importante salientar que esta tese propôs um modelo empírico, qualitativo, capaz de ser, simplificadamente, aplicado ao planejamento urbano. É uma forma de prever possíveis impactos da ocupação urbana nas temperaturas do ar, além de possibilitar ações que amenizem esses impactos. Dessa forma, os resultados obtidos nesta tese são locais e qualitativos e por esses motivos valem apenas para os pontos monitorados da Cidade de São José dos Pinhais. Evidentemente que há necessidade de mais estudos quanto ao Índice de Tendência proposto, maior refinamento na pesquisa, repetições para outras áreas, em outras épocas do ano e maior número de pontos monitorados para melhor aplicabilidade. Porém, acredita-se que o método desenvolvido nesta tese poderá ser utilizado para outras cidades com características semelhantes a São José dos Pinhais.

Neste contexto é possível reafirmar que são necessárias ações conjuntas entre as pesquisas e as proposições na área do planejamento urbano. Não é possível desenvolver planos diretores considerando apenas a variável temperatura do ar como descritiva, desconsiderando sua influência nas proposições de legislação. Dessa forma, ao planejar uma cidade são necessárias proposições práticas, dentre elas, criação de espaços abertos como medida mitigadora de áreas muito adensadas; criação de espaços verdes para minimizar os efeitos das diferenças na temperatura do ar decorrentes da ocupação urbana; proposição de vias mais largas como forma de, dentre outros aspectos, priorizar a ventilação; criação de espaços com massas de água, sempre proporcionando espaços mais agradáveis e com maior qualidade de vida.

Pesquisas futuras poderão realizar estudos incluindo: monitoramentos em outras épocas do ano, com maior número de pontos amostrais; medições das temperaturas de superfícies no entorno dos pontos monitorados; medições de outras variáveis tais como ventilação e umidade nos pontos monitorados; novos testes

estatísticos e matemáticos objetivando a adequação de uma equação que ajuste os dados de temperatura do ar com os parâmetros urbanísticos.

Destaca-se que ocorreram algumas dificuldades na pesquisa de campo principalmente relacionadas à segurança dos aparelhos e à seleção dos locais, isso porque algumas pessoas não concordaram com a instalação dos abrigos termométricos em seus imóveis, fato decisivo na quantidade dos pontos monitorados. Dessa forma, embora os resultados obtidos tenham se limitado a apenas dez dias, enquadrados em uma mesma estação do ano, tal amostragem foi considerada satisfatória, considerando-se os objetivos do trabalho.

Ao finalizar esta tese cabe um incentivo aos pesquisadores que muitas vezes desestimulados com as dificuldades da pesquisa, principalmente de campo, seja por questões de operacionalização ou por questões econômicas, acabam por abandonar suas pesquisas, sem considerar que esses esforços sempre contribuem, ainda que minimamente, no sentido de estimular o debate e o aprofundamento dos estudos.

REFERÊNCIAS

A Agenda 21 / CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 3-14 de junho de 1992, Rio de Janeiro. **A Agenda 21.** Brasilia: 1992. 591 p.

AGACHE, A. **Cidade do Rio de Janeiro, remodelação, extensão e embelezamento (Plano Agache)**. Rio de Janeiro: Ed. Foyer Brésilien, 1930.

AMORIM, M. C. C. Ilhas de Calor em Birigui/SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v. 1, 2005.

AMORIM, M. C. C. T. . Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP. **Geosul** (UFSC), UFSC - Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.

AMORIM, M. C. C. T. ; DUBREUIL, V. ; QUENOL, H. ; SANT'ANNA NETO, J.L. . Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins** (Paris), v. 7, p. 1-16, 2009. Disponível em: <www.confins.revues.org/6070>. Acessado em: 02 de agosto de 2010.

ANDRADE, H. **O clima urbano - natureza, escalas de análise e aplicabilidade.** Finisterra, Lisboa, v. XI, 2005.

ANTUNES, M. A. H. et al. Correções atmosféricas de imagens de satélite utilizando o modelo 6S. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21, 2003, Belo Horizonte. **Anais do...** Belo Horizonte: CBC. 2003. 6p. Disponível em: <www.cartografia.org/xxi_cbc/174-sr21.pdf>. Acessado em: 02 de agosto de 2010.

AROZTEGUI, J. M. Cuantificación del Impacto de las Sombras de los Edificios. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3. Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente, 1. 1995, Gramado. **Anais do...** Porto Alegre: ANTAC, 1995. p. 341-346.

ASSIS, E. S. Aplicações da Climatologia urbana no planejamento da cidade: revisão dos estudos brasileiros. **Rua**, Salvador, v. 9, p. 20-25, jan/jun 2006.

_____. **Mecanismos de desenho urbano apropriados à atenuação da ilha de calor urbana:** análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

_____. **Impacto da forma urbana na mudança climática:** método para revisão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

BALLING, R. C.; BRAZELL, S. W. High-resolution surface temperature patterns in a complex terain. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 54, nº 9, p. 1289-1293, 1988.

BARIOU, R.; LECAMUS, D.; LE HENAFF, F. **L'etalonnage des données**. Rennes: Centre Regional de télédétection/UHB/Rennes 2, 1993.

BENEVOLO, L. **História da Cidade**. São Paulo: Perspectiva, 1993. 729 p.

BIRKHOLZ, L. B.; AL, E. **Introdução ao planejamento**. São paulo: FAUUSP, 1980. 180 p.

BITAN, A. The metodology of applied climatology in planning and building. **Energy and Buildings**, New York, v. 11, p. 1-10, 22 March 1988. ISSN 1-3.

BITTENCOURT, L. S.; CRUZ, J. M.; LOBO, D. G. F.. A influência da relação entre taxa de ocupação x nº de pavimentos no potencial de ventilação natural dos ambientes internos e externos. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 4., 1997, Salvador. **Anais eletrônicos...** Disponível em <http://www. infohab.org.br > Acesso em: 10 de mar. 2011.

BRANDÃO, A. M. M. P. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Filosofia, Letras e Ciências Humanas), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BRANDÃO, A. M. P. M.; GREGÓRIO, L. D. S. O Sistema Clima Urbano em São João de Meriti: Uma abordagem em busca da qualidade ambiental. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 12, Montevideo, 2009 **Anais DO...**. Montevideo, 2009.

CAMPOS FILHO, C. M. **Cidades brasileiras, seu controle ou seu caos:** o que os cidadãos devem fazer para a humanização das cidades no Brasil. São Paulo: Nobel, 1989. 143 p.

CARLOS, A. F. A. **O lugar no/do mundo**. São Paulo: Hucitec, 1996. 150 p.

_____. **A Cidade**. 7ª. ed. São Paulo: Contexto, 2003. 98 p.

CARNAHAN, W. H.; LARSON, R. C. An analysis of an urban heat sink. **Remote Sensing of Environment**, v. 33, p. 65-71, 1990.

CHANDLER, G.; MARKHAM, B. Revised Landsat-5 Tm Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 41, nº 11, Novembro 2003.

CHANDLER, T. J. **The Climate of London**. Londres: London Hutchison University Library Publishers, 1965.

CHARNET, R. et al. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. Campinas: Unicamp, 2008. 356 p.

CHEN, T. C. et al. Impacts on tropical South America Rainfall due to changes in global circulation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOUTHERNS HEMISPHERE METEOROLOGU AND OCEANOGRAPHY, 7th, Wellington, New Zeland, 2003. **Proceedings of the…** Bostos, Massachussetts: American Meteorological Society, 2003. p. 92-93.

CHOAY, F. **O urbanismo:** utopias e realidades. São Paulo: Perspectiva, 1979.

COLLISCHON, E. **O campo térmico da Região Metropolitana de Porto Alegre:** análise a partir da interação entre as variáveis ambientais na definição do clima urbano. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Floianópolis, 1998.

COLNAGHI, MARIA CRISTINA; ET AL. **São José dos Pinhais:** a trajetória de uma cidade. São José dos Pinhais: Prefeitura Municipal. Curitiba: Prephacio, 1992.

COLTRI, P. P. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo:** análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 2006.

COMEC - Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Situação geográfica**, 2010. Disponivel em: <http://www.pr.gov.br/comec/ormc.html>. Acesso em: 23 Setembro 2011.

