MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM

O CLIMA URBANO DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia – Área de concentração - Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ BUENO CONTI

São Paulo
2000

Amorim, Margarete Cristiane de Costa Trindade

A544c

O clima urbano de Presidente Prudente/SP / Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim.-- São Paulo: USP/FFLCH, 2000.

Tese – Doutorado.-- USP, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2000.

1. Clima urbano. 2. Anomalias térmicas e de umidade relativa. 3. Qualidade ambiental. 4. Planejamento urbano. 5. Presidente Prudente. I. T.

CDD – 551.6

A minha filha Amanda
e ao
meu marido Amilton

que comigo passaram todos os momentos felizes e principalmente, compartilharam as horas de angústias e tristezas...

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi possível graças à valiosa colaboração direta ou indireta de diversas pessoas e instituições. Manifesto minha gratidão a todas elas e de forma especial...

Ao Prof. Dr. José Bueno Conti, pela orientação competente, dedicada e por todas as sugestões imprescindíveis ao desenvolvimento do trabalho. Com certeza ganhei mais um amigo...

A Profa. Dra. Ana Maria Marques Camargo Marangoni e a Profa. Dra. Maria Elena Ramos Simielli, pelas importantes sugestões no exame de Qualificação.

Aos colegas e amigos do Departamento de Geografia da FCT-UNESP, pelo apoio e pela concessão de três anos de afastamento parcial e um ano de afastamento integral.

A Nair e a Lúcia, pela dedicação e por não me deixarem falhar com meus compromissos no departamento de Geografia.

Ao programa de Pós-graduação em Geografia da FFLCH, especialmente a Ana, sempre informando e esclarecendo dúvidas.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, pelos intercâmbios estabelecidos para o recebimento de bibliografia sobre o assunto, em especial a Márcia, Silvana e Fátima Regina.

A Bibliotecária Cláudia, pela organização da ficha catalográfica.

A Luiza de Fátima Costa, que além do atendimento competente na biblioteca, também esteve presente em vários momentos importantes de minha vida.

A CAPES, pelo auxílio financeiro.

A Fundação para o Desenvolvimento da UNESP - FUNDUNESP, que propiciou a aquisição de equipamentos.

A Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, pelo empréstimo das fotografias aéreas e pelos arquivos de plotagem da base cartográfica da cidade.

Aos marceneiros da FCT/UNESP, pelos serviços de manutenção nos miniabrigos.

Aos Funcionários da Estação Meteorológica da FCT/UNESP, Gardim, Luisa, Maria Cristina e Vânia, pela atenção e dedicação na coleta de dados.

Aos funcionários da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), por concederem os dados meteorológicos da estação localizada no Aeroporto de Presidente Prudente, nos dois meses do levantamento de campo.

Ao amigo Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tomaselli, pelo importante auxílio em diferentes momentos da pesquisa e por compartilhar momentos de dúvidas.

Ao amigo Marcos Norberto Boin, pela ajuda nos gráficos de análise rítmica e trocas de idéias.

Ao cunhado e amigo, Edílson Serpelone Cyrino, pelas discussões proveitosas quanto ao tratamento estatístico dos dados.

Aos alunos do curso de graduação em Geografia, que com muita responsabilidade e dedicação participaram do trabalho de campo, sendo impossível listá-los, pois foram mais de 40 nos dois meses de levantamento. Aos familiares que também se engajaram neste trabalho, em especial a minha tia Ângela, as minhas primas Elisângela, Silvana e Luciana e meus primos Everton e Evandro.

Aos meus orientandos, em especial (por ordem de chegada) a Shirley, ao Antônio, a Luciana Tessari, ao Carlos Eduardo e a Simone, pelo interesse pela climatologia.

Aos meus pais Arlindo e Luzia, que me ensinaram a viver e amar.

As minhas irmãs Márcia e Michele, sempre presentes no meu dia a dia.

Ao meu irmão Marlon Cristian, que, mesmo em outra vida, me deu a certeza, em vários momentos, de sua presença e força...

A minha filha Amanda e sobrinhas queridas Letícia e Marjori, pela beleza da vida.

Ao meu companheiro Amilton, que mais do que o auxílio na elaboração dos mapas, suportou por muito tempo minhas neuroses, mau humor e ausência em sua vida.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS
LISTA DE FIGURAS
ABSTRACT
RESUMO
1 INTRODUÇÃO 16
1.1 Objetivos e importância do tema 19
2 ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO AMBIENTE URBANO 23
2.1 O método de análise 33
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 37
3.1 A análise temporal 39
3.2 A Análise espacial 39
4 CARACTERÍSTICAS DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP 45
4.1 Localização e características físicas 45
4.2 Implantação e expansão de Presidente Prudente 52
4.3 Uso e ocupação do solo atual em Presidente Prudente 60
5 ANÁLISE TEMPORAL DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS EM PRESIDENTE PRUDENTE 66
5.1 Análise da temperatura 66
5.2 Análise da umidade relativa 73
5.3 Análise da precipitação 75
6 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS ESCOLHIDOS 78
6.1 Centro 78
6.2 Jardim Aviação 79
6.3 Bairro Santa Helena 80
6.4 Jardim Novo Bongiovani 82
6.5 Jardim Santa Paula 83
6.6 Parque Cedral 84
6.7 Jardim Balneário 85
6.8 Conjunto Habitacional Ana Jacinta 86
6.9 Parque do Povo 87
6.10 Jardim Planalto 88
6.11 Aeroporto Municipal de Presidente Prudente 89

6.12 Estação Meteorológica da FCT/UNESP 90
6.13 Justificativa da escolha dos pontos 91

7 DINÂMICA DA ATMOSFERA NOS DIAS DOS EXPERIMENTOS DE CAMPO 93
7.1 Os meses representativos 93
7.2 Sistemas atmosféricos e os tipos de tempo em julho de 1998 98
7.3 Sistemas atmosféricos e os tipos de tempo em janeiro de 1999 101

8 ANÁLISE ESPACIAL DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA EM PRESIDENTE PRUDENTE NO MÊS DE JULHO DE 1998 105
8.1 Variação da temperatura e umidade relativa às 7h00 105
8.2 Variação da temperatura e umidade relativa às 8h00 115
8.3 Variação da temperatura e umidade relativa às 9h00 124
8.4 Variação da temperatura e umidade relativa às 10h00 131
8.5 Variação a temperatura e umidade relativa às 11h00 141
8.6 Variação a temperatura e umidade relativa às 12h00 149
8.7 Variação da temperatura e umidade relativa às 13h00 158
8.8 Variação da temperatura e umidade relativa às 14h00 165
8.9 Variação da temperatura e umidade relativa às 15h00 173
8.10 Variação da temperatura e umidade relativa às 16h00 178
8.11 Variação da temperatura e umidade relativa às 17h00 186
8.12 Variação da temperatura e umidade relativa às 18h00 193

9 ANÁLISE ESPACIAL DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA EM PRESIDENTE PRUDENTE NO MÊS DE JANEIRO DE 1999 200
9.1 Variação da temperatura e umidade relativa às 7h00 200
9.2 Variação da temperatura e umidade relativa às 8h00 208
9.3 Variação da temperatura e umidade relativa às 9h00 217
9.4 Variação da temperatura e umidade relativa às 10h00 224
9.5 Variação da temperatura e umidade relativa às 11h00 232
9.6 Variação da temperatura e umidade relativa às 12h00 240
9.7 Variação da temperatura e umidade relativa às 13h00 247
9.8 Variação da temperatura e umidade relativa às 14h00 254
9.9 Variação da temperatura e umidade relativa às 15h00 262
9.10 Variação da temperatura e umidade relativa às 16h00 270
9.11 Variação da temperatura e umidade relativa às 17h00 278
9.12 Variação da temperatura e umidade relativa às 18h00 285

10 O CLIMA URBANO DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP 292

10.1 Sugestões para o planejamento urbano de Presidente Prudente na perspectiva climática 302

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS 309

12 BIBLIOGRAFIA 314

ANEXO 1 – Imagens de satélite – julho de 1998 323

ANEXO 2 – Imagens de satélite – janeiro de 1999 331

ANEXO 3 – Dados da temperatura do ar, das 7h00 às 18h00, nos 12 pontos amostrais de Presidente Prudente, em julho de 1998 339

ANEXO 4 – Dados da umidade relativa do ar, das 7h00 às 18h00, nos 12 pontos amostrais de Presidente Prudente, em julho de 1998 345

ANEXO 5 – Dados da direção do vento, das 7h00 às 18h00, nos 12 pontos amostrais de Presidente Prudente, em julho de 1998 351

ANEXO 6 – Dados da temperatura do ar, das 7h00 às 18h00, nos 12 pontos amostrais de Presidente Prudente, em janeiro de 1999 357

ANEXO 7 – Dados da umidade relativa do ar, das 7h00 às 18h00, nos 12 pontos amostrais de Presidente Prudente, em janeiro de 1999 363

ANEXO 8 – Dados da direção do vento, das 7h00 às 18h00, nos 12 pontos amostrais de Presidente Prudente, em janeiro de 1999 369

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Propriedades radiativas de materiais urbanos..... 24

Tabela 2 - Propriedades radiativas de materiais rurais..... 24

Tabela 3 - Hipóteses das causas da ocorrência de ilha de calor urbano no âmbito do *urban canopy layer*..... 26

Tabela 4 - Hipóteses dos mecanismos responsáveis pela ocorrência de ilha de calor urbano no âmbito do *urban boundary layer*..... 26

Tabela 5 - População urbana e rural de Presidente Prudente no período de 1940 a 1996..... 56

Tabela 6 - Totais de unidades residenciais e não-residenciais nos distritos de Presidente Prudente..... 61

Tabela 7- Temperatura média mensal (°C)..... 67

Tabela 8 - Umidade relativa média mensal (%)..... 74

Tabela 9 - Totais mensais e anuais de precipitação (mm)..... 76

Tabela 10 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 7h00..... 106

Tabela 11- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 8h00..... 115

Tabela 12 - Dias com maior amplitude térmica às 7h00 em relação às 8h00..... 122

Tabela 13- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 9h00..... 124

Tabela 14 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 10h00..... 132

Tabela 15- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 11h00 149

Tabela 16 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 12h00..... 150

Tabela 17- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 13h00..... 158

Tabela 18 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 14h00..... 166

Tabela 19- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 15h00..... 173

Tabela 20 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 16h00..... 179

Tabela 21- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 17h00..... 186

Tabela 22 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 18h00..... 193

Tabela 23- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 7h00..... 201

Tabela 24 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 8h00..... 209

Tabela 25- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 9h00..... 217

Tabela 26 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 10h00..... 225

Tabela 27- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 11h00..... 232

Tabela 28 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 12h00..... 241

Tabela 29- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 13h00..... 248

Tabela 30 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 14h00..... 255

Tabela 31- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 15h00..... 263

Tabela 32 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 16h00..... 271

Tabela 33- Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 17h00..... 278

Tabela 34 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa, nebulosidade e precipitação em janeiro/1999 - 18h00..... 285

Tabela 35- Presidente Prudente – Porte, tamanho e densidades das áreas verdes – 1995..... 306

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Proposições para o estudo do clima urbano 38
Figura 2 - Localização do município de Presidente Prudente 45
Figura 3 - Altimetria do município de Presidente Prudente 46
Figura 4 - Presidente Prudente: Hipsometria 48
Figura 5 - Os centros de ação da América do Sul 50
Figura 6 - As massas de ar na América do Sul 51
Figura 7- Presidente Prudente: Localização dos bairros 59
Figura 8 - Percentuais de unidades residenciais e não-residenciais 61
Figura 9 - Distritos de Presidente Prudente/SP 62
Figura 10 - Presidente Prudente: Ocupação do Solo 63
Figura 11 - Temperatura média mensal (°C) 68
Figura 12 - Curva de tendência das temperaturas médias anuais 70
Figura 13 - Pres.Prudente-oeste-1975 71
Figura 14 - Pres.Prudente-oeste-1980 71
Figura 15 - Pres.Prudente-oeste-1985 71
Figura 16 - Pres.Prudente-oeste-1993 71
Figura 17 - Pres.Prudente-oeste-1997 71
Figura 18 - Curva de tendência das médias de temp. mínimas absolutas 72
Figura 19 - Curva de tendência das médias de temp. máximas absolutas 72
Figura 20 - Curva de tendência das médias de umidades relativas anuais 73
Figura 21 - Totais médios mensais de precipitação 75
Figura 22 - Curva de tendência dos totais anuais de precipitações 77
Figura 23 - Miniabrigo instalado na praça 9 de julho, no centro da cidade 79
Figura 24 - Fotografia aérea: tomada na área central de Presidente Prudente 79
Figura 25 - Miniabrigo instalado no Jd. Aviação 80
Figura 26 - Fotografia aérea: tomada do Jd. Aviação e adjacências 80
Figura 27 - Miniabrigo instalado no Bairro Santa Helena 81
Figura 28 - Fotografia aérea: tomada do Bairro S. Helena e adjacências 81
Figura 29 - Miniabrigo instalado no Jd. Novo Bongiovani 82
Figura 30 - Fotografia aérea: tomada do Jd. Novo Bongiovani 82
Figura 31 - Miniabrigo instalado no Jd. Santa Paula 83
Figura 32 - Fotografia aérea: tomada do Jd. Santa Paula e adjacências 83

Figura 33 - Miniabrigo instalado no Pq. Cedral..... 84
Figura 34 - Fotografia aérea: tomada do Pq. Cedral e adjacências..... 84
Figura 35 - Miniabrigo instalado no Jd. Balneário..... 85
Figura 36 - Fotografia aérea: tomada do Jd. Balneário e adjacências..... 85
Figura 37 - Miniabrigo instalado no Conjunto Habitacional Ana Jacinta..... 86
Figura 38 - Fotografia aérea: tomada do Conj. Hab. Ana Jacinta..... 86
Figura 39 - Miniabrigo instalado no Parque do Povo..... 87
Figura 40 - Fotografia aérea: tomada do Pq. do Povo e adjacências..... 88
Figura 41 - Miniabrigo instalado no Jd. Planalto..... 88
Figura 42 - Fotografia aérea: tomada do Jd. Planalto e adjacências..... 89
Figura 43 - Fotografia aérea: tomada do Aeroporto e adjacências..... 89
Figura 44 - Miniabrigo instalado na FCT/UNESP..... 90
Figura 45 - Fotografia aérea: tomada do FCT/UNESP e adjacências..... 90
Figura 46 - Curva de tendência das temperaturas médias em julho..... 94
Figura 47 - Curva de tendência das temperaturas médias de janeiro..... 94
Figura 48 - Curva de tendência das médias das umidades relativas em julho..... 95
Figura 49 - Curva de tendência das médias das umidades relativas em janeiro.. 96
Figura 50 - Curva de tendência dos totais de precipitações em julho..... 97
Figura 51 - Curva de tendência dos totais de precipitações em janeiro..... 97
Figura 52 - Variação dos elementos climáticos e sistemas atmosféricos em Presidente Prudente - Julho de 1998..... 100
Figura 53 - Variação dos elementos climáticos e sistemas atmosféricos em Presidente Prudente - Janeiro de 1999..... 104
Figura 54 - Cartas de isotermas - 7h00 - primeiro padrão de comportamento nos dias com maior amplitude térmica intra-urbana..... 108
Figura 55 - Cartas de isoígras - 7h00 - primeiro padrão de comportamento nos dias com maior amplitude térmica intra-urbana..... 109
Figura 56 - Cartas de isotermas - 7h00 - segundo padrão de comportamento nos dias de maior amplitude térmica intra-urbana..... 111
Figura 57 - Cartas de isoígras- 7h00 - segundo padrão de comportamento nos dias de maior amplitude térmica intra-urbana..... 111
Figura 58 - Cartas de isotermas - 7h00 - dias com menor amplitude térmica intra urbana..... 113
Figura 59 - Cartas de isoígras - 7h00 - dias com menor amplitude térmica intra-urbana..... 114

Figura 60 - Cartas de isotermas - 8h00 - primeiro padrão de comportamento nos dias com maior amplitude térmica intra-urbana..... 117
Figura 61 - Cartas de isoígras - 8h00 - primeiro padrão de comportamento..... 118
Figura 62 - Cartas de isotermas - 8h00 - segundo padrão de comportamento..... 120
Figura 63 - Cartas de isoígras - 8h00 - segundo padrão de comportamento..... 121
Figura 64 - Cartas de isotermas – 9h00..... 127
Figura 65 - Cartas de isoígras – 9h00..... 130
Figura 66 - Cartas de isotermas - 10h00..... 138
Figura 67 - Cartas de isoígras - 10h00..... 141
Figura 68 - Cartas de isotermas - 11h00..... 145
Figura 69 - Cartas de isoígras - 11h00..... 148
Figura 70 - Cartas de isotermas - 12h00..... 155
Figura 71 - Cartas de isoígras - 12h00..... 158
Figura 72 - Cartas de isotermas - 13h00..... 162
Figura 73 - Cartas de isoígras - 13h00..... 165
Figura 74 - Cartas de isotermas - 14h00..... 169
Figura 75 - Cartas de isoígras - 14h00..... 172
Figura 76 - Cartas de isotermas - 15h00..... 176
Figura 77 - Cartas de isoígras - 15h00..... 178
Figura 78 - Cartas de isotermas - 16h00..... 182
Figura 79 - Cartas de isoígras - 16h00..... 185
Figura 80 - Cartas de isotermas - 17h00..... 189
Figura 81 - Cartas de isoígras - 17h00..... 192
Figura 82 - Cartas de isotermas - 18h00..... 197
Figura 83 - Cartas de isoígras - 18h00..... 199
Figura 84 - Cartas de isotermas – 7h00..... 205
Figura 85 - Cartas de isoígras - 7h00..... 208
Figura 86 - Cartas de isotermas – 8h00..... 212
Figura 87 - Cartas de isoígras - 8h00..... 216
Figura 88 - Cartas de isotermas – 9h00..... 220
Figura 89 - Cartas de isoígras - 9h00..... 224
Figura 90 - Cartas de isotermas – 10h00..... 229
Figura 91 - Cartas de isoígras - 10h00..... 231
Figura 92 - Cartas de isotermas – 11h00..... 237
Figura 93 - Cartas de isoígras - 11h00..... 240

Figura 94 - Cartas de isotermas – 12h00 244
Figura 95 - Cartas de isoígras - 12h00 247
Figura 96 - Cartas de isotermas – 13h00 251
Figura 97 - Cartas de isoígras - 13h00 254
Figura 98 - Cartas de isotermas – 14h00 258
Figura 99 - Cartas de isoígras - 14h00 261
Figura 100 - Cartas de isotermas – 15h00 267
Figura 101 - Cartas de isoígras - 15h00 270
Figura 102 - Cartas de isotermas – 16h00 275
Figura 103 - Cartas de isoígras – 16h00 277
Figura 104 - Cartas de isotermas – 17h00 282
Figura 105 - Cartas de isoígras – 17h00 284
Figura 106 - Cartas de isotermas – 18h00 289
Figura 107 - Cartas de isoígras – 18h00 291
Figura 108 - Presidente Prudente: Localização das áreas verdes 304

ABSTRACT

Presidente Prudente is located at the west of São Paulo State, to 22° 07 ' 04" of South latitude and 51° 22 ' 57" of West longitude, distant of the capital from São Paulo about 560km. The hypothesis tested along this work refers to the effects of a city close to the latitude of the Capricorn tropic, in the local climate. The city has 200.000 inhabitants approximately and it locates about 600 km of the ocean in altitude varying from 390 to 490 meters on the sea level.

This research was developed from two axes considered fundamental for the characterization of the urban climate. The first refers to the temporal analysis, through the data collected in the Meteorological Station of the University of São Paulo State - UNESP and of the existent literature. The second concerns the spacial analysis that it resulted of an intra-urban and close rural research, to express how the different geo-ecological conditioner and urban answer to the performance of the atmospheric systems.

The characteristics of the temperature and of the relative humidity demonstrated that Presidente Prudente possesses intra-urban and rural differences that allow to demonstrate the existence of a specific urban climate, fruit of the combination of the use type and occupation of the soil, with the presence or lack of vegetation, altitude and exhibition of slopes. The association of these factors allowed to understand the anomalies of the temperature and of the relative humidity found in the field research in two months of the extreme stations: January (summer) and July (winter). The types of weather were responsible for the largest or smallest magnitudes of the phenomena known as islands of heat and islands of coolness, as well as the dry and humid islands.

In that way, it can be affirmed that Presidente Prudente, as the great majority of the Brazilian cities, grew without taking in consideration your climatic context. In that context the relief, the use and the occupation of the soil, and the geo-environmental conditioner and urban are fundamental to characterize the existent differences inside the own city and in the close rural zone, with the objective of diagnosing the present alterations in the urban atmosphere, in order to contribute with the planning of the city.

RESUMO

Presidente Prudente localiza-se no oeste do Estado de São Paulo, à 22° 07' 04" de latitude Sul e 51° 22' 57" de longitude Oeste, distante da capital paulista cerca de 560km. A hipótese testada ao longo deste trabalho refere-se aos efeitos de uma cidade localizada próxima à latitude do trópico de capricórnio, no clima local. A cidade tem aproximadamente 200.000 habitantes e situa-se a cerca de 600 km do oceano em altitude variando de 390 a 490 m sobre o nível do mar.

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de dois eixos considerados fundamentais para a caracterização do clima urbano. O primeiro refere-se à análise temporal, através dos dados coletados na Estação Meteorológica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP e da literatura existente no assunto.

O segundo diz respeito à análise espacial que resultou de uma pesquisa intra-urbana e rural próxima, para explicitar como os diferentes condicionantes geoecológicos e urbanos respondem à atuação dos sistemas atmosféricos.

As características da temperatura e da umidade relativa demonstraram que Presidente Prudente possui diferenças intra-urbana e rural que permitem demonstrar a existência de um clima urbano específico, fruto da combinação do tipo de uso e ocupação do solo, com a presença ou carência de vegetação, altitude e exposição de vertentes. A associação destes fatores permitiu compreender as anomalias da temperatura e da umidade relativa encontradas na pesquisa de campo em dois meses das estações extremas: janeiro (verão) e julho (inverno). Os tipos de tempo foram responsáveis pelas maiores ou menores magnitudes dos fenômenos conhecidos como ilhas de calor e ilhas de frescor, assim como as ilhas secas e úmidas.

Dessa forma, pode-se afirmar que Presidente Prudente, como a grande maioria das cidades brasileiras, cresceu sem levar em consideração o seu contexto climático. Nesse contexto o relevo, o uso e a ocupação do solo, e os condicionantes geoambientais e urbanos são fundamentais para caracterizar as diferenças existentes no interior da própria cidade e na zona rural próxima, com o objetivo de diagnosticar as alterações presentes na atmosfera urbana, a fim de contribuir com o planejamento da cidade.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização do planeta é um fenômeno recente e crescente. Atualmente metade da população mundial vive em cidades. *"Em meados do século XIX, a população urbana representava apenas 1,7% da população mundial, em 1950 tal porcentual era de 21%, e em 1960 de 25%"*. (Santos, 1989, p.17). 37,4% em 1970 e cerca de 41,5% em 1980. (Lombardo, 1995).

O processo de urbanização, comum nos países industrializados, começa a ocorrer de forma significativa no Brasil durante a década de 50. Mas desde a década de 40, já se observa um pequeno aumento da população urbana e diminuição da rural.

A conjuntura deste crescimento aconteceu de maneira diferente dos países ricos. Como em outros países subdesenvolvidos, *"a urbanização se fez de maneira diferente e tem um conteúdo também diferente: é uma urbanização terciária. Somente depois, evidentemente com exceções, é que a grande cidade provoca a criação de indústrias"*.(Santos, 1989, p.25).

Em 1940 a população urbana representava apenas 31,24% do total, passando para 36,16% em 1950, 44,67% em 1960, 55,92% em 1970, 67,59% em 1980, 75,59% em 1991 e 78,36% em 1996[1]. Comparando com os dados da população urbana mundial, a urbanização no Brasil processou-se de forma mais acelerada.

Este processo não se deu de forma equilibrada pelo território nacional, pois em 1980 das 80.436.409 pessoas que viviam nas cidades,

> *"26 milhões, isto é, 22% da população total, viviam em apenas 10 áreas urbanizadas, ocupando uma área equivalente a 0,5% do território nacional (...). Cerca de 45,5 milhões de pessoas – 38% de toda a população do país – estavam concentradas em 198 cidades com mais de 50.000 habitantes, muitas delas aglomeradas em regiões metropolitanas. (...) Na verdade, a maioria da população brasileira – 67,57% - já estava urbanizada em 1980"*. (Serra, 1987, p.23).

Desse modo, não apenas no Brasil, mas na maioria dos países economicamente periféricos houve uma tendência à concentração espacial, e as redes urbanas nacionais e regionais tenderam a apresentar grandes aglomerações, convivendo com a pulverização de núcleos urbanos, a maioria desprovidos dos mais elementares equipamentos.

---

[1] Estes dados foram obtidos nos trabalhos do IBGE:
Estatísticas Históricas do Brasil. v.3. Rio de Janeiro: IBGE, 1987.
Anuário Estatístico do Brasil. v.56. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.
Contagem da População 1996. v.1. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.

No Brasil o crescimento das cidades teve como principal responsável o êxodo rural, que ocorreu não apenas pelo aumento das oportunidades de trabalho nas cidades, criadas pela industrialização e comércio, pelo maior acesso à educação e à saúde e pela possibilidade de uma vida melhor, mas principalmente pelas precárias condições de trabalho e vida no campo, fruto do

> *"modelo agrícola, assim como do modelo econômico global que privilegia os grandes capitais, excluindo os pequenos. São os grandes proprietários que mais têm acesso ao crédito rural, às políticas de comercialização. A tecnologia moderna, por sua vez, é sofisticada, onerosa e não adequada à pequena escala de produção".* (Graziano Neto, 1985, p.58).

As áreas urbanas que se caracterizam pela concentração de pessoas, ocupam, por sua vez, pequenas parcelas territoriais, mas é nelas que ocorre a maior degradação ambiental.

> *"A estrutura agrária se transforma, expelindo para as cidades contingentes populacionais expressivos e pauperizados. Esta população urbana prolifera em cortiços nos grandes centros, nas favelas, nas periferias das cidades assentadas em terras públicas, em geral de difícil ocupação por problemas físicos (margens inundáveis, colinas e serras deslizáveis, mangues e litorais inabitáveis, etc.). Ao mesmo tempo, proliferam os grandes loteamentos para autoconstrução nas periferias deficientes em infraestrutura, originando formas específicas de viver que trazem uma nova problemática para a maioria dos países".* (Lombardo, 1995, p.20).

As preocupações com os problemas ambientais nas cidades não são recentes, pois os primeiros estudos sobre sua qualidade ambiental tiveram início entre os séculos XVIII e XIX, através dos estudos descritivos e generalistas da paisagem realizados por Humboldt, *"que foram aos poucos sendo substituídos pelo reducionismo do século XX, surgindo, então, estudos setorizados e aprofundados, fruto da necessidade de uma melhor compreensão dos elementos da realidade".* (Nucci, 1996, p.8).

Apenas no final da década de sessenta e início dos anos setenta que os problemas ambientais passaram a ter maior destaque, devido às ameaças à natureza e à qualidade de vida. Em 1968 este tema foi apresentado pela primeira vez na ONU (Organização das Nações Unidas), e em 1972, na Conferência de Estocolmo, foram lançadas as bases de uma Legislação Internacional do Meio Ambiente.

Esta Conferência tem sido apontada como um marco importante porque resultou em uma mudança na concepção ambiental, passando de uma postura

conservadora de preservação de "paraísos perdidos" para uma visão mais integrada da paisagem. *"Nesse momento o que interessa é o estudo das conexões entre os componentes da natureza, de um ponto de vista espacial, mais do que os próprios componentes".* (Nucci, 1996, p.8).

Com relação aos estudos do clima urbano, Oke (1982, p.2) esclarece que o Inglês Howard, em 1833, fez o primeiro estudo mostrando as características da ilha de calor em uma cidade de clima temperado, com população aproximada de 100.000 habitantes, localizada em terreno plano e aberto, durante um dia de verão (céu claro, ventos leves e calmos).

Até os dias atuais, muitos estudos foram realizados, com diferentes metodologias, que comprovam as alterações na atmosfera sobre as cidades.

As transformações na paisagem provocadas pelo surgimento e crescimento das cidades alteram o balanço de energia e o balanço hídrico urbano. Essas modificações são provocadas pela retirada da vegetação original, pelo aumento da circulação de veículos e pessoas, impermeabilização generalizada do solo, mudanças no relevo, concentração de edificações, canalização de córregos, além do lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera.

Estes fatos geram mudanças no comportamento da atmosfera sobre a cidade, *"são exemplos problemas relacionados ao aumento da concentração de gases e partículas sólidas em suspensão e à intensificação do escoamento superficial com efeitos que comprometem a qualidade ambiental citadina".* (Brandão, 1996, p.10).

Assim, os problemas decorrentes da urbanização têm progressivamente chamado a atenção do conjunto das ciências, visto que se trata de um processo mundial que traz consequências sociais, econômicas, culturais e principalmente ambientais. Cabe "ao *geógrafo interessado no tema e que vê a cidade como fato geográfico, a tarefa de contribuir para a solução de problemas de qualidade ambiental urbana, uma vez que o clima urbano constitui importante componente de sua qualidade ambiental".* (Brandão, 1996, p.4).

A grande maioria das cidades brasileira cresceu sem levar em consideração o seu contexto climático. Nesse contexto o relevo, uso e ocupação do solo, enfim os condicionantes geoambientais e urbanos devem ser estudados pela climatologia, a fim de que seja possível diagnosticar as alterações presentes na atmosfera urbana, para contribuir com o planejamento da cidade.

A cidade de Presidente Prudente apresenta problemas ambientais decorrentes de seu acelerado e desordenado crescimento, fruto tanto do êxodo rural devido às

transformações ocorridas no campo, principalmente à substituição de produtos agrícolas pela pecuária a partir de 1960, como pela migração das pessoas das cidades próximas de menor porte, reduzidas nos últimos anos pela perda de população, que se tem dirigido para Presidente Prudente em busca de melhores condições de vida e emprego.

Esse crescimento se deu devido ao seu dinamismo e liderança, proporcionado, principalmente, pela divisão, em 1967, do Estado de São Paulo em 11 regiões administrativas, que deveriam funcionar como pólos de crescimento a partir dos quais seria incentivada a integração econômica e social a fim de descongestionar a área metropolitana. Presidente Prudente passou a ser a sede da 10ª região administrativa, abrangendo 50 municípios e oferecendo uma série de serviços que, associado ao seu comércio expressivo, acabou atraindo grande contingente populacional.

Buscando contribuir com os estudos de climas urbanos com uma abordagem geográfica, este trabalho foi estruturado em capítulos que inicialmente pretendem discutir as questões teóricas e metodológicas referentes a estudos de clima urbano, seguido por análises do crescimento da cidade e das prováveis alterações na atmosfera, principalmente no que diz respeito ao campo térmico e de umidade relativa, terminando com a verificação de anomalias térmicas e de umidade relativa intra-urbana detectadas em dois meses representativos das estações extremas (verão e inverno) e apresentando sugestões, para que o desenvolvimento urbano da área não agrave ainda mais as condições de desconforto térmico que pode ser prejudicial à vida das pessoas.

1.1 Objetivos e importância do tema

O geógrafo tem papel fundamental no estudo do clima urbano, pois tem condições de compreender as relações dos elementos climáticos da cidade com as características específicas da estrutura urbana. Assim, a presente pesquisa pretende investigar o clima urbano de Presidente Prudente, principalmente no que se refere ao seu campo térmico, pois é a partir dele que se configuram as características climáticas das cidades. Para tanto, serão considerados os atributos ligados à ação antrópica sobre o ambiente urbano e os condicionantes geoecológico, enquadrando no tempo e no espaço a realidade urbana.

Para atingir este objetivo mais amplo, serão analisadas as tendências dos vários elementos climáticos no período de 1969 a 1998, a partir dos dados da estação

meteorológica padrão. Este período foi escolhido porque se refere aos dados disponíveis na estação meteorológica localizada na Faculdade de Ciências e Tecnologia, que foi sendo incorporada à malha urbana, havendo a possibilidade de se verificar a provável influência do crescimento urbano nos elementos climáticos.

Num segundo momento a análise será conduzida às escalas meso, topo e microclimática, em que se subdivide o clima local, com o objetivo de detectar as variações térmicas e de umidade relativa intra-urbanas, considerando o uso e ocupação do solo e a morfologia urbana. Através dessas variações pretende-se detectar anomalias térmicas e de umidade relativa intra-urbana, visando contribuir para a melhoria da qualidade ambiental urbana, através de sugestões para o ordenamento territorial de Presidente Prudente.

O ambiente urbano tem despertado cada vez mais o interesse dos geógrafos, pois os diversos elementos que constituem a cidade, tanto de ordem física como social, se inter-relacionam de maneira complexa e dinâmica.

A Geografia é uma ciência que, entre outras questões, estuda a organização espacial da sociedade, expressa através de um processo histórico e da apropriação da natureza, situando-se entre as ciências que se preocupam em analisar e redimensionar alguns dos conceitos que consideram importantes e essenciais ao estudo do ambiente.

"Se a organização espacial é unidade integrada, ela é composta por diversos elementos que se expressam na estrutura espacial, que interagem pelos fluxos de matéria e energia". (Christofoletti, 1986-1987, p.120).

Vários autores, ao refletirem sobre a questão ambiental e a inter-relação entre seus elementos, incluem o homem como parte integrante do sistema e não como mero observador dos fatos que acontecem ao seu redor.

Além destas concepções teóricas, a presente pesquisa foi desenvolvida segundo a proposta de Monteiro (1976 - 1990), que trata a cidade como um fato geográfico, sendo preciso penetrar no seu interior e compreendê-la como realidade social produtora de uma acentuada gama de derivações progressivas. O contexto geoecológico primitivo é modificado e é criado um quadro especial, "edificando" um novo contexto topográfico, pulsando na mais acentuada e complexa das dinâmicas e refletindo toda a cultura de uma dada sociedade.

Presidente Prudente foi alvo de um estudo de clima urbano realizado por Fonzar (1981), intitulado "Processo de ocupação, o modelo urbano e o conforto térmico na alta sorocabana: um teste aplicado a Presidente Prudente". Este trabalho

enfocou o processo de povoamento, a implantação urbana e as derivações antropogênicas, a que a autora chamou de geossistema. Realizou também uma sondagem de alteração climática em nível regional no período de 1943 a 1976. Com relação ao clima urbano especificamente, foi apontado um indicativo de alteração urbana através da identificação de seu campo térmico, definido a partir de um levantamento de campo que ocorreu durante os dias 26 e 29 de janeiro de 1980. Segundo a autora, este experimento não foi suficiente para documentar uma situação climatológica em cidade de porte médio, mas sim detectar as variações e diferenças encontradas nos pontos do espaço focalizado.

O processo de realização da dissertação de mestrado "Análise ambiental e qualidade de vida na cidade de Presidente Prudente/SP", permitiu um contato muito próximo com as diferentes "unidades" da malha urbana, mostrando como os fatores sociais e políticos interferem na qualidade ambiental por meio da ocupação de áreas verdes, favelamento, etc., refletindo na qualidade de vida da população e resultando numa periferia pobre e marginalizada de investimentos públicos e privados.

O clima urbano é um dos responsáveis pela qualidade do ambiente e existe uma carência de estudos referentes a essa temática. Dessa forma, como ressalta Monteiro (1990), análises dessa natureza devem ser aperfeiçoadas progressivamente e multiplicadas em várias cidades médias para que se possa conhecer os mecanismos fundamentais de geração e as características básicas do clima das cidades, já que fornecem subsídios à temática mais ampla da "qualidade ambiental urbana".

A preocupação em realizar estudos em cidades médias justifica-se não apenas pela carência de estudos, observável também em cidades de grande porte, mas principalmente pela expressão quantitativa que essas cidades tomaram nos últimos anos no território nacional.

> *"O número das aglomerações onde a população ultrapassa os 100.000 habitantes não pára de crescer (...). Essas aglomerações, raras em 1940 – quando eram apenas dezoito em todo o País – vêem o seu número aumentando nos recenseamentos seguintes, alcançando 142 em 1980. Em 1991, 183 municípios contavam com mais de 100.000 habitantes. A partir dos anos 70, parece ser esse (100.000) o patamar necessário para a identificação de cidades médias em boa parte do território nacional".*(Santos, 1996, p.73).

O número de cidades com mais de 100.000 e menos de 200.000 habitantes aumentaram significativamente entre 1940 e 1980, pois *"viram seu número multiplicado por quase nove, passando de onze em 95. Aquelas com população entre 200.000 e 500.000 habitantes triplicaram seu número entre 1960 e 1980 (...). As*

cidades com mais de meio milhão de habitantes eram somente duas em 1940 e somam catorze em 1980". (Santos, 1996, p.74).

A hipótese testada ao longo deste trabalho refere-se aos efeitos de uma cidade localizada próxima à latitude do trópico de capricórnio, no clima local. O exemplo analisado, Presidente Prudente, tem aproximadamente 200.000 habitantes e situa-se a cerca de 600 km do oceano em altitude variando de 390 a 490 m sobre o nível do mar.

Estas características fazem com que Presidente Prudente se torne um bom exemplo para o estudo do clima urbano, pois o entendimento dos mecanismos fundamentais de geração de especificidades principalmente no campo térmico e de umidade relativa, aliado às possibilidades de intervenção no ordenamento territorial da cidade, fato que é muito mais difícil em cidades de grande porte, poderão resultar em ações efetivas para a melhoria da qualidade de vida urbana.

2 ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO AMBIENTE URBANO

Estudos relevantes sobre o clima urbano (Bryson 1972, Chandler 1965, Landsberg 1981, Lowry 1977, Monteiro 1976, Oke 1978, etc.) concordam que a cidade atua como um fator modificador importante do clima regional e cria condições específicas na atmosfera definidas como clima urbano. Os principais responsáveis pelas especificidades são as construções, os tipos de materiais, o traçado das ruas, a circulação de veículos, as indústrias e as atividades humanas de maneira geral.

O campo também sofreu transformações na paisagem no decorrer do tempo, mas é nas cidades que os efeitos do ar comprometido produzem alterações nos elementos climáticos de maneira mais intensa. Na perspectiva geográfica, além das diferenças existentes entre a cidade e o campo, torna-se fundamental a compreensão dos mecanismos geradores das diferenças que existem no interior da própria cidade, que interferem de maneira mais ou menos negativa na qualidade de vida das pessoas.

O processo de urbanização altera o balanço de radiação da superfície devido à substituição dos materiais naturais pelos materiais urbanos. As tabelas 1 e 2 organizadas por Oke (1978 - 1987) mostram as propriedades radiativas de materiais urbanos e rurais que comprovam as mudanças nos processos de absorção, difusão e reflexão da energia, sofrida pela atmosfera, acarretando alterações locais.

Do ponto de vista meteorológico o estudo do clima urbano atingiu um estágio de caracterização de seus aspectos fundamentais que podem ser assim apresentados:

> *"a) o clima urbano é modificação substancial de um clima local, não sendo possível ainda decidir sobre o ponto de concentração populacional ou densidade de edificações em que essa notável mudança principia;*
> *b) admite-se que o desenvolvimento urbano tende a acentuar ou eliminar as diferenças causadas pela posição do sítio;*
> *c) da comparação entre a cidade e o campo circundante, emergiram os seguintes fatos fundamentais: 1) a cidade modifica o clima através de alterações em superfície; 2) a cidade produz um aumento de calor, completada por modificações na ventilação, na umidade e até nas precipitações, que tendem a ser mais acentuadas; 3) a maior influência manifesta-se através da alteração na própria composição da atmosfera, atingindo condições adversas na maioria dos casos".* (Landsberg apud Monteiro, 1976, p. 57)

Tabela 1 – Propriedades radiativas de materiais urbanos

SUPERFÍCIE	ALBEDO	EMISSIVIDADE
1. Ruas com asfalto	0.05 – 0.20	0.95
2. Paredes		
Concreto	0.10 – 0.35	0.71 – 0.90
Tijolos	0.20 - 0.40	0.90 – 0.92
Pedras	0.20 – 0.35	0.85 – 0.95
Madeiras		0.90
3. Telhados		
Piche e Cascalho	0.08 – 0.18	0.92
Telhas	0.10 – 0.35	0.90
Ardósia	0.10	0.90
Sapé – Folhagem	0.15 – 0.20	
Chapa Ondulada	0.10 – 0.16	0.13 – 0.28
4. Janelas		
Vidros claros: zênite		
Ângulo menor 40°	0.8	0.87 – 0.94
Ângulo de 40 a 80°	0.09 – 0.52	0.87 – 0.92
5. Pinturas		
Brancas, Caiadas	0.50 – 0.90	0.85 – 0.95
Vermelha, Marrom, Verde	0.20 – 0.35	0.85 – 0.95
Preta	0.02 – 0.15	0.90 – 0.98
6. Áreas Urbanas		
Variações	0.10 – 0.27	0.85 – 0.96
Médias	0.15	0.95

Fonte: Oke,1978, p.247

Tabela 2 – Propriedades radiativas de materiais rurais

SUPERFÍCIE	ALBEDO	EMISSIVIDADE
1. Solos		
Escuro, Úmido	0.05	0.90
Claro, Seco	0.04	0.90
2. Desertos	0.20 – 0.25	0.84 – 0.9
3. Grama		
Alta (1m)	0.16	0.90
Baixa (0.02m)	0.26	0.95
4. Cultivos, Tundra	0.18 – 0.25	0.90 – 0.99
5. Pomares	0.15 – 0.20	
6. Florestas Decíduas		
Solo nu	0.15	0.97
Abandonadas	0.20	0.98
7. Coníferas	0.05 – 0.15	0.97 – 0.99
8. Água		
Pequeno ângulo Zênite	0.03 – 0.10	0.92 – 0.97
Grande ângulo Zênite	0.10 – 1.00	0.92 – 0.97

Fonte: Oke (1987) apud Lombardo, 1995, p.57

O clima próprio gerado pela cidade provoca efeitos que são sentidos pela população através do desconforto térmico, da qualidade do ar (cada vez mais poluído nos grandes centros) e das crescentes inundações urbanas ocasionadas pelas chuvas concentradas. *"Diferenças térmicas, hidrológicas e nas propriedades aerodinâmicas das superfícies urbanas criam um clima urbano específico".* (Johnson, 1985, p.221). Estes fenômenos interferem na vida das pessoas, tendo como conseqüência em alguns casos, verdadeiras catástrofes.

Considerando a interferência da urbanização no clima, *"os fenômenos inter-relacionados, como ilha de calor, poluição do ar, chuvas intensas, inundações, desabamentos passam a fazer parte do cotidiano urbano, sobrepondo mais um fenômeno aos demais, fazendo com que a população se defronte com essa natureza alterada e conviva diariamente com os problemas dela decorrentes".* (Lombardo, 1985, p.18).

Landsberg (1970, p. 91) apresenta as mudanças nos elementos climáticos causados pela urbanização e destaca que as áreas urbanas são mais quentes que as rurais, mais secas no verão, mais úmidas no inverno e provocam chuvas concentradas, além de produzirem perturbações do vento na escala do urbano. O aquecimento urbano e a rugosidade induzem convergência e escoamento ascendente sobre a cidade e divergência logo acima dela.

O clima da cidade é produzido a partir de um jogo integrado entre o ar atmosférico e o ambiente urbano edificado pelo homem. Assim, a estrutura da cidade deve ser acompanhada de suas funções, a fim de compreender esse ambiente complexo.

A cidade modifica o balanço energético, o balanço hidrológico, o relevo e a estrutura química da atmosfera. O modo de viver do homem interfere de forma significativa no sistema urbano, recriando-o totalmente.

O processo de urbanização, ao proporcionar mudanças na natureza da superfície e na atmosfera, afeta as condições de funcionamento dos componentes do sistema climático, pois *"perturba os balanços de energia, massa e momentum pre-urbanos e conduz para a modificação do estado de todos os parâmetros atmosféricos do qual o conjunto representa o clima".* (Oke, 1980, p.339).

As alterações que ocorrem no clima urbano, segundo Oke (1978), geram camadas atmosféricas urbanas e locais chamadas de *urban canopy layer* e *urban boundary layer,* cujas extensões apresentam dimensões variadas no tempo e no espaço. *Canopy layer* pode ser traduzida como a camada que compreende toda a

"copa urbana". Esta camada de ar pode atingir entre 1 e 3 vezes a altura do topo dos elementos existentes à superfície, e pode apresentar uma turbulência forte de pequena escala, dependendo da rugosidade da superfície. A tabela 3 apresenta as características do meio urbano que podem alterar o balanço energético, provocando anomalias térmicas positivas, no nível *"canopy layer"*.

Tabela 3 - Hipóteses das causas da ocorrência de ilha de calor urbano no âmbito do *urban canopy layer.*

1. Elevação do afluxo de radiação devido à absorção da radiação de ondas longas e reemissão pela atmosfera urbana poluída.
2. Redução da perda de radiação de ondas longas dos canyons devido à redução do seu sky view factor.
3. Maior absorção da radiação de ondas curtas devido ao efeito da geometria do canyon no albedo.
4. Maior estocagem de calor diurno devido a propriedades térmicas dos materiais urbanos e sua liberação noturna.
5. Calor antropogênico proveniente dos edifícios.
6. Redução da evaporação devido à remoção da vegetação e à impermeabilização da superfície da cidade.
7. Redução da perda de calor sensível devido à queda da velocidade do vento na camada urbana.

Adaptado de Oke, 1978, p.259

Boundary layer seria a camada acima do *canopy layer,* onde existem boas condições de mistura, sendo sua altura variável e dependente da capacidade da superfície para provocar a movimentação do ar. Durante a noite pode atingir menos de 100m, porque a superfície esfria mais depressa do que a atmosfera e, durante o dia pode atingir de 1 a 2 km, pois as correntes convectivas são mais intensas. A tabela 4 mostra as características da cidade que podem alterar o balanço de energia, favorecendo a formação de ilhas de calor, no nível *"boundary layer"*.

Tabela 4 – Hipóteses dos mecanismos responsáveis pela ocorrência de ilha de calor urbano no âmbito do *urban boundary layer.*

1. Entrada de ar quente resultante da ilha de calor na camada de cobertura urbana.
2. Calor antropogênico dos telhados e da aglomeração.
3. Queda do fluxo de calor sensível da camada estável de cobertura pela convecção de penetração.
4. Convergência do fluxo radiativo de ondas curtas no ar poluído.

Adaptado de Oke, 1978, p.265.

O balanço energético nas cidades é alterado principalmente pela complexa geometria das superfícies construídas, pelas propriedades térmicas dos materiais, pela orientação das edificações, impermeabilização do solo e calor liberado pelas diversas atividades humanas.

A impermeabilização generalizada do solo provoca uma série de problemas. Lombardo (1995), baseada em trabalhos de Landsberg (1970); Chandler (1965) e Lombardo (1985), destaca os seguintes:

> *"a) redução da evaporação, pela ausência de vegetação e água disponível: a radiação solar que não é usada na evaporação aquece o espaço urbano (massa edificada) e o ar da cidade (Myrup, 1969, citado por Lombardo, 1985);*
> *b) as altas temperaturas que ocorrem nas áreas mais impermeabilizadas, em decorrência dos efeitos combinados das várias características do sítio construído, provocam baixa pressão atmosférica nestas áreas, gerando uma circulação local. Esta, por sua vez, provoca a concentração de material particulado na atmosfera local e de massas úmidas provenientes da região de entorno, gerando anomalias de precipitação sobre estas áreas (...);*
> *c) a ocorrência de inundações nestas áreas, pela presença ocasional de chuvas intensas (5 a 10% mais chuvas na área urbanizada que no meio rural).* (Lombardo, 1995, p. 53-4).

A definição do balanço energético urbano é dada por **Qs+Qf+Qi=Ql+Qg+Qe**[2] (Douglas, 1983, p.40) e varia de uma cidade para outra dependendo de uma série de fatores, tais como: cor e tipo de materiais utilizados nas edificações, densidade de construções, verticalização, morfologia da área, tipo de pavimentação nas ruas, presença de áreas verdes e arborização nas ruas, circulação de veículos e pessoas e indústrias.

A energia gerada na cidade através da combustão, metabolismo e indústrias (Qf) é sempre maior do que na zona rural; por outro lado, a energia recebida do sol (Qs) e a perdida pela evaporação (Ql) são normalmente mais baixas.

Oke (1978, p.246) explica que nos grandes centros urbanos a maior concentração de poluentes impede a passagem de parte da radiação solar em ondas curtas, além de que, dependendo das características das edificações (edifícios altos e pouco espaços entre eles), são criados espaços de sombra, impedindo a chegada dos raios solares diretamente. Esses processos são intensificados com a maior inclinação

---

[2] **Qs** – energia recebida do sol; **Qf** – energia gerada por combustão, metabolismo e processos industriais; **Qi** – calor emitido pelo interior da Terra; **Ql** – perda de calor por evaporação; **Qg** – perda de calor por condução no solo; **Qe** – perda de calor por irradiação.

dos raios solares no inverno, podendo receber 30% menos da radiação ultravioleta disponível.

No ambiente urbano não há tanta água para evaporar; por esse motivo as perdas de calor por evaporação (Ql) são inferiores às da zona rural. As cidades, na maioria das vezes, são estruturadas de maneira que a água das chuvas fique pouco tempo na superfície, a fim de impedir problemas de circulação de pessoas e serviços.

Landsberg (1981), Oke (1978), Monteiro (1997), deixam claro que a quantidade de energia disponível na atmosfera urbana dependerá do total de energia liberada pelos seres humanos através de suas diferentes atividades e do total de energia proveniente da radiação solar e do interior da Terra. Além disso, o armazenamento de calor no espaço construído pelas características já citadas, associado à pequena perda de calor por evaporação, não faz com que o balanço final entre as perdas e os ganhos no ambiente urbano sejam nulas, criando condições para a formação de "ilhas de calor" e "ilhas frescas".

O efeito da ilha de calor é resultado das diferenças do balanço de energia entre a área urbana e o campo e das diferenças existentes no interior da própria cidade. A ilha de calor é uma anomalia térmica com dimensões horizontais, verticais e temporais, que tem sido observada em quase todos os assentamentos onde tem sido estudado. Suas características estão relacionadas com a natureza da cidade (tamanho, densidade de construções, uso do solo) e com as influências externas (clima, tempo e estações) (Oke, 1982, p.7).

As principais causas da formação da ilha de calor nas cidades são:

> *"- aumento da entrada de radiação de ondas longas devido à absorção de radiação de ondas longas que saem e sua reemissão pelos poluentes da atmosfera urbana;*
> *- menores perdas de radiação de ondas longas nas ruas e "canyons" urbanos devido à redução do "sky view factor" pelos prédios e edifícios;*
> *- maior absorção da radiação de ondas curtas pela superfície urbana devido ao efeito das construções no albedo;*
> *- grande estocagem de calor durante o dia devido às propriedades térmicas dos materiais urbanos e grande emissão durante à noite;*
> *- adição de calor antropogênico na área urbana pela utilização de aquecedores e refrigeradores, transporte e operações industriais;*
> *- menor evaporação devido à retirada da vegetação e a diminuição de superfícies líquidas, o que diminui o fluxo de calor latente ou evapotranspiração e aumenta o fluxo de calor sensível". Bornstein (1968) e Oke et al (1991) apud Lombardo (1995).*

Sob condições atmosféricas ideais, ou seja, em condições de céu claro e com vento calmo, ocorre a máxima intensidade da ilha de calor. Com relevo pouco acidentado, as temperaturas mais altas são observadas nas áreas mais densamente construídas e com pouca vegetação. Horizontalmente há diminuição da temperatura à medida que há a aproximação da zona rural, caracterizada por um gradiente horizontal mais brando; este esquema geral é interrompido por locais quentes e frios associados com densidades de prédios altos e baixos. Parques e lagos são áreas frescas, e áreas industriais, complexos de apartamentos, áreas de comércio ou central da cidade, são mais quentes.

O balanço de energia na cidade em contraposição ao campo e as diferenças de estabilidade produzem diferentes taxas de aquecimento ou resfriamento próximo à superfície, fazendo aparecer regimes distintos de temperatura do ar, cujas diferenças em um dado tempo definem a intensidade da ilha de calor, ΔT_{u-r}. (Oke, 1982, p.2).

Na zona rural a sequência da temperatura é padrão. No pôr-do-sol há um resfriamento rápido entre 2° C e 3° C. A superfície drena energia radiativa e subtrai calor da camada rasa de ar estável logo acima dela. A medida que a temperatura cai e a taxa de emissão radiativa decresce, a taxa de resfriamento também declina a medida que a noite progride. A temperatura do ar rural a noite cai até o nascer do sol.

Ao amanhecer o aquecimento solar da superfície gera um fluxo turbulento de calor sensível que converge na camada da superfície, cuja profundidade é limitada pela inversão noturna crescente. A medida que a camada de mistura aumenta a taxa de aquecimento declina até o meio dia. (Oke, 1982).

O regime urbano é diferente, pois as taxas de aquecimento e resfriamento são menores. Nota-se a falta de picos agudos perto do nascer e pôr do sol produzindo uma onda diurna confinada de temperatura. Como conseqüência, a intensidade da "ilha de calor" sofre uma variação diurna marcante. As taxas divergentes de resfriamento entre os ambientes rural e urbano no pôr-do-sol produzem um aquecimento agudo na intensidade até ao máximo, poucas horas depois (3 a 5 horas). Depois disso, o resfriamento urbano levemente maior reduz a intensidade até que o aquecimento rural da manhã "apaga" a ilha de calor. Há cidades em que o centro fica mais frio que o campo, formando as "ilhas frias". (Oke, 1982, p.3) A distribuição espacial da ilha de calor está relacionada com o tempo da intensidade máxima. O padrão espacial diurno tende a ser menos definido e ajusta-se bem à distribuição das características que cobrem a superfície.

Johnson (1985, p. 221) esclarece que a ilha de calor se desenvolve e se deteriora ao longo do dia e as mudanças mais importantes acontecem ao amanhecer e pôr-do-sol. Em estudo realizado em Birmingham, Reino Unido, este autor mostra que a extremidade da área urbana dá um gradiente íngreme nas isolinhas de acordo com os diferentes tipos de uso da terra. Os dados exibem variação temporal considerável com maiores diferenças em taxas que acontecem ao amanhecer e ao pôr-do-sol. A intensidade da ilha de calor comum cresce pela tardezinha e depois do pôr-do-sol e durante a noite, quando a variação em taxas refrescantes urbanas e rurais é pequena. Zonas rurais aquecem rapidamente depois do amanhecer e isso causa decadência da ilha de calor urbana. O centro da cidade apresenta-se mais quente novamente um pouco antes do meio da tarde.

Assim, a radiação ao amanhecer e pôr-do-sol nas áreas urbanas depende de processos intrínsecos à cidade. No tecido urbano existe um fluxo de calor que durante o dia fica armazenado como resultado da alta condutibilidade térmica dos materiais que são emitidos para atmosfera nestes horários, apresentando temperaturas mais altas. À medida que os raios solares vão incidindo na superfície, o seu fluxo é reduzido devido à geometria da superfície urbana, que proporciona reflexões múltiplas diminuindo as ondas curtas incidentes, que variam de acordo com a altura das construções, orientação e ângulo do sol.

A localização de uma cidade impõe um amplo intervalo de efeitos relacionados aos corpos d'água, características topográficas, natureza dos solos, vegetação e uso do solo da região. As combinações possíveis são tão numerosas quanto o número de cidades e isto explica a preocupação com os estudos das ilhas de calor. As relações entre intensidade da ilha de calor, tamanho da cidade e localização existem, mas o interesse maior está na elucidação de fatores físicos críticos implícitos nas medidas de "tamanho" tais como população.

Estudos concordam em que a variável meteorológica mais importante que governa a intensidade da ilha de calor é a velocidade do vento seguida pela cobertura de nuvens. As nuvens baixas são mais efetivas do que uma quantidade igual de nuvens altas na limitação da intensidade de ilha de calor. Por outro lado, o vento assim como as nuvens são variáveis substitutas relacionadas às regras relativas da transferência radiativa e turbulenta na produção das mudanças da temperatura. Estas regras estão combinadas nas variáveis simples da estabilidade atmosférica, que mostram a produção de uma boa correlação com a intensidade da "ilha" com a maior freqüência de ocorrências e com as maiores intensidades sendo registradas na

metade mais quente do ano (verão e outono). Isso está, em parte, relacionado à sazonalidade dos controles do tempo (vento, nuvem e estabilidade da massa de ar), mas reflete as variações na cobertura da superfície, tais como vegetação, densidade de construção e nas influências solares, tais como ângulo de incidência em relação à geometria urbana e à atenuação pelos aerossóis. A ilha de calor é mais bem visualizada no verão, ao passo que as exigências do aquecimento de pico ocorrem no inverno e isto indica que o calor antropogênico não é a causa principal. (Oke, 1982).

Pitton (1997) fez um levantamento das variações sazonais da ilha de calor em diversas pesquisas e verificou que as opiniões são conflitantes. *"(...) de um lado há pesquisas, como as realizadas por Mitchel (1979), Landsberg e Brush (1980), Jaureguy (1984) e Oguntoyinbo (1984), Lombardo (1985), que observaram que os maiores contrastes térmicos urbano-rurais (1,3°C a 5°C) ocorrem no inverno. (...) Por outro lado, Sanderson (1973), Akerman (1985), Iamamura-Bornstein (1991) e Mendonça (1994), verificaram que a maior magnitude (2°C, 10°C, 1,2°C, 10°C) respectivamente, ocorre no verão. (Pitton, 1997, p.20).*

A justificativa para a maior magnitude da ilha de calor no inverno está associada à maior freqüência de inversões térmicas e à maior liberação de calor antropogênico. No verão a maior magnitude da ilha de calor é atribuída à maior quantidade de energia absorvida durante o dia e sua absorção durante a noite ou em função do papel de mistura dos solos rurais, que no verão apresentam elevada inércia térmica.

Existem claras diferenças entre ambientes atmosféricos urbanos de cidades tropicais e de latitudes médias. *"As diferenças mais notáveis são observadas na variada formação temporal da ilha de calor urbana que, nas cidades tropicais tem tido maior intensidade diurna que noturna".* (Imamura-Bornstein and Bornstein (1992) apud Mendonça, 1994, p.13-14).

Outras pesquisas concluíram que a ilha de calor pode-se manifestar com maior intensidade durante o dia; dentre elas destacam-se: *"Nakamura (1967), Nkendirim, et al (1978), Nishizawa (1983 e 1986), Iamashita (1988), Iamamura-Bornstein (1991), Sette (1996)".* (Pitton, 1997, p.20).

O fato é que as cidades possuem especificidades climáticas que devem ser consideradas, e estas variam de intensidade de acordo com suas características próprias.

Dentre as especificidades climáticas destaca-se a menor quantidade de água disponível para evaporar. A atmosfera da cidade é menos úmida do que a da zona

rural, mas ocorrem variações neste quadro geral, pois durante o dia existe maior probabilidade de o ar na zona rural adquirir vapor d'água devido à presença de vegetação e por ser o solo mais permeável. Por outro lado, durante a noite a zona rural tem queda na temperatura de maneira mais rápida, deixando o ar saturado e impedindo a evaporação, até que a água presente no ar próximo à superfície vai diminuindo à medida que atinge o ponto de orvalho. Dessa forma, na cidade, que apresenta temperaturas mais altas durante a noite, ocorre a redução do ponto de orvalho, havendo a formação de "ilhas de umidade". (Oke, 1978, p. 261).

Devido às diferenças de temperatura entre a cidade, a periferia e a zona rural, a circulação do ar da-se de maneira diversa. No que diz respeito à velocidade do vento, esta normalmente menor nas áreas construídas, excetuadas as áreas densamente verticalizadas, que podem canalizar o ar, atingindo nestes casos velocidades maiores do que em pontos abertos entre as edificações. (Oke, 1978, p.262).

Sob condições atmosféricas estáveis, sem a atuação da circulação regional, devido à diferença de temperatura, formam-se zonas de pressão diferenciadas, permitindo a circulação do ar da periferia (menos quente – alta pressão) em direção ao centro (mais quente – baixa pressão).

Com atmosfera instável a cidade tem a velocidade do vento diminuída em relação à zona rural.

As áreas da cidade com maior concentração de áreas verdes, ou as próximas a reservatórios d'água propiciam o declínio da temperatura. *"...Isso pode ser explicado tendo em vista que a maior quantidade de vegetação implica em mudança do balanço de energia, já que as plantas, através do processo de fotossíntese e transpiração, absorvem a radiação solar. Do mesmo modo, as massas d'água interferem no balanço de energia, em função de sua alta capacidade calorífica, bem como do consumo de calor latente pela evaporação".* (Lombardo, 1995, p.53).

Vários trabalhos apresentaram a influência da vegetação no ambiente da cidade, sendo responsáveis por amenizar as temperaturas mais elevadas que provocam desconforto térmico, além de diminuir a velocidade do vento e os impactos provocados pela precipitação. Dentre eles destacam-se: - Kopec (1970), que mostrou a influência da vegetação na velocidade do vento; Gomez e Garcia (1984), que encontraram diferenças significativas dentro da ilha de calor devido à presença de um parque; - Oke (1989), que abordou aspectos micrometeorológicos de uma floresta urbana e seus efeitos na temperatura; - Pitton (1997), que enfatizou que as áreas

verdes interceptam, absorvem, refletem e transmitem radiação solar, captando e transmitindo água, além de interferirem na direção e velocidade do vento, sendo responsáveis por registros de temperaturas mais baixas mesmo na área central. Este fato foi também observado por Danni (1987) e Cruz (1995).

Habitualmente o planejamento urbano não considera as condições climáticas locais, cuja tecnologia é importada dos países de altas latitudes. A ocupação colonial deixou como herança, técnicas de construção e desenho urbano adotado dos países europeus, além da estrutura arquitetônica vigente nos Estados Unidos e Europa.

Assim o estudo de clima urbano, além da quantificação das alterações detectadas, torna fundamental uma análise geográfica do fenômeno, ou seja, estabelece relações entre os dados mensurados e os elementos componentes da cidade. Estes estudos podem contribuir para a melhoria da qualidade ambiental, pois a formação das ilhas de calor cria uma circulação do ar na cidade que favorece a concentração de poluentes, podendo provocar distúrbios nas pessoas, tais como doenças respiratórias, circulatórias, e, nos países tropicais, um grande desconforto térmico, provocado pelas altas temperaturas comuns nestas latitudes.

2.1 O método de análise

Apesar de ocuparem pequenas parcelas territoriais, as cidades constituem a maior transformação da paisagem natural, materializadas através de diferentes formas de poluição do ar, água, solo e subsolo, além de transformações na morfologia e estrutura do ambiente urbano. Rios e córregos são canalizados ou têm seus cursos alterados; a morfologia é modificada através de aterros e construções; a vegetação é retirada; e a associação das atividades urbanas com a forma de ocupação do solo, provoca alterações nos elementos climáticos. "O *clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização*" (Monteiro, 1976, p.95).

Dessa maneira o clima é um dos elementos que tem sofrido modificações no decorrer do tempo, e estudos do clima urbano têm sido justificados pela expressão que as cidades tomaram nos últimos anos, principalmente no que se refere à quantidade de pessoas que vivem nos centros urbanos, e conseqüentemente são afetadas por suas características específicas. Assim,

> *"This makes study of urban climates doubly important; first to ensure a pleasant and healthy environment for urban dwellers, and second to see that the effects of urbanization do not have*

> *harmful repercussions on larger scale (even planetary) climates.* (Oke, 1978, p.240).

Por muito tempo os estudos da atmosfera urbana desenvolveram-se sob uma perspectiva estática, matemática e isolada de possíveis correlações com outros ramos do saber.

Monteiro (1976) apresentou parte da bibliografia internacional referente à temática clima urbano e afirmou: "*...o caráter geral desta vasta produção é colocado sob perspectiva meteorológica onde a preocupação fundamental é avaliar o grau de transformação da atmosfera pela atividade urbana, persistindo aquele aspecto de abordagem em termos de homem versus natureza*". (Monteiro, 1976, p.58).

> *"Foi, sem sombra de dúvidas, a partir do emprego do principio do funcionamento sistêmico da natureza (Teoria de Sistemas de Bertalanfy), da noção de dinâmica da atmosfera (Strahler) e das preocupações de alguns climatologos com a interação estabelecida entre a atmosfera, o sitio e o fato urbano (materialidade humana), que o clima da cidade passou a ser enfocado de um ponto de vista mais holístico e numa dimensão evolutiva, originando os estudos de climas urbanos como se pode observar na atualidade".* (Mendonça,1998)

As inter-relações entre os aspectos humanos e físicos implicam a adoção de um conceito de clima como um "*sistema aberto, activo, e complexo, cuja vitalidade está na dependência directa da capacidade de trocar energia e matéria com o exterior*" (...). (Monteiro, 1997, p.11).

Nos estudos de clima urbano, a perspectiva sistêmica permite entender as ações humanas no comportamento do clima, sem que se percam de vista as escalas que o organizam. No sistema climático o clima global vai refletir-se nos subsistemas climáticos regionais e locais para filtrar, selecionar e conduzir a energia e a matéria.

O escalonamento das unidades climáticas foi proposto por Monteiro (1976). Estas identificam-se no espaço geográfico em zonal, regional e local.

> *No nível zonal, por obra da latitude, decisiva no próprio fenômeno de diversificação, produz-se uma variedade setorial que, se não se afirma em faixas contínuas, organiza-se em grandes células. Estas seriam a expressão do segundo nível, aquele da definição macroregional. Nesta, os centros de ação e os sistemas meteorológicos vinculados a faixas zonais diferentes, participariam no sentido de produzir uma organização climática, gerada pelos mecanismos da circulação atmosférica regional, capaz de manter a organização espacial através do ritmo de sucessão temporal dos seus estados. (....) Dentro das regiões, os fatores geográficos, especialmente em suas associações ecológicas, poderiam, por sua vez, produzir nova gama de diversificações secundárias ou intermediárias*

> *até atingir os climas locais. Estes seriam graus de organização especializados, pelas íntimas integrações ecológicas no interior dos sistemas climáticos regionais, expressando-se, sobretudo, pelas variações quantitativas dos atributos. (...) Um clima local diversifica-se inicialmente ao nível de sua compartimentação geoecológica, base mesma da identificação dos mesoclimas, passando a organizar-se no nível dos topoclimas e especializar-se nos microclimas". (Monteiro, 1976, p.115-116).*

Assim, a grandeza escalar do clima urbano dependerá dos fatores que o definem como, por exemplo, a extensão da cidade e sua posição no relevo. O que está explícito nesta abordagem escalar é a não-definição de limites rígidos, *"(...), mas a preocupação em caracterizar a organização hierárquica em termos de ligações, no plano vertical, e entrelaçamento, no plano horizontal". (Monteiro, 1976, p.116).*

No estudo do clima urbano é fundamental a relação entre as diferentes escalas geográficas, desde a zonal até a local, onde se encontra o urbano e as diversas possibilidades de articulações entre os mesoclimas, topoclimas e microclimas. A estrutura interna do clima urbano é definida por meio da conexão de suas partes.

No Brasil, Monteiro (1976 e 1990) realizou ampla discussão sobre teoria e metodologia do clima urbano, vinculado ao espaço geográfico, dando um salto importante para a superação do tratamento da relação entre homem e natureza, desenvolvendo a noção de co-participação como relação destes dois fatores na formação da atmosfera urbana.

A inter-relação dos elementos da natureza e do homem foi chamada por Monteiro (1976) de Sistema Clima Urbano (S.C.U.).

> *"A estrutura interna do S.C.U. não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica, ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas".* (Monteiro, 1976, p.99).

Sob a perspectiva sistêmica este mesmo autor sugeriu a adoção de três subsistemas para o estudo do Sistema Clima Urbano: termodinâmico (conforto térmico); físico-químico (qualidade do ar); hidrometeórico (impacto meteórico).

A análise do Sistema Clima Urbano é feita a partir dos canais de percepção humana e os resultados visam principalmente o planejamento da cidade.

