



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PRESIDENTE PRUDENTE**

**JOSÉ CARLOS UGEDA JÚNIOR**

**Clima Urbano e Planejamento na Cidade de Jales-SP**

**Tese de Doutorado**

**Presidente Prudente  
2011**





**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PRESIDENTE PRUDENTE**

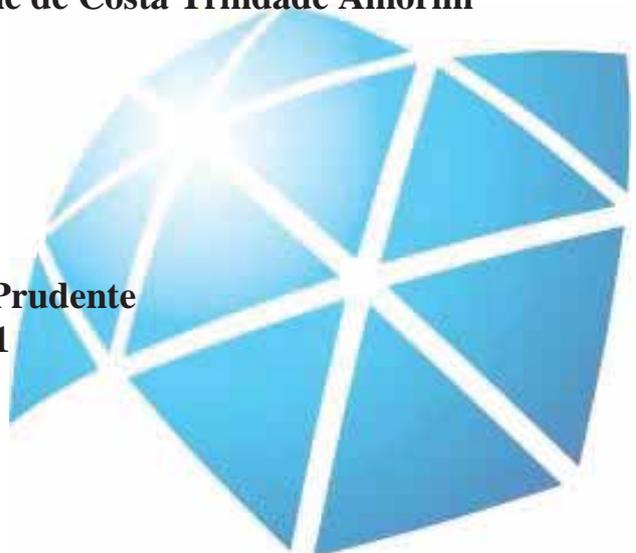
**JOSÉ CARLOS UGEDA JÚNIOR**

**Clima Urbano e Planejamento na Cidade de Jales-SP**

**Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia, da Faculdade de Ciências e Tecnologia vinculada à Universidade Estadual Paulista campus de Presidente Prudente, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Geografia.**

**Orientadora: Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim**

**Presidente Prudente  
2011**



## FICHA CATALOGRÁFICA

Ugeda Júnior, José Carlos.  
U23c      Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP / José Carlos Ugeda  
Júnior. - Presidente Prudente: [s.n], 2012  
383 f. : il.

Orientador: Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim  
Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

1. Clima Urbano. 2. Planejamento Urbano. 3. Qualidade Ambiental. I.  
Amorim, Margarete Cristiane de Costa Trindade. II. Universidade Estadual  
Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

**José Carlos Ugeda Junior**

## **Clima Urbano e Planejamento na Cidade de Jales-SP**

**Comissão Jungadora**

Tese para Obtenção do título de Doutor

---

**Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim**

Presidente da Banca - Orientadora

FCT/Unesp

---

Prof. Dr. José Bueno Conti

1ª Examinador (USP)

---

Prof. Drª. Maria Eliza Zanella

2ª Examinadora (UFC)

---

Prof. Dr. José Tadeu G. Tommaselli

3º Examinador (FCT/Unesp)

---

Prof. Dr. Antonio Jaschke Machado

4º Examinador (FCT/Unesp)

Presidente Prudente, 31 de janeiro de 2010

## DEDICATÓRIA

A minha Mãe, Suely Aparecida Zambon, pelo exemplo de força, luta e obstinação, extraordinariamente magnífico. Mesmo parecendo redundante, apenas quem a conhece, compreende que essas palavras não são capazes de expressar a plenitude do seu ser. Nada disso seria possível sem você.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é resultado de uma longa jornada de pesquisa, que certamente não teria se realizado sem o apoio e colaboração de inúmeros amigos e amigas que com toda certeza foram, são, e continuarão sendo parte de minha vida.

Começando pelo começo, quero agradecer a minha esposa, Silvinha Cantóia, por existir na minha vida, incondicionalmente, pela força, pela dedicação, pela compreensão nos momentos de ausência, pelos importantes debates sobre a geografia, pelas ideias, mas principalmente pelo amor.

Agradeço a Margarete, pois além de ser uma profissional brilhante, passou a ser minha amiga ao longo desses anos. Já te disse algumas vezes e deixo aqui registrada a minha admiração pelo seu trabalho e competência.

Agradeço ao Tadeu, não só pelos debates sobre o trabalho, mas por sempre estar disposto a dialogar sobre assuntos da Geografia assim como do dia a dia.

Agradeço minha mãe Suely por ter tornado tudo isso possível.

Agradeço meu amigo Toninho Berti, vulgo “Bigodinho”, churrasqueiro de plantão nos finais dos trabalhos de campo e bebedor profissional. Grande abraço.

Agradeço a Ildinha Cantóia, não só por ter me dado a Silvinha de presente, mas principalmente por não ser minha sogra, e sim minha segunda mãe.

Ao meu Pai José Carlos Ugeda.

Ao meu irmão Vandrê.

Ao Seu Sílvio, Andrezão e Gustavo, um grande abraço.

Agradeço os alunos do curso de geografia da Unijales, que me ajudaram na realização dos trabalhos de campo, acordando às 5 horas da manhã, o que não é fácil. São eles, Sivaldo Basílio da Silva, Douglas Ricardo Ferracin, Éder Montanari, Charlene e Heleni Marques Secco, sem o apoio de vocês esse trabalho não teria se realizado.

Agradeço meu amigo Evandro Cezar Clemente, que não apenas me ajudou nos trabalhos de campo, como também pela troca de ideias, e pelos momentos de descontração.

Agradeço também a todos da minha família que colaboraram para a realização dos trabalhos de campo, Gilvana e Melissa, Suely Zambon, José Carlos Ugeda, Valéria, Isabela. É, família também sofre... hahaha...

A Silvinha, que esteve presente em todos os trabalhos de campo.

A todas as pessoas que me receberam em suas casas, a maioria sem me conhecer, e que permitiram a instalação das estações meteorológicas: Seu José e Dona Meire, Edson e Nadir, Nego, Dona Fabiana, Seu José Roberto, Rita e Fernando, Seu Orlando, Délcio, Seu Domingos, Seu Manoel e Dona Olga, Sirlei e Salvador, Nivaldo e Roseli e Tia Maria ... Enfim, agradeço a todos pela simpatia e pela colaboração.

Agradeço a polícia ambiental de Jales pela instalação da estação, a polícia militar e rodoviária, que permitiram que os veículos não fossem parados durante a realização do transecto móvel.

Agradeço ao amigo Sedeval Nardoque pelo apoio, pela troca de ideias e colaboração; será um eterno professor.

Aos amigos Igor, Valdir e Rafael, por todos os momentos de descontração, pela amizade e companheirismo.

A todos os amigos Jalesenses, que de uma forma ou de outra sempre se fazem presentes em minha vida.

Agradeço o amigo Eduardo Girardi, vulgo João Palestina, pela convivência, pela amizade, pelos momentos de descontração e principalmente pelas risadas...hahaha...

Agradeço também o Gleyson Tadeu de Almeida Santos, vulgo Negão, pelas inúmeras ressacas, ao Ítalo que mesmo sendo “Curintiano” é meu amigo, a Pati pelas visitas para “rangar” em casa (ê japonesa!!!), ao Fred mineiro estressado e que nem gosta de queijo, ao Edmur, pelas conversas em relação à cartografia e claro, pelas conversas na feira e nos corredores “unespianos”, ao Kadu e tantos outros amigos dos “butechos”, como isso é importante..... Valeu mesmo !!!!

Agradeço os amigos do GAIA, Téo, Juninho; Vinícius, Junior, enfim, a todos os integrantes do grupo.

Agradeço a dona Lúcia, sempre simpática e pronta a ajudar.

A todos os amigos, próximos, ou que estão distantes, pelo companheirismo.

Agradeço a UNESP de Presidente Prudente pela estrutura que permitiu o desenvolvimento integral do trabalho.

Agradeço especialmente o CNPq pelo financiamento, sem o qual esse trabalho não teria sido possível.

## EPÍGRAFE

Diz ainda Salomão no capítulo XV: A loucura é para o louco uma fonte de alegria, o que significa que, sem a loucura, nada se acha de agradável na vida. É o que ele quer dizer também no capítulo VII: A tristeza mora no coração dos sábios, e a alegria no coração dos loucos.

Erasmus de Rotterdam em O Elogio da Loucura

## SUMÁRIO

1. Índice.....	X
2. Índice de figuras.....	XII
3. Índice de tabelas.....	XXII
4. Índice de Gráfico.....	XXII
5. Índice de Fotos.....	XXII
6. Índice de Quadros.....	XXIII
7. Resumo.....	XXIV
8. Abstract.....	XXV
9. Resumen.....	XXVI
10 Introdução.....	27
11 Justificativa e Relevância do Tema.....	33
12 Procedimentos Metodológicos .....	42
13 Capítulo 1: O clima e a Cidade.....	51
14 Capítulo 2: Caracterização temporal dos elementos climáticos.....	89
15 Capítulo 3: Caracterização geoambiental e urbana.....	100
16 Capítulo 4: Caracterização dos pontos de registro de dados meteorológicos.....	133
17 Capítulo 5: Caracterização espacial do clima urbano – Janeiro de 2010.....	157
18 Capítulo 6: Caracterização espacial do clima urbano – Julho de 2010.....	220
19 Capítulo 7: Análise da temperatura do ar através de transectos móveis.....	270
20 Capítulo 8: Análise da temperatura da superfície.....	314
21 Capítulo 9: Clima e qualidade ambiental urbana.....	342
22 Considerações Finais.....	362
23 Bibliografia.....	367
Anexos	

## ÍNDICE

Introdução.....	27
Justificativa e relevância do tema.....	33
Objetivos.....	40
Objetivo geral.....	40
Objetivos específicos.....	40
Procedimentos metodológicos.....	42
<b>Capítulo 1:</b>	<b>51</b>
O clima e a cidade.....	52
1. O clima.....	52
2. O meio urbano.....	56
3. O sistema clima urbano – SCU.....	66
<b>Capítulo 2:</b>	<b>89</b>
Caracterização temporal dos elementos climáticos.....	90
1. Caracterização temporal dos elementos climáticos através dos dados da estação de viticultura tropical de Jales, para o período de 1995 a 2007.....	90
<b>Capítulo 3:</b>	<b>100</b>
Caracterização geoambiental e urbana.....	101
1. Cartas de indicadores ambientais.....	101
2. O uso do solo.....	101
3. A ocupação do solo.....	104
4. Espaços livres de construção.....	107
5. Densidade populacional.....	111
6. Fontes potencialmente poluidoras.....	113
7. Vegetação urbana.....	115
8. Enchentes.....	118
9. Mapeamento da temperatura da superfície.....	124
10. Relevo.....	127
<b>Capítulo 4:</b>	<b>133</b>
1 Caracterização dos pontos de registro de dados meteorológicos .....	134
<b>Capítulo 5</b>	<b>157</b>
Caracterização espacial do clima urbano – Janeiro de 2010.....	158
1. Análise dos sistemas atmosféricos atuantes - Janeiro de 2010.....	158
2. Análise da temperatura e da umidade relativa – Janeiro de 2010.....	161
2.1. Variação térmica e higrométrica às 9h.....	161
2.2. Variação térmica e higrométrica às 15h.....	182
2.3. Variação térmica e higrométrica às 21h.....	201
<b>Capítulo 6</b>	<b>220</b>
Caracterização espacial do clima urbano – Julho de 2010.....	221
1. Análise dos Sistemas Atmosféricos Atuantes – Julho de 2010.....	221
2. Análise da temperatura e da umidade relativa – Julho de 2010.....	222

2.1.	Variação térmica e higrométrica às 9h.....	222
2.2.	Variação térmica e higrométrica às 15h.....	234
2.3.	Variação térmica e higrométrica às 21h.....	254
<b>Capítulo 7</b>		<b>270</b>
	Análise da temperatura do ar através de transectos móveis.....	271
1.	Transecto móvel – Janeiro de 2010.....	274
2.	Transecto móvel – Julho de 2010.....	293
<b>Capítulo 8</b>		<b>314</b>
	Análise da temperatura da superfície.....	315
1.	Análise da temperatura da superfície – 24 de dezembro de 2009.....	317
2.	Análise da temperatura da superfície – 4 de julho de 2010.....	330
	Análise da temperatura da superfície – 20 de julho de 2010.....	334
<b>Capítulo 9</b>		<b>342</b>
	Clima e qualidade ambiental urbana.....	343
1.	Propostas de reordenamento territorial.....	355
1.1.	Sistema contínuo de vegetação.....	355
1.2.	Implantação dos espaços livres de edificação não efetivados.....	357
1.3.	Melhoria dos espaços livres de edificação existentes.....	358
1.4.	Combate à poluição e às enchentes.....	358
1.5.	Ocupação do solo e densidade populacional.....	359
1.6.	Uso do solo.....	360
	Considerações finais.....	363
	Bibliografia.....	368
	Anexos.....	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Microrregião geográfica de Jales.....	35
Figura 2	Porcentagem de população urbana no mundo.....	58
Figura 3	Estratificação vertical da atmosfera urbana e processos de formação das ilhas de calor.....	81
Figura 4	Configurações para ilha de calor em condições de vento fraco.....	85
Figura 5	Sistemas atmosféricos atuantes no verão.....	90
Figura 6	Sistemas atmosféricos atuantes no inverno.....	90
Figura 7	Direção predominante dos ventos em Jales-SP (2004-2009).....	98
Figura 8	Direção predominante dos ventos para o mês de janeiro.....	99
Figura 9	Direção predominante dos ventos para o mês de julho.....	99
Figura 10	Carta de uso do solo.....	103
Figura 11	Carta de ocupação do solo.....	106
Figura 12	Carta de classificação dos espaços livres de construção.....	109
Figura 13	Carta de espaços livres de construção e áreas verdes.....	110
Figura 14	Carta da densidade populacional.....	112
Figura 15	Carta de poluição potencial.....	114
Figura 16	Carta da vegetação urbana.....	117
Figura 17	Carta da ocorrência de enchentes.....	119
Figura 18	Carta da temperatura da superfície.....	126
Figura 19	Carta de hipsometria.....	128
Figura 20	Carta de declividade.....	129
Figura 21	Carta de orientação das vertentes.....	132
Figura 22	Localização dos pontos de registro de dados.....	134
Figura 23	Recorte da fotografia aérea, ponto 1 e arredores.....	135
Figura 24	Recorte da fotografia aérea, ponto 2 e arredores.....	136
Figura 25	Recorte da fotografia aérea, ponto 3 e arredores.....	138
Figura 26	Recorte da fotografia aérea, ponto 4 e arredores.....	139
Figura 27	Recorte da fotografia aérea, ponto 5 e arredores.....	141
Figura 28	Recorte da fotografia aérea, ponto 6 e arredores.....	142
Figura 29	Recorte da fotografia aérea, ponto 7 e arredores.....	144
Figura 30	Recorte da fotografia aérea, ponto 8 e arredores.....	136
Figura 31	Recorte da fotografia aérea, ponto 9 e arredores.....	147
Figura 32	Recorte da fotografia aérea, ponto 10 e arredores.....	148
Figura 33	Recorte da fotografia aérea, ponto 11 e arredores.....	150
Figura 34	Recorte da fotografia aérea, ponto 12 e arredores.....	151
Figura 35	Recorte da fotografia aérea, ponto 13 e Arredores.....	152
Figura 36	Recorte da fotografia aérea, ponto 14 e Arredores.....	154
Figura 37	Recorte da fotografia aérea, ponto 15 e Arredores.....	155
Figura 38	Recorte da fotografia aérea, ponto 15 e Arredores.....	156
Figura 39	Gráfico de análise rítmica.....	160
Figura 40	Imagem GOES 01/01/2010 às 9h.....	164
Figura 41	Carta sinótica 01/01/2010 às 9h.....	164
Figura 42	Temperatura do ar – 01/01/2010 – 09h.....	164
Figura 43	Umidade relativa – 01/01/2010 – 09h.....	164
Figura 44	Imagem GOES 02/01/2010 às 9h.....	165
Figura 45	Carta sinótica 02/01/2010 às 9h.....	165
Figura 46	Temperatura do ar – 02/01/2010 – 09h.....	165
Figura 47	Umidade relativa – 02/01/2010 – 09h.....	165
Figura 48	Imagem GOES 03/01/2010 às 9h.....	166