_____. **Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba, 1978**. Curitiba: COMEC, 1978.

_____. **Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba. PDI/2006-COMEC, 2006**. Curitiba, COMEC, 2006.

_____. **Situação geográfica**, 2011. Disponivel em: <http://www.pr.gov.br/comec/ormc.html>. Acesso em: 23 set. 2011.

CORREA, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1989. 94 p.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. A ilha térmica de Porto Alegre: Contribuição ao estudo do clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 8, p. 33-48, 1980.

_____. **Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre/RS em janeiro de 1982:** contribuição ao estudo do clima urbano. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

_____. Aspectos Climáticos de Curitiba-PR: uma contribuição para o ensino médio. **RA'EGA: O espaço geográfico em análise**, Curitiba, v. 3, p. 229-253, 1999.

_____. **A utilização da internet como suporte à análise rítmica:** uma proposta de aula prática. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, X. São Paulo: 2005.

DEÁK. **À busca das categorias da produção do espaço**. Tese (Livre-docência) - Universidade de São Paulo, São Paulo: 2001.

DUARTE, D. H. S. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo 2000. 278 p.

_____. Variáveis urbanísticas e microclimas urbanos: modelo empírico e proposta de um indicador. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 3, p. 1-22, 2009.

DUARTE, D. H. S., SERRA, G. G. A influência do tratamento superficial dos pavimentos nos microclimas urbanos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...** Disponível em <http://www. infohab.org.br > Acesso em: 25 de mar. 2010.

DUARTE, D.; GONÇALVES, J. C. S.; MULFARTH, R. C. K. O projeto urbano e as questões ambientais. **Urbs**, v. 44, p. 9-14, 2007.

DUMKE, E. M. S. **Clima Urbano/ Conforto Térmico e Condições de Vida na Cidade - Uma Perspectiva a partir do Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC)**. Curitiba: Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - UFPR, 2007.

FERRARI, C. **Curso de planejamento municipal integrado:** urbanismo. 5ª. ed. São Paulo: Pioneira, 1986. 631 p.

FERREIRA, A. B. D. H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Curitiba: Positivo Livros, 2010. 2120 p.

FGV - Fundação Getúlio Vargas. Relatório técnico - Déficit habitacional 2008, 2008. Disponivel em: <www.sinduscop.com.br>. Acesso em: 18 Março 2011.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto (apostila)**. 2005.

FIRKOWSKI, O. L. C. D. F. A nova lógica de localização industrial no aglomerado metropolitano de Curitibano. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 103, p. 79-100, 2002.

_____. Os desafios do urbanismo em face da metropolização. Alguns elementos para (re)pensar Curitiba. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 11, p. 25-32, 2002.

FIRKOWSKI, O. L. C. F.; MOURA, R. **Metrópoles e regiões metropolitanas:** o que isso tem em comum? In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, IX, 2001, Rio de Janeiro. **Anais do ...** v.1. Rio de Janeiro: 2001. p. 105-114.

FOLHES, M. T. **Uma aplicação da banda termal do TM/Landsat-5 no gerenciamento dos recursos hídricos**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. Anais do. Goiânia: 2005. p. 3009-2016.

GARCIA, C. M. **Estudio del clima urbano de Barcelona:** la "isla de calor". Barcelona: Tese (Doutorado do Departamento de Geografia Física) - Universidade de Barcelona, 1992. 193 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIVONI, B. Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, v. 18, p. 11-23, 1992.

_____. **Climate considerations in urban and building design**. New York: J. Wiley & Sons, 1998.

GNOATO, S. Curitiba, cidade do amanhã: 40 anos depois. **Vitruvius**, Curitiba, 2006. Disponivel em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.072/351>. Acesso em: set. 2011.

GONSALES, C. H. C. Cidade moderna sobre a tradicional: conflitos e potencialidades. **Revista Vitruvius**, São Paulo, 2002. Disponivel em: <http://www.vitruvius.com.br>. Acesso em: 04 abr. 2005.

GOOGLE EARTH. Imagem digital do mapeamento de Belo Horizonte. Disponivel em: <http://www.googleearth.com>. Acesso em: maio 2007.

GREGÓRIO, L. S.; BRANDÃO, A. M. P. O Sistema Clima Urbano em São josé de Meriti/RJ: Uma abordagem em busca da qualidade ambiental. **Revista brasileira de climatologia**, v. 7, p. 23-36, 2010.

HARDT, L. P. A. **Teoria e planejamento urbano e regional**. Curitiba: PUCPR, 1998. 30 p.

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Desenvolvimento urbano e gestão municipal - plano diretor em municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: IBAM/ENSUR, 1993. 114 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas do censo Demográfico 2010, 2010. Disponivel em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 Março 2011.

_____. Atlas do censo Demográfico 2000, 2000. Disponivel em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 Março 2011.

_____. Contagem da população 2007, 2007. Disponivel em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 Março 2011.

IMAMURA-BORNSTEIN, I. R. **Observational studies of urban heat island characteristics in different climate zones**. Tese (PhD - Doctor's Level) - University of Tsukuba, Tsukuba, 1991. 156 p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Informações Meteorológicas. Disponivel em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 02 set. 2006.

INPE - instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Catálogo on line das imagens do Satélite LandSAT, 2010. Disponivel em: <www.inpe.br>. Acesso em: 16 Novembro 2010.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras Regionais - Mesorregião Geográfica Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: IPARDES, 2004. 219 p.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. População e PIB das cidades médias crescem mais que no resto do Brasil. 17 de julho de 2008., 2000. Disponivel em: <www.ipea.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2010.

_____. População e PIB das cidades médias crescem mais que no resto do Brasil, 2008. Disponivel em: <www.ipea.gov.br>. Acesso em: 15 Novembro 2010.

IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Planejamento:** um processo permanente. Curitiba: IPPUC, 2002. 132 p.

KATZSCHNER, L. The urban climate as a parameter for urban development. **Journal of Energy and Buildings, Netherlands, 1988, v. 11, n.13, p. 137-147**, 1988. Disponivel em: <http://www.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: 15 mar. 2003.

KIDDER, S. Q.; WU, H. T. A multispectral study of the St. louis area under snow-covered conditions using NOAA-7 AVHRR data. **Remote Sensing of Environment**, v. 22, p. 159-172, 1987.

KOFLER FREITAS, M. O aquecimento urbano nas idades brasileiras. **Revista EcoTerra Brasil**, 2010. Disponivel em:<http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.

php?temas&tipo=temas&cd=1557>. Acesso em: 12 março 2010.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997. 192 p.

LANDSBERG, H. E. **The urban climate**. New York: Academic Press, 1981.

LEE, D. Urban warming? An analysis of recent trends in London's heat island. **Weather**, v. 47, p. 50-60, 1992.

LEVINE, D.; BERENSON, M. L.; STEPHAN, D. **Estatísticas e aplicações usando Microsoft Excel em português**. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 811 p.

LIMA, C.A. **Sustentabilidade urbana e qualidade de vida**. Notas de aula do Curso de Especialização em Administração, Monitoramento e Controle da Qualidade de Vida Urbana – IEP (Instituto de Engenharia do Paraná).Curitiba, 2000.

LIMA, C. A. **A ocupação de áreas de mananciais na Região Metropolitana de Curitiba: do planejamento à gestão ambiental urbana-metropolitana.** Curitiba, 2000. Tese. (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná.

LOMBARDO, M. A. **A ilha de calor nas metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985. 239 p.

LOWRY, W. P. Empirical estimation of urban effects on climate: a problem analysis. **Jornal of Applied Meteorology**, 16, 1977. 129-153.

MAACK, R. Geografia física do Paraná. Rio de Janeiro: Livraria J. Olympio, 1981. 450p.

MARALET, E. et al. LANDSAT 4 and LANDSAT 5: thematic mapper data quality analysis. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 51, nº 9, p. 1407-1416, 1985.

MASCARÓ, L. A. R. **Luz, clima e arquitetura**. São Paulo: EdUSP, 1978. 177 p.

_____. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra, DC Luzzatto, 1996. 199 p.

MEIRELLES, H. L. **Direito de construir**. 4ª. ed. São Paulo: revista dos Tribunais, 1983.

MENDONÇA, F. A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno**. São paulo: Tese (Doutorado em Geografia) - USP, 1995.