Na entrada de energia no sistema clima urbano encontram-se as seguintes referências:

> *"Sistema Geral – circulação atmosférica regional como intermediador entre a radiação solar e a energia líquida recebida no local.*
> *Conforto Térmico: espectro de tipos de tempo como expressão das variações temporais (sazonais) sobre o espaço local, relacionando o quantus ao modus.*
> *Qualidade do Ar – espectro rítmico temporal como expressão das variações horizontais (circulação regional no tempo, vindas do ambiente e aquelas específicas locais (radiação solar), verticalmente incidentes sobre o próprio núcleo).*
> *Impacto Meteórico – impacto pluvial concentrado como atributo tropical." (Monteiro, 1990, p.103).*

O subsistema termodinâmico tem sido o mais explorado nos estudos de clima urbano, associado, na maioria das vezes, à umidade relativa do ar. Este fato foi justificado por Tarifa (1977), quando explicitou: *"...alterações nas variações da temperatura e umidade, que nada mais são do que elementos ou variáveis respostas, conseqüentemente funções do balanço de energia por unidade de tempo, dentro de um espaço tridimensional". (Tarifa, 1977, p.73).*

No Brasil a produção científica sob essa concepção teórica tem crescido, com destaque para os trabalhos de Sartori (1979), Sampaio (1981), Fonzar (1981), Danni (1987), Lombardo (1985), Mendonça (1994), Maitelli (1994), Brandão (1996), Sette (1996), Santos (1996), Pitton (1997).

A presente pesquisa também foi desenvolvida sob a concepção teórica do Sistema Clima Urbano, contemplando as variações da temperatura e umidade relativa, elementos do clima urbano, resultante do balanço de energia na cidade que é conseqüência dos aspectos geoecológicos e urbanos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho o clima é entendido como um sistema, ou seja, a expressão das condições atmosféricas, resultantes da interação de diferentes escalas climáticas e de superfície. Esta integração é responsável por variações que podem acarretar problemas econômicos e sociais.

O sistema climático é constituído por uma série de subsistemas integrados, organizado e hierarquizado horizontalmente (na estrutura) e verticalmente (na função). Em uma perspectiva integrada, no estudo do clima urbano está incluída uma análise espacial, ambiental e regional, a fim de dar subsídios ao ordenamento territorial urbano.

No estudo do clima em Presidente Prudente será dado ênfase à estrutura interna do Sistema Clima Urbano integrando o ecológico e o urbano, sem desconsiderar as escalas superiores do clima.

Assim, a pesquisa foi desenvolvida a partir das proposições metodológicas apresentadas por Monteiro (1976 e 1990), sob dois eixos considerados fundamentais para a caracterização do clima urbano (figura 1). O primeiro refere-se à análise temporal, através dos dados coletados na Estação Meteorológica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP e da literatura existente no assunto.

O segundo diz respeito à análise espacial que necessariamente deve resultar de uma análise intra-urbana para explicitar como as diferentes condicionantes geoecológicas e urbanas respondem à atuação de diferentes sistemas atmosféricos.

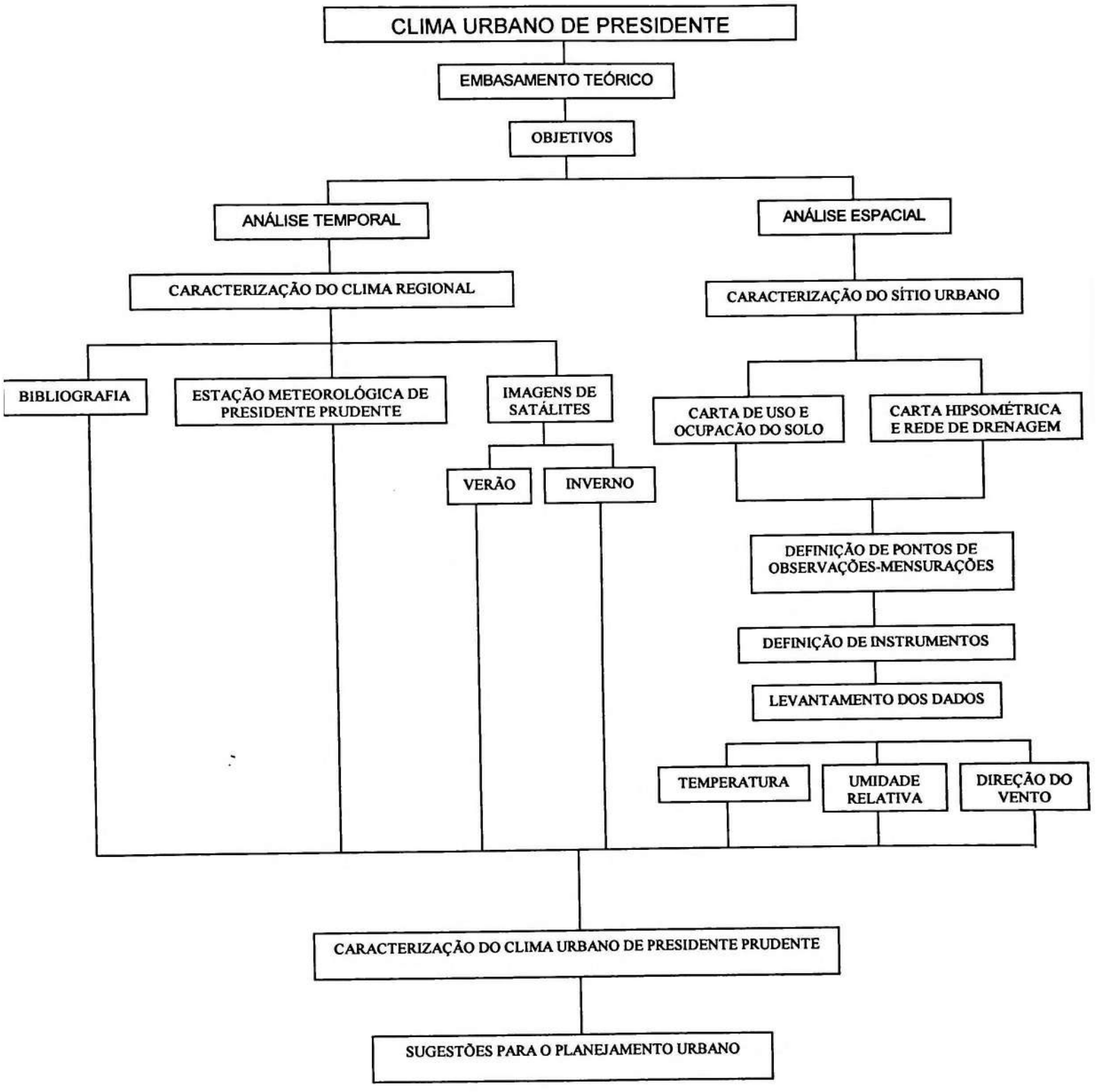


Figura 1 – Proposições para o estudo do clima urbano

3.1 A análise temporal

A Estação Meteorológica localizada na Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP iniciou suas atividades em outubro de 1968 e está em funcionamento até os dias de hoje.

A seleção do período de análise 1969-1998 fundamentou-se, assim, na disponibilidade de dados na cidade e por ser um período considerado representativo para a caracterização climática. Os dados obtidos nesta pesquisa referem-se aos resumos anuais, que apresentam informações mensais sobre: média da temperatura, temperatura máxima absoluta, temperatura mínima absoluta, média da umidade relativa e total de precipitação.

A análise temporal dos elementos climáticos em Presidente Prudente (Capítulo 5) considerou, num primeiro momento, as médias mensais a fim de verificar o padrão de distribuição dos principais elementos climáticos e detectar os meses extremos de temperatura, umidade relativa e precipitação.

Num segundo momento foi realizada uma análise de tendência das médias e dos totais anuais, para verificar prováveis alterações nos elementos do clima em decorrência do crescimento da cidade e oscilações provocadas pelos fenômenos *El niño e La niña.*

Para a análise de tendência climática foram elaborados gráficos com curvas polinomiais, que são mais sensíveis às variações dos elementos do clima, com intervalo de confiança de 95%. Para isso foi utilizado programa *STATISTICA for Windows*[3], 5.1.

Este tipo de gráfico foi também utilizado para avaliar a tendência da temperatura, umidade relativa e precipitação nos meses de janeiro e julho, no período de 1969 a 1999, com o objetivo de verificar se os meses em que foram realizados os levantamentos de campo (julho de 1998 e janeiro de 1999) se enquadram nas características climáticas habituais da cidade. (Capítulo 7.1).

3.2 A Análise espacial

A observação meteorológica padrão expressa as condições locais da dinâmica atmosférica regional, assim acredita-se ser fundamental a multiplicação dos pontos de

[3] STATISTICA for Windows – é marca registrada da StatSoft, Inc.

observação, possibilitando o registro dos elementos climáticos em diferentes pontos, que por sua vez serão responsáveis por caracterizar as transformações de energia que ocorrem no interior da cidade. Essas transformações de energia repercutirão nos outros elementos climáticos.

A escolha dos pontos para as observações – mensurações meteorológicas considerou as unidades morfológicas do sítio urbano, a estrutura urbana (morfologia e funções) e o dinamismo urbano.

Para que isso fosse possível, foram elaboradas cartas de ocupação do solo e hipsometria.

A carta de ocupação do solo (figura 10), foi organizada através das fotografias aéreas emprestadas pela Prefeitura Municipal de Presidente Prudente (escala de vôo 1:25000, de setembro de 1995), tomadas pela Base Aerofotogrametria e Projetos S. A., acompanhadas por trabalhos de campo. Para a fotointerpretação foram utilizados estereoscópios de espelho.

A classificação dos padrões de ocupação do solo foi baseada principalmente nos trabalhos de LOMBARDO (1985), MONTEIRO (1990) e MENDONÇA (1994), com o objetivo de propiciar uma visualização direta do adensamento urbano, densidade de vegetação e verticalização, que ficou assim subdividida: vegetação densa, gramado, solo nu, vegetação esparsa e gramado, construções esparsas e gramado, construções esparsas com gramado e vegetação esparsa, área densamente construída e com vegetação arbórea, área densamente construída e sem vegetação, área densamente construída e com vegetação esparsa, edificações acima de quatro pavimentos e córregos. Esta carta traz também informações do tipo de ocupação do solo na zona rural.

A Prefeitura Municipal de Presidente Prudente possui a base cartográfica digital da cidade, mas, infelizmente, não foi disponibilizada para a pesquisa em formato que permitisse a manipulação. Assim foi necessária a digitalização da carta, baseado no arquivo de plotagem cedido pela Prefeitura.

A carta hipsométrica (Figura 4) foi elaborada através do mesmo arquivo digitalizado anteriormente.

Para a edição das cartas foi utilizado o software gráfico Remap – Plus[4].

---

[4] Remap-Plus - é marca registrada da Automated Methods inc.

Este material cartográfico permitiu a caracterização dos aspectos geoecológicos (relevo, rede hidrográfica e vegetação) e dos componentes antrópicos (uso e ocupação do solo, densidade de construções e verticalização), o que possibilitou a escolha dos pontos de observação.

Foram selecionados 12 pontos de acordo com o critério, que fundamentalmente deveriam priorizar diferentes padrões de uso e ocupação do solo e condições do relevo.

O levantamento de campo foi feito com equipamentos simples, com a seguinte composição:

- Miniabrigo meteorológico, construído de madeira com paredes duplas perfuradas para permitir a livre circulação do ar;
- Haste do abrigo, a 1,50 metros do solo, para que não sofresse influência direta da radiação terrestre;
- Pares de termômetros (bulbo seco e bulbo úmido), adquiridos na fábrica de termômetros "Mercúrio" localizada em São Paulo, para medidas de temperatura e umidade relativa do ar;
- Suporte de madeira para encaixar os termômetros no interior do miniabrigo;
- Fita de cetim fixada na parte inferior do miniabrigo utilizada para indicar a direção do vento.

Estes equipamentos são semelhantes àqueles apresentados por MONTEIRO e SEZERINO (1990).

Foram realizadas leituras horárias das 7h00 às 18h00, durante 29 dias do mês de julho de 1998 e 28 dias do mês de janeiro de 1999. Este fato permitiu a análise da variação dos elementos climáticos (temperatura do ar, umidade relativa e direção do vento) em diferentes condições sinóticas e na latitude em que se encontra Presidente Prudente (22° sul). Acredita-se que as estações extremas (verão e inverno) sejam representativas para este tipo de estudo.

As leituras horárias foram realizadas também na Estação Meteorológica de Presidente Prudente, localizada na FCT/UNESP e no Aeroporto.

O trabalho de campo contou com a colaboração dos alunos do curso de graduação em Geografia da FCT que foram previamente treinados e demonstraram muita responsabilidade durante a pesquisa. Foram divididos em dois turnos. O primeiro tinha início às 6h 45min, pois, para a primeira leitura às 7h00, o abrigo tinha que ser colocado no lugar estabelecido com quinze minutos de antecedência para os

termômetros se estabilizassem, e terminava às 12h 30min. O segundo turno começava às 12h 30min e terminava às 18h00. Neste horário os abrigos eram recolhidos e guardados em residências ou empresas próximas, evitando, assim, que fossem depredados durante a noite.

A escolha de leituras horárias das 7h00 e 18h00 não foi aleatória, pois trata-se de momentos importantes para o entendimento das alterações do ciclo diurno da atmosfera de um lado e de outro da disponibilidade da equipe de campo.

Tais alterações referem-se ao início do aquecimento diurno das 7h00 e 8h00, quando a atmosfera se apresenta estável, passando pelo período de maior aquecimento diurno a partir das 10h00 até às 16h00, com pico às 15h00, chegando ao início do resfriamento entre 17h00 e 18h00.

Estes três períodos são importantes para compreender como o uso e ocupação do solo, bem como as diferentes cotas altimétricas e exposições de vertentes, interferem na distribuição espacial da temperatura do ar e umidade relativa intra-urbana.

O ideal seria que leituras noturnas estivessem presentes neste trabalho, mas principalmente por questões de segurança da equipe, que ficava o tempo todo "cuidando" dos miniabrigos, além do desgaste das pessoas envolvidas, a opção foi por encerrar os trabalhos antes do anoitecer.

As leituras dos termômetros, diurnas e horárias, nos dois meses citados, permitiram que fossem verificadas a intensidade da ilha de calor e de umidade, como indicativo da magnitude dos fenômenos, suas variações espaciais de acordo com as diferentes estruturas urbanas e seu ritmo diário e estacional diretamente relacionado com a radiação solar. Estes três aspectos foram analisados em diferentes situações sinóticas e não apenas naquelas ideais para a formação de ilhas de calor urbana, como os sistemas de alta pressão estacionário já analisados em muitos trabalhos nacionais e principalmente internacionais.

Depois do levantamento dos elementos climáticos (temperatura, umidade relativa e direção do vento), em meses representativos das duas estações do ano mais marcantes desta região (verão e inverno), os dados foram processados em planilhas no programa Excel[5] e mapeados no programa SURFER[6].

Este último programa representa uma ferramenta importante para a análise dos resultados, visto que os pontos de coleta dos dados foram plotados e as isolinhas

---

[5] Excel - é marca registrada da Microsoft Corporation.
[6] SURFER - é marca registrada da Golden Software.

traçadas, permitindo-se assim a visualização da distribuição espacial das ilhas de calor e de frescor no ambiente urbano, bem como das ilhas úmidas e secas, conforme será possível observar nos capítulos 8 e 9.

Foram também realizadas análises dos sistemas atmosféricos regionais, durante os dois segmentos temporais (julho/98 e janeiro/99), através de imagens do satélite Goes e de cartas sinóticas de superfície, emprestadas pelo Instituto de Pesquisas Meteorológicas da UNESP – Câmpus de Bauru.

Com esses recursos e com os dados coletados na Estação Meteorológica da FCT/UNESP, de pressão atmosférica, umidade relativa, temperatura, precipitação, direção e velocidade do vento, nebulosidade e sistemas atmosféricos atuantes, foram elaborados dois gráficos de análise rítmica, com dados colhidos às 9h00 e com os extremos diários da temperatura, que permitiu a individualização dos tipos de tempo atuantes nos dois meses de trabalho de campo.

Assim, para o desenvolvimento do estudo do clima urbano de Presidente Prudente, algumas preocupações foram levadas em consideração para que fosse possível avançar nas análises que foram realizadas nesta perspectiva.

A primeira preocupação refere-se ao conhecimento detalhado da cidade, subsidiado por cartas de ocupação do solo e hipsometria, e verificação das exposições de vertentes, para a delimitação de áreas com características diferentes e por conseqüência com capacidade diferenciada de absorver e refletir calor. Os equipamentos foram colocados em pontos representativos de cada área.

A segunda preocupação refere-se à quantidade de dias de levantamento de campo. Grande parte dos estudos realizados considerou episódios relativamente curtos, inferiores a quinze dias e muitos deles fizeram generalizações a partir destes episódios. O número maior possível de dias permitiu a compreensão das diferentes respostas dadas pela superfície de acordo com a atuação dos sistemas atmosféricos atuantes. As leituras horárias foram fundamentais para a compreensão da evolução diária da temperatura de acordo com as características da superfície.

Com isso a cidade não foi tratada como um corpo homogêneo, correndo o risco de generalizações de valores pontuais para áreas geograficamente diferentes. O traçado das isolinhas representa, portanto, condições que se aproximam da realidade, com suas diferenças geoecológicas e urbanas, representadas pelas diferenças da temperatura e umidade relativa.

Com base nestes resultados foi possível detectar diferenças da temperatura e umidade relativa intra-urbana e estendê-las a pontos com as mesmas características, a fim de apresentar sugestões para o planejamento urbano capazes de contribuir para a melhoria da qualidade ambiental.

4 CARACTERÍSTICAS DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP

4.1 Localização e características físicas

Presidente Prudente localiza-se no oeste do Estado de São Paulo (Figura 2), à 22° 07' 04" de latitude Sul e 51° 22' 57" de longitude Oeste, distante da capital paulista cerca de 560km.

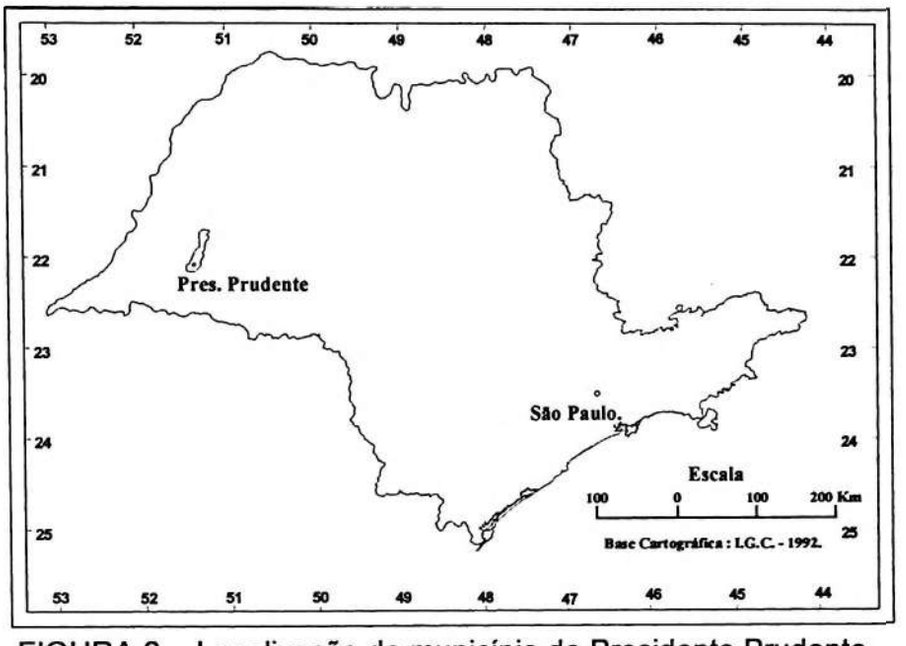


FIGURA 2 – Localização do município de Presidente Prudente.

Localizada no planalto ocidental paulista, constitui a continuidade física do reverso das Cuestas Basálticas, com a qual se limita a leste. "*O relevo desta província subordina-se à estrutura regional, onde as camadas sub-horizontais com suave caimento para oeste constituem uma plataforma nivelada em cotas próximas a 500 metros nos limites orientais, atingindo na foz do rio Paranapanema, 247 metros de altitude*". (CPTI - Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais, 1999, p.42).

A Figura 3 permite observar que o município de Presidente Prudente tem formato alongado no sentido norte-sul. O relevo é formado basicamente por colinas médias, amplas e morrotes alongados e espigões.

As colinas amplas estão presentes na porção norte do município, já nas barrancas do rio do Peixe. As colinas médias são observadas na extremidade sul onde se encontra o córrego do Cedro e os morrotes e espigões, predominantes no município abrangendo cerca de 80% de seu território; a altitude média é de 472m acima do nível do mar.

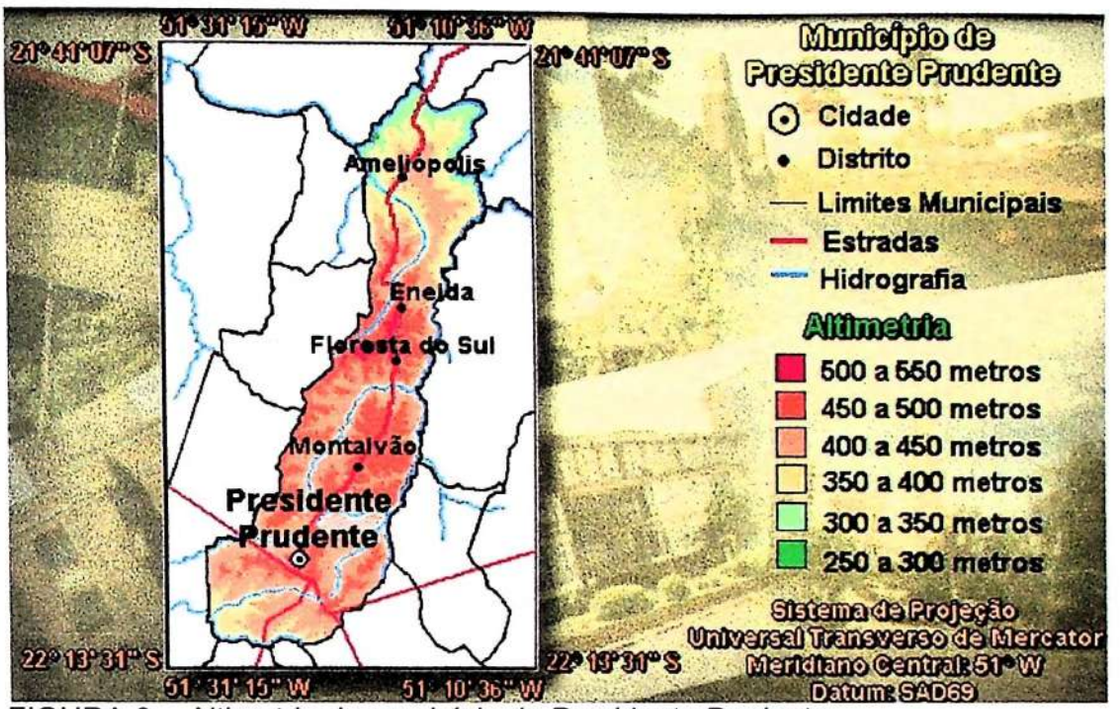


FIGURA 3 – Altimetria do município de Presidente Prudente
Fonte: Prudente 2000 virtual, CD-ROM - Interativo Presidente Prudente-SP.

O embasamento do planalto ocidental é essencialmente constituído por rochas do grupo Bauru, na grande maioria arenitos que, por vezes, apresentam cimento carbonático e/ou silicoso.

O relevo regional é monótono, com predomínio de colinas e morrotes. Tem drenagem organizada predominantemente por rios conseqüentes, que possuem desenvolvimento essencialmente interno aos limites da província. A rede de drenagem principal mostra paralelismo de eixos na direção NW-SE, mostrando os rios de maior porte planícies aluviais de dimensões variadas.

A densidade de drenagem apresenta variações de acordo com os sistemas de relevo, e até mesmo no interior de um único sistema. Em geral, é nas proximidades dos divisores d'água principais, na região das cabeceiras, onde são mais numerosas as ramificações da drenagem e, por conseguinte, maior a densidade, que pode ser média e, até mesmo, alta. (CPTI, 1999).

A área urbana de Presidente Prudente está *situada sobre um espigão divisor de águas das bacias do rio do Peixe, ao norte, e Paranapanema, ao sul, tendo a bacia do rio Santo Anastácio, que deságua no Paraná, ao sul-sudeste.* (Sudo & Leal, 1996, p.362).

O sistema hidrográfico que drena o sítio urbano de Presidente Prudente é constituído por pequenos cursos d'água formadores dos córregos do Cedro e

Limoeiro, ambos afluentes do Santo Anastácio, e os córregos do Gramado e Cascata, que são formadores do rio Mandaguari, o qual, por sua vez, é afluente do rio do Peixe, localizado no setor leste-nordeste da cidade. (Sudo & Leal, 1996, p.362).

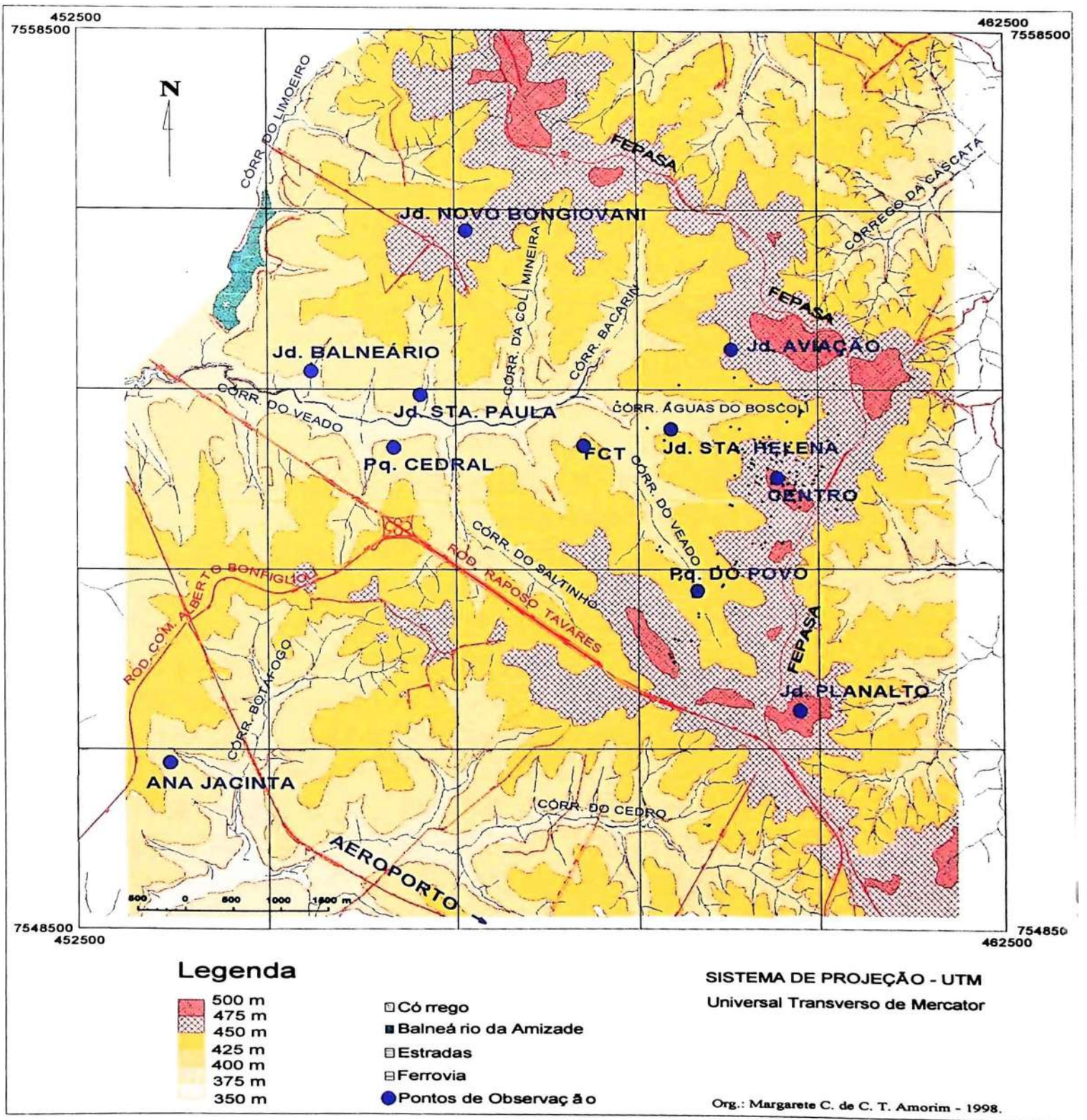
Na porção oeste da cidade, por onde ela mais cresceu, devido a questões políticas, econômicas e de relevo, conforme será explicitado no capítulo 4.2, as superfícies divisoras de água apresentam perfis convexos mais alongados, formando interflúvios mais suaves e separados entre si por vales menos estreitos, representando hoje cerca de 80% do total da malha urbana. A porção leste da ferrovia tem relevo bem movimentado e as ruas traçadas se apresentam com fortes declives, dificultando sobremaneira a expansão da cidade.

A Figura 4, além da hipsometria, mostra a rede de drenagem e permite observar que o relevo urbano caracteriza-se por espigões em colinas suavemente onduladas, com altitudes entre 375 metros e pouco acima de 480 metros sobre o nível do mar. Suas vertentes são convexo-côncavas, com declividades que variam entre 4% e 7%.

As cabeceiras dos vales têm, geralmente, o formato de anfiteatros onde fluem os canais de primeira ordem com pontos confluentes localizados a menos de 300 metros das nascentes. A partir dos espigões divisores de água até esses pontos confluentes, o gradiente topográfico é cerca de 6%. A partir daí, os cursos d'água fluem com uma declividade média de 2%. (Sudo & Leal, 1996, p.362).

O relevo de Presidente Prudente, favorável à área central, pois está sobre o espigão, é muito desfavorável à sua periferia, onde as rupturas de declive são mais acentuadas. *"A ocupação urbana inicialmente restrita ao topo aplainado do espigão, foi se expandindo pelas áreas de nascentes, exigindo a canalização de alguns trechos de córregos ou interferindo danosamente sobre vales e canais pelo entulhamento das cabeceiras de erosão".* (Godoy, 1989, p.3).

"Assim, os locais que, por força do crescimento da malha urbana segmentava a cidade em "pedaços" isolados uns dos outros em momentos de chuvas torrenciais, foram sucessivamente reparados, produzidos, urbanizados de fato". (Amorim, 1993, p.43).



Legenda

- 500 m
- 475 m
- 450 m
- 425 m
- 400 m
- 375 m
- 350 m
- Córrego
- Balneário da Amizade
- Estradas
- Ferrovia
- Pontos de Observação

SISTEMA DE PROJEÇÃO - UTM
Universal Transverso de Mercator

Org.: Margarete C. de C. T. Amorim - 1998.

FIGURA 4 - PRESIDENTE PRUDENTE: HIPSOMETRIA
FONTE: Carta Topográfica da Prefeitura Municipal - 1995.

Do ponto de vista climático, a região de Presidente Prudente sofre a atuação da maioria dos sistemas atmosféricos presentes na América do Sul.

Partindo da concepção de Sorre, Monteiro (1963) propõe um modelo para explicar a circulação atmosférica da América do Sul, definindo os sistemas atmosféricos atuantes. Segundo este autor, a circulação atmosférica sul-americana é controlada por centros de ação que dão origem às massas de ar ou sistemas atmosféricos que definem os tipos de tempo e os climas.

Os centros de ação são os seguintes: Anticiclones permanentes semifixos do Atlântico e do Pacífico, Anticiclone dos Açores, Anticiclone Migratório Polar, a Depressão do Mar de Weddel e a Zona de Baixas Pressões Equatoriais (Doldruns). Figura 5.

Nestes centros de ação ocorrem as individualizações das massas de ar que serão apresentadas a seguir e podem ser visualizadas na Figura 6.

No anticiclone do Atlântico e no anticiclone do Pacífico, originam-se as massas de ar marítimas: Massa Tropical Atlântica (Ta) e Massa Tropical Pacífica (Tp). A Ta atua durante o ano todo, atravessando a região em correntes de leste-noroeste, trazendo estabilidade de tempo no inverno, em decorrência de subsidência superior nesta célula de alta pressão dinâmica e instabilidade na parte inferior no verão, devido ao aquecimento basal que origina células convectivas e precipitações locais no interior e precipitação orográfica na vertente Atlântica. A Tp quase não interfere no tempo e no clima de Presidente Prudente, pois, além do sentido anti-horário dos anticiclones no hemisfério sul, a "*Cordilheira andina barra em grande parte sua interferência*". (Monteiro, 1963, p.123).

A Massa Tropical Atlântica Continentalizada (Tac) *"caracteriza-se por ser uma fácies da Ta devido às modificações que esta sofre ao avançar pelo continente. Como resultado tem-se temperatura mais elevada, umidade relativa baixa e pressões em ligeiro declínio".*(Barrios & Sant'Anna Neto, 1996).

A forma do relevo da América do Sul permite que apenas a planície amazônica e o setor central da planície platina (Chaco) funcionem como fontes de massas de ar Equatorial continental (Ec) e Tropical continental (Tc) respectivamente e avancem na região em correntes de noroeste. Têm participação efetiva sobre a região no verão, sendo a Tc responsável pelo aquecimento da região e a Ec, pelo aumento da umidade e das precipitações, além de responder pelo aquecimento. (Monteiro, 1963).

No anticiclone migratório polar tem origem a massa polar, que por força da orientação norte-sul da Cordilheira dos Andes, cria duas massas: a Polar Pacífica (Pp)

e Polar Atlântica (Pa). A Pa desloca-se em direção sul-sudeste – noroeste e produz o avanço de sistemas frontais que atingem a região durante o ano todo.



FIGURA 5 – Os centros de ação da América do Sul.
Fonte: Monteiro, 1973, p. 17.

Os sistemas frontais se individualizam na Frente Polar, que é a descontinuidade provocada pelo choque entre os sistemas tropicais e polares. "*A Frente Polar Atlântica (FPA) apresenta-se geralmente mais vigorosa no inverno, pois as condições de frontogênese são mais freqüentes. No entanto, esse sistema pode ser percebido no território paulista durante o ano todo.* Mas a "*Frente Polar Reflexa (FPR), que apresenta um eixo secundário da FPA, define-se quando da separação entre o ar polar modificado (Pv) proveniente de um avanço anterior e o ar tropical marítimo (Ta).*

Essa frente apresenta uma melhor definição no litoral". (Barrios & Sant'Anna Neto, 1996, p.9).

A região de Presidente Prudente, por estar no extremo oeste paulista, torna-se um campo de alternância dos sistemas tropicais e polares, mas dominado por massas de ar Tropical marítima. Entretanto, a participação da FPA na gênese das chuvas é significativa, ficando a região sujeita a freqüentes invasões e perturbações frontais, mesmo na primavera e no verão, quando as chuvas são mais freqüentes e intensas.

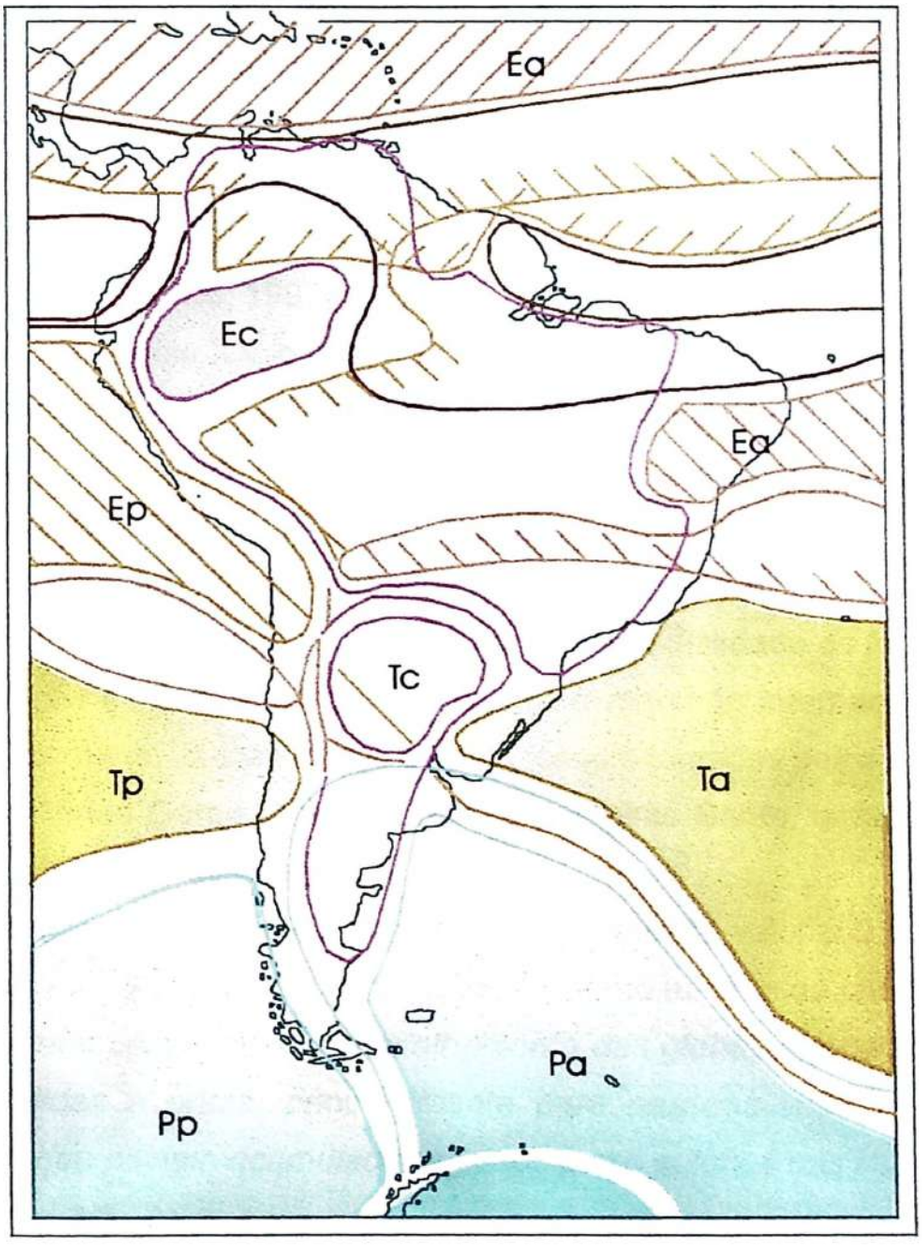


FIGURA 6 – As massas de ar na América do Sul.
Fonte: Monteiro, 1973, p. 17.

A invasão das massas polares (Pa) de trajetória continental e de ondas mais rigorosas de aquecimento pré-frontal provoca uma oscilação no ritmo da temperatura, estando a região sujeita, até mesmo a geadas esporádicas. Enquanto que a presença

de sistemas estabilizadores de tempo no outono e no inverno provocam uma diminuição das chuvas, tornando este período ligeiramente mais seco. (Barrios & Sant'Anna Neto, 1996, p.9).

O padrão de distribuição e a tendência dos principais elementos climáticos nos últimos 29 anos (entre 1969 e 1998) serão apresentados no capítulo 5.

4.2 Implantação e expansão de Presidente Prudente

No século XIX e início do século XX, a região de Presidente Prudente era chamada de Vale do Paranapanema e foi desbravada na segunda metade do século XIX pelos mineiros. *A corrente migratória de Minas Gerais para São Paulo aumentou quando os mineiros passaram a fugir da convocação para as tropas que iriam lutar na Guerra do Paraguai, abrindo caminho para que esse movimento continuasse após o término da guerra".* (Sposito, 1997, p.22).

No início do século XX, o café transformou a paisagem do oeste paulista, pois sua marcha propiciou um movimento de leste para oeste, *"incrementado pela procura de novas terras, presença de mão de obra imigrante, e pela alta dos preços do grão".* (Whitacker, 1997, p.126).

Os espigões foram ocupados pelas plantações de café, aproveitando o trabalho dos mineiros que tinham aberto os caminhos e dizimado os índios.

A produção do café estava voltada para o mercado internacional e os bons preços fizeram com que vários lugares do país fossem tomados pelos cafezais: Rio de Janeiro, sul de Minas Gerais, Vale do Paraíba, Espirito Santo, norte de São Paulo, Campinas e finalmente o oeste paulista.

A expansão da cultura do café no oeste paulista valorizou os espigões do planalto ocidental de São Paulo a partir dos loteamento rurais e da criação de cidades. *"O loteamento rural constituiu-se no retalhamento das glebas em pequenas parcelas que eram vendidas a prazo, principalmente para pessoas vindas das chamadas "zonas velhas", que haviam acumulado recursos como colonos nas fazendas de café".* (Sposito, 1997, p.22).

Esse processo de ocupação foi incrementado pela Estrada de Ferro Sorocabana, que se expandiu pela região, ao longo do espigão entre os rios do Peixe e Paranapanema, *"cumprindo um programa estratégico do governo brasileiro, de ordem política e militar, no sentido de tornar mais acessível o oeste aos centros litorâneos, a Estrada de Ferro Sorocabana, antecedeu o café, cortou os sertões do sudoeste em busca do Rio Paraná".* (Leite, 1972, p.119).

Nesse contexto é que se coloca o aparecimento de Presidente Prudente: *"A busca de solos virgens para o café, a especulação com terras e a colonização pelo loteamento de grandes glebas resumem as características do povoamento na Alta Sorocabana. Os núcleos urbanos surgiram como pontos de apoio para a exploração econômica da região".* (Abreu, 1972, p.42).

Presidente Prudente especificamente *"nasceu da reunião de dois núcleos urbanos criados para ampararem as vendas das terras feitas por Goulart e Marcondes. Era preciso um centro de ligação entre o sertão e o mundo povoado que ficava à retaguarda, um lugar de abastecimento de gêneros e instrumental para o trabalho, onde se encontrasse escola, farmácia, médico e hospital. Esses elementos seriam atrativos para a fixação de compradores de terras. Eis o fundamento básico para o aparecimento da Vila Goulart e da Vila Marcondes, povoados que o município criado englobou na cidade de Presidente Prudente".* Abreu (1972, p.171).

Assim, a cidade surgiu da colonização das glebas rurais responsáveis pelo crescimento das vilas Goulart e Marcondes e seu crescimento não surgiu do campo, mas surgiu para o campo, como base de negociações com terras e projetos de colonização.

> *"A bipolaridade da origem urbana de Presidente Prudente é uma herança que até hoje se manifesta na expansão territorial da cidade, cujo crescimento também foi orientado principalmente pela ferrovia, enquanto esta foi a principal via de circulação de pessoas e mercadorias a servir a cidade, assim como enquanto linha ou barreira que sempre dividiu a cidade em duas". (Sposito, 1995, p.7).*

A atual área urbana demonstra que o maior crescimento territorial foi para a porção oeste, cuja extensão se originou da Vila Goulart. Os aspectos que favoreceram a expansão territorial nesse sentido foram: o relevo, que na porção oeste da cidade é mais suave do que a encontrada a leste, e a estação ferroviária, que tinha suas portas voltadas para a primeira vila, além do papel desempenhado pelos dois fundadores.

Abreu (1972) esclarece que a colonização Goulart (oeste) caracterizou-se por ser individual, sem planejamento, sem capital senão a própria terra, ao passo que a colonização Marcondes (leste) foi de caráter empresarial com maior suporte financeiro. O tipo de colonização promovido por Goulart acabou por gerar conflitos dos mais diversos, dada a imprecisão da demarcação dos lotes, a falta de documentação e outros problemas, mas, sob outra perspectiva, facilitou a ocupação do espaço urbano e rural, visto que essa se efetivava muitas vezes a partir de uma simples ordem do coronel Goulart.

Na porção leste da cidade, na Companhia Marcondes, as transações imobiliárias realizavam-se mais de acordo com a lei. As escrituras eram providenciadas e a organização empresarial, provavelmente, influenciou nos preços mais elevados, tanto dos lotes rurais como dos urbanos. Assim, além do aspecto econômico destaca-se também a pouca organização, a despreocupação com os aspectos legais e a disponibilidade sempre presente do coronel Goulart, em destinar terras para as pessoas que chegavam. Esses aspectos resultavam em preços de terras mais baixos.

Desde o surgimento da cidade em 1917, com a chegada da estrada de ferro, da sua emancipação como município em 28 de novembro de 1921 (lei número 1798), sendo instalado em 27 de agosto de 1923, verifica-se um crescimento da população e conseqüentemente um aumento nas vendas das terras. A Vila Goulart, principalmente, vê a necessidade de ampliação, havendo assim uma duplicação do plano urbano inicial.

O município abrangia uma área de aproximadamente 20.000 km^2 (8% da área total do estado). A comarca foi criada em 1922, desmembrando-se de Assis, e instalada em março de 1923. *"Pelo recenseamento de 1920, os habitantes do núcleo urbano somavam 846 e o recenseamento escolar acusava 251 crianças de cinco a doze anos de idade, o que propiciou a instalação de uma agência postal e de uma escola".* (Sposito, 1997, p.23).

Apesar do crescimento da cidade e da emancipação para município em 1921, a implantação de infra-estrutura urbana foi muito lenta.

> *"Apesar da riqueza e da importância de Presidente Prudente como município produtor dentro do Estado, principalmente no campo agrícola, seu núcleo urbano não recebeu dos poderes públicos o volume de benefícios que lhe proporcionou a iniciativa privada. Enquanto esta investiu na construção de prédios tanto de madeira como de tijolos, sendo alguns dotados de requintes de decoração externa, contribuindo para o embelezamento da cidade a administração municipal, estadual e federal não acompanharam este entusiasmo, ficando o núcleo urbano desprovido de melhoramentos urbanísticos como calçamento, água e esgoto e prédios para serviços públicos durante muito tempo".* (Abreu, 1972, p.292).

Mesmo com a crise do café na década de 30, que era a principal atividade econômica, a cidade não parou de crescer. *"Colaborou para isto o incremento que o algodão trouxe para a economia local, abalada pelo recesso ocasionado pelo desmoronamento do café. O ouro branco tornou-se o novo chamariz das zonas pioneiras. O núcleo urbano prudentino foi perdendo paulatinamente as feições de povo sertanejo e foi se consolidando como a maior cidade da região Alta Sorocabana".*(Abreu 1972,

p.303). Além da crise internacional do café, que provocou a diminuição da exportação, a falta de conservação dos solos e as geadas também contribuíram para o declínio da produção.

A partir de 1941 o algodão e o gado suplantaram o café. O amendoim também começou a aparecer como atividade agrícola, substituindo posteriormente o algodão. A cidade, que se originou em função da expansão cafeeira e da especulação de terras, *(...) sendo em seus primórdios muito mais um reflexo das condições agrárias de sua periferia do que agente de transformação do campo. Posteriormente esta situação se inverteu na medida em que Presidente Prudente foi organizando um aparelho comercial e de serviços, subordinando a si a zona rural. Além do mais, a proporção em que ganhava foros de capital regional, ia se desligando dos destinos da zona rural mais próxima e estendendo sua influência para uma área mais ampla".* (Abreu, 1972, 10-1).

O algodão favoreceu a expansão da indústria têxtil brasileira e a exportação do produto. *"Várias firmas estrangeiras instalaram-se em Presidente Prudente e em outras cidades, comercializando e financiando principalmente os pequenos plantadores, determinando os preços nas épocas de safras, e constituindo as primeiras manifestações do processo de industrialização da cidade e da região. Esse processo teve também como componente a exportação de madeira e a produção de carne".* (Sposito, 1997, p.24).

A cidade foi aos poucos se tornando um centro comercial de beneficiamento de produtos agrícolas e de prestação de serviços. A partir de 1960 a pecuária passou a ser a principal atividade econômica regional, permitindo a concentração ainda maior de capital. O monopólio da terra acelerou a expulsão dos trabalhadores rurais que passaram a ter importância cada vez menor e a maioria das cidades cresceram, não em função da demanda relacionada aos setores terciário ou secundário, mas pelas condições que se apresentavam no campo.

No final da década de 50 e nas décadas de 60 e 70, o crescimento de Presidente Prudente aconteceu, principalmente, pelo estabelecimento de indústrias ligadas ao gado (frigoríficos e curtumes) e também foi um período que marcou a decadência das culturas agrícolas, responsável pela expulsão do homem do campo.

A tabela 5 permite visualizar a diminuição da população rural e o aumento da população urbana, não porque a cidade apresentasse infra-estrutura e empregos suficientes para receber esses migrantes, mas devido às precárias condições de trabalho e vida no campo. A presença do gado, principalmente, fez com que a zona rural ne-

cessitasse cada vez menos de mão-de-obra, além do que as pequenas propriedades foram sendo vendidas, porque os pequenos proprietários não conseguiam competir no mercado, permitindo a concentração fundiária na região.

Tabela 5 – População urbana e rural de Presidente Prudente no período de 1940 a 1996

ANOS	URBANA	RURAL	TOTAL
1940	17.927	57.879	75.806
1950	28.352	32.551	60.903
1960	54.980	17.802	72.782
1970	94.084	13.250	107.334
1980	133.510	7.619	141.129
1991	160.168	5.252	165.420
1996			177.236

Fonte: FIBGE in Conjuntura Prudente 97
Org. Margarete C. de C. T. Amorim

A expansão territorial urbana de Presidente Prudente teve início no espigão divisor das bacias do córrego do Gramado e Cascata e do córrego do Veado, conforme podem ser localizados na Figura 4.

A partir de 1939 a cidade já começava a crescer *"tomando os espaços compreendidos pelos interflúvios entre o Córrego do Bacarin e a Água Boscoli, e entre esta e o Córrego do Veado"*. (Sposito, 1983, p.74 e 76). A autora acredita que isso se deu não tanto pela topografia privilegiada do divisor de águas, mas pela importância da via férrea para o escoamento da produção econômica local e regional.

Nas décadas de 40 e 50 esta tendência manteve-se, com a implantação de loteamentos como o Bosque, a Vila Maristela, Coronel Goulart, Machadinho, São Jorge, Pinheiro, Formosa e Jardim Bela Dária, a oeste da Ferrovia; e a Leste Vila Furquim, Marina, Verinha e Brasil. (Sposito, 1983, p.76).

Segundo a mesma autora, um outro eixo de expansão territorial se deu para oeste, com a implantação de bairros como Vila Esperança, jardins Tereza e Paulista, da Cidade Jardim, entre outros, sobre o pequeno espigão do córrego da Colônia Mineira e o córrego do Bacarin; Vila Santa Helena, sobre o interflúvio marcado pelo córrego do Bacarin e Águas do Boscoli; e entre esta e o córrego do Veado estão as vilas Glória e Tabajara. A sudoeste, a expansão da cidade ainda ficou delimitada pelo córrego do Veado, embora a orientação do crescimento espacial, antes no sentido norte-sul, dirigia-se para o oeste da cidade.

Já nos anos 60 destaca-se o surgimento do Jardim Bongiovani que se localiza além do Córrego do Veado, o que permitiu que a malha urbana se lançasse no sentido

de ocupar uma ampla área compreendida pelos córregos do Veado e do Saltinho, topograficamente tão elevada quanto à do centro da cidade.

Sposito (1983 e 1995) apresenta a expansão territorial de Presidente Prudente conforme será explicitado a seguir.

Depois de 1972 a expansão para a porção leste da cidade, continuou com o surgimento de alguns loteamentos, tais como Vila Aurélio, Jardim Santana, Planaltina, São Bento, São Domingos e Santa Filomena e o prolongamento de outros como o Parque Alvorada e a Vila Líder.

Ao sul a cidade cresceu rompendo a barreira da Rodovia Raposo Tavares, com a implantação dos jardins Rio 400, Alto da Boa Vista, Higienópolis e Chácara do Macuco.

Também durante este período, ao norte da cidade houve o surgimento de novos loteamentos, como Jardim São Francisco e Vale das Parreiras, Pq. Watal Ishibashi, Castelo Branco, Primavera e Alexandrina, sendo esses implantados em descontínuo com a malha urbana (sem arruamento, iluminação pública, água e esgoto).

> *"em Presidente Prudente é grande o número de loteamentos que não são servidos por asfalto e esgoto, por exemplo, para não falar de água encanada. Oferecer serviços deste tipo depende de decisões políticas, que passam pelo econômico, tanto aí como em outros espaços urbanos".*(Sposito, 1995, p.15).

Na década de 70 e início dos anos 80, a porção da cidade que mais cresceu foi a oeste, deixando nesse crescimento, extensas áreas desocupadas. Até 1970, apenas o Jardim Monte Alto havia se instalado além do prolongamento da Avenida Manoel Goulart, tendo a ele se juntado em 1974 o Jardim Sabará. Mas verifica-se um real crescimento com a instalação dos núcleos habitacionais da COHAB e CECAP, ao lado dos quais se estabeleceram outros como São Paulo, São Geraldo, Everest, São Gabriel, Santa Paula, Jequitibás e Balneário, estando toda esta região ocupada por população de baixa renda.

Ao longo da rodovia Comendador Alberto Bonfiglioli, surgiram outros cinco loteamentos: Jardim Santa Fé, Itaipu, Tropical, Vale do Sol e Vila Real.

Também nesta mesma época foi expressivo o crescimento para sudoeste, além do córrego do Veado, dos bairros São Luiz, Aquinópolis, Colina, João Paulo II, Petrópolis e Marupiara.

Um outro aspecto relevante na década de 80 foi o lançamento do Projeto do Parque do Povo, que canalizou parte do córrego do Veado acompanhada de um con-

junto poliesportivo (piscinas, quadras, campo de futebol, entre outros), de áreas de lazer (parque infantil, área verde) e quatro pontes que viabilizaram e facilitaram o acesso à porção sudoeste da cidade.

No início da década de 90 os governos estadual e federal financiaram grandes projetos de conjuntos habitacionais, e em Presidente Prudente foi construído o Conjunto Habitacional Ana Jacinta de Oliveira. Este é o maior conjunto habitacional do oeste paulista, contando com um complexo de três bairros interligados, que são conjunto habitacional Mário Amato, CDHU e o próprio Ana Jacinta, perfazendo um total de 3.850 casas.

O conjunto habitacional Ana Jacinta localiza-se nas margens da rodovia Comendador Alberto Bonfiglioli e estende-se até as nascentes e afluentes dos córregos do Cedro e Botafogo.

Para a classe média alguns empreendimentos privados tiveram incentivo, principalmente os loteamentos que margeiam a malha urbana. São eles: Jardim Novo Bongiovani, o Higienópolis e os Residenciais Dhama I e Dhama II.

Com essa ampliação da malha urbana, alguns bairros mais afastados como o Jardim Morada do Sol na zona norte e o Jardim Satélite na zona sul, entre outros, não têm infra-estrutura como asfalto, esgoto, postos de saúde e uma via de acesso para chegar mais rápido ao centro da cidade. Todos os bairros citados podem ser localizados na Figura 7.

Além da falta de infra-estrutura, comum nos bairros pobres, principalmente na periferia da cidade, a estrutura física de Presidente Prudente é recortada por cursos d'água de pequena extensão, alguns temporários, como os canais pluviais localizados em cabeceiras de drenagem. Os cursos d'água permanentes se juntam para formar córregos e ribeirões, tais como Limoeiro, Veado e Colônia Mineira, na zona oeste; Gramado, Cascata e Mandaguari, na zona leste; Onça, na zona norte; e Cedro e Botafogo, nas zonas sul e sudoeste. (Figura 4)

Na década de 90, outros exemplos de degradação ambiental nos fundos de vales vêm sendo observados, devido ao fato de a expansão da cidade não incorporar, ao mesmo tempo, esses lugares ao processo de urbanização.

A tendência à periferização da população de menor renda fez com que o processo de expansão territorial atingisse fundos de vales, muitas vezes afastados da malha urbana e principalmente através da construção de conjuntos habitacionais, como é o caso dos que foram implantados nas margens dos córregos do Cedro e Botafogo (Conjunto Habitacional Ana Jacinta e Mario Amato).

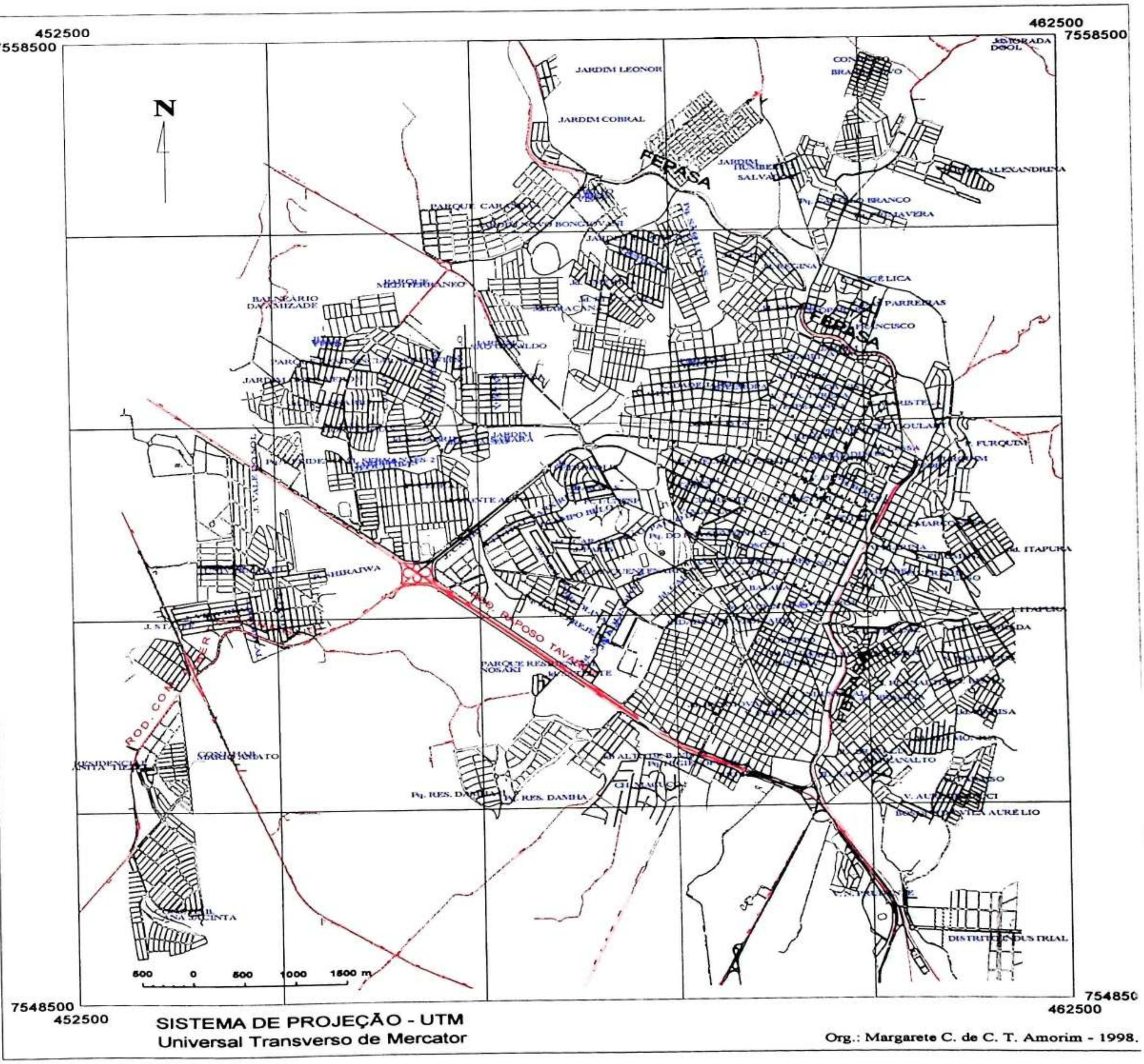


FIGURA 7 - Presidente Prudente: Localização dos Bairros
FONTE: Carta Topográfica da Prefeitura Municipal - 1995.

> *O modo de apropriação imobiliária desses espaços de fundos de vales revela, pelo menos, dois tipos de atitudes, de natureza econômica, como herança de um longo processo histórico de apropriação dos recursos naturais: a) o modelo pioneiro de ocupação de glebas de terras que, pelo seu caráter especulativo, não assimilou preocupações conservacionistas em relação ao patrimônio natural representado pelos cursos d'água e matas ciliares; b) a utilização dos fundos de vales como setores acessórios à urbanização destinando-os para a evacuação de resíduos de variadas procedências.* (Sudo & Leal, 1996, p. 363).

As ocupações sem planejamento das áreas localizadas em fundos de vales causam diversos problemas principalmente para a população que vive nas proximidades. Dentre eles destacam-se o assoreamento dos córregos, inundações de residências, rachaduras em moradias através das movimentações do solo, excesso de lixo jogado nos fundos de vale, com todas as conseqüências decorrentes.

4.3 Uso e ocupação do solo atual em Presidente Prudente

Para o estudo do clima urbano de Presidente Prudente torna-se fundamental explicitar os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, a fim de verificar áreas que possam apresentar diferenças na capacidade de armazenar e refletir o calor recebido pelo sol, e de armazenar a radiação terrestre, além da energia produzida pela própria cidade.

O uso do solo na cidade não é muito diversificado, havendo o predomínio de domicílios em detrimento de outros usos, tais como o industrial, comercial e de serviços.

A figura 8 mostra que, em Presidente Prudente, as unidades não-residencias (indústria, comércio e serviços) representam 13% do total, ao passo que as residenciais representam 87%.

O uso comercial e de serviços localiza-se predominantemente na área central, com alguns subcentros espalhados na malha urbana, mas com movimentação relativamente pequena de veículos e pessoas, em comparação com a centro.



FIGURA 8 – Percentuais de unidades residenciais e não residenciais.
Fonte: Prudente 2000 – virtual. CD-ROM interativo Pres. Prudente/SP (FIBGE, 1996).

A tabela 6 permite verificar que a maior concentração de usos não residenciais está localizada nos distritos[7] I, II e VIII, com respectivamente 21%, 20% e 18%. Nos distritos I e II encontra-se o centro, os dois Shopping center da cidade e vários serviços médico-hospitalares e educacionais. O distrito VII tem na Rodovia Raposo Tavares comércio expressivo, principalmente de postos de combustíveis, produtos agropecuários, automotores e autopeças. Nos outros distritos da cidade o uso residencial varia entre 4% e 8%. A figura 9 permite visualizar os limites dos distritos da cidade.

Tabela 6 – Totais de unidades residenciais e não-residenciais nos distritos de Presidente Prudente

Distritos	UNIDADES NÃO RESIDENCIAIS - INDÚSTRIA, COMÉRCIO, SERVIÇOS (%)	UNIDADES RESIDENCIAIS (%)
I	21	79
II	20	80
III	7	93
IV	7	93
V	4	96
VI	8	92
VII	S.I.[8]	S.I.
VIII	18	82

Fonte: Prudente 2000 – virtual. CD-ROM interativo Pres. Prudente/SP. (FIBGE, 1996).
Org. Margarete C. de C. T. Amorim

[7] No plano diretor, a cidade foi dividida em 8 distritos de planejamento (figura 9). Esses distritos são muito diferentes entre si e necessitam de tratamentos diferenciados na definição de políticas e ações públicas.

[8] S.I. sem informação.

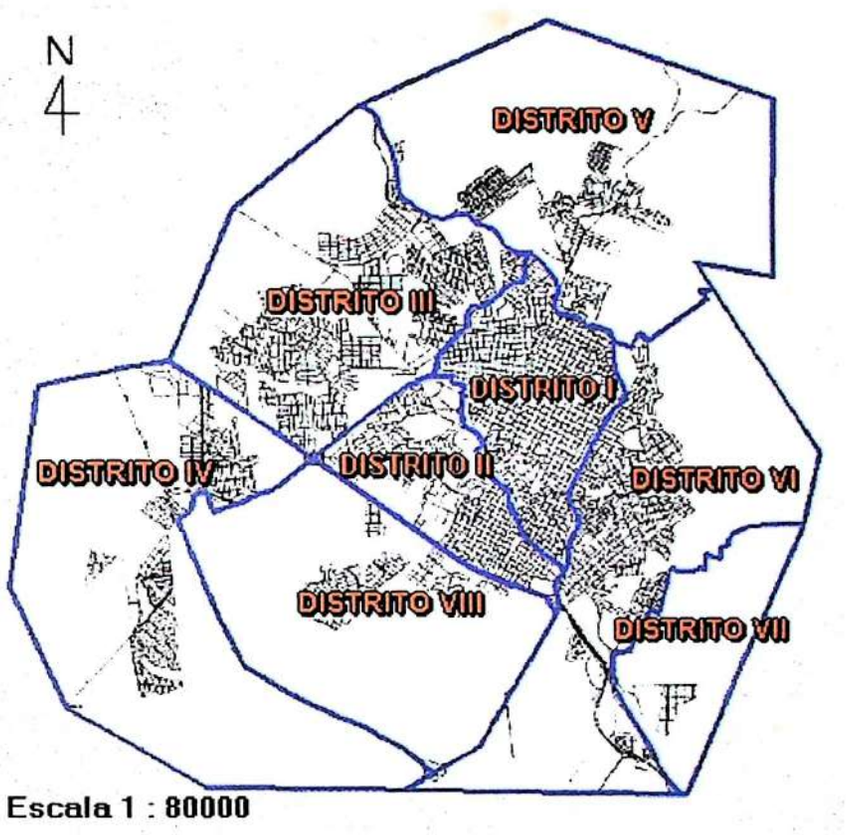


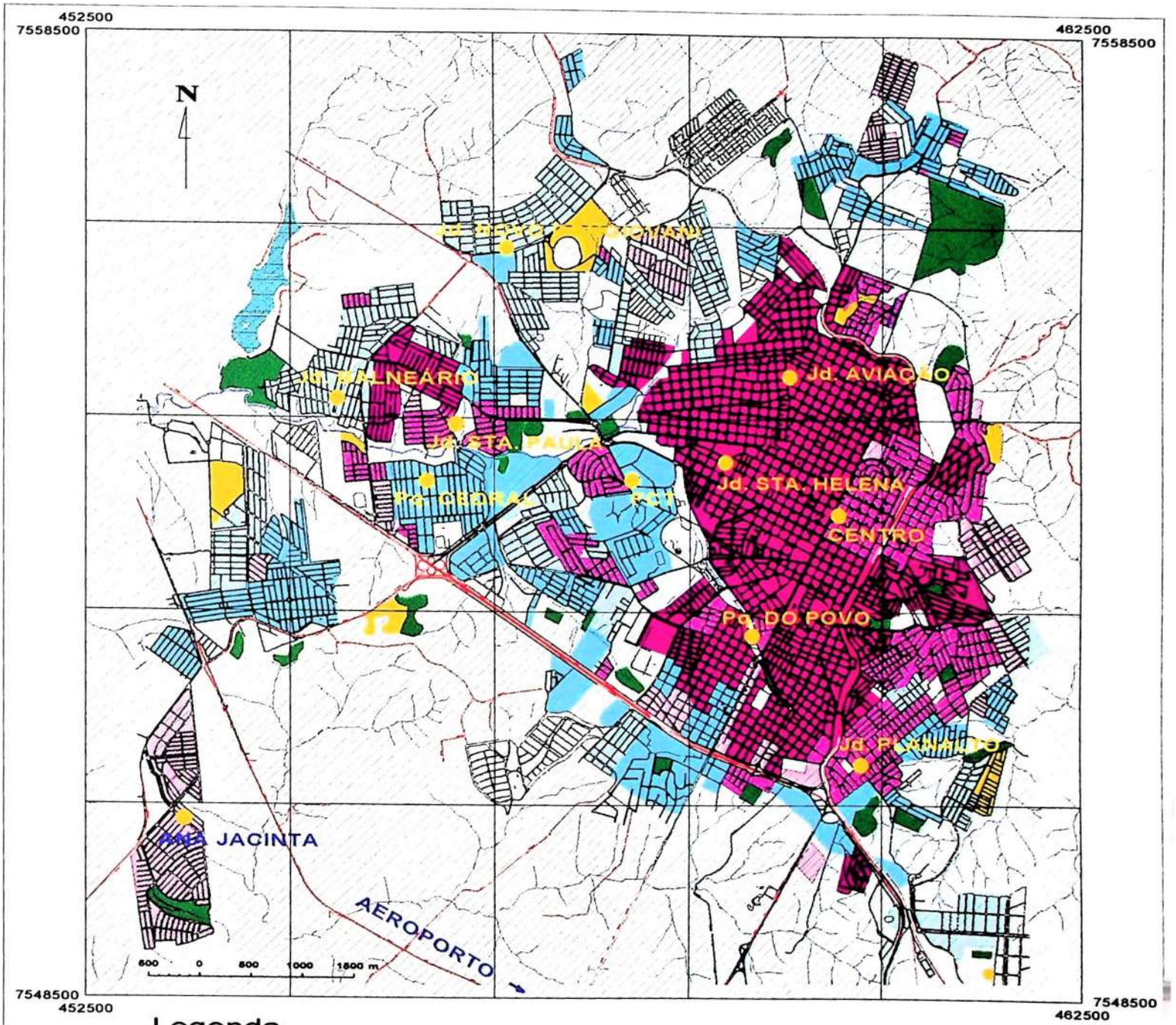
FIGURA 9 – Distritos de Presidente Prudente/SP
Fonte: Prudente 2000 – virtual. CD-ROM interativo Pres. Prudente/SP.