Figura 49	Carta sinótica 03/01/2010 às 9h.....	166
Figura 50	Temperatura do ar – 03/01/2010 – 09h.....	167
Figura 51	Umidade relativa – 03/01/2010 – 09h.....	167
Figura 52	Imagem GOES 04/01/2010 às 9h.....	168
Figura 53	Carta sinótica 04/01/2010 às 9h.....	168
Figura 54	Temperatura do ar – 04/01/2010 – 09h.....	168
Figura 55	Umidade relativa – 04/01/2010 – 09h.....	168
Figura 56	Imagem GOES 05/01/2010 às 9h.....	169
Figura 57	Carta sinótica 05/01/2010 às 9h.....	169
Figura 58	Temperatura do ar – 05/01/2010 – 09h.....	170
Figura 59	Umidade relativa – 05/01/2010 – 09h.....	170
Figura 60	Imagem GOES 06/01/2010 às 9h.....	171
Figura 61	Carta sinótica 06/01/2010 às 9h.....	171
Figura 62	Temperatura do ar – 06/01/2010 – 09h.....	171
Figura 63	Umidade relativa – 06/01/2010 – 09h.....	171
Figura 64	Imagem GOES 07/01/2010 às 9h.....	172
Figura 65	Carta sinótica 07/01/2010 às 9h.....	172
Figura 66	Temperatura do ar – 07/01/2010 – 09h.....	172
Figura 67	Umidade relativa – 07/01/2010 – 09h.....	172
Figura 68	Imagem GOES 08/01/2010 as 9h.....	173
Figura 69	Carta sinótica 08/01/2010 às 9h.....	173
Figura 70	Temperatura do ar – 08/01/2010 – 09h.....	173
Figura 71	Umidade relativa – 08/01/2010 – 09h.....	173
Figura 72	Imagem GOES 09/01/2010 às 9h.....	174
Figura 73	Carta sinótica 09/01/2010 às 9h.....	174
Figura 74	Temperatura do ar – 09/01/2010 – 09h.....	174
Figura 75	Umidade relativa – 09/01/2010 – 09h.....	174
Figura 76	Imagem GOES 10/01/2010 as 9h.....	175
Figura 77	Carta sinótica 10/01/2010 às 9h.....	175
Figura 78	Temperatura do ar – 10/01/2010 – 09h.....	176
Figura 79	Umidade relativa – 10/01/2010 – 09h.....	176
Figura 80	Imagem GOES 19/01/2010 às 9h.....	177
Figura 81	Carta sinótica 19/01/2010 às 9h.....	177
Figura 82	Temperatura do ar – 19/01/2010 – 09h.....	177
Figura 83	Umidade relativa – 19/01/2010 – 09h.....	177
Figura 84	Imagem GOES 20/01/2010 ás 9h.....	178
Figura 85	Carta sinótica 20/01/2010 às 9h.....	178
Figura 86	Temperatura do ar – 20/01/2010 – 09h.....	178
Figura 87	Umidade relativa – 20/01/2010 – 09h.....	178
Figura 88	Imagem GOES 21/01/2010 às 9h.....	179
Figura 89	Carta sinótica 21/01/2010 às 9h.....	179
Figura 90	Temperatura do ar – 21/01/2010 – 09h.....	179
Figura 91	Umidade relativa – 21/01/2010 – 09h.....	179
Figura 92	Imagem GOES 24/01/2010 às 9h.....	180
Figura 93	Carta sinótica 24/01/2010 às 9h.....	180
Figura 94	Temperatura do ar – 24/01/2010 – 09h.....	181
Figura 95	Umidade relativa – 24/01/2010 – 09h.....	181
Figura 96	Imagem GOES 31/01/2010 às 9h.....	182
Figura 97	Carta sinótica 31/01/2010 às 9h.....	182
Figura 98	Temperatura do ar – 31/01/2010 – 09h.....	182

Figura 99	Umidade relativa – 31/01/2010 – 09h.....	182
Figura 100	Imagem GOES 01/01/2010 às 15h.....	184
Figura 101	Carta sinótica 01/01/2010 às 15h.....	184
Figura 102	Temperatura do ar – 01/01/2010 – 15h.....	185
Figura 103	Umidade relativa – 01/01/2010 – 15h.....	185
Figura 104	Imagem GOES 02/01/2010 às 15h.....	185
Figura 105	Carta sinótica 02/01/2010 às 15h.....	185
Figura 106	Temperatura do ar – 02/01/2010 – 15h.....	186
Figura 107	Umidade relativa – 02/01/2010 – 15h.....	186
Figura 108	Imagem GOES 03/01/2010 às 15h.....	187
Figura 109	Carta sinótica 03/01/2010 às 15h.....	187
Figura 110	Temperatura do ar – 03/01/2010 – 15h.....	188
Figura 111	Umidade relativa – 03/01/2010 – 15h.....	188
Figura 112	Imagem GOES 04/01/2010 às 15h.....	189
Figura 113	Carta sinótica 04/01/2010 às 15h.....	189
Figura 114	Temperatura do ar – 04/01/2010 – 15h.....	189
Figura 115	Umidade relativa – 04/01/2010 – 15h.....	189
Figura 116	Imagem GOES 05/01/2010 às 15h.....	190
Figura 117	Temperatura do ar – 05/01/2010 – 15h.....	190
Figura 118	Umidade relativa – 05/01/2010 – 15h.....	190
Figura 119	Imagem GOES 06/01/2010 às 15h.....	191
Figura 120	Carta sinótica 06/01/2010 às 15h.....	191
Figura 121	Temperatura do ar – 06/01/2010 – 15h.....	192
Figura 122	Umidade relativa – 06/01/2010 – 15h.....	192
Figura 123	Imagem GOES 07/01/2010 às 15h.....	192
Figura 124	Temperatura do ar – 07/01/2010 – 15h.....	193
Figura 125	Umidade relativa – 07/01/2010 – 15h.....	193
Figura 126	Imagem GOES 08/01/2010 às 15h.....	194
Figura 127	Carta sinótica 08/01/2010 às 15h.....	194
Figura 128	Temperatura do ar – 08/01/2010 – 15h.....	194
Figura 129	Umidade relativa – 08/01/2010 – 15h.....	194
Figura 130	Imagem GOES 14/01/2010 - 15h.....	195
Figura 131	Carta Sinótica 14/01/2010 - 15h.....	195
Figura 132	Temperatura do ar – 14/01/2010 – 15h.....	196
Figura 133	Umidade relativa – 14/01/2010 – 15h.....	196
Figura 134	Imagem GOES 15/01/2010 - 15h.....	197
Figura 135	Imagem GOES 16/01/2010 - 15h.....	197
Figura 136	Temperatura do ar – 15/01/2010 – 15h.....	197
Figura 137	Umidade relativa – 15/01/2010 – 15h.....	197
Figura 138	Temperatura do ar – 16/01/2010 – 15h.....	197
Figura 139	Umidade relativa – 16/01/2010 – 15h.....	197
Figura 140	Imagem GOES 20/01/2010 - 15h.....	198
Figura 141	Carta Sinótica 20/01/2010 - 15h.....	198
Figura 142	Imagem GOES 21/01/2010 - 15h.....	198
Figura 143	Carta Sinótica 21/01/2010 - 15h.....	198
Figura 144	Temperatura do ar – 20/01/2010 – 15h.....	199
Figura 145	Umidade relativa – 20/01/2010 – 15h.....	199
Figura 146	Temperatura do ar – 21/01/2010 – 15h.....	199
Figura 147	Umidade relativa – 21/01/2010 – 15h.....	199
Figura 148	Imagem GOES 31/01/2010 às 15h.....	200

Figura 149	Temperatura do ar – 31/01/2010 – 15h.....	201
Figura 150	Umidade relativa – 31/01/2010 – 15h.....	201
Figura 151	Imagem GOES 01/01/2010 - 21h.....	203
Figura 152	Carta Sinótica 01/01/2010 - 21h.....	203
Figura 153	Temperatura do ar – 01/01/2010 – 21h.....	203
Figura 154	Umidade relativa – 01/01/2010 – 21h.....	203
Figura 155	Imagem GOES 02/01/2010 - 21h.....	204
Figura 156	Carta Sinótica 02/01/2010 - 21h.....	204
Figura 157	Temperatura do ar – 02/01/2010 – 21h.....	205
Figura 158	Umidade relativa – 02/01/2010 – 21h.....	205
Figura 159	Imagem GOES 03/01/2010 às 21h.....	206
Figura 160	Temperatura do ar – 03/01/2010 – 21h.....	206
Figura 161	Umidade relativa – 03/01/2010 – 21h.....	206
Figura 162	Imagem GOES 04/01/2010 às 21h.....	207
Figura 163	Carta Sinótica 04/01/2010 - 21h.....	207
Figura 164	Temperatura do ar – 04/01/2010 – 21h.....	208
Figura 165	Umidade relativa – 04/01/2010 – 21h.....	208
Figura 166	Imagem Meteosat 05/01/2010 às 21h.....	209
Figura 167	Carta Sinótica 05/01/2010 - 21h.....	209
Figura 168	Temperatura do ar – 05/01/2010 – 21h.....	209
Figura 169	Umidade relativa – 05/01/2010 – 21h.....	209
Figura 170	Imagem GOES 06/01/2010 às 21h.....	210
Figura 171	Carta Sinótica 06/01/2010 - 21h.....	210
Figura 172	Temperatura do ar – 06/01/2010 – 21h.....	210
Figura 173	Umidade relativa – 06/01/2010 – 21h.....	210
Figura 174	Imagem GOES 07/01/2010 às 21h.....	211
Figura 175	Carta Sinótica 07/01/2010 - 21h.....	211
Figura 176	Temperatura do ar – 07/01/2010 – 21h.....	212
Figura 177	Umidade relativa – 07/01/2010 – 21h.....	212
Figura 178	Imagem Meteosat 08/01/2010 às 21h.....	213
Figura 179	Carta Sinótica 08/01/2010 - 21h.....	213
Figura 180	Temperatura do ar – 08/01/2010 – 21h.....	213
Figura 181	Umidade relativa – 08/01/2010 – 21h.....	213
Figura 182	Temperatura do ar – 09/01/2010 – 21h.....	214
Figura 183	Temperatura do ar – 10/01/2010 – 21h.....	214
Figura 184	Temperatura do ar – 11/01/2010 – 21h.....	214
Figura 185	Temperatura do ar – 12/01/2010 – 21h.....	214
Figura 186	Temperatura do ar – 13/01/2010 – 21h.....	214
Figura 187	Temperatura do ar – 14/01/2010 – 21h.....	214
Figura 188	Temperatura do ar – 15/01/2010 – 21h.....	214
Figura 189	Imagem GOES 16/01/2010 às 21h.....	215
Figura 190	Carta Sinótica 16/01/2010 - 21h.....	215
Figura 191	Temperatura do ar – 16/01/2010 – 21h.....	215
Figura 192	Umidade relativa – 16/01/2010 – 21h.....	215
Figura 193	Temperatura do ar – 17/01/2010 – 21h.....	217
Figura 194	Temperatura do ar – 18/01/2010 – 21h.....	217
Figura 195	Temperatura do ar – 19/01/2010 – 21h.....	217
Figura 196	Temperatura do ar – 20/01/2010 – 21h.....	217
Figura 197	Temperatura do ar – 21/01/2010 – 21h.....	217
Figura 198	Temperatura do ar – 22/01/2010 – 21h.....	217

Figura 199	Temperatura do ar – 23/01/2010 – 21h.....	217
Figura 200	Temperatura do ar – 24/01/2010 – 21h.....	217
Figura 201	Temperatura do ar – 25/01/2010 – 21h.....	217
Figura 202	Temperatura do ar – 26/01/2010 – 21h.....	217
Figura 203	Temperatura do ar – 27/01/2010 – 21h.....	217
Figura 204	Temperatura do ar – 28/01/2010 – 21h.....	217
Figura 205	Temperatura do ar – 29/01/2010 – 21h.....	218
Figura 206	Temperatura do ar – 30/01/2010 – 21h.....	218
Figura 207	Imagem GOES 31/01/2010 às 21h.....	218
Figura 208	Temperatura do ar – 31/01/2010 – 21h.....	219
Figura 209	Umidade relativa – 31/01/2010 – 21h.....	219
Figura 210	Gráfico de análise rítmica.....	223
Figura 211	Imagem GOES 01/07/2010 às 09h.....	225
Figura 212	Carta sinótica 01/07/2010 - 09h.....	225
Figura 213	Temperatura do ar – 01/07/2010 – 09h.....	225
Figura 214	Umidade relativa – 01/07/2010 – 09h.....	225
Figura 215	Imagem GOES 02/07/2010 às 09h.....	226
Figura 216	Carta sinótica 02/07/2010 - 09h.....	226
Figura 217	Temperatura do ar – 02/07/2010 – 09h.....	227
Figura 218	Umidade relativa – 02/07/2010 – 09h.....	227
Figura 219	Temperatura do ar – 03/07/2010 – 09h.....	227
Figura 220	Umidade relativa – 03/07/2010 – 09h.....	227
Figura 221	Carta sinótica 04/07/2010 - 09h.....	228
Figura 222	Temperatura do ar – 04/07/2010 – 09h.....	228
Figura 223	Carta sinótica 05/07/2010 - 09h.....	229
Figura 224	Temperatura do ar – 05/07/2010 – 09h.....	229
Figura 225	Umidade relativa – 05/07/2010 – 09h.....	229
Figura 226	Imagem GOES 06/07/2010 às 09h.....	229
Figura 227	Temperatura do ar – 06/07/2010 – 09h.....	229
Figura 228	Umidade relativa – 06/07/2010 – 09h.....	229
Figura 229	Carta sinótica 07/07/2010 - 09h.....	229
Figura 230	Temperatura do ar – 07/07/2010 – 09h.....	229
Figura 231	Umidade relativa – 07/07/2010 – 09h.....	230
Figura 232	Imagem GOES 08/07/2010 às 09h.....	230
Figura 233	Temperatura do ar – 08/07/2010 – 09h.....	230
Figura 234	Umidade relativa – 08/07/2010 – 09h.....	230
Figura 235	Carta Sinótica 09/07/2010 - 09h.....	230
Figura 236	Imagem GOES 09/07/2010 às 09h.....	230
Figura 237	Temperatura do ar – 09/07/2010 – 09h.....	231
Figura 238	Umidade relativa – 09/07/2010 – 09h.....	231
Figura 239	Temperatura do ar – 10/07/2010 – 09h.....	232
Figura 240	Umidade relativa – 10/07/2010 – 09h.....	232
Figura 241	Carta sinótica 11/07/2010 - 09h.....	232
Figura 242	Imagem Meteosat 11/07/2010 - 09h.....	232
Figura 243	Temperatura do ar – 11/07/2010 – 09h.....	233
Figura 244	Umidade relativa – 11/07/2010 – 09h.....	233
Figura 245	Carta sinótica 12/07/2010 - 09h.....	234
Figura 246	Imagem Goes 12/07/2010 - 09h.....	234
Figura 247	Temperatura do ar – 12/07/2010 – 09h.....	234
Figura 248	Umidade relativa – 12/07/2010 – 09h.....	234

Figura 249	Carta sinótica 13/07/2010 – 09h.....	235
Figura 250	Imagem Goes 13/07/2010 – 09h.....	235
Figura 251	Temperatura do ar – 13/07/2010 – 09h.....	235
Figura 252	Umidade relativa – 13/07/2010 – 09h.....	235
Figura 253	Carta sinótica 14/07/2010 - 09h.....	236
Figura 254	Temperatura do ar – 14/07/2010 – 09h.....	236
Figura 255	Umidade relativa – 14/07/2010 – 09h.....	236
Figura 256	Imagem GOES 15/07/2010 às 09h.....	236
Figura 257	Temperatura do ar – 15/07/2010 – 09h.....	236
Figura 258	Umidade relativa – 15/07/2010 – 09h.....	236
Figura 259	Carta sinótica 16/07/2010 - 09h.....	236
Figura 260	Temperatura do ar – 16/07/2010 – 09h.....	236
Figura 261	Umidade relativa – 16/07/2010 – 09h.....	236
Figura 262	Carta sinótica 17/07/2010 - 09h.....	237
Figura 263	Temperatura do ar – 17/07/2010 – 09h.....	237
Figura 264	Umidade relativa – 17/07/2010 – 09h.....	237
Figura 265	Temperatura do ar – 19/07/2010 – 09h.....	237
Figura 266	Temperatura do ar – 20/07/2010 – 09h.....	237
Figura 267	Temperatura do ar – 22/07/2010 – 09h.....	237
Figura 268	Temperatura do ar – 23/07/2010 – 09h.....	238
Figura 270	Temperatura do ar – 24/07/2010 – 09h.....	238
Figura 271	Temperatura do ar – 25/07/2010 – 09h.....	238
Figura 272	Temperatura do ar – 26/07/2010 – 09h.....	238
Figura 273	Temperatura do ar – 27/07/2010 – 09h.....	238
Figura 274	Temperatura do ar – 28/07/2010 – 09h.....	238
Figura 275	Temperatura do ar – 29/07/2010 – 09h.....	238
Figura 276	Temperatura do ar – 30/07/2010 – 09h.....	238
Figura 277	Temperatura do ar – 31/07/2010 – 09h.....	238
Figura 278	Imagem Goes 01/07/2010 - 15h.....	241
Figura 279	Carta Sinótica 01/07/2010 - 15h.....	241
Figura 280	Temperatura do ar – 01/07/2010 – 15h.....	241
Figura 281	Umidade relativa – 01/07/2010 – 15h.....	241
Figura 282	Temperatura do ar – 02/07/2010 – 15h.....	243
Figura 283	Temperatura do ar – 03/07/2010 – 15h.....	243
Figura 284	Temperatura do ar – 04/07/2010 – 15h.....	243
Figura 285	Temperatura do ar – 05/07/2010 – 15h.....	243
Figura 286	Temperatura do ar – 06/07/2010 – 15h.....	243
Figura 287	Temperatura do ar – 07/07/2010 – 15h.....	243
Figura 288	Temperatura do ar – 08/07/2010 – 15h.....	243
Figura 289	Temperatura do ar – 09/07/2010 – 15h.....	243
Figura 290	Temperatura do ar – 10/07/2010 – 15h.....	243
Figura 291	Temperatura do ar – 11/07/2010 – 15h.....	243
Figura 292	Temperatura do ar – 12/07/2010 – 15h.....	243
Figura 293	Umidade relativa – 02/07/2010 – 15h.....	244
Figura 294	Umidade relativa – 03/07/2010 – 15h.....	244
Figura 295	Umidade relativa – 04/07/2010 – 15h.....	244
Figura 296	Umidade relativa – 05/07/2010 – 15h.....	245
Figura 297	Umidade relativa – 06/07/2010 – 15h.....	245
Figura 298	Umidade relativa – 07/07/2010 – 15h.....	245
Figura 299	Umidade relativa – 08/07/2010 – 15h.....	245