_____. Abordagem interdisciplinar da problemática ambiental urbano-metropolitana: esboço metodológico da experiência do Doutorado em MA&D da UFPR sobre a RMC - Região Metropolitana de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 3, p. 79-95, jan./jun. 2001.

_____. S.A.U. Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, F. A. (.). **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Ed. da UFPR, 2004. p. 185-207.

MENDONÇA, F. A.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, v. 1, 2007. 206 p.

MENDONÇA, F. A.; DUBREUIL, V. Termografia de superfície e temperatura do ar na RMC (Região Metropolitana de Curitiba/PR). **Ra'e ga**, Curitiba, v. 9, p. 25-35, 2005.

MENDONCA, F. A. ; MONTEIRO, C. A. F. . **CLIMA URBANO**. 1. ed. São Paulo: CONTEXTO, 2003. v. 1. 192p

MENESES, P. R. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto. Texto universitário do curso de especialização em geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental.** Brasília: UNB/IG/LSR, 2001.

MINELLA, C. A.; RASIA, F. B. C.; KRÜGER, E. L. Impactos microclimáticos do desenho urbano: estudos realizados em Curitiba. **Ra'e ga**, Curitiba, v. 21, p. 298-336, 2011.

MONTEIRO, C. A. Clima. In: _____ **Geografia do Brasil - Grande Região Sul**. Rio de Janeiro: v. IV, 1963.

_____. Adentrar a Cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, Florianópolis, v. 1, n. 9, p. 2-19, 1990.

_____. Teoria e Clima Urbano. **IGEOG-USP, Série Teses e Monografias, nº 25**, São Paulo, 1976. 181.

_____. **Clima ubano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192 p.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 352 p.

MUKAI, T. **Direito urbano e ambiental**. Belo Horizonte: 2006. 432 p.

NAKAGAWA, K. recent trends of urban climatological studies in Japan, with special emphasis on the thermal environments of urbsn areas. **geographical Review of Japan**, v. 69B, p. 206-224, 1996.

NICHOL, J. E. A GIS-based approach to microclimate monitoring in Singapore's high-rise housing estates. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 60, nº 10, p. 1225-1232, 1994.

_____. High-resolution surface tempertaure patterns related to urban morphology in a tropical city: a satellite-based study. **Journal of Applied Meteorology V35, 135-156**, 1996. Disponivel em: <http://journals.ametsoc.org>. Acesso em: fevereiro 2011.

NOGUEIRA, B. C. Contribuições do planejamento regional para a institucionalização do planejamento municipal. In: BRUNA, G. C. **Questões de organização do espaço regional**. São paulo: Nobel e Editora da Universidade de São paulo, 1983.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento remoto:** princípios e aplicações. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1989. 308 p.

OKE, T. R. **Review of Urban Climatology 1968-1973**. Geneva: WMO, 1974.

_____. The distinction between canopy and urban layer island. **Atmosphere**, v. 14, p. 268-277, 1976.

_____. **Boundary Layer Climates**. London: Methuen, 1978. 372 p.

_____. **Review of Urban CLimatology 1974-1978**. Geneva: WMO, 1979.

_____. Canyon Geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**, v. 1, p. 233-254, 1981.

_____. The Energetic basic of the urban heat island. **Quaterly Journal of Royal Meteorological Society**, v. 108, p. 1-24, 1982.

OLGYAY, V. **Design with climate:** bioclimatic approach to architectural regionalism. New jersey: Princeton University Press, 1968. 190 p.

_____. **Arquitectura y clima:** manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: G. Gili, 1998. 203 p.

OLIVEIRA, M.; VECCHIA, F.; MONTAÑO, M. Mapeamento da temperatura de superfície de pequenas bacias hidrográficas: comparação de imagens de satélites LANDSAT 5, LANDSAT 7 e CBERS 2 no estudo de caso do Córrego da Água Quente, São Carlos, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, abr. de 2009, Natal. **Anais do…** Natal, Brasil, 2009. 768-770.

ONU, UN-HABITAT. State of the World's Cities 2008/2009. harmonious Cities. UK and USA, 2008., 2008. Disponivel em: <www.unhabitat.org/pmss/getPage.asp?page=bookView&book=2562>. Acesso em: 12 Março 2011.

OREA, D. G. **Ordenación del território:** una aproximación desde el medio físico. Madrid: Instituto Tecnologico Geominero de españa : Agricola española, 1994. 238 p.

PERTSCHI, S. C. **Aspectos do campo térmico da área urbana de São José dos Pinhais/PR:** situação de verão. Curitiba: Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2005. 172 p.

PNUD/UNOPS. **Proyecto Regional de capacitación en gestión ambiental urbana. Guia metodologica de capacitación en gesti[on ambiental urbana para universidades de America Latina y el Caribe.** Nova Iorque: UNDP/UNOPS, 1997.

PUPPI, I. C. **Estruturação Sanitária das Cidades**. Curitiba: Editora UFPR, 1981. 330 p.

RASIA, F.; KRÜGER, E. L. **Análise da influência das condições de vento sobre a dispersão de poluentes na área central de Curitiba**. ENTAC 2010 - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010, Canela, RS. Anais do ENTAC 2010. Porto Alegre, RS: ANTAC. 2010. p. 1-10.

ROCHA, C. H. B.; BRITO FILHO, L. F.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à seleção de locais para implantação de aterros sanitários. In: SILVA, J. X. D.; ZAIDAN, R. T. (Org.). **Geoprocessamento e análise ambiental:** Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 259-299.

ROLNIK, R. **O que é cidade**. São Paulo: Brasiliense, 1988.

ROMERO, A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2ª. ed. São Paulo: ProEditores, 2000. 123 p.

ROSSI, F. **Análise da influência da ocupação do solo na variação da temperatura em diferentes localidades da cidade de Curitiba**. Curitiba: Dissertação (Metrado em Tecnologia) - CEFET, 2004. 135 p.

ROSSI, F.; Krüger, E.L. . Análise da variação de temperaturas locais em função das características de ocupação do solo em Curitiba. **RA EGA** (UFPR), Curitiba - PR, v. 10, p. 122-143, 2005.

ROTH, M.; OKE, T. R.; EMERY, W. J. Satellite-derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology. **International Journal of Remote Sensing**, Bethesda, v. 10, p. 1699-1720, 1989.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ/SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO. **PDU - Plano de Desenvolvimento Urbano**. [S.l.]: [s.n.], 2003.

SAITOH, T. S.; SHIMADA, T.; HOSHI, H. Modelling and simulation of the Tokyo urban heat island. **Atmos Environ**, v. 30, p. 3431-3442, 1996.

SAMPAIO, A. H. L. **Correlações entre uso do solo e ilhas de calor no ambiente urbano:** o caso de Salvador. São Paulo: Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Universidade estadual de São Paulo (USP), 1981.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 2ª. ed. São paulo: Hucitec, 1994. 157 p.

_____. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, 1997. 124-124 p.

_____. **Técnica, espaço, tempo:** globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1998.

_____. **A natureza do Espaço:** Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4ª. ed. São Paulo: EdUSP, 2004.

SARTORI, M. G. B. **O clima de Santa Maria:** do regional ao urbano. São Paulo: Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo, 1979. 163 p.

SILVA, F. A. G. D. **O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído. Uma aplicação no nordeste do Brasil**. São Paulo: Tese (Doutorado em Arquitetura) - FAU USP, 1999.

SORRE, M. A. A adaptação ao meio climático e biossocial - Geografia Psicológica. In: MEGALE, J. F. (.). **Max Sorre**. São Paulo: Ática, 1984. Coleção Grandes Cientistas Sociais, 46.

SOUZA, J. D. D.; SILVA, B. B. Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM - LANDSAT 5. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23 (4), 2005.

SPOSITO, E. S. **Cidade, urbanização, metropolização**. São paulo: FCT-UNESP, 1997. 67 p.

STEINKE, E. T. **Considerações sobre a variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público.** Brasília, DF: Tese (Doutorado), publicação ECO TD, departamento de Ecologia - UnB, 2004. 196 p.

STEINKE, E. T.; STEINKE, V. A. Aspectos etermianntes do período da seca no Distrito Federal. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 26, p. 244-254, 2000.