Para permitir a melhor visualização das diferenças na densidade de construção e arborização existentes no interior da cidade, foi elaborada uma carta de ocupação do solo (Figura 10). Esta carta representa a síntese das múltiplas determinações presentes na cidade, fruto de um processo histórico e de suas características de expansão, conforme foi explicitado anteriormente.

Os bairros mais antigos e que se encontram densamente construídos possuem quantidade significativa de vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais. Os córregos foram na grande maioria canalizados, permitindo a valorização dessas áreas, que em muitos casos foram transformadas em praças públicas ou áreas de lazer para a população.

Alguns córregos que foram canalizados, por falta de dimensionamento adequado das galerias, foram destruídos pelas chuvas torrenciais comuns nesta região.

Das áreas mais antigas apenas o centro comercial e a vila Marcondes possuem quantidade menor de arborização devido aos tipos de construção adotados nessas áreas, que por avançarem até as calçadas, acabam reduzindo os espaços destinados as fachadas das lojas, que por sua vez, poderiam ser ofuscadas pela presença das árvores.



Legenda

- Vegetação densa
- Vegetação esparsa e gramado
- Solo nú
- Córrego
- Lago
- Estradas
- Ferrovia
- Quadras
- Construções esparsas e gramado
- Construções esparsas c/ gramado e veget. esparsa
- Área densamente construida e c/ veget. arbórea
- Área densamente construida e s/ veget.
- Área densamente construida e c/ veg. esparsa
- Edificações acima de quatro pavimentos
- Pontos de Observação

SISTEMA DE PROJEÇÃO - UTM
Universal Transverso de Mercator

Org.: Margarete C. de C. T. Amorim - 1998.

FIGURA 10 - Presidente Prudente: Ocupação do Solo
FONTE: Carta Topográfica da Prefeitura Municipal - 1995.
Fotografias aéreas de Set/1995.
Atualização de campo - 1998.

Os bairros mais antigos foram então classificados em basicamente duas categorias: área densamente construída com vegetação arbórea e área densamente construída e com vegetação arbórea esparsa.

Os bairros que poderiam ser chamados de intermediários apresentam-se dentro das seguintes categorias:

1 - áreas com construções esparsas com gramado e vegetação arbórea esparsa;

2 - área densamente construída e com vegetação arbórea esparsa;

3 - área densamente construída e com vegetação arbórea.

A grande maioria dos bairros enquadra-se dentro da primeira categoria, vale dizer, a das áreas com construções esparsas, com gramados e vegetação arbórea esparsa. Este fato se deve a vários fatores dentre os quais destaca-se a presença de córregos que não foram incorporados efetivamente à malha urbana, e, como o esgoto em Presidente Prudente não é tratado, são lançados *"in natura"* nos córregos poluindo-os completamente. Outro motivo que também contribui para não serem densamente construídos, é não fazerem parte de nenhum plano de expansão que privilegie a construção de casas populares, que certamente resultariam em uma densidade maior de construções. Trata-se, portanto, de atitudes individuais, isto é, atitudes de pessoas que compram os terrenos e constroem para terem a sua casa própria.

A baixa densidade de vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais é entendida pelas atitudes tomadas no momento da implantação dos bairros, pois existe a mentalidade de que é necessário "limpar" a área, retirando toda a vegetação existente, para poder ser comercializada. Depois que as pessoas constroem é que colocam uma árvore na frente de casa ou plantam alguma árvore frutífera no fundo do quintal. Assim, como ainda nem todos os terrenos estão construídos, os vazios têm, na maioria das vezes, algum tipo de vegetação rasteira ou até mesmo "matagais" que permitiram a classificação de "gramados".

A segunda e a terceira categorias, área densamente construída e com vegetação arbórea esparsa e área densamente construída e com vegetação arbórea, são, na grande maioria, conseqüência da construção de conjuntos habitacionais ou de áreas relativamente privilegiadas dentro da malha urbana, como, por exemplo, as áreas onde se localizam universidades, com a conseqüente construção de moradias para serem alugadas para estudantes.

Os bairros mais recentes enquadram-se dentro de duas categorias principais: área densamente construída e sem vegetação arbórea e área de construções esparsas sem vegetação. Os densamente construídos são fruto dos conjuntos habitacionais implantados na década de 90, destacando-se o conjunto habitacional Ana Jacinta – Mario Amato a sudoeste e o Brasil Novo a nordeste da cidade, ambos em descontínuo com a malha urbana. Quando as pessoas passaram a morar nessas casas, não existia nenhuma árvore nas ruas, que também não eram pavimentadas. Hoje existem algumas espécies arbóreas que foram plantadas, mas estão muito pequenas, não atingindo ainda um porte capaz de interferir no balaço de energia.

As áreas de construções esparsas e sem vegetação são bairros novos, onde algumas moradias já começam a ser construídas, havendo, no entanto, muitos lotes à venda. Nessas áreas predomina a vegetação rasteira.

A zona rural próxima a Presidente Prudente caracteriza-se pelas pastagens e por vegetação arbórea esparsa, ficando o solo coberto em todas as épocas do ano.

Com base nas informações sobre uso e ocupação do solo e sobre relevo, foram escolhidos os pontos para a instalação dos miniabrigos meteorológicos, com a finalidade de realizar as observações-mensurações meteorológicas, principalmente da temperatura, umidade relativa e direção do vento.

5 ANÁLISE TEMPORAL DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS EM PRESIDENTE PRUDENTE

Com base nos dados coletados durante 29 anos (1969 –1998), na estação meteorológica localizada na Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP e na literatura existente, neste capítulo será analisado o comportamento dos principais elementos do clima através das médias da temperatura e umidade relativa e dos totais de precipitação.

O ideal para avaliar as dimensões, a dinâmica e as causas do comportamento climático de Presidente Prudente, seria a existência de registros contínuos dentro da área urbana e até mesmo antes da presença da cidade.

Como isso não é possível, pretende-se entender o comportamento do clima local, sem a pretensão de acreditar que seja possível entendê-lo na íntegra e obter conclusões exatas. O objetivo é avançar no processo de análise, tentando ter coerência com as informações existentes.

Nesse sentido, a importância desta análise resulta do expressivo crescimento ocorrido em Presidente Prudente durante este período e, como não podia ser diferente, do fato de o local, onde se situa a estação meteorológica, estar sendo incorporada à malha urbana (Figuras 13, 14, 15, 16 e 17), servindo assim como um referencial para explicar a influência do crescimento da cidade nos elementos do clima. É importante salientar que muitas das variações encontradas podem ser mais conseqüência da dinâmica da atmosfera regional do que da urbana propriamente dita, como, por exemplo, do desmatamento ocorrido na região e dos anos sob forte influência do *"El Niño" e "La Niña"*, que também serão considerados na análise.

5.1 Análise da temperatura

Analisando a série histórica de 29 anos presente na tabela 7, verifica-se que a média anual da temperatura foi de 23,2°C, sendo os anos menos quentes observados em 1976 (21,9°C), 1974 (22,5°C), 1972 e 1989 (22,6°C). Os anos mais quentes ocorreram em 1994 e 1995 (24°C), 1991, 1997 e 1998 com 23,7°C.

As temperaturas médias mensais apresentaram um esboço ritmado nas suas variações, ficando evidente o ciclo sazonal que pode ser dividido em duas estações bem definidas. A primeira, de outubro a março (primavera-verão) com temperaturas médias mensais que oscilaram próximo de 25°C. A segunda, menos quente, entre abril e setembro (outono-inverno) com temperaturas médias mensais que variaram em tor-

no de 20°C. As temperaturas médias mensais oscilaram entre 19,6°C em junho, 19,8°C em julho, 25,6°C em fevereiro e 25,5°C em janeiro, mantendo-se dentro dos padrões de amplitudes modestas, características das regiões intertropicais.

Esse mesmo comportamento foi observado nas médias mensais mínimas e máximas. As temperaturas médias mensais mínimas oscilaram entre os 17,1°C em julho e os 24°C em março, com pequena diferença em relação a janeiro quando foram de 23,8°C. As temperaturas médias mensais máximas variaram entre 21,8°C em junho e 27,7°C em janeiro.

As temperaturas médias, máximas e mínimas permitem observar que dentro deste ciclo sazonal, os meses que têm as mais baixas temperaturas na cidade são junho e julho e as mais altas, janeiro e fevereiro.

Tabela 7 - Temperatura média mensal (°C)

Ano/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1969	25,7	26,0	25,8	22,4	21,0	19,4	19,9	21,6	24,2	22,2	24,0	24,5	23,1
1970	25,1	24,9	24,8	23,9	22,1	21,0	19,4	20,4	21,0	23,5	23,2	25,5	22,9
1971	26,3	25,4	25,3	22,5	20,1	18,7	19,4	21,5	22,3	22,7	23,9	24,0	22,7
1972	23,8	24,0	25,4	21,7	21,7	21,8	19,0	19,5	21,9	23,4	24,1	25,3	22,6
1973	25,9	26,8	25,2	25,9	20,6	20,3	19,0	19,6	21,9	23,0	23,9	24,7	23,1
1974	24,6	25,7	24,1	23,0	19,7	18,7	20,3	20,6	23,3	22,3	23,5	23,6	22,5
1975	25,1	25,6	25,7	22,9	20,3	19,9	17,8	24,1	24,2	22,7	23,3	24,6	23,0
1976	25,1	24,0	24,0	21,9	19,7	18,5	18,8	20,2	19,5	22,4	24,0	24,5	21,9
1977	24,6	26,8	26,4	22,5	21,1	19,6	22,6	21,8	23,1	25,3	24,5	24,2	23,5
1978	25,8	26,7	25,3	22,7	19,7	19,6	20,9	19,6	21,7	24,5	24,6	25,4	23,0
1979	24,9	26,1	25,0	22,5	20,2	19,8	18,5	22,5	20,8	24,6	23,4	24,6	22,7
1980	24,9	24,5	25,9	23,8	21,4	18,8	20,7	22,1	19,9	24,3	24,5	25,5	23,0
1981	25,2	25,9	25,5	23,2	22,7	18,4	17,1	22,2	23,4	22,4	25,4	24,0	23,0
1982	25,0	25,4	24,2	22,4	20,0	20,0	20,4	21,7	22,8	23,8	25,0	23,2	22,8
1983	25,6	25,6	24,2	23,6	22,1	18,1	21,3	21,3	20,4	22,9	24,4	24,9	22,9
1984	26,5	27,0	25,4	22,6	22,8	21,2	21,4	20,1	21,2	26,0	25,1	24,4	23,6
1985	25,1	26,0	24,8	24,0	20,7	18,2	18,5	22,1	23,5	26,2	26,4	27,3	23,6
1986	25,9	25,4	24,9	25,1	21,8	20,8	19,3	21,3	21,8	24,4	26,3	25,1	23,5
1987	25,4	24,5	24,6	24,4	19,3	18,9	22,2	20,6	21,8	23,9	25,6	25,7	23,1
1988	26,6	24,9	25,8	24,4	21,0	18,5	18,0	23,0	24,7	24,0	24,6	26,4	23,5
1989	24,1	24,8	25,2	24,6	20,6	19,3	18,8	20,2	21,0	23,0	24,3	25,1	22,6
1990	25,4	26,2	26,5	25,4	19,9	19,4	17,1	20,6	20,4	25,3	26,4	26,2	23,2
1991	25,9	25,4	24,5	23,6	21,3	20,9	19,8	22,6	23,5	24,8	26,3	25,4	23,7
1992	27,0	26,3	24,1	22,6	21,3	21,6	18,6	20,3	20,5	24,3	24,4	25,9	23,1
1993	26,2	23,6	25,6	24,4	21,2	19,1	19,2	20,8	22,3	25,4	26,6	25,5	23,3
1994	25,0	26,1	24,7	24,1	22,1	19,7	20,5	22,6	25,3	25,7	26,0	26,5	24,0
1995	26,1	25,2	25,7	23,1	21,0	21,2	22,7	25,1	24,0	23,0	25,2	25,4	24,0
1996	25,7	25,8	25,1	24,2	21,2	19,1	19,4	22,9	22,5	24,7	25,1	25,5	23,4
1997	25,0	25,7	25,3	23,2	21,1	18,5	21,3	22,4	25,0	24,8	25,5	26,7	23,7
1998	27,7	26,2	25,9	23,5	20,2	19,5	21,3	22,3	22,0	24,1	25,6	25,6	23,7
Mínima	23,8	23,6	24,0	21,7	19,3	18,1	17,1	19,5	19,5	22,2	23,2	23,2	21,9
Média	25,5	25,6	25,2	23,5	20,9	19,6	19,8	21,5	22,3	24,0	24,8	25,2	23,2
Máxima	27,7	27,0	26,5	25,9	22,8	21,8	22,7	25,1	25,3	26,2	26,6	27,3	24,0

Fonte: Boletim Climatológico n.04, FCT/UNESP, 1999.

A figura 11 mostra de maneira nítida a divisão sazonal da temperatura média apresentada anteriormente.

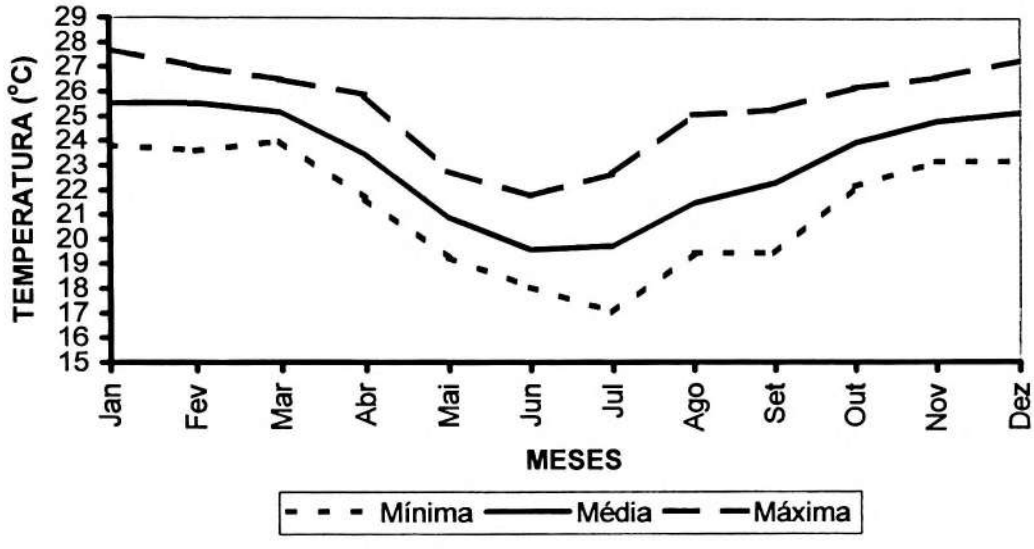


FIGURA 11 – Temperatura média mensal (°C)
Fonte: Boletim Climatológico n.04, FCT/UNESP, 1999.

A figura 12, além dos valores médios das temperaturas anuais, mostra uma curva de tendência das temperaturas médias nestes 29 anos, com intervalo de confiança de 95%. Como se pode verificar, esta curva apresenta uma tendência de elevação da temperatura neste período.

Segundo informações coletadas na *home page* do INPE[9], o *El niño* atuou nos anos de 1969-1970, 1972-1973, 1976-1977, 1982-1983, 1986-1987, 1991-1994, 1997-1998. O fenômeno *El niño* é caracterizado pelo aquecimento atípico das águas superficiais do Pacífico Equatorial Oriental. O aquecimento e o subseqüente resfriamento, num episódio típico de *El niño,* duram de 12 a 18 meses. A evolução típica do fenômeno inicia-se no começo do ano, atinge sua máxima intensidade durante dezembro do mesmo ano e janeiro do próximo e se enfraquece na metade deste ano.

O aumento dos fluxos de calor sensível e de vapor d'água da superfície do Oceano Pacífico Equatorial para a atmosfera, sobre as águas quentes, provoca mudanças na circulação atmosférica e na precipitação em escala regional e global, que, por sua vez, determinam alterações nas condições meteorológicas e climáticas em várias partes do mundo. O sudeste do Brasil apresenta temperaturas mais altas, tornando o inverno mais ameno, enquanto, para as demais regiões do país, os efeitos são menos pronunciados e variam de um episódio para o outro.

[9] INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – *http://www.cptec.inpe.br/*

O *La niña* esteve presente nos anos de 1970-1971, 1973-1974, 1975-1976, 1988-1989 e 1995-1996. Em geral, este fenômeno começa a se desenvolver em meados do ano, atinge sua intensidade máxima no final do mesmo ano e dissipa-se em meados do ano seguinte. Durante os episódios de *La niña*, os ventos alísios são mais intensos que a média climatológica. O índice de oscilação sul (o indicador atmosférico que mede a diferença de pressão atmosférica à superfície, entre o Pacífico Ocidental e o Pacífico Oriental) apresenta valores positivos, os quais indicam a intensificação da pressão no Pacífico Central e Oriental, em relação à pressão no Pacífico Ocidental.

Sob atuação do *La niña* na região sudeste do Brasil as temperaturas tendem a ficar próximas da média climatológica ou ligeiramente abaixo da média durante o inverno e há tendência de diminuição da precipitação nos meses de setembro a fevereiro.

Com base nestas informações e analisando a figura 12, pode-se dizer que houve elevação da temperatura neste período provocada pelo processo de crescimento da cidade que incorporou a estação meteorológica à malha urbana e que o *El niño e o La niña* tiveram um papel importante na elevação e diminuição da temperatura em alguns anos especificamente. As figuras 13, 14, 15, 16 e 17, mostram a localização da estação meteorológica em cartas de 1975, 1980, 1985, 1993, 1997 respectivamente, que permitem visualizar a porção oeste da cidade, comprovando a incorporação da estação meteorológica à malha urbana com o passar dos anos.

No ano de 1969 e, com menor intensidade, em 1970, o *El niño* atuou fazendo com que a média da temperatura se apresentasse elevada. Nesses anos o crescimento da cidade ainda não se tinha dado de maneira tão intensa, fazendo do *El niño* o principal responsável por este aquecimento.

Depois do *El niño* de 1969-1970, o *La niña* atuou em 1970 e 1971, provocando ligeira queda da temperatura, que voltou a subir no segundo ano do *El niño* de 1972-1973. Esse mesmo comportamento, ou seja, a diminuição da temperatura com a atuação do *La niña* e aumento com o *El niño*, foi também verificada nos seguintes anos:

- 1974-1975-1976 (*La niña*) e parte de 1976 e 1977 (*El niño*);
- 1986-1987 (*El niño*) – 1988 principalmente e 1989 (*La niña*);
- 1991 a 1994 (*El niño*) – 1995 e principalmente 1996 (*La niña*);
- 1997-1988 (*El niño*).

Entre 1978 e 1981 as médias de temperatura não oscilaram muito, apresentando uma ligeira tendência de aumento da temperatura. Nesses anos não houve atuação do *El niño* e do *La niña,* e, observando as figura 13 e 14 da porção oeste da ci-

dade, verifica-se que houve a expansão da malha urbana de 1975 e 1980, principalmente a oeste e noroeste da estação meteorológica.

Nos anos de 1984, 1985 e 1990 que também não tiveram a atuação dos dois fenômenos, o aumento da temperatura foi ainda maior em relação ao período de 1978 e 1981. A malha urbana se expandiu ainda mais em direção a oeste, noroeste e principalmente norte da estação meteorológica, conforme mostra as figuras 15 e 16 (porção oeste de 1985 e 1993).

Assim, o *El niño* e *La niña* foram responsáveis pelos picos das médias da temperatura, mas a curva de tendência mostra claramente uma evolução positiva no período. Em 1995-1996 mesmo sob a atuação do *La niña*, quando, normalmente a temperatura tende a diminuir, as médias foram maiores do que as ocorridas no início do período. Nesses anos a malha urbana expandiu-se ainda mais, conforme se verifica na carta de 1997, desempenhando papel importante na elevação da temperatura.

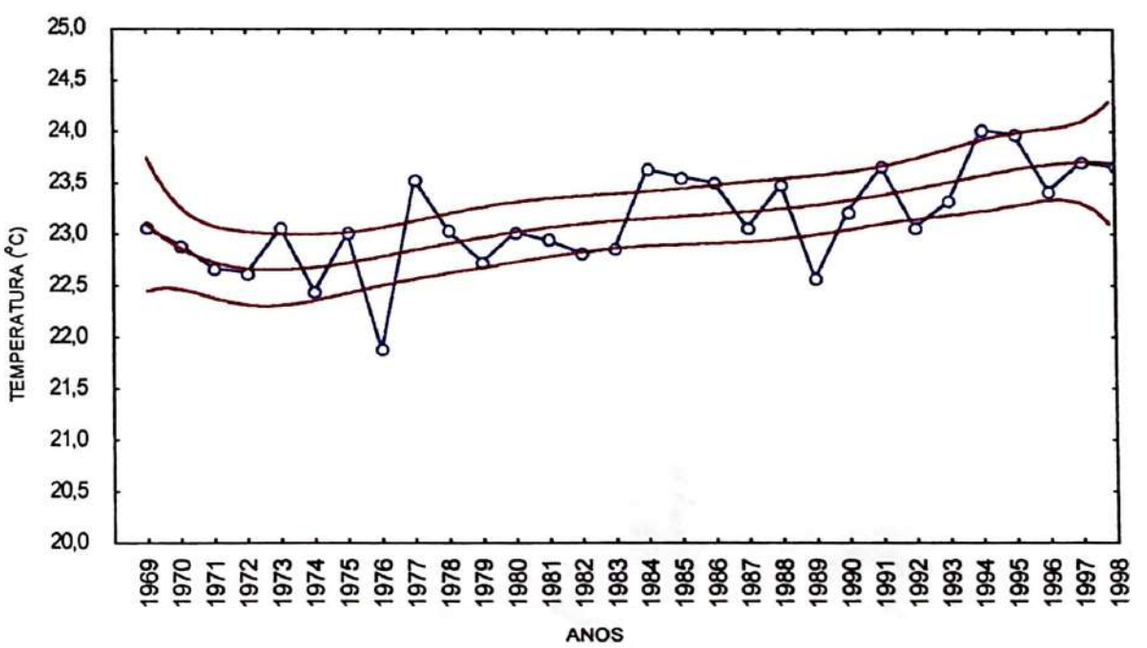


FIGURA 12 - Curva de tendência das temperaturas médias anuais

A localização de Presidente Prudente revela a influência da continentalidade, possibilitando temperaturas médias anuais elevadas; porém, as variações de temperaturas reais são muito elevadas, principalmente nos meses de inverno que, em alguns anos, atingem os 30°C. A chegada de sistemas frontais e de sistemas polares provenientes do sul do continente provocam quedas da temperatura, muitas vezes para abaixo de 0°C. Assim a grande amplitude térmica que ocorre na cidade é explicada pela intensidade de atuação dos sistemas de origem fria (polar) ou quente (tropical continental e marítima).

As médias das temperaturas mínimas absolutas de 1969 a 1998 (figura 18) mostram uma tendência de aumento, com exceção de 1998, e seguem praticamente

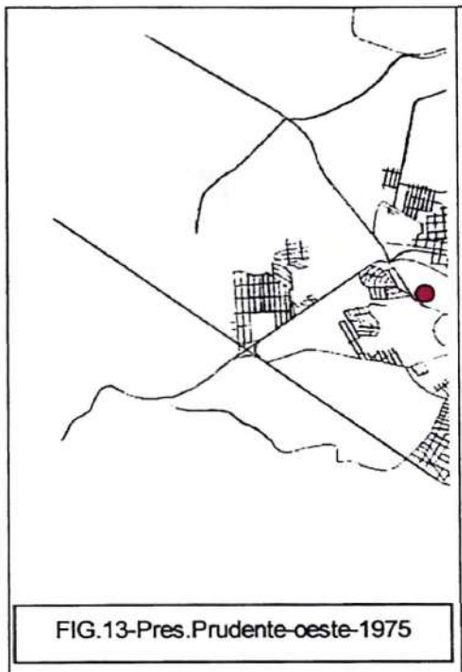


FIG.13-Pres.Prudente-oeste-1975



FIG.14-Pres.Prudente-oeste-1980

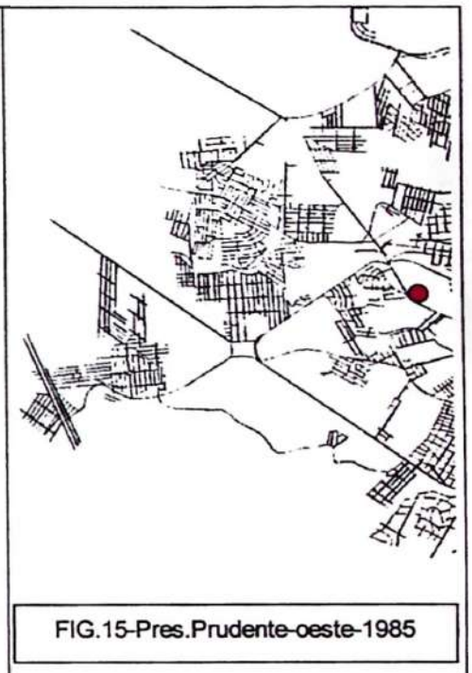


FIG.15-Pres.Prudente-oeste-1985

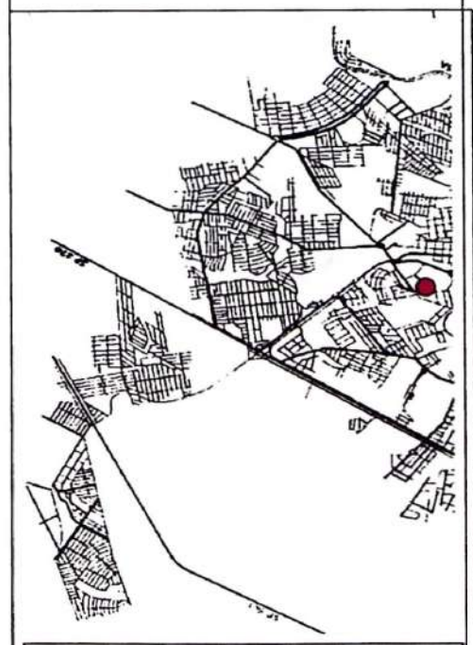


FIG.16-Pres.Prudente-oeste-1993

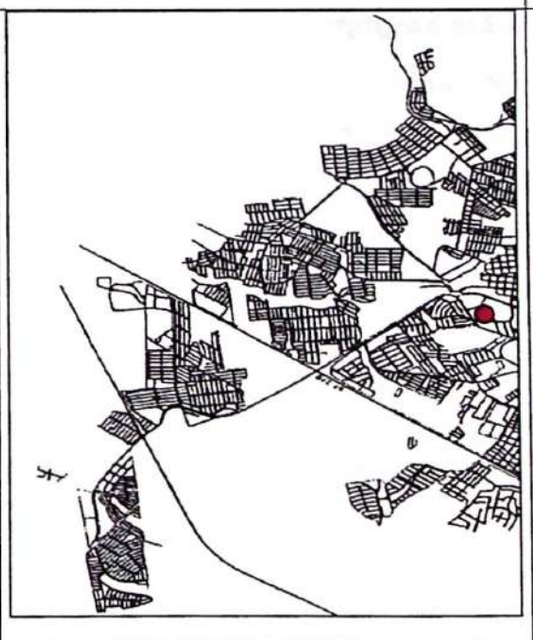


FIG.17-Pres.Prudente-oeste-1997

● Estação Meteorológica localizada na FCT/UNESP

o mesmo comportamento apresentado com relação às temperaturas médias; porém, a amplitude entre as máximas e as mínimas das médias das temperaturas mínimas foi muito maior, atingindo 4°C, enquanto a amplitude das temperaturas médias anuais foi de 2,1°C.

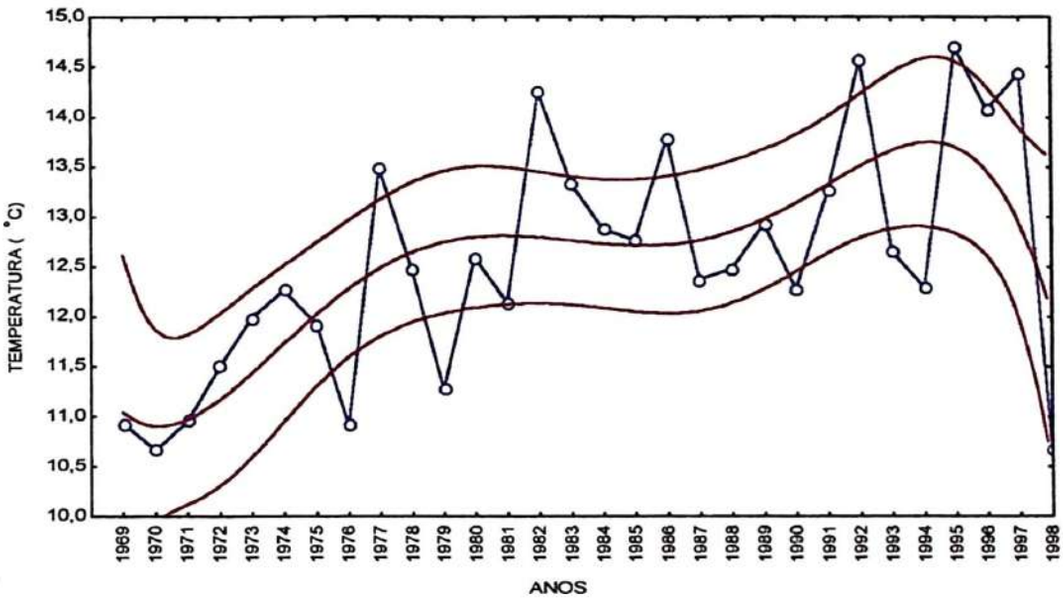


FIGURA 18 - Curva de tendência das médias de temp. mínimas absolutas

A curva de tendência das médias das temperaturas máximas absolutas (figura 19) apresentou comportamento muito semelhante ao das médias anuais, ou seja, temperaturas elevadas em 1969, decrescendo até 1972 e aumentando de 1973 até 1998. A amplitude das médias das temperaturas máximas absolutas também foi igual à das médias (2,1°C).

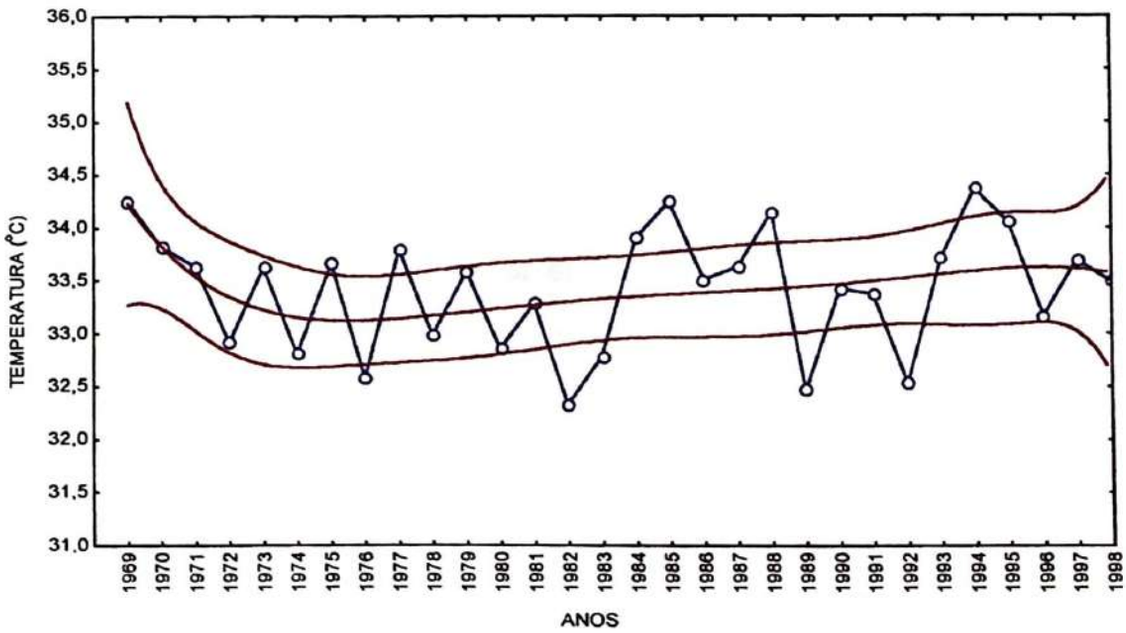


FIGURA 19 - Curva de tendência das médias de temp. máximas absolutas

5.2 Análise da umidade relativa

Em Presidente Prudente a umidade relativa não é muita elevada variando em média entre 60% e 70% ao longo do ano, provavelmente pelo efeito da continentalidade. Comparando as figuras 12 e 20, verifica-se, de maneira geral, que os anos mais quentes foram também os anos mais secos. Assim, a curva apresentada na figura 20 (intervalo de confiança de 95%), mostra tendência de diminuição da umidade relativa na maioria do período.

O ano de 1969 apresentou umidade relativa baixa; em seguida houve tendência de aumento entre 1970 e 1973 e diminuição entre 1974 e 1995. Nos anos de 1996 e 1997, houve nova tendência de aumento, resultando também em anos chuvosos. A amplitude das médias da umidade relativa foi de 15% entre 1969 e 1998.

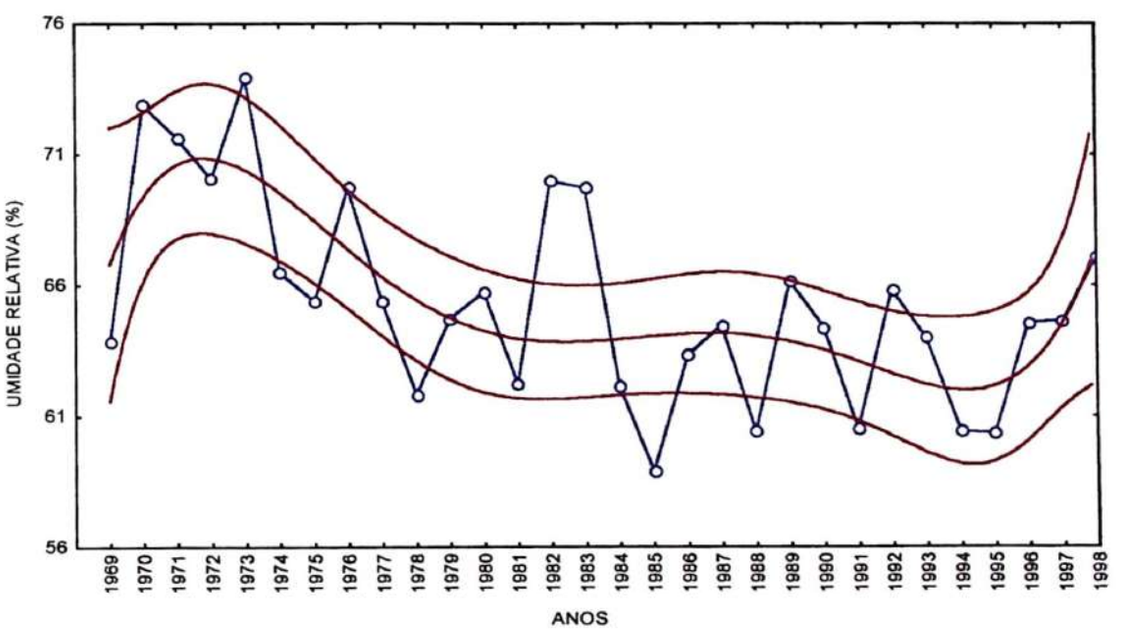


FIGURA 20 - Curva de tendência das médias de umidades relativas anuais

O valor médio anual da umidade relativa foi de 65,4%, sendo o maior deles registrado em 1973, com 73,9% e o menor em 1985, com 58,9% (tabela 8). Quanto à variação mensal, os meses mais úmidos foram janeiro, fevereiro e março, e os mais secos foram julho, agosto e setembro, que coincidem com os meses mais e menos chuvosos e de maiores e menores temperaturas, repectivamente.

Dentre os meses com menor umidade relativa, agosto liderou nas médias com 55,3% e nas mínimas com 36%, tendo também o menor valor das máximas com 71%. Julho vem em seguida com a média de 59,9% e a mínima de 51%. Os meses mais

úmidos tiveram médias muito parecidas, com 71,1% em janeiro, 71,5% em fevereiro e 70,2% em março.

Tabela 8 - Umidade relativa média mensal (%).

Ano\mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
1969	70	72	66	66	64	64	58	54	54	65	70	63	63,8
1970	66	74	74	68	77	77	73	68	77	77	69	75	72,9
1971	76	79	81	78	82	81	66	56	61	66	58	76	71,7
1972	78	81	71	64	66	63	72	71	66	68	73	68	70,1
1973	74	74	72	70	72	70	71	70	77	76	75	86	73,9
1974	79	73	79	69	65	73	61	56	55	61	57	70	66,5
1975	65	77	70	66	62	65	62	54	52	66	74	72	65,4
1976	74	77	71	70	74	65	64	63	72	67	66	74	69,8
1977	78	65	66	69	62	70	55	56	60	60	73	71	65,4
1978	71	61	68	57	61	62	61	52	63	56	64	66	61,8
1979	62	64	64	64	69	59	64	56	69	62	66	78	64,8
1980	69	74	68	70	66	60	62	60	63	61	65	71	65,8
1981	75	68	66	61	58	66	52	46	45	69	66	75	62,3
1982	68	70	77	65	66	75	82	65	56	68	72	76	70,0
1983	76	73	73	74	76	78	60	50	72	70	65	70	69,8
1984	67	66	70	70	66	56	51	59	55	51	64	71	62,2
1985	67	68	72	71	64	58	54	47	51	45	55	55	58,9
1986	69	73	72	62	71	55	56	62	58	52	55	75	63,3
1987	74	71	64	67	75	65	57	51	62	62	60	66	64,5
1988	68	74	68	71	74	62	52	36	45	58	57	60	60,4
1989	77	76	69	65	65	67	59	62	65	56	62	71	66,2
1990	74	61	65	66	67	65	67	58	61	60	66	63	64,4
1991	68	64	74	66	62	62	55	46	49	56	54	70	60,5
1992	62	65	76	70	75	66	54	59	72	66	64	61	65,8
1993	66	78	67	66	65	65	57	56	66	58	55	69	64,0
1994	71	71	70	66	66	63	52	43	44	57	57	65	60,4
1995	74	76	64	63	66	58	55	40	48	60	57	63	60,3
1996	72	73	74	64	67	64	53	48	61	62	65	72	64,6
1997	75	71	62	60	61	73	56	50	64	64	73	67	64,7
1998	68	76	73	71	67	64	55	65	71	67	58	70	67,1
Mínima	62,0	61,0	62,0	57,0	58,0	55,0	51,0	36,0	44,0	45,0	54,0	55,0	58,9
Média	71,1	71,5	70,2	67,0	67,7	65,7	59,9	55,3	60,5	62,2	63,8	69,6	65,4
Máxima	79,0	81,0	81,0	78,0	82,0	81,0	82,0	71,0	77,0	77,0	75,0	86,0	73,9

Fonte: Boletim Climatológico n.04, FCT/UNESP, 1999.

A umidade relativa é um elemento climático que representa a relação entre a quantidade de vapor d'água existente e a quantidade máxima que poderia existir em determinado volume de ar. Dependendo da temperatura e da quantidade de precipitação que potenciam quantidade de água para evaporar, a umidade relativa tenderá a ser maior ou menor.

5.3 Análise da precipitação

Os totais mensais de precipitação apresentam um ritmo nas suas variações, assim como na temperatura, delineando um comportamento sazonal com duas estações bem definidas. A primeira de outubro a março (primavera-verão) com os maiores totais mensais, atingindo cerca de 70% do total mensal e a segunda de abril a setembro (outono-inverno) com os menores totais mensais, sendo os meses de julho e agosto responsáveis por cerca de 6% do total anual. (Figura 21).

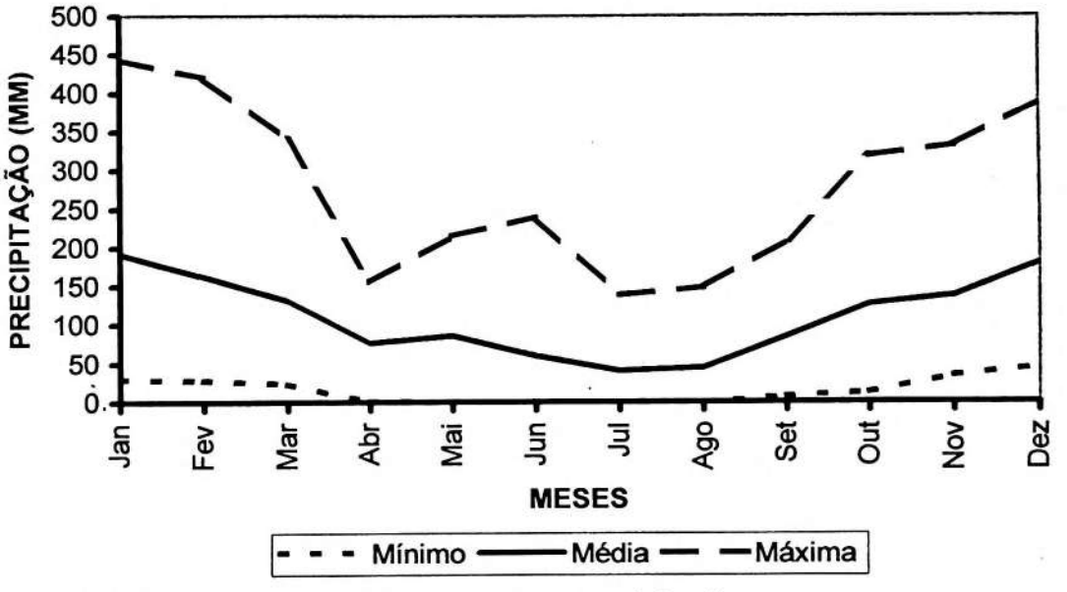


FIGURA 21 – Totais médios mensais de precipitação
Fonte: Boletim Climatológico n.04, FCT/UNESP, 1999.

Os meses mais chuvosos, em média, foram janeiro com 191,8mm, seguido por dezembro com 179,5mm e os mais secos foram julho com 39,9mm, seguido por agosto com 43,7mm (tabela 9).

Os totais mensais máximos de precipitação oscilaram entre 443,8mm em janeiro e 147,5mm em julho. Os totais mensais mínimos ocorreram em junho, julho e agosto com 0,0mm.

Os anos mais chuvosos foram: 1989 (1802,4), 1972 (1783,2), 1998 (1649,0), 1974 (1647,4), 1996 (1522,7), 1982 (1521,0), 1992 (1493,5), 1997 (1462,00), e 1976 (1424,7). Os anos mais secos foram: 1985 (841,9), 1991 (938,1), 1978 (1012,6), 1969 (1065,4) e 1979 (1089,2).

Tabela 9 *- Totais mensais e anuais de precipitação (mm).*

Ano\mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
1968	***N/D***	***N/D***	***N/D***	***N/D***	***N/D***	***N/D***	***N/D***	***N/D***	21,6	89,1	66,4	383,4	***N/D***
1969	153,4	140,6	146,3	42,8	69,4	82,8	8,6	7,0	91,3	99,3	151,8	72,1	**1065,4**
1970	162,0	154,4	183,8	32,8	74,3	76,0	30,0	139,0	81,0	203,9	33,0	128,6	**1298,8**
1971	195,0	129,1	91,4	40,6	119,8	83,5	80,5	0,3	122,1	63,7	51,8	290,6	**1268,4**
1972	296,3	310,4	33,9	22,5	110,3	7,6	137,7	92,5	73,9	317,0	213,5	167,6	**1783,2**
1973	210,0	167,6	60,7	25,6	79,7	55,6	40,1	52,1	52,9	136,4	125,7	297,2	**1303,6**
1974	247,4	218,0	288,0	90,2	87,1	134,8	10,8	43,8	28,6	134,3	97,4	267,0	**1647,4**
1975	77,7	100,9	85,2	85,7	1,0	34,7	76,5	0,0	30,2	202,8	330,4	135,7	**1160,8**
1976	160,5	209,9	75,2	72,7	86,6	77,8	90,4	125,1	86,8	147,6	109,4	182,7	**1424,7**
1977	231,2	27,8	107,7	82,4	13,8	142,3	5,8	27,1	85,1	45,8	221,1	286,4	**1276,5**
1978	178,7	117,9	110,3	0,8	119,2	5,4	121,7	3,2	103,2	68,4	99,0	84,8	**1012,6**
1979	29,8	132,8	48,1	84,5	114,6	0,2	79,2	30,2	187,8	86,5	162,0	133,5	**1089,2**
1980	98,7	419,7	59,5	81,1	75,6	39,1	31,8	20,3	157,9	127,5	91,4	167,3	**1369,9**
1981	227,8	42,5	78,5	118,6	0,4	109,0	4,0	1,7	7,2	264,1	105,7	154,8	**1114,3**
1982	84,9	184,9	189,6	54,2	74,9	96,9	113,2	45,9	7,6	239,5	127,7	301,7	**1521,0**
1983	195,7	68,4	142,1	127,7	168,1	140,8	2,1	0,0	206,3	110,1	95,2	94,2	**1350,7**
1984	126,8	121,1	176,5	115,0	35,0	0,0	1,0	80,3	98,7	24,6	139,7	297,8	**1216,5**
1985	83,3	144,8	165,8	135,8	61,1	15,3	14,7	4,9	15,9	12,0	109,7	78,6	**841,9**
1986	209,4	104,1	112,1	48,9	140,8	0,0	11,9	120,3	39,4	47,0	101,6	234,0	**1169,5**
1987	279,0	121,6	78,1	98,5	165,1	44,2	50,8	17,2	74,6	109,4	280,9	96,4	**1415,8**
1988	273,5	155,9	133,1	118,2	123,7	20,2	0,0	0,0	44,4	202,1	80,2	45,1	**1196,4**
1989	329,3	261,0	178,0	21,9	64,1	99,6	128,5	102,3	132,0	61,7	151,6	272,4	**1802,4**
1990	262,4	71,3	118,4	101,2	81,1	6,8	42,6	134,1	138,1	103,6	156,1	87,1	**1302,8**
1991	114,4	135,0	85,3	57,3	19,8	64,6	5,6	0,0	47,7	49,5	105,7	253,2	**938,1**
1992	96,0	119,0	302,0	148,1	214,5	12,0	20,1	24,3	207,4	153,8	134,1	62,2	**1493,5**
1993	119,7	334,2	99,3	50,6	77,3	45,8	14,5	47,3	55,0	76,3	178,0	98,4	**1196,4**
1994	443,8	117,1	146,4	44,8	74,0	63,8	23,3	0,1	35,1	42,7	148,2	195,6	**1334,9**
1995	203,6	230,7	22,8	57,4	66,4	53,4	22,2	0,0	51,4	218,2	59,9	199,8	**1185,8**
1996	201,7	241,1	184,6	101,2	67,6	3,8	2,8	26,0	87,4	156,3	189,8	260,4	**1522,7**
1997	305,2	187,5	73,2	56,0	80,5	238,7	17,9	17,1	64,4	150,3	219,9	51,3	**1462,0**
1998	156,8	88,9	340,0	155,4	86,2	6,4	7,2	147,5	125,2	109,1	38,6	387,7	**1649,0**
Mínimo	29,8	27,8	22,8	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	7,2	12,0	33,0	45,1	841,9
Média	191,8	161,9	130,5	75,8	85,1	58,7	39,9	43,7	84,6	125,5	137,0	179,5	1313,8
Máximo	443,8	419,7	340,0	155,4	214,5	238,7	137,7	147,5	207,4	317,0	330,4	387,7	1802,4

Fonte: Boletim Climatológico n.04, FCT/UNESP, 1999.

A curva de tendência dos totais anuais de precipitação, com intervalo de confiança de 95% (figura 22), mostra que esta precipitação não têm um comportamento positivo definido de acordo com o crescimento da cidade, conforme foi possível verificar com relação à temperatura. Este fato é devido à grande variabilidade deste elemento, principalmente porque o maior volume da precipitação resulta de processos de meso e macroescala não tendo, portanto, origem local. Nesse sentido o tamanho da

cidade não tem condições de interferir no processo. As chuvas em Presidente Prudente resultam, principalmente, de invasões da frente polar Atlântica. Esse fato é explicado pela localização da cidade, tornando-se um campo de alternância entre os sistemas tropicais e polares.

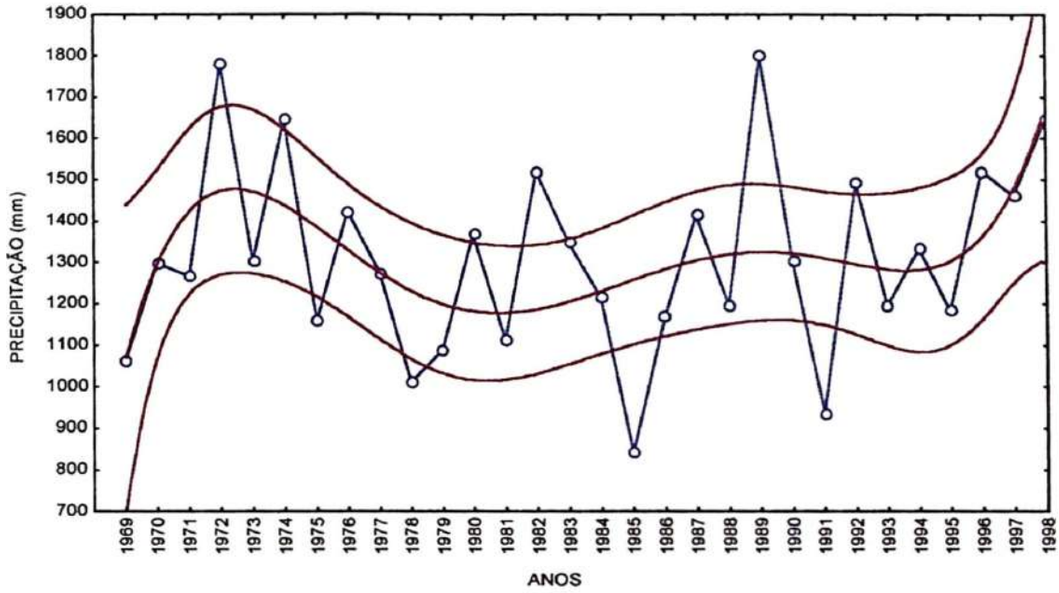


FIGURA 22 - Curva de tendência dos totais anuais de precipitações

Assim os fenômenos *El niño* e *La niña* são mais representativos para explicar alguns extremos da precipitação, já que nem em todos os anos em que estiveram presentes foram significativamente suficientes para causar variações em Presidente Prudente, sendo estas restritas a outras regiões do país.

A curva de tendência devida ao *El niño* 1969-1970 mostra um aumento na precipitação, que atingiu o máximo no *El niño* de 1972-1973. Em 1974-1975, a curva apresenta uma tendência de diminuição na precipitação, provavelmente devido à atuação do *La niña* que se prolonga até 1982, quando a curva voltou a subir sob a atuação de um novo *El niño* em 1982-1983. Esta tendência positiva foi até 1990, quando uma pequena queda foi observada entre 1991 e 1994, mesmo havendo a atuação do *El niño* neste período. Em termos relativos, neste período entre 1991 e 1994, a tendência de aumento foi maior do que a dos anos em que não houve a atuação do *El niño*, como entre 1978 e 1981. Em 1995 o *La niña* atuou explicando a queda um pouco maior da curva, que voltou a subir de maneira significativa, nos anos de 1996 a 1998, caso se tome para comparação apenas o ano de 1972.

6 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS ESCOLHIDOS

A determinação dos pontos para o levantamento dos dados meteorológicos no ambiente urbano foi feita a partir da caracterização geográfica, com base na análise das cartas de ocupação do solo e hipsometria e das visitas a campo, bem como nas informações do uso do solo.

Os miniabrigos foram instalados, tendo-se em vista a maior heterogeneidade possível entre eles, e nos locais mais representativos.

Alguns pontos foram escolhidos em lugares que possuíam às mesmas características de ocupação do solo, mas com altitudes ou exposição de vertentes diferentes.

Presidente Prudente não possui tanta heterogeneidade quanto as suas funções. A principal atividade econômica da cidade é o comércio, concentrado em sua maioria, no centro da cidade, tendo intensa circulação de veículos e pessoas.

Neste capítulo será realizada uma breve caracterização dos pontos onde foram colocados os miniabrigos, com a apresentação de fotografias aéreas e panorâmicas.

6.1 Centro

O miniabrigo foi instalado na praça 9 de julho e se caracteriza-se como área totalmente urbanizada com vegetação esparsa, com vários edifícios acima de 4 pavimentos em todo seu entorno e com pouquíssimos lugares que não tiveram o solo impermeabilizado.

O uso do solo é predominantemente comercial com poucas residências. Há concentração de equipamentos de refrigeração e intenso fluxo de veículos e pessoas.

A altitude onde foi colocado o abrigo é de 476 metros sobre o nível do mar (s.n.m.) e é elevada e plana em confronto com os pontos próximos, conforme se pode observar na carta hipsométrica (figura 4).



FIGURA 23 – Miniabrigo instalado na praça 9 de julho, no centro da cidade.



FIGURA 24 – Fotografia aérea: tomada na área central de Presidente Prudente.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.2 Jardim Aviação

Área densamente construída, porém com grande quantidade de vegetação arbórea nas ruas e jardins. Solo impermeabilizado com pouca movimentação de veículos e pessoas.

Uso do solo predominantemente residencial, sem a presença de edificações acima de 4 pavimentos. Área de classe média e alta.

A altitude do abrigo é de 455 metros (s.n.m.), com declives pouco acentuados nas proximidades.



FIGURA 25 – Miniabrigo instalado no Jd. Aviação.

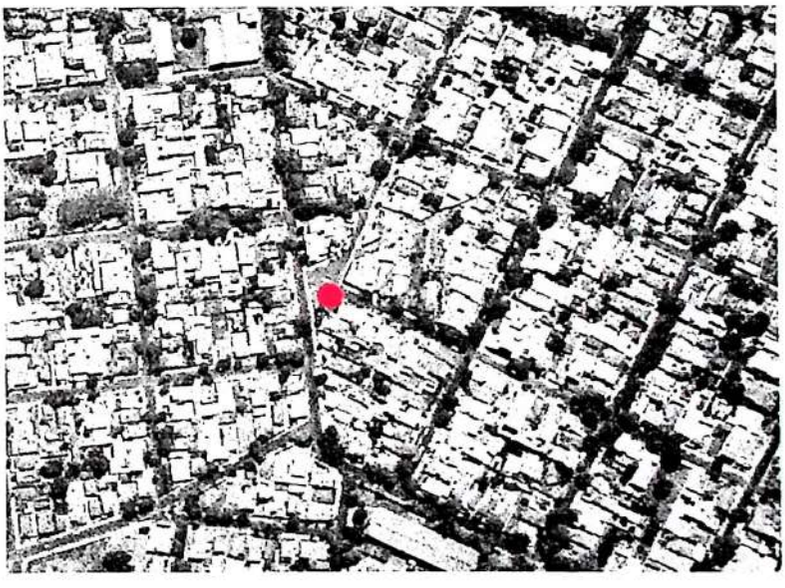


FIGURA 26 – Fotografia aérea: tomada do Jd. Aviação e adjacências.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.3 Bairro Santa Helena

Área densamente construída e com vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais. Área de classe média de uso predominantemente residencial, com poucas edificações acima de 4 pavimentos nas proximidades.

Altitude de 413 metros (s.n.m.), em uma rua com declividade acentuada, e vertente voltada para o norte. No passado havia um córrego a cerca de 150 metros

que foi canalizado e incorporado por um clube da cidade que em ocasiões de chuvas concentradas e intensas sofre problemas de inundação.

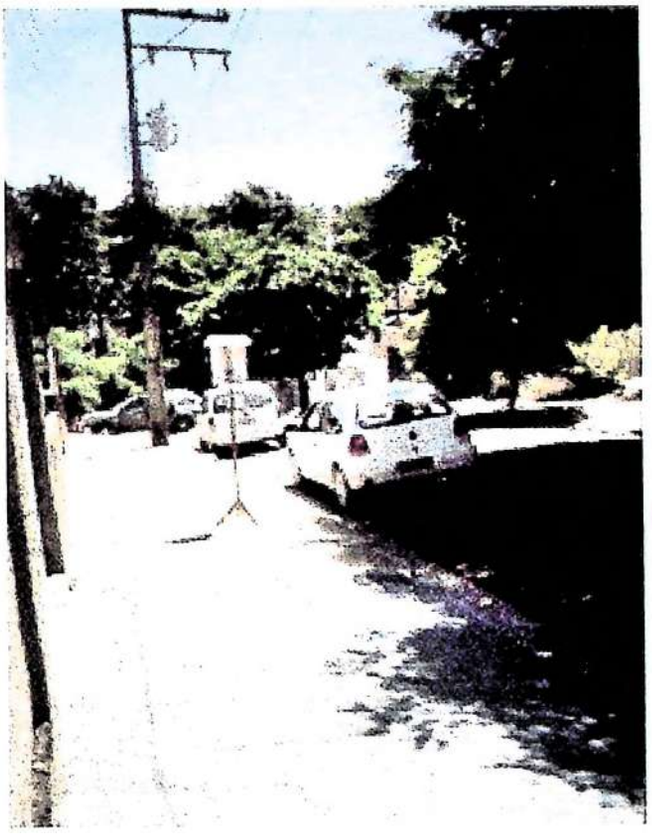


FIGURA 27 – Miniabrigo instalado no Bairro Santa Helena.



FIGURA 28 – Fotografia aérea: tomada do Bairro S. Helena e adjacências.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.4 Jardim Novo Bongiovani

Área de construções esparsas com gramado, praticamente sem arborização de rua e de fundos de quintal e jardim.

É um setor relativamente novo da cidade que ainda não foi completamente urbanizado, com amplas áreas vazias e algumas ruas não asfaltadas.

Uso do solo residencial de padrão médio.

O abrigo foi instalado em uma área ampla e vazia, coberta por gramado a uma altitude de 474 metros (s.n.m.) e plana.



FIGURA 29 – Miniabrigo instalado no Jd. Novo Bongiovani.



FIGURA 30 – Fotografia aérea: tomada do Jd. Novo Bongiovani.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.5 Jardim Santa Paula

A proximidade é densamente construída com vegetação arbórea. Uso residencial de classe baixa.

O abrigo foi instalado em uma vertente voltada para SE, com solo gramado. O fundo de vale é bastante próximo com vegetação esparsa e gramada. O córrego é poluído e é comum a presença de lixo nas proximidades.

A altitude do abrigo é de 390 metros (s.n.m.).



FIGURA 31 – Miniabrigo instalado no Jd. Santa Paula.

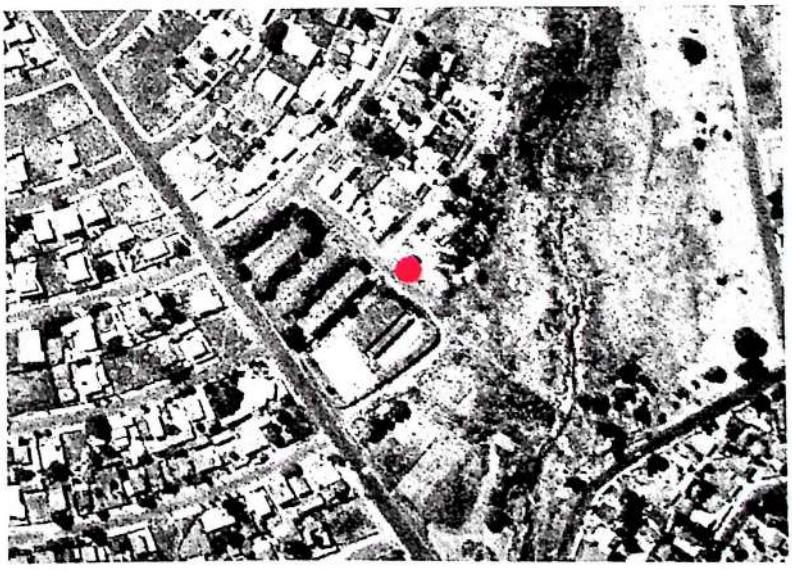


FIGURA 32 – Fotografia aérea: tomada do Jd. Santa Paula e adjacências.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.6 Parque Cedral

É um ponto próximo ao Jd. Santa Paula, mas apresenta características muito diferentes. As construções são esparsas com presença de terrenos vazios e gramados e com pouca vegetação arbórea nas ruas e em fundos de quintais.

As ruas são pavimentadas, com residências predominantemente de padrão médio.

A altitude é de 405 metros (s.n.m.) com vertente suave voltada para o norte.



FIGURA 33 – Miniabrigo instalado no Pq. Cedral.

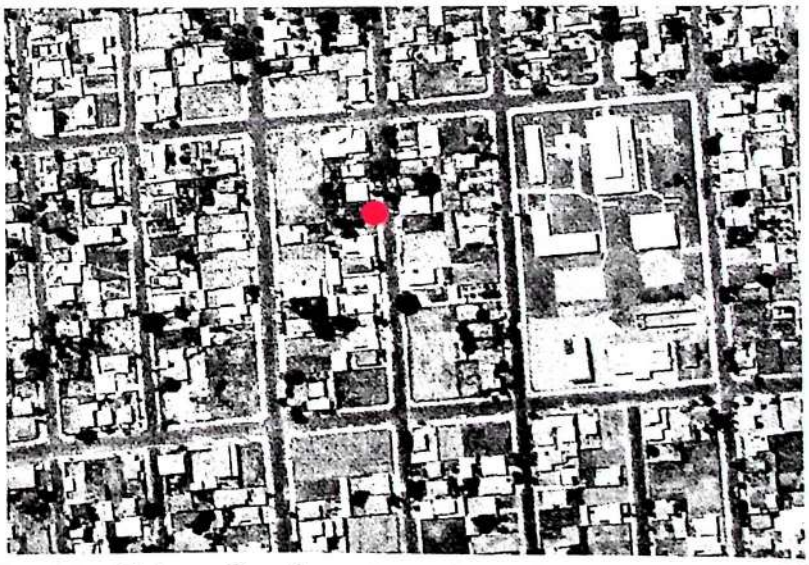


FIGURA 34 – Fotografia aérea: tomada do Pq. Cedral e adjacências.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.7 Jardim Balneário

Área de construções esparsas e de gramados, ocupada por moradores de classe baixa sem arborização de grande porte nas ruas e fundos de quintais.

O abrigo foi colocado no fundo do vale, na altitude de 395 metros (s.n.m.), próximo a um pequeno córrego. Uso do solo residencial.



FIGURA 35 – Miniabrigo instalado no Jd. Balneário.

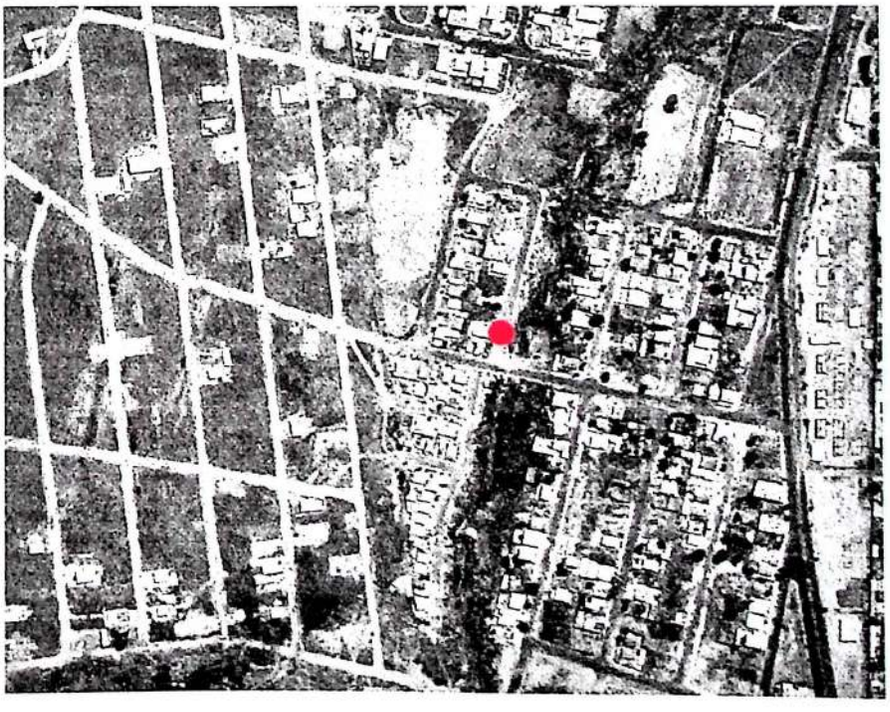


FIGURA 36 – Fotografia aérea: tomada do Jd. Balneário e adjacências.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.8 Conjunto Habitacional Ana Jacinta

Área densamente construída, sem vegetação arbórea de grande porte nas ruas e sem áreas gramadas. Em todo o bairro, há apenas um fundo de vale bem arborizado.

Bairro popular implantado em 1993 com muitas ruas não pavimentadas. Os terrenos são pequenos e todos ocupados com construções.

A altitude do ponto é de 410 metros (s.n.m.) em área com declive pouco acentuado voltado para leste.



FIGURA 37 – Miniabrigo instalado no Conjunto Habitacional Ana Jacinta.

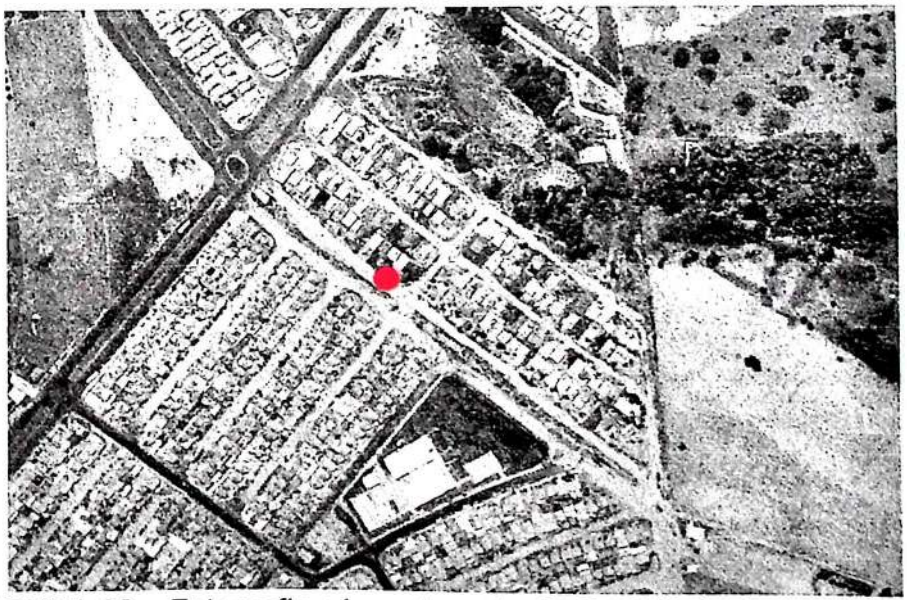


FIGURA 38 – Fotografia aérea: tomada do Conj. Hab. Ana Jacinta.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.9 Parque do Povo

Área ocupada com vegetação arbórea nas ruas e entorno densamente construído.

O abrigo foi colocado no fundo de vale, sobre o córrego canalizado e coberto por vegetação rasteira e arbórea.

Há intenso fluxo de veículos e o uso do solo nas avenidas que margeiam o fundo de vale é comercial e residencial.

A altitude do ponto é de 423 metros (s.n.m.) e nesta área é comum à ocorrência de inundações em momentos de chuvas intensas.

O Parque do Povo é uma área destinada ao lazer e esporte da população e tem um intenso fluxo de pessoas nos fins de tarde e de semana.