Figura 300	Umidade relativa – 09/07/2010 – 15h.....	245
Figura 301	Umidade relativa – 10/07/2010 – 15h.....	245
Figura 302	Umidade relativa – 11/07/2010 – 15h.....	245
Figura 303	Umidade relativa – 12/07/2010 – 15h.....	245
Figura 304	Carta sinótica 13/07/2010 – 15h.....	246
Figura 305	Imagem Goes 13/07/2010 – 15h.....	246
Figura 306	Temperatura do ar – 13/07/2010 – 15h.....	246
Figura 307	Umidade relativa – 13/07/2010 – 15h.....	246
Figura 308	Carta Sinótica 14/07/2010 - 15h.....	247
Figura 309	Imagem Goes 14/07/2010 - 15h.....	247
Figura 310	Temperatura do ar – 14/07/2010 – 15h.....	248
Figura 311	Umidade relativa – 14/07/2010 – 15h.....	248
Figura 312	Carta Sinótica 15/07/2010 - 15h.....	249
Figura 313	Imagem Goes 15/07/2010 - 15h.....	249
Figura 313	Carta Sinótica 15/07/2010 - 15h.....	249
Figura 314	Temperatura do ar – 15/07/2010 – 15h.....	249
Figura 315	Umidade relativa – 15/07/2010 – 15.....	249
Figura 316	Temperatura do ar – 16/07/2010 – 15h.....	251
Figura 317	Temperatura do ar – 17/07/2010 – 15h.....	251
Figura 318	Temperatura do ar – 18/07/2010 – 15h.....	251
Figura 319	Temperatura do ar – 19/07/2010 – 15h.....	251
Figura 320	Temperatura do ar – 20/07/2010 – 15h.....	251
Figura 321	Temperatura do ar – 21/07/2010 – 15h.....	251
Figura 322	Temperatura do ar – 22/07/2010 – 15h.....	251
Figura 323	Temperatura do ar – 23/07/2010 – 15h.....	251
Figura 324	Temperatura do ar – 24/07/2010 – 15h.....	251
Figura 325	Temperatura do ar – 25/07/2010 – 15h.....	251
Figura 326	Temperatura do ar – 26/07/2010 – 15h.....	251
Figura 327	Temperatura do ar – 27/07/2010 – 15h.....	251
Figura 328	Temperatura do ar – 28/07/2010 – 15h.....	252
Figura 329	Temperatura do ar – 29/07/2010 – 15h.....	252
Figura 330	Temperatura do ar – 30/07/2010 – 15h.....	252
Figura 331	Temperatura do ar – 31/07/2010 – 15h.....	252
Figura 332	Umidade relativa – 16/07/2010 – 15h.....	253
Figura 333	Umidade relativa – 17/07/2010 – 15h.....	253
Figura 334	Umidade relativa – 18/07/2010 – 15h.....	253
Figura 335	Umidade relativa – 19/07/2010 – 15h.....	253
Figura 336	Umidade relativa – 20/07/2010 – 15h.....	253
Figura 337	Umidade relativa – 21/07/2010 – 15h.....	253
Figura 338	Umidade relativa – 22/07/2010 – 15h.....	253
Figura 339	Umidade relativa – 23/07/2010 – 15h.....	253
Figura 340	Umidade relativa – 24/07/2010 – 15h.....	253
Figura 341	Umidade relativa – 25/07/2010 – 15h.....	254
Figura 342	Umidade relativa – 26/07/2010 – 15h.....	254
Figura 343	Umidade relativa – 27/07/2010 – 15h.....	254
Figura 344	Umidade relativa – 28/07/2010 – 15h.....	254
Figura 345	Umidade relativa – 29/07/2010 – 15h.....	254
Figura 346	Umidade relativa – 30/07/2010 – 15h.....	254
Figura 347	Umidade relativa – 31/07/2010 – 15h.....	254
Figura 348	Carta Sinótica 01/07/2010 - 21h.....	256

Figura 349	Imagem Goes 01/07/2010 - 21h.....	256
Figura 350	Temperatura do ar – 01/07/2010 – 21h.....	257
Figura 351	Umidade relativa – 01/07/2010 – 21h.....	257
Figura 352	Temperatura do ar – 02/07/2010 – 21h.....	258
Figura 353	Umidade relativa – 02/07/2010 – 21h.....	258
Figura 354	Temperatura do ar – 03/07/2010 – 21h.....	259
Figura 355	Umidade relativa – 03/07/2010 – 21h.....	259
Figura 356	Temperatura do ar – 04/07/2010 – 21h.....	260
Figura 357	Umidade relativa – 04/07/2010 – 21h.....	260
Figura 358	Temperatura do ar – 05/07/2010 – 21h.....	261
Figura 359	Temperatura do ar – 06/07/2010 – 21h.....	261
Figura 360	Temperatura do ar – 07/07/2010 – 21h.....	261
Figura 361	Temperatura do ar – 08/07/2010 – 21h.....	261
Figura 362	Temperatura do ar – 09/07/2010 – 21h.....	261
Figura 363	Temperatura do ar – 10/07/2010 – 21h.....	261
Figura 364	Temperatura do ar – 11/07/2010 – 21h.....	261
Figura 365	Umidade relativa – 05/07/2010 – 21h.....	262
Figura 366	Umidade relativa – 06/07/2010 – 21h.....	262
Figura 367	Umidade relativa – 07/07/2010 – 21h.....	262
Figura 368	Umidade relativa – 08/07/2010 – 21h.....	262
Figura 369	Umidade relativa – 09/07/2010 – 21h.....	262
Figura 370	Umidade relativa – 10/07/2010 – 21h.....	262
Figura 371	Umidade relativa – 11/07/2010 – 21h.....	262
Figura 372	Carta Sinótica 12/07/2010 - 21h.....	263
Figura 373	Imagem Goes 12/07/2010 - 21h.....	263
Figura 374	Temperatura do ar – 12/07/2010 – 21h.....	263
Figura 375	Umidade relativa – 12/07/2010 – 21h.....	263
Figura 376	Carta sinótica 13/07/2010 - 21h.....	264
Figura 377	Temperatura do ar – 13/07/2010 – 21h.....	264
Figura 378	Umidade relativa – 13/07/2010 – 21h.....	264
Figura 379	Carta sinótica 14/07/2010 - 21h.....	264
Figura 380	Temperatura do ar – 14/07/2010 – 21h.....	264
Figura 381	Umidade relativa – 14/07/2010 – 21h.....	264
Figura 382	Carta sinótica 15/07/2010 - 21h.....	265
Figura 383	Temperatura do ar – 15/07/2010 – 21h.....	265
Figura 384	Umidade relativa – 15/07/2010 – 21h.....	265
Figura 385	Carta sinótica 16/07/2010 - 21h.....	265
Figura 386	Temperatura do ar – 16/07/2010 – 21h.....	265
Figura 387	Umidade relativa – 16/07/2010 – 21h.....	265
Figura 388	Carta sinótica 17/07/2010 - 21h.....	265
Figura 389	Temperatura do ar – 17/07/2010 – 21h.....	265
Figura 390	Umidade relativa – 17/07/2010 – 21h.....	265
Figura 391	Temperatura do ar – 19/07/2010 – 21h.....	266
Figura 392	Temperatura do ar – 20/07/2010 – 21h.....	266
Figura 393	Temperatura do ar – 21/07/2010 – 21h.....	266
Figura 394	Temperatura do ar – 22/07/2010 – 21h.....	266
Figura 395	Temperatura do ar – 23/07/2010 – 21h.....	266
Figura 396	Temperatura do ar – 24/07/2010 – 21h.....	266
Figura 397	Temperatura do ar – 25/07/2010 – 21h.....	266
Figura 398	Temperatura do ar – 26/07/2010 – 21h.....	266

Figura 399	Temperatura do ar – 27/07/2010 – 21h.....	266
Figura 400	Temperatura do ar – 28/07/2010 – 21h.....	267
Figura 401	Temperatura do ar – 29/07/2010 – 21h.....	267
Figura 402	Temperatura do ar – 30/07/2010 – 21h.....	267
Figura 403	Temperatura do ar – 31/07/2010 – 21h.....	267
Figura 404	Umidade relativa – 19/07/2010 – 21h.....	268
Figura 405	Umidade relativa – 20/07/2010 – 21h.....	268
Figura 406	Umidade relativa – 21/07/2010 – 21h.....	268
Figura 407	Umidade relativa – 22/07/2010 – 21h.....	268
Figura 408	Umidade relativa – 23/07/2010 – 21h.....	268
Figura 409	Umidade relativa – 24/07/2010 – 21h.....	268
Figura 410	Umidade relativa – 25/07/2010 – 21h.....	268
Figura 411	Umidade relativa – 26/07/2010 – 21h.....	268
Figura 412	Umidade relativa – 27/07/2010 – 21h.....	268
Figura 413	Umidade relativa – 28/07/2010 – 21h.....	269
Figura 414	Umidade relativa – 29/07/2010 – 21h.....	269
Figura 415	Umidade relativa – 30/07/2010 – 21h.....	269
Figura 416	Umidade relativa – 31/07/2010 – 21h.....	269
Figura 417	Rota e pontos de registro da temperatura através do transecto móvel....	273
Figura 418	Tipologia do uso do solo.....	273
Figura 419	Temperatura do ar – 03/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	275
Figura 420	Vista parcial do percurso.....	275
Figura 421	Vista parcial da hipsometria.....	275
Figura 422	Temperatura do ar – 04/01/2010 – 6h. Transecto móvel.....	277
Figura 423	Temperatura do ar – 04/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	277
Figura 424	Vista parcial dos arredores do ponto 8.....	278
Figura 425	Temperatura do ar – 05/01/2010 – 6h. Transecto móvel.....	279
Figura 426	Vista parcial do centro da cidade (P5).....	279
Figura 427	Temperatura do ar – 05/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	280
Figura 428	Temperatura do ar – 06/01/2010 – 6h. Transecto móvel.....	281
Figura 429	Temperatura do ar – 07/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	282
Figura 430	Temperatura do ar – 17/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	283
Figura 431	Temperatura do ar – 09/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	284
Figura 432	Temperatura do ar – 05/01/ 2010 – 21h: Pontos fixos.....	284
Figura 433	Vista parcial do centro ao sul do ponto 7.....	284
Figura 434	Temperatura do r – 10/01/2010 – 21h. Transecto Móvel.....	285
Figura 435	Vista parcial do fundo de vale localizado no Jardim Oiti.....	286
Figura 436	Temperatura do ar – 13/01/2010 – 06h. Transecto móvel.....	286
Figura 437	Vista parcial do ponto 4.....	287
Figura 438	Vista parcial do ponto 9.....	287
Figura 439	Temperatura do ar – 18/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	288
Figura 440	Temperatura do ar – 19/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	289
Figura 441	Temperatura do ar – 20/01/2010 – 6h. Transecto móvel.....	290
Figura 442	Temperatura do ar – 22/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	290
Figura 443	Temperatura do ar – 23/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	291
Figura 444	Temperatura do ar – 25/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	291
Figura 445	Temperatura do ar – 26/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	291
Figura 446	Temperatura do ar – 30/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	291
Figura 447	Temperatura do ar – 31/01/2010 – 21h. Transecto móvel.....	292
Figura 448	Temperatura do ar – 2/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	295

Figura 449	Temperatura do ar – 3/07/2010 – 6h. Transecto móvel.....	296
Figura 450	Temperatura do ar – 3/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	297
Figura 451	Temperatura do ar – 4/07/2010 – 6h. Transecto móvel.....	298
Figura 452	Temperatura do ar – 4/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	299
Figura 453	Temperatura do ar – 5/07/2010 – 6h. Transecto móvel.....	300
Figura 454	Temperatura do ar – 6/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	301
Figura 455	Temperatura do ar – 7/07/2010 – 6h. Transecto móvel.....	302
Figura 456	Vista parcial do ponto 6.....	302
Figura 457	Temperatura do ar – 7/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	303
Figura 458	Temperatura do ar – 8/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	304
Figura 459	Temperatura do ar – 9/07/2010 – 6h. Transecto móvel.....	305
Figura 460	Temperatura do ar – 9/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	306
Figura 461	Temperatura do ar – 12/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	307
Figura 462	Temperatura do ar – 19/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	308
Figura 463	Temperatura do ar – 20/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	308
Figura 464	Temperatura do ar – 21/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	308
Figura 465	Temperatura do ar – 22/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	309
Figura 466	Temperatura do ar – 25/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	310
Figura 467	Temperatura do ar – 26/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	311
Figura 468	Temperatura do ar – 27/07/2010 – 21h. Transecto móvel.....	312
Figura 469	Carta da temperatura da superfície – 24 de dezembro de 2009.....	319
Figura 470	Arredores do ponto 1.....	320
Figura 471	Arredores do ponto 2.....	320
Figura 472	Arredores do ponto 3.....	320
Figura 473	Arredores do ponto 4.....	320
Figura 474	Arredores do ponto 5.....	321
Figura 475	Arredores do ponto 6.....	321
Figura 476	Arredores do ponto 7.....	322
Figura 477	Arredores do ponto 8.....	322
Figura 478	Arredores do ponto 10.....	322
Figura 479	Arredores do ponto 9.....	323
Figura 480	Arredores do ponto 11.....	323
Figura 481	Arredores do ponto 12.....	324
Figura 482	Arredores do ponto 13.....	324
Figura 483	Arredores do ponto 14.....	325
Figura 484	Arredores do ponto 15.....	325
Figura 485	Arredores do ponto 16.....	325
Figura 486	Arredores do ponto 18.....	326
Figura 487	Arredores do ponto 22.....	326
Figura 488	Arredores do ponto 17.....	327
Figura 489	Arredores do ponto 19.....	327
Figura 490	Arredores do ponto 20.....	327
Figura 491	Arredores do ponto 21.....	329
Figura 492	Carta da temperatura da superfície – 04 de julho de 2010.....	331
Figura 493	Temperatura do ar – 04/07/2010 – 10h.....	332
Figura 494	Temperatura do ar – 04/07/2010 – 11h.....	332
Figura 495	Temperatura do ar – 04/07/2010 – 12h.....	332
Figura 496	Temperatura do ar – 04/07/2010 – 13h.....	332
Figura 497	Carta da temperatura da superfície – 20 de julho de 2010.....	336
Figura 498	Áreas mais aquecidas no dia 20 de julho de 2010.....	337

Figura 499	Áreas mais aquecidas no dia 20 de julho de 2010.....	337
Figura 500	Temperatura do ar – 20/07/2010 – 10h.....	337
Figura 501	Temperatura do ar – 20/07/2010 – 11h.....	337
Figura 502	Temperatura do ar – 20/07/2010 – 12h.....	338
Figura 503	Temperatura do ar – 20/07/2010 – 13h.....	338
Figura 504	Arredores do ponto 10.....	338
Figura 505	Carta de qualidade ambiental.....	347
Figura 506	Temperatura do ar – 3/1/2010 – 21h.....	348
Figura 507	Temperatura do ar – 10/1/2010 – 21h.....	348
Figura 508	Temperatura do ar – 20/7/2010 – 21h.....	349
Figura 509	Temperatura do Ar – 22/7/2010 – 21h.....	349
Figura 510	Carta de qualidade ambiental e ilhas de calor.....	350

### ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Dados médios do período de 1995 a 2008.....	93
Tabela 2	Diferenças entre os pontos às 9h.....	163
Tabela 3	Diferenças entre os pontos às 15h.....	183
Tabela 4	Diferenças entre os pontos às 21h.....	202
Tabela 5	Diferenças entre os pontos às 9h.....	224
Tabela 6	Diferenças entre os pontos às 15h.....	240
Tabela 7	Diferenças entre os pontos às 21h.....	255
Tabela 8	Temperatura máxima, mínima e diferença térmica em janeiro de 2010..	274
Tabela 9	Temperatura máxima, mínima e diferença térmica em julho de 2010....	294
Tabela 10	Temperatura da superfície e temperatura do ar.....	340