TARIFA, J. R. Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos - SP. **Geografia**, Rio Claro, v. 2, nº 4, p. 59-80, 1977.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. **Unidades climáticas urbanas na cidade de São Paulo, 1ª aproximação**. São Paulo: PMSP/SUMA, 2000. 74 p. Relatório preliminar do projeto Atlas Ambiental dos Municípios de São Paulo.

TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. **Os climas na cidade de São Paulo:** teoria e prática. São Paulo: GEOUSP, 2001.

TSO, C. P. A survey of urban heat island studies in two tropical cities. **Atmospheric Environment**, v. 30, n. 3, p. 507-519, 1996.

ULTRAMARI, C.; MOURA, R. **Metrópole. Grande Curitiba:** teoria e prática. Curitiba: IPARDES, 1994.

_____. Transformações recentes no espaço metropolitano. **Análise Conjuntural**, Curitiba, v. 10, p. 8-11, 1988.

VILLAÇA, F. **O uso do solo urbano**. São Paulo: CEPAM, 1978.

_____. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studo Nobel, 1998.

WALPOLE, R. E.; AL, E. **Probabilidade Estatística para engenharia e ciências**. 8ª. ed. São Paulo: Pearson prentice Hall, 2009. 491 p.

YIN, R. K. **Case Study Research:** design and methods. 2ª. ed. Applied Social research Methods Series: Sage Publications, 2001.

APÊNDICE I

		Abrigo com Papel Alumínio		Hobo com Papel Alumínio		SIMEPAR			Abrigo com Papel Alumínio		Hobo com Papel Alumínio		SIMEPAR
DATA	HORA	Temp (ºC)	Δt1 Temp (ºC)	Temp (ºC)	Δt2 Temp (ºC)	Temp (ºC)	DATA	HORA	Temp (ºC)	Δt1 Temp (ºC)	Temp (ºC)	Δt2 Temp (ºC)	Temp (ºC)
16/12/2010	01:00	13,90	0,28	13,90	0,28	13,62	17/12/2010	01:00	16,82	0,20	16,72	0,10	16,62
	02:00	13,66	(0,09)	13,69	(0,06)	13,75		02:00	16,82	0,27	16,72	0,17	16,55
	03:00	13,57	0,15	13,59	0,17	13,42		03:00	16,84	0,24	16,77	0,17	16,60
	04:00	13,16	(0,14)	13,18	(0,12)	13,30		04:00	16,84	0,24	16,75	0,15	16,60
	05:00	13,30	0,10	13,30	0,10	13,20		05:00	16,91	0,29	16,87	0,25	16,62
	06:00	13,78	0,41	13,79	0,42	13,37		06:00	17,08	0,28	17,06	0,26	16,80
	07:00	14,72	0,70	14,72	0,70	14,02		07:00	17,72	0,67	17,65	0,60	17,05
	08:00	15,55	0,78	15,56	0,79	14,77		08:00	18,86	1,24	18,84	1,22	17,62
	09:00	16,17	0,85	16,13	0,81	15,32		09:00	21,48	2,43	21,13	2,08	19,05
	10:00	17,34	1,39	17,32	1,37	15,95		10:00	21,65	1,00	21,70	1,05	20,65
	11:00	18,70	1,40	18,82	1,52	17,30		11:00	22,56	0,96	22,70	1,10	21,60
	12:00	19,55	1,25	19,60	1,30	18,30		12:00	23,06	0,89	23,14	0,97	22,17
	13:00	20,27	1,40	20,29	1,42	18,87		13:00	22,54	0,52	22,51	0,49	22,02
	14:00	19,58	0,98	19,46	0,86	18,60		14:00	21,48	(0,09)	21,48	(0,09)	21,57
	15:00	19,22	0,65	19,20	0,63	18,57		15:00	20,63	0,58	20,46	0,41	20,05
	16:00	19,29	0,82	19,32	0,85	18,47		16:00	20,44	0,42	20,40	0,38	20,02
	17:00	19,15	0,45	19,25	0,55	18,70		17:00	20,17	0,02	20,17	0,02	20,15
	18:00	18,44	0,09	18,53	0,18	18,35		18:00	20,15	0,15	20,10	0,10	20,00
	19:00	17,91	(0,14)	17,99	(0,06)	18,05		19:00	19,49	(0,36)	19,51	(0,34)	19,85
	20:00	17,51	(0,09)	17,53	(0,07)	17,60		20:00	19,39	(0,03)	19,39	(0,03)	19,42
	21:00	17,34	0,14	17,30	0,10	17,20		21:00	19,13	(0,14)	19,17	(0,10)	19,27
	22:00	17,15	0,18	17,08	0,11	16,97		22:00	19,03	(0,29)	19,13	(0,19)	19,32
	23:00	17,03	0,23	16,99	0,19	16,80		23:00	18,98	(0,34)	18,98	(0,34)	19,32
	00:00	13,44	0,32	13,42	0,30	13,12		00:00	16,96	0,19	16,87	0,10	16,77

FONTE: O autor, 2010.

Nota 1: Δt1 e Δt2 significam a diferença entre a temperatura medida no abrigo e a temperatura oficial.

Nota 2: Os valores entre ( ) significam valores negativos.

APÊNDICE II

		TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
DIA MONITORADO	HORÁRIO	INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
25/01/2011	00:00	20,13	19,96	20,46	21,08	20,48	20,51	20,87	21,37	21,03	20,32	20
25/01/2011	01:00	20,06	19,75	20,08	20,77	20,34	20,15	20,6	21,06	20,87	19,98	20
25/01/2011	02:00	19,6	19,51	19,7	20,44	20,25	20,27	20,6	20,87	20,63	19,27	19
25/01/2011	03:00	19,53	19,32	19,41	20,22	19,89	19,41	20,01	20,48	20,41	19,01	19
25/01/2011	04:00	18,87	18,79	18,91	19,79	19,56	18,72	19,48	20,06	19,77	18,87	18
25/01/2011	05:00	18,65	18,68	19,25	19,53	19,46	19,37	19,58	19,77	19,56	19,2	19
25/01/2011	06:00	19,44	19,22	19,53	19,82	19,72	19,7	19,77	19,77	19,91	19,44	19
25/01/2011	07:00	19,51	19,39	19,75	19,96	19,87	19,91	19,96	19,75	19,96	19,63	20
25/01/2011	08:00	19,72	19,7	19,91	20,17	20,15	20,56	20,29	19,96	20,25	20,67	21
25/01/2011	09:00	21,29	20,37	21,94	20,58	22,97	23,62	24,29	20,75	21,06	22,73	24
25/01/2011	10:00	22,82	23,76	25,02	23,11	25,62	26,92	27,28	21,99	23,06	26,09	26
25/01/2011	11:00	27,26	26,3	27,51	26,13	28,94	28,89	29,74	23,16	26,52	27,19	27
25/01/2011	12:00	28,97	28,67	29,54	28,1	29,97	30,42	30,29	24,32	29,07	29,64	28
25/01/2011	13:00	30,32	29,14	31,08	29,94	31,08	31,41	30,47	25,48	31,26	29,99	30
25/01/2011	14:00	30,42	27,65	31,48	30,02	31,28	31,36	32,25	26,87	32,25	31,13	28
25/01/2011	15:00	30,02	28,27	29,87	30,32	29,74	33,47	33,5	28,15	33,08	31,66	28
25/01/2011	16:00	28,74	27,41	26,97	29,52	28,49	28,54	29,17	28,15	33,68	29,94	25
25/01/2011	17:00	25,91	23,98	23,95	26,06	25,45	25,99	26,33	27,55	31,38	27,83	25
25/01/2011	18:00	26,09	23,59	23,98	25,74	25,38	26,43	26,13	26,72	30,72	25,67	24
25/01/2011	19:00	24,7	22,97	22,94	24,65	24,36	23,79	24,27	25,26	27,09	23,18	22

Continua...