No passado era uma área degradada pela poluição da água por esgoto e pelo córrego que de certa maneira limitava a expansão e valorização da cidade para a zona sul. Com a canalização do córrego e reurbanização, houve a valorização dos terrenos e certa substituição da população, que migrou para áreas menos valorizadas da cidade.



FIGURA 39 – Miniabrigo instalado no Parque do Povo.



FIGURA 40 – Fotografia aérea: tomada do Pq. do Povo e adjacências.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.10 Jardim Planalto

Área intensamente construída e com vegetação esparsa, característica freqüente na zona leste.

O uso do solo é predominantemente residencial e é considerado um bairro de classe média - baixa.

O solo é completamente impermeabilizado, com exceção de uma área verde existente neste bairro.

É um dos pontos mais altos da cidade, com 490 metros de altitude (s.n.m.).

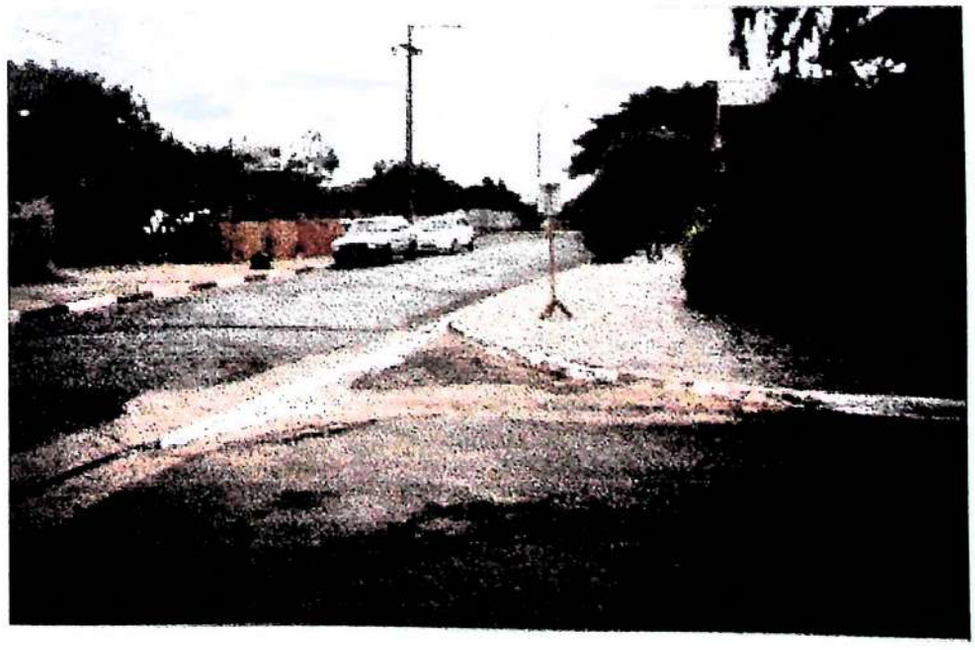


FIGURA 41 – Miniabrigo instalado no Jd. Planalto.

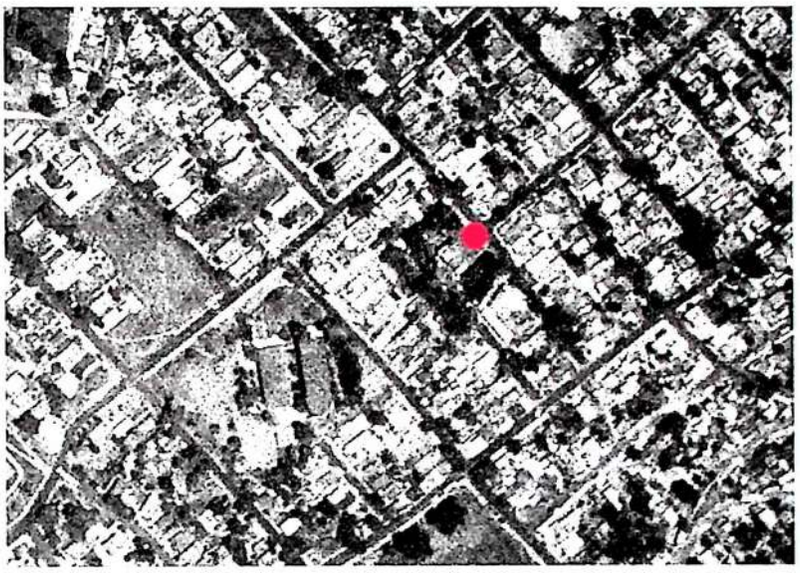


FIGURA 42 – Fotografia aérea: tomada do Jd. Planalto e adjacências.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.11 Aeroporto Municipal de Presidente Prudente

A Estação Meteorológica da INFRAERO está a cerca de 7 km do centro e em descontínuo com a malha urbana cerca de 3 km, na zona sul da cidade.

Localiza - se em terreno plano, a uma altitude de 450 metros (s.n.m.). Seu entorno é tipicamente rural, predominando as pastagens. Os dados foram obtidos hora a hora no balcão do aeroporto.

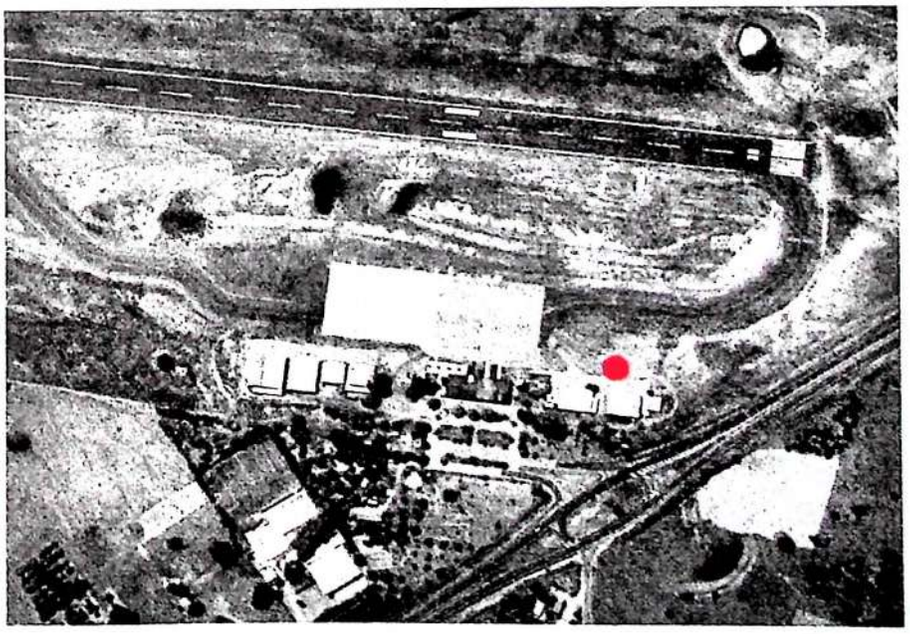


FIGURA 43 – Fotografia aérea: tomada do Aeroporto e adjacências.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.12 Estação Meteorológica da FCT/UNESP

A Estação Meteorológica da FCT/Unesp de Presidente Prudente opera desde 1968 e segue os padrões estabelecidos pela OMM (Organização Mundial de Meteorologia).

Localiza-se em uma área plana, a 435 metros do nível do mar. No seu entorno verifica-se construção esparsa com gramado e vegetação esparsa.

Além da Universidade, há nas proximidades um bairro predominantemente residencial, de classe média.



FIGURA 44 – Miniabrigo instalado na FCT/UNESP

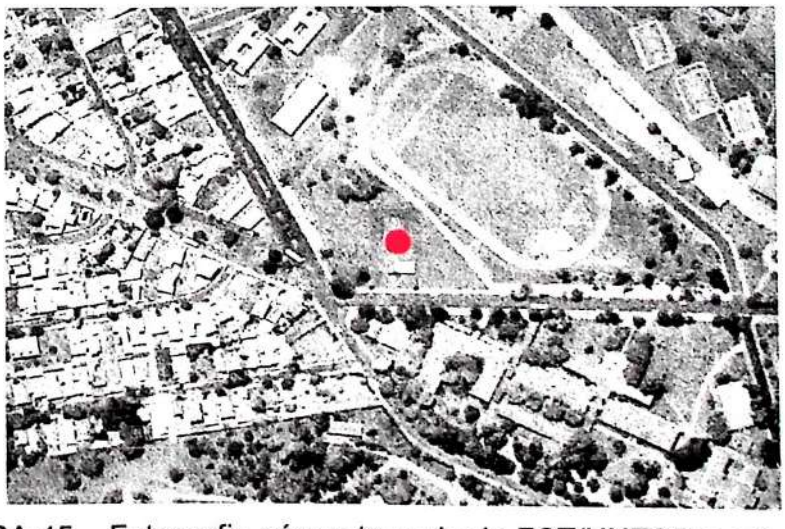


FIGURA 45 – Fotografia aérea: tomada do FCT/UNESP e adjacências.
Fonte: Base – Aerofotogrametria e Projetos S. A, setembro de 1995.

6.13 Justificativa da escolha dos pontos

Como foi possível observar na caracterização dos pontos, alguns deles apresentaram os mesmos tipos de ocupação do solo, mas possuíam algumas especificidades que merecem ser destacadas, tanto no que se refere ao uso do solo, como pelas características da estrutura física. Foram eles:

- Jd. Aviação e Jd. Santa Helena – são densamente construídos e com quantidade significativa de vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais. No entanto, possuem altitudes diferentes com respectivamente 455 e 413 metros acima do nível do mar e com vertentes opostas. O primeiro com pequena declividade voltada para o sul e o segundo com declividade maior voltada para o norte.
- Pq. do Povo – embora densamente construído no entorno e com vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais como os dois anteriormente citados, sobre o córrego canalizado, existe extensa área gramada, que acaba fazendo a diferença entre eles, além de ter altitude de 423 metros (s.n.m.).
- Centro e Jd. Planalto – são densamente construídos, com vegetação esparsa nas ruas e fundos de quintais. Possuem altitudes elevadas de 476 e 490 metros (s.n.m). O Centro possui intensa circulação de veículos e pessoas e muitas edificações acima de quatro pavimentos; o Jd. Planalto, por sua vez, não tem edificações acima de quatro pavimentos nem muita circulação de veículos e pessoas, mas tem a zona rural relativamente próxima, quando comparado com o Centro.
- Jd. Santa Paula – neste bairro existe uma mistura entre o entorno densamente construído e vegetação esparsa nas ruas e fundos de quintais e o fundo de vale com extensa área gramada e é neste sentido que se diferencia do Centro e Jd. Planalto, além de possuir baixa altitude 390 metros (s.n.m.).
- Pq. Cedral e FCT – não são densamente construídos; existem muitos terrenos sem edificações, mas com vegetação arbórea e gramado esparso. Diferenciam-se pela altitude, 405 e 435 metros (s.n.m) respectivamente. O Pq. Cedral tem córregos nas suas proximidades com vertente voltada para o norte. Essas características não estão presentes na FCT.
- Jd. Novo Bongiovani e Jd. Balneário – são bairros relativamente novos na cidade; possuem baixa densidade de construções e praticamente não possuem vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais, havendo o predomínio de vegetação rasteira e de pequeno porte. A zona rural está muito próxima de

ambos. A principal diferença entre eles é a altitude, sendo o primeiro de altitude elevada, 474 metros (s.n.m.), e o segundo de baixa altitude 395 metros (s.n.m.). Outra diferença é a presença do córrego nas proximidades do Jd. Balneário.

- Conjunto Habitacional Ana Jacinta – possui algumas especificidades que o tornam diferente de todos os outros, pois é densamente construído, mas tem a zona rural muito próxima por estar em descontínuo a malha urbana. Praticamente não tem vegetação arbórea de grande porte nas ruas e fundos de quintais, mas tem áreas de fundos de vale que possuem quantidade significativa de árvores. Tem também baixa altitude, 410 metros (s.n.m).
- O aeroporto possui igualmente especificidades que o diferenciam dos demais, pois tem característica tipicamente rural, com a presença de pastos e vegetação arbórea esparsa.

A combinação dessas características, com as condições sinóticas específicas resultou em diferenças no albedo, expressas nas variações da temperatura e umidade relativa, conforme será explicitado nos capítulos 8 e 9.

7 DINÂMICA DA ATMOSFERA NOS DIAS DOS EXPERIMENTOS DE CAMPO

7.1 Os meses representativos

Conforme apresentado no capítulo referente à análise temporal dos elementos climáticos, em Presidente Prudente a distribuição dos principais elementos climáticos permitiu identificar duas estações climáticas bem definidas: primavera-verão e outono-inverno. Este fato fez com que a escolha dos dois meses para o levantamento de dados identificasse os meses mais representativos das características dessa sazonalidade: janeiro e julho.

Neste capítulo será realizada uma análise do comportamento dos meses de janeiro e julho durante 1969 e 1999, a fim de observar a tendência dos elementos do clima nestes meses e verificar se julho de 1998 e janeiro de 1999, quando foram realizados os levantamentos de dados, se enquadram nas características climáticas habituais da cidade.

As médias da temperatura nos meses de julho e janeiro apresentaram um padrão de distribuição diferenciado, mas ambos com tendência de aumento no período.

Os meses de julho apresentaram maior oscilação e a curva de tendência indica dois picos negativos e três positivos. (Figura 46)

Os picos negativos coincidem com anos de atuação do La niña ou com anos em início ou final de El niño, quando as temperaturas não estavam tão elevadas. Este fato foi evidente nos seguintes anos:

- 1971-1972 – La niña e inicio do El niño;
- 1988-1990 – La niña;

Os picos positivos na curva de tendência foram conseqüência do El niño de 1968, 1977, 1987 e a partir de 1991. Note que o La niña de 1995-1996 teve, neste segundo ano, queda na temperatura, que não foi suficiente para provocar queda na curva de tendência.

Julho de 1998 apresentou a mesma média de temperatura dos anos de 1997 e 1999 (21,3°C). Os anos extremos foram 1977 e 1995 com 22,6 °C e 22,7°C e 1981 e 1990 ambos com 17,1°C. A média de julho do período foi de 19,8°C.

Interessante observar que, mesmo sob a influência do El niño (1997-1998) e do La niña (1999), estes últimos três anos podem ser considerados normais, dentro de uma perspectiva de crescimento, pois estão acima da média e abaixo dos anos mais quentes.

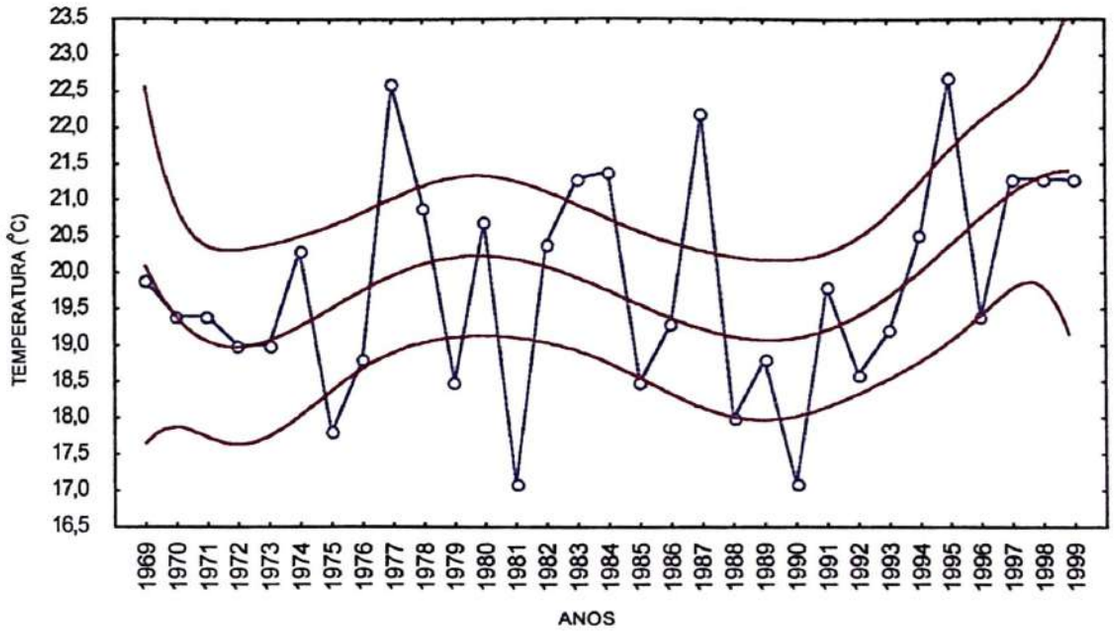


FIGURA 46 - Curva de tendência das temperaturas médias em julho

Os meses de janeiro de 1969 a 1999 apresentaram uma curva de tendência muito parecida com as médias anuais (Capítulo 5), com um crescimento quase linear a partir de 1975. (Figura 47).

Janeiro, um dos meses mais quentes do ano, com média de 25,5°C, teve seus extremos em 1972 (23,8°C) e 1998 (27,7°C). No ano de 1999, quando foi feito o levantamento de campo, a média da temperatura foi de 26°C. Dentro de uma tendência geral de crescimento, pode ser também considerado um ano normal, estando entre o limite de confiança de 95%, um pouco acima da média.

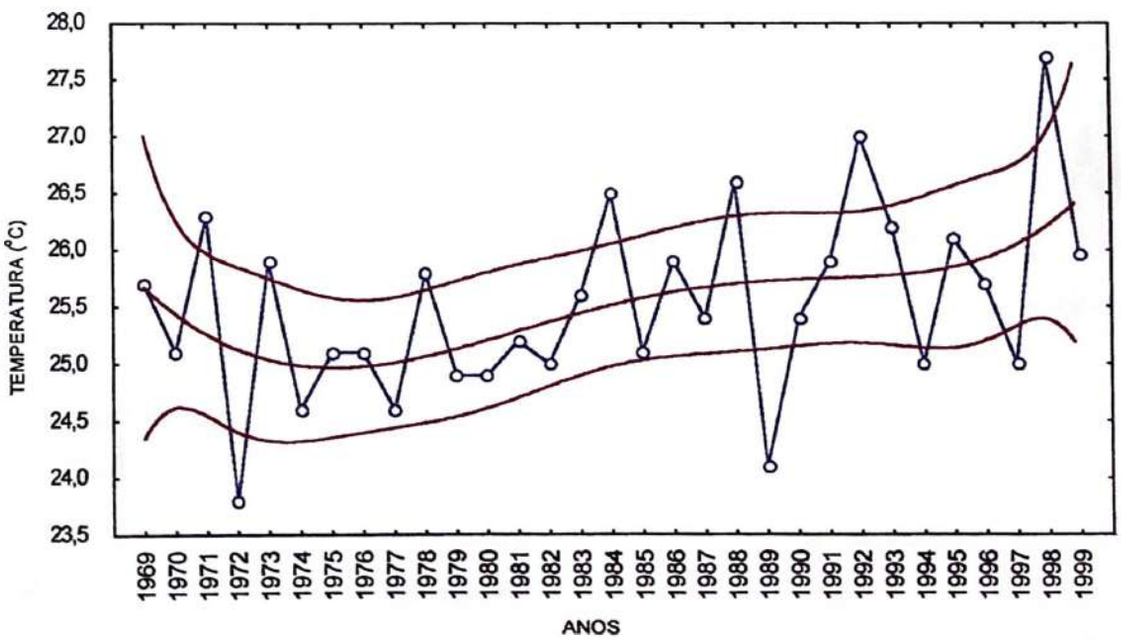


FIGURA 47 - Curva de tendência das temperaturas médias de janeiro

A curva de tendência da umidade relativa nos meses de julho (figura 48) mostrou o mesmo comportamento das médias anuais (Capítulo 5), sendo crescente entre 1969 e 1972, diminuindo de 1973 a 1995, e tornando a crescer em 1996 e 1999.

Julho é um dos meses de menor umidade relativa do ano e neste período teve uma média de 59,9%, com os extremos em 1984 (51%) e 1982 (82%). No ano de 1988, quando foi feito o levantamento de campo, a média foi de 55% (abaixo da média do período).

Esta média esteve muito próxima da curva de tendência, e foi muito próxima às médias dos últimos três (1995 – 55%, 1996 - 53%, 1997 – 56%).

Apesar do pequeno crescimento apresentado pela curva entre 1996 e 1999, esteve muito abaixo do que foi apresentado no início do período (1969-1973). Assim, dentro de uma perspectiva de queda da umidade relativa, em relação à fase inicial, o ano de 1998 foi um ano normal, por estar muito próximo à curva e dentro do limite de confiança de 95%.

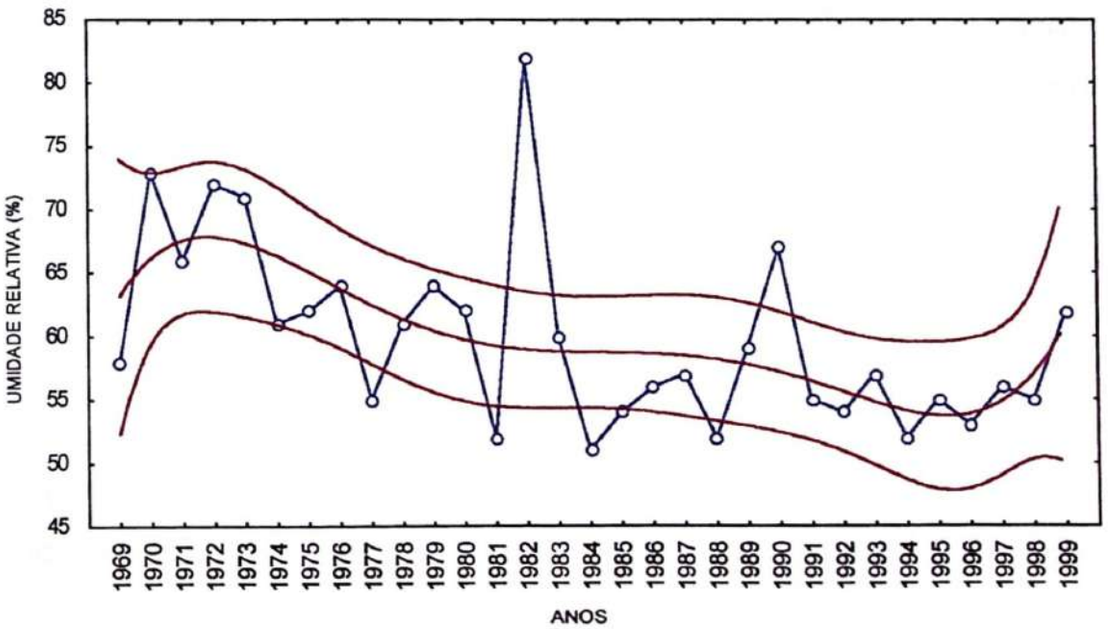


FIGURA 48 - Curva de tendência das médias das umidades relativas em julho

Os meses de janeiro por serem mais chuvosos, não tiveram tendência de queda da umidade relativa tão acentuada como em julho.

A média da umidade relativa do período foi de 71,2%, sendo os extremos registrados em 1979 e 1992 com 62% e 1974 com 79%.

O ano de 1999 registrou média de 74,5%, estando exatamente sobre a curva de tendência que se mostrou crescente neste ano. (Figura 49).

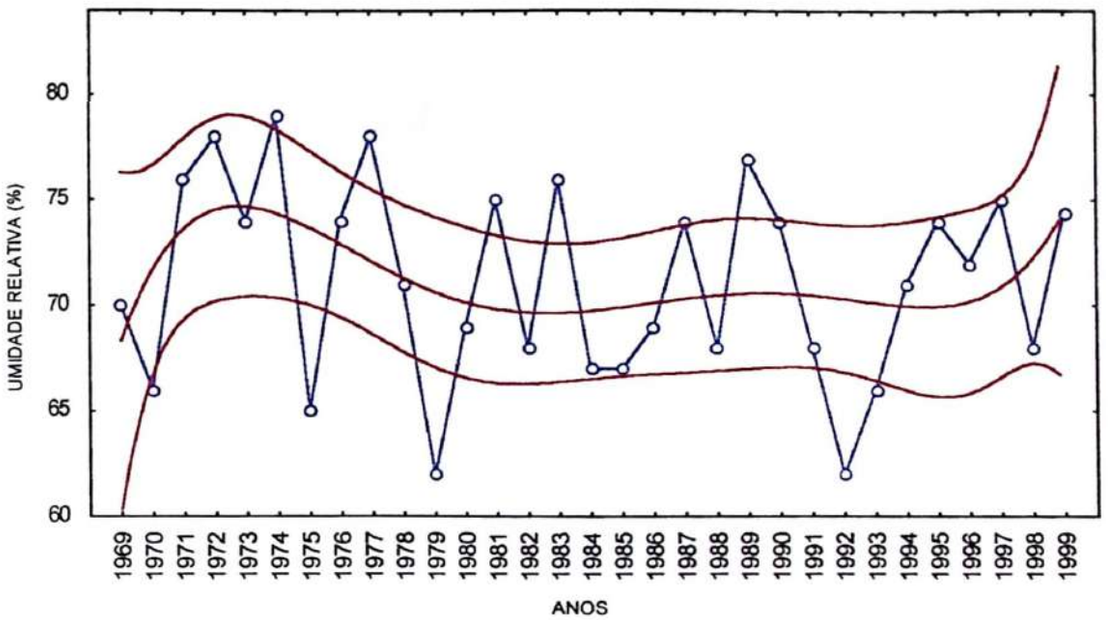


FIGURA 49 - Curva de tendência das médias das umidades relativas em janeiro

As curvas de tendências das precipitações nos meses de julho e janeiro apresentaram comportamentos bastante diferenciados (figuras 50 e 51). Os meses de julho, que são mais secos, mostraram nítida tendência de declínio a partir de 1974.

A média dos totais da precipitação em julho foi de 38,8mm, sendo o máximo registrado em 1972 (137,7mm) e o mínimo, ou melhor, a ausência de precipitação em 1983, 1988, 1991 e 1995.

Julho de 1998 foi, assim, como nos últimos anos, um ano seco, com total de 7,2mm.

Por outro lado, o mês de janeiro não tem demonstrado tendência de queda da precipitação (figura 51). A curva apresenta um período de diminuição da chuva entre 1974 a 1981, que coincidiu com o La niña de 1974, voltando a se tornar crescente em 1982, sob atuação do El niño. Este crescimento estendeu-se até 1994, tendo pequena queda em 1995-1996 (La niña), e voltando a aumentar em 1997-1998 e 1999.

A média dos totais de precipitação em janeiro foi de 193,7mm, figurando como extremos os anos de 1979 (29,8mm) e 1994 (443,8mm). Em janeiro de 1999, o total da precipitação foi de 252,2mm, sendo, portanto, possível considerá-lo como ano normal, tendendo a chuvoso, conforme mostra a curva na figura 51.

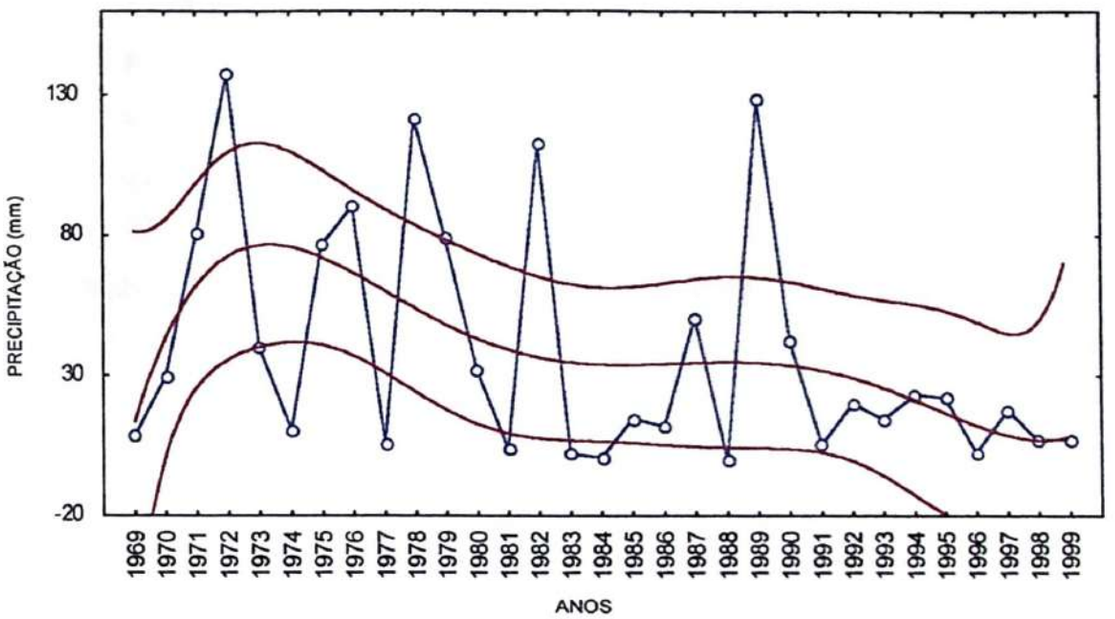


FIGURA 50 - Curva de tendência dos totais de precipitações em julho

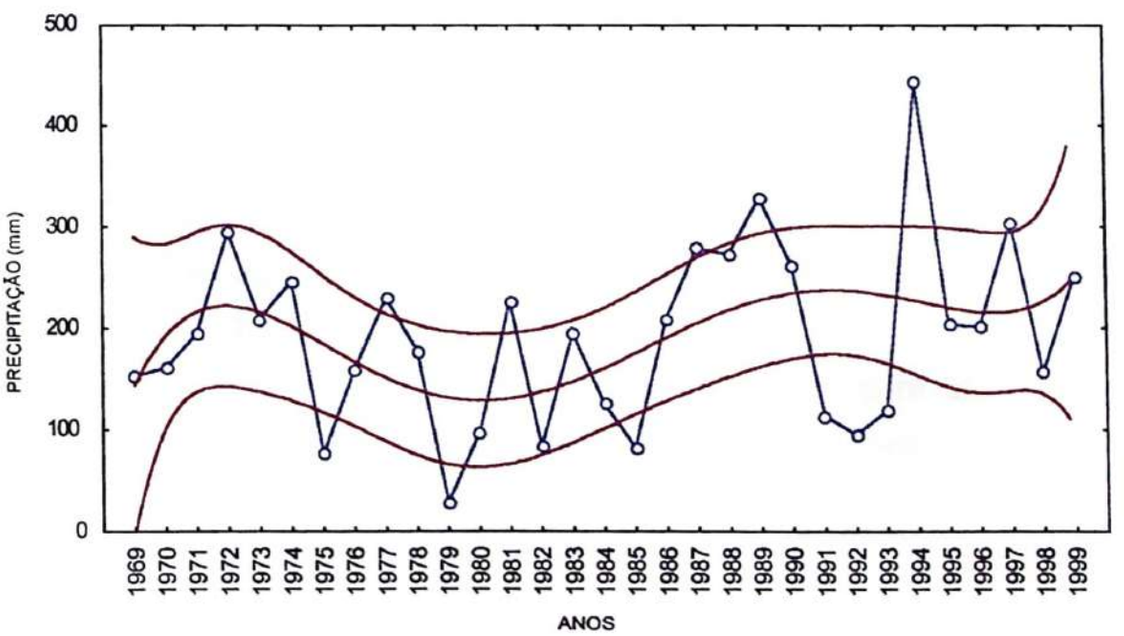


FIGURA 51 - Curva de tendência dos totais de precipitações em janeiro

7.2 Sistemas atmosféricos e os tipos de tempo em julho de 1998

No inverno, as penetrações do sistema polar Atlântico são mais intensas sobre a região de Presidente Prudente, antecedida de passagens da frente polar. A posição latitudinal da área estudada faz com que o sistema polar sofra tropicalização acentuada, mesmo nesta época do ano.

A circulação atmosférica regional e local também sofre a interferência dos sistemas anticiclônicos tropicais, entre os quais se destaca o sistema tropical Atlântico.

O mês de julho de 1998 teve um comportamento típico dos meses de inverno, retratando as diversas combinações da circulação atmosférica e os tipos de tempo associados.

No período de 01/07 a 31/07, os tipos de tempo presentes na região foram controlados pelos sistemas extratropicais (frente fria e sistema polar Atlântico) e com menor intensidade pelo intertropical (sistema tropical Atlântico).

Seis sistemas frontais atuaram no Brasil neste mês e, segundo Climanálise (1998), este número ficou próximo à média climatológica, que são sete sistemas para latitudes entre 35 e 20°S.

De maneira geral, na região sudeste do Brasil os sistemas frontais foram fracos, registrando-se chuvas abaixo da média climatológica, que atingiram o total de 7,2mm em Presidente Prudente.

Conforme foi possível observar nas cartas sinóticas de superfície emprestadas pelo IPMet/Bauru e nas imagens de satélite apresentadas no anexo 1, os sistemas frontais tiveram deslocamento tanto pelo litoral, como pelo interior do país e atuaram nos dias 1, 6, 18, 21, 25 e 28 no sul do país. Os sistemas frontais que passaram por Presidente Prudente foram os que se originaram no sul nos dias 6, 18 e 25, atingindo a cidade nos dias 8, 19 e 25.

O gráfico de análise rítmica para o mês de julho (figura 52) apresenta as modificações nos tipos de tempo provocadas pela atuação dos sistemas frontais e dos anticiclones frios.

A primeira massa de ar polar penetrou no sul do país no dia 2, depois da passagem do sistema frontal no dia 1.

Em Presidente Prudente esta polar passou a atuar no dia 3, quando se verificou uma ligeira queda na temperatura, de 20,4°C no dia 2, para 19,6°C no dia 3 e na umidade relativa de 69% para 66%, e o céu ficou sem nebulosidade. Continuou atuando até o dia 6, quando se observou aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa e da pressão atmosférica que se mostrou mais elevada nos dias 4

(968,6mb) e 5 (968,7mb). A velocidade do vento também aumentou sob atuação da polar, atingindo 10,2m/s no dia 4 e a sua direção variou entre este e nordeste.

Nos dias 7 e 8 a cidade sofreu um aquecimento pré-frontal que provocou o aumento da temperatura (20,2°C e 21,1°C), com máxima de 29,4°C e 31,4°C respectivamente. A umidade relativa diminuiu (64% e 57%) e a pressão atmosférica também (965mb e 963,9mb). A velocidade do vento diminuiu em relação aos dias que estavam sob atuação da polar (3,5m/s e 1,5m/s) e a direção continuou no quadrante este.

Com a passagem do sistema frontal no dia 8, no dia 9 houve aumento da nebulosidade, com fraca precipitação (5,6mm), que resultou no aumento da umidade relativa (93%). O vento predominante foi de oeste.

No dia 10, sob atuação da polar bastante intensa, a pressão aumentou, e a temperatura caiu significativamente (11,6°C), com mínima de 10°C e máxima de 20°C, ficando também os ventos mais intensos (8,2m/s).

Esta polar atuou por aproximadamente 8 dias, e no dia 16 já estava enfraquecida. A temperatura voltou a subir, e a pressão e a umidade relativa declinaram, assim como a velocidade do vento. Estas características intensificaram-se nos dias 17 e 18, com o polar tropicalizada.

No dia 19 um novo sistema frontal atingiu a cidade, provocando aumento da nebulosidade e fraca precipitação nos dias 19 e 20 (0,3 e 1,3mm). A temperatura caiu (18,3°C e 17,2°C), com mínima de 17,2°C no dia 19 e 15,4°C no dia 20 e máxima de 28,8°C e 27,9°C. A pressão e a umidade relativa aumentaram de 34% no dia 18, para 75% no dia 19 e 80% no dia 20. A velocidade do vento foi menor do que no sistema frontal anterior (4,6 e 4,8m/s).

Nos dias 21 e 22 a polar estava enfraquecida, provocando o aumento da temperatura (19,4°C e 22,8°C), com máxima de 32°C no dia 21 e 31,9°C no dia 22. A umidade relativa e a pressão atmosférica também diminuíram. A direção do vento oscilou entre nordeste e sudeste.

No dia 23 a polar que passou pelo sul do país no dia 21, chegou na região provocando queda na temperatura (16,8°C) e mínima de 15,6°C. A nebulosidade aumentou, assim como a velocidade do vento (6,5m/s), umidade relativa (88%) e pressão atmosférica. O vento predominante foi de Sudeste.

No dia 25 um sistema frontal chegou em Presidente Prudente, provocando no dia 26 queda da temperatura (16,7°C) com mínima de 15,9 e máxima de 28°C.

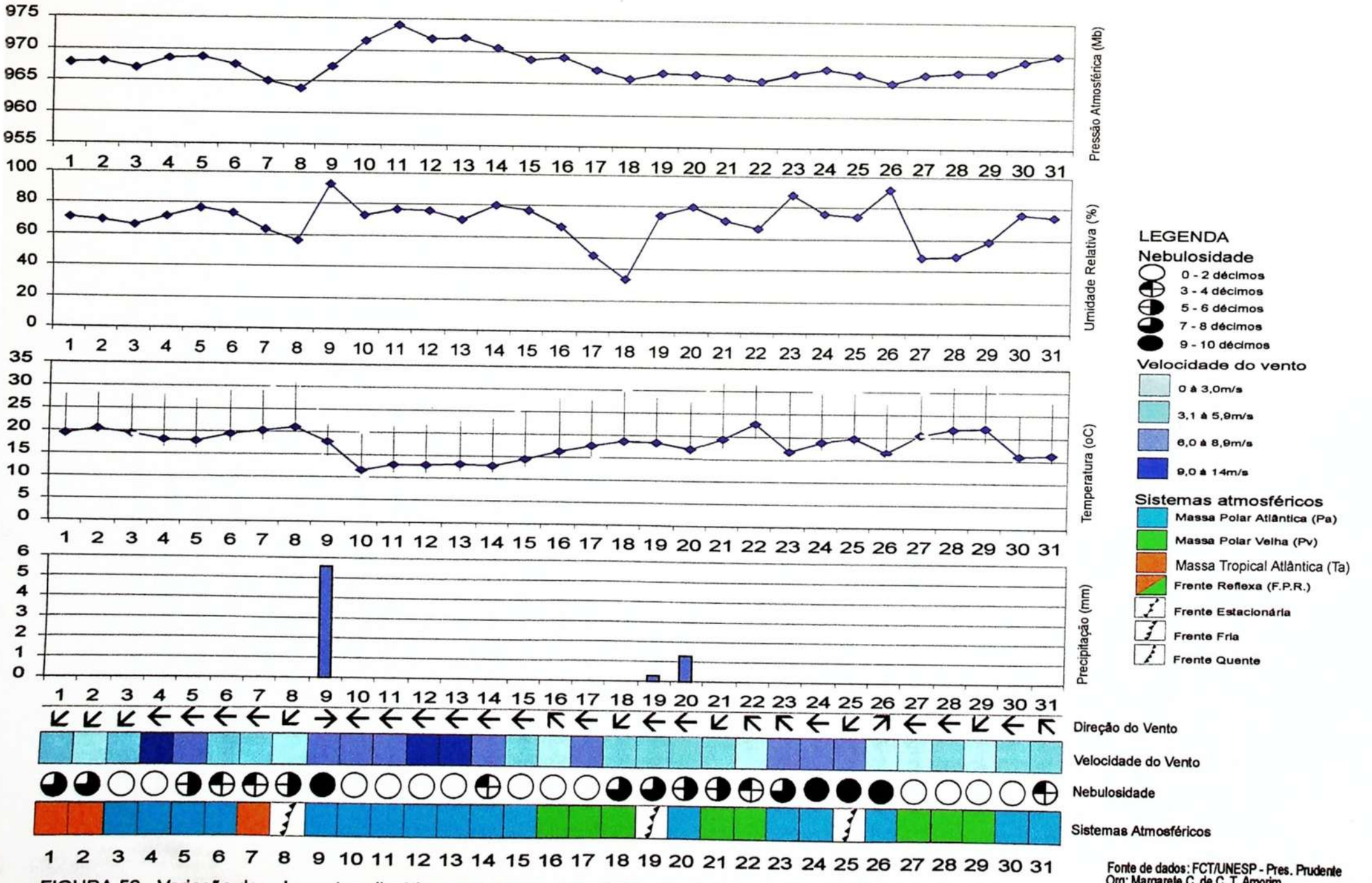


FIGURA 52 - Variação dos elementos climáticos e sistemas atmosféricos em Presidente Prudente - Julho de 1998

Fonte de dados: FCT/UNESP - Pres. Prudente
Org: Margarete C. de C. T. Amorim

Entre os dias 27 e 29, ocorreu o enfraquecimento da polar, repercutindo no aumento da temperatura (20,4°C no dia 27, 21,9°C no dia 28 e 22,1°C no dia 29), com máximas de 29,8°C, 31,6°C e 32,4°C respectivamente. A umidade relativa diminuiu, assim como a nebulosidade e a velocidade do vento. A direção do vento variou entre este e nordeste. Os dias 30 e 31 sofreram a atuação de uma polar que passou pelo sul do país no dia 28, provocando novamente queda da temperatura (16°C e 16,4°C), com mínima de 14,6°C e 14,3°C e máximas de 25,4°C e 28,2°C respectivamente. A pressão atmosférica aumentou (969mb e 970mb), bem como a umidade relativa (76% e 75%). A velocidade do vento passou de 1,1m/s no dia 29, para 4,0m/s e 4,6m/s nos dias 30 e 31.

Como se pode observar pela análise e pela figura 52, depois da passagem das frentes frias, as massas polares tiveram uma duração aproximada de três dias, exceto o sistema que chegou depois da frente do dia 8, que permaneceu atuando durante oito dias. A maioria dos anticiclones, ao ingressarem no sul do país, deslocou-se para o oceano, não trazendo chuvas para a região de Presidente Prudente, explicando assim, a baixa precipitação registrada no período.

7.3 Sistemas atmosféricos e os tipos de tempo em janeiro de 1999

Em janeiro de 1999, oito sistemas frontais atuaram no Brasil e, segundo Climanálise (1999), este número ficou dentro da média climatológica para as latitudes entre 35 e 20°S. Este mês esteve sob atuação do fenômeno La Niña em etapa madura, mas este episódio teve intensidade de moderada a fraca.

Analisando-se as cartas sinóticas de superfície emprestadas pelo IPMet/Bauru e as imagens de satélite presentes no anexo 2, pôde-se observar que a penetração das frentes frias e quentes, sistemas polares e tropicais, foram os responsáveis pela instabilidade presente principalmente até o dia 18.

O gráfico de análise rítmica para o mês de janeiro (figura 53) apresenta as modificações nos tipos de tempo provocadas pela atuação das frentes frias e quentes e dos anticiclones tropicais e polares.

No dia 2 o primeiro sistema frontal do mês atingiu o extremo sul do Brasil, deslocando-se no dia seguinte para o oceano.

No dia 3, a frente fria que estava deslocando-se para o oceano, tinha uma parte ainda sobre o continente, que estava muito próxima a Presidente Prudente. Este fato provocou pequena elevação da temperatura em relação ao dia anterior, que estava em 23,6°C passando para 24,1°C, com máxima de 31,5°C e mínima de 22,7°C.

Foi registrada precipitação de 17,3mm. A umidade relativa estava alta (94%), com ventos fracos (1,6m/s) e com direção norte. Do dia 1 ao dia 5 a direção do vento foi predominantemente do quadrante norte.

No dia 4, com o fortalecimento do anticiclone tropical, a frente passou a ser quente, provocando precipitação de 25,7mm.

No dia 5, o segundo sistema frontal atingiu o sul do país e deslocou-se rapidamente para o litoral do Estado de São Paulo. Este sistema estava associado a um sistema de baixa pressão situado na Região Central do Brasil, e permaneceu até o dia 10 no litoral do Estado de São Paulo, fazendo com que, na região de Presidente Prudente, houvesse a alternância entre a frente fria (dias 6 e 8) e a frente quente (dias 7 e 9). No dia 5 foi registrada a mais baixa pressão de todo mês, atingindo 955,6mb. Durante este período, a nebulodidade foi praticamente total em todos os dias, com precipitação nos dias 5 (30,6mm), 6 (0,3mm), 8 (13,6mm), 9 (27,6mm), 10 (12,5mm). A direção predominante do vento foi do quadrante este, com baixa velocidade. A umidade relativa do ar esteve acima de 80% em todos os dias, em decorrência das precipitações que ocorreram principalmente no período da tarde. A temperatura registrou pequena queda no dia 7 e a temperatura mínima oscilou entre 19,2°C no dia 8, sob atuação da frente fria e subiu gradativamente, atingindo 21,7°C no dia 10.

No dia 10, o terceiro sistema atingiu o extremo sul do país e em Presidente Prudente, a tropical Atlântica atuou provocando aumento da pressão atmosférica, queda na umidade relativa e aumento na temperatura.

Este sistema teve deslocamento tanto pelo interior, quanto pelo litoral do Rio Grande do Sul. No dia 11, ao deslocar-se para o oceano, a frente fria interagiu com o segundo sistema frontal que se encontrava no litoral de São Paulo. Ambos os sistemas permaneceram semi-estacionários até o dia 14, no litoral do Estado de São Paulo. Em Presidente Prudente uma zona de instabilidade ou frente polar reflexa, que separa o ar polar modificado e o ar tropical marítimo, provocou aumento na temperatura e na pressão atmosférica e diminuição da umidade relativa. A falta de abastecimento do ar frio fez com que a frente polar Atlântica entrasse em frontólise.

No dia 13 e 14 o sistema polar atuou na região provocando precipitação, sendo registrado 3mm no dia 13 e 22mm no dia 14. Este fato ocasionou diminuição na pressão atmosférica e temperatura e aumento na umidade relativa. No verão, a massa polar além do enfraquecimento do abastecimento, atravessa o continente em processo de aquecimento mais intenso, fazendo com que suas propriedades sejam diferentes

daquelas observadas no inverno, por isso as oscilações da temperatura foram pequenas durante todo o mês.

No dia 15 chegou à região uma frente fria que saiu do Rio Grande do Sul no dia 14. Esta frente interagiu com o terceiro sistema frontal no litoral da Região Sudeste e ficou estacionário até o dia 18 no litoral paulista. Este sistema resultou em precipitação nos dias 15 (0,5mm), 16 (15mm), 17 (31,6mm), 18 (2,3mm). Do dia 17 ao dia 21, a cidade ficou sob atuação da massa tropical Atlântica, que provocou aumento gradativo da temperatura e diminuição da umidade relativa. Os ventos continuaram fracos, com direção variando entre nordeste no dia 17, este no dia 18, sudoeste no dia 19, este no dia 20 e sudeste no dia 21. A nebulosidade diminuiu gradativamente, apresentando-se ausente nos dias 20 e 21.

O sexto sistema frontal do mês atuou no dia 25, no Rio Grande do Sul. Deslocou-se tanto pelo interior como pelo litoral deste Estado. A partir do dia 27, deslocou-se pelo litoral da Região Sudeste, provocando em Presidente Prudente uma zona de instabilidade (frente polar reflexa) no dia 26 e uma frente quente no dia 27, desviando-se no dia 29 para o oceano.

Este sistema não trouxe precipitação na cidade, sendo de norte a direção do vento no dia 27, com aumento da nebulosidade em relação aos dias anteriores. A pressão atmosférica apresentou pequena diminuição e a umidade relativa aumentou muito pouco, passando de 76% no dia 26 para 84% no dia 27.

Entre os dias 28 e 31, a cidade ficou sob atuação da tropical Atlântica, que resultou em elevação da pressão atmosférica e da umidade relativa. A temperatura apresentou pequenas oscilações, principalmente nos dias 30 e 31, quando foi registrada pequena quantidade de precipitação (0,4mm no dia 30 e 2,6mm no dia 31). Essas precipitações foram oriundas das perturbações pré-frontais produzidas na massa tropical Atlântica que estava atuando na cidade.

No sul do país, no dia 28, atuou sobre o continente (Paraná) uma frente quente, estando outra fria sobre o oceano. Este último sistema, o sétimo do mês, deslocou-se pelo litoral da Região Sudeste, enfraquecendo-se no dia 31 no litoral paulista, sem atingir Presidente Prudente diretamente.

No último dia do mês, o oitavo sistema frontal encontrava-se fraco, na altura do litoral do Rio Grande-RS.

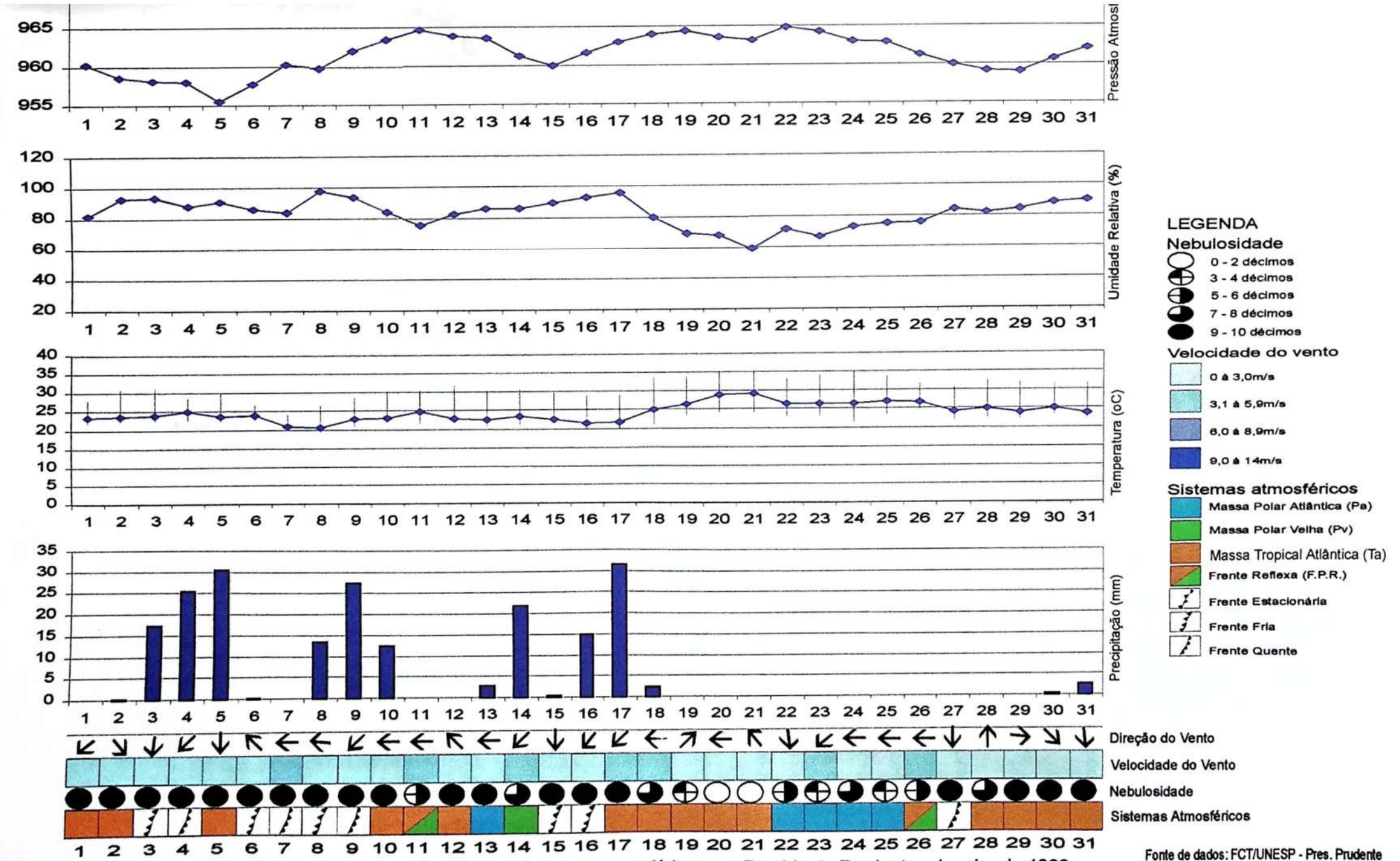


FIGURA 53 - Variação dos elementos climáticos e sistemas atmosféricos em Presidente Prudente - Janeiro de 1999

Fonte de dados: FCT/UNESP - Pres. Prudente
Org: Margarete C. de C. T. Amorim

8 ANÁLISE ESPACIAL DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA EM PRESIDENTE PRUDENTE NO MÊS DE JULHO DE 1998

8.1 Variação da temperatura e umidade relativa às 7h00

Às 7h00, no início do aquecimento diurno, foram constatadas algumas anomalias térmicas e de umidade relativa do ar, que podem ser analisadas sob dois ângulos.

O primeiro refere-se à amplitude intra-urbana e o segundo ao padrão de distribuição da temperatura e umidade relativa.

Com relação à amplitude térmica e de umidade relativa do ar, foram observadas as maiores diferenças, nos dias em que as condições sinóticas permitiram baixas velocidades do vento, registradas na Estação Meteorológica da FCT/UNESP e do Aeroporto. Essas velocidades variaram entre a calmaria e 5m/s no ponto da FCT, que está inserido na malha urbana, sendo, portanto, usado como parâmetro de análise. No Aeroporto, as velocidades do vento foram maiores do que na FCT, devido às suas características rurais, que facilitam a circulação do ar, em conseqüência da ausência de obstáculos.

Os dias com as maiores amplitudes térmicas intra-urbana foram: 02/07 (3°C), 04/07 (2,5°C), 06/07 (4°C), 08/07 (2,9°C), 09/07 (2,2°C), 10/08 (2,8°C), 11/07 (2°C), 15/07 (3°C), 17/07 (4,6°C), 18/07 (2,1°C), 20/07 (2,2°C), 21/07 (2,2°C), 22/07 (4,2°C), 23/07 (2,2°C), 26/07 (3,2°C), 27/07 (4,2°C), 28/07 (4°C), 29/07 (6,2°C).

As maiores amplitudes da umidade relativa do ar ocorreram nos dias: 02/07 (18%), 04/07 (21%), 05/07 (14%), 06/07 (14%), 08/07 (25%), 09/07 (12%), 10/08 (38%), 11/07 (16%), 13/07 (14%), 14/07 (14%), 15/07 (12%), 17/07 (28%), 18/07 (24%), 20/07 (16%), 21/07 (10%), 22/07 (19%), 23/07 (18%), 26/07 (36%), 27/07 (40%), 28/07 (31%), 29/07 (34%).

A Tabela 10 mostra as amplitudes térmicas e de umidade relativa de acordo com a velocidade do vento, e, como se pode observar, as maiores amplitudes térmicas ocorreram nos dias de menor velocidade do vento no ponto da FCT.

Os dias de menor velocidade do vento no Aeroporto do que na FCT, 28% dos dias pesquisados, coincidiram com os dias de menores amplitudes térmicas e de umidade relativa intra-urbana, sendo, portanto, velocidades maiores que 5m/s na FCT.

A maior amplitude térmica deste horário (6,2°C) foi observada no dia 29/07, único dia com calmaria tanto na FCT como no Aeroporto. A maior amplitude da umidade relativa ocorreu no dia 27/07, com 40% e velocidade do vento de 0,5m/s.

Tabela 10 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 7h00

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	4,5	7,2	1,8	7
2	2,0	3,1	3,0	18
3	4,8	4,6	1,3	8
4	4,8	4,1	2,5	21
5	8,2	6,2	1,7	14
6	2,0	3,1	4,0	14
7	2,2	3,1	3,4	20
8	1,0	2,6	2,9	25
9	2,0	2,6	2,2	12
10	5,5	5,1	2,8	38
11	4,6	6,2	2,0	16
13	12,2	5,1	1,6	14
14	5,5	5,1	1,4	14
15	2,5	3,1	3,0	12
16	3,5	4,1	1,8	17
17	2,0	2,6	4,6	28
18	3,2	5,1	2,1	24
19	2,5	5,1	1,6	5
20	3,0	4,1	2,2	16
21	4,0	6,2	2,2	10
22	2,0	3,1	4,2	19
23	4,0	6,2	2,2	18
24	6,0	5,1	1,2	9
25	3,0	4,1	1,7	10
26	1,0	3,1	3,2	36
27	0,5	2,6	4,2	40
28	0,5	3,1	4,0	31
29	0,0	0,0	6,2	34
30	6,5	8,2	1,1	14

Os padrões de distribuição da temperatura e umidade relativa intra-urbana nos dias com maiores amplitudes térmicas tiveram dois tipos de comportamento.

O primeiro composto pelos dias 02/07, 06/07, 07/07, 08/07, 17/07, 18/07, 21/07, 22/07, 26/07, 27/07, 28/07 e 29/07. Conforme se observa nas cartas de isotermas, esses apresentaram o Jd. Balneário como o das temperaturas mais baixas deste horário. Este ponto localiza-se em fundo de vale, a 395m de altitude, encaixado por vertentes suaves voltadas para este e oeste, com construções esparsas, praticamente sem vegetação arbórea e com gramado em vários terrenos não construídos, incluídas as margens do pequeno córrego presente neste fundo de vale. Ficou nitidamente configurado um bolsão de ar frio sobre o fundo de vale, pois, neste ponto, que tem a este a malha urbana e a oeste e a norte, principalmente, a zona rural muito próxima, em todos estes dias, foi observada ausência de vento neste ponto, guardando assim as características que provavelmente estiveram presentes durante a noite.

Como já amplamente comprovado na literatura climatológica, durante a noite ocorre a descida do ar frio para os fundos de vale e como observado nesta pesquisa, ao amanhecer, em situação de calmaria, este ar frio fica acumulado por mais tempo, havendo o que pode ser chamado de inversões de fundo de vale. Este ar acumulado junto à superfície, favorece a concentração de poluentes atmosféricos, pois interrompem as correntes ascendentes que são responsáveis pela dispersão dos mesmos.

Este processo é típico de inverno e em escalas maiores, contribuem para o agravamento da poluição urbana.

Este mesmo processo esteve presente, mas com intensidade muito menor, porque estão inseridos em área densamente construída, capazes de armazenar mais calor durante a noite, no Jd. S. Paula, com 390m de altitude e vertente voltada para sudeste e, menos ainda, no Pq. do Povo, com 423m de altitude, que além das construções, conta com a arborização nas ruas e fundos de quintais.

Nesses dias, as ilhas de calor estiveram presentes, principalmente nas áreas densamente construídas como o Centro, o Jd. Aviação, o Jd. S. Helena e o Jd. Planalto, todos praticamente sem terrenos vazios e com todas as ruas pavimentadas.

O Jd. N. Bongiovani com construções esparsas e sem vegetação arbórea, praticamente na zona rural, e o Aeroporto, tipicamente rural, ficaram com as temperaturas intermediárias, pois não possuem construções suficientes para armazenar calor durante a noite, além de terem altitudes altas (respectivamente 474m e 450m).

As cartas de isoígras mostram que a umidade relativa esteve inversamente proporcional à temperatura, e que, de maneira geral, é maior a umidade relativa nos pontos de menor temperatura e menor nos de maior temperatura.

Assim os pontos com maior umidade foram o Balneário, o Jd. S. Paula, o Pq. do Povo, seguido pelo Aeroporto, pelo Jd. N. Bongiovani e pelo Conj. Hab. Ana Jacinta. Os últimos três pontos citados, estiveram dentre os de maior umidade relativa, embora não muito elevada como os primeiros, devido às características da superfície, ou seja, a presença da zona rural ou muito próxima a ela, com vegetação arbórea esparsa e extensas áreas com pastagem, fizeram a umidade aumentar, embora a temperatura tenha-se mostrado relativamente mais alta. No caso do Pq. do Povo, a temperatura não foi muito baixa, mas a umidade foi elevada, graças à extensa área com presença de vegetação rasteira e arbórea, que aumentou a umidade relativa do ar.

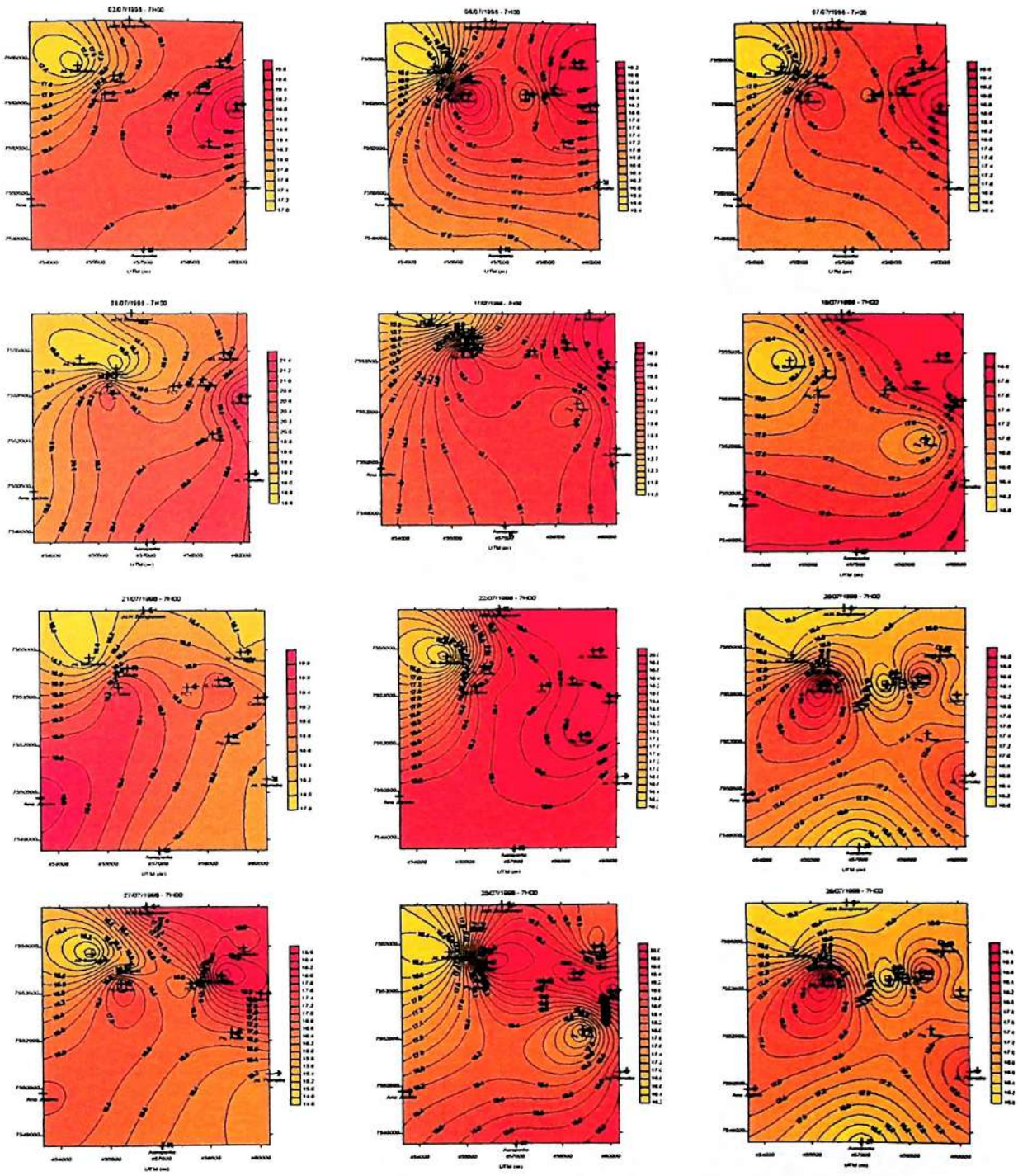


FIGURA 54 – Cartas de isotermas - 7h00 - primeiro padrão de comportamento nos dias com maior amplitude térmica intra-urbana

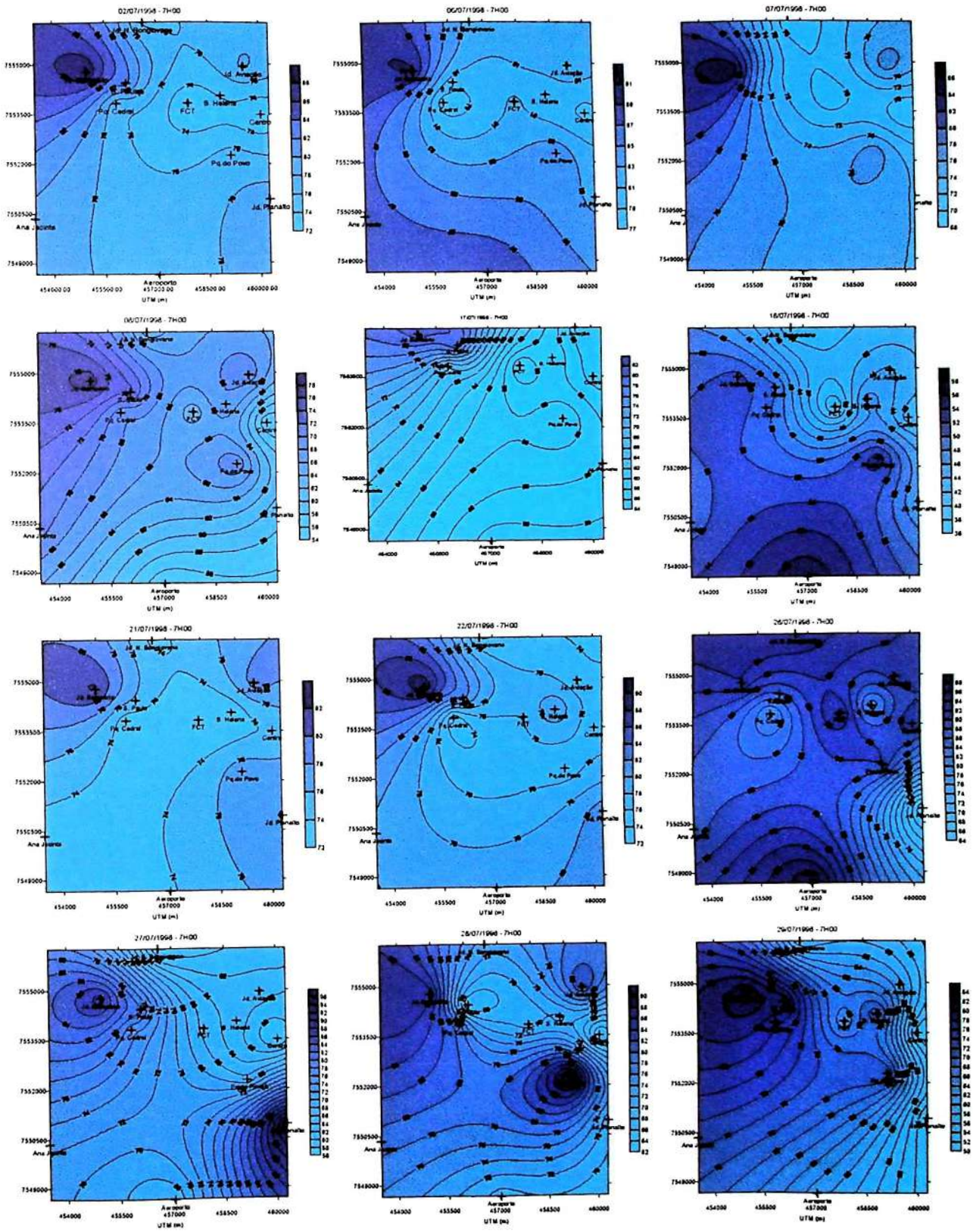


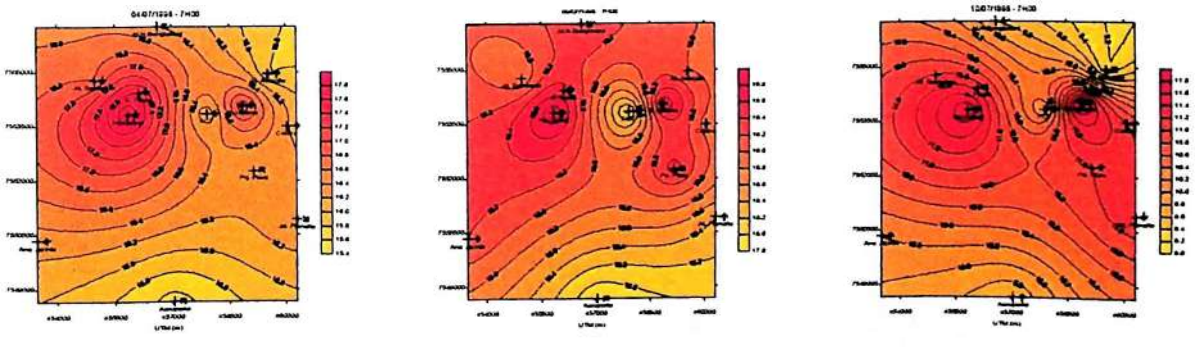
FIGURA 55 – Cartas de isoígras - 7h00 - primeiro padrão de comportamento nos dias com maior amplitude térmica intra-urbana

O segundo tipo de comportamento para a distribuição da temperatura e umidade relativa nos dias de maior amplitude e baixa velocidade do vento foram compostos pelos dias 04/07, 09/07, 10/07, 11/07, 15/07 e 20/07.