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Porcentagem da População Urbana e Rural, 1940 a 2000.....	57
Gráfico 2	Temperatura Média, Mínima e Máxima do Ar (1995-2008).....	92
Gráfico 3	Valores Médios da Umidade Relativa do Ar (1995-2008).....	92
Gráfico 4	Precipitação Mensal Média (1995-2008).....	93
Gráfico 5	Média do Número de Dias com Precipitação (1995-2008).....	94
Gráfico 6	Linha de Tendência da Precipitação (1970-2008).....	94
Gráfico 7	Linha de Tendência da Precipitação Para o Período de Novembro a Março (1970-2008).....	95
Gráfico 8	Linha de Tendência da Precipitação.....	96
Gráfico 9	Linha de Tendência da Precipitação.....	96
Gráfico 10:	Linha de Tendência da Precipitação Para o Período de Abril a Outubro.(1970-2008).....	96
Gráfico 11	Linha de Tendência da Precipitação Para o Mês de Outubro (1970- 2008).....	96
Gráfico 12	Valores Médios de Evapotranspiração no Tanque Classe A (1995- 2008).....	97

### ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1	Rompimento da Galeria do Jardim Santo Expedido – 2006.....	120
Foto 2	Casa Derrubadas no Jardim Santo Expedito – 2006.....	121
Foto 3	Casas Alagadas no Jardim São Judas Tadeu – 2006.....	121
Foto 4	Enxurrada Invasando os Terrenos no Jardim São Judas Tadeu.....	122

Foto 5	Muro de Arrimo Derrubado Pela Enxurrada.....	123
Foto 6	Vista Parcial da Rua.....	137
Foto 7	Vista Parcial da Rua .....	138
Foto 8	Estação Automática Instalada no Ponto 4.....	140
Foto 9	Estação Automática Instalada no Ponto 4.....	140
Foto 10	Vista Parcial da Rua.....	141
Foto 11	Estação Automática Instalada no Ponto 6.....	143
Foto 12	Vista Parcial da Rua.....	143
Foto 13	Canteiro central sem árvores após a reforma.....	144
Foto 14	Vista parcial da obra após o corte das árvores.....	144
Foto 15	Vista Parcial da Rua.....	145
Foto 16	Vista Parcial da Rua.....	146
Foto 17	Vista Parcial da Rua.....	148
Foto 18	Vista Parcial da Rua.....	150
Foto 19	Vista Parcial da Entrada do Bosque Municipal.....	151
Foto 20	Vista Parcial da Rua.....	153
Foto 21	Vista Parcial do pátio da indústria.....	155
Foto 22	Vista Parcial da sede da propriedade.....	156

### ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1	Processos que levam a formação da ilha de calor no âmbito da Urban Canopy Layer e da Urban Boundary Layer.....	80
Quadro 2	Tipos de Ilhas de Calor.....	84

## RESUMO

A partir da década de 1960, ocorreram alterações nas relações de trabalho no campo e na cidade, que tiveram como consequência, o êxodo rural e o crescimento das cidades brasileiras, sendo que, a cidade de Jales-SP, também se insere neste contexto. As alterações das características naturais provocadas pela urbanização e, acentuadas pelo planejamento inadequado, resultam em diversas modificações no ambiente urbano. O clima é um dos componentes do ambiente que também está sujeito a estas mudanças. A hipótese confirmada nessa pesquisa foi de que cidades de pequeno porte como o caso de Jales, apresentam elementos suficientes para a formação de um clima urbano específico, com diferenças térmicas e higrométricas, entre as áreas urbanas e o entorno rural, além de diferenças intra-urbanas significativas. Como a tese corroborou a hipótese, identificou-se que a consideração do planejamento da paisagem nos tradicionais processos de planejamento urbano tem a capacidade de as áreas diagnosticar com problemas e propor medidas para solucionar ou, ao menos minimizar as alterações do clima urbano. Assim, esta tese tem como objetivo investigar o clima urbano de Jales-SP, principalmente, no que se refere ao seu campo térmico (Canal I: conforto térmico, subsistema termodinâmico, do Sistema Clima Urbano proposto por Monteiro, 1976). Pretende-se também, analisar a capacidade da metodologia vinculada ao planejamento da paisagem na solução dos problemas identificados, com a finalidade de propor medidas associadas ao planejamento urbano no sentido de solucionar ou amenizar esses problemas. Para que esse objetivo fosse alcançado, utilizou-se de adaptações das propostas metodológicas de Monteiro (1976), Mendonça (1994) e Amorim (2000). Foram realizados registros da temperatura do ar e da umidade relativa, nos meses de janeiro e julho de 2010, por meio de mini estações, em pontos fixos distribuídos pela malha urbana e pontos representativos do ambiente rural. Também foram realizados transectos móveis para verificação da temperatura do ar. A superfície foi verificada através das imagens do satélite Landsat 7. Destaca-se que as três metodologias empregadas neste trabalho, para registro de dados (estação em pontos fixos, transectos móveis, e sensoriamento remoto), foram absolutamente coincidentes, não apresentando discrepâncias entre os dados. Os resultados apresentam diferenças térmicas e higrométricas entre o rural e o urbano, além, de diferenças entre os diversos bairros da cidade, que sob condições de estabilidade atmosféricas, ultrapassaram 10°C. Os resultados demonstram que a cidade de Jales apresenta a configuração de um clima urbano específico, com diferenças térmicas entre os pontos, consideradas altas. Para que os problemas identificados possam ser minimizados, o Poder Público Municipal deve adequar o planejamento urbano às características do meio geográfico onde a cidade de Jales está inserida. Pontualmente, as principais ações a serem desenvolvidas são: a intensificação da vegetação urbana, o maior controle sobre a ocupação do solo, evitando o intenso adensamento urbano e estimulando o uso de materiais construtivos adequados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Clima Urbano, Ilhas de Calor, Qualidade Ambiental, Planejamento Urbano, Qualidade de Vida, Jales.

## **ABSTRACT**

From the 1960s, changes in the labor relations in the country and in the city took place that had as consequences the rural exodus and the growth of Brazilian cities, in which context the city of Jales-SP is found. The changes of natural characteristics caused by urbanization and, marked by inadequate planning, result in several changes in the urban environment. Climate is one of the components of environment which is also subject to those changes. With the hypothesis that small towns, such as Jales, present sufficient elements for the formation of a specific urban climate, with thermal and hygrometric differences among the urban areas and the surrounding country areas, besides the significant intra urban differences. In case the thesis corroborates that hypothesis, its second part is that the consideration of landscaping planning in the traditional procedures of urban planning is capable of identifying the areas with problems and propose measures to solve or at least minimize the changes of the urban climate. Therefore, this thesis aims to investigate the urban climate of Jales-SP, mainly regarding its thermal field (Channel I: thermal comfort, thermodynamic subsystem, of the System Urban Climate proposed by Monteiro, 1976). It is also intended to analyze the capacity of the methodology linked to the landscape planning in the solution of identified problems, with the purpose of proposing measures associated to the urban planning so that they can solve or soften those problems. In order to reach this goal, adaptations of the methodological proposals of Monteiro (1976), Mendonça (1994) and Amorim (2000) were used. Records of the temperature of the air and relative humidity in the months of January and of the year 2010 were logged with the use of mini stations in fixed sites distributed through the urban area and sites representative of the rural environment. Mobile transects were also conducted to verify the air temperature. The surface temperature was verified by the images of Satellite Landsat 7. We highlight that the three methodologies used on the research for the data record (station in fixed sites, mobile transects, and remote sensing) coincided absolutely, presenting no discrepancies among the data. The results presented thermal and hygrometric differences between the rural and the urban data, besides the differences among the several neighborhoods of the city, which under atmospheric stability conditions surpassed 10°C. The results demonstrate that the City of Jales presents the configuration of a specific urban climate, with thermal differences among the points considered high. For the identified problems to be minimized, the main action of the city government should be to adequate urban planning to the characteristics of the geographical environment in which Jales lies. More specifically, the main actions to be carried out are: intensification of urban vegetation, greater control on use of the land, avoiding the intense urban densification and stimulating the use of more adequate building materials.

**KEY-WORDS:** Urban Climate, Heat Islands, Environmental Quality, Urban Planning, Life Quality, Jales.

## RESUMEN

Desde la década de 1960, ocurrieron cambios en las relaciones laborales en el campo y en la ciudad, y tuvieron como consecuencias el éxodo rural y el crecimiento de las ciudades brasileñas, en cuyo contexto la ciudad de Jales-SP también se encuentra. Los cambios de las características naturales causados por la urbanización y, marcados por una planificación inadecuada, resultan en varios cambios en el ambiente urbano. El clima es uno de los componentes del medio ambiente, que también está sujeto a esos cambios. Con la hipótesis de que las ciudades pequeñas, como Jales, presentan elementos suficientes para la formación de un clima urbano específico, con diferencias térmicas y higrométricas entre las zonas urbanas y las zonas rurales, además de las importantes diferencias intra-urbanas. En el caso de la tesis corroborar la hipótesis, su segunda parte es que la consideración de la planificación de paisaje en los procedimientos tradicionales de la planificación urbana tiene la capacidad de identificar las áreas con problemas y proponer medidas para resolver o, al menos, reducir los cambios del clima urbano. Por lo tanto, esta tesis tiene como objetivo investigar el clima urbano de Jales-SP, sobre todo en cuanto a su campo térmico (Canal I: conforto térmico, el subsistema termodinámico, del Sistema Clima Urbano propuesto por Monteiro, 1976). También se pretende analizar la capacidad de la metodología relacionada con la planificación del paisaje en la solución de los problemas identificados, con el fin de proponer las medidas asociadas a la planificación urbana para que puedan solucionar o suavizar los problemas. Con el fin de alcanzar este objetivo, adaptaciones de las propuestas metodológicas de Monteiro (1976), Mendonça (1994) y Amorim (2000) fueron utilizadas. Fueron realizados registros de la temperatura del aire y de la humedad relativa en los meses de enero y julio del año de 2010 con el uso de mini estaciones en puestos fijos distribuidos a través de la zona urbana y sitios representativos del medio rural. Transectos móviles también se realizaron para verificar la temperatura del aire. La temperatura de la superficie fue verificada por las imágenes de satélite Landsat 7. Se destaca que las tres metodologías utilizadas en esta pesquisa para registro de datos (estaciones en puestos fijos, transectos móviles y detección remota) coincidieron en absoluto, no presentando discrepancias entre los datos. Los resultados presentaron diferencias térmicas y higrométricas entre el rural y el urbano, además de las diferencias entre los diversos barrios de la ciudad, que bajo condiciones de estabilidad atmosférica sobrepasó los 10°C. Los resultados demuestran que la ciudad de Jales presenta la configuración de un clima urbano específico, con diferencias térmicas entre los puntos consideradas altas. Para que los problemas identificados sean minimizados, la acción principal del gobierno de la ciudad debe ser adecuar la planificación urbana a las características del medio geográfico en el que se encuentra Jales. Más específicamente, las principales acciones a ser llevadas a cabo son: la intensificación de la vegetación urbana, mejor control sobre el uso de la tierra, evitando la densificación urbana intensa y estimular el uso de materiales de construcción más adecuados.

**PALABRAS CLAVE:** Clima Urbano, Islas de Calor, Calidad Ambiental, Planeamiento Urbano, Calidad de Vida, Jales.



## Introdução

A partir da década de 1960, ocorreram alterações nas relações de trabalho no campo e na cidade, que tiveram como consequências o êxodo rural e o crescimento das cidades brasileiras. A população predominantemente urbana em 2000, 81,2%, concentrou-se outrora no campo, 68,8% em 1940. 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, mas também, pelo maior acesso à educação e à saúde e pela possibilidade de uma vida melhor, além das 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 são 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).

Segundo Mota (1999, p. 17), “o aumento da população e a ampliação das cidades deveriam ser sempre acompanhadas do crescimento de toda a infraestrutura urbana, de modo a proporcionar aos habitantes uma mínima condição de vida”. Ainda, segundo o mesmo autor, “a ordenação deste crescimento faz-se necessária, de modo que, as influências que o mesmo possa ter sobre o meio ambiente não se tornem prejudiciais aos habitantes”. Entretanto, a realidade do processo de urbanização é bem diferente do ideal. Na maioria dos casos, esse processo ocorre a partir de um planejamento inadequado, gerando assim um crescimento desordenado, acompanhado da falta da infraestrutura capaz de garantir a mínima qualidade ambiental.

Ainda segundo Mota (1999 p.99), no passado, realizou-se o planejamento urbano considerando-se, principalmente, os aspectos sociais, culturais e econômicos, admitindo que o ambiente físico deveria adequar-se às atividades do homem.

Considerava-se que os recursos naturais, poderiam ser utilizados e alterados de forma ilimitada, desde que, fossem atendidas as necessidades básicas dos moradores das cidades: habitação, trabalho, circulação e lazer. Essa concepção de planejamento gera problemas ambientais graves e a degradação da natureza.

Segundo Silva:

A urbanização gera enormes problemas. Deteriora o ambiente urbano. Provoca a desorganização social, com carência de habitação, desemprego, problemas de higiene e de saneamento básico. Modifica a utilização do solo e transforma a paisagem urbana. A solução desses problemas obtém-se pela intervenção do poder público, que procura transformar o meio ambiente e criar novas formas urbanas. Dá-se então a urbanificação, processo deliberado de correção da urbanização, ou na criação artificial de núcleos urbanos [...]. (SILVA, 1997, p. 21)

Fica claro que, o processo de urbanização gera impactos tanto ambientais como sociais, entretanto, esses impactos podem ser evitados ou ao menos minimizados mediante um processo eficaz de planejamento urbano.

De acordo com Branco e Rocha<sup>1</sup> apud Mota (1999, p. 22), caminha-se para a utilização do planejamento urbano de forma integrada, em termos ecológicos, físico-territoriais, econômicos, sociais, administrativos, abrangendo as partes, os elementos e o todo de um sistema ou ecossistema. Essa concepção de planejamento está associada à idéia de desenvolvimento sustentável.

Para Mota:

O planejamento deve se realizar com base na concepção de desenvolvimento sustentável, assim entendido, aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades. (MOTA, 1999, p. 22)

De acordo com o planejamento urbano integrado, é necessário agir visando à preservação ambiental, pois é mais correto evitar ou ao menos minimizar os males gerados pela urbanização, ao invés de corrigi-los posteriormente. Com isso, entende-se a necessidade de considerar as questões ambientais na tomada de decisões relativas ao planejamento urbano.

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

---

<sup>1</sup> BRANCO, S. M; ROCHA, A. A. **Elementos da ciência do ambiente**. 2. ed. São Paulo, CETESB/ASCETESB, 1987.

As alterações das características naturais provocadas pela urbanização e, acentuadas pelo planejamento inadequado, provocam diversas modificações no ambiente urbano, sendo o clima, um componente desse ambiente, ele passa também por diversas mudanças.

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. (AMORIM, 2000, p.18)

Esses fatos geram mudanças no clima e, como exemplos, são observados “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). Andrade (2005, p.75) completa a afirmação de Brandão dizendo que “o clima urbano deve assim ser considerado enquanto componente de qualidade do ambiente e, portanto, de contribuição para a qualidade de vida no meio urbano.”

Para Brandão (1996, p.4), “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 do ambiente.”

Segundo Monteiro (1976) e Mendonça (1994), a elevação das taxas demográficas e o avanço da urbanização, geraram uma demanda por planos de gestão territorial urbana que surgiram, principalmente, de movimentos de cunho ecológico, que aproximaram os estudos de clima urbano das atividades de planejamento. A elaboração de estudos de clima urbano, voltados ao planejamento, se constitui numa nova abordagem dessa vertente geográfica de pesquisa, revestindo-a de um caráter mais pragmático e aplicado.

Entretanto, apesar dos esforços despendidos pelos climatólogos, no sentido de apresentar subsídios ao planejamento das atividades humanas nas cidades, sua contribuição tem sido pequena e pouco valorizada pelas equipes de planejamento. O caráter marcadamente social e/ou econômico do planejamento tradicional e, o fortemente naturalista do planejamento ecológico, tem dificultado uma mais profícua participação de geógrafos-climatólogos em tais atividades. (MONTEIRO, 1976). Sendo assim:

A grande maioria das cidades brasileiras 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. (AMORIM, 2000, p.18)

Nesse sentido, acredita-se que o estudo do clima urbano deve contar com instrumentos que o capacite, no sentido de propor ações práticas e aplicáveis aos processos de planejamento urbano. Dessa maneira, uma das pretensões dessa pesquisa é relacionar o estudo do clima urbano com a metodologia proposta pelo planejamento da paisagem, com o objetivo de se formular medidas de reordenamento territorial.

O planejamento da paisagem é definido por Nucci como:

[...] uma contribuição ecológica e de *desing* para o planejamento do espaço, onde se procura uma regulamentação dos usos do solo e dos recursos ambientais, salvaguardando a capacidade dos ecossistemas e o potencial recreativo da paisagem, retirando-se o máximo proveito do que a vegetação pode oferecer para a melhoria da qualidade ambiental. (NUCCI, 1996, p. 2)

O planejamento da paisagem contribuiu com o desenvolvimento dessa pesquisa no sentido de dar subsídios para a compreensão do clima, associado às características do sítio urbano de Jales, tendo em vista que, no momento de sua fundação houve o processo de planejamento, entretanto, com o passar dos anos, esse planejamento foi deixado de lado, fazendo com que a cidade crescesse desordenadamente nas últimas décadas, gerando a degradação ambiental.