... Continuação

		TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
DIA MONITORADO	HORÁRIO	INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
25/01/2011	20:00	23,02	21,99	22,18	23,47	23,28	22,82	23,28	24,22	24,85	22,32	21
25/01/2011	21:00	22,11	21,37	21,65	22,8	22,56	22,08	22,51	23,4	23,91	21,89	21
25/01/2011	22:00	21,68	21,03	21,32	22,3	22,06	21,92	22,2	22,92	23,18	21,65	21
25/01/2011	23:00	21,68	20,82	21,32	22,15	22,03	21,84	22,03	22,63	24,2	21,7	21
26/01/2011	00:00	21,63	21,06	21,34	22,18	21,92	21,63	22,03	22,18	25,28	21,06	21
26/01/2011	01:00	20,84	20,63	20,6	21,68	21,49	21,18	21,51	21,89	25,67	20,17	20
26/01/2011	02:00	20,41	19,89	20,03	21,03	20,98	20,79	21,06	21,46	25,62	19,72	20
26/01/2011	03:00	19,87	19,65	19,89	20,75	20,87	20,39	20,75	21,32	25,53	19,58	19
26/01/2011	04:00	19,58	19,41	19,67	20,58	20,44	19,87	20,46	21,01	25,33	19,48	19
26/01/2011	05:00	19,1	19,03	19,32	20,22	19,84	19,51	20,1	20,72	25,09	18,65	18
26/01/2011	06:00	18,46	18,65	18,82	19,79	19,39	18,72	19,65	20,2	24,82	18,32	18
26/01/2011	07:00	18,22	18,25	18,68	19,25	18,7	18,89	19,39	19,65	24,36	19,08	19
26/01/2011	08:00	19,27	19,2	19,67	19,63	19,84	20,94	21,44	19,96	24,15	20,65	22
26/01/2011	09:00	21,22	20,53	21,82	20,98	22,94	23,79	24,97	20,96	23,62	23,52	23
26/01/2011	10:00	23,26	23,67	24,85	23,18	25,4	27,16	27,53	22,25	23,76	26,87	24
26/01/2011	11:00	26,79	26,3	26,89	26,3	27,7	29,29	28,97	23,55	24,27	28,74	26
26/01/2011	12:00	28,3	28,1	28,84	28,67	29,49	30,57	30,42	24,82	25,16	28,62	26
26/01/2011	13:00	28,84	28,3	30,55	30,34	31,18	32,12	31,23	25,94	26,13	30,65	28
26/01/2011	14:00	30,65	27,55	31,15	31	30,82	29,09	30,17	26,57	35,58	28,67	28
26/01/2011	15:00	28,1	26,67	29,64	28,12	30,32	30,04	29,87	26,67	27,33	27,53	27
26/01/2011	16:00	26,48	26,77	27,7	30,6	28,39	25,21	26,28	25,65	28,39	23,52	28

Continua...

... Continuação

DIA MONITORADO	HORÁRIO	TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
		INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
26/01/2011	17:00	22,68	23,47	24,8	26,09	24,73	24,97	24,51	24,58	25,38	24,73	23
26/01/2011	18:00	25,23	25,67	25,57	26,57	25,82	25,36	25,36	25,09	26,82	24,24	26
26/01/2011	19:00	24,03	24,53	24,58	25,67	24,99	24,12	24,58	24,56	25,38	23,18	24
26/01/2011	20:00	22,35	23,11	23,55	24,7	23,79	23,11	23,62	23,95	24,15	22,54	22
26/01/2011	21:00	21,37	22,32	23,09	23,79	23,16	22,82	23,14	23,55	23,64	21,94	22
26/01/2011	22:00	20,96	21,87	22,23	23,23	22,39	22,3	22,66	23,02	22,92	21,53	21
26/01/2011	23:00	21,01	21,29	21,87	22,66	22,15	21,87	22,44	22,51	22,68	21,18	21
27/01/2011	00:00	20,65	21,13	21,44	22,18	21,72	21,29	21,77	22,18	22,13	20,41	20
27/01/2011	01:00	20,15	20,46	20,84	21,8	21,37	21,03	21,39	21,8	21,46	20,03	20
27/01/2011	02:00	20,1	20,34	20,67	21,32	20,91	20,53	21,06	21,51	21,41	19,82	20
27/01/2011	03:00	20,17	20,51	20,27	20,98	20,77	20,37	20,75	21,22	20,91	19,15	20
27/01/2011	04:00	20,1	20,27	19,89	20,75	20,58	20,32	20,53	20,96	20,56	19,89	20
27/01/2011	05:00	19,72	19,67	19,56	20,34	20,29	19,98	20,08	20,56	20,48	19,44	19
27/01/2011	06:00	19,51	19,32	19,29	20,15	19,89	20,03	19,98	20,34	19,75	19,25	19
27/01/2011	07:00	19,53	19,48	19,94	20,03	20,17	20,44	20,32	20,29	20,34	20,08	20
27/01/2011	08:00	20,01	20,17	20,94	20,53	20,89	21,56	21,2	20,6	21,03	21,6	21
27/01/2011	09:00	21,51	21,2	22,37	21,65	22,56	23,42	23,3	21,37	22,99	23,35	23
27/01/2011	10:00	22,99	22,71	25,77	23,02	24,9	25,6	25,91	22,59	24,9	25,28	25
27/01/2011	11:00	25,99	25,74	29,02	25,89	28,67	28,99	29,34	23,98	28,67	28,32	27
27/01/2011	12:00	28,79	28,59	31,36	29,34	32,07	30,95	31,51	25,57	33,73	30,09	29
27/01/2011	13:00	29,74	29,09	30,87	30,55	30,95	32,3	32,59	26,82	34,57	30,77	30
27/01/2011	14:00	30,65	28,1	31,89	31,94	32,56	32,74	33,34	28,27	36,01	31,97	30

Continua...

... Continuação

DIA MONITORADO	HORÁRIO	TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
		INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
27/01/2011	15:00	31,56	29,17	31,28	32,33	32,79	33,42	34,28	29,46	34,12	32,05	30
27/01/2011	16:00	30,42	28,59	25,94	31,46	31,77	29,94	31,92	28,94	32,72	28,52	23
27/01/2011	17:00	21,75	24,65	23,38	26,16	24,75	24,73	25,87	25,36	26,84	23,47	23
27/01/2011	18:00	23,09	22,97	23,88	24,03	24,12	24,77	24,92	24,63	24,2	24,2	25
27/01/2011	19:00	23,47	23,55	24,17	25,04	25,23	24,65	25,84	24,68	25,04	23,62	23
27/01/2011	20:00	22,44	23,04	23,02	24,48	23,88	23,45	24,27	23,69	23,91	22,2	24
27/01/2011	21:00	21,8	22,11	22,49	23,59	23,69	23,26	23,74	22,73	22,27	21,58	22
27/01/2011	22:00	21,32	22,15	21,77	22,71	22,59	21,82	22,3	21,75	21,7	21,08	22
27/01/2011	23:00	20,58	21,49	21,27	22,06	21,77	21,34	21,84	21,25	21,34	20,1	21
28/01/2011	00:00	19,94	20,7	20,72	21,58	21,39	21,18	21,63	20,94	21,03	19,65	21
28/01/2011	01:00	19,89	20,27	20,72	21,27	21,44	21,01	21,29	20,82	20,84	19,96	21
28/01/2011	02:00	19,91	20,29	20,58	21,18	21,01	20,63	20,94	20,48	20,34	19,77	20
28/01/2011	03:00	19,41	20,17	20,2	20,89	20,72	20,2	20,56	20,2	20,27	19,39	20
28/01/2011	04:00	19,13	19,7	19,7	20,51	20,29	19,79	20,2	20,01	19,96	18,84	19
28/01/2011	05:00	19,1	19,29	19,44	20,17	20,15	19,98	20,22	19,89	19,75	18,68	19
28/01/2011	06:00	18,94	19,18	19,29	20,01	20,1	20,17	20,25	19,87	19,67	18,63	19
28/01/2011	07:00	19,13	19,08	19,6	20,01	20,34	20,46	20,6	19,98	20,01	19,44	20
28/01/2011	08:00	19,96	19,79	21,03	20,46	21,18	21,75	21,82	20,37	20,58	21,22	22
28/01/2011	09:00	21,51	21,7	22,61	21,7	22,87	23,28	23,26	21,15	22,2	22,75	24
28/01/2011	10:00	23,59	23,76	25,09	23,14	25,16	25,28	25,33	22,3	24,03	24,34	25
28/01/2011	11:00	26,13	25,82	26,74	25,16	26,33	26,6	26,77	23,42	25,7	26,74	26
28/01/2011	12:00	26,38	26,18	26,62	26,16	27,75	27,63	28,2	24,44	27,68	27,04	27

Continua...