Nesses dias, os dois pontos em que as ilhas de calor foram freqüentes foram o Jd. S. Helena e o Pq. Cedral. Do ponto de vista da densidade de construções, o primeiro é densamente construído e com vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais e o segundo tem construções, gramado e vegetação arbórea esparsa e, apesar dessas diferenças, foram os mais quentes. A explicação para este fato é a exposição das vertentes, pois ambos estão voltados para o norte e no inverno, pela posição astronômica da Terra, o hemisfério sul recebe a incidência dos raios solares de maneira inclinada e as vertentes voltadas para o norte são favorecidas, por receberem os raios solares de maneira mais intensa, guardando temperaturas mais elevadas.

Os pontos com altas altitudes e poucas construções como o Aeroporto, o Jd. Novo Bongiovani e o FCT, tiveram as temperaturas mais baixas, configurando várias ilhas de frescor na cidade. Cabe salientar que o comportamento apresentado pelo Jd. Aviação que, nos dias de temperaturas mais altas neste horário, esteve entre os mais quentes e, nos dias com temperaturas mais baixas, entre os mais frios. Este fato é explicado pela posição que ocupa no contexto da malha urbana, pois sua vertente voltada para o sul, no início da manhã, não recebe a incidência direta dos raios solares, como ocorre, por exemplo, no Pq. Cedral e no Jd. S. Helena, que estão voltados para o norte, facilitando a incidência dos raios solares na superfície.

As cartas de isotermas permitem a visualização dessas características.



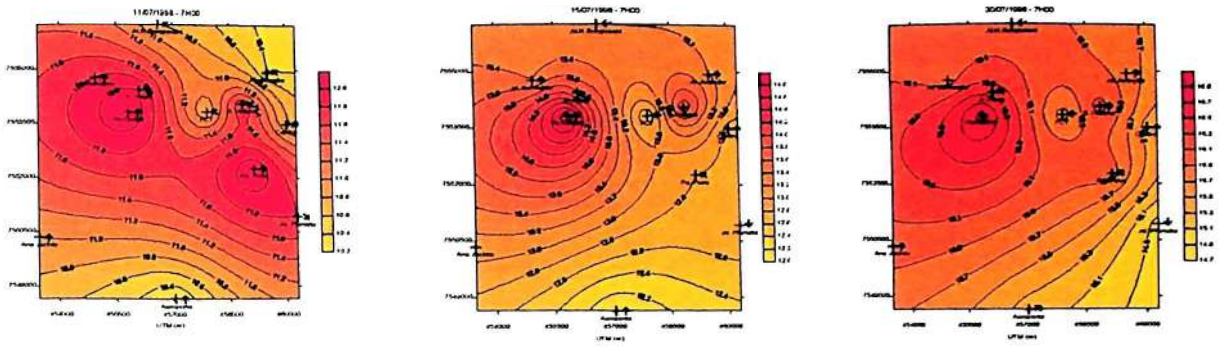


FIGURA 56 – Cartas de isotermas - 7h00 - segundo padrão de comportamento nos dias de maior amplitude térmica intra-urbana

A umidade relativa foi mais baixa nos pontos com maiores temperaturas. Assim, ilhas secas estiveram presentes principalmente no Pq. Cedral, no Jd. S. Helena e no Pq. do Povo, e as ilhas úmidas no Aeroporto, na FCT e, em menores proporções, no Jd. N. Bongiovani. Cabe destacar que o Jd. Aviação, embora densamente construído, possui quantidade de vegetação significativa nas ruas e fundos de quintais, explicando a maior umidade neste ponto do que no Jd. N. Bongiovani, que é bairro novo e praticamente sem vegetação arbórea.

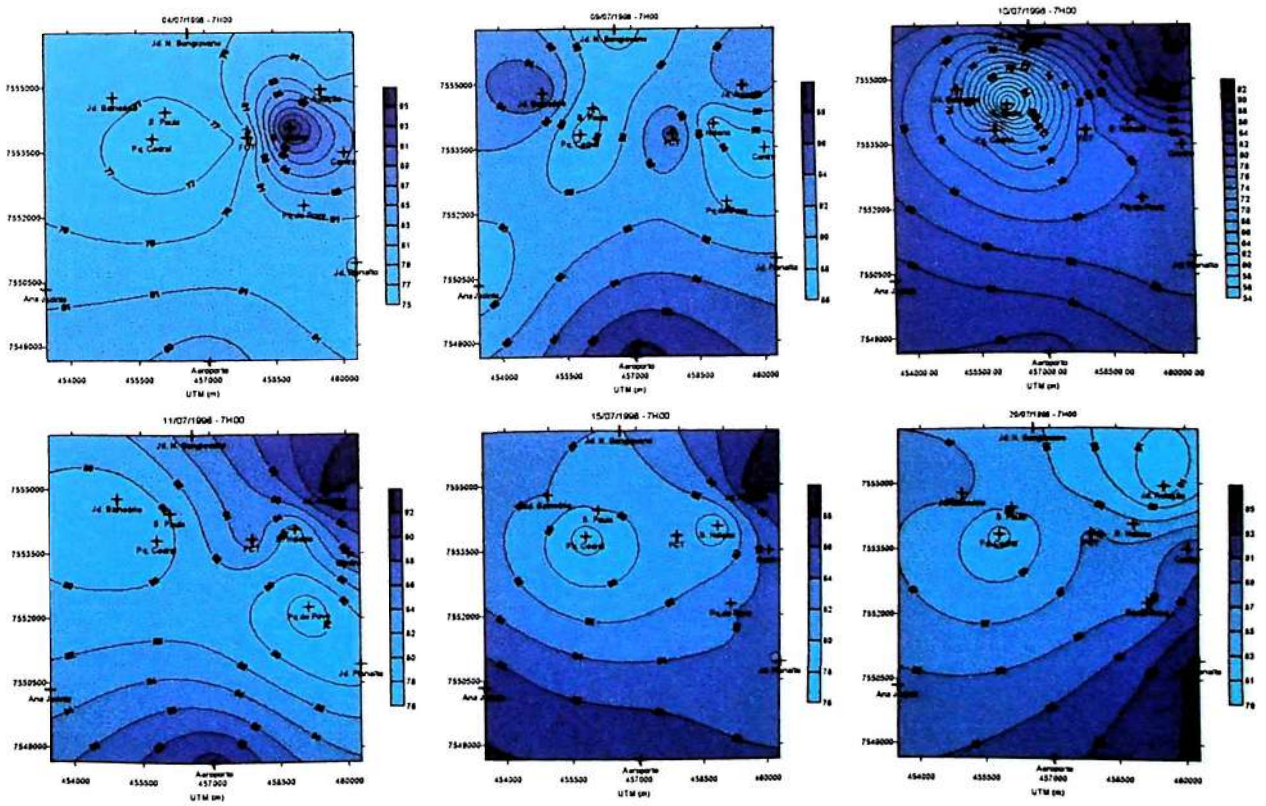
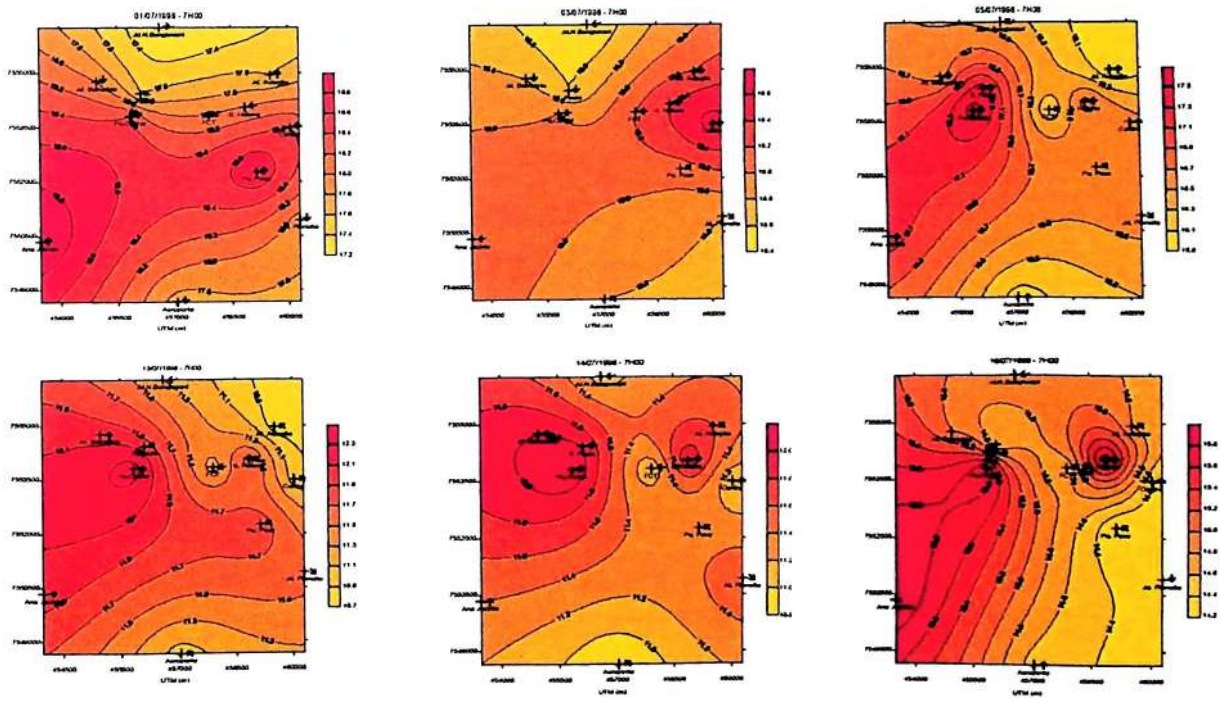


FIGURA 57 – Cartas de isoígras- 7h00 - segundo padrão de comportamento nos dias de maior amplitude térmica intra-urbana

Assim, nos dias com amplitudes mais altas, os padrões de distribuição da temperatura e umidade relativa variaram de acordo com as condições sinóticas, que ora deixaram as temperaturas mais altas, formando ilhas de frescor nos fundos de vale e ilhas de calor nos pontos mais densamente construídos, ora deixaram as temperaturas mais baixas, formando ilhas de calor nas vertentes voltadas para o norte e ilhas de frescor nos pontos de altitudes mais altas e vertentes voltadas para o sul.

Os dias com menor amplitude térmica intra-urbana foram: 01/07 (1,8ºC), 03/07 (1,3ºC), 05/07 (1,7ºC), 13/07 (1,6ºC), 14/07 (1,4ºC), 16/07 (1,8ºC), 19/07 (1,6°C), 24/07 (1,2ºC), 25/07 (1,7ºC), 30/07 (1,1ºC).

Na maioria desses dias a velocidade do vento esteve acima de 5,5m/s, como se observa na Tabela 10. O padrão de distribuição da temperatura apresentou as seguintes características. O Jd. Balneário, o Jd. Santa Paula e o Pq. do Povo, que nas calmarias e baixas velocidades do vento foram os mais frios, com ventos mais fortes, passaram a estar entre os mais quentes. As direções predominantes nestes pontos, sob essas condições de velocidade, variaram entre sul, sudeste, este, nordeste e norte, que trouxeram para esses pontos o calor armazenado nas edificações das proximidades.



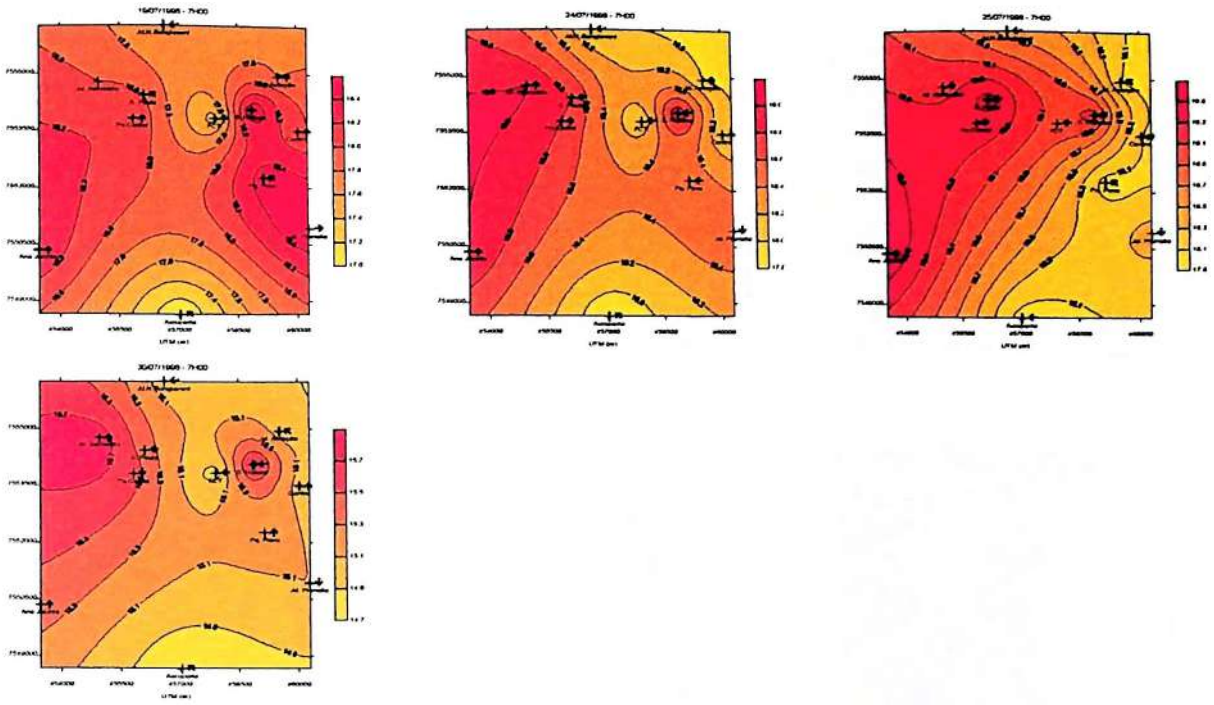


FIGURA 58 – Cartas de isotermas - 7h00 - dias com menor amplitude térmica intra urbana

Ilhas de calor também foram observadas no Conj. Hab. Ana Jacinta, no Jd. S. Helena e no Pq. Cedral, que também são pontos de baixas altitudes.

Os pontos de altitudes mais elevadas como o Jd. Novo Bongiovani, o Aeroporto, o Aviação, a FCT e o Centro, tiveram temperaturas mais baixas, independentemente do tipo de uso e ocupação do solo.

Cabe destacar que no Centro os dois dias que tiveram ventos de norte e nordeste, as temperaturas estiveram entre as mais altas do que nos dias em que predominaram ventos sul. Este fato deve-se à densidade das edificações, que embora nas proximidades esta seja grande, ao norte e nordeste do ponto é onde está a maioria dos edifícios acima de quatro pavimentos.

As menores amplitudes da umidade relativa ocorreram nos dias: 01/07 (7,3%), 03/07 (8,4%), 19/07 (5,1%), 24/07 (9%), 25/07 (10,2%). Como se pode observar nas cartas de isoígras, os dias 05/07 (13,8%), 13/07 (13,9%), 14/07(13,9%), 16/07 (17,1%), 30/07 (13,5%), apesar de terem amplitudes térmicas menores, tiveram a amplitude da umidade relativa relativamente alta. Os pontos mais úmidos estiveram presentes, na maioria desse dias, nas altitudes elevadas diminuindo nas baixas altitudes.

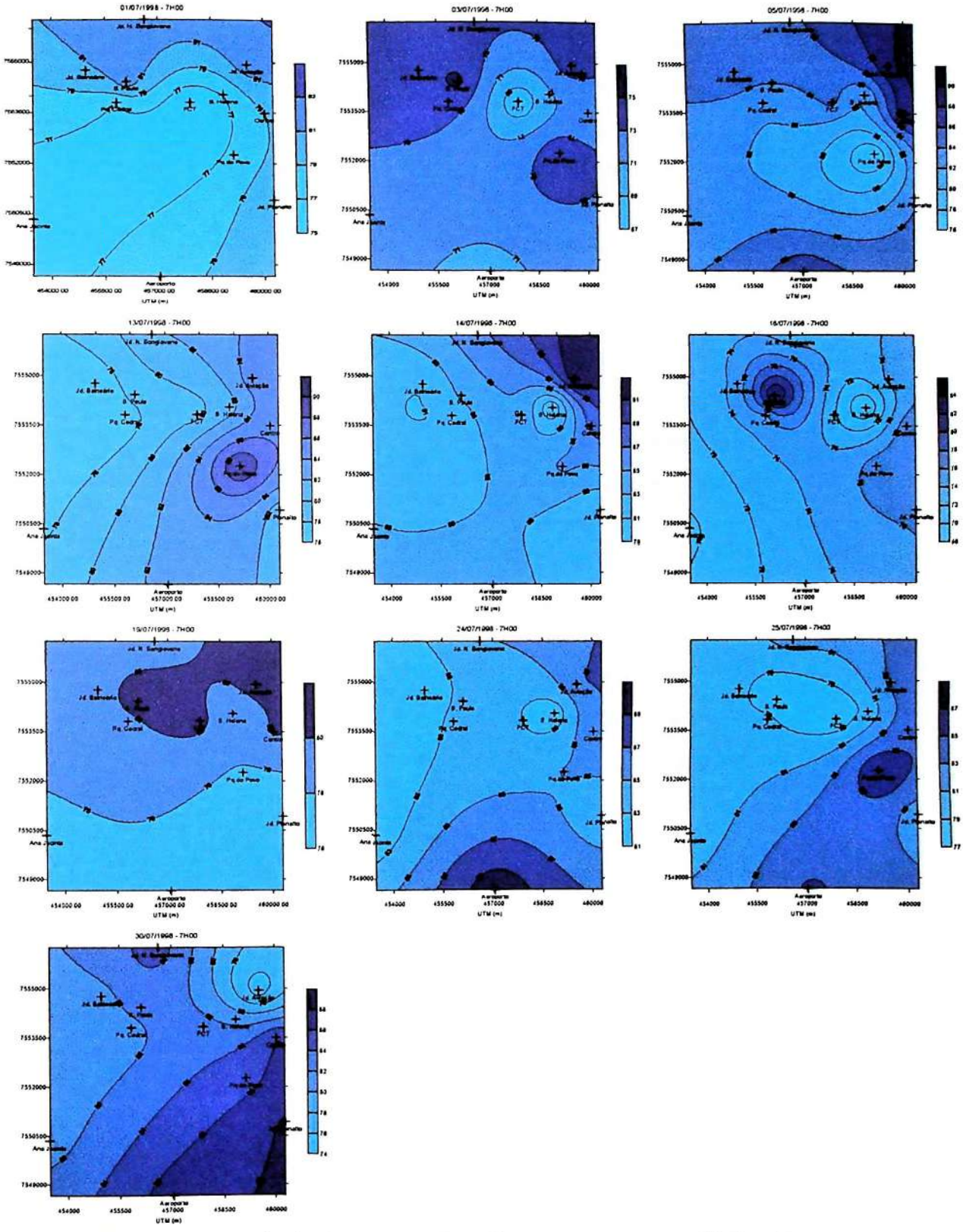


FIGURA 59 – Cartas de isoígras - 7h00 - dias com menor amplitude térmica intra-urbana

8.2 Variação da temperatura e umidade relativa às 8h00

Às 8h00 o número de dias com amplitude térmica maior que 2ºC diminuiu de 19 dias para 10 dias em relação às 7h00, como mostra a Tabela 11.

Os dias com as maiores amplitudes térmicas intra-urbana neste horário foram: 06/07 (2,1ºC), 15/07 (2,3 ºC), 16/07 (2,0 ºC), 17/07 (3,8 ºC), 18/07 (2,2 ºC), 22/07 (4,6ºC), 26/07 (3,4ºC), 27/07 (3,2ºC), 28/07 (2ºC), 29/07 (3,6ºC).

A velocidade do vento na FCT variou entre a calmaria e 4m/s na grande maioria dos dias, apresentando 6m/s no dia 28/07.

Esta diminuição do número de dias com amplitude térmica acima de 2ºC ocorreu à medida que aumentou a velocidade do vento e vice-versa.

No que se refere à umidade relativa do ar, as amplitudes também foram maiores nos mesmos dias em que a temperatura foi maior: 6/07 (12,2%), 15/07 (11%), 16/07 (10,7%), 17/07 (29,1%), 18/07 (20,7%), 22/07 (18,9%), 26/07 (33,3%), 27/07 (37,7%), 28/07 (15,1%), 29/07 (23,1%). Dois dias que não tiveram amplitudes acima de 2ºC apresentaram umidades relativas mais elevadas. Foram eles: 02/07 (16,6%) e 10/07 (37%).

Tabela 11 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 8h00.

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	6,2	6,2	1,2	5
2	2,0	0,0	1,6	17
3	5,0	6,2	1,6	10
4	8,8	6,2	1,6	9
5	8,9	5,1	1,4	7
6	4,1	2,1	2,1	12
7	2,0	5,1	1,6	11
8	1,0	3,1	1,8	18
9	3,5	3,1	1,5	10
10	4,5	4,1	1,8	37
11	6,3	7,2	1,7	10
13	10,4	8,2	1,4	6
14	6,0	6,2	1,7	8
15	3,4	3,1	2,3	11
16	3,0	4,1	2,0	11
17	2,0	3,1	3,8	29
18	3,4	5,1	2,2	21
19	8,8	6,2	1,0	6
20	3,8	4,1	1,3	8
21	4,8	6,2	1,0	7
22	1,0	2,1	4,6	19
23	5,0	5,1	1,4	8
24	4,8	5,1	1,2	9
25	7,2	5,1	1,5	10
26	3,0	0,0	3,4	33
27	0,0	3,1	3,2	38
28	6,0	5,1	2,0	15
29	0,0	1,0	3,6	23
30	7,5	8,2	1,6	9

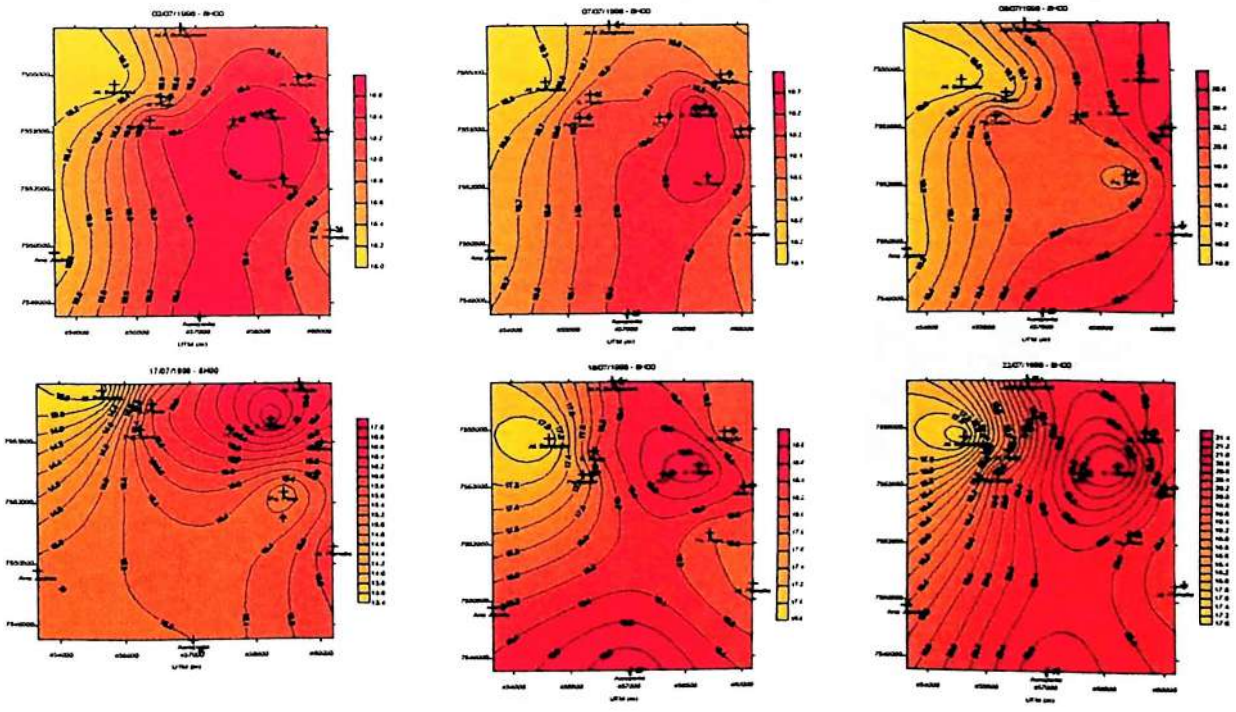
Às 8h00 a velocidade do vento apresentou-se maior em relação às 7h00, em 18 dias, e em apenas 11 mostrou-se igual ou menor, explicando assim, a diminuição da amplitude térmica intra-urbana.

O padrão de distribuição da temperatura na cidade apresentou dois tipos de comportamento bem definidos.

O primeiro padrão, já observado às 7h00, nos dias 02/07, 06/07, 07/07, 08/07, 17/07, 18/07, 21/07, 22/07, 26/07, 27/07, 28/07, 29/07, que configurou um bolsão de ar frio nos fundos de vale, principalmente no Jd. Balneário (construções esparsas e próximas à zona rural), permaneceu nos dias 02/07, 07/07, 08/07, 17/07, 18/07, 22/07, 27/07, 29/07. Cabe ressaltar que este fenômeno diminuiu no Jd. S. Paula e praticamente desapareceu no Pq. do Povo, devido às construções ao intenso fluxo de veículos e pessoas neste horário. No Jd. Balneário, nesses dias, permaneceu a situação de calmaria do período das 7h00.

Com relação às ilhas de calor, estas permaneceram praticamente as mesmas no período das 7h00. O Centro, o Aviação, o Jd. S. Helena e o Jd. Planalto tiveram as temperaturas mais altas, fato que ocorreu também com o Pq. do Povo em dias de calmaria, intensificado com o fluxo de veículos.

As cartas de isotermas permitem a visualização desses fatos.



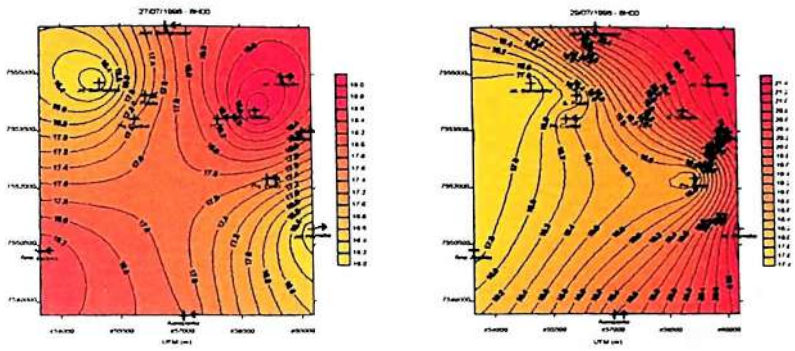
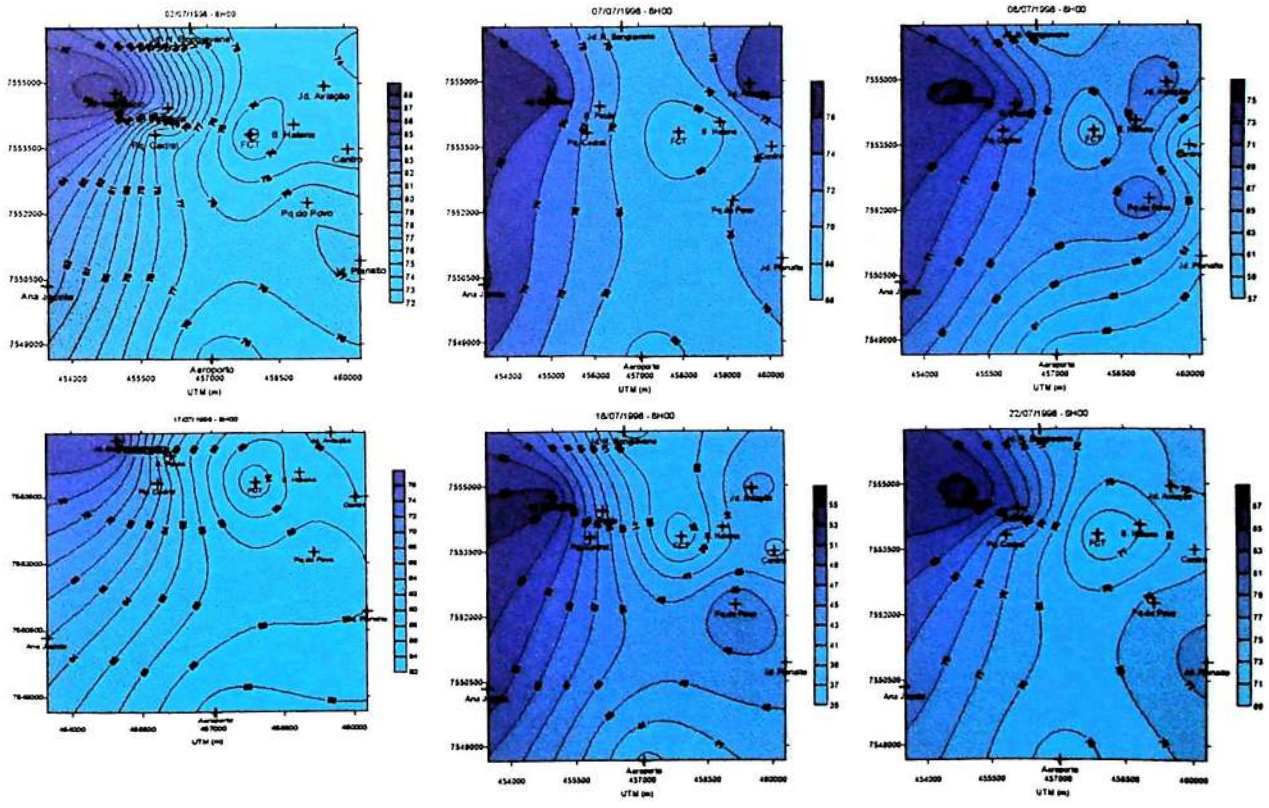


FIGURA 60 – Cartas de isotermas - 8h00 - primeiro padrão de comportamento nos dias com maior amplitude térmica intra-urbana

A umidade relativa seguiu o mesmo padrão de distribuição da temperatura, ou seja, os pontos com temperaturas mais baixas foram os mais úmidos e os com temperaturas mais altas foram os mais secos, conforme se observa nas cartas de isoígras.



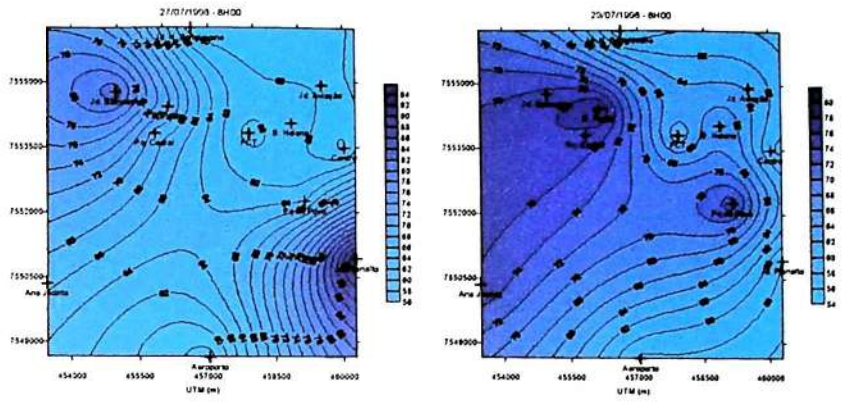
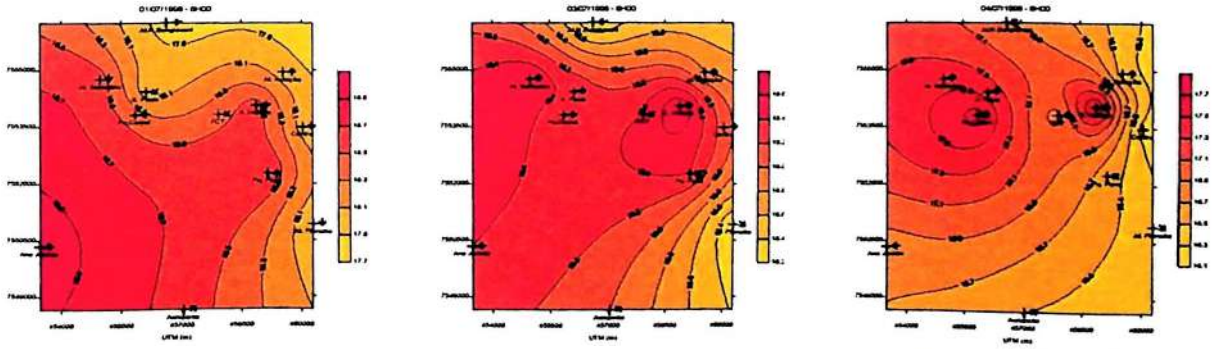


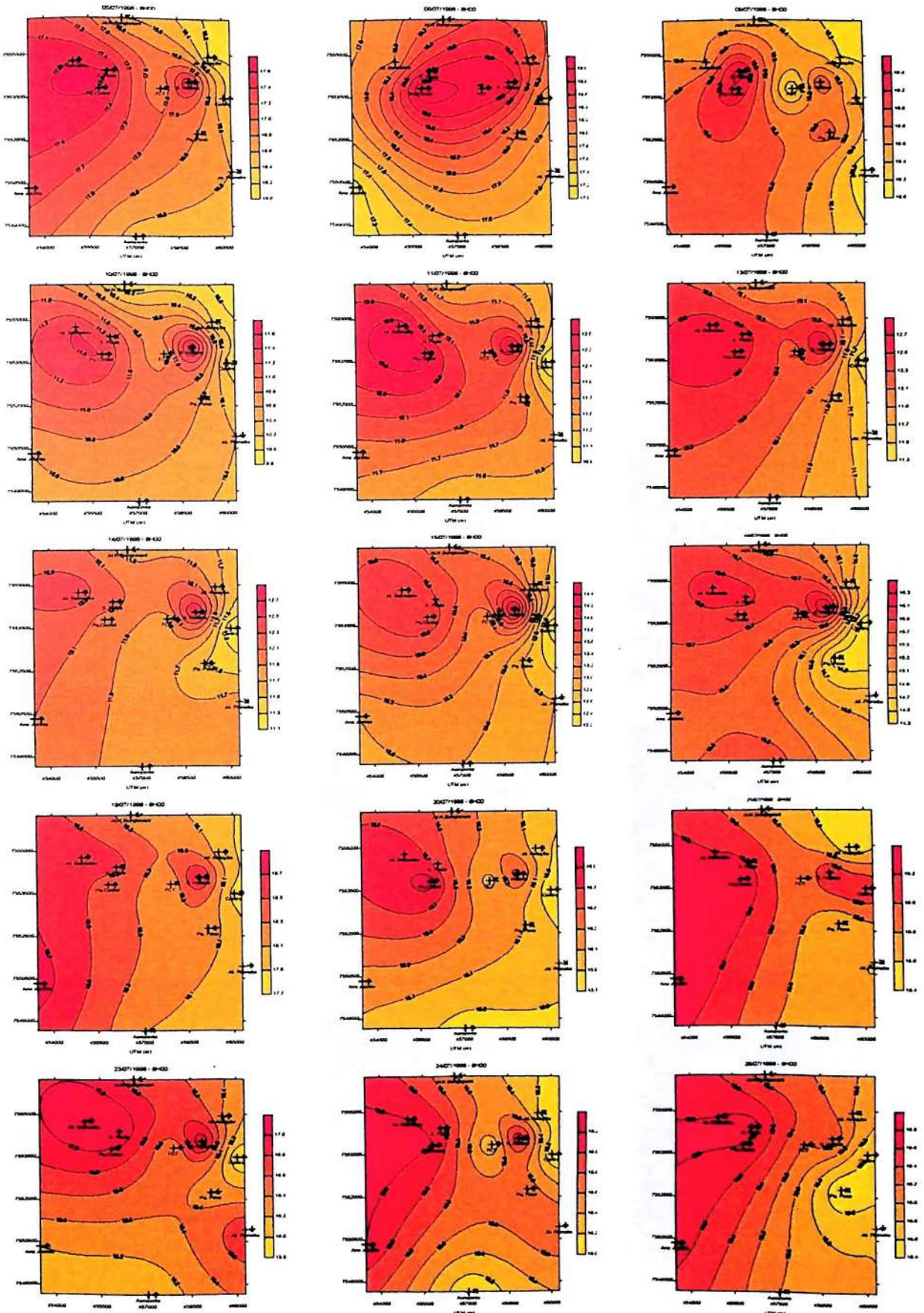
FIGURA 61 – Cartas de isoígras - 8h00 - primeiro padrão de comportamento

O segundo padrão que ocorreu na grande maioria dos dias (01/07, 03/07, 04/07, 05/07, 06/07, 09/07, 10/07, 11/07, 13/07, 14/07, 15/07, 16/07, 19/07, 20/07, 21/07, 23/07, 24/07, 25/07, 26/07, 28/07, 30/07), neste horário, apresentou ilhas de calor nos pontos com baixas altitudes. Foram eles: Jd. Balneário (395m), Jd. S. Helena (413m), Pq. Cedral (405m), Jd. S. Paula (390m), e Conj. Hab. Ana Jacinta (410m). As ilhas de frescor foram observadas no espigão que passa pela cidade através dos pontos do Centro (476m), Jd. Planalto (490m), Aviação (455m), Jd. N. Bongiovani (474m), Aeroporto (450m) e na FCT (435m).

O ponto do Pq. do Povo (423m), embora tenha altitude baixa, em vários dias teve temperaturas ainda mais baixas. A vegetação presente nas ruas e fundos de quintais do entorno e do próprio fundo de vale foi a grande responsável por essa diferença.

As cartas de isotermas permitem a visualização deste padrão de distribuição da temperatura.





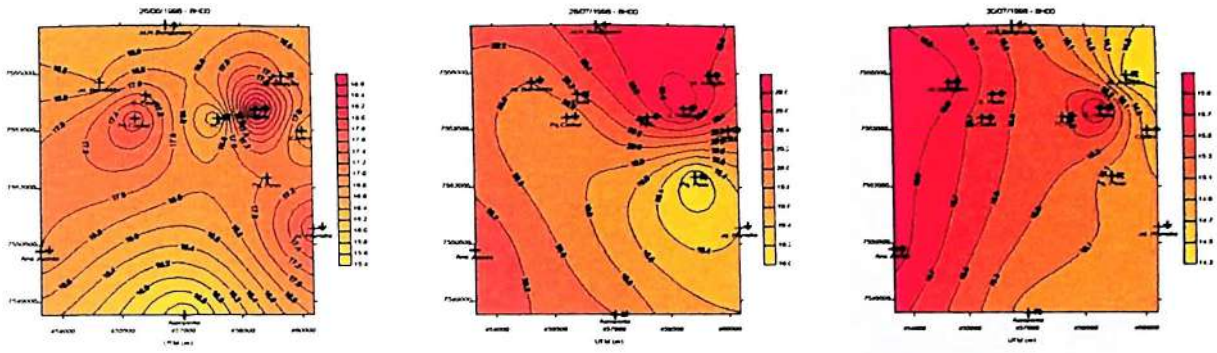
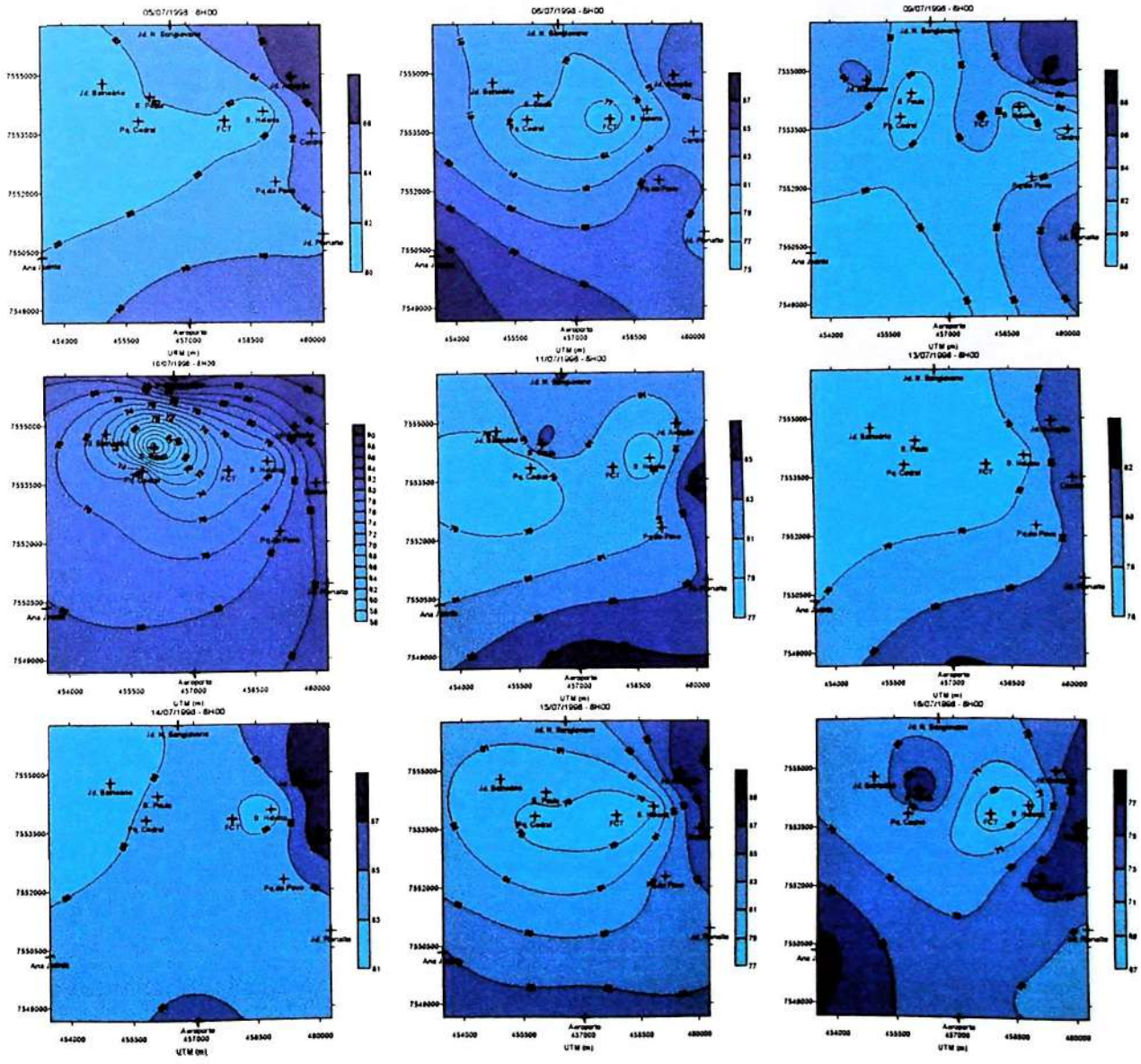


FIGURA 62 – Cartas de isotermas - 8h00 - segundo padrão de comportamento

A umidade relativa mostrou-se maior nos pontos com temperaturas mais baixas e menor nos pontos com temperaturas mais altas, configurando ilhas secas e úmidas, conforme se verifica nas cartas de isoígras.



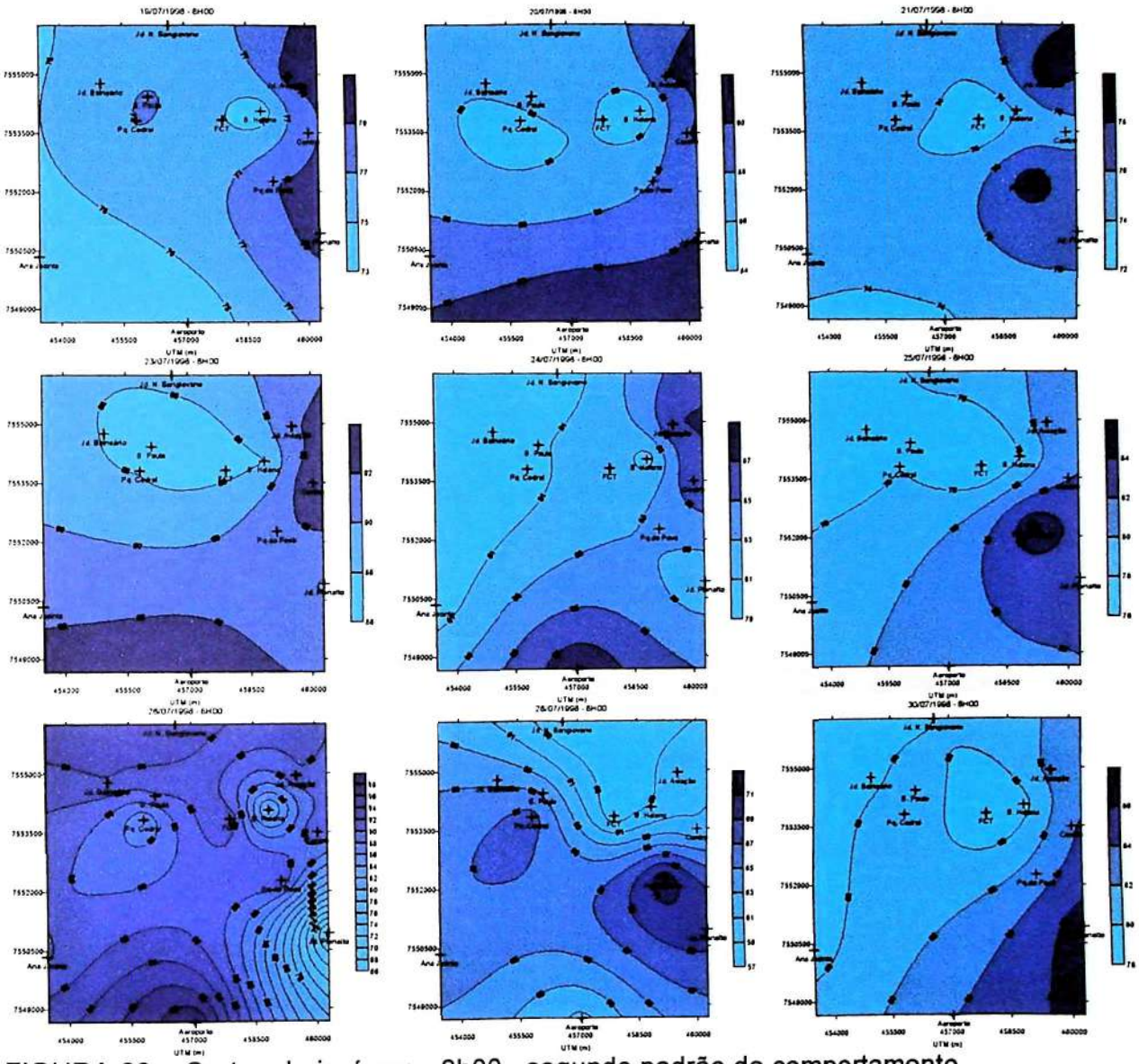


FIGURA 63 – Cartas de isoígras - 8h00 - segundo padrão de comportamento

Esses dois padrões de comportamento apresentados: o primeiro com bolsão de ar frio nos fundos de vale, nos dias com temperaturas mais altas, principalmente no Jd. Balneário, sob condições de calmaria e Ilhas de calor nos pontos mais altos ou mais densamente construídos e o segundo com ilhas de frescor no espigão e ilhas de calor nos pontos de altitudes mais baixas, estão diretamente relacionados às respostas que a superfície dá, dependendo das condições sinóticas que permitem maior ou menor velocidade do vento.

O primeiro padrão se repetiu quando a velocidade foi baixa às 7h00 e continuou igual ou menor às 8h00. O segundo padrão ocorreu quando a velocidade foi muito baixa ou quando aumentou das 7h00 para as 8h00, conforme se observa na Tabela 12.

Tabela 12 - Dias com maior amplitude térmica às 7h00 em relação às 8h00

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO - 7H00 NA FCT	VELOCIDADE DO VENTO - 8H00 NA FCT
2	2,0	2,0
4	4,8	8,8
6	2,0	4,1
7	2,2	2,0
8	1,0	1,0
9	2,0	3,5
10	5,5	4,5
11	4,6	6,3
15	2,5	3,4
17	2,0	2,0
18	3,2	3,4
20	3,0	3,8
21	4,0	4,8
22	2,0	1,0
23	4,0	5,0
26	1,0	3,0
27	0,5	0,0
28	0,5	6,0
29	0,0	0,0

Legenda: Mesmo padrão de distribuição da temperatura
Mudança no padrão de distribuição da temperatura

Assim, três pontos podem ser destacados dessa análise e melhor visualizados na tabela 12 e cartas de isotermas:

1- Nos dias com maiores velocidades do vento às 7h00, portanto, com menores amplitudes térmicas intra-urbana, foram configuradas ilhas de calor de pequena intensidade nos pontos com altitudes mais baixas (entre 1ºC e 2ºC), e o Conj. Hab. Ana Jacinta densamente construído e praticamente sem vegetação arbórea liderou os maiores aquecimentos quando a direção predominante do vento foi de sul, trazendo o calor armazenado nas edificações. Os dias em que os ventos sopraram de este e oeste foram os de temperaturas mais altas, mas não lideraram os maiores aquecimentos, devido à presença do ar rural próximo vindo de este e oeste. Ilhas de calor formaram-se também nos pontos de altitudes elevadas densamente construídas e com pouca vegetação arbórea (Centro e Jd. Planalto). O Jardim Aviação, com altitude elevada, densamente construído e arborizado, teve temperaturas ligeiramente mais baixa que o Centro e o Jd. Planalto. Nos pontos de altitudes elevadas tipicamente rurais (Aeroporto) ou com baixa densidade de construção (Jd. N. Bongiovani), formaram-se ilhas de frescor.

2- Os dias com maiores amplitudes térmicas intra-urbana, portanto com baixa velocidade do vento às 7h00, foram observadas amplitudes térmicas intra-urbanas

de magnitude considerável, entre 2,1°C e 6,2°C. O padrão de distribuição da temperatura obedeceu a duas variantes: os dias com temperaturas mais altas e os dias com temperaturas mais baixas. Nos dias com temperaturas mais altas, as ilhas de frescor estiveram presentes nos fundos de vale, especialmente o Jd. Balneário, incluindo-se, a seguir o Jd. Santa Paula e o Pq. do Povo sob condições de calmaria. As ilhas de calor estiveram presentes nos pontos de altitudes mais baixas (Pq. Cedral e Jd. S. Helena) e nos densamente construídos de maior altitude, o Centro (com ventos de norte, oeste e em calmaria), Jd. Planalto (com ventos de noroeste, norte e em calmaria) e Aviação. Nos dias com temperaturas mais baixas os pontos de baixa altitude apresentaram temperaturas mais altas, principalmente os que têm vertentes voltadas para o norte. Os pontos localizados em altitudes mais altas tiveram as temperaturas mais baixas, especialmente o tipicamente rural ou com densidade de construção baixa (Aeroporto, Jd. N. Bongiovani e FCT) e também o Jd. Aviação que é densamente construído, mas tem vertente voltada para o sul e grande quantidade de vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais. O Jd. Planalto e o Centro, devido à densidade de construção e pouca vegetação tiveram temperaturas um pouco mais altas que os outros de altitude alta.

3- Das 7h00 para as 8h00, houve diminuição do número de dias com amplitude térmica acima de 2°C, e a única alteração observada no padrão de distribuição da temperatura ocorreu nos dias com as temperaturas mais altas, em virtude do aumento da velocidade do vento. Assim os fundos de vale, sobre os quais parava um bolsão de ar frio (especialmente o Balneário), sofreram dispersão em decorrência do aumento da velocidade do vento e passaram a ter as mesmas características dos dias com maiores velocidades dos ventos.

A umidade relativa esteve sempre inversamente proporcional à temperatura, ou seja, nos pontos mais quentes a umidade relativa esteve mais baixa e nos pontos mais frios a umidade relativa esteve mais alta. Exceção feita ao Pq. do Povo e ao Jd. Aviação, que em alguns dias tiveram temperaturas mais altas, mas mesmo assim apresentaram-se dentre os de maior umidade, devido à presença da vegetação.

8.3 Variação da temperatura e umidade relativa às 9h00

Às 9h00, 15 dias apresentaram amplitude térmica intra-urbana igual ou acima de 2ºC. Foram eles: 01/07 (2°C), 08/07 (2°C), 10/07 (3,2°C), 11/07 (2,2°C), 15/07 (2,6°C), 16/07 (2,7°C), 17/07 (2,5°C), 20/07 (2,1°C), 21/07 (2°C), 22/07 (2,4°C), 25/07 (2,8°C), 26/07 (3,1°C), 27/07 (4,4°C), 28/07 (2,4°C), 29/07 (2,8°C). A velocidade do vento na maioria destes dias variou entre 0,5m/s e 4,8m/s. Nos dias 10, 11, 15, 17, e 25 esteve acima de 5m/s, com respectivamente 8,2m/s, 7m/s, 5,5m/s, 6,2m/s, 6m/s, como se observa na Tabela 13.

As maiores amplitudes da umidade relativa ocorreram nos dias 02/07 (15,9%), 07/07 (11,3%), 08/07 (22%), 10/07 (22%), 11/07 (11,3%), 14/07 (17%), 15/07 (18,8%), 16/07 (10,9%), 17/07 (12,4%), 18/07 (14,6%), 19/07 (14,1%), 23/07 (14,3%), 25/07 (18,5%), 26/07 (32,6%), 27/07 (43,5%), 28/07 (11,1%), 29/07 (13,9%) e 30/07 (11,5%).

Tabela 13 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 9h00.

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	4,5	6,2	2,0	9
2	2,0	0,0	1,8	16
3	4,5	4,1	1,4	9
4	10,2	4,1	1,8	7
5	8,3	3,1	1,8	8
6	5,0	5,3	1,7	8
7	3,5	5,7	1,4	11
8	1,5	4,1	2,0	22
9	7,6	4,1	1,0	8
10	8,2	7,3	3,2	22
11	7,0	7,2	2,2	11
13	10,0	10,3	1,8	7
14	6,0	8,2	1,6	17
15	5,5	5,1	2,6	19
16	2,5	3,1	2,7	11
17	6,2	3,1	2,5	52
18	4,0	7,2	1,9	15
19	4,6	5,1	1,9	14
20	4,8	5,1	2,1	9
21	4,8	4,1	2,0	9
22	0,5	4,1	2,4	8
23	6,5	4,1	1,6	14
24	6,0	5,1	1,2	7
25	6,0	4,1	2,8	19
26	2,8	2,1	3,1	33
27	3,0	3,1	4,4	44
28	4,0	5,1	2,4	11
29	1,1	2,6	2,8	14
30	4,0	6,2	1,7	12

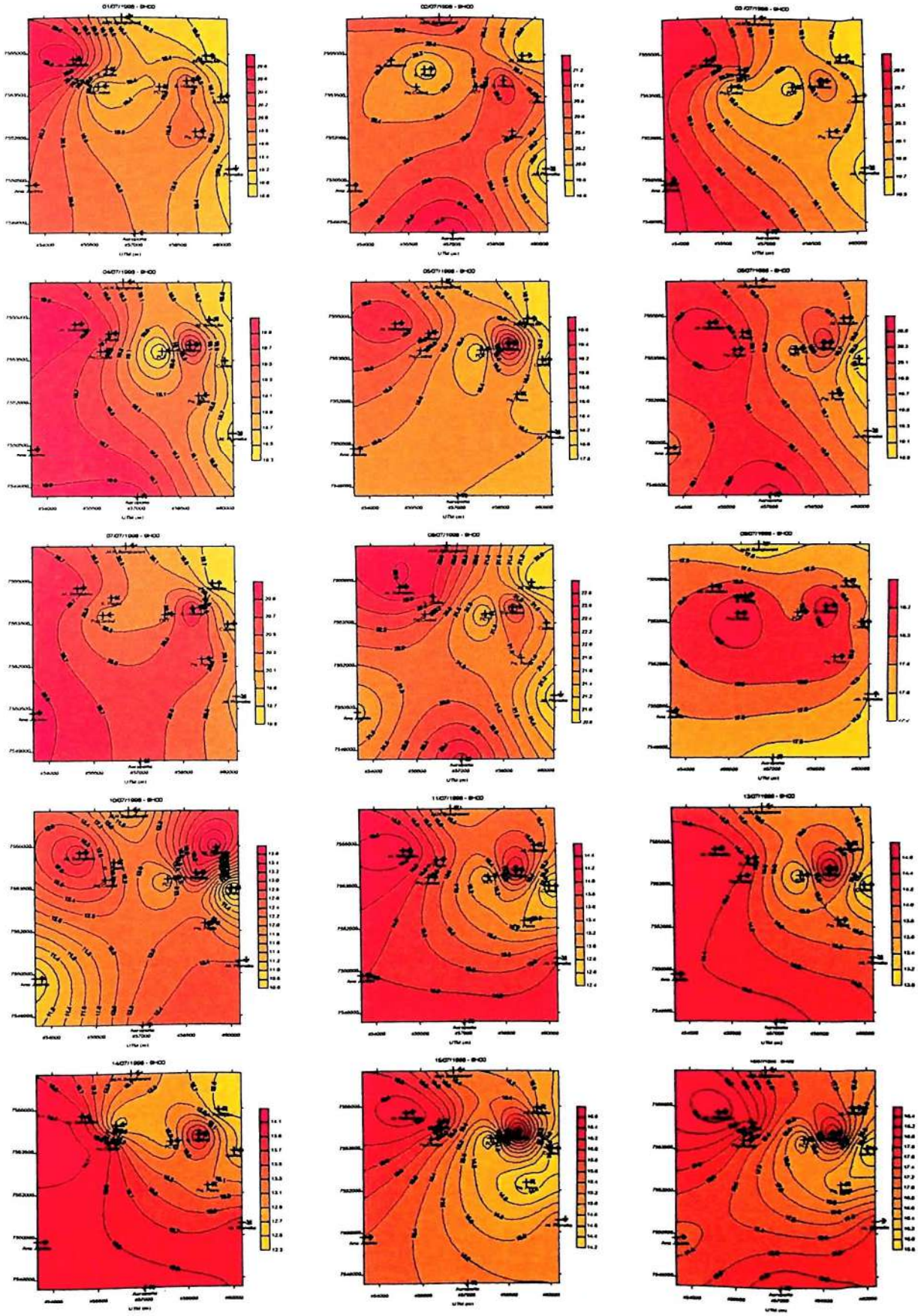
Neste horário, os raios solares incidiram com maior intensidade e praticamente as calmarias deixaram de existir nos pontos. Algumas modificações foram observadas nos padrões de distribuição da temperatura.

Conforme será explicitado a seguir, algumas alterações no comportamento de alguns pontos foram antes conseqüência do tipo de ocupação do solo do que da própria altitude.

Na grande maioria dos dias, independentemente da maior ou menor amplitude térmica intra-urbana e temperaturas mais elevadas ou não, o Jd. S. Helena e o Jd. Balneário apresentaram-se mais quentes que os demais pontos, seguidos pelos outros também de baixa altitude: o Jd. S. Paula e o Conj. Hab. Ana Jacinta. O Aeroporto e o Jd. N. Bongiovani, ambos de altitudes elevadas, mostraram-se também mais aquecidos. Este fato ocorreu devido às características tipicamente rurais no primeiro e baixa densidade de construção no segundo, pois a presença de solo não pavimentado fez com que a perda radiativa fosse mais lenta nos pontos com baixa densidade de construções.

As ilhas de frescor estiveram presentes nos pontos de maior altitude, principalmente no Centro, no Jd. Planalto e no Jd. Aviação, seguidos pela FCT. É importante lembrar que às 7h00 e às 8h00, sob condições de baixa velocidade do vento, o Centro e o Jd. Planalto estiveram dentre os pontos mais quentes. Com a intensificação da incidência dos raios solares, formou-se um fluxo urbano fazendo com que a temperatura, nestes pontos, ficasse entre as mais baixas, além do que, neste horário, a perda radiativa é mais rápida nas áreas densamente construídas, explicando assim as temperaturas mais baixas, nestes pontos.

Outras especificidades ocorreram no Pq. do Povo e no Pq. Cedral que, apesar da baixa altitude, não apresentaram temperaturas tão altas como o Jd. Balneário, o Jd. S. Helena e o Conj. Hab. Ana Jacinta. Com gramados e vegetação arbórea o Pq. do Povo e o Pq. Cedral, este bairro recente com baixa densidade de construção e maior arborização nas ruas do que nos fundos de quintais, e comparando com o Jd. S. Helena que também tem baixa altitude e vertente voltada para o norte, tem ruas e calçadas mais largas que facilitam o fluxo do ar, provocando a dispersão de calor. Esses fatores foram os responsáveis pela dispersão do calor por permitirem temperaturas mais baixas no Pq. Cedral do que no Jd. S. Helena. As cartas de isotermas confirmam o que foi explicitado na análise.



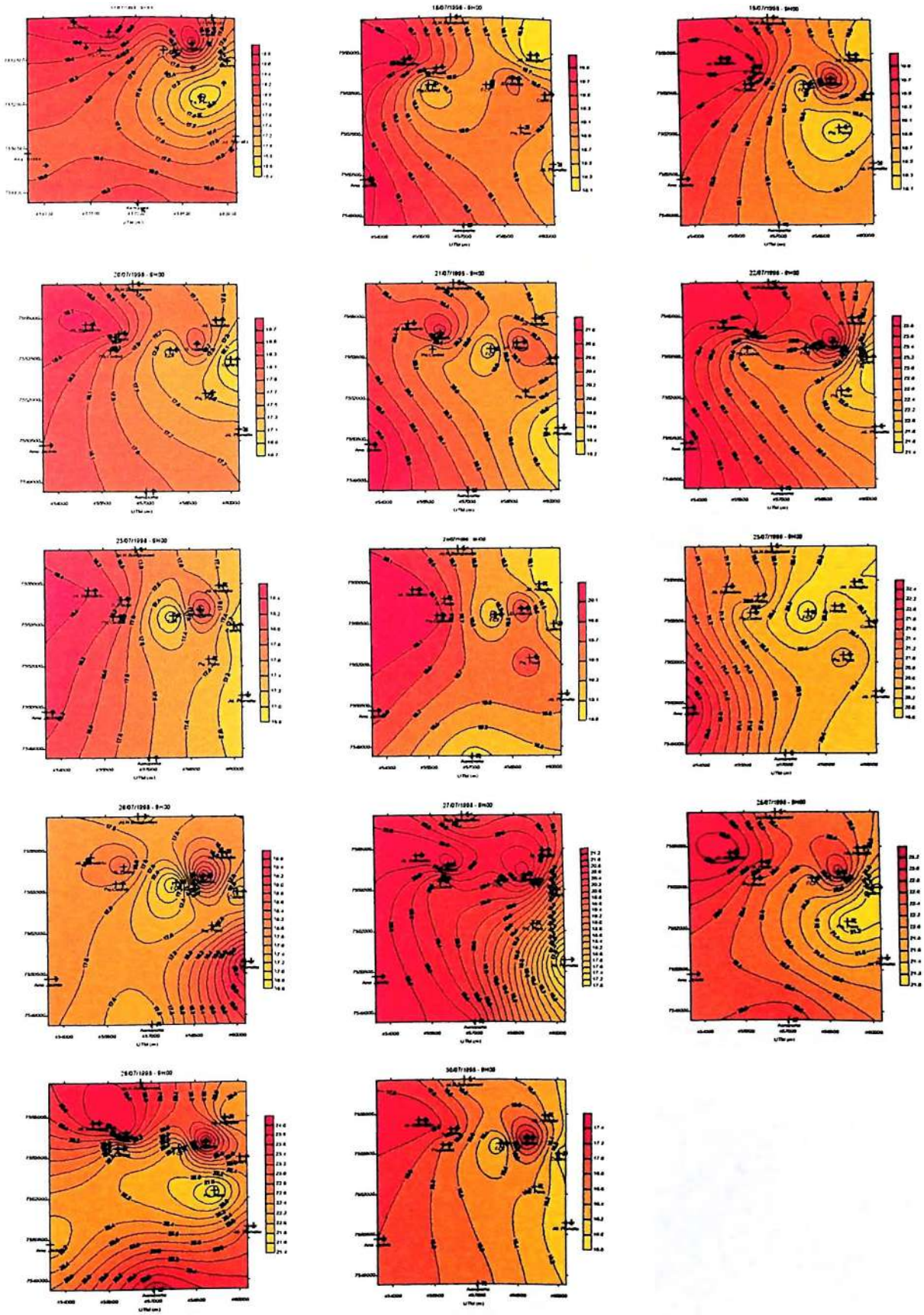
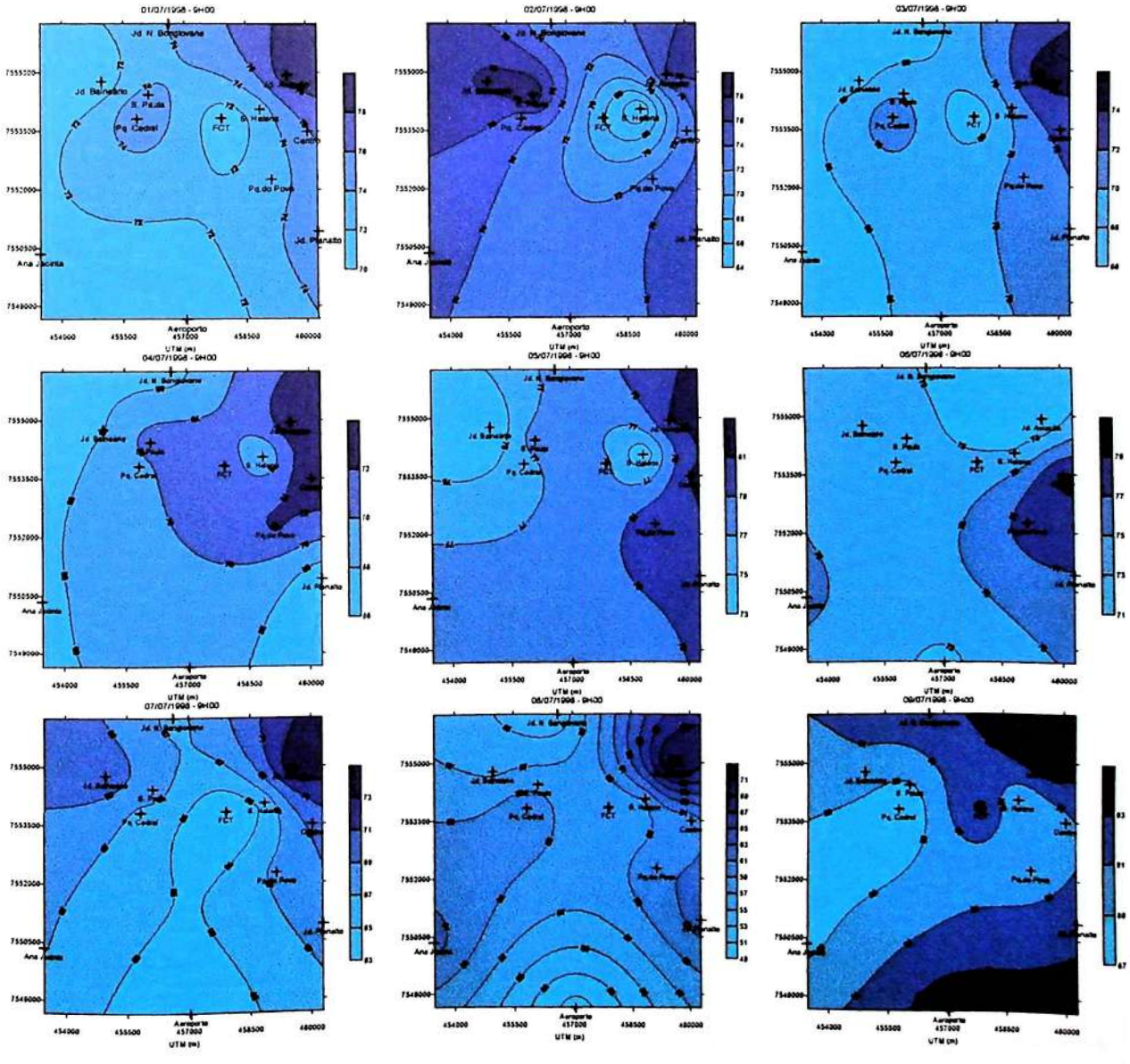


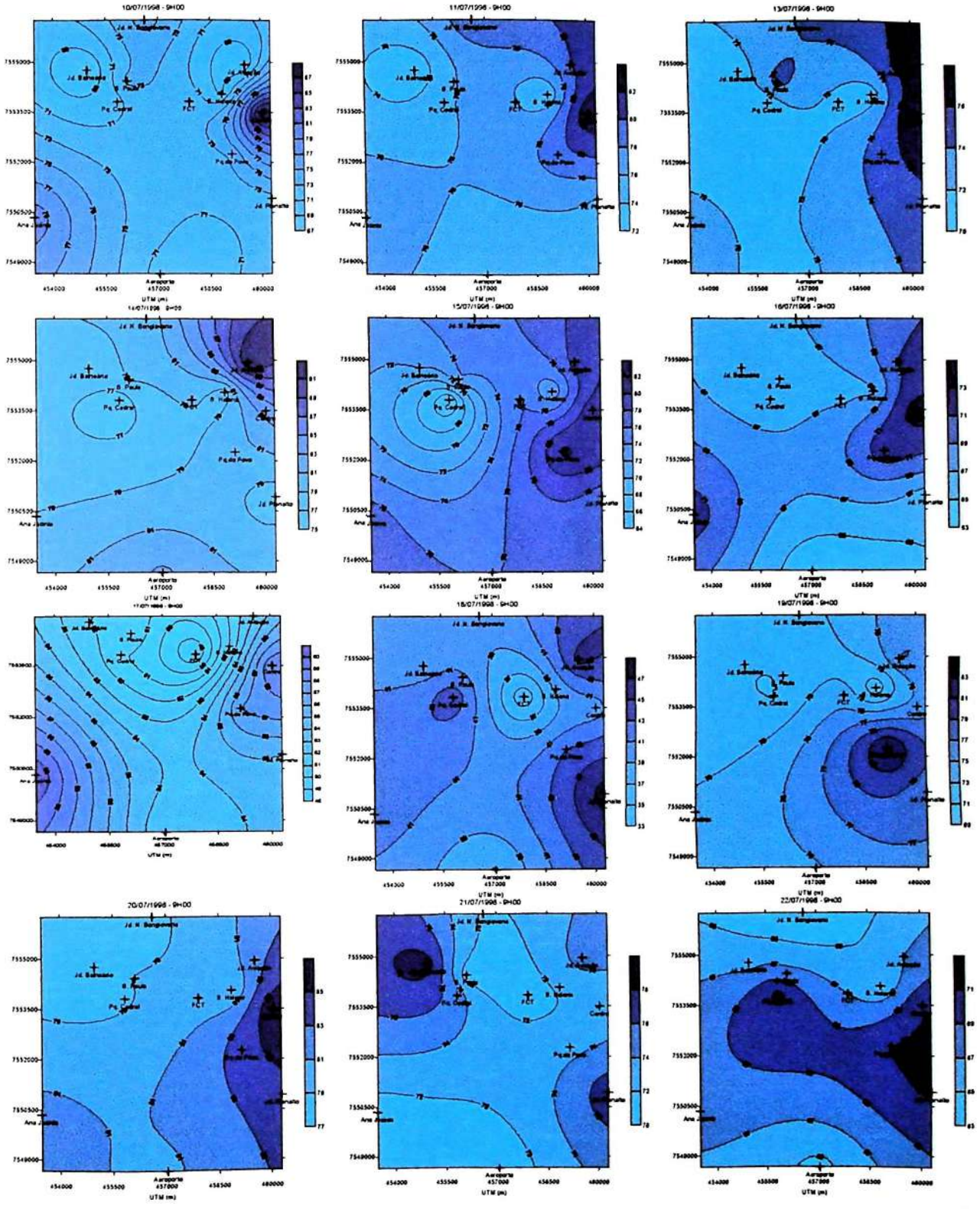
FIGURA 64 – Cartas de isotermas – 9h00

A umidade relativa foi menor no Balneário e no Jd. S. Helena, seguidos pelo Conj. Hab. Ana Jacinta, pelo Jd. N. Bongiovani e pelo Aeroporto. Estes pontos coincidiram com os de maior temperatura.