Nesse sentido, os estudos já realizados para a localidade, servirão de base para a compreensão do clima urbano de Jales-SP, através dos canais de percepção propostos por Monteiro (1976), sendo o Canal I, Conforto Térmico, subsistema termodinâmico, o principal a ser utilizado, uma vez que, segundo o mesmo autor (2003, p.44), “As componentes termodinâmicas do clima, canal I, não só conduzem ao referencial básico para a ação do conforto térmico urbano como são, antes de tudo, a constituição do nível fundamental de resolução climática para onde convergem e se associam todas as outras componentes”. E continua, afirmando que, dentro do SCU – Sistema Clima Urbano – esse canal atravessa toda sua estrutura, uma vez que, é um insumo básico do sistema, todavia sofre grandes transformações no meio urbano, o que altera de maneira inegável o balanço de energia líquida dentro do SCU.

Segundo Monteiro (2003, p. 48)

[...] a análise termodinâmica da cidade, fornece a informação básica ao arquiteto e ao urbanista. É exatamente nesse nível de criação dos espaços

habitacionais e urbanos que se estabelecem os mecanismos de reciclagem e adaptação do sistema urbano ao clima em especial, e a qualidade do ambiente de modo mais abrangente. (MONTEIRO, 2003, p. 48)

Uma vez que, o uso e a ocupação do solo, a morfologia e função urbana, assim como as taxas de ocupação e o manejo do solo, se relacionam diretamente, influenciam e são também influenciados pelas características climáticas, considera-se que o Canal I permite atender todos os objetivos propostos nesse estudo.



**Justificativa e relevância do tema**

### **Justificativa e relevância do tema.**

Segundo Locatel (2000, p.15), a ocupação da região Noroeste do Estado de São Paulo, deu-se dentro da dinâmica ditada pelo complexo rural, com o estabelecimento das grandes posses, de acordo com o modelo de unidade de produção da época, utilizando-a para a criação de gado ou mantendo-a como reserva de valor. O desenvolvimento desta área só ocorreu com sua efetiva ocupação, a partir da chegada da “frente pioneira”, e sua integração como produtora de mercadoria, já no segundo quartel do século XX, com a constituição do mercado de terras, a expansão da cafeicultura e a implantação da ferrovia.

A marcha para o oeste e a expansão do café na região noroeste do estado de São Paulo - outrora denominada alta araraquarense - onde se localiza a micro região geográfica de Jales (Figura 1), juntamente com a implantação da linha férrea, foram os grandes propulsores da colonização desta área.

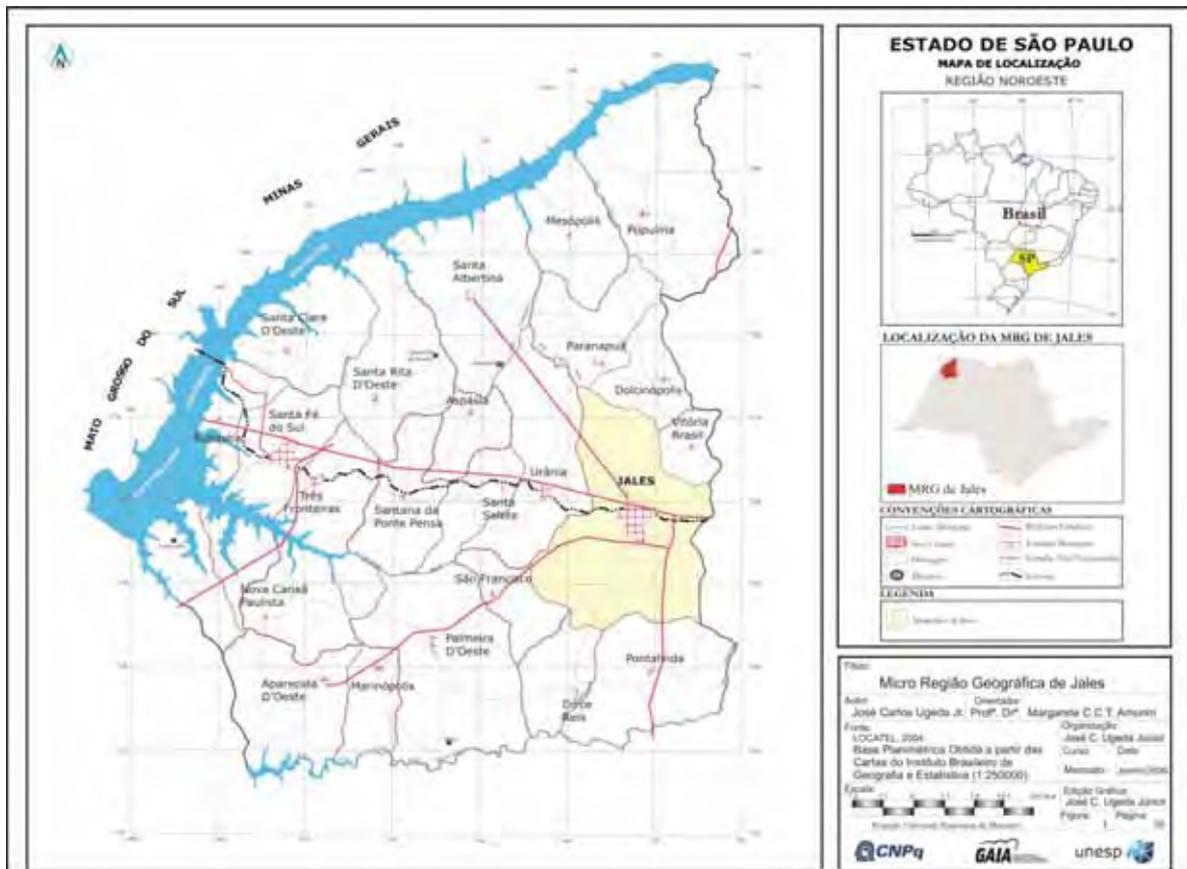
A partir desse processo de expansão e ocupação, foi fundada em 15 de abril de 1941, a Vila Jales. Em 30 de novembro de 1944, Jales foi elevada a Distrito de Paz, pelo decreto lei 14.334, e em 24 de dezembro de 1948, foi elevada à categoria de município pelo decreto lei nº 233. A fundação de Jales se deu com o único intuito, de valorizar as terras ao redor para posterior parcelamento.

Segundo Nardoque (2002, p.120)

Uma das estratégias dos mercadores de terras era promover a fundação de cidades, de patrimônio ou vilas. O objetivo era estabelecer um referencial para a localidade que se tornava ponto de estabelecimentos de relações comerciais e sociais. [...]. Implantou-se dessa forma, uma ‘fábrica de cidades’ no extremo noroeste paulista, a partir da década de 1940, com o objetivo de promover a venda de terras. (NARDOQUE, 2002, p.120) (Grifos do Autor)

Apesar da cidade ter sido implantada com o objetivo da especulação imobiliária, a sua concepção foi supostamente planejada, tanto no que diz respeito à área urbana como à área rural. O planejamento na área rural de Jales, segundo Monbeig (1984, p.236), ocorreu da seguinte forma:

[...] alguns loteadores chegaram a implantar um verdadeiro planejamento do espaço rural. Em Jales, o loteamento foi aberto em 1940 e o plano concebido sistematicamente, de maneira a oferecer propriedades cada vez maiores à medida que aumenta a distância do patrimônio. (MONBEIG, 1984, p.236)



Para muitos autores, o planejamento não ocorreu somente no campo, mas também na cidade. Entretanto, esse suposto planejamento, teve como único objetivo a valorização das terras ao redor do patrimônio para seu parcelamento.

Segundo Nardoque:

Assim, a fundação do patrimônio precedeu a venda de lotes rurais e, para organizar a vila, foram destinados 40 alqueires. O engenheiro Euphly efetuou, para muitos, um suposto planejamento urbano, sendo que, as quadras e os terrenos foram traçados levando-se em conta a circunvolução do Sol, de tal maneira que, as casas construídas recebessem, sempre, em um dos lados, os raios solares e, de outro, sombra. Todas as ruas foram traçadas, inicialmente, para ter quatorze metros de largura, com leito carroçável de oito metros e duas grandes avenidas e praças demarcadas. [...]. O traçado ferroviário passou pelo plano original da cidade no sentido leste-oeste, dividindo-a ao meio. Portanto, qualquer estratégia de planejamento não permitiria que uma estrada de ferro dividisse a cidade ao meio. Esse fato não ocorreu em outras cidades fundadas ao longo da futura estrada de ferro, como Votuporanga, Fernandópolis, Urânia e Santa Fé do Sul. [...]. Também é fato que, em praticamente todas as cidades da MRG de Jales, os traçados urbanos originais se repetem, ou seja, duas avenidas que se cruzam no ponto central do plano, geralmente com a praça da igreja, além de ruas paralelas às avenidas. (NARDOQUE, 2007, p.329-330)

O mesmo autor ainda completa:

Assim, a concepção de planejamento não existiu, pois o objetivo era fundar a cidade como estratégia para comercialização de terras e, propagandar que o loteamento urbano seria servido pela ferrovia, afinal, consistia nas primeiras décadas do século XX, como o mais eficiente meio de transporte, ainda mais para localidades longínquas como o extremo Noroeste paulista. Logo, a cidade serviu inicialmente, como suporte para a especulação imobiliária de terras rurais. (NARDOQUE, 2007, p.331)

Acerca do debate sobre a existência ou inexistência de um processo de planejamento urbano direcionado para a fundação de Jales, pode-se considerar que, dependendo da concepção de planejamento adotada, é possível dizer que a cidade de Jales, teve sua fundação planejada, pois como coloca Hasan Ozbekhan (1968), “planejar é agir sobre um objeto com o propósito de transformá-lo em uma situação que é mais desejável que a atual”. Nesse sentido, o fundador de Jales, agiu de maneira planejada e sistemática, pois visando a valorização de suas terras, iniciou a transformação da área rural em urbana, contudo, cabe destacar que, a finalidade desse planejamento foi exclusivamente econômica.

Portanto, a primeira análise, e com intencionalidade de valorização das terras desejadas no momento da fundação de Jales, houve o planejamento inicial. Porém, questiona-se aqui, a finalidade e a adequabilidade de tal ação. Como o próprio Ozbekhan coloca, o planejamento adequado, é aquele que traz mudanças de valores no

intuito da construção de um futuro melhor, ou mais adequado, fator que não foi levado em conta no planejamento inicial de Jales, pois foi conduzido para que houvesse a valorização de áreas particulares do fundador. Souza (2002) corrobora com essa afirmação, dizendo que, o planejamento urbano é uma atividade que se remete ao futuro, pois busca prever a evolução dos processos, problemas e dificuldades gerados no momento atual. O planejamento visa ainda aproveitar as vantagens e benefícios que possivelmente surgirão.

Nesse sentido mais preciso da definição de planejamento, pode-se afirmar que, o patrimônio de Jales não passou verdadeiramente por processo de planejamento, ou que, no mínimo esse planejamento teve caráter imediatista e exclusivamente econômico, não contemplando a mudança para o futuro, portanto não se configurando em processo contínuo, como deveria ser. Sendo assim, pode-se admitir que, para a valorização econômica da região, seu fundador concebeu um plano inicial de ocupação das terras rurais e urbanas de Jales, inclusive, como parte integrante do processo publicitário desse empreendimento, mas essa iniciativa não se configura em processo de planejamento urbano adequado.

Pode-se afirmar então, que a cidade de Jales foi fundada a partir de uma intencionalidade de valorização econômica das terras rurais, a partir do plano inicial de ocupação, porém, com o passar do tempo, não se observou a elaboração de processo contínuo de planejamento, o que fez com que a cidade crescesse desordenadamente por mais de 50 anos. Apenas em meados da década de 1990, é que o Poder Público Municipal passou a realizar estudos para a elaboração do plano diretor, fato que aconteceu por obrigatoriedade legal. O crescimento urbano ocorrido sem planejamento adequado por mais de cinco décadas, gerou problemas ambientais existentes até a atualidade, como pode ser observado em Ugeda Junior, 2007.

A cidade de Jales está localizada na bacia hidrográfica do Rio Paraná, mais precisamente, no planalto ocidental paulista, a 20°16' de latitude sul e 50°32' de longitude oeste, com altitude variando entre 490 a 635 metros. A área total do município é de 369 quilômetros quadrados.

O relevo é formado por colinas amplas, com pequena variação de altitude, sobretudo, restrita às proximidades do espigão. A geologia da região é formada por rochas sedimentares do grupo Arenito Bauru. Os solos derivados dessa formação, de maneira geral, tem boa capacidade agrícola, como é o caso de Jales, que se destaca pela

produção de frutas. Mas, é necessário ressaltar que nesta área, o solo é classificado com susceptibilidade à erosão alta e muito alta segundo os dados do IPT.

A vegetação natural da região é predominantemente do tipo mata atlântica, porém, essa é uma área de transição de vegetação, onde também se encontram traços do cerrado. A rede hidrográfica é formada por pequenos rios e, isso ocorre, porque a cidade foi fundada próxima à ferrovia, que percorre os espigões e, nesses locais existem muitas nascentes e pequenos riachos.

A região de Jales, também se encontra em uma grande área de transição climática, entre os sistemas tropicais e polares, com estações úmidas e secas bem definidas. O verão é caracterizado por alta temperatura e por concentrar a maior parte das chuvas, e o inverno, é mais frio e seco. Apesar dessa definição tradicional, a variação climática em Jales está mais relacionada à estação seca e estação chuvosa, pois, no inverno a temperatura não é muito mais baixa que no verão. A variação de temperatura entre inverno e verão é controlada, principalmente, pelos sistemas frontais. A estação chuvosa se concentra entre novembro e março e, a estação seca se concentra entre junho e agosto. A precipitação média anual está entre 1200 e 1300 milímetros, e a temperatura média anual é de 23,5°C.

A cidade tem como base econômica a agricultura familiar, caracterizada pela pequena propriedade, a pecuária, o comércio, os serviços e um setor industrial em desenvolvimento. Entretanto, apesar dessa configuração econômica, Jales apresenta 91,6% da população vivendo na cidade e apenas, 8,4% vivendo no campo. A população total é de 47.012, segundo o censo populacional do IBGE de 2010.

Mesmo que do ponto de vista populacional a cidade de Jales possa ser considerada uma cidade pequena, ela apresenta problemas que repercutem na qualidade do ambiente identificados, principalmente, em relação ao uso e ocupação do solo, densidade populacional, sistema de espaços livres de construção precária, enchentes e ausência de vegetação urbana (UGEDA JUNIOR, 2007).

Nesse sentido Jales apresenta problemas relacionados, principalmente à natureza da urbanização e aos processos de planejamento urbano inadequado.

Problemas das mais variadas ordens e naturezas têm caracterizado o cotidiano das cidades atuais, sendo que a gravidade dos mesmos, tem se dado proporcionalmente ao tamanho e densidade da área urbana. Assim as cidades grandes e áreas metropolitanas têm atraído a atenção de estudiosos em geral, mais fortemente que as cidades médias e pequenas, o que não significa que nestas a deterioração da qualidade de vida esteja ausente. (MENDONÇA, 1994, p. 1)

O mesmo autor ressalta que:

As cidades tropicais, principalmente as de pequeno e médio porte são, genericamente e comparativamente as de grande porte, carentes de estudos de toda a natureza. O conhecimento do clima urbano dessas se encontra ainda, por conseguinte, relativamente pouco representativo quando se observa a bibliografia climatológica nacional e internacional. (MENDONÇA, 1994, p. 10)

Mendonça elenca mais duas justificativas para o estudo do clima urbano de cidades médias e pequenas:

1º) O Planejamento e intervenção no desenvolvimento das cidades de porte médio e pequeno pode, pelo próprio estágio de desenvolvimento das mesmas, ser praticamente mais eficaz que nas cidades grandes e metropolitanas[...]  
2º) O detalhamento cartográfico, a nível da representação do fato urbano e suas diferenças internas e circunvizinhas, ganha maior riqueza quanto maior for a escala da cidade objeto de estudo. Quando elaborado como etapa inicial de estudos ele permite a identificação da heterogeneidade do espaço urbano a ser estudado, assim como o levantamento de hipóteses concernentes a possíveis diferenças de ambientes climáticos intra-urbanos. (MENDONÇA, 1994, p. 26)

Nesse sentido, apresenta-se aqui, uma cidade de porte relativamente pequeno, porém, com problemas ambientais agravados por diversos motivos. Acredita-se que estudos como este, tenham muitas contribuições a dar para a realidade urbana de cidades de pequeno porte, pois, paradoxalmente, são carentes de estudos de toda ordem, e ao mesmo tempo, seu planejamento poderia ser mais eficaz e menos oneroso se comparado aos grandes centros, desde que, realizado adequadamente.