... Continuação

DIA MONITORADO	HORÁRIO	TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
		INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
28/01/2011	13:00	26,5	25,65	27,9	26,16	28,25	29,27	28,74	25,31	27,85	29,32	29
28/01/2011	14:00	29,82	27,36	31	28,42	31,36	32,46	31,94	27,11	30,32	30,87	31
28/01/2011	15:00	30,37	28,67	32,51	31,51	33,31	32,72	33,37	28,49	33,29	31,71	29
28/01/2011	16:00	30,55	30,12	30,7	32,18	31,64	30,82	31,77	29,34	33,91	31,18	29
28/01/2011	17:00	29,64	28,22	21,1	28,69	24,27	27,04	26,01	27,38	28,79	27,21	25
28/01/2011	18:00	23,42	21,22	22,68	23,83	24,63	24,94	25,55	25,84	26,35	23,64	23
28/01/2011	19:00	22,03	22,18	22,03	23,5	23,3	23,16	23,64	24,34	24,15	22,2	22
28/01/2011	20:00	21,03	21,41	21,58	22,73	22,54	22,11	22,71	23,4	23,06	21,29	21
28/01/2011	21:00	20,75	21,08	21,06	22,15	21,75	21,44	21,84	22,49	22,32	20,63	21
28/01/2011	22:00	20,48	20,48	20,77	21,72	21,49	21,13	21,6	22,11	21,89	20,25	20
28/01/2011	23:00	20,53	20,46	20,6	21,49	21,39	21,2	21,51	21,8	21,56	20,03	21
29/01/2011	00:00	20,29	20,39	20,58	21,37	21,49	21,58	21,63	21,58	21,53	20,46	21
29/01/2011	01:00	20,75	20,63	20,77	21,41	21,65	21,6	21,77	21,44	21,53	20,32	21
29/01/2011	02:00	20,27	20,46	20,44	21,51	21,58	21,15	21,46	21,27	21,32	20,2	20
29/01/2011	03:00	19,87	20,03	20,08	21,08	20,84	20,51	21,06	21,01	20,89	19,75	20
29/01/2011	04:00	19,41	19,65	19,75	20,63	20,39	20,1	20,51	20,67	20,41	19,25	19
29/01/2011	05:00	18,99	19,2	19,44	20,25	19,96	19,98	20,29	20,44	20,27	19,29	19
29/01/2011	06:00	19,03	19,03	19,32	20,06	20,06	20,17	20,41	20,34	20,34	19,18	19
29/01/2011	07:00	19,27	19,13	19,6	20,03	20,1	20,32	20,44	20,27	20,34	19,63	20
29/01/2011	08:00	19,98	19,7	20,84	20,39	20,98	21,75	21,58	20,6	21,08	21,84	23
29/01/2011	09:00	21,22	21,01	23,62	21,72	23,93	24,77	25,19	21,77	22,92	24,8	24
29/01/2011	10:00	23,16	23,23	25,19	23,74	25,72	27,21	26,65	23,18	25,21	27,01	26

Continua...

... Continuação

DIA MONITORADO	HORÁRIO	TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
		INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
29/01/2011	11:00	26,06	25,6	27,38	27,14	28,44	30,39	29,67	24,92	29,07	29,57	28
29/01/2011	12:00	28,12	27,36	28,47	29,37	30,29	29,79	30,55	26,13	30,98	28,44	28
29/01/2011	13:00	28,12	27,48	29,67	28,39	29,39	29,62	29,82	26,45	29,97	29,69	30
29/01/2011	14:00	29,29	28,57	29,92	29,74	33,21	33,03	32,85	27,78	31,23	30,65	30
29/01/2011	15:00	31,33	28,72	31,15	30,87	32,38	31,82	32,85	28,89	32,36	31,23	30
29/01/2011	16:00	32,07	29,39	32,85	32,46	32,9	33,05	32,67	29,59	33,91	32,12	29
29/01/2011	17:00	30,14	29,79	29,27	32,64	31,15	31,23	32,23	30,87	35,66	31,13	26
29/01/2011	18:00	25,72	27,55	23,4	29,22	27,53	26,89	29,89	29,67	33,91	26,5	22
29/01/2011	19:00	21,06	21,65	21,13	24,12	23,04	23,14	24,29	26,13	29,12	22,82	21
29/01/2011	20:00	19,96	20,06	20,34	22,13	20,75	20,79	21,34	23,35	23,52	20,32	20
29/01/2011	21:00	19,44	19,6	20,34	20,98	20,39	20,25	20,6	21,46	20,89	20,2	20
29/01/2011	22:00	19,58	19,7	20,17	20,89	20,27	20,06	20,53	21,01	21,13	20,08	19
29/01/2011	23:00	19,58	19,65	19,94	20,91	20,15	19,96	20,48	20,84	20,89	19,82	20
30/01/2011	00:00	19,18	19,46	20,03	20,44	20,22	20,03	20,48	20,67	20,79	19,77	20
30/01/2011	01:00	19,18	19,25	19,87	20,39	20,29	20,25	20,56	20,51	20,65	19,67	20
30/01/2011	02:00	19,22	19,46	19,79	20,37	20,27	20,03	20,51	20,29	20,7	19,48	19
30/01/2011	03:00	18,96	19,32	19,79	20,17	19,98	19,96	20,29	20,1	20,29	19,46	20
30/01/2011	04:00	19,51	19,37	19,65	20,15	20,1	20,15	20,39	20,1	20,41	19,6	20
30/01/2011	05:00	19,29	19,41	19,72	20,17	20,2	20,15	20,34	20,06	20,15	19,51	20
30/01/2011	06:00	19,29	19,41	19,56	20,15	19,91	19,67	20,08	19,94	20,25	19,48	19
30/01/2011	07:00	19,01	19,22	19,63	20,01	19,56	19,63	19,87	19,77	20,06	19,6	20
30/01/2011	08:00	19,6	19,6	20,98	20,13	20,48	20,82	21,03	19,96	20,41	20,77	22

Continua...

... Continuação

		TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
DIA MONITORADO	HORÁRIO	INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
30/01/2011	09:00	20,58	20,56	24,2	21,2	22,27	21,94	22,27	20,44	21,27	21,7	23
30/01/2011	10:00	22,15	22,51	24,7	23,42	24,12	24,03	23,88	21,29	22,75	23,64	24
30/01/2011	11:00	23,95	24,29	26,35	24,75	25,89	26,28	27,68	22,61	26,09	25,7	26
30/01/2011	12:00	24,94	24,12	26,79	26,4	25,89	24,85	26,11	23,28	29,32	25,53	26
30/01/2011	13:00	26,45	25,53	28,54	27,41	28,35	28,05	27,68	24,07	29,69	26,77	26
30/01/2011	14:00	27,55	25,7	25,55	27,65	26,21	26,13	26,55	24,94	30,52	26,57	24
30/01/2011	15:00	25,31	24,2	23,26	25,28	24,07	23,74	23,04	23,69	23,79	22,94	23
30/01/2011	16:00	24,05	22,68	23,02	23,64	23,09	23,59	23,11	22,94	22,73	23,62	23
30/01/2011	17:00	23,83	22,71	23,23	24	23,33	23,18	23,38	22,99	24,65	22,59	22
30/01/2011	18:00	22,49	22,63	22,44	23,64	22,66	21,94	22,27	22,11	23,23	21,41	21
30/01/2011	19:00	21,44	21,8	21,89	22,82	21,65	21,53	21,49	21,49	22,13	21,08	21
30/01/2011	20:00	20,94	21,27	21,27	22,15	21,25	20,96	21,1	21,03	21,53	20,51	21
30/01/2011	21:00	20,37	20,82	20,72	21,53	20,75	20,37	20,58	20,67	21,06	19,89	20
30/01/2011	22:00	19,58	20,2	19,98	20,91	20,03	19,7	19,82	20,01	20,32	19,27	19
30/01/2011	23:00	19,03	19,56	19,34	20,29	19,32	18,99	19,1	19,41	19,53	18,32	18
31/01/2011	00:00	18,41	18,94	18,7	19,7	18,65	18,37	18,46	18,79	18,89	18,11	18
31/01/2011	01:00	18,06	18,49	18,68	19,2	18,34	18,22	18,27	18,44	18,75	17,96	18
31/01/2011	02:00	18,37	18,51	18,94	19,08	18,53	18,39	18,53	18,41	18,82	17,89	18
31/01/2011	03:00	18,13	18,53	18,6	19,25	18,49	18,03	18,39	18,3	18,53	17,53	18
31/01/2011	04:00	17,92	18,51	18,6	18,79	18,08	18,03	18,03	18,06	18,25	17,89	18
31/01/2011	05:00	18,18	18,44	18,84	18,84	18,37	18,49	18,51	18,18	18,51	18,27	19
31/01/2011	06:00	18,2	18,58	18,79	19,03	18,63	18,56	18,65	18,37	18,87	18,34	18

Continua...