O Jd. N. Bongiovani e o Aeroporto têm altitudes elevadas, mas concentram menor umidade devido às características da superfície, ou seja, baixa densidade de construção, com vegetação arbórea escassa no primeiro e esparsa no segundo.

As cartas de isoígras mostram que a umidade relativa do ar esteve maior nos pontos de maior altitude, destacando-se o Centro, o Jd. Planalto, o Jd. Aviação, e em menores proporções, o Pq. do Povo que, apesar da baixa altitude, possui quantidade considerável de arborização, responsável pela queda da temperatura e aumento da umidade.





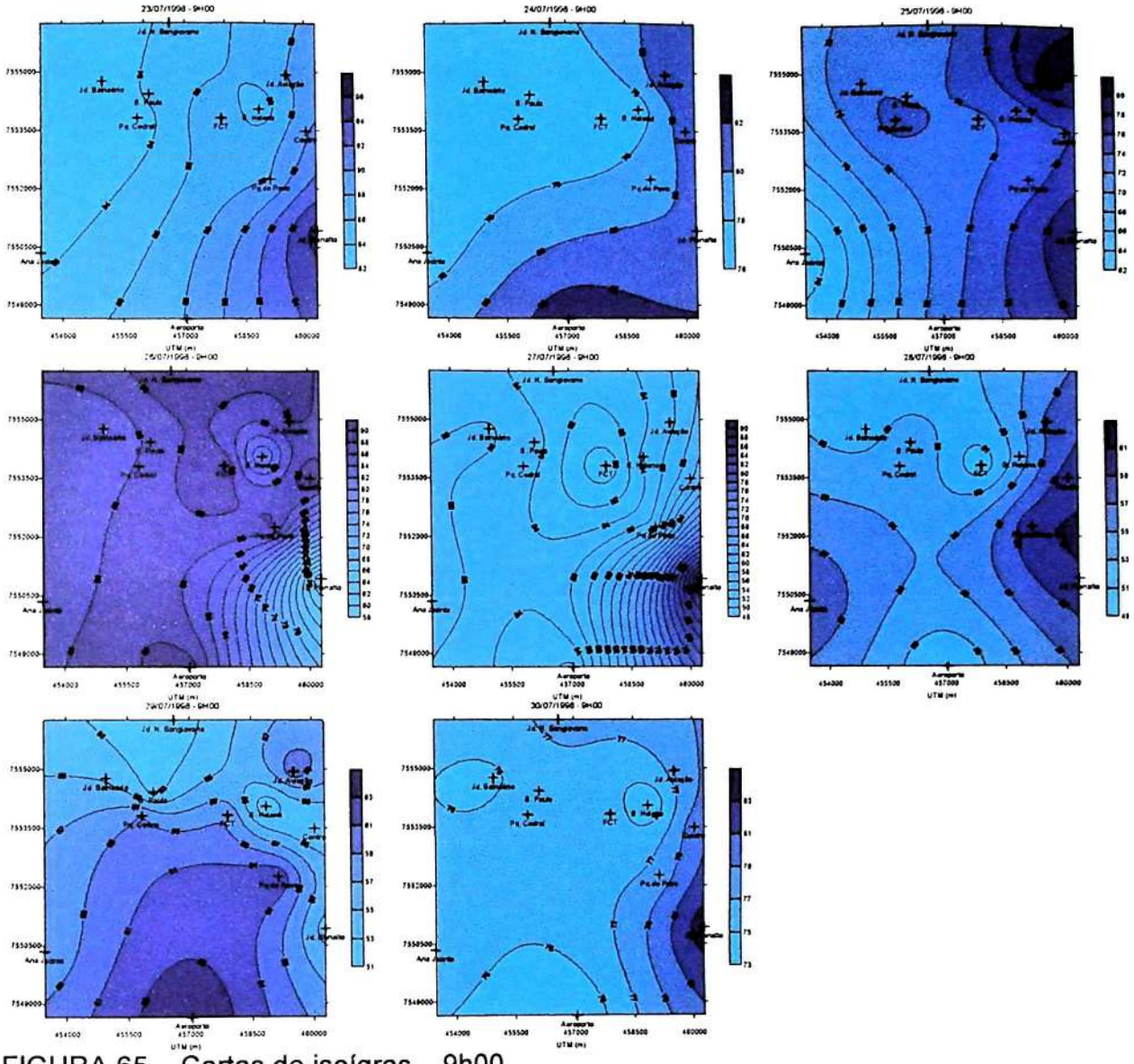


FIGURA 65 – Cartas de isoígras – 9h00

É importante que se façam algumas reflexões relativamente a este horário, quando os raios solares começaram a ficar mais intensos, criando uma advecção intra-urbana bastante interessante, o que comprova a necessidade de analisar os resultados, considerando sempre as características físicas do sítio associadas ao uso e ocupação do solo para que seja possível compreender a distribuição da temperatura na cidade.

A primeira delas refere-se à comparação entre pontos com altitudes elevadas e à diversificação de uso e ocupação do solo. O Jd. N. Bongiovani e o Centro possuem quase a mesma altitude (474m e 476m respectivamente). No entanto, os padrões de uso e ocupação do solo são completamente diferentes, resultando na diferença de temperatura e umidade relativa. O primeiro, com poucas construções, tem

temperaturas mais altas e umidade relativa mais baixa do que o Centro que, por sua vez, é densamente construído, chegando a ter edificações acima de 4 pavimentos, tem temperaturas mais baixas e umidade relativa mais alta. Essa diferença também ocorreu com o Jd. Aviação e com o Jd. Planalto que também são densamente construídos e com altitude elevada.

Assim, se o Jd. N. Bongiovani estivesse densamente construído, provavelmente teria temperaturas mais baixas e umidade relativa mais alta como o Centro, o Jd. Aviação e o Jd. Planalto. O mesmo pode-se dizer do Aeroporto.

Por outro lado, se a altitude do Jd. N. Bongiovani e do Aeroporto fosse baixa, os resultados estariam mais próximos dos observados no Jd. S. Helena. Essa situação intermediária da temperatura e umidade relativa, no Aeroporto e no Jd. N. Bongiovani relativamente as que ocorreu entre as áreas elevadas, densamente construídas e as áreas densamente construídas mas de altitude baixa, pode mudar com o aumento da densidade das construções.

A segunda reflexão refere-se ao ponto da FCT que apresentou, na maioria dos dias, neste horário, temperaturas mais baixas e umidade relativa mais alta e, embora esteja localizado na Estação Meteorológica de classe A, foi incorporado a malha urbana. Possui em seu entorno construções e vegetação arbórea esparsas, que são as mesmas características do Pq. Cedral. Não obstante altitudes diferentes (FCT - 435m e Pq. Cedral 405m), e, em horários anteriores, temperaturas também diferentes a FCT, ilhas de frescor freqüentes e o Pq. Cedral, ilhas de calor neste horário tiveram temperaturas semelhantes, na maioria dos dias.

8.4 Variação da temperatura e umidade relativa às 10h00

Neste horário, durante 17 dias as amplitudes térmicas foram iguais ou acima de 2°C, e coincidiram, na grande maioria, com as das 9h00 dos mesmos dias. Foram eles: 01/07 (2°C), 02/07 (2°C), 05/07 (2°C), 07/07 (2°C), 08/07 (3,6°C), 10/07 (2,4°C), 15/07 (2,8°C), 16/07 (2,1°C), 17/07 (2,0°C), 18/07 (2,2°C), 20/07 (2,7°C), 21/07 (2,4°C), 22/07 (2,2°C), 24/07 (2,3°C), 25/07 (2,2°C), 26/07 (4,3°C), 27/01 (5,1°C). Nos outros dias a amplitude ficou entre o mínimo de 1,2°C e 1,9°C.

As maiores amplitudes da umidade relativa foram observadas nos seguintes dias: 01/07 (11,5%), 03/07 (14,6%), 04/07 (11,5%), 07/07 (10,4%), 08/07 (32,6%), 10/07 (20,2%), 11/07 (16,4%), 13/07 (18,9%), 15/07 (19,3%), 16/07 (12,6%), 17/07 (12,8%), 19/07 (13,9%), 20/07 (17,1%), 21/07 (10,6%), 22/07 (12,8%), 26/07 (32,3%),

27/07 (45,9%), 28/07 (14,1%), 29/07 (12,1%). Nos outros dias a umidade relativa esteve abaixo de 10%.

Nos dias com amplitudes térmicas iguais ou acima de 2°C, as velocidades do vento ficaram no ponto da FCT, na maioria dos dias, entre 1m/s e 6m/s e foram menores no Aeroporto conforme se observa na Tabela 14. Apenas os dias 10/07, 17/07, 24/07 e 25/07 tiveram velocidades maiores que 6m/s com respectivamente 9m/s, 7,2m/s, 11,5m/s, 8m/s. Cabe ressaltar que diferentemente do que ocorreu entre 7h00 e 9h00, neste horário a velocidade do vento durante 20 dias, foi menor no Aeroporto do que no ponto da FCT. Este fato foi conseqüência da intensificação dos raios solares que, ao atingirem a superfície, encontrando, no meio urbano, materiais diferenciados que refletiram o calor para a atmosfera, provocaram nesse meio urbano maior fluxo do ar do que no meio rural que tem superfície mais homogênea. Esta diferença repercutiu na diferença da temperatura entre os pontos, pois em 86% dos dias pesquisados, as temperaturas apresentaram-se maiores no Aeroporto (rural) que na FCT (urbano).

Tabela 14 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 10h00.

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	6,0	6,2	2,0	12
2	1,0	0,0	2,0	9
3	6,4	4,1	1,6	15
4	7,4	4,6	1,6	12
5	6,4	3,1	2,0	7
6	6,5	5,1	1,2	9
7	4,0	5,1	2,0	10
8	5,0	5,1	3,6	33
9	4,0	5,1	1,2	6
10	9,0	6,3	2,4	20
11	9,1	5,1	1,6	16
13	11,3	10,3	1,9	19
14	8,4	7,2	1,4	9
15	5,1	4,1	2,8	19
16	4,0	5,1	2,1	13
17	7,2	6,2	2,0	13
18	3,0	7,2	2,2	8
19	7,1	3,6	1,3	14
20	3,4	3,1	2,7	17
21	2,0	4,1	2,4	11
22	2,7	4,1	2,2	13
23	5,8	6,2	1,6	7
24	11,5	5,1	2,3	8
25	8,0	3,1	2,2	9
26	2,0	3,1	4,3	32
27	2,0	2,1	5,1	46
28	4,0	6,2	1,9	14
29	1,0	2,6	1,8	12
30	9,5	6,2	1,4	7

Os padrões de distribuição da temperatura e umidade relativa foram praticamente os mesmos dos das 9h00, ou seja, o Jd. S. Helena e o Jd. Balneário, seguidos pelo Jd. S. Paula e pelo Conj. Hab. Ana Jacinta, todos com baixa altitude, apresentaram temperaturas mais altas e umidade relativa mais baixa. Dentre os pontos com altitudes mais elevadas, o Aeroporto principalmente, seguido pelo Jd. N. Bongiovani, também apresentaram temperaturas altas e umidade baixa.

As temperaturas mais baixas e umidades mais altas foram observadas nos pontos de maior altitude como no Jd. Aviação, no Centro e, em alguns dias, na FCT bem como em dois pontos de baixa altitude (Pq. Cedral e Pq. do Povo).

Neste momento é importante compreender as condições que provocaram as alterações que tiveram início às 9h00 e se intensificaram às 10h00.

O Jd. S. Helena e o Pq. Cedral, que no início do aquecimento diurno, devido à baixa altitude e vertente voltada para o norte tinham as temperaturas mais altas e a umidade mais baixa, a partir das 9h00, deixaram de ser semelhantes e o Pq. Cedral começou a apresentar temperaturas mais baixas e umidade mais alta. Às 10h00, este fato foi intensificado, e a estrutura do bairro com ruas e calçadas largas e média densidade de construção e de arborização e sob atuação de ventos de este e norte neste ponto, permitiu as temperaturas mais baixas e a umidade mais alta. Sob atuação do vento sul, este ponto esteve entre os de temperaturas mais altas. Olhando as cartas de ocupação do solo e hipsometria, pode-se entender os motivos dessa diferença, qual seja, a mudança da direção do vento. Os ventos do quadrante sul, neste ponto, trazem o ar dos pontos com altitudes mais elevadas com características tipicamente rurais, e, conforme observado no Aeroporto (rural e altitude elevada), as altas temperaturas foram freqüentes às 9h00 e às 10h00, devido à baixa refletividade da superfície. Os ventos de este e norte permitiram temperaturas mais baixas porque passaram por fundos de vale com córregos com volume de água considerável, além de trazerem predominantemente o ar de áreas densamente construídas com rápida refletividade da superfície, deixando as temperaturas mais baixas e a umidade mais densa neste ponto.

Às 7h00 e às 8h00 este ponto esteve entre os mais aquecidos e com menor umidade devido a sua condição de baixa altitude e por possuir vertentes voltadas para o norte, quando os raios solares são mais intensos nesta vertente, graças ao início do aquecimento diurno. Com a intensificação dos raios solares, a direção do vento passou a ter papel fundamental na diminuição da temperatura.

O Jd. S. Helena está completamente inserido na malha urbana e nas suas proximidades há o predomínio de construções térreas com vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais. A direção predominante do vento foi do quadrante este. Mas mesmo quando observadas direções de oeste, norte, sul e até mesmo calmaria, as temperaturas apresentaram-se dentre as mais elevadas em todos os dias e a umidade relativa dentre as mais baixas. O abrigo foi instalado em uma vertente voltada para o norte e quando se observa o seu entorno, nota-se que é rodeado por altitudes mais elevadas. Assim, o ar trazido de qualquer direção vem das altitudes elevadas.

O Jd. Balneário também foi um dos pontos que apresentou temperaturas elevadas e menor umidade na maioria dos dias neste horário.

A direção do vento em 72% dos dias foi norte, em 21% sul e em 7%, calmaria neste ponto. Pela sua posição no contexto da malha urbana e fundo de vale, entre vertentes voltadas para oeste e este, tanto os ventos de norte como os de sul trouxeram ar de áreas não densamente construídas, praticamente sem vegetação arbórea e da zona rural próxima e, conseqüentemente, de áreas com altitudes maiores. Como já verificado em outros pontos, essas características foram responsáveis pelas altas temperaturas.

O Jd. S. Paula, por estar próximo ao fundo de vale, em vertente voltada para sudeste, apresentou temperaturas elevadas, mas não como o Jd. S. Helena e o Jd. Balneário. Os ventos neste horário foram em 38% dos dias de norte e nordeste, em 41% este, os quais apresentam as mesmas características na superfície, ou seja, há um misto em relação ao tipo de ocupação do solo entre o fundo de vale com gramado e vegetação arbórea esparsa e as áreas densamente construídas. Provavelmente, as temperaturas não foram muito elevadas devido ao fato de as altitudes do entorno não serem muito altas (entre 400 e 420m).

O Conj. Hab. Ana Jacinta assim como o Jd. S. Paula estiveram entre os pontos mais quentes, mas com intensidade menor do que o Jd. S. Helena e Balneário.

Isso se deve ao fato de o Conj. Hab. Ana Jacinta estar em altitude relativamente baixa, 410m, mas ter a este e sul altitudes baixas e a oeste e norte altitudes elevadas. Outro fato que deve ser considerado é que ao norte e ao sul estão as residências do maior conjunto habitacional da cidade, com cerca de 3.500 moradias de baixo padrão de construção, e a este e oeste a zona rural está mais próxima, conforme se pode verificar na Carta de Ocupação do Solo. Em 48% dos dias, o vento neste horário foi oeste, em 14%, este, em 24%, sul, em 10%, norte e em 3,4% calmaria.

Assim, as temperaturas mais altas e as menores umidades foram observadas em condições de ventos fracos de oeste que trouxeram temperaturas mais baixas em relação aos outros pontos. Os ventos de este e sul provocaram temperaturas mais altas e umidade baixa, formando verdadeiras ilhas de calor e ilhas secas neste horário.

O Pq. do Povo, com altitude relativamente baixa, em fundo de vale com córrego canalizado, entre vertentes voltadas para nordeste e sudoeste, completamente inseridos na malha urbana e com vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais, teve, na maioria dos dias, temperaturas intermediárias entre os pontos mais aquecidos e nos demais dias esteve entre os pontos de baixa temperatura. Esse fato ocorreu tanto nos dias de alta velocidade do vento, como nos de baixa no ponto da FCT. As direções que prevaleceram nos dias com temperaturas mais baixas e com maior umidade foram este e sudeste como, por exemplo, nos dias 13, 14, 16, 18, 20, 21, 22 e 30. As temperaturas mais altas foram observadas nos dias 2 e 8, sob atuação de ventos norte.

Os ventos de este e sudeste sopraram de um ponto mais alto e densamente construído; aliás, este ponto fica encaixado e muito próximo ao espigão que está a sudoeste e nordeste, o que explica as temperaturas mais baixas. Ao norte, as altitudes são menos elevadas, trazendo os ventos desta direção também as características de ocupação da área densamente construída que, têm o córrego canalizado e uma área considerável de vegetação arbórea, principalmente a rasteira, responsáveis pela perda radiativa mais lenta do que as áreas densamente construídas, características das proximidades deste ponto.

Os pontos com maiores altitudes e densamente construídos também apresentaram algumas especificidades.

O Jd. Aviação com vertente voltada para o sul e com vegetação nas ruas e fundos de quintais foi o que apresentou ilhas de frescor e ilhas úmidas praticamente em todos os dias neste horário. Os ventos predominantes neste ponto foram sul, sudeste e sudoeste, que possuem características muito parecidas.

O Centro, por sua vez, esteve, na maioria dos dias, com temperaturas mais baixas e umidade relativa alta, mas não com a mesma intensidade do Jd. Aviação.

Nos dias em que houve maior intensidade nas temperaturas mais baixas e maior umidade relativa, os ventos predominantes vieram do sul ou reinou calmaria. Essas condições são perfeitamente compreensíveis porque sob atuação destes ventos, o ar vem de altitudes também elevadas, densamente construídos e sob

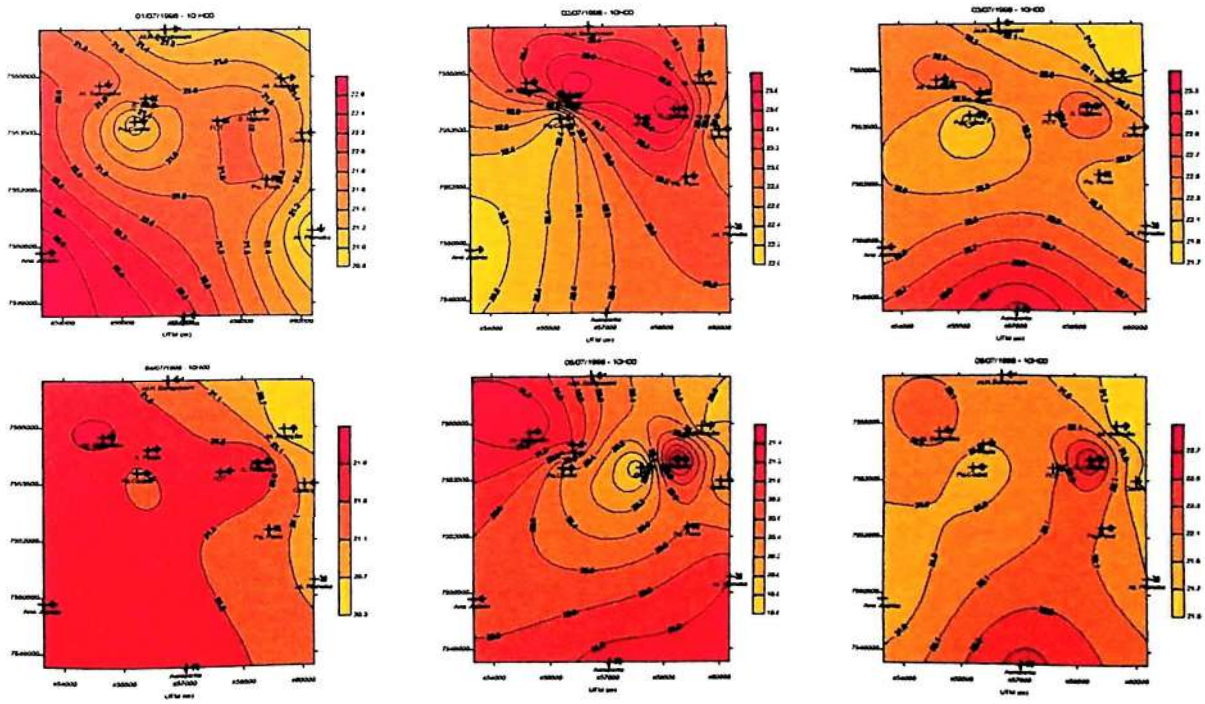
calmaria, perduram as características locais (altitude elevada e alta densidade de construção).

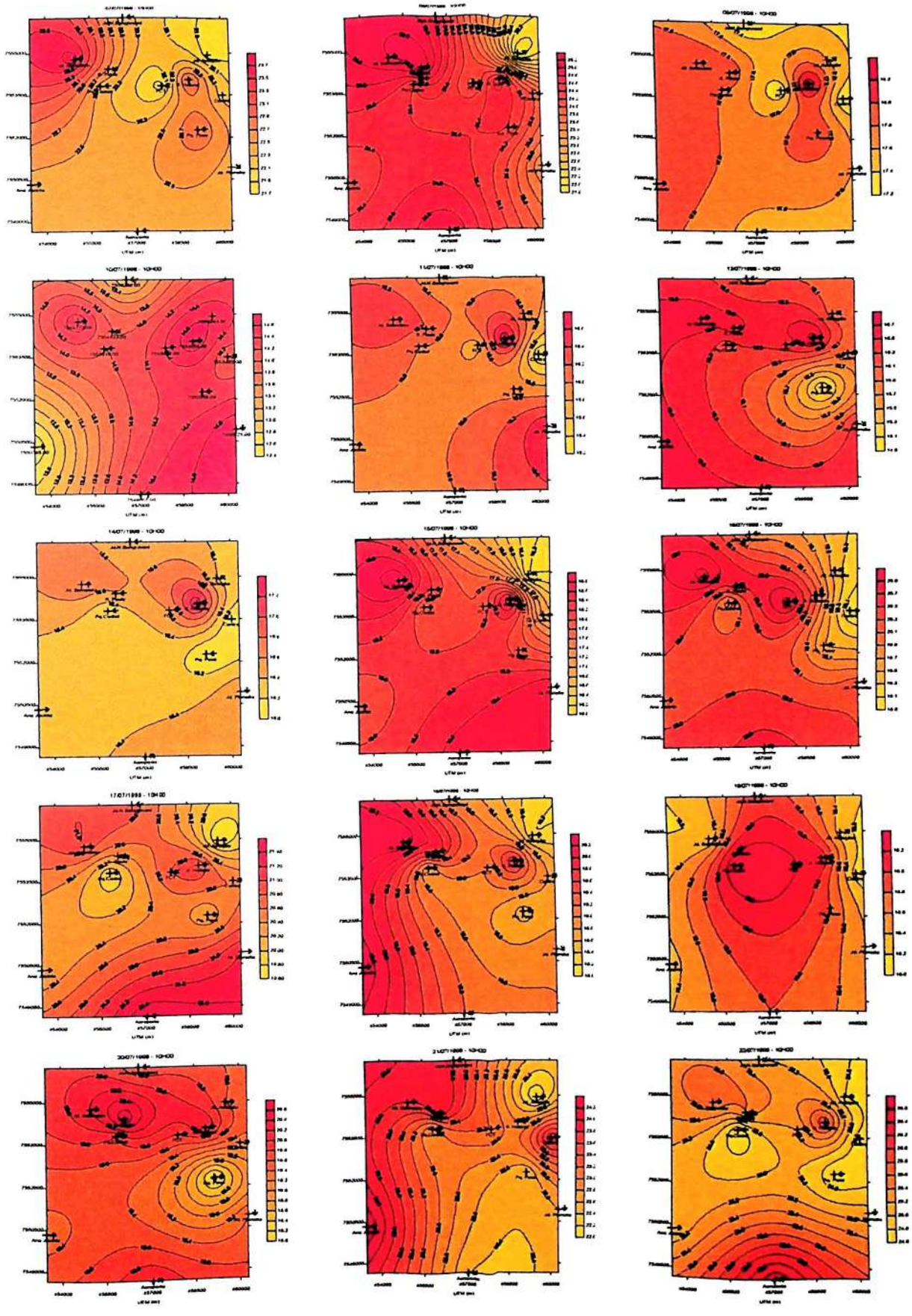
As temperaturas estiveram menos altas e com maior umidade sob atuação de ventos sudeste, oeste, norte e este, que trouxeram o ar de altitudes menos elevadas, portanto, com temperaturas mais altas e menor umidade.

O Jd. Planalto praticamente deixou de estar entre os pontos de temperaturas mais baixas e com maior umidade relativa e começou a apresentar a formação de ilhas de calor neste horário, unindo-se, em vários dias, com o Aeroporto.

Pelo arruamento nas proximidades do abrigo ocorreu a canalização do ar que predominou de nordeste e norte. Esse aumento da temperatura em relação ao Centro e principalmente ao Jd. Aviação ocorreu devido à carência de vegetação existente no bairro. O Centro, apesar de apresentar as mesmas características de ocupação do Jd. Planalto faz quase divisa com uma área densamente construída e de vegetação arbórea. Esse fato associado à direção do vento permite a chegada de ar com temperaturas mais baixas. O Jd. Aviação, por sua vez, além de estar inserido em área de ruas e fundos de quintais arborizados, as suas proximidades são muito parecidas, permitindo a chegada de ar com as mesmas características, qualquer que seja a sua direção, além de ficar exposto à vertente voltada para sul.

O padrão de distribuição da temperatura e umidade relativa pode ser visualizado nas cartas de isotermas e isoígras apresentadas a seguir.





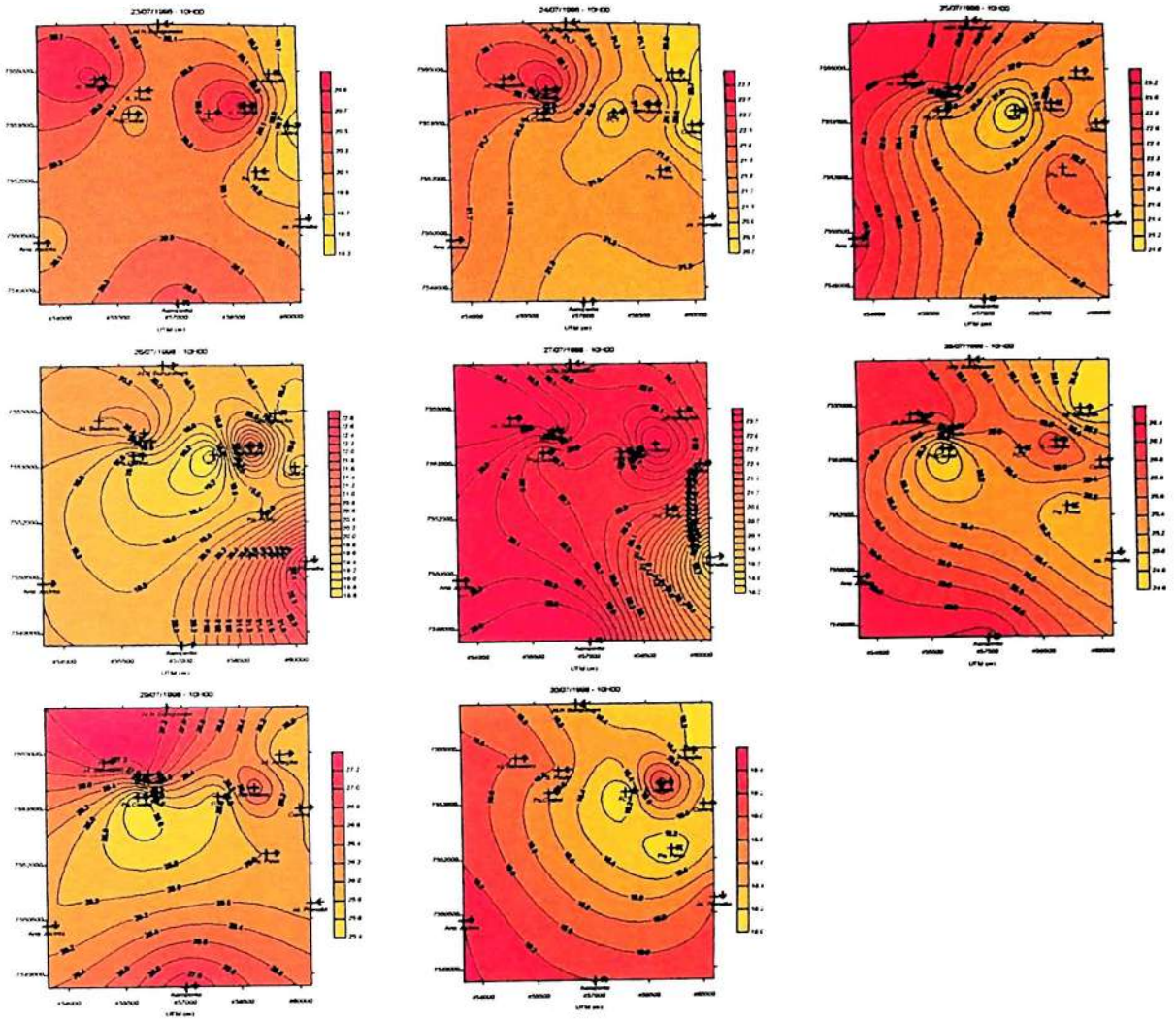
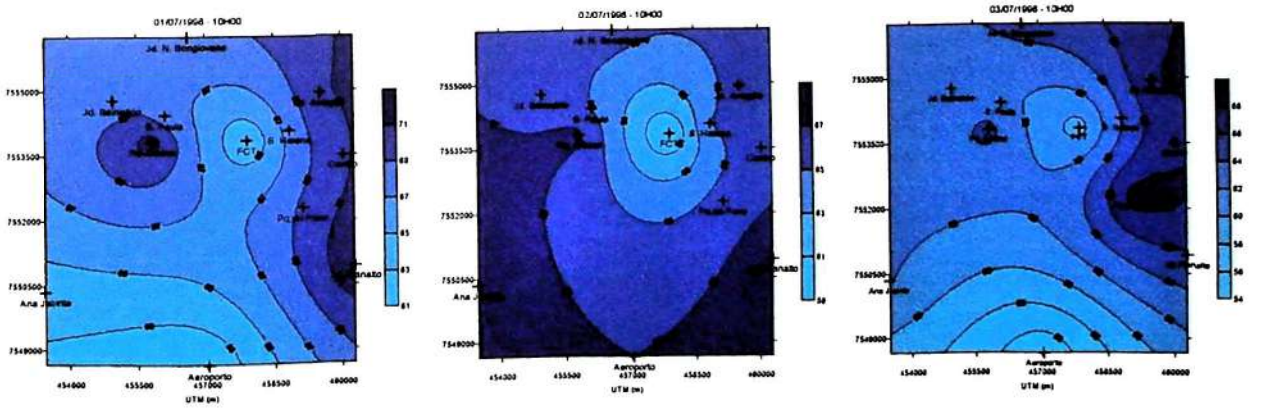
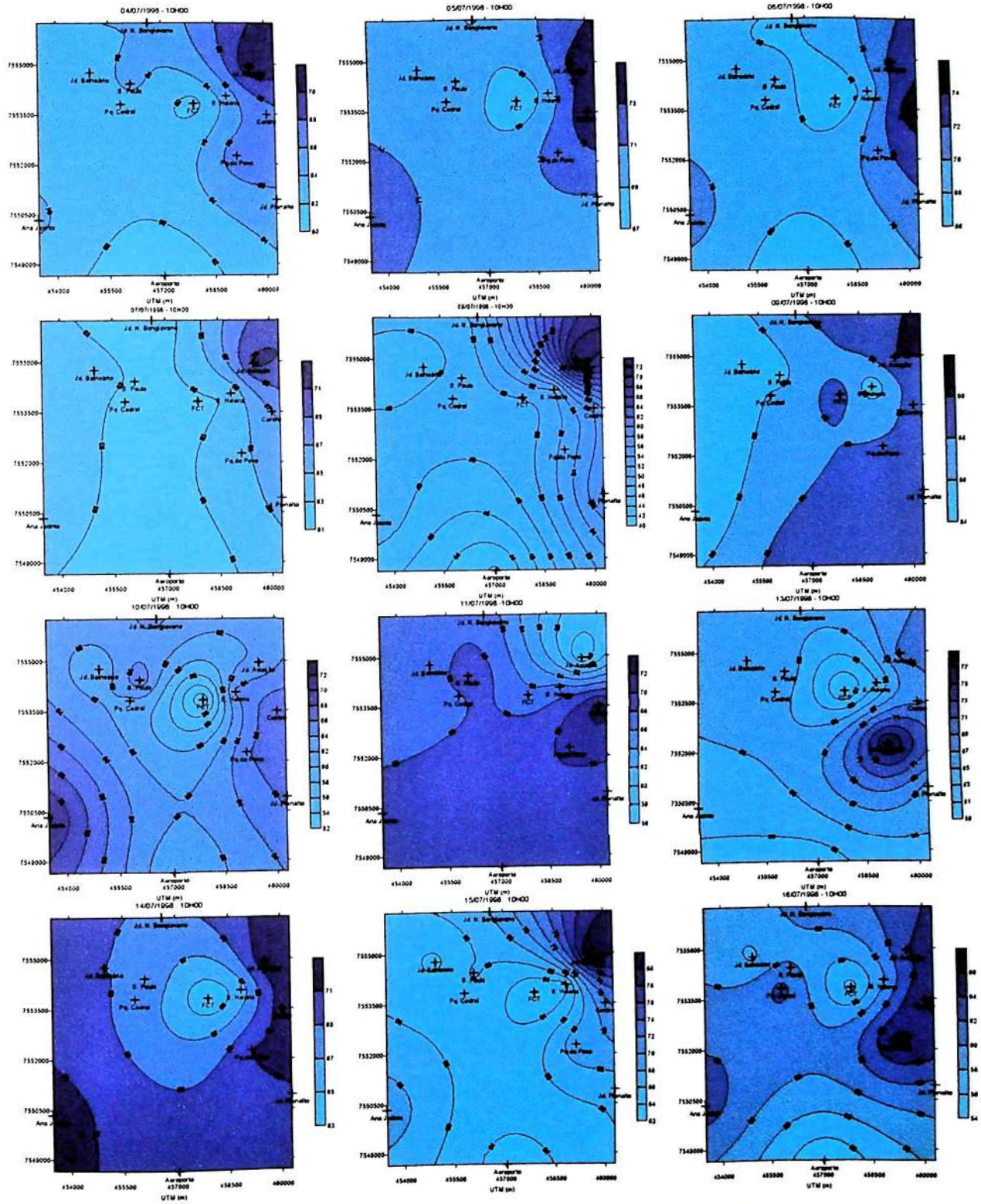
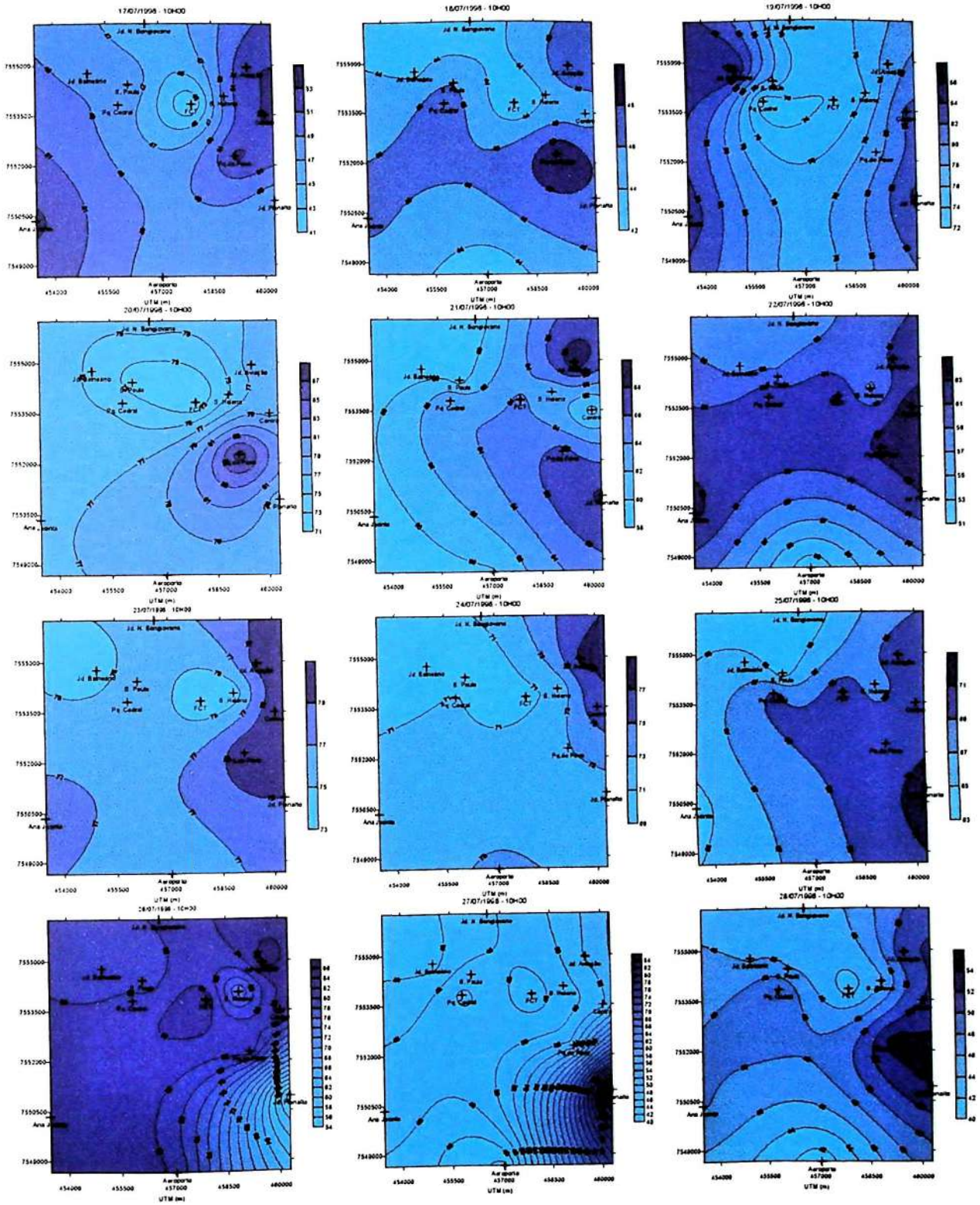


FIGURA 66 – Cartas de isotermas - 10h00




04/07/1996 - 10H00
05/07/1996 - 10H00
06/07/1996 - 10H00
07/07/1996 - 10H00
08/07/1996 - 10H00
09/07/1996 - 10H00
10/07/1996 - 10H00
11/07/1996 - 10H00
13/07/1996 - 10H00
14/07/1996 - 10H00
15/07/1996 - 10H00
16/07/1996 - 10H00
Jd. N. Bangalo
Jd. Belmiro
S. Paulo
Pq. Cedral
FCT
Helena
Cedral
Pq.do Povo
Jd. Planalto
Ana Jacinta
Aeroporto
457000
UTM (m)


17/07/1998 - 10H00
18/07/1998 - 10H00
19/07/1998 - 10H00
20/07/1998 - 10H00
21/07/1998 - 10H00
22/07/1998 - 10H00
23/07/1998 - 10H00
24/07/1998 - 10H00
25/07/1998 - 10H00
26/07/1998 - 10H00
27/07/1998 - 10H00
28/07/1998 - 10H00

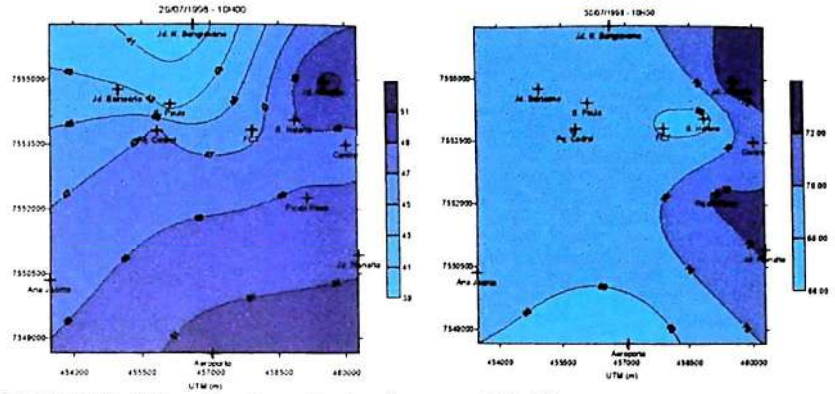


FIGURA 67 – Cartas de isoígras - 10h00

8.5 Variação da temperatura e umidade relativa às 11h00

As características que começaram a se desenhar às 10h00 foram-se definindo cada vez mais a partir das 11h00.

O Pq. Cedral caracterizou-se como um dos pontos de menor temperatura e maior umidade relativa. Os ventos predominantes foram norte em 52% dos dias e este, em 38%. Os outros 10% foram sul. Essas direções confirmam o que foi verificado às 10h00, ou seja, os ventos norte e este fizeram com que este ponto estivesse entre os menos aquecidos e os mais úmidos e os ventos sul, fizeram com que este mesmo ponto tivesse as temperaturas mais altas e a menor umidade relativa. Esta característica ocorreu em apenas três dias dos 29 estudados.

No Jd. S. Helena, em 45% dos dias, o vento soprou de este, e em 21%, de sul e nos outros dias, variou entre norte, nordeste, noroeste, oeste, sudeste ocorrendo também calmaria. Independente dessas variações o Jd. S. Helena esteve entre os mais aquecidos (alta densidade de construção, baixa altitude, vertente para norte) e com menor umidade relativa.

O Balneário também esteve entre os mais aquecidos e os menos úmidos, com as mesmas direções do vento das 10h00, ou seja, em 72% dos dias, vento norte, em 21%, vento sul e em 7%, calmaria. Assim, tanto através dos ventos norte como dos ventos sul, a atuação das características de baixa densidade de construção e arborização e da zona rural próxima foram detectadas neste ponto.

No Jd. S. Paula, as temperaturas mais altas ocorreram nos mesmos dias em que elas foram mais altas também às 10h00. As direções do vento foram em 45% dos dias nordeste, em 31%, este, em 17%, sudeste e em 7%, calmaria, sendo que os ventos nordeste e este fizeram com que este ponto estivesse entre os de temperaturas mais altas e com menor umidade e os de sudeste fizeram com que este ponto

estivesse entre os de temperaturas mais baixas e com maior umidade, conforme se pode observar nas cartas de isotermas.

O Jd. S. Paula e o Pq. Cedral apesar de estarem próximos, tiveram temperaturas muito diferentes, plenamente compreensíveis quando se observa a direção do vento em cada um deles.

Os ventos nordeste e este permitiram que o Jd. S. Paula estivesse entre os mais quentes e com menor umidade relativa, ao passo que, os ventos de sudeste provocaram temperaturas mais baixas. Por outro lado, as temperaturas do Pq. Cedral foram mais baixas e a umidade relativa maior com ventos este e norte. Pelas posições que ocupam na malha urbana, como se pode verificar nas cartas de ocupação do solo e hipsometria, o norte e este do Pq. Cedral trazem as características do mesmo lugar que o sudeste do Jd. S. Paula, mostrando assim a importância do córrego que os separa e que é responsável pela diminuição da temperatura e aumento da umidade relativa, apesar do extremo grau de poluição em que se encontra, uma vez que como já foi explicitado por Amorim (1993), cerca de 80% do esgoto da cidade é jogado "in natura" neste córrego e em seus afluentes.

O Conj. Hab. Ana Jacinta talvez seja o ponto de maior complexidade e por isso não há um padrão definido neste horário, porque em 45% dos dias ele foi um dos pontos mais quentes e secos, em 28% dos dias, entre os mais frios e úmidos e em 28% dos dias com temperaturas e umidades intermediárias.

Como já observado em horários anteriores, a partir das 9h00, foram registradas nos pontos algumas características responsáveis, de maneira geral, pelas temperaturas mais altas e pela umidade relativa mais baixa:

1- Baixas altitudes;
2- Baixa densidade de construção e de vegetação arbórea provocando a perda radiativa de maneira mais lenta, elevando assim a temperatura.

O Conj. Hab. Ana Jacinta está em descontínuo com a malha urbana; assim, dependendo da velocidade do vento, tal como foi estimada pelo observador, este ponto apresentou características mais locais (do entorno próximo densamente construído) quando a velocidade do vento foi pequena e quando a velocidade foi um pouco maior, trouxe as características do meio rural próximo.

Desse modo, sob a mesma direção do vento, o Conj. Hab. Ana Jacinta, ora esteve entre os mais quentes e secos, ora entre os mais frios e úmidos.

O Pq. do Povo manteve o mesmo padrão observado às 10h00, ou seja, sob atuação de ventos este e quadrante sul, as temperaturas estiveram entre as mais

baixas e a umidade relativa entre as mais altas deste horário, ao passo que, sob atuação dos ventos norte e noroeste, esteve entre os pontos mais quentes e secos.

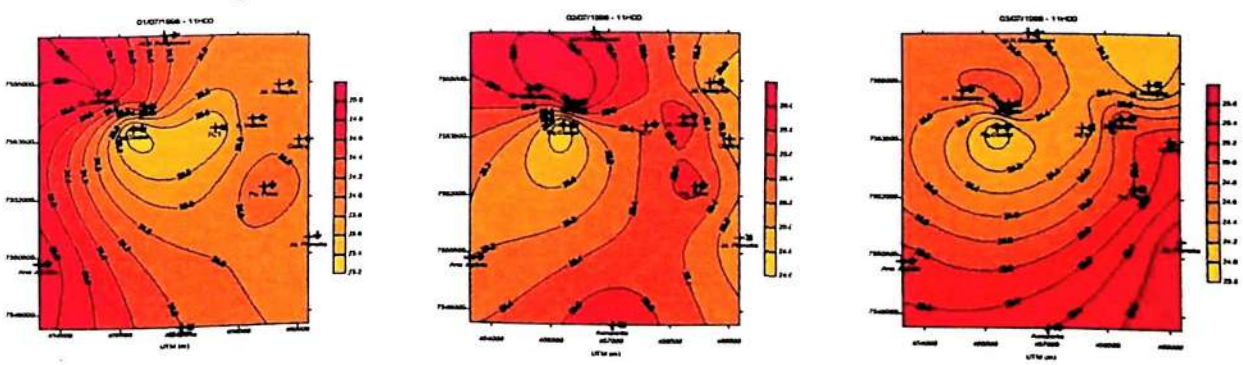
Em alguns dias, a velocidade do vento foi muito fraca neste horário e, não obstante a fita indicar não importa que direção, prevaleceu a condição deste ponto, ou seja, temperatura mais alta e baixa umidade relativa, devido as características da superfície (solo gramado com vegetação arbórea).

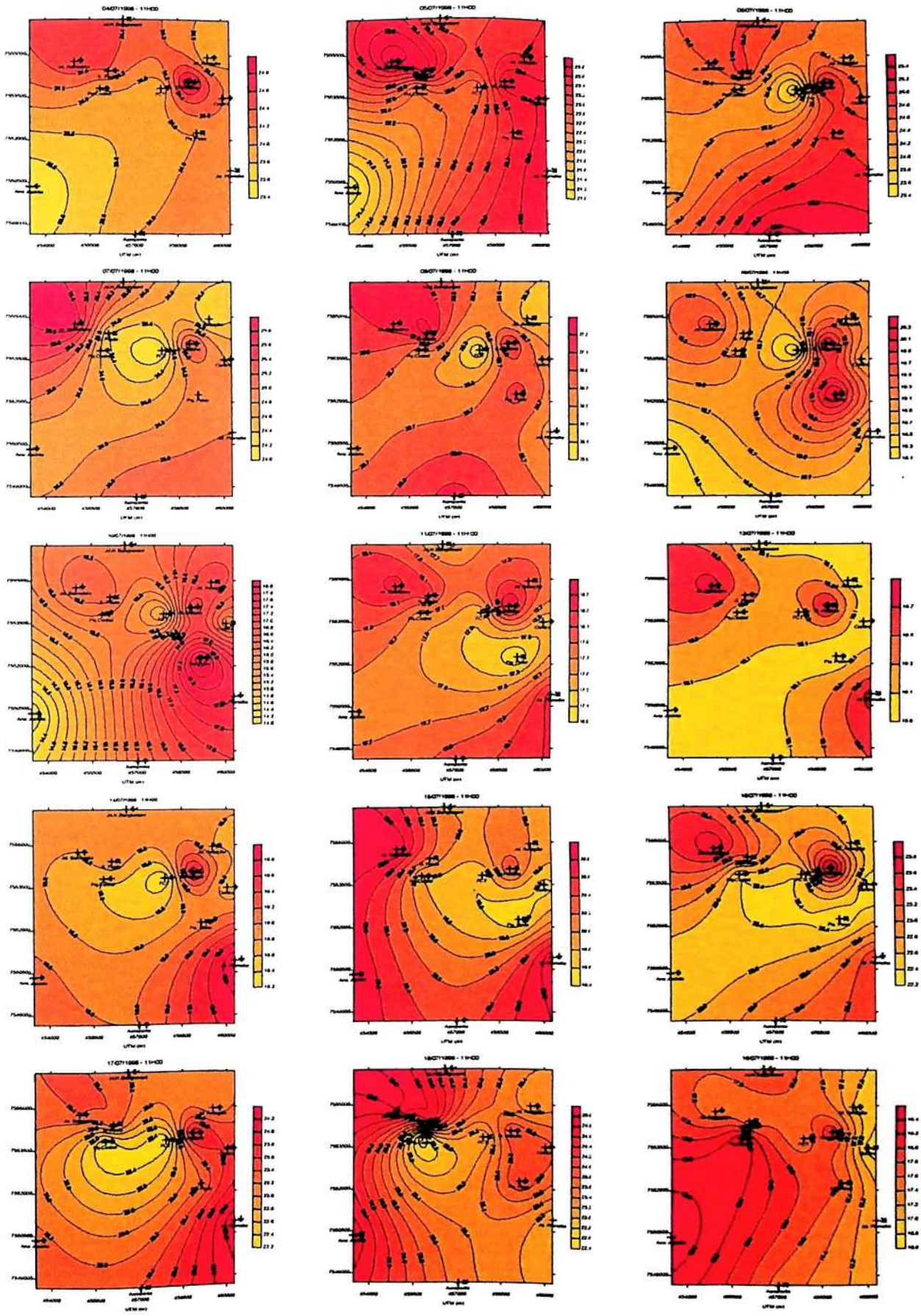
Nos pontos de maiores altitudes, o padrão que começou a se desenhar às 10h00 foi-se intensificando. O Jd. N. Bongiovani e o Aeroporto estiveram entre os pontos de temperaturas mais altas e menor umidade relativa ou ocuparam posição intermediária.

O Jd. N. Bongiovani com baixa densidade de construção e o Aeroporto com características rurais, nos dias em que as condições sinóticas permitiram que a cidade, de maneira geral, tivesse temperaturas mais altas, estiveram entre os pontos mais aquecidos neste horário, ocorrendo formação de ilha de calor nestes pontos. No Jd. N. Bongiovani, em vários dias, essas características estenderam-se até o Jd. Balneário e o Jd. S. Paula e no Aeroporto, ora até o Conj. Hab. Ana Jacinta, ora até o Jd. Planalto, conforme se pode verificar entre os dias 1 a 8, 18, 20 a 25 e 27 a 29.

Nos dias em que as temperaturas estiveram mais baixas, principalmente depois da passagem do sistema frontal, o Jd. N. Bongiovani e o Aeroporto estiveram entre os menos aquecidos. Foram eles: 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 26 e 30.

Cabe destacar que nos dias de temperaturas mais baixas, enquanto os dois pontos estavam entre os menos aquecidos, o Jd. Planalto estava entre os de temperaturas mais altas e com menor umidade. Este fato confirma a importância do uso e ocupação do solo na variação da temperatura e umidade relativa, pois neste horário, quando os raios solares incidem com mais intensidade, mas as temperaturas estão relativamente mais baixas devido à atuação da polar, as áreas densamente construídas são capazes de armazenar mais calor do que as áreas com baixa densidade de construção ou rural.





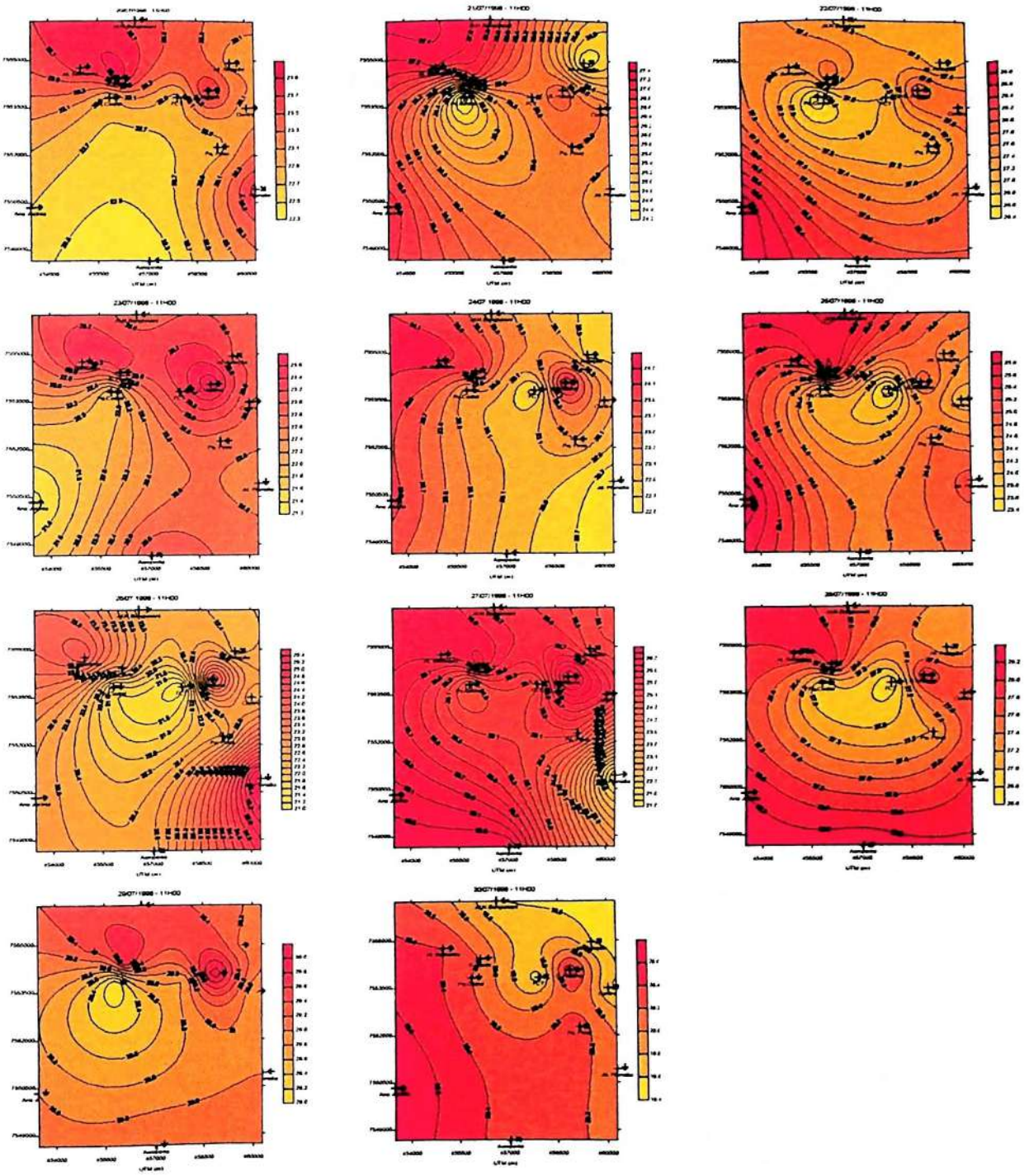
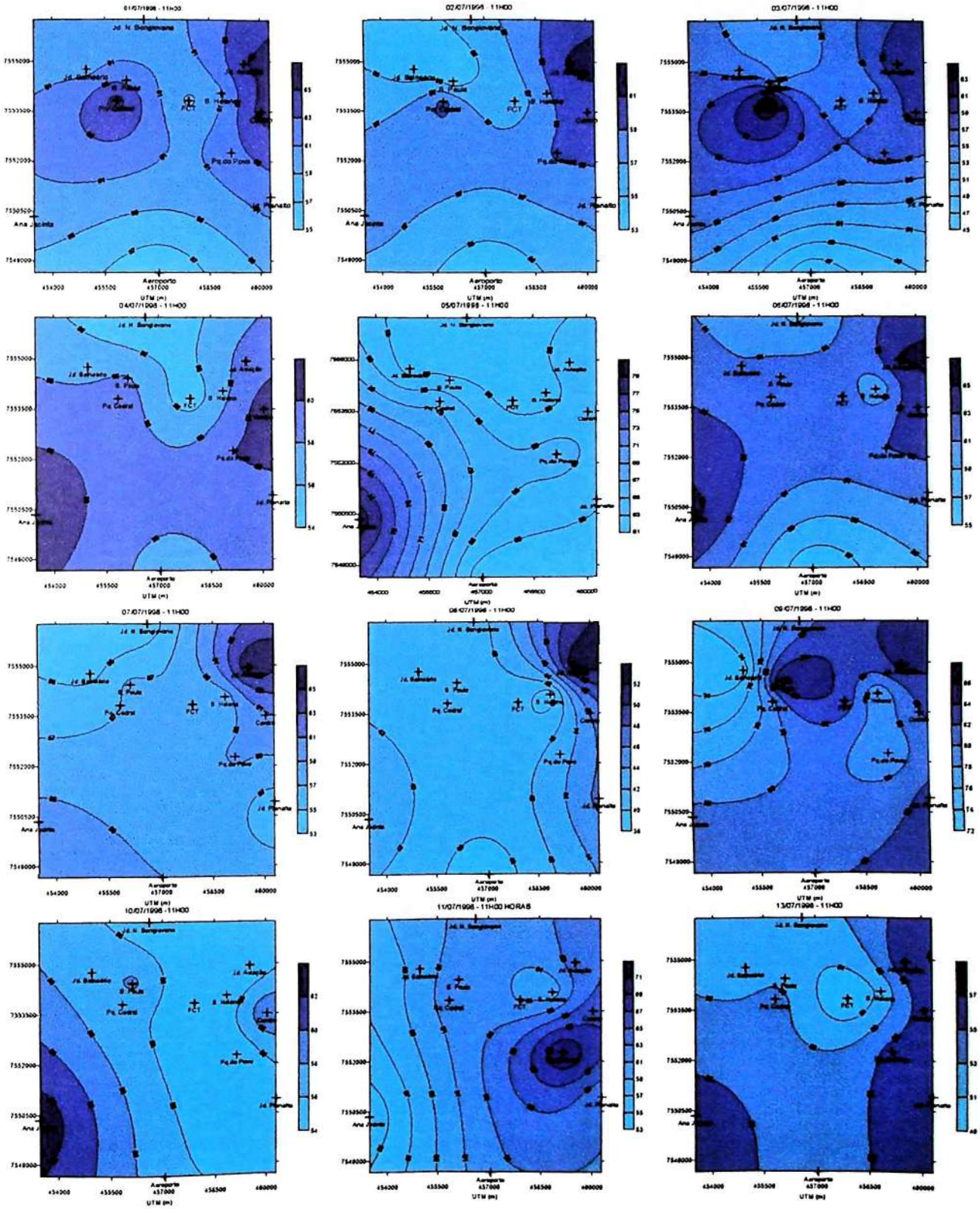
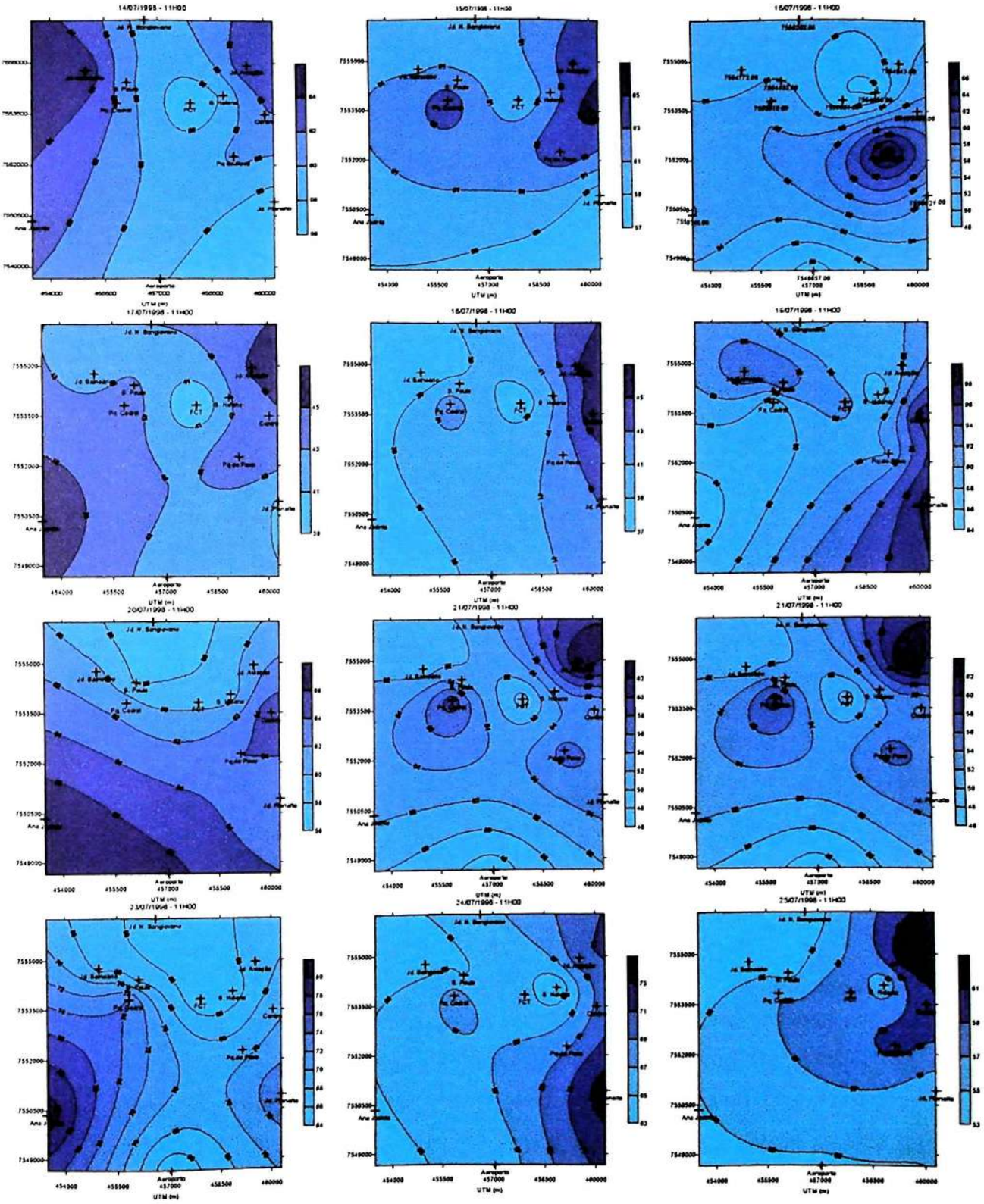


FIGURA 68 – Cartas de isotermas - 11h00


01/07/1998 - 11H00
02/07/1998 - 11H00
03/07/1998 - 11H00
04/07/1998 - 11H00
05/07/1998 - 11H00
06/07/1998 - 11H00
07/07/1998 - 11H00
08/07/1998 - 11H00
09/07/1998 - 11H00
10/07/1998 - 11H00
11/07/1998 - 11H00 HORAS
13/07/1998 - 11H00
Jd. N. Bongiovanni
Jd. Belissário
S. Paulo
Pq. Central
FCT
S. Helena
Centro
Pq.do Povo
Jd. Planalto
Ana Jacinta
Aeroporto
UTM (m)


14/07/1998 - 11H00
15/07/1998 - 11H00
16/07/1998 - 11H00
17/07/1998 - 11H00
18/07/1998 - 11H00
19/07/1998 - 11H00
20/07/1998 - 11H00
21/07/1998 - 11H00
22/07/1998 - 11H00
23/07/1998 - 11H00
24/07/1998 - 11H00
25/07/1998 - 11H00
Aeroporto
UTM (m)

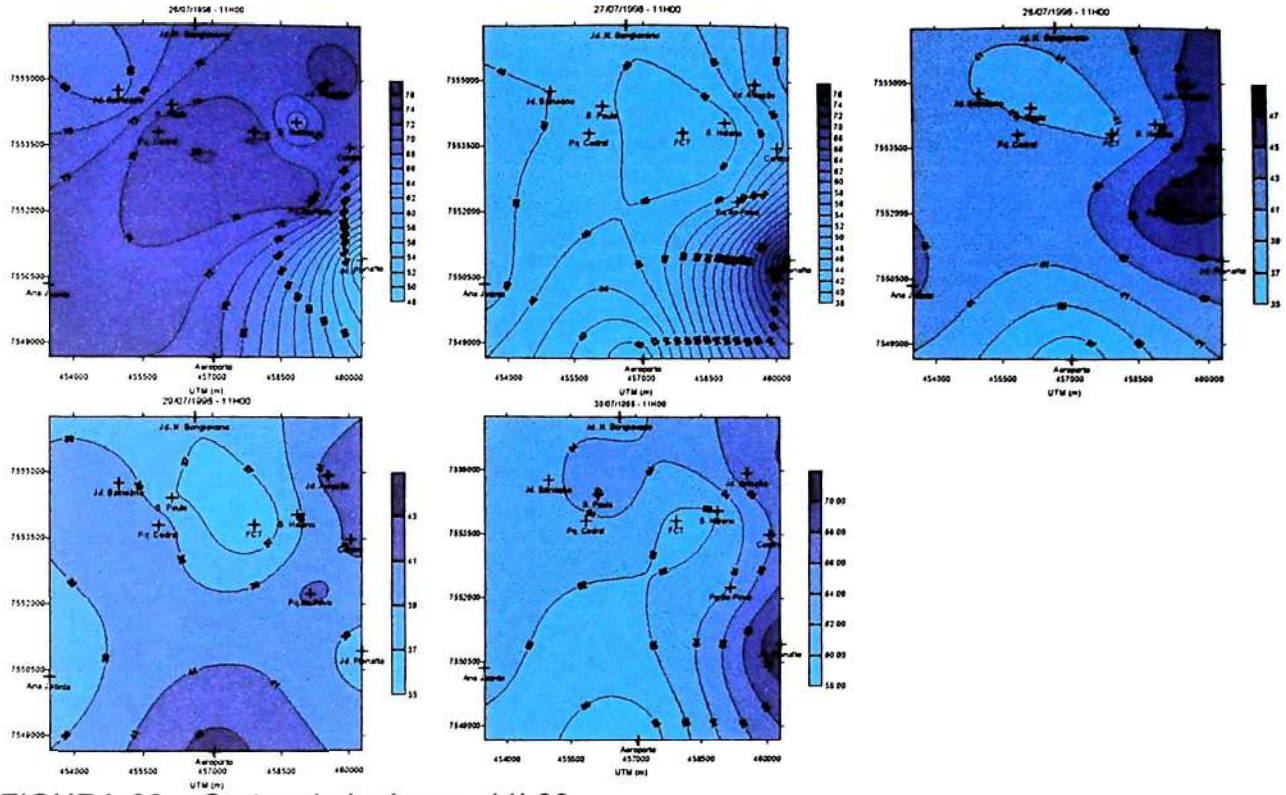


FIGURA 69 – Cartas de isoígras - 11h00

Amplitudes térmicas iguais ou acima de 2°C ocorreram em 52% dos dias, com velocidade do vento variando entre 2m/s e 6m/s, como se nota na Tabela 15. Esse fato foi observado no dias 03/07 (2°C), 05/07 (3°C), 06/07 (2,1°C), 07/07 (2°C), 09/07 (2,3°C), 10/07 (4,2°C), 17/07 (2,2°C), 18/07 (2,6°C), 21/07 (3°C), 22/07 (2,6°C), 23/07 (2,5°C), 25/07 (2,6°C), 26/07 (4,8°C), 27/07 (5°C), 29/07 (2,2°C).