A alta porcentagem de população residente na cidade, associada à dinâmica capitalista e aos interesses da especulação imobiliária, tende a gerar um crescimento desordenado com usos incompatíveis do solo na mesma área e, ocupação inadequada. É função do poder público realizar o ordenamento territorial, entretanto, isso não ocorre regularmente, tendo como consequência a queda na qualidade ambiental e na qualidade de vida.

A expansão urbana, associada a um planejamento ineficaz, gera degradação ambiental. Essa relação pode ser tomada como ponto de partida para o desenvolvimento desse estudo, uma vez que se propõe a analisar a existência ou inexistência de um clima urbano específico para a localidade.

Segundo Mota (1999, p.99)

A transformação de um ambiente rural em um meio urbano, por certo, sempre resultará em transformações ambientais. Compete ao homem adequar o processo de urbanização às características do ambiente existente, de modo

que os efeitos negativos sejam os mínimos possíveis. Um planejamento urbano que considere os aspectos ambientais pode minorar os impactos. (MOTA, 1999, p.99)

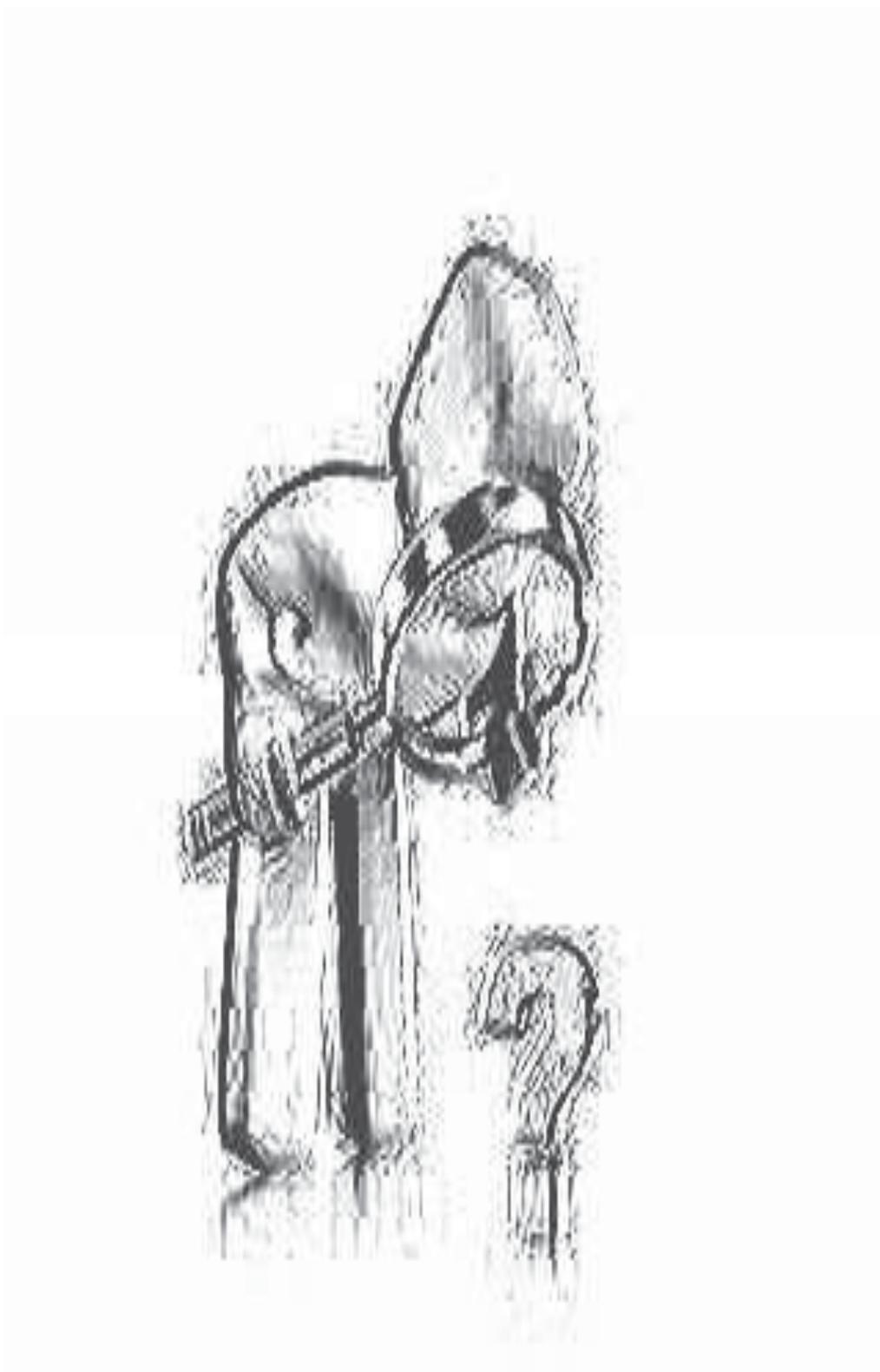
A metodologia vinculada ao planejamento da paisagem, que pode ser considerada uma das bases desse estudo, conta com alguns instrumentos que teoricamente podem contribuir para a diminuição dos impactos da urbanização, uma vez que, tem como foco de análise, os indicadores ambientais da área de estudo. Esse trabalho se propõe a analisar também, qual a capacidade de fato, que o planejamento da paisagem tem, em minimizar ou solucionar os problemas identificados em relação ao clima urbano.

Nesta linha, a hipótese desse estudo é que cidades de pequeno porte, como o caso de Jales, apresentam elementos suficientes para a formação de um clima urbano específico, com diferenças térmicas e higrométricas, entre as áreas urbanas e o entorno rural, além de diferenças intra-urbanas significativas. Como a tese corroborou essa hipótese, analisou-se também a capacidade que o planejamento da paisagem tem em identificar as áreas com problemas e propor medidas para solucionar ou ao menos mitigar as alterações do clima urbano.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo, investigar o clima urbano de Jales-SP, principalmente, no que se refere ao seu campo térmico (Canal I: conforto térmico, subsistema termodinâmico, do Sistema Clima Urbano proposto por Monteiro, 1976). Analisou-se também a capacidade da metodologia vinculada ao planejamento da paisagem na solução dos problemas identificados, com a finalidade de propor medidas associadas ao planejamento urbano no sentido de solucionar ou amenizar esses problemas. Para tanto foram definidos os seguintes objetivos específicos.

- Caracterizar os elementos climáticos no período de 1995 a 2007;
- Elaborar e analisar as cartas de hipsometria, geomorfologia, declividade, orientação das vertentes, direção e velocidade dos ventos e setorização do ambiente urbano;
- Analisar a temperatura intra-urbana e rural por meio da imagem do Satélite Landsat 7;
- Analisar a temperatura, por meio de transectos móveis e de estações meteorológicas em pontos fixos;

- Propor um ordenamento territorial, visando solucionar ou mitigar possíveis problemas identificados com a finalidade de contribuir para a melhoria da qualidade ambiental.



**Procedimientos metodológicos**

### **Procedimentos metodológicos**

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizados os materiais descritos a seguir.

Material bibliográfico e cartográfico disponível na biblioteca da FCT/Unesp e em outros acervos, que serviram de base para o aprofundamento teórico dando o devido suporte a pesquisa desenvolvida.

Para as análises temporais do clima, foram utilizados dados oriundos da estação meteorológica da viticultura tropical de Jales. A série disponível foi de 1995 a 2007. Assim, o período escolhido para a análise temporal, decorreu da disponibilidade dos dados e, como não se trata de uma série muito longa, para a caracterização do clima regional, foi fundamental a utilização da bibliografia existente sobre o estado de São Paulo, como, por exemplo, os trabalhos de Monteiro (1969 e 1973), Nimer (1977) e Sant'Anna Neto (1995). Os dados disponíveis apresentam os totais anuais e os mensais para cada ano, e foram utilizadas as médias mínimas e máximas da temperatura, média da umidade relativa do ar e o total de precipitação de todo o período disponível.

Para as análises espaciais foram utilizados a base de dados de apoio a pesquisa, que consistem em mapeamentos já realizados para a área de estudo (UGEDA JUNIOR, 2007): carta de uso e ocupação do solo, carta de densidade populacional, carta de ausência de espaços livres de construção, carta de vegetação urbana, carta de enchentes, carta de pontos de poluição e carta síntese da qualidade ambiental. Além da fotografia aérea da cidade de Jales, que adquirida pela prefeitura e produzida em vôo realizado no ano 2007 na escala 1:10000.

Para os levantamentos de dados meteorológicos em campo, foram utilizados equipamentos automáticos: Estações Meteorológicas DATA LOGGER/CLIMA LOGGER sem fio de 433MHz, anemômetro digital da marca Incoterm e, também a utilização de sensores de temperatura para a realização dos transectos móveis. Além desses equipamentos, foram utilizadas mais duas estações meteorológicas automáticas do tipo “*Vantage PRO 2*” da marca “*Davis Instruments*”.

Foram utilizadas as cartas sinóticas de superfície e as imagens de satélites Goes disponibilizadas pelo CPTEC/INPE<sup>2</sup>,

As imagens do satélite Landsat 7 da cidade de Jales, foram adquiridas gratuitamente através do site da Organização “*United States Geological Survey*”

---

<sup>2</sup> <http://www.cptec.inpe.br>

USGS<sup>3</sup>. Foram utilizadas as imagens da órbita/ponto 222/074, dos dias 5 de outubro de 2009 às 10h13m, 24 de dezembro de 2009 às 10h13m, 4 de julho de 2010 às 10h14m e 20 de julho de 2010 às 10h14m, horário de Brasília.

Além dos equipamentos citados, foi utilizado ainda: máquina fotográfica digital, computador, impressora, scanner, Aparelho GPS, softwares como pacote *Office*<sup>4</sup>, *Corel Draw*<sup>5</sup>, *Surfer*<sup>6</sup>, *Idrisi*<sup>7</sup> e *Spring*<sup>8</sup>, e material de consumo como CDs, papel e tinta para impressão.

Para o desenvolvimento deste trabalho, o método utilizado está vinculado ao proposto por Monteiro em 1976, denominado Sistema Clima Urbano, que por sua vez, foi construído a partir da Teoria Geral dos Sistemas, que segundo o mesmo autor (2003 p.16) traz a “possibilidade alternativa de usar tanto o método indutivo quando o dedutivo”. A colocação de Monteiro deixa claro que, dentro da perspectiva sistêmica, é possível tecer análises tanto através do raciocínio lógico dedutivo quanto com o indutivo, sendo possível entender os fenômenos do clima urbano tanto partindo de elementos particulares para se chegar a conclusões generalizadas sobre a realidade urbana, como também partindo de premissas gerais para chegar às conclusões específicas.

De qualquer maneira, deve ficar claro, que foi a perspectiva sistêmica que orientou este estudo, e tanto o raciocínio lógico dedutivo, quanto o raciocínio lógico indutivo foram instrumentos utilizados nesse trabalho para se chegar à compreensão integral do clima urbano. A clareza metodológica é indispensável a todo estudo científico, contudo, destaca-se que é o método que deve servir ao pesquisador, e não o pesquisador se tornar escravo do método.

Os resultados dessa pesquisa foram analisados, por meio da adaptação dos procedimentos metodológicos propostos de Monteiro (1976), Mendonça (1994) e Amorim (2000).

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://edcns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>>

<sup>4</sup> *Office* é de domínio da Microsoft Corporation.

<sup>5</sup> *Corel Draw* é de domínio da Corel Corporation.

<sup>6</sup> *Surfer* é de domínio da Golden Software.

<sup>7</sup> *Idrisi* é domínio da Clark Labs.

<sup>8</sup> *Spring* é domínio do DPI/INPE.

O clima urbano é entendido como um sistema, ou seja, a expressão das condições atmosféricas, resultantes da interação de diferentes escalas climáticas e de superfície. (MONTEIRO, 1976).

Esta integração é responsável por variações que podem acarretar problemas econômicos e sociais. O sistema climático é constituído por uma série de subsistemas integrados, organizados e hierarquizados 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. (AMORIM, 2000, p.37)

Para o estudo do clima urbano em sua perspectiva integrada, Mendonça (1994), propôs a divisão do roteiro metodológico em quatro fases, conforme será apresentado a seguir. Essa proposta foi utilizada na presente pesquisa, porém, sofrendo as adaptações necessárias às características da área de estudos. Nesse trabalho foi dada ênfase à estrutura interna do Sistema Clima Urbano, integrando o ecológico e o urbano, sem desconsiderar as escalas superiores do clima.

A primeira fase tem como objetivo, o levantamento bibliográfico, além da vivência do pesquisador na realidade local, com a finalidade de se definir os objetivos e debater o tema. Dessa forma, ao sistematizar-se os conhecimentos prévios sobre a localidade a ser estudada, foi possível, fazer com segurança a opção pelo subsistema termodinâmico para a realização desse estudo, mesmo que, em alguns momentos ocorra à passagem por outros subsistemas, é o termodinâmico o mais relevante à realidade da área em questão.

Sendo assim, a primeira fase dessa pesquisa, previu o aprofundamento teórico por meio da bibliografia disponível, que se estendeu até o final do trabalho, perpassando por todas as outras fases.

A segunda fase foi subdividida em duas partes: as análises espaciais e as análises temporais do clima, análises que foram realizadas paralelamente uma a outra, e se encontram subdivididas apenas para fins didáticos. As análises espaciais e temporais tiveram como objetivo a produção e sistematização dos dados necessários para o desenvolvimento desse trabalho. Isso demonstra a importância dessa fase, pois todo o material produzido nela foi utilizado para a compreensão dos fenômenos estudados, que a seguir serão definidos em cada uma das fases.

A análise temporal, como coloca Mendonça (1994), envolve a busca do conhecimento da dinâmica atmosférica regional com o objetivo de caracterizar o clima

regional de um lado e, a dinâmica atmosférica local e o clima daí derivado, de outro. A partir do conhecimento da dinâmica atmosférica dessas duas dimensões, foram identificadas as principais características dos elementos climáticos que entram na formação do clima urbano. Essas análises foram desenvolvidas através da bibliografia existente, e dos dados climáticos disponíveis na estação de viticultura tropical, localizada no município de Jales-SP.

As análises espaciais estão relacionadas com a caracterização mais detalhada possível da realidade urbana estudada, por meio do levantamento de dados e informações existentes na bibliografia, produções cartográficas e banco de dados, com o objetivo de apresentar o sítio, a estrutura, a morfologia e a função urbana. Essas análises foram realizadas, principalmente, a partir dos dados registrados nos trabalhos de campo realizados nos meses de janeiro e julho de 2010.

Para Amorim (2000),

A observação meteorológica padrão expressa as condições locais da dinâmica atmosférica regional, assim acredita-se ser fundamental a multiplicação dos pontos de 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. (AMORIM, 2000, p.40)

A escolha dos pontos para as observações e mensurações meteorológicas considerou, as unidades morfológicas do sítio urbano, a estrutura urbana (morfologia e funções) e o dinamismo urbano. Para que isso ocorresse, foram utilizadas cartas disponíveis no plano diretor da cidade de Jales atualizado em 2008 que são: carta de hipsometria e declividade, além da utilização de outras cartas já produzidas em trabalhos anteriores desenvolvidos pelo pesquisador (UGEDA JUNIOR, 2007), carta de temperatura da superfície gerada por meio do canal 6, banda termal do satélite *Landsat 7*, e a carta de orientação das vertentes.

As cartas citadas, associadas às cartas já elaboradas (UGEDA JUNIOR, 2007) de uso e ocupação do solo, densidade populacional, ausência de espaços livres de construção, vegetação urbana, enchentes, poluição e carta síntese da qualidade ambiental, permitiram a adequada setorização e a definição dos pontos de registro de dados. Isso porque, através desse material foi realizada a caracterização dos aspectos geocológicos (relevo, rede hidrográfica e vegetação) e dos componentes antrópicos (uso e ocupação do solo, densidade populacional, espaços livres de construção), além

de, alguns problemas ambientais previamente identificados na área (poluição e enchentes).

Foi realizado também, o mapeamento da temperatura da superfície, através da banda infravermelha termal da imagem do Satélite Landsat 7. Tal banda permite transformar a energia radiante, em temperatura dos alvos por meio do processamento da imagem, feito no aplicativo Idrisi, através do módulo *thermal*. Este módulo baseia-se nas funções de calibração dos detectores do sensor termal do satélite e, converte a energia radiante da imagem em valores de temperatura da superfície em graus Celsius.

Tal procedimento permitiu identificar as variações da temperatura da superfície, apresentando assim, as ilhas de calor e ilhas frescas de superfície. Através da fotografia aérea, foi possível identificar a morfologia urbana, assim como os usos do solo, com a finalidade de compreender a gênese do processo e os locais mais representativos.