... Continuação

DIA MONITORADO	HORÁRIO	TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
		INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
31/01/2011	07:00	18,44	18,56	18,99	19,06	18,6	18,84	18,75	18,49	18,96	18,79	19
31/01/2011	08:00	19,22	19,08	20,25	19,51	19,34	19,84	19,53	18,84	19,63	19,6	20
31/01/2011	09:00	20,6	20,32	21,6	20,63	20,79	21,77	21,53	19,77	21,2	21,94	22
31/01/2011	10:00	21,87	21,53	23,02	22,03	22,99	24,39	23,74	20,96	22,47	24,36	25
31/01/2011	11:00	24	23,33	26,62	24,12	25,72	26,55	26,26	22,39	25,57	26,18	27
31/01/2011	12:00	26,89	26,97	27,63	26,89	28,32	28,07	28,22	23,98	26,72	27,33	28
31/01/2011	13:00	27,33	25,94	28,42	27,65	29,62	28,99	29,29	25,04	27,53	27,92	27
31/01/2011	14:00	28,2	26,45	28,52	29,02	29,69	28,89	28,82	25,96	28,67	27,95	23
31/01/2011	15:00	28,3	26,92	28,92	28,42	29,49	28,39	28,87	26,28	28,72	27,24	28
31/01/2011	16:00	25,99	26,79	28,84	27,26	27,14	27,48	27,01	24,61	25,99	28,92	28
31/01/2011	17:00	28,37	27,24	28,54	28,32	28,72	28,77	28,84	25,77	28,27	28,72	22
31/01/2011	18:00	28,27	27,48	23,3	28,32	27,21	23,83	24,65	24,22	25,02	24,15	23
31/01/2011	19:00	22,92	22,32	22,37	23,45	22,87	23,14	23,16	22,99	22,87	22,99	21
31/01/2011	20:00	22,01	21,87	21,87	23,11	22,85	22,49	22,73	22,59	22,44	21,75	21
31/01/2011	21:00	21,49	21,39	21,56	22,68	22,11	21,89	22,32	22,35	21,89	21,03	21
31/01/2011	22:00	21,15	21,18	21,13	22,25	21,84	21,7	21,96	22,06	21,51	20,37	21
31/01/2011	23:00	21,06	20,91	20,82	21,8	21,53	21,39	21,53	21,82	21,39	19,82	20
01/02/2011	00:00	20,65	20,56	20,41	21,41	21,25	21,1	21,29	21,39	21,08	20,01	20
01/02/2011	01:00	20,2	20,15	19,94	21,01	20,89	20,58	20,82	21,1	20,67	19,51	20
01/02/2011	02:00	19,7	19,67	19,7	20,6	20,41	20,25	20,48	20,65	20,39	19,41	20
01/02/2011	03:00	19,63	19,56	19,48	20,22	20,17	19,96	20,1	20,41	19,96	18,79	19
01/02/2011	04:00	19,18	19,27	19,18	19,98	19,82	19,65	19,98	20,06	19,82	18,6	19

Continua...

... Continuação

DIA MONITORADO	HORÁRIO	TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
		INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
01/02/2011	05:00	19,18	19,15	18,89	19,67	19,72	19,37	19,65	19,87	19,34	18,08	18
01/02/2011	06:00	19,03	18,84	18,82	19,41	19,46	19,25	19,41	19,65	19,06	17,99	19
01/02/2011	07:00	18,79	18,7	19,29	19,27	19,56	19,89	19,79	19,53	18,99	19,03	20
01/02/2011	08:00	19,44	19,2	21,39	19,84	21,03	21,06	21,37	19,87	19,84	21,2	22
01/02/2011	09:00	20,84	21,53	25,36	20,84	23,5	23,79	24,82	20,77	20,89	24,9	25
01/02/2011	10:00	23,42	25,33	27,92	24	28,2	27,16	27,55	22,59	23,57	26,65	26
01/02/2011	11:00	26,11	26,72	28,79	26,77	29,46	28,37	28,62	24,12	26,52	27,7	27
01/02/2011	12:00	27,73	27,24	30,72	28,44	30,17	29,24	29,84	25,26	29,32	28,49	27
01/02/2011	13:00	28,3	28,3	28,97	30,02	31,77	28,62	29,14	25,96	29,14	28,72	27
01/02/2011	14:00	27,68	26,6	30,75	28,77	30,72	29,02	29,17	26,28	28,02	29,74	28
01/02/2011	15:00	30,04	26,89	31	30,14	31,87	31,2	32,2	27,95	32,64	28,64	29
01/02/2011	16:00	28,35	27,68	26,7	31,33	30,98	29,04	29,72	27,6	29,94	28,12	24
01/02/2011	17:00	23,91	23,3	22,85	27,83	25,38	24,34	26,33	25,91	27,16	23,11	22
01/02/2011	18:00	20,63	20,94	21,2	24,15	22,71	21,44	22,42	23,57	24,12	21,08	20
01/02/2011	19:00	20,32	20,1	20,6	22,68	20,89	20,37	20,89	21,49	22,3	20,56	20
01/02/2011	20:00	20,1	19,7	20,41	21,6	20,82	20,25	20,84	21,29	21,77	20,37	19
01/02/2011	21:00	19,67	19,75	20,34	21,15	20,48	19,98	20,46	20,87	21,2	19,94	19
01/02/2011	22:00	19,44	19,7	20,17	20,84	20,1	19,98	20,41	20,48	20,65	19,87	19
01/02/2011	23:00	19,39	19,46	19,75	20,65	20,08	19,72	20,17	20,03	20,53	19,67	19
02/02/2011	00:00	19,2	19,18	19,51	20,34	19,75	19,41	19,77	19,67	20,2	19,6	19
02/02/2011	01:00	19,32	18,94	19,6	20,06	19,72	19,75	19,94	19,63	20,22	19,94	20
02/02/2011	02:00	19,63	19,08	19,39	20,15	19,94	19,7	20,15	19,72	20,29	19,91	20

Continua...

... Continuação

DIA MONITORADO	HORÁRIO	TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
		INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
02/02/2011	03:00	19,37	18,99	19,41	20,1	19,87	19,89	20,1	19,72	20,27	19,98	20
02/02/2011	04:00	19,56	19,03	19,7	20,03	19,96	19,79	20,15	19,72	20,39	19,84	20
02/02/2011	05:00	19,39	19,29	19,58	20,2	19,84	19,58	19,94	19,56	20,22	19,06	19
02/02/2011	06:00	18,41	19,03	19,03	19,87	18,94	18,53	18,94	18,82	19,18	18,22	18
02/02/2011	07:00	18,2	18,6	19,22	19,25	18,72	18,82	19,06	18,58	19,03	18,89	19
02/02/2011	08:00	18,7	18,94	19,7	19,48	19,39	19,6	19,7	18,91	19,77	19,53	19
02/02/2011	09:00	19,13	19,29	20,27	19,98	19,79	20,13	20,08	19,34	20,48	20,7	20
02/02/2011	10:00	19,75	19,87	22,15	20,46	20,72	22,06	21,58	20,15	21,49	22,61	22
02/02/2011	11:00	20,77	21,51	22,73	22,13	22,3	23,59	23,3	21,34	23,14	22,66	22
02/02/2011	12:00	21,06	21,7	22,27	22,61	22,25	23,79	22,92	21,58	22,54	22,71	22
02/02/2011	13:00	22,68	21,27	23,4	23,67	23,79	23,76	24,15	22,27	25,16	23,3	21
02/02/2011	14:00	22,01	22,06	24,22	23,93	23,52	23,28	23,09	22,25	24,85	22,92	21
02/02/2011	15:00	22,66	22,82	23,11	24,32	23,55	22,87	22,99	22,2	25,38	22,51	22
02/02/2011	16:00	21,7	21,99	22,39	23,42	22,68	21,82	22,08	21,77	24,29	21,25	20
02/02/2011	17:00	20,63	21,44	21,39	22,75	21,53	21,34	21,2	21,34	22,82	21,08	20
02/02/2011	18:00	20,39	20,67	20,48	21,94	20,91	20,34	20,56	20,65	21,96	20,22	20
02/02/2011	19:00	19,72	19,96	20,01	21,22	20,17	19,72	19,91	20,17	21,01	19,56	19
02/02/2011	20:00	19,18	19,41	19,6	20,72	19,75	19,39	19,63	19,82	20,51	19,2	19
02/02/2011	21:00	18,89	19,13	19,44	20,29	19,48	19,15	19,41	19,53	20,15	18,99	19
02/02/2011	22:00	18,72	18,99	19,34	19,94	19,25	19,08	19,29	19,37	19,87	18,91	19
02/02/2011	23:00	18,63	18,94	19,37	19,82	19,25	19,03	19,32	19,34	19,84	18,94	19
03/02/2011	00:00	18,72	18,99	19,27	19,84	19,22	19,13	19,29	19,32	19,84	19,01	19