A maior velocidade do vento deste horário foi registrada no dia 13 (12m/s), o que originou a menor amplitude térmica (0,9°C). Nos outros dias a velocidade ficou, na maioria deles, entre 6 e 9 m/s e a amplitude entre 1,5°C e 1,9°C.

As maiores amplitudes da umidade relativa foram observadas nos dias 01/07 (10,7%), 03/07 (19,6%), 05/07 (19,4%), 06/07 (10,6%), 07/07 (13,1%), 08/07 (14,7%), 09/07 (14,1%), 11/07 (18,1%), 16/07 (18,4%), 19/07 (14,4%), 20/07 (11,7%), 21/07 (17,2%), 22/07 (11,4%), 23/07 (17,2%), 24/07 (11,4%), 26/07 (26,4%), 27/07 (40,2%), 28/07 (12,9%), 30/07 (13,9%). Nos outros dias a umidade relativa esteve abaixo de 10%.

Tabela 15 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 11h00.

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	6,0	6,2	1,8	11
2	2,8	5,1	1,6	8
3	6,0	5,1	2,0	20
4	4,0	3,6	1,6	8
5	6,2	5,1	3,0	19
6	5,8	5,1	2,1	11
7	2,5	4,1	2,0	13
8	7,4	5,3	1,5	15
9	5,5	5,1	2,3	14
10	7,3	6,3	4,2	9
11	8,0	5,1	1,7	18
13	12,0	9,3	0,9	8
14	9,0	4,1	1,8	9
15	5,0	4,1	1,6	8
16	4,0	5,1	1,8	18
17	5,5	4,1	2,2	8
18	5,7	5,1	2,6	9
19	5,5	4,1	1,9	14
20	8,0	2,1	1,7	12
21	2,0	3,1	3,0	17
22	3,8	4,1	2,6	11
23	4,5	5,1	2,5	17
24	10,5	6,2	1,9	11
25	4,0	6,2	2,6	10
26	2,0	2,1	4,8	26
27	2,5	2,1	5,0	40
28	6,7	6,2	1,8	13
29	2,0	6,2	2,2	9
30	7,0	4,1	1,3	14

8.6 Variação a temperatura e umidade relativa às 12h00

Às 12h00, vinte dias tiveram amplitudes iguais ou acima de 2°C com velocidade do vento variando entre 1m/s e 9m/s no ponto da FCT como mostra a Tabela 16. Cabe salientar que a velocidade do vento esteve mais alta, na maioria dos dias em relação aos horários anteriores. Os dias acima citados foram: 05/07 (2°C), 07/07 (2,5°C), 08/07 (2,2°C), 09/07 (2°C), 10/07 (3,4°C), 14/07 (2,7°C), 15/07 (2,2°C), 17/07 (2°C), 18/07 (2,3°C), 19/07 (3°C), 20/07 (2,6°C), 21/07 (2°C), 22/07 (2,2°C), 23/07 (2,3°C), 24/07 (2,5°C), 25/07 (2,6°C), 26/07 (4,4°C), 27/07 (4,4°C), 29/07 (2°C), 30/07 (2,1°C).

A amplitude da umidade relativa esteve igual ou acima de 10% em 72% dos dias. Foram eles: 01/07 (10,7%), 02/07 (11,5%), 06/07 (11,5%), 07/07 (13,1%), 08/07 (17,4%), 09/07 (24,1%), 10/07 (15,8%), 11/07 (13,1%), 14/07 (13,4%), 15/07 (12,1%), 17/07 (10,2%), 18/07 (10,5%), 19/07 (17,6%), 21/07 (19,2%), 22/07 (12,2%), 25/07 (12,2%), 26/07 (20,8%), 27/07 (29,1%), 28/01 (10%), 29/07 (10,6%), 30/07 (10,7%).

Tabela 16 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 12h00.

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	4,8	5,1	1,2	11
2	4,4	3,1	1,7	12
3	5,2	5,1	1,2	6
4	9,0	3,1	1,4	6
5	6,9	5,1	2,0	6
6	4,4	4,1	1,6	12
7	3,0	5,1	2,5	13
8	7,3	7,2	2,2	17
9	3,5	7,2	2,0	24
10	7,8	8,2	3,4	16
11	8,1	7,7	1,6	13
13	13,4	7,2	1,8	10
14	7,4	4,1	2,7	13
15	7,0	2,1	2,2	12
16	3,5	5,1	1,4	8
17	7,5	6,2	2,0	10
18	6,9	7,2	2,3	11
19	8,2	6,2	3,0	18
20	7,4	6,2	2,6	9
21	1,0	2,1	2,0	19
22	4,5	5,1	2,2	12
23	3,4	6,2	2,3	7
24	9,1	8,2	2,5	9
25	7,8	6,2	2,6	12
26	1,5	0,0	4,4	21
27	4,5	5,1	4,4	29
28	7,5	5,1	1,7	10
29	2,0	5,1	2,0	11
30	4,0	6,2	2,1	11

Neste horário, quando os raios solares incidem com mais intensidade, algumas anomalias térmicas que vinham ocorrendo de maneira tímida passaram a configurar um quadro bastante definido.

O Jd. Planalto destacou-se como um dos mais quentes e secos, sempre com ventos do quadrante norte (N, NW). Nos únicos dias em que a direção do vento neste ponto foi sul (09 e 27/07) a temperatura esteve mais baixa e com maior umidade em comparação com os outros pontos.

O Centro também passou a ser um dos mais quentes deste horário, mas com menor intensidade do que o Jd. Planalto. As temperaturas não estiveram muito altas nos dias 08, 09, 13, 19, 29, 30. Os dias 09, 13, 19 e 30, constaram-se entre os dias de menor temperatura neste horário, que coincidiram com a atuação de sistemas polares mais intensos.

Os dias 08 e 29 tiveram as temperaturas mais altas do período, tendo sido essas as que antecederam a chegada de sistemas frontais.

Os dias em que o Centro esteve entre os pontos com temperaturas mais altas foram na maioria das vezes, os dias em que as condições sinóticas permitiram temperaturas mais altas na cidade. Apenas dois dias (10 e 11) não se enquadraram nesta característica, por estarem sob atuação de uma polar intensa e, portanto, entre os dias de temperaturas mais baixas, porém não havia nebulosidade permitindo troca de energia bastante intensa entre a atmosfera e a superfície.

Assim, o Centro da cidade, densamente construído e com pouca vegetação, que apresentou, neste horário, respostas diferenciadas de acordo com a atuação dos sistemas atmosféricos, teve, na maioria dos dias, temperaturas mais altas que os outros pontos e, em alguns dias, temperaturas mais baixas, em conseqüência de sistemas polares mais intensos. Isso mostra que a alta densidade de concreto nos dias mais quentes agudiza as altas temperaturas e, nos dias mais frios, demora mais para aquecer a atmosfera.

No que se refere à umidade relativa, o Centro apresentou um comportamento diferente do que vinha sendo observado. A umidade relativa, que de maneira geral se apresentou inversamente proporcional à temperatura, esteve, às 12h00, entre as mais altas, na grande maioria dos dias.

O Jd. Aviação, às 12h00, apresentou temperaturas intermediárias entre os pontos de maior e menor aquecimento. Apesar de ser densamente construído, possui arborização nas ruas e fundos de quintais que, de certa forma, ameniza as altas temperaturas e deixa a umidade relativa entre as mais altas, na grande maioria dos dias.

O Aeroporto diferentemente do que ocorreu no Centro, nos dias em que as temperaturas estiveram mais baixas na cidade, como um todo, após a passagem do sistema frontal frio, esteve entre os pontos de maior aquecimento. Apresentou sempre situação diferenciada em relação, principalmente, ao Jd. Planalto, por estar em maior altitude e ter temperaturas mais elevadas neste horário. Quando o Jd. Planalto teve as maiores temperaturas, o Aeroporto teve temperaturas um pouco mais baixas, apesar de estar classificado ainda como um dos pontos de maior aquecimento. O Jd. Planalto, densamente construído e com pouca vegetação esteve mais quente que o Aeroporto que possui características tipicamente rurais, e em conseqüência da altitude esteve também entre os mais quentes. Por outro lado o Centro, também de maior altitude apresentou temperaturas elevadas na maioria dos dias, mas nos dias em que as

temperaturas estiveram mais baixas em decorrência das condições sinóticas, o Aeroporto teve temperaturas mais elevadas.

A umidade relativa no Aeroporto esteve entre as mais baixas, na grande maioria dos dias, independentemente das condições sinóticas atuantes. Apenas em dois dias esteve entre os pontos de maior umidade relativa (26 e 29/07), sendo que no dia 29/07, a temperatura também esteve elevada.

O Jd. N. Bongiovani com altitude elevada, com baixa densidade de construção e sem vegetação, esteve entre os pontos de maior aquecimento e menor umidade relativa, mas com intensidade menor do que o Jd. Planalto, com densidade alta de construção.

A FCT que também está entre os pontos de maior altitude, mas com ocupação de solo diferente da dos outros de maior altitude, pois não é densamente construído e possui grande área com vegetação rasteira e esparso arboredo, teve, na maioria dos dias, temperaturas mais baixas neste horário, formando um eixo de menor aquecimento que o Pq. Cedral, de baixa altitude, mas que tem vegetação e construções esparsas e ruas e calçadas bastante largas, que permitem a circulação do ar com maior facilidade. Com relação à umidade relativa, esteve entre os pontos mais secos, na grande maioria dos dias. O Pq. Cedral, porém, apesar de ter temperaturas muito semelhantes as da FCT, concentrou maior umidade relativa do ar, devido às características da superfície.

Os outros pontos de baixa altitude, como o Jd. S. Paula, o Pq. do Povo, o Jd. S. Helena e o Jd. Balneário, estiveram, na maioria dos dias, entre os pontos mais aquecidos. O que mais se diferenciou foi o Pq. do Povo, pois de maneira geral, esteve aquecido. Mas, nos dias em que as temperaturas estiveram mais baixas na cidade, formou com o Pq. Cedral e a FCT o eixo de menor aquecimento, provavelmente pelo papel importante que a vegetação rasteira e arbórea exerceu sobre estes pontos, mantendo as temperaturas mais baixas.

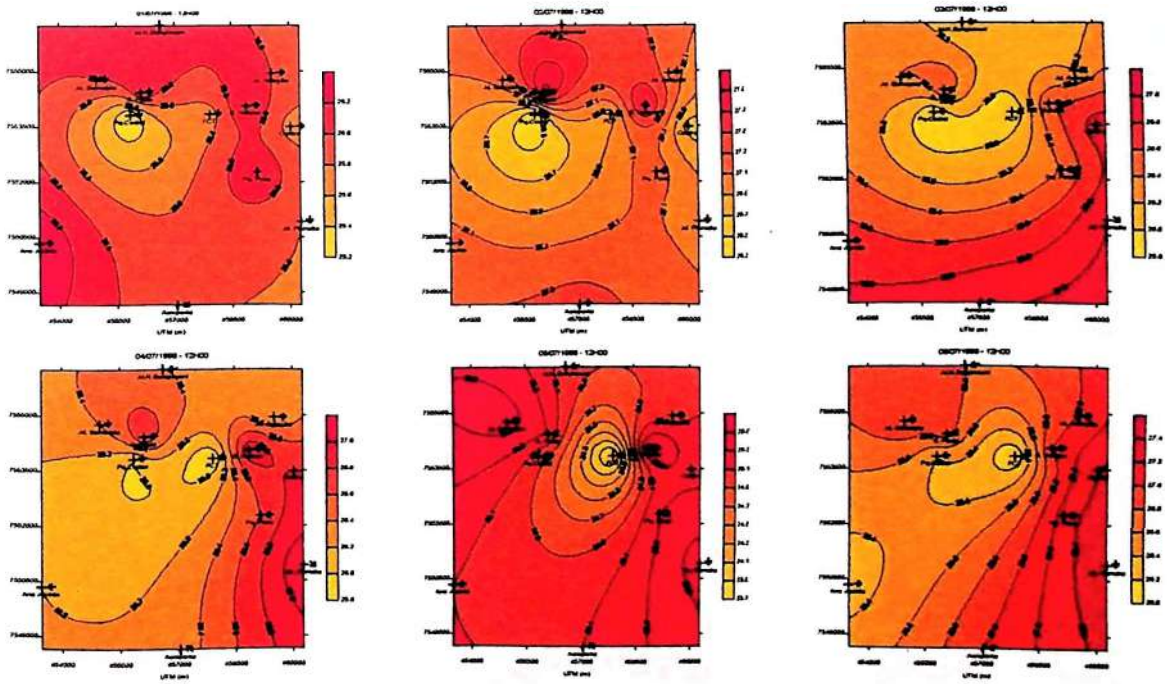
A umidade relativa nestes pontos de baixa altitude esteve baixa, com exceção do Pq. do Povo.

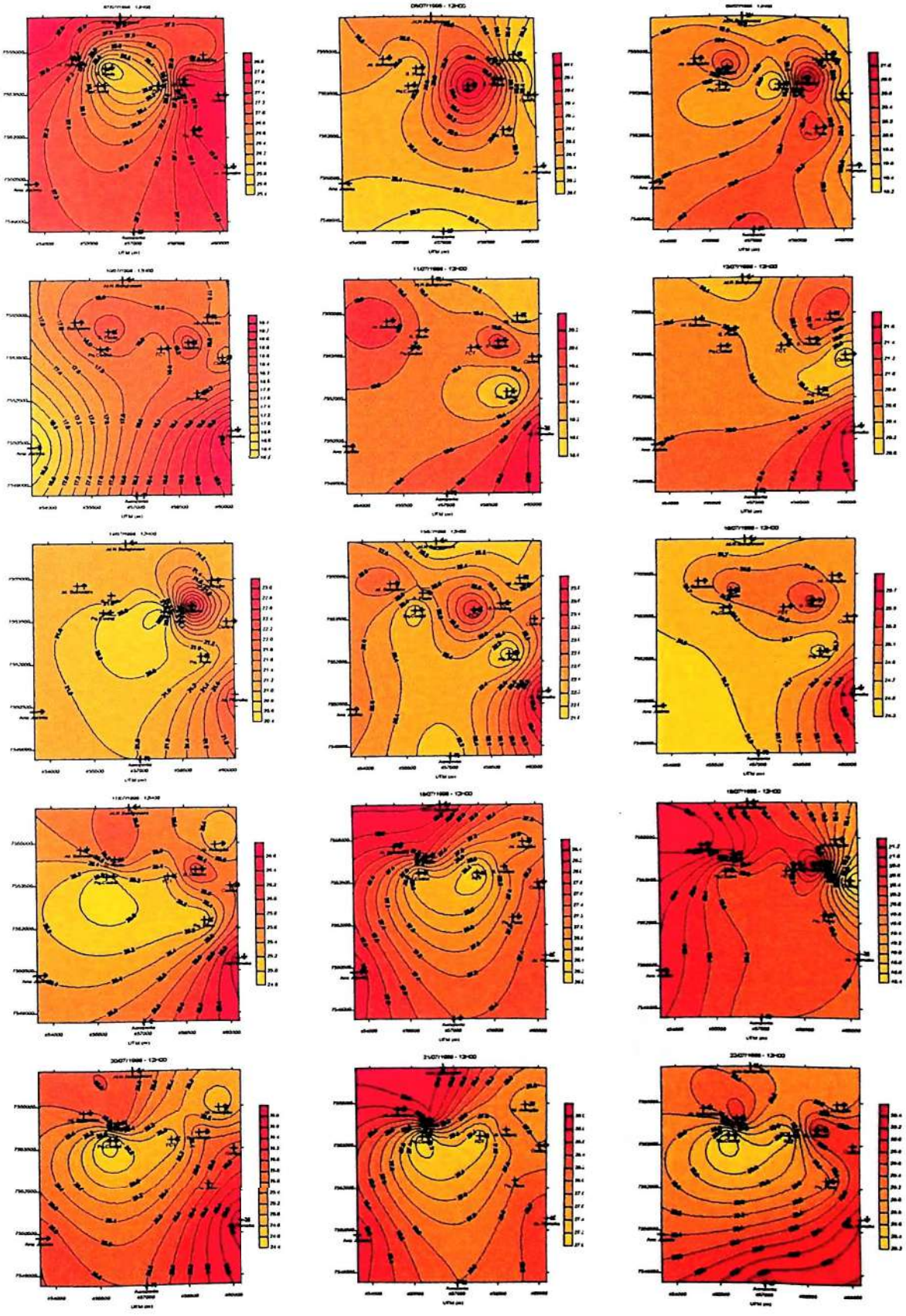
O Conj. Hab. Ana Jacinta também de baixa altitude, mas com alta densidade de construção, praticamente sem vegetação arbórea e com a zona rural bastante próxima, ora esteve entre os mais quentes, ora entre os mais frios. Como já observado às 11h00, no dia em que se registraram as temperaturas mais altas, a velocidade do vento foi muito maior, trazendo as características do entorno mais quente, enquanto nos dias com menor velocidade do vento, as temperaturas estiveram um pouco mais

baixas. Neste horário, como as velocidades do vento foram, de maneira geral, maiores que nos horários anteriores, o número de dias com temperaturas mais altas também foi maior. A umidade relativa foi inversa à temperatura, sendo maior nos dias em que as temperaturas estiveram mais baixas e menor nos dias em que as temperaturas estiveram mais altas.

Como foi possível observar, o maior ou menor aquecimento tem, neste horário, a ocupação e uso do solo como o principal responsável. Como às 12h00 os raios solares também incidem com mais intensidade, e já existe calor armazenado devido às construções, nos horários anteriores, as áreas densamente construídas passaram a ter temperaturas mais altas e as áreas com baixa densidade de construção, mas inseridas na malha urbana, tiveram temperaturas mais baixas (FCT e Pq. Cedral). As áreas com baixa densidade de construção e com característica rural, ainda mantiveram as características dos horários anteriores, mas não com a mesma intensidade (Aeroporto e Jd. N. Bongiovani), mantendo-se entre os mais aquecidos, mas em intensidade menor que os de maior altitude e com grande densidade de construção.

O Jd. Aviação deve ser destacado, pois apesar de ser densamente construído e ser área de maior altitude, manteve temperaturas intermediárias devido à densidade de vegetação.





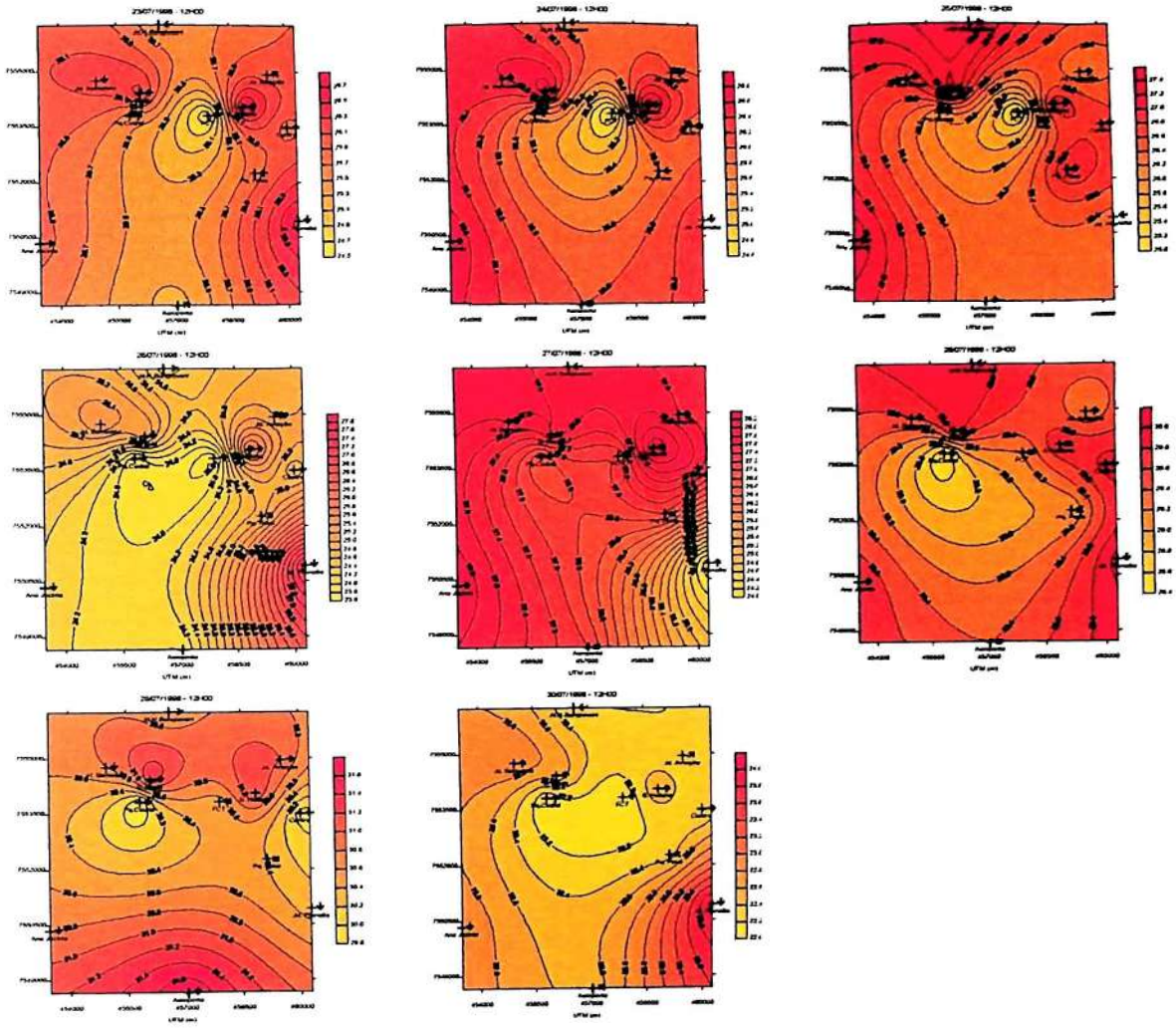
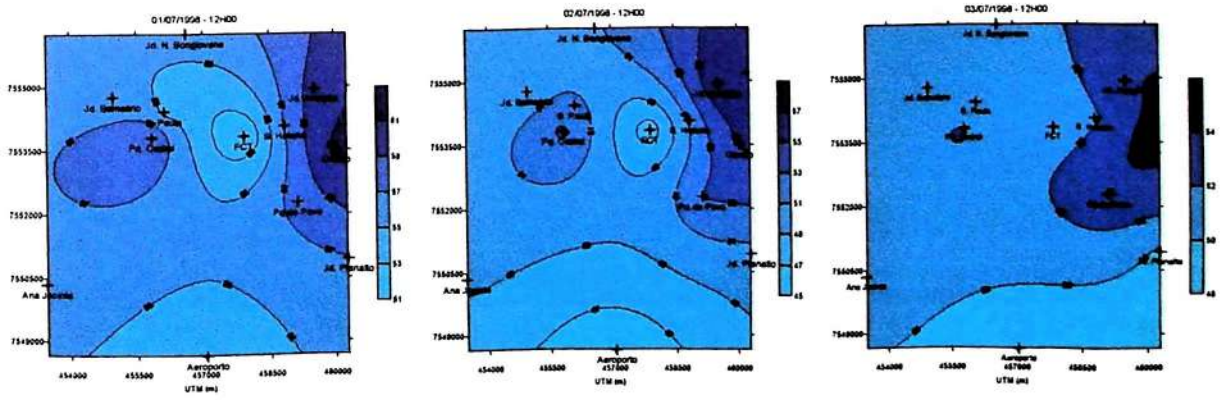
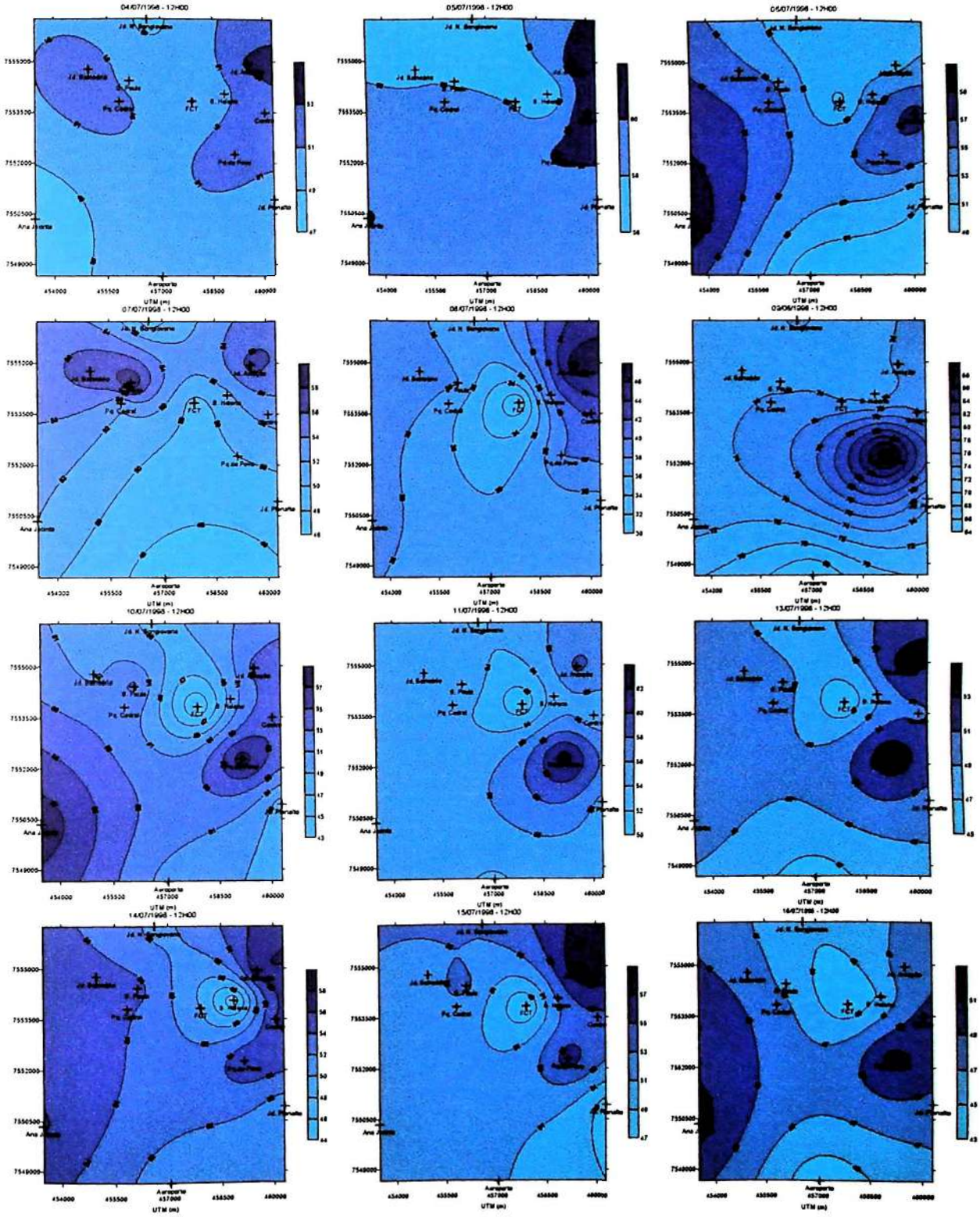
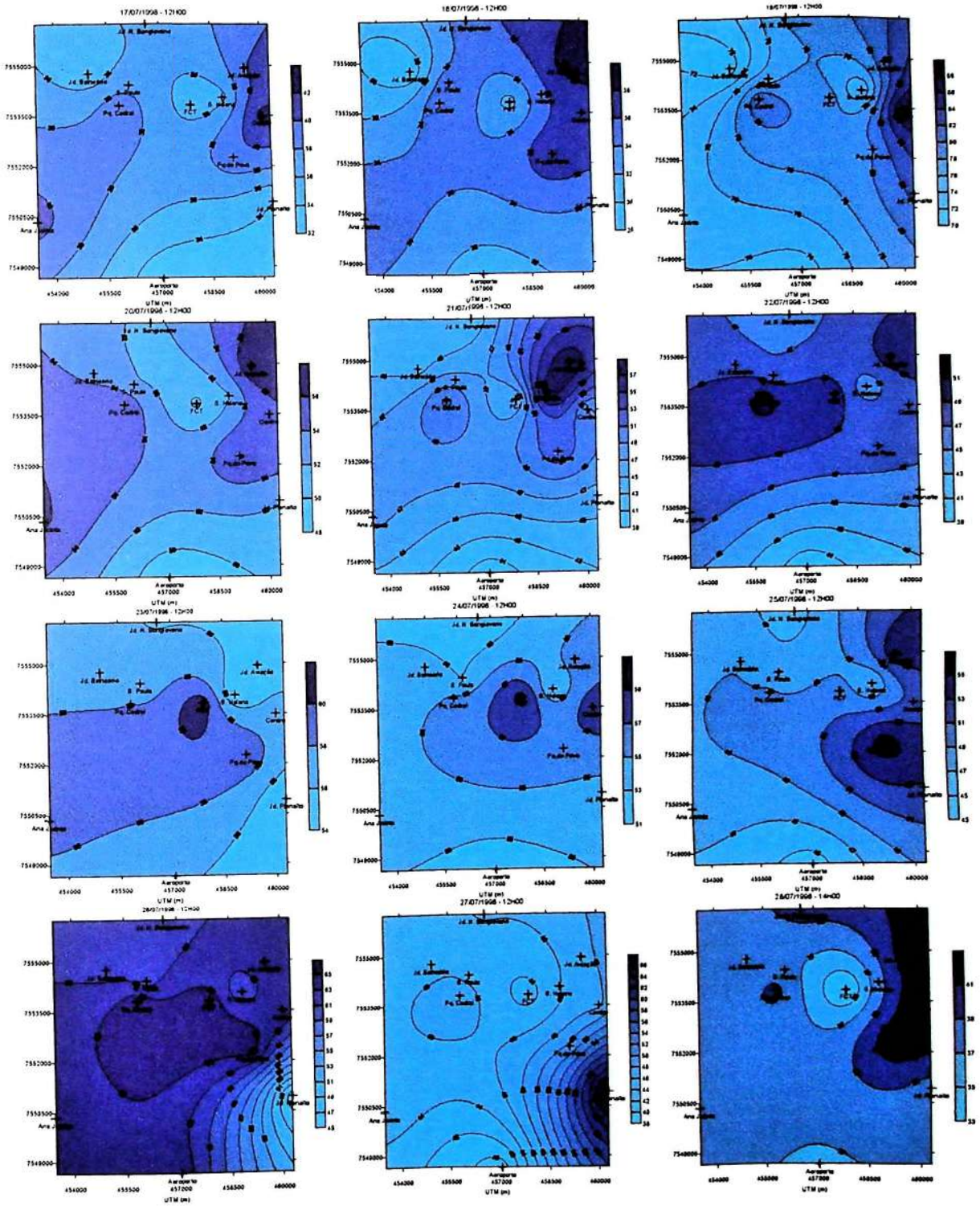


FIGURA 70 – Cartas de isotermas - 12h00




04/07/1998 - 12H00
05/07/1998 - 12H00
06/07/1998 - 12H00
07/07/1998 - 12H00
08/07/1998 - 12H00
09/07/1998 - 12H00
10/07/1998 - 12H00
11/07/1998 - 12H00
13/07/1998 - 12H00
14/07/1998 - 12H00
15/07/1998 - 12H00
16/07/1998 - 12H00
Aeroporto
457000
UTM (m)


17/07/1998 - 12H00
18/07/1998 - 12H00
20/07/1998 - 12H00
21/07/1998 - 12H00
22/07/1998 - 12H00
23/07/1998 - 12H00
24/07/1998 - 12H00
25/07/1998 - 12H00
26/07/1998 - 12H00
27/07/1998 - 12H00
28/07/1998 - 14H00
UTM (m)

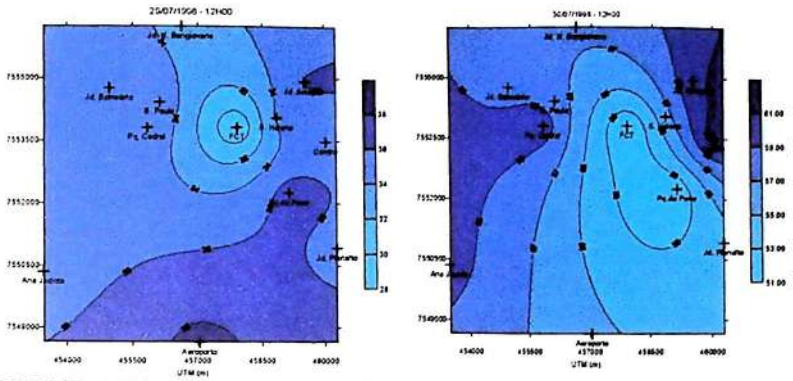


FIGURA 71 – Cartas de isoígras - 12h00

8.7 Variação da temperatura e umidade relativa às 13h00

Às 13h00 a amplitude térmica intra-urbana, igual ou superior a 2°C, diminuiu significativamente, mantendo-se apenas por 12 dias. Foram eles: 09/07 (2°C), 10/07 (3,2°C), 16/07 (2,2°C), 17/07 (2,8°C), 20/07 (2,1°C), 22/07 (2,5°C), 24/05 (3,8°C), 25/07 (2°C), 26/07 (4,2°C), 27/07 (4,2°C), 29/07 (2,2°C) e 30/07 (2,4°C). A velocidade do vento, nestes dias, variou entre 2,5m/s e 9,4m/s no ponto da FCT, como se verifica na Tabela 17.

Tabela 17 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 13h00.

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	3,2	5,1	1,4	11
2	6,7	5,1	1,4	12
3	3,8	3,1	1,6	14
4	8,6	5,1	1,8	8
5	6,0	3,6	1,6	11
6	4,2	2,1	1,6	11
7	3,2	4,1	0,9	14
8	4,8	7,2	1,0	17
9	5,0	3,1	2,0	28
10	3,4	6,2	3,2	16
11	7,0	9,3	1,6	12
13	8,4	6,2	1,5	6
14	2,0	2,1	1,6	18
15	4,8	2,1	1,9	12
16	3,0	0,0	2,2	5
17	5,2	3,1	2,8	12
18	8,2	8,2	1,4	13
19	7,4	5,1	1,2	8
20	4,8	4,1	2,1	11
21	2,4	4,1	1,4	8
22	3,0	3,1	2,5	16
23	5,4	3,1	1,4	10
24	9,4	6,2	3,8	15
25	7,2	6,2	2,0	16
26	4,5	4,1	4,2	17
27	2,5	2,6	4,2	18
28	4,0	5,1	1,5	11
29	4,5	3,1	2,2	14
30	6,8	6,2	2,4	8

A amplitude da umidade relativa esteve abaixo de 10% em 21% dos dias, entre 10% e 15%, em 48% deles, entre 15% e 20%, em 26% deles; apenas em 4% esteve acima de 20% dos dias.

O padrão de distribuição da temperatura apresentou o seguinte comportamento: os pontos com maiores altitudes tiveram temperaturas mais altas, diferenciando-se, de acordo com o uso e ocupação do solo.

O Jd. Planalto liderou as temperaturas mais altas, seguido pelo Centro. A umidade relativa foi maior no Centro do que no Jd. Planalto, mas no contexto urbano, o Centro, apesar de estar entre os pontos de maior temperatura, teve, na maioria dos dias, maior umidade relativa. Ambos são densamente construídos e com pouca vegetação nas ruas e fundos de quintais. Na seqüência vieram o Aeroporto (rural) e o Jd. N. Bongiovani (baixa densidade de construção e sem vegetação arbórea), também pontos com temperaturas mais altas, mas devido às características de ocupação, estiveram menos aquecidos do que o Jd. Planalto e Centro. Apesar das temperaturas mais baixas, o Aeroporto e o Jd. N. Bongiovani tiveram, na grande maioria dos dias, umidade relativa mais baixa do que o Centro e Jd. Planalto. Cabe salientar que nos dias em que as temperaturas estiveram muito baixas na cidade, esses dois pontos e principalmente o Jd. N. Bongiovani estiveram entre os pontos de temperaturas mais baixas e também com baixa umidade relativa.

Como às 12h00, o Jd. Aviação de maior altitude e densidade de construção, mas com grande densidade de vegetação arbórea, teve temperaturas amenizadas em relação ao Centro e ao Jd. Planalto. Colocou-se como ponto de transição entre os mais e os menos aquecidos. Quanto à umidade relativa, em todos os dias esteve entre os de maior umidade.

Estas mesmas características foram observadas no Jd. S. Helena, de menor altitude, mas que tem o mesmo padrão de ocupação do solo que o Jd. Aviação. É importante lembrar que, nos horários da manhã, tiveram temperaturas diferentes (Jd. S. Helena mais quente, Aviação mais frio), devido à exposição das vertentes, que neste horário acaba tendo importância secundária, em razão da "altura do sol".

O eixo de menor aquecimento - FCT e Pq. Cedral - continuou com as temperaturas mais baixas, aos quais, em vários dias, somou-se o Pq. do Povo, devido à presença da vegetação. Neste eixo os vários pontos tiveram umidade relativa diferenciada. A FCT foi sistematicamente o ponto mais seco deste horário. O Pq. Cedral nos dias em que as temperaturas estiveram mais baixas esteve também entre os mais secos. Mas nos dias de temperaturas mais altas esteve entre os mais úmidos.

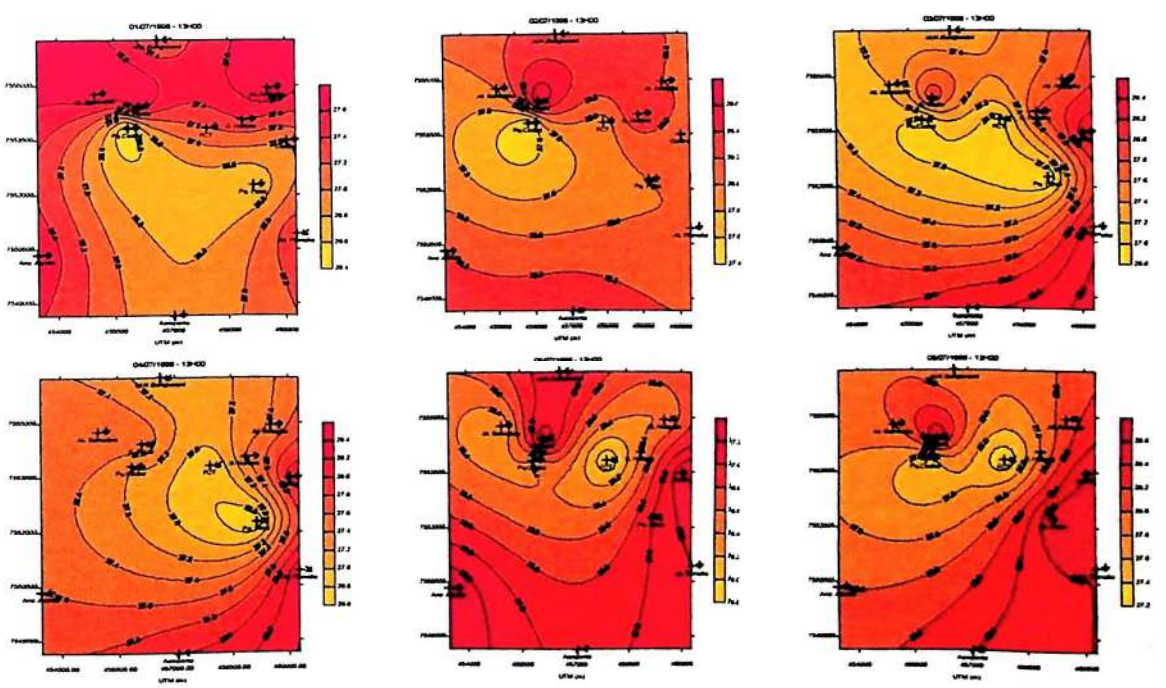
No Pq. do Povo, devido às suas características de superfície, registrou-se umidade relativa elevada em praticamente todos os dias.

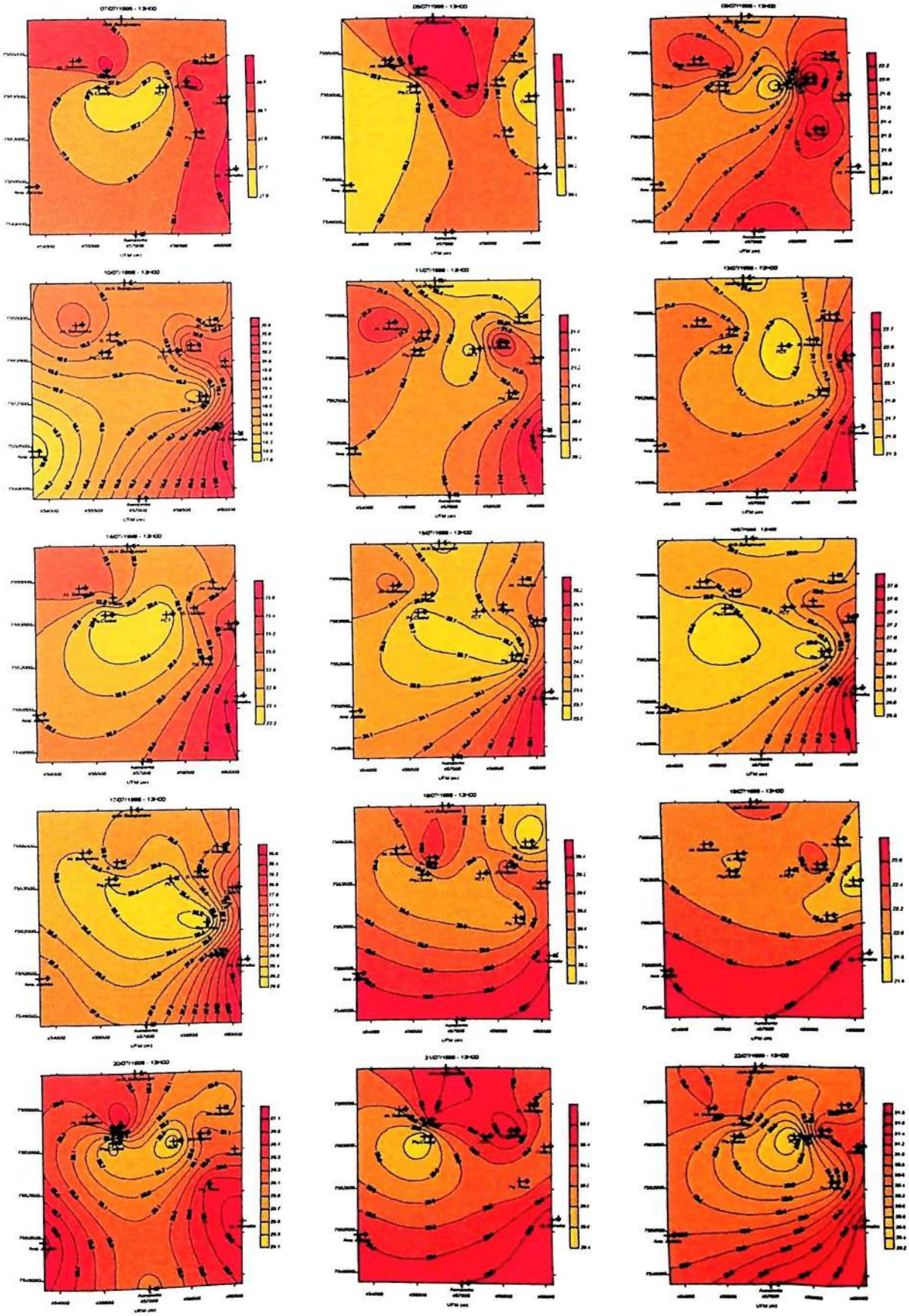
Outros dois pontos de baixa altitude (Balneário e Jd. S. Paula), na grande maioria dos dias estiveram entre os mais aquecidos, mas foi observada uma pequena diferença entre eles. O Jd. S. Paula, apesar de estar em fundo de vale com ampla área gramada, tem seu entorno densamente construído apresentando temperaturas mais altas do que o Balneário, que tem, nas proximidades, construções esparsas e está mais próximo à zona rural. A umidade relativa esteve entre as mais baixas na maioria dos dias, com algumas exceções nos dias com pequenas amplitudes, como nos dias 13/07 (6%), 21/07 (8,2%), 30/07 (7,7%),

Como o Jd. N. Bongiovani, o Balneário, o Jd. S. Paula e o Conj. Hab. Ana Jacinta tiveram temperaturas mais baixas em relação ao Jd. Planalto, ao Centro, ao Jd. S. Helena e ao Jd. Aviação, sob a atuação de polares mais intensas que provocaram a queda da temperatura. Este fato ocorreu entre os dias 09 e 17 e nos dias 26 e 30.

O Conj. Hab. Ana Jacinta, nos demais dias, esteve entre os pontos de temperaturas mais altas com umidade relativa variando de intermediária para alta.

Assim, ficou nitidamente configurada a relação entre as temperaturas mais altas e a densidade de construção com presença de vegetação amenizando as altas temperaturas neste horário.





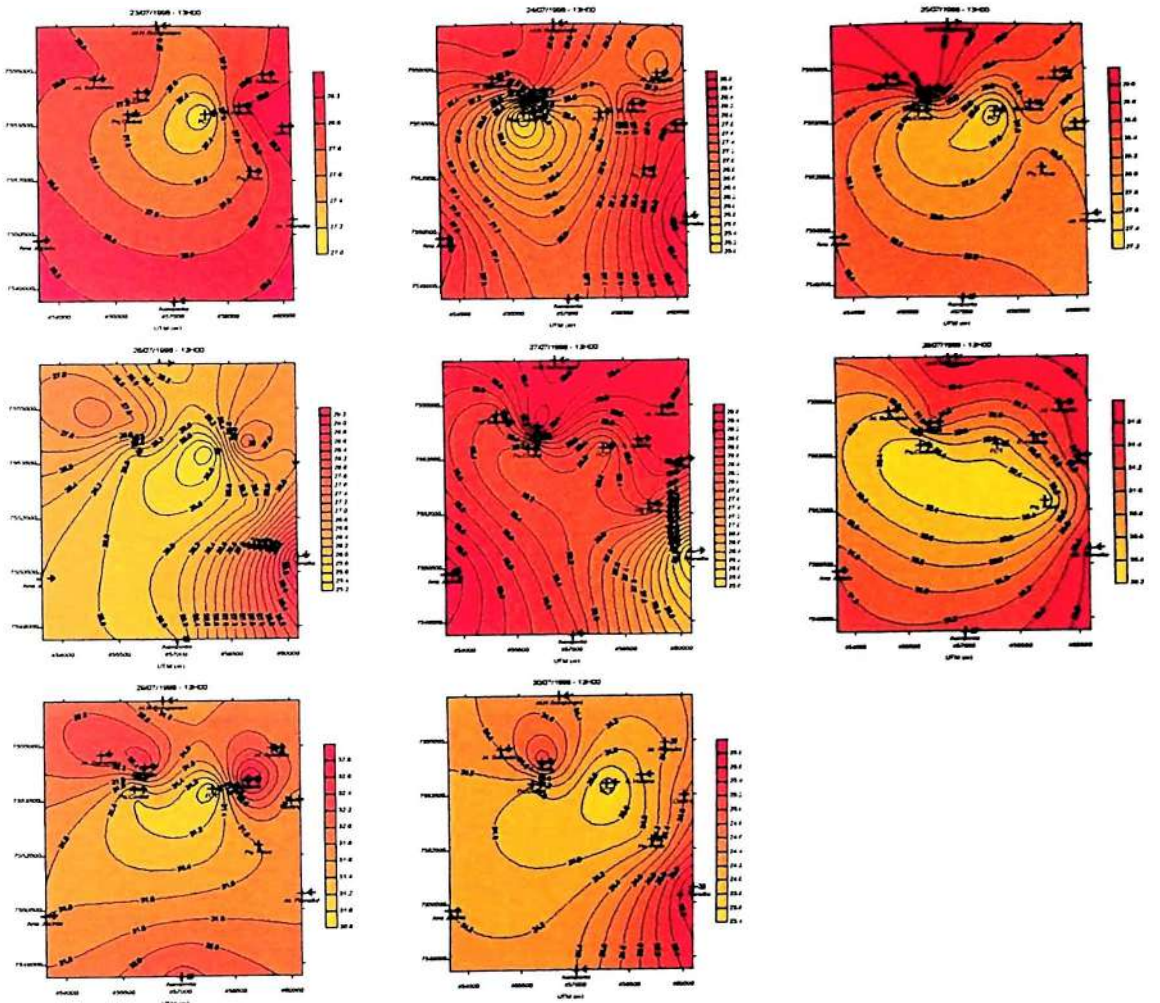
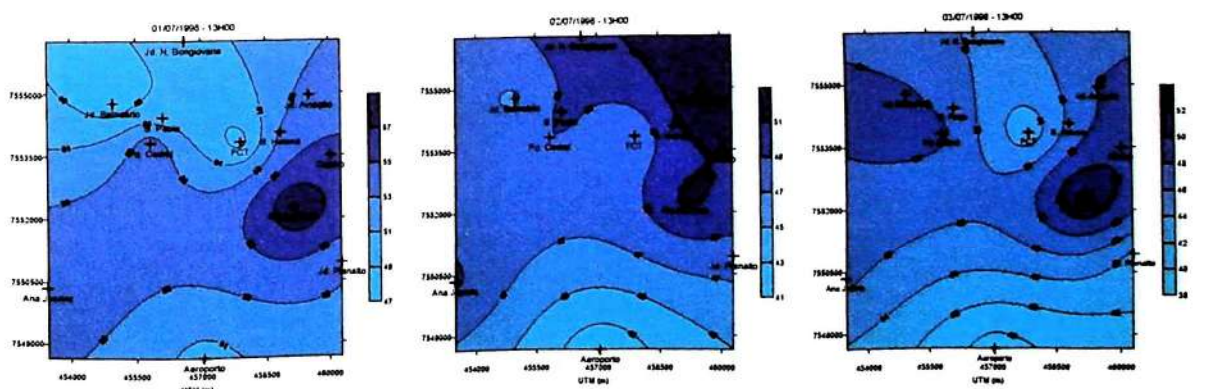
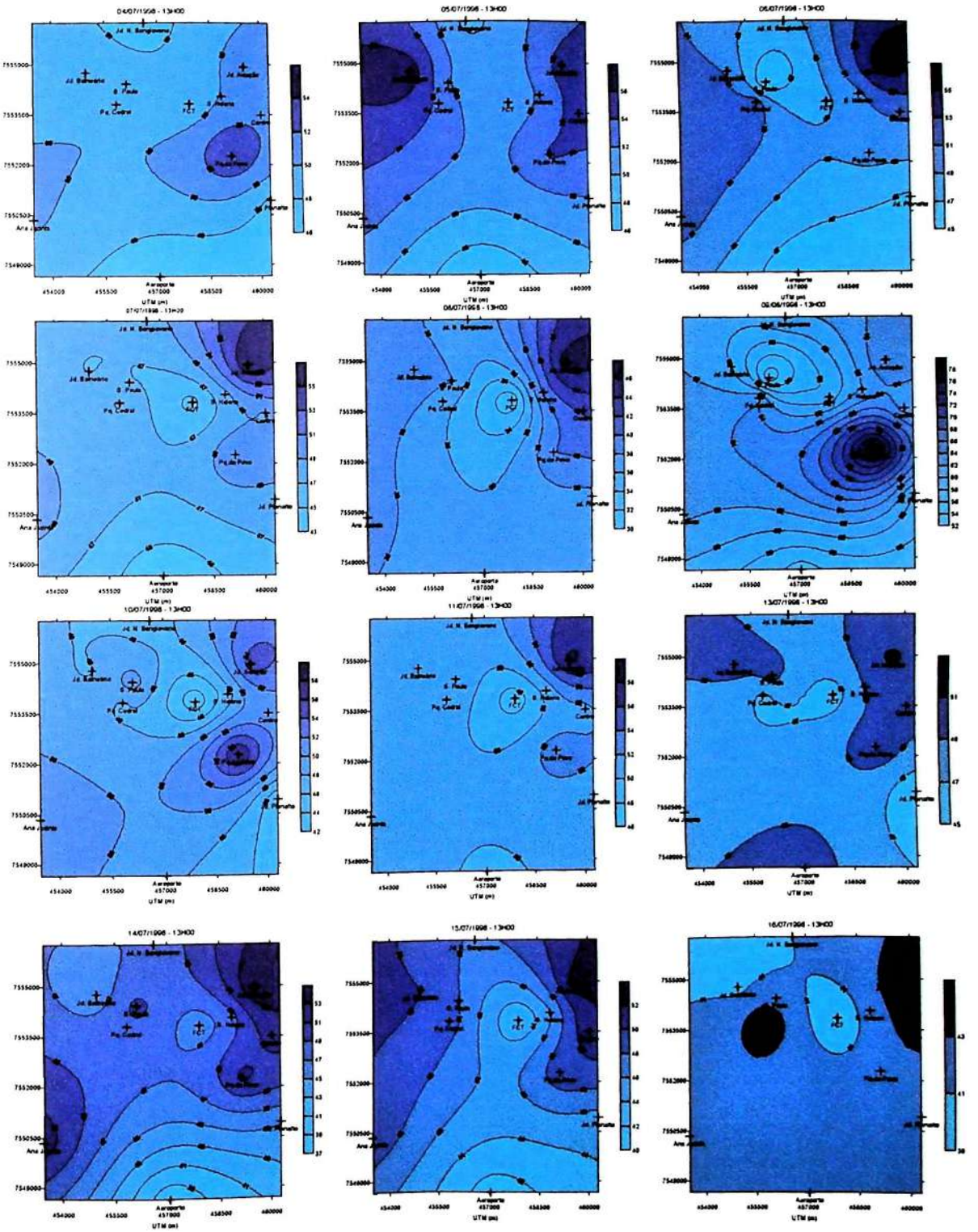
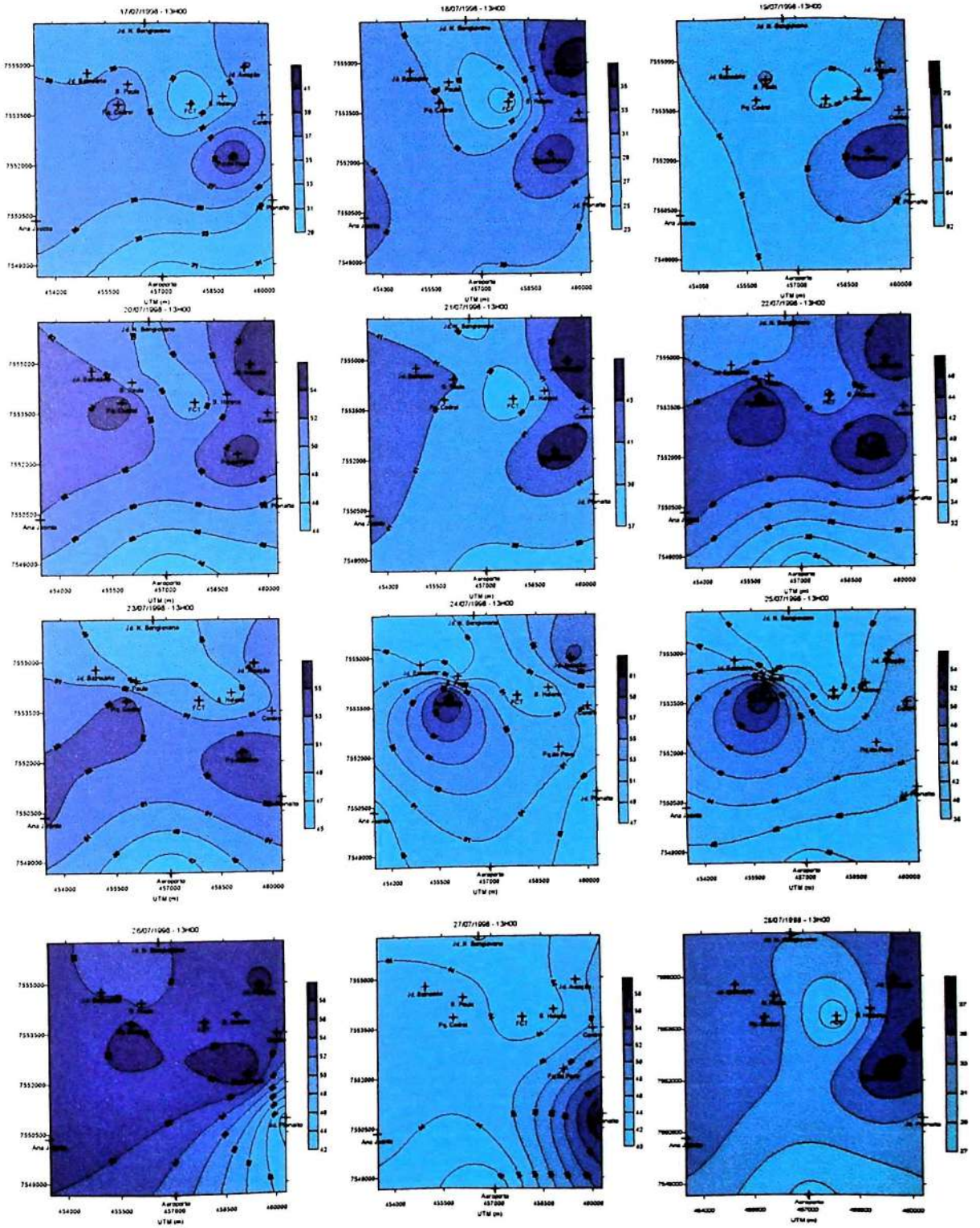


FIGURA 72 – Cartas de isotermas - 13h00







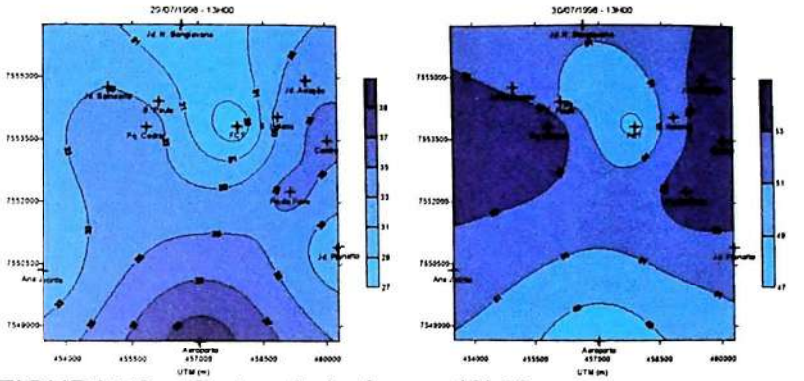


FIGURA 73 – Cartas de isoígras - 13h00

8.8 Variação da temperatura e umidade relativa às 14h00

Às 14h00, os dias que tiveram amplitudes de temperaturas iguais ou acima de 2°C foram: 03/07 (2,2°C), 04/07 (2,4°C), 08/07 (3,1°C), 10/07 (3,2°C), 11/07 (2°C), 14/07 (2,2°C), 15/07 (2,5°C), 16/07 (2,8°C), 17/07 (2,1°C), 18/07 (2,3°C), 23/07 (2°C), 24/07 (2,2°C), 26/07 (3,6°C) e 27/07 (3,2°C). A velocidade do vento variou entre 2m/s no dia 27/07 e 9m/s no dia 11/07, como se verifica na Tabela 18.

A amplitude da umidade relativa esteve igual ou acima de 10% nos dias 03/07 (10%), 04/07 (13,3%), 05/07 (12,1%), 06/07 (12,5%), 07/07 (13%), 08/07 (12%), 09/07 (12,2%), 10/07 (16,5%), 14/07 (16,4%), 15/07 (15,7%), 22/07 (11,1%), 24/07 (12%), 25/07 (10,1%), 26/07 (15,3%) e 27/07 (14,4%).

Tabela 18 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 14h00.

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	7,0	5,1	1,3	8
2	6,4	5,1	1,1	9
3	4,0	5,1	2,2	10
4	5,5	4,1	2,4	13
5	4,8	5,1	1,9	12
6	2,5	4,1	1,2	13
7	3,0	4,1	1,3	13
8	5,0	7,9	3,1	12
9	6,8	6,2	1,8	12
10	5,5	7,2	3,2	17
11	9,0	6,2	2,0	8
13	9,0	4,1	1,8	6
14	4,7	0,0	2,2	16
15	2,5	0,0	2,5	16
16	3,5	4,1	2,8	8
17	5,2	4,1	2,1	9
18	7,5	7,2	2,3	9
19	9,7	7,2	1,4	10
20	3,4	3,6	1,8	9
21	3,4	5,1	1,4	8
22	3,0	4,1	1,8	11
23	5,6	6,2	2,0	9
24	7,1	5,1	2,2	12
25	8,5	9,3	1,8	10
26	3,5	2,1	3,6	15
27	2,0	5,1	3,2	14
28	1,1	6,2	1,6	8
29	3,0	6,2	1,8	9
30	4,5	3,6	1,8	7

O padrão de distribuição da temperatura apresentou algumas modificações, configurando o quadro que começou a se desenhar às 13h00.

Os pontos densamente construídos tiveram temperaturas mais altas: o Jd. Planalto e o Centro, seguidos pelo Jd. Aviação e pelo Jd. S. Helena que são mais arborizados. O Conj. Hab. Ana Jacinta também esteve entre os pontos mais quentes, mas nos dias em que as temperaturas estiveram mais baixas, sob a atuação da polar, pela sua localização, isto é, por estar separado da malha urbana e próximo à zona rural, suas temperaturas estiveram entre as mais baixas.

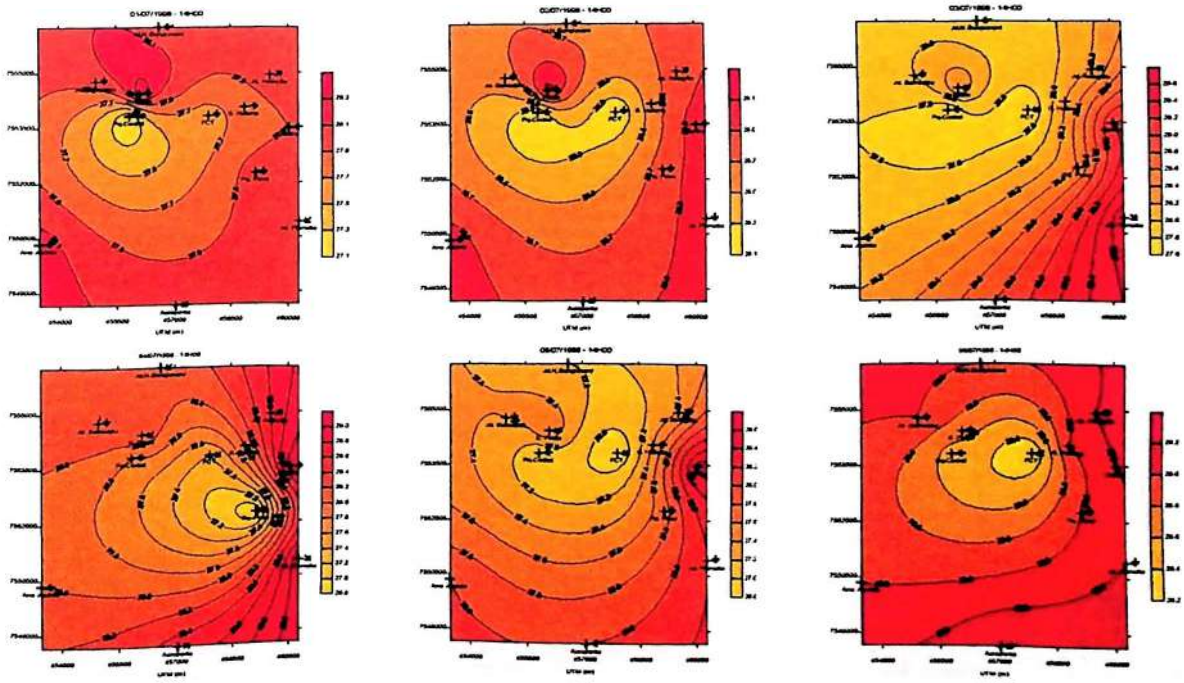
O Jd. N. Bongiovani e o Aeroporto definiram-se como os pontos de temperaturas mais baixas, ampliando o eixo FCT - Pq. Cedral e formando um bolsão de ar frio na grande maioria dos dias. Incluiu-se nestas características o Pq. do Povo que, apesar de densamente construído, possui extensa área gramada e com vegetação arbórea. Na seqüência, entre os menos aquecidos contam-se o Jd. Balneário e o Jd. S. Paula, sendo este segundo um pouco mais aquecido devido à maior densidade de construção.