Todas essas informações permitiram selecionar os locais de coleta de dados de temperatura e umidade do ar, bem como, a quantidade de pontos necessários para a realidade da área. Os levantamentos de campo para os meses de janeiro e julho de 2010 (meses representativos do verão e do inverno respectivamente) foram realizados com equipamentos automáticos. Foram utilizadas, treze mini estações meteorológicas *DATA LOGGER/CLIMA LOGGER* sem fio de 433MHz. Tal equipamento realiza registros da temperatura interna, temperatura externa, umidade relativa interna e externa. A velocidade do vento foi constatada através de anemômetro digital da marca *Incoterm*. Também foram utilizadas, duas estações automáticas do tipo “*Vantage PRO 2*” da marca “*Davis Instruments*”, uma instalada na zona urbana e outra instalada na zona rural de Jales, com a finalidade de fornecer dados para a comparação dos elementos climáticos, temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, precipitação e pressão atmosférica em locais com uso e ocupação do solo diferenciado. Esses dados também foram utilizados para a produção dos gráficos de análise rítmica.

Realizou-se registros de horários durante o período diurno e noturno, pois dessa forma, foi possível analisar todas as diferenças nos elementos do clima e compreender seus ritmos. Os meses previamente eleitos para os trabalhos de campo foram: janeiro e julho de 2010, por serem meses representativos do verão e do inverno. Acredita-se, que as estações extremas (verão chuvoso e inverno seco) sejam representativas para este tipo de estudo, dentre outros fatores por apresentar a estação úmida e seca respectivamente.

O transecto móvel é outra forma de realizar a análise espacial da temperatura, de modo que, foi possível verificar as características intra-urbanas, com a finalidade de explicitar como os diferentes condicionantes geocológicos e urbanos respondem à atuação dos sistemas atmosféricos.

Segundo Amorim, (2005):

A metodologia para a coleta de temperatura do ar [...] consiste na definição de dois transectos, com medidas móveis, utilizando-se de termômetros digitais, com os sensores presos em haste de madeira com 1,5m de comprimento, acoplados na lateral de dois veículos que saem da periferia (rural), passando pelo centro, chegando ao extremo oposto da cidade. (AMORIM, 2005. p. 69)

Os transectos móveis, também foram realizados nos meses de janeiro e julho de 2010, sendo que, os horários previamente selecionados foram, entre às 6h e 6h50m e entre às 21h e 21h50m, pois, segundo a mesma autora, nesses horários as temperaturas não passam por mudanças naturais bruscas, o que permitiu a comparação entre os dados registrados no início e no final dos percursos porque possuem pequena diferença de tempo entre a primeira e a última medida (50 minutos aproximadamente).

A mesma autora, completa que o registro de dados com veículos requer que, o tempo gasto entre a medida do ponto inicial e no ponto final do itinerário não ultrapasse uma hora, com velocidade variável entre 30 e 40 km/h, sendo que, a velocidade média adotada nos trabalhos de campo foi de 20 km/h, portanto, abaixo do mínimo recomendado. O tempo gasto no percurso 1 (norte-sul) foi de 50 minutos e no percurso 2 (leste-oeste) foi de 45 minutos, portanto dentro dos limites estabelecidos por diversos autores. Esta metodologia foi adaptada, com base nos trabalhos de Oke e Maxwell (1975)<sup>9</sup>, Gomez e Garcia (1984)<sup>10</sup>, Johnson (1985)<sup>11</sup> e Pitton (1997)<sup>12</sup>.

Para os meses de realização dos trabalhos de campo também foram elaborados gráficos de análises rítmicas, com a finalidade de se compreender os sistemas

---

<sup>9</sup> OKE, T. R., MAXWELL, G.B. Urban heat island dynamics en Montreal and Vancouver. **Atmospheric Environment**, v.9, p.191-200, 1975.

<sup>10</sup> GOMEZ, A. L., GARCIA, F. F. **La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano**. Estudios Geográficos, 45, n.174, p.5-34, enero-marzo 1984

<sup>11</sup> JOHNSON, D. B. Urban modification of diurnal temperature cycles in Birmingham, U. K. **Journal of climatology**. v. 5, p. 221-225, 1985.

<sup>12</sup> PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas**. São Paulo, 1997. 272p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

atmosféricos regionais atuantes durante a coleta dos dados. Para tanto, foram utilizadas as cartas sinóticas de superfície, além das imagens do satélite Goes e os dados de superfície das 9h.

Todos os dados registrados foram tabulados através programa *Excel*<sup>13</sup> e espacializados através do programa *SURFER*<sup>14</sup>.

Cabe ressaltar que, para o desenvolvimento desse estudo, algumas preocupações foram levadas em consideração.

A primeira preocupação refere-se, ao conhecimento detalhado da cidade, que foi alcançado através das cartas utilizadas, dos trabalhos e da vivência do pesquisador na área. Essa preocupação é de extrema relevância, pois assim, foi possível delimitar as unidades diferenciadas da paisagem e por consequência com capacidade diferenciada de absorver e refletir calor. Os equipamentos foram instalados em pontos representativos de cada área.

A segunda preocupação refere-se, como explicitado por AMORIM 2000,

[...] a quantidade de dias de levantamento de campo. Grande parte dos estudos realizados considerou episódios relativamente curtos, inferiores à quinze dias e muitos deles fizeram generalizações a partir destes episódios. O número maior possível de dias permite a compreensão das diferentes respostas dadas pela superfície, de acordo, com a atuação dos sistemas atmosféricos atuantes. As leituras horárias são fundamentais para a compreensão da evolução diária da temperatura de acordo com as características da superfície. (AMORIM, 2000, p.43)

A terceira fase do roteiro proposto por Mendonça (1994) e adaptado nessa pesquisa, se constituiu, no momento em que se buscou sintetizar, separadamente, as características geográficas do sítio urbano e as características climáticas regionais e locais. Segundo o mesmo autor, as sínteses, separado, das características geográficas do sítio urbano e do clima regional e local, permitem a posterior correlação entre todos os elementos formadores do clima em estudo. Da correlação entre seus vários elementos foi possível identificar as relações de causa e efeito entre eles, assim como, a relevância de cada um na configuração do clima urbano. Essas análises foram realizadas através das cartas utilizadas e dos dados coletados nos meses de janeiro e julho.

As cartas sínteses do clima urbano, produzidas para essa pesquisa, foram sobrepostas à carta de qualidade ambiental (Ugeda Junior, 2007), pois dessa forma, se obteve os primeiros indicativos, no que se refere à capacidade da metodologia vinculada

---

<sup>13</sup> Excel - é marca registrada da Microsoft Corporation.

<sup>14</sup> SURFER - é marca registrada da Golden Software.

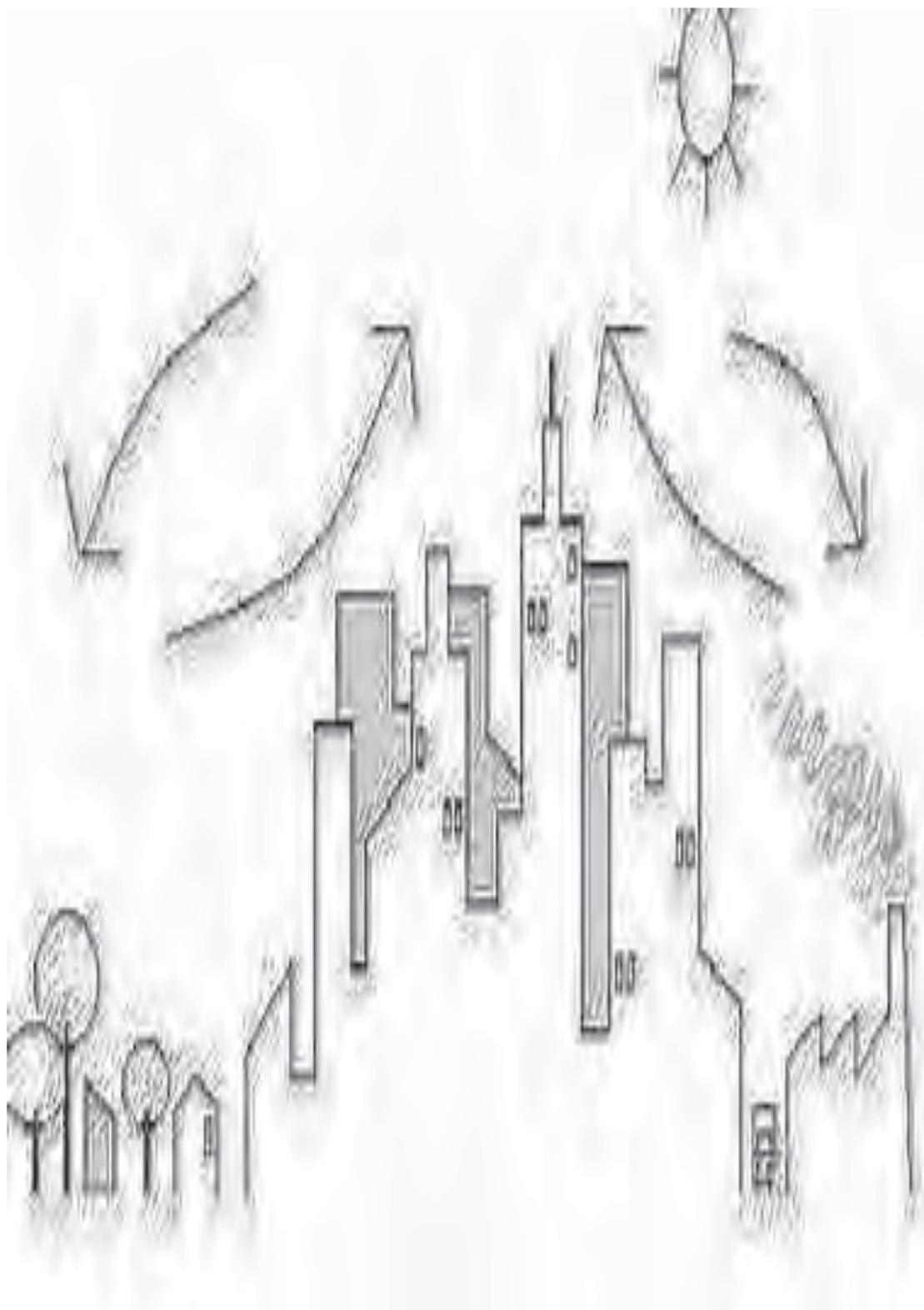
ao planejamento da paisagem em propor medidas para minimizar os problemas relacionados ao clima urbano.

Esse procedimento integra a hipótese desse estudo, pois averiguou-se a relação entre o clima urbano e a metodologia vinculada ao planejamento da paisagem, constatando sua capacidade em propor medidas para amenizar os problemas identificados.

Esse procedimento permitiu também, realizar análises mais detalhadas do contexto climático estudado, tanto nos seus aspectos de origem natural, quanto nos fenômenos derivados das atividades humanas.

Na quarta e última fase prevista no roteiro metodológico em questão, foram apresentados os resultados obtidos através da realização do presente estudo.

Nessa fase, também foram apresentadas as proposta de ordenamento territorial, visando gerar melhorias na qualidade ambiental onde foram identificados problemas referentes ao clima urbano.



**Capítulo 1:  
O clima e a cidade**

## Capítulo 1: O clima e a cidade

### 1. O Clima

Os estudos de clima urbano encontrados na literatura apresentam uma preocupação que foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, que pode ser entendida, como o conhecimento mais detalhado do clima em cidades de pequeno porte, bem como suas relações com o planejamento urbano, com a qualidade ambiental e, em última análise, com a qualidade de vida das pessoas.

Do ponto de vista pragmático, o estudo do clima urbano deve sempre se preocupar com o planejamento urbano, de modo que, ao se conhecer mais detalhadamente o clima de determinado espaço urbano, se torne possível a construção de processos de planejamento mais adequados a realidade ambiental local.

Notadamente, os elementos da natureza e do meio ambiente urbano, devem ser analisados sobre o prisma do holismo, sendo a perspectiva sistêmica, um importante caminho para se alcançar uma visão ampla dos fenômenos analisados, dessa maneira, mesmo que o objetivo desse trabalho seja o estudo do clima urbano, o clima é apenas um dos elementos constituintes do ambiente, sendo assim, diversos outros elementos serão tratados nesse trabalho, aqui denominados características físicas do meio.

Mendonça afirma que:

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

Portanto, deve-se destacar o componente interdisciplinar na construção da idéia de clima, mesmo que sua gênese resida na atmosfera, o estudo do clima não se restringe a meteorologia. O estudo científico do clima surgiu do contato entre a meteorologia e a geografia, sendo esta nova disciplina, a climatologia, autônoma e distinta das duas primeiras que a originou.

A climatologia é um dos ramos da Geografia Física: ela estuda as características da atmosfera em contato com a superfície terrestre e a distribuição espacial dessas características. Sua elaboração coloca, pois o problema preliminar que acontece, desde que, se aborde qualquer compartimento da geografia, o problema das relações com as outras ciências. Em nome da natureza, dos fenômenos que ela abrange, a climatologia tira

seus recursos essenciais da meteorologia. Certamente, ela se apóia também em outras disciplinas da Geografia Física (o relevo, a natureza dos solos, a hidrografia, exercem influências no clima) e na Geografia Biológica e Geografia Humana (influência do meio vegetal e das cidades). Mas a essência mesma dos fenômenos reside na atmosfera. É uma evidência impossível de não se reconhecer. (PÉDELABORDE, 1970, p.5, tradução nossa)

Dessa forma, a climatologia, além de um campo disciplinar e científico, torna-se um instrumento de síntese, na medida em que para se compreender os fenômenos climáticos integralmente, é necessário recorrer à composição e dinâmica da atmosfera, e também a sua interação com a superfície, o que envolve não apenas as características físicas do meio, mas também os elementos antrópicos, as formas de construção, e também o jogo de interesses por traz da forma como as sociedades materializam seu modo de vida no espaço através da técnica.

Sendo assim, a climatologia conta com ferramentas aptas à aglutinar dados físicos e humanos, para a geração de informações capazes de ultrapassar o conhecimento científico do clima, passando a ter potencial para ser um elemento de ação aplicada aos processos de planejamento, tornando-os mais adequados ao meio geográfico em que estão inseridos.

Para tanto, se faz necessário definir claramente o conceito de clima ao qual se faz referência. A primeira contribuição apresentada aqui é a de Julius Hann, (1883, p.1, tradução nossa): “o clima é o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em um ponto da superfície terrestre”.

Sorre, Pédelaborde, Monteiro, entre outros, criticam essa definição, pois o estado médio da atmosfera é uma abstração, a média não corresponde à realidade, e não permite visualizar os estados extremos da atmosfera, ou seja, aqueles que estão distantes da média. O clima passa a ser caracterizado pela média e não pela ocorrência de eventos atmosféricos. Por outro lado, essa definição também é muito criticada por representar um estado estático, artificial, médio da atmosfera e não menciona o desenvolvimento dos fenômenos atmosféricos ao longo do tempo, não considerando, portanto o ritmo, que é um elemento fundamental para a compreensão do clima.

Para Maximilien Sorre (1955, p.14, tradução nossa): “O clima é definido pela série de estados atmosféricos sobre um lugar em sua sucessão habitual.” A definição de Sorre, além de contemplar a dinâmica da atmosfera, traz também a idéia de ritmo, de modo que, a “série de estados atmosféricos” faz referência à dinâmica dos elementos da atmosfera, atuando uns sobre os outros e interagindo com a superfície e, “em sua

sucessão habitual” se refere ao ritmo dos tipos de tempo atmosférico assim como a ideia de equilíbrio.

Para Pédelaborde (1970, p.19, tradução nossa): “O clima, assim como o tempo, resulta de uma combinação de elementos. Mas é a combinação das tendências dominantes e permanentes (isto é, dos elementos gerais) da atmosfera sobre um lugar.” A definição de Pédelaborde, embora contemporânea à de Sorre, define o clima em função da combinação de suas tendências dominantes e permanentes da atmosfera de um dado local. Entretanto, “as tendências dominantes e permanentes” por si só, não contemplam a ideia de ritmo, nítida na definição de Sorre.

Tanto a definição de Sorre, como a de Pédelaborde, rompem com o entendimento do clima através da média dos tipos de tempo, entretanto Monteiro (1976, p. 21) destaca que Sorre:

[...] Propôs uma mudança de paradigma para a pesquisa climatológica. [...] a nova perspectiva é dinâmica (série e sucessão) e está baseada em uma propriedade intensiva da atmosfera – a própria ideia de tempo meteorológico essencialmente associativa. Parece-me que não há dúvida de que o paradigma novo é o ritmo em substituição à média dos elementos discretamente dissociados à atmosfera e expressos como meras propriedades extensivas. (MONTEIRO, 1976, p.21)

Como destaca Monteiro, Sorre foi o responsável pela mudança de paradigma do entendimento do clima e por consequência da climatologia, sendo que a ruptura com o paradigma anterior veio através da inserção da noção de ritmo. Monteiro afirma ainda que:

A proposta de Sorre não se reveste da pompa de uma teoria científica explicitada e formulada nos moldes lógicos e habituais da ciência. Creio, porém, não ser exorbitância estabelecer cautelosa ou tímida analogia entre a redefinição do conceito de clima e as regras que devem nortear-lhe a pesquisa como, pelo menos, um embrião de teoria. (MONTEIRO, 1976, p.24)

Dessa forma, é notória a contribuição de Sorre para o avanço do estudo científico do clima, entretanto, o mesmo autor não apresenta um referencial metodológico para tal estudo. Ou como coloca Monteiro, Sorre cria, através da revisão do conceito de clima, a base ou o embrião para uma nova teoria do clima.

Essa base lançada por Sorre motivou Monteiro, a fundamentar um corpo teórico e metodológico para o estudo do clima através da análise rítmica, além, de revolucionar o estudo do clima urbano através do Sistema Clima Urbano. O próprio Monteiro afirma:

Eu parti da importante revisão conceitual que Max SORRE fez do clima na geografia. Eu não poderia ter seguido uma trajetória produzida por ele pelo

simples fato de que o eminente geógrafo jamais realizou, ou pelo menos publicou um trabalho de climatologia. (MONTEIRO, 1991, p. 37)

Dessa forma, destaca-se a importância da obra de Monteiro para o desenvolvimento da climatologia, ao compor um corpo teórico acompanhando de todo instrumental metodológico para o estudo do clima urbano. Vale ressaltar que, esse corpo teórico e instrumental metodológico, proposto por Monteiro, norteiam as pesquisas em climatologia no Brasil, na maioria dos estudos realizados até o presente momento.

Nesse sentido, essa pesquisa, tem sua base, no Sistema Clima Urbano (SCU) proposto por Monteiro, que por sua vez, parte do conceito de clima proposto por Max Sorre, de modo que, o ritmo representa o novo paradigma conceitual, em substituição ao uso das médias. Em outras palavras, a climatologia busca o entendimento do clima através da realidade observada, e não mais, através de abstrações matemáticas, que em diversos momentos nortearam as pesquisas climáticas.

Sendo o clima urbano entendido como o clima de um dado espaço associado ao seu processo de urbanização, a observação do clima local, deve ser acompanhada da análise das características geoambientais, características físicas do meio geográfico, assim como, das características do processo de urbanização dos espaços a serem estudados, pois dessa forma é possível identificar quais as alterações climáticas e suas magnitudes, além, de relacioná-las às ações antrópicas.

Como coloca Sorre:

A noção de clima refere-se, principalmente, a um lugar, e a uma estação. Abordagem comum justificada pela observação científica. O conjunto das variações atmosféricas, que nossos sentidos registram, difere de um lugar para outro muito rapidamente, e cada lugar apresenta uma individualidade original, por vezes, individualmente irredutível. Uma pequena diferença de altitude, a orientação das vertentes em uma mesma colina, a mudança da vertente para o planalto, as horas de insolação, a turbulência do ar, temperatura, chuvas, tudo muda. (SORRE, 1955, p.14-15, tradução nossa)

Além de todos os elementos elencados por Sorre, se adiciona mais um: a urbanização. A urbanização, assim como outros elementos, também não é a mesma em todas as cidades. A intensidade da ocupação do solo, o nível de verticalização, a vegetação urbana, os tipos de materiais construtivos, o uso do solo, a intensidade do tráfego, enfim, todos os elementos que são inerentes as cidades se diferenciam no espaço, não só entre uma cidade e outra, mas também entre os bairros da mesma cidade, e da diferenciação entre a cidade e o campo não urbanizado.

Para a melhor compreensão dos elementos e dos fatores que compõem o clima urbano, foram acrescentadas contribuições da literatura para o esclarecimento do tema, com a finalidade, de se entender melhor como se realiza a relação entre o clima urbano e a urbanização, e como são as relações de influência, troca, retorno (*feedback*) e retroalimentação de cada tipo de urbanização com o clima urbano. Pois como afirma Monteiro (1976, p.28): “[...] O homem, em grau crescente de escala taxonômica, não só cria as menores, como também modifica as pequenas, e altera as entidades espaciais médias do clima”. O ponto de partida é admitir a influência antrópica sobre o clima e, o de chegada, é entender como essa relação se estabelece em um ambiente tão complexo como o ambiente urbano.

## **2. O meio urbano**

A urbanização, em sua acepção tradicional e enquanto um fenômeno de escala local, restrito a algumas regiões é bastante antiga. As primeiras cidades surgiram no Oriente Médio, aproximadamente entre 3500 e 3000 a.C., porém, até o final do século XVIII esse fenômeno permaneceu limitado a uma baixa porcentagem da população e a alguns locais. Foi a partir da revolução industrial, da revolução agrícola e dos transportes que a urbanização ultrapassou a escala local, passando a realizar-se em um ritmo acelerado, tendendo a generalização. Já no final do século XIX a Inglaterra, país pioneiro dessa nova fase, contava com 80% da sua população vivendo no meio urbano, tendência que se observou e se observa, na maioria dos países industrializados.

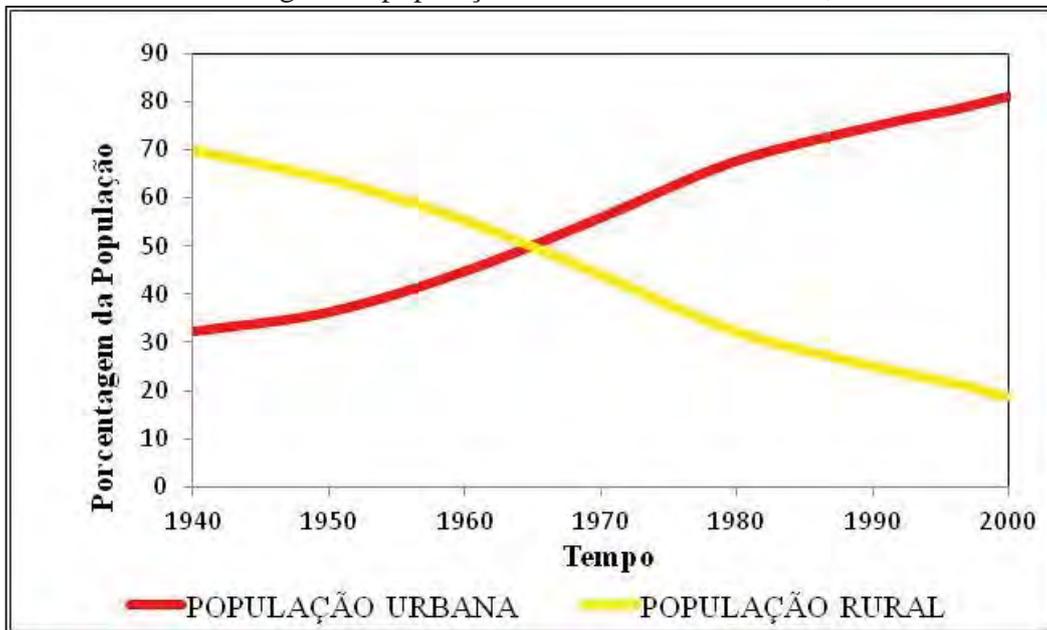
Segundo o Relatório Sobre a Situação da População Mundial publicado em 2009 pelo Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), a população urbana atingiu a taxa 50% da população mundial, que para este ano era de 6.829.400.000 de habitantes. Mesmo que ainda não haja um consenso entre as pesquisas realizadas, em função da metodologia utilizada, estima-se que, as áreas urbanas ocupem entre 1 e 5% do território do planeta, logo, metade da população mundial se concentra em no máxima 5% do território. Essa concentração populacional em áreas urbanas densamente povoadas gera uma série de problemas ambientais e sociais devido, principalmente, à falta de planejamento que marca a maioria das cidades do Brasil, senão do mundo. A Figura 2 apresenta a porcentagem de população urbana por país, e é possível observar que o Brasil está entre os países de maior percentual de população vivendo em cidades.

No Brasil, essa relação é ainda mais evidente e concentrada. Segundo o relatório sobre a situação da população mundial publicado em 2008, 85% da população já vivia

nas áreas urbanas neste ano. A EMBRAPA publicou o mapeamento das áreas efetivamente urbanas no ano de 2005, sendo que, toda a população urbana brasileira (85%) se concentrava em apenas 0,25% do território nacional. A densidade demográfica urbana média é de 6481,1 habitantes por quilômetro quadrado.

O Gráfico 1, demonstra a inversão do percentual da população urbana e rural no Brasil, segundo os dados do IBGE. É possível observar que, desde 1940 o percentual de população vivendo no campo vem diminuindo, assim como, o percentual de população vivendo nas cidades vem aumentando. Após 1960, a população urbana ultrapassou a população rural, tendência que ocorreu no mundo todo, porém, de maneira mais acelerada no Brasil. Na média mundial, essa inversão ocorreu apenas em 2009, como já visto anteriormente.

**Gráfico 1:** Porcentagem da população urbana e rural no Brasil, 1940 a 2000.



**Fonte:** IBGE, 2001.

Os problemas decorrentes da forma como a urbanização se desenvolveu nos países periféricos, são das mais variadas ordens, principalmente, porque nesse grupo de países, a urbanização ocorreu tardia e aceleradamente, sem que as mínimas condições necessárias para a sua realização fossem concretizadas, e as cidades cresceram seguindo interesses econômicos, porém de maneira desordenada, desplanejada, e à revelia do poder público local, órgão responsável, pela Constituição Brasileira, em prover o adequado ordenamento territorial do espaço.



Na escala mundial, sobretudo após a década de 1950, um dos aspectos mais marcantes do processo de urbanização foi, a rapidez com que ocorreu nos países periféricos, independente do processo de industrialização.

Segundo Singer, *apud* Campos Filho (1992),

[...] nos países desenvolvidos [...] a mudança ocorre na medida em que determinadas inovações tecnológicas ‘amadurecem’; já nos países não desenvolvidos ramos inteiros da produção são implantados de uma só vez, submetendo a estrutura econômica a choques muito mais profundos. (CAMPOS FILHO, 1992)

A expulsão da população do campo, pelas difíceis condições de vida e sua concentração em grandes cidades, ocorreu de forma muito mais intensa nos países em desenvolvimento do que na Europa Ocidental, na América do Norte e no Japão. Atualmente, as maiores aglomerações urbanas, tendem a se localizar nos países periféricos. Justamente nesses países, o mercado de trabalho urbano não absorve toda a mão de obra existente, e o acesso aos bens de consumo básicos é dificultado pelos baixos salários. As periferias se multiplicam pelas grandes cidades desses países, caracterizadas pela precariedade das formas de moradia, dos meios de transporte e da rede de saneamento básico.

Segundo Campos Filho (1992),

Na maioria das cidades latino-americanas a oferta de empregos urbanos não se faz ao mesmo ritmo que a chegada de migrantes, gerando os bairros de extrema miséria. Conhecidos por *barriadas*, favelas, mocambos, cortiços e palafitas. (CAMPOS FILHO, 1992)

No Brasil o intenso êxodo rural e a carência de empregos nos setores, secundário e terciário, trouxeram consequências como: a expansão das favelas, o crescimento da economia informal e o aumento do contingente de população vivendo abaixo da linha da pobreza.

O desenvolvimento da vida urbana brasileira é relativamente recente, visto que, no período colonial, salvo alguns núcleos pontualmente localizados ao longo do litoral ou em suas proximidades. A vida econômica girava em torno das atividades agrárias e a população vivia majoritariamente no campo. No século XVIII, apenas a área mineradora de Minas Gerais conheceu um incipiente processo de urbanização, com o surgimento das vilas, que devido à concentração de pessoas vinculadas a atividades mineradoras deram origem às cidades conhecidas atualmente como as cidades históricas, por terem em sua arquitetura traços da época de sua construção.

A alteração efetiva das relações entre a população rural e a população urbana, que caracteriza o processo de urbanização, teve início somente nas décadas finais do século XIX, e principalmente, a partir do começo do século XX, quando a indústria vai se tornando presente nas cidades da região sudeste. Mas foi após a segunda guerra mundial, que este processo se acelerou e a população urbana que se mantinha sempre abaixo dos 10% da população total do país, elevou-se para cerca de 16% em 1920, atingiu pouco mais de 30 % em 1940 e a partir daí aumentou rapidamente para 45% em 1960, 67% em 1980, 75% em 1990 e 81,2% em 2000, (IBGE, 2001). Faz-se necessário ressaltar que no Brasil, bem como na maioria dos países periféricos, a urbanização se deu de forma acelerada, mesmo em regiões onde a industrialização não ocorreu de modo intenso, como é o caso da região Nordeste.

O crescimento da economia industrial e estilo de vida urbano cobiçado pela maioria da população criaram uma densa rede urbana, na qual, segundo Santos (1993), definidas legalmente, existem no Brasil nove regiões metropolitanas:

Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre, criadas por lei para atender a critérios certamente válidos de um ponto de vista oficial, à época de sua fundação. Hoje na verdade a eles se podem acrescentar outras 'regiões urbanas' que mereceriam idêntica nomenclatura. (SANTOS, 1993)

Entretanto, segundo o mesmo autor, a metropolização vai muito além da definição legal, o que pode ser observado quando ele considera as regiões de Brasília, Campinas, Santos e também Manaus e Goiânia. Dessa forma, se nota que a metropolização é mais dinâmica que a legislação. Isso pode ser dito também, sobre as práticas de planejamento urbano. De modo geral, as regiões metropolitanas se desenvolvem com maior velocidade, do que o ato de planejar o espaço, o que gera um crescimento desordenado, implicando em impactos sociais e ambientais.

O desenvolvimento metropolitano veio, portanto, acompanhado de problemas sociais e ambientais, tais como falta de moradias e favelização, carência de infraestrutura urbana, crescimento da economia informal, poluição, intensificação do trânsito, periferização da população pobre, ocupação de áreas de mananciais e planícies de inundação dos rios, além das vertentes com declive acentuado.

Na cidade de São Paulo, por exemplo, o crescimento provocou intensa conturbação (integração física entre áreas urbanas), criando uma gigantesca área urbana que abriga 37 municípios, conhecida como “A Grande São Paulo”. Entre eles destacam-se Guarulhos, Osasco e o chamado ABCD, composto pelas cidades de Santo André, São

Bernardo, São Caetano do Sul e Diadema. Esses municípios formam a principal região industrial do país, sediando as mais dinâmicas empresas nacionais e multinacionais.

A cidade de São Paulo cresceu praticamente à revelia do planejamento urbano e seus equipamentos e infraestrutura, como moradia e transportes não atendem às demandas sociais. Isso não reduz a importância econômica, política e social de São Paulo que, embora viva hoje um processo de desconcentração industrial, continua assumindo a vocação de pólo financeiro, comercial e de serviços em geral.

A década de 1990, entretanto, consolidou uma nova tendência da urbanização no Brasil, que pode ser caracterizada como desmetropolização, ou seja, uma reversão do crescimento das grandes metrópoles em favor de cidades médias, onde os custos de produção são menores e as condições de vida tendem a ser melhores.

Segundo Santos, (1993),

Os mesmos números que revelam um processo de metropolização prestam-se a outra interpretação desde que demos uma prioridade ao processo de macro urbanização. Levando-se em conta uma desagregação maior da população urbana segundo o tamanho dos aglomerados, pode levar nos a conclusão de que, paralelamente ao crescimento cumulativo das maiores cidades do país estaria havendo um fenômeno de desmetropolização, definida como a repartição com outros grandes núcleos de novos contingentes da população urbana. Não se trata aqui da reprodução do fenômeno da desurbanização, encontrado em países de primeiro mundo [...]. (SANTOS, 1993)

Esse fenômeno difere-se da desurbanização, pelo fato de não se buscar um estilo de vida diferente, mas sim a eliminação de problemas gerados pelo crescimento desordenado e sem planejamento da metrópole.

Indústrias e empresas ligadas ao setor de serviços realizam cada vez mais, a escolha de localizações geográficas alternativas às saturadas metrópoles do Centro-Sul. Cidades como Campinas, São Carlos, Ribeirão Preto, Goiânia, Florianópolis, além de diversas capitais nordestinas, estão entrando definitivamente no mapa das empresas nacionais e estrangeiras.

A desmetropolização no Brasil surgiu, devido aos erros cometidos no processo de urbanização, de modo que, a cidade se desenvolve motivada pelos interesses imobiliários, ou interesses de outras naturezas, entretanto, raramente a expansão territorial urbana segue um plano urbanístico, que contemple o planejamento e a gestão desses espaços.

A urbanização desplanejada criou situações caóticas, nas principais capitais do país e suas regiões metropolitanas, com aumento da pobreza e da violência. O processo de modernização da economia brasileira, até os dias de hoje, não levou à superação da

pobreza e das desigualdades sociais, pelo contrário, a modernização aprofundou as desigualdades já existentes, geradas num passado distante, pois esteve apoiada numa maior concentração de renda. Apesar da expansão das camadas médias, que apresentam um bom poder aquisitivo e contribuíram para a expansão do mercado consumidor, a diferença de rendimentos entre ricos e pobres é hoje muito maior do que no início da modernização.

Faz