Continua...

... Continuação

DIA MONITORADO	HORÁRIO	TEMPERATURAS DO AR EM ºC NOS PONTOS MONITORADOS										
		INDUSTRIAL	UTP	ZR3	ZR4 MÉDIA DENSIDADE	ZR4 BAIXA DENSIDADE	ZR4	ZC AMÉRICAS	ZC	ZR1	ZEE	PC
03/02/2011	01:00	18,51	18,96	19,2	19,67	19,08	18,99	19,2	19,2	19,84	18,89	19
03/02/2011	02:00	18,56	18,89	19,22	19,58	18,99	18,96	19,15	19,13	19,7	18,82	19
03/02/2011	03:00	18,44	18,91	19,18	19,51	18,91	18,91	19,13	19,08	19,58	18,82	19
03/02/2011	04:00	18,44	18,91	19,1	19,48	18,94	19,01	19,18	19,06	19,51	18,77	19
03/02/2011	05:00	18,49	18,82	19,18	19,41	18,94	19,06	19,2	19,03	19,37	18,72	19
03/02/2011	06:00	18,39	18,79	19,1	19,41	18,94	19,13	19,27	18,99	19,41	18,82	19
03/02/2011	07:00	18,39	18,79	19,63	19,44	18,99	19,29	19,34	19,01	19,53	19,29	19
03/02/2011	08:00	19,1	19,25	20,98	19,91	20,27	20,87	20,75	19,67	20,72	20,84	21
03/02/2011	09:00	20,22	20,56	21,63	21,13	20,98	21,27	21,27	20,32	21,41	21,53	21
03/02/2011	10:00	20,84	20,91	22,8	22,06	22,13	22,27	22,25	20,91	22,9	21,82	21
03/02/2011	11:00	22,03	21,94	24,22	22,63	22,49	23,69	22,8	21,58	23,52	24,1	23
03/02/2011	12:00	23,59	23,79	26,28	23,88	25,16	25,48	24,97	22,78	26,3	25,67	25
03/02/2011	13:00	25,19	25,14	27,33	25,91	25,96	26,5	26,52	23,67	28,87	26,35	25
03/02/2011	14:00	26,38	25,45	26,79	25,84	26,35	27,95	27,09	24,36	28,92	27,38	25
03/02/2011	15:00	26,26	25,87	24,03	27,85	26,99	27,06	27,19	25,45	32,28	27,06	24
03/02/2011	16:00	24,39	23,4	21,75	25,87	22,82	22,71	22,94	23,21	25,87	22,85	20
03/02/2011	17:00	21,7	21,25	22,03	22,54	21,34	21,8	21,87	21,89	22,85	21,99	21
03/02/2011	18:00	21,68	21,7	21,82	22,56	21,72	21,49	21,7	21,87	22,78	21,27	21
03/02/2011	19:00	20,94	21,37	21,29	22,25	21,15	20,82	21,03	21,29	21,72	20,79	20
03/02/2011	20:00	20,58	20,89	20,89	21,65	20,72	20,48	20,67	20,89	21,15	20,44	20
03/02/2011	21:00	20,17	20,46	20,72	21,27	20,44	20,32	20,51	20,58	20,87	20,15	20
03/02/2011	22:00	19,84	20,27	20,46	20,91	20,27	19,98	20,17	20,22	20,51	19,82	20
03/02/2011	23:00	19,74	20,24	20,35	20,89	20,17	19,89	20,12	20,02	20,05	19,68	20

ANEXO I

A definição dos usos apontados no Quadro 4, de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo (PMSJP, 2005) são:

- ✓ habitação unifamiliar: edificação isolada destinada a servir de moradia a uma só família;
- ✓ agrupamentos: são edificações compostas por 02 (duas) unidades de moradia, podendo ser ou não, contígua à outra, de uso similar, separada por uma parede ou outro elemento comum, ou afastadas entre si, sem ser necessariamente iguais. Os tipos A, B, C ou D determinam a quantidade de unidades;
- ✓ habitação coletiva: são edificações que comportam mais de 03 (três) unidades residenciais autônomas, agrupadas verticalmente, podendo ter mais de uma torre;
- ✓ habitação de uso institucional: edificações destinadas à assistência social e a promoção humana, onde se abrigam estudantes, crianças, idosos e necessitados, tais como: albergue, alojamento estudantil, casa do estudante, asilo, convento, seminário, internato e orfanato;
- ✓ habitação transitória: são edificações com unidades habitacionais destinadas ao uso transitório, onde se recebem hóspedes mediante remuneração, dentre elas: hotel, apart-hotel, pensão, hotel fazenda, camping e motel;
- ✓ Atividades secundárias: atividades que consiste em beneficiar, construir ou transformar riquezas, ou seja, os diferentes tipos de indústria: de beneficiamento, de construção e de transformação;
- ✓ Atividades terciárias: atividades formadas pelo comércio, tanto atacado como varejo, e por atividades chamadas de serviços;
- ✓ comércio e serviço vicinal: atividades de pequeno porte, com área não superior a 150,00m², disseminadas no interior de zonas residenciais, de utilização imediata e cotidiana, como um prolongamento da habitação, podendo ser do tipo 1, 2 ou 3, classificadas em função do grau de interferência sobre outras atividades;

- ✓ comércio e serviço de bairro: são atividades de médio porte, construções com área não superior a 500,00 m², de utilização intermitente e mediata, destinadas a atender determinado bairro ou zona. Subdividem-se em Grupo A, B, C D e E em função do grau de interferência sobre outras atividades;
- ✓ comércio e serviço setorial: são atividades de grande porte em construções com área total superior a 500,00m², destinadas a atender a população em geral;
- ✓ comércio e serviço geral: são atividades destinadas à população em geral, as quais, por seu porte ou natureza, necessitam tratamento diferenciado, exigindo assim, confinamento em áreas próprias, estas atividades estão divididas em 03 (três) Grupos, dependendo do grau de interferência sobre as atividades do entorno;
- ✓ comércio e serviço específico: são atividades peculiares cuja adequação à vizinhança depende de uma série de fatores a serem analisados, podendo ser classificadas em grupo A, B, C, D, E e F dependendo da sua localização e interferência no entorno;
- ✓ industrial: são atividades que resultam na produção de objetos e equipamentos diversos, através da transformação de matérias primas e insumos, subdividindo-se em 07 (sete) categorias de uso. São ainda classificadas de acordo com o porte, podendo ser caseira, com área inferior a 100,00m²; micro-indústria com área igual ou inferior a 200,00m²; de pequeno porte com área superior a 200,00m² e igual ou inferior a 600,000m²; de médio porte com área superior a 600,00m² e igual ou inferior a 1000,00m²; indústria de grande porte com área superior a 1000,00m² e igual ou inferior a 2000,00m²; indústria especial tipo 1 com área superior a 2000,00m² e igual ou inferior a 5000,00m²; e indústria especial tipo 2 com área superior a 5000,00m².

FONTE: Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais, 2005.