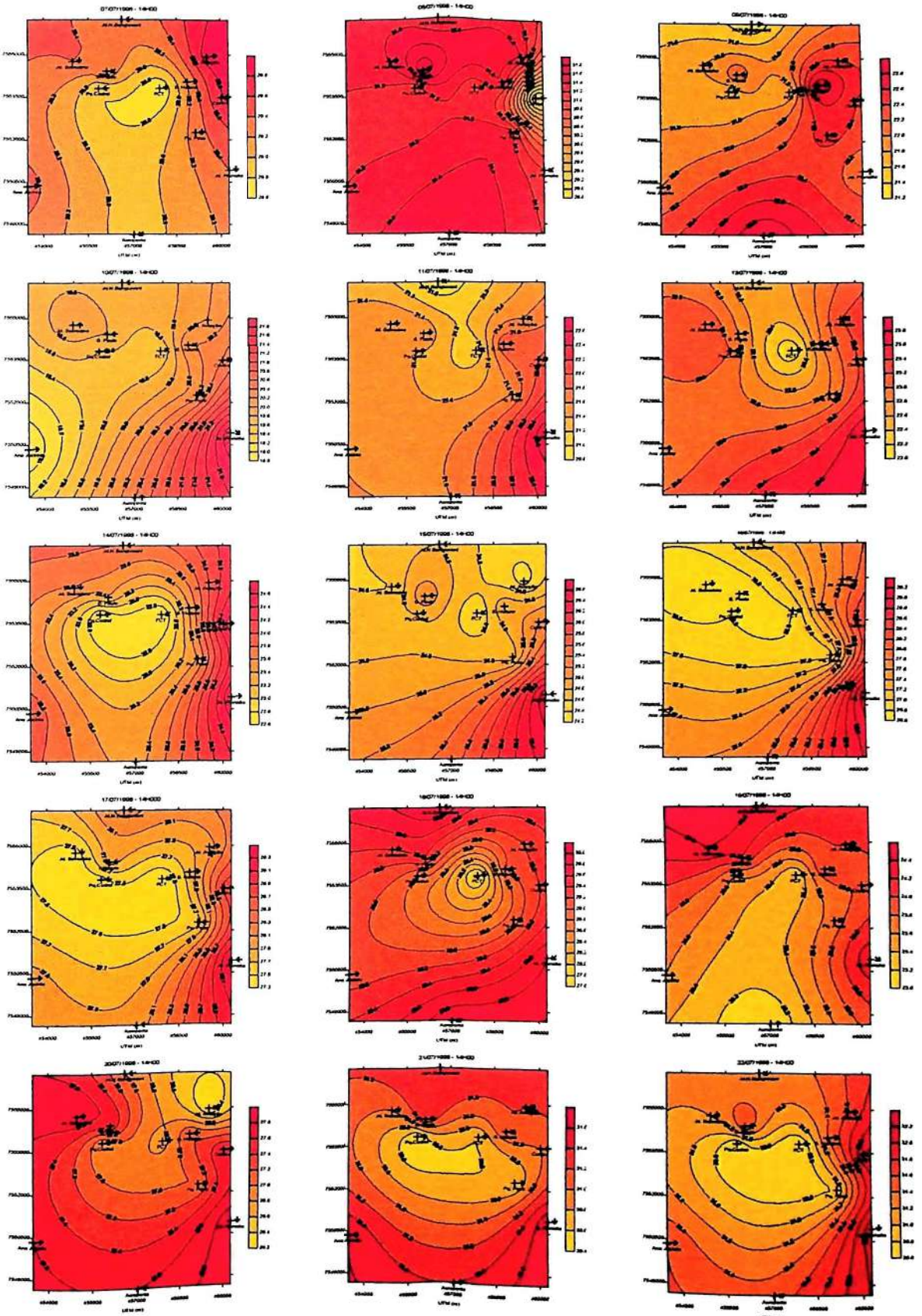
A radiação solar, neste horário, também é bastante intensa, e a superfície emite em ondas longas o calor recebido nos horários anteriores, explicitando a capacidade que os diferentes tipos de ocupação do solo têm de armazenar maior ou menor quantidade de calor.

As superfícies densamente impermeabilizadas e construídas demoram mais para se aquecerem e refletem grande quantidade de calor para a atmosfera durante o início da manhã, mas, depois que aquecem, armazenam calor por mais tempo, transmitindo-o para a atmosfera.

A altitude e exposição de vertentes no início da manhã tiveram papel fundamental na distribuição da temperatura, mas, nestes horários de maior aquecimento, passaram a ter atuação secundária, visto que pontos de altitudes elevadas apresentaram comportamentos diferentes de acordo com a ocupação do solo.

A umidade relativa foi maior nos pontos com temperaturas mais altas e menor nos pontos com temperaturas menores, exceção feita ao Jd. Planalto que, apesar da temperatura alta, apresentou baixa umidade. Os pontos mais úmidos foram: Jd. Aviação, Centro, Pq. do Povo, seguido pelo Jd. S. Helena, Jd. Balneário e Jd. S. Paula. Os pontos mais secos foram a FCT, Aeroporto, Jd. Planalto e Jd. N. Bongiovani. O Pq. Cedral, embora integrante do eixo de menor aquecimento, esteve com umidade maior que os anteriormente citados.





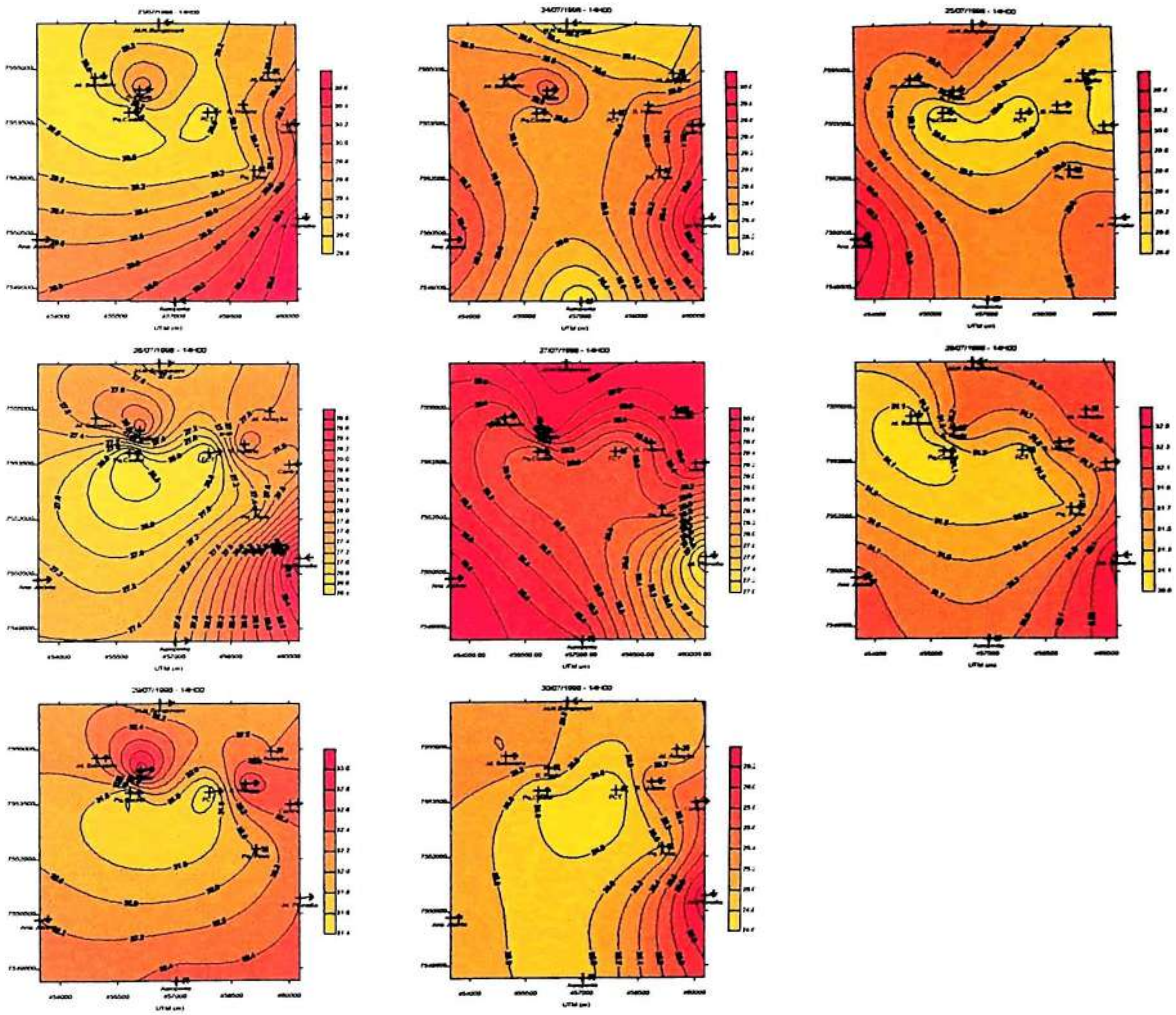
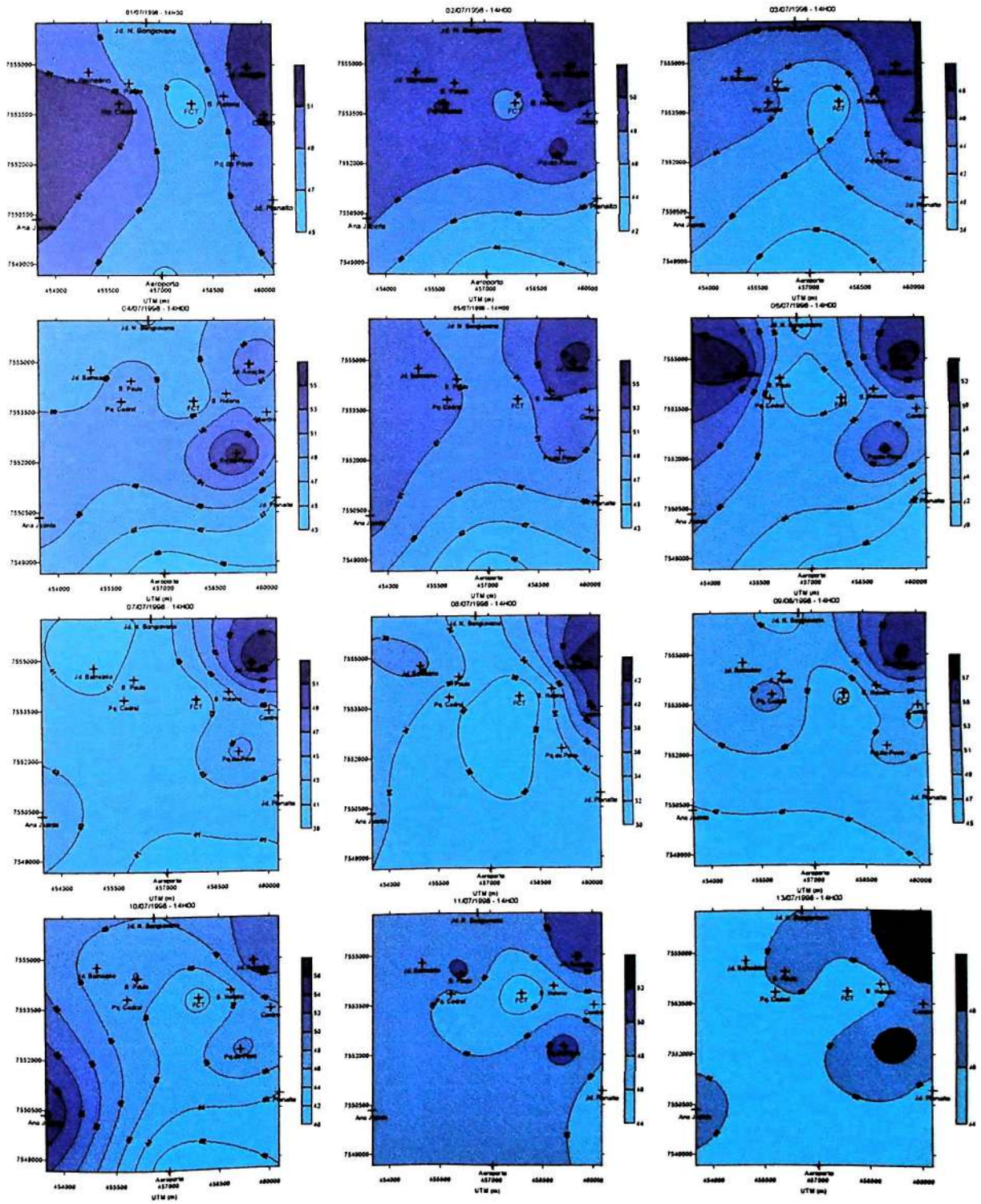
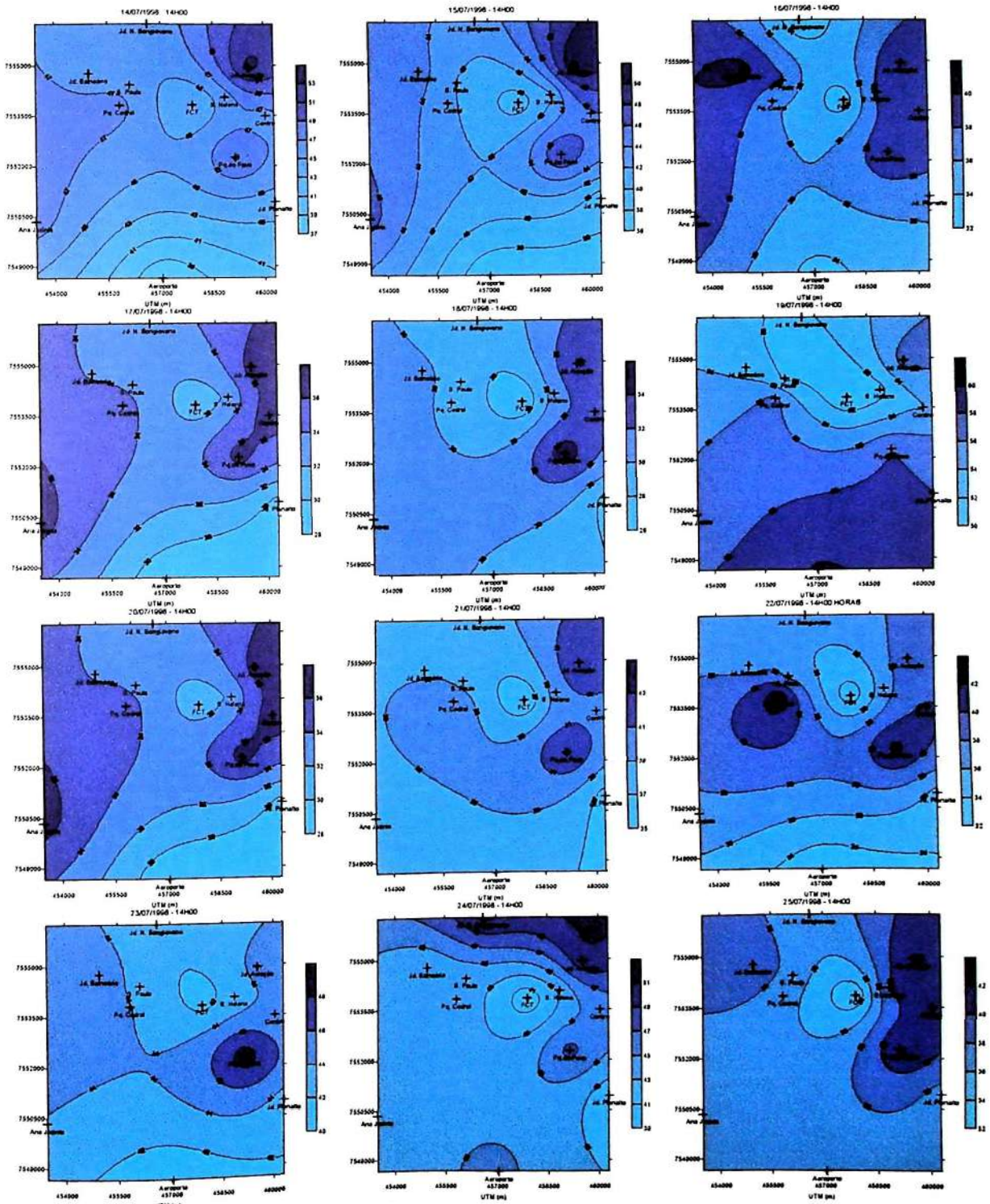


FIGURA 74 – Cartas de isotermas - 14h00


01/07/1998 - 14h30
02/07/1998 - 14H00
03/07/1998 - 14H00
04/07/1998 - 14H00
05/07/1998 - 14H00
06/07/1998 - 14H00
07/07/1998 - 14H00
08/07/1998 - 14H00
09/07/1998 - 14H00
10/07/1998 - 14H00
11/07/1998 - 14H00
13/07/1998 - 14H00
Jd. N. Bongiovane
Jd. Barbosa
B. Paula
Pq. Central
FCT
B. Helena
Cidade
Pq. do Povo
Jd. Planalto
Ana Jacinta
Aeroporto
457000
UTM (m)


14/07/1998 - 14H00
15/07/1998 - 14H00
16/07/1998 - 14H00
17/07/1998 - 14H00
18/07/1998 - 14H00
19/07/1998 - 14H00
20/07/1998 - 14H00
21/07/1998 - 14H00
22/07/1998 - 14H00 HORAS
23/07/1998 - 14H00
24/07/1998 - 14H00
25/07/1998 - 14H00
UTM (m)

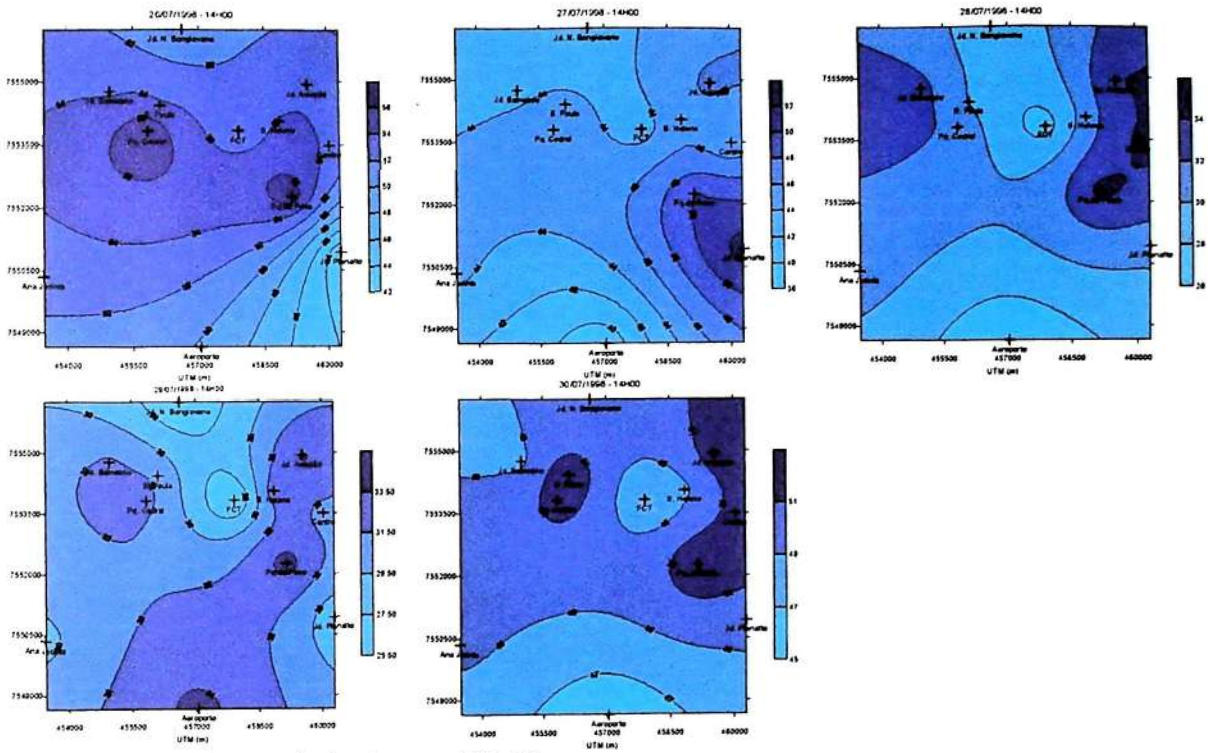


FIGURA 75 – Cartas de isoígras - 14h00

8.9 Variação da temperatura e umidade relativa às 15h00

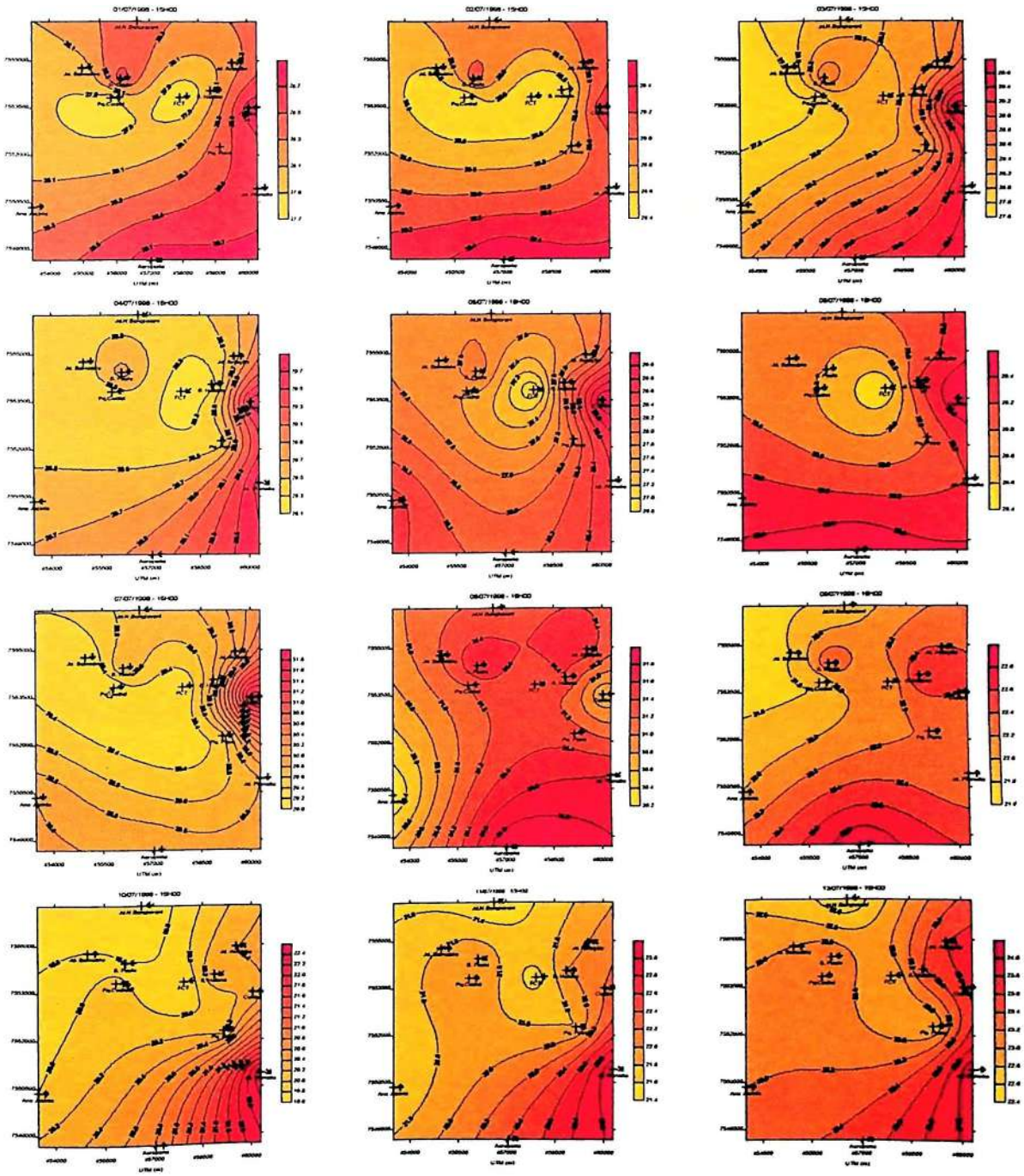
No horário de maior aquecimento diurno, a amplitude da temperatura foi igual ou acima de 2°C em 13 dias. Foram eles: 05/07 (2,4°C), 07/07 (2,8°C), 10/07 (3°C), 15/07 (2,6°C), 16/07 (2,7°C), 17/07 (2,8°C), 18/07 (2,2°C), 20/07 (2,1°C), 22/07 (2,2°C), 23/07 (2°C), 24/07 (2°C), 26/07 (4,7°C), 27/07 (3,2°C). A velocidade do vento nestes dias variou entre o mínimo de 2,2m/s, no dia 26/07, e máximo de 7,5m/s, no dia 18/07. A Tabela 19 mostra a amplitude da temperatura, a umidade relativa e a velocidade do vento.

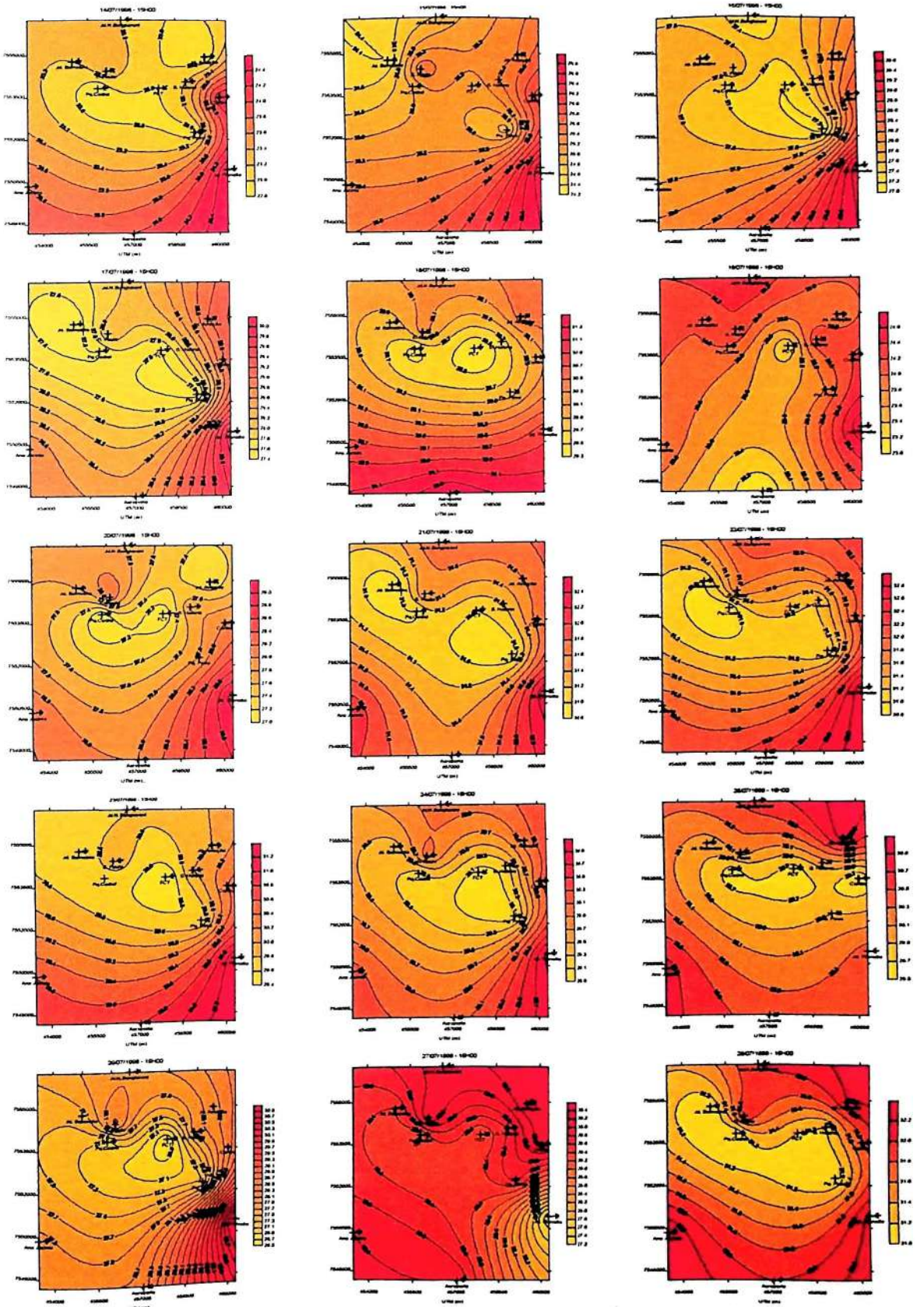
A amplitude da umidade relativa esteve igual ou acima de 10% nos dias 01/07 (10,1%), 05/07 (12,3%), 06/07 (14,5%), 07/09 (15,9%), 08/07 (12,8%), 09/07 (13%), 11/07 (11,6%), 14/07 (25,4%), 15/07 (18%), 18/07 (10,4%), 21/07 (10,4%), 24/07 (10,9%), 25/07 (14%), 26/07 (13,7%), 27/07 (14,2%), 28/07 (10,4%), 29/07 (11%).

Tabela 19 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 15h00.

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	4,8	4,1	1,1	10
2	3,9	5,1	1,2	6
3	3,6	3,1	1,9	8
4	4,8	4,1	1,6	9
5	3,9	2,6	2,4	12
6	3,0	3,1	1,2	15
7	6,5	5,1	2,8	16
8	11,5	9,3	1,8	13
9	3,0	4,1	1,2	13
10	6,0	3,1	3,0	10
11	7,7	7,2	1,8	12
13	7,0	5,1	1,8	9
14	4,5	0,0	1,8	25
15	2,5	0,0	2,6	18
16	2,5	3,1	2,7	8
17	5,6	4,1	2,8	9
18	7,5	7,2	2,2	10
19	6,3	7,2	1,8	10
20	2,6	3,1	2,1	5
21	2,8	3,1	1,8	10
22	1,6	4,1	2,2	7
23	4,0	3,1	2,0	5
24	7,0	6,2	2,0	11
25	7,7	7,7	1,5	14
26	2,2	3,1	4,7	14
27	3,0	1,0	3,2	14
28	2,0	0,5	1,4	10
29	4,8	4,1	1,5	11
30	5,5	6,2	1,4	4

Às 15h00, o padrão de distribuição da temperatura e umidade relativa foi exatamente o mesmo que o registrado às 14h00, conforme se observa nas cartas de isotermas e isoígras.





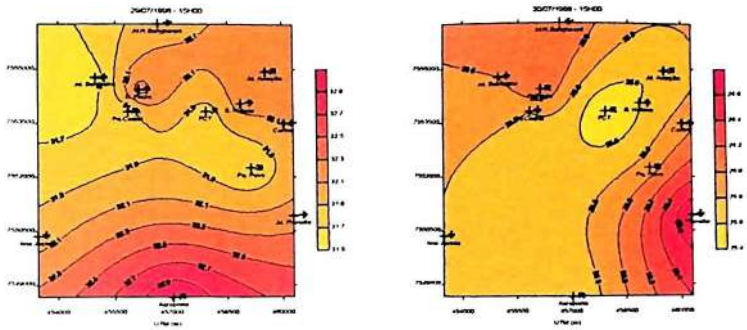
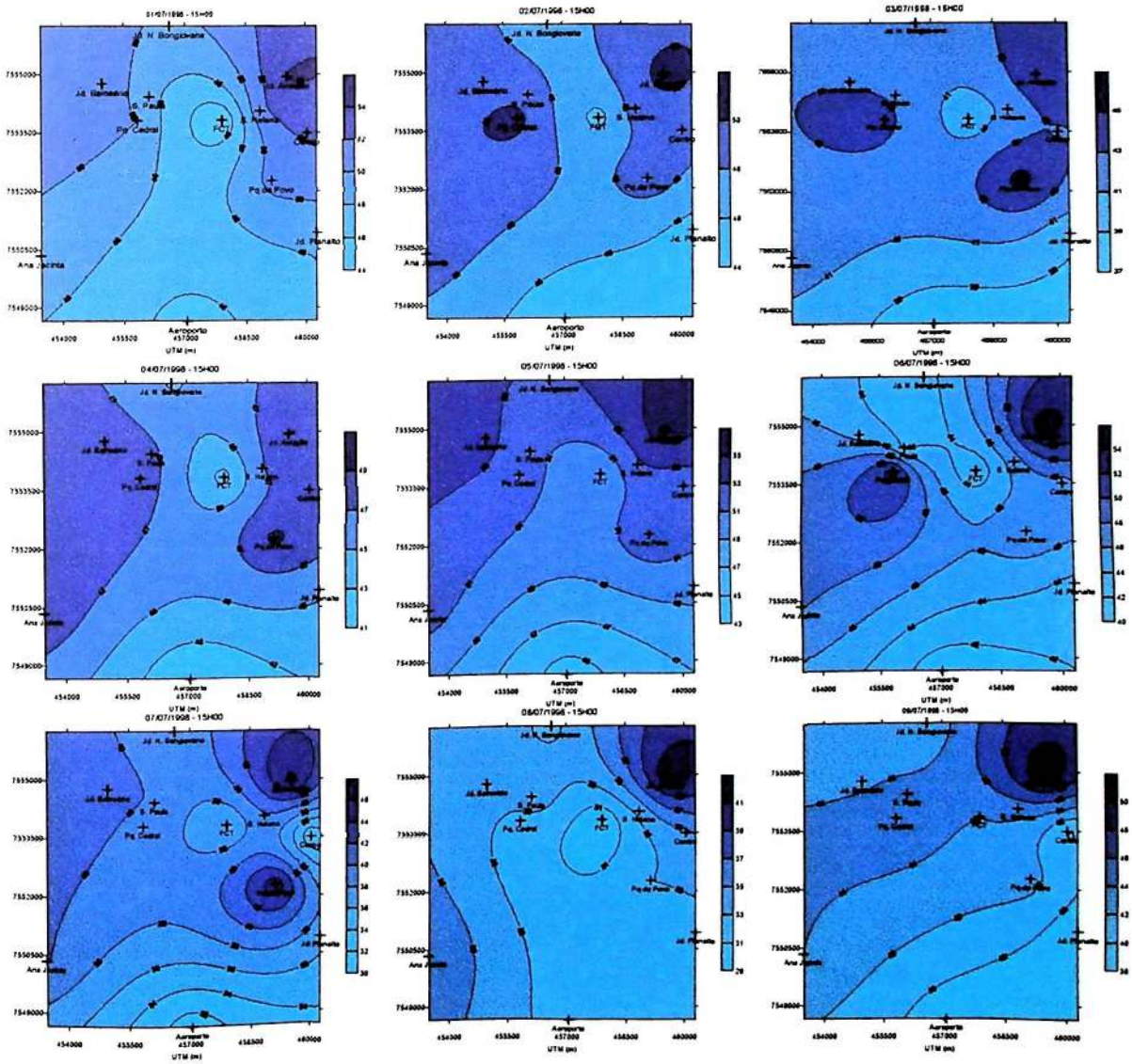
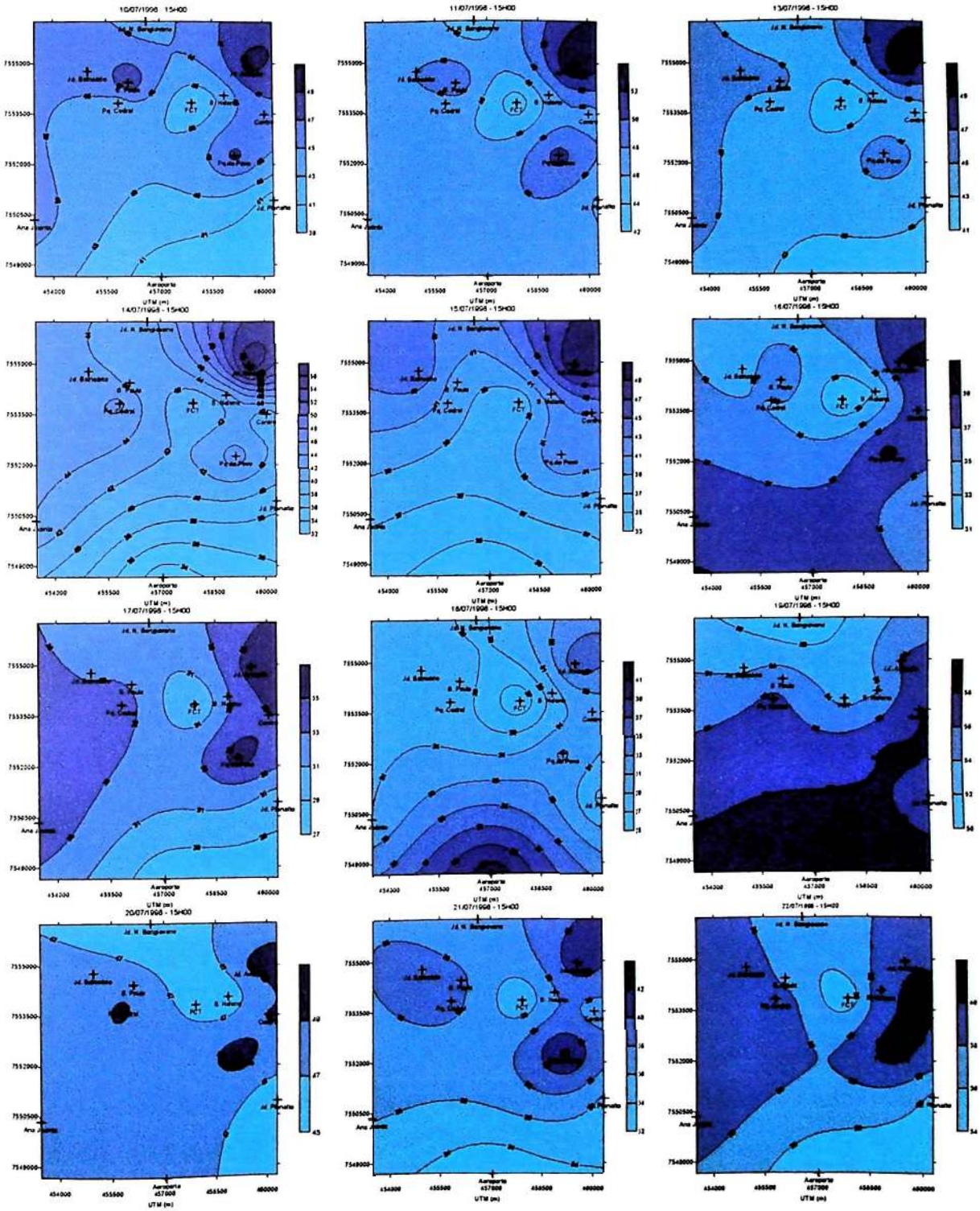


FIGURA 76 – Cartas de isotermas - 15h00




10/07/1998 - 15H00
11/07/1998 - 15H00
13/07/1998 - 15H00
14/07/1998 - 15H00
15/07/1998 - 15H00
16/07/1998 - 15H00
17/07/1998 - 15H00
18/07/1998 - 15H00
19/07/1998 - 15H00
20/07/1998 - 15H00
21/07/1998 - 15H00
Aeroporto
457000
UTM (m)

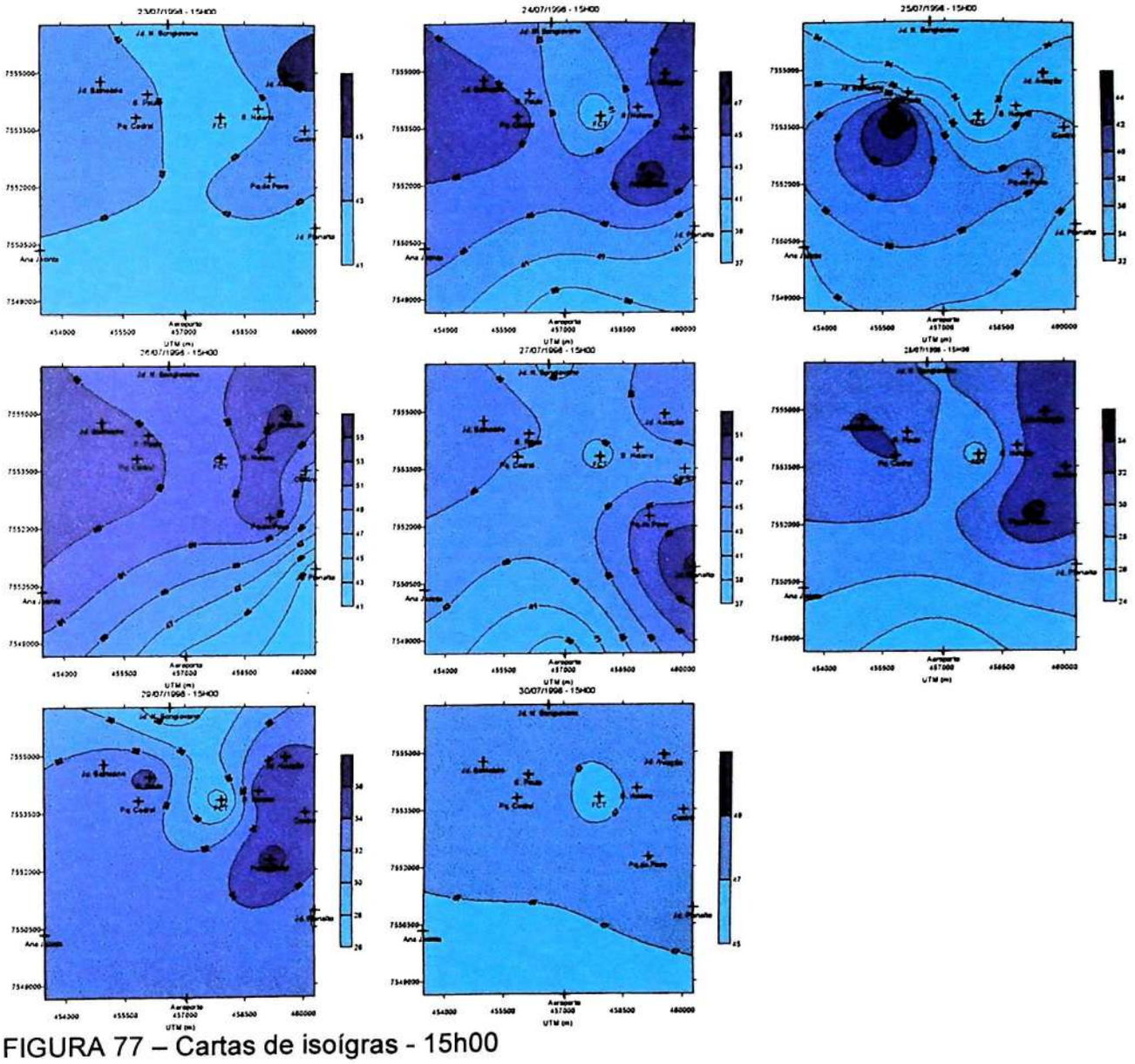


FIGURA 77 – Cartas de isoígras - 15h00

8.10 Variação da temperatura e umidade relativa às 16h00

Neste horário, quando o sol começa a ficar mais inclinado em direção a oeste, algumas alterações foram observadas no que se refere ao padrão tanto de distribuição da temperatura como de velocidade do vento.

A amplitude igual ou acima de 2°C, entre os pontos, ocorreu em 13 dias, e nem sempre coincidiu com o horário anterior. Esse fato ocorreu devido à diminuição significativa da velocidade do vento em alguns dias, como se pode verificar através da comparação da Tabela 19 e 20. Foram eles: 03/07 (2°C), 10/07 (3°C), 14/07 (2°C), 15/07 (3°C), 16/07 (2,5°C), 17/07 (2,8°C), 20/07 (2,3°C), 22/07 (2,4°C), 23/07 (2,2°C), 24/07 (2,1°C), 26/07 (3,2°C), 27/07 (2,6°C), 28/07 (2°C), 30/07 (2,3°C).

A velocidade do vento ficou entre 2m/s e 3,5m/s na grande maioria dos dias. A maior velocidade foi observada no dia 10/07 com 7,1m/s.

Às 16h00, a velocidade do vento na FCT diminuiu em 66% dos dias e a amplitude térmica intra-urbana aumentou em 62% deles em comparação com o que foi registrado às 15h00.

Tabela 20 - Velocidade do vento, amplitude térmica e da umidade relativa em julho/1998 - 16h00.

DIAS	VELOCIDADE DO VENTO NA FCT (M/S)	VELOCIDADE DO VENTO NO AEROPORTO (M/S)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)	AMPLITUDE DA UMIDADE RELATIVA (%)
1	1,0	4,1	1,0	8
2	3,0	5,1	1,5	8
3	4,3	2,6	2,0	10
4	4,8	5,1	1,7	9
5	2,1	3,6	1,1	11
6	2,2	2,6	1,4	19
7	4,2	6,2	1,4	17
8	7,0	7,2	1,4	13
9	5,5	5,1	1,5	13
10	7,1	7,2	3,0	14
11	9,5	5,1	1,3	8
13	4,0	4,1	1,8	10
14	3,5	3,1	2,0	23
15	3,0	0,0	3,0	16
16	2,0	0,0	2,5	10
17	2,0	5,1	2,8	12
18	5,0	6,2	1,5	18
19	5,1	6,2	1,5	8
20	2,0	2,6	2,3	12
21	2,0	3,1	1,8	9
22	2,0	1,5	2,4	10
23	3,0	4,6	2,2	7
24	4,0	6,2	2,1	12
25	9,3	7,7	1,2	8
26	3,2	2,1	3,2	14
27	1,5	4,6	2,6	13
28	3,2	4,6	2,0	11
29	4,5	6,2	0,9	9
30	6,8	5,1	2,3	8

No que se refere ao padrão de distribuição da temperatura, a grande modificação em relação aos horários anteriores ocorreu no Jd. Balneário que passou a liderar as mais baixas temperaturas neste horário, assim como as maiores umidades relativas. A baixa altitude, principalmente, associada à baixa densidade de construção e arborização foram responsáveis por esta queda de temperatura e aumento da umidade relativa.

Temperaturas mais baixas e maiores umidades relativas também foram observadas nos outros pontos de baixa altitude (Pq. Cedral, Jd. S. Paula e Pq. do Povo). A diminuição da temperatura nesses pontos não teve a mesma intensidade que

teve no Jd. Balneário, mas, com relação à umidade relativa, o Pq. do Povo igualou-se ao Jd. Balneário ou teve maior umidade. O Conj. Hab. Ana Jacinta e o Jd. S. Helena, com baixa altitude, mas com alta densidade de construção no entorno, tiveram temperaturas intermediárias.

Os pontos com elevadas altitudes também tiveram diferenciações. O Jd. Planalto liderou as altas temperaturas seguido pelo Centro, ambos com alta densidade de construção. O Jd. Planalto tem em seu entorno baixa densidade de arborização, porém o Centro, apesar de ter tido temperaturas altas, não as teve muito intensas devido à arborização presente no entorno do ponto. Isso se observa no Jd. Aviação que tem alta densidade de construção e de vegetação, o que o mantém em temperaturas intermediárias como o Jd. S. Helena de baixa altitude. A umidade relativa foi maior nos pontos com a presença de vegetação arbórea: Aviação, Centro, Jd. S. Helena e menor no Jd. Planalto.

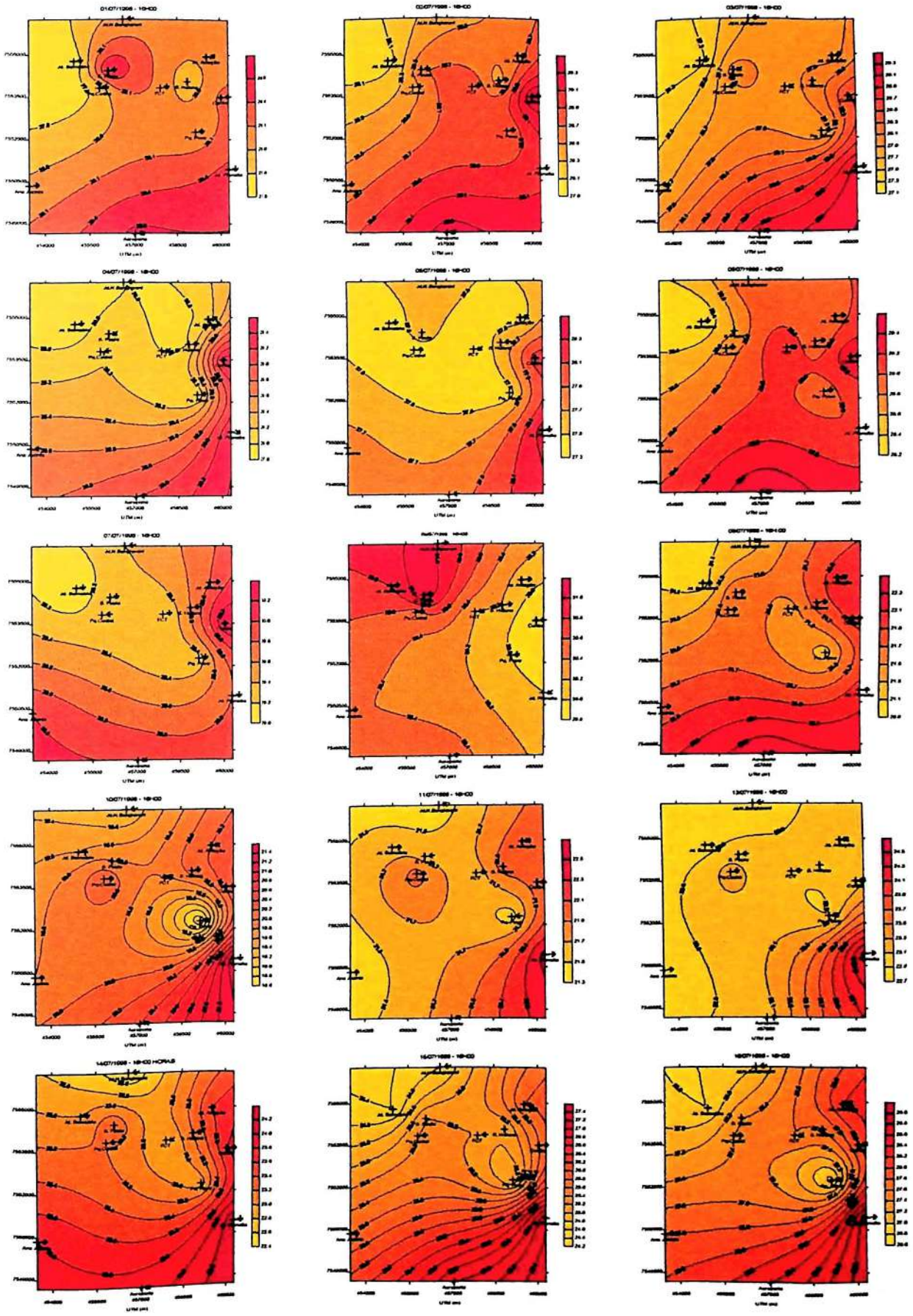
O Jd. N. Bongiovani e o Aeroporto, ambos de altitude elevada, sendo o primeiro pouco ocupado e desprovido de vegetação e o segundo tipicamente rural, com vegetação arbórea esparsa e com pasto predominando nas imediações, mostraram temperaturas diferenciadas, o que pode ser compreendido pela direção do vento. Nos dias em que os ventos do Jd. Planalto foram norte e noroeste e os do Aeroporto do quadrante norte e este (N, NE, NW, E), as temperaturas foram as mais altas no Aeroporto. Nos dias em que os ventos foram oeste e noroeste no Jd. Planalto e quadrante sul no Aeroporto, as temperaturas, neste último, foram mais baixas.

Pela direção do vento, pode-se perceber que o vento quente produzido no Jd. Planalto ora se aproximou do Aeroporto facilitado pela circulação local, ora se distanciou recebendo o ar da zona rural amenizando as temperaturas mais altas.

Por outro lado o Jd. N. Bongiovani com baixa densidade de construção nas proximidades, o que não favorece o armazenamento de calor esteve entre os de temperatura mais baixa porque na maioria dos dias recebeu vento este.

A umidade relativa no Aeroporto esteve entre as mais baixas na grande maioria dos dias, exceção feita ao dia 18/07, devido a um rápido chuvisqueiro observado neste ponto, e ao dia 19/07 que teve amplitude muito pequena em decorrência de um sistema frontal que passou pela manhã na cidade.

O Jd. N. Bongiovani, devido às características da temperatura que foram mais baixas do que no Aeroporto, teve umidade relativa mais alta do que o Aeroporto.



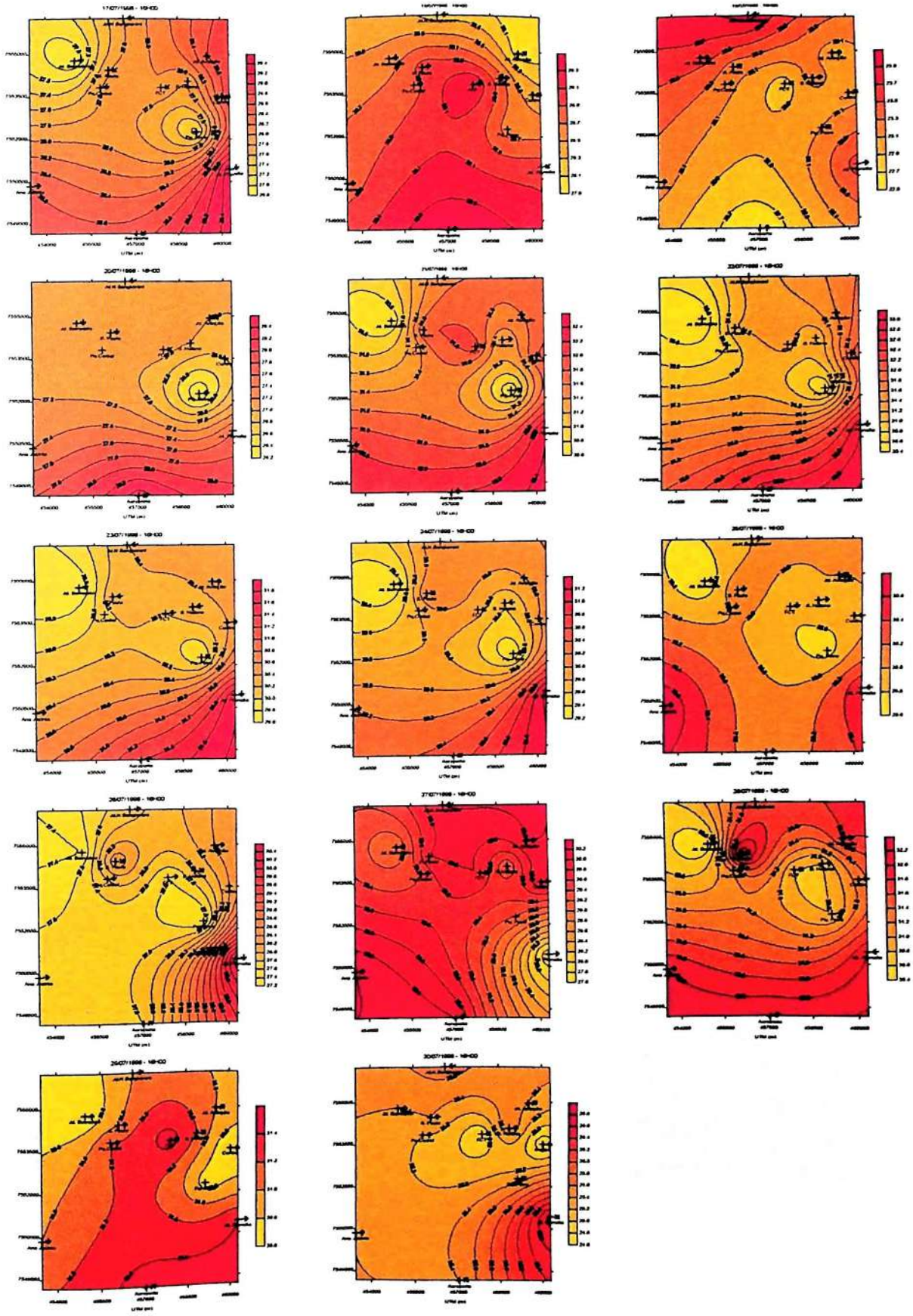
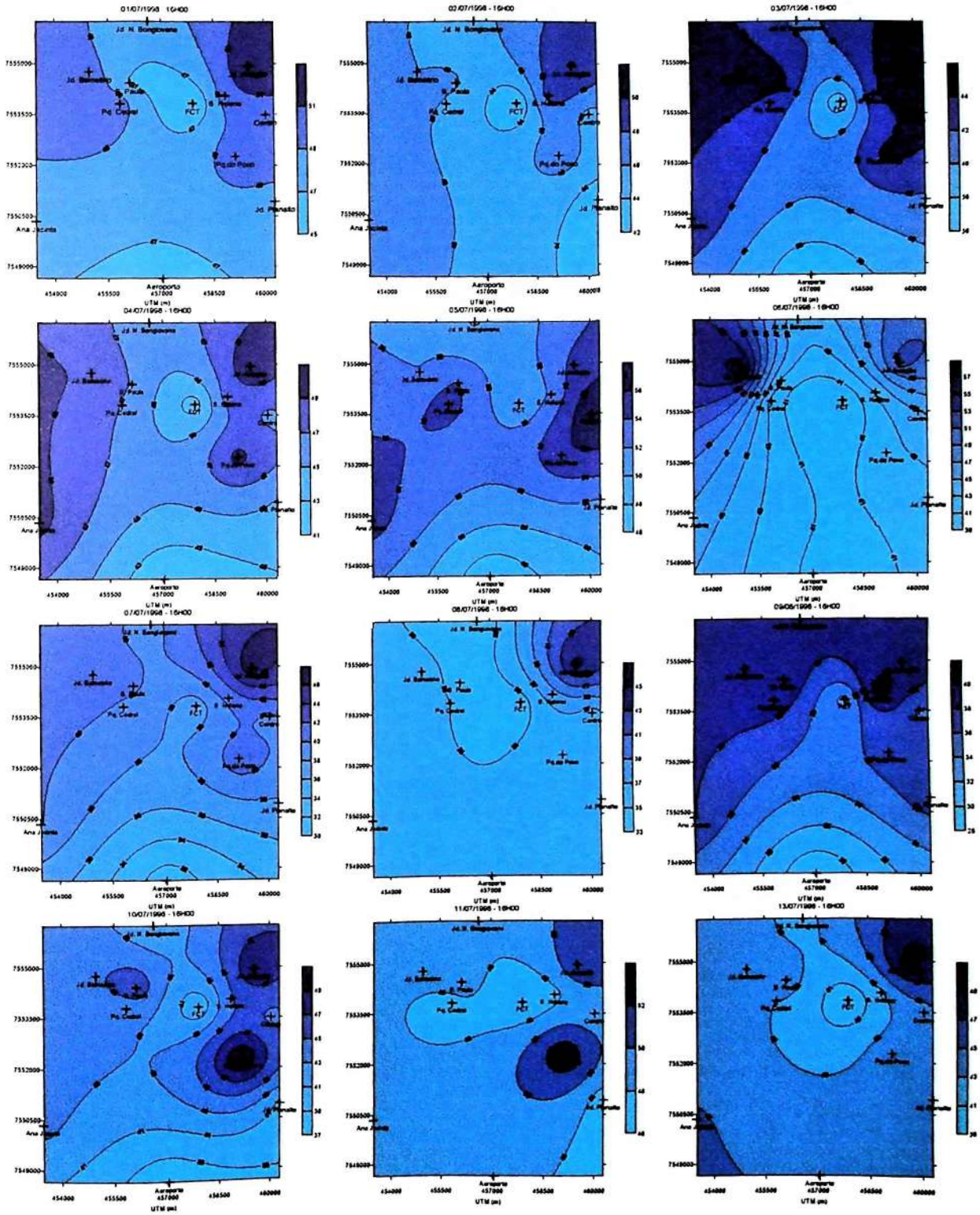
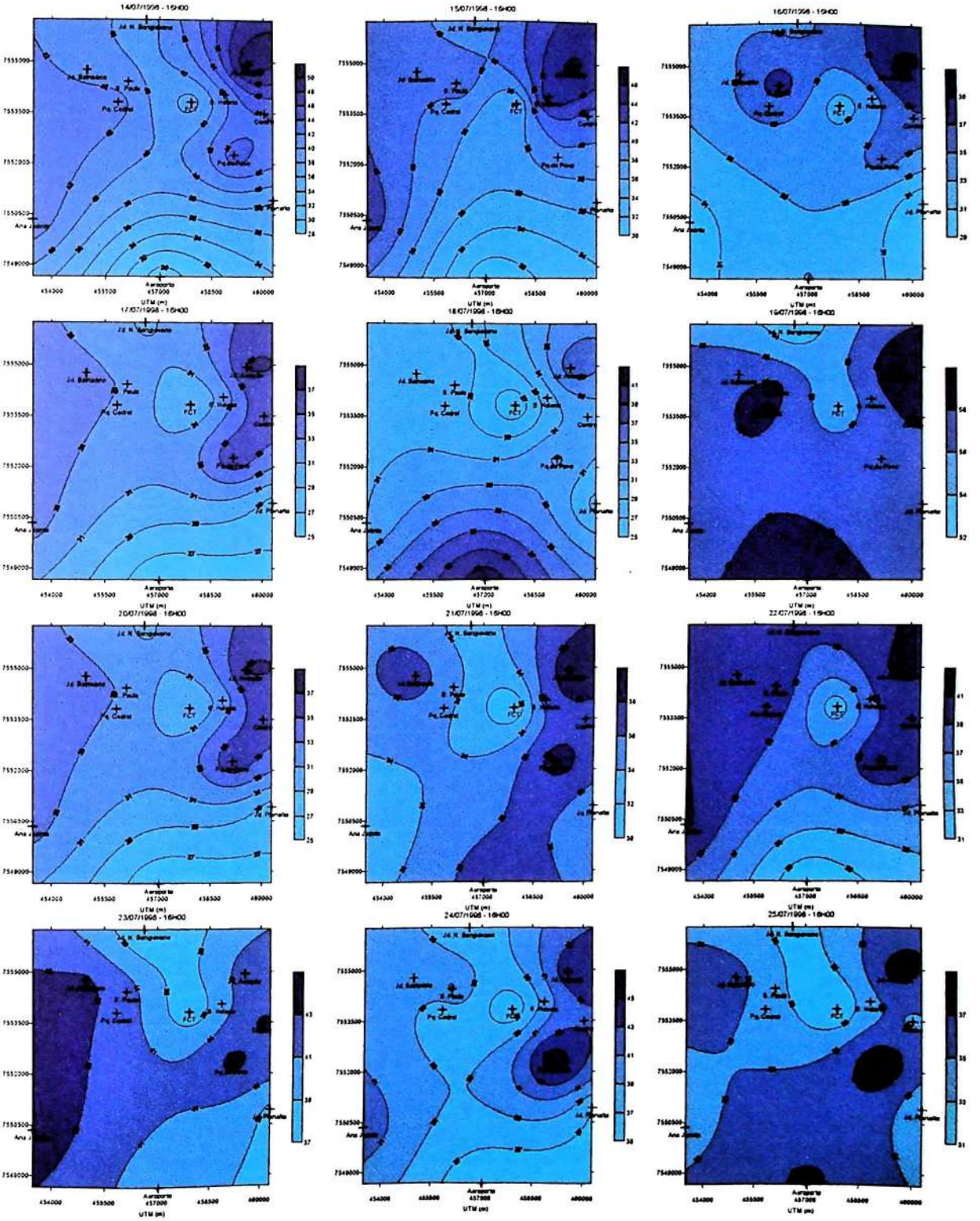


FIGURA 78 – Cartas de isotermas - 16h00


01/07/1998 - 16H00
02/07/1998 - 16H00
03/07/1998 - 16H00
04/07/1998 - 16H00
05/07/1998 - 16H00
06/07/1998 - 16H00
07/07/1998 - 16H00
08/07/1998 - 16H00
09/07/1998 - 16H00
10/07/1998 - 16H00
11/07/1998 - 16H00
13/07/1998 - 16H00
Jd. N. Bongiovanni
Jd. Belissário
B. Paula
Pq. Central
FCT
B. Alvorada
Centro
Pq.do Povo
Jd. Planalto
Ana Jacinta
Aeroporto
457000
UTM (m)


14/07/1996 - 15H00
15/07/1996 - 15H00
16/07/1996 - 15H00
17/07/1996 - 15H00
18/07/1996 - 15H00
19/07/1996 - 15H00
20/07/1996 - 15H00
21/07/1996 - 15H00
22/07/1996 - 15H00
23/07/1996 - 15H00
24/07/1996 - 15H00
25/07/1996 - 15H00

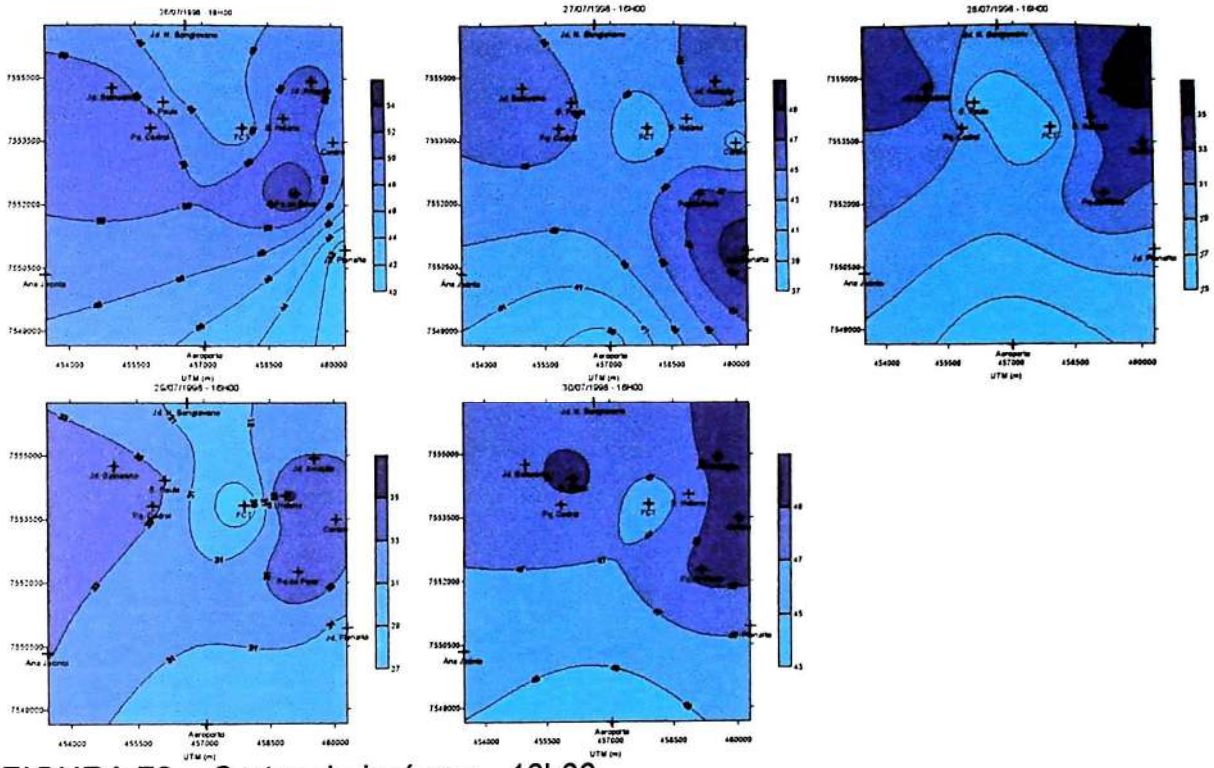


FIGURA 79 – Cartas de isoígras – 16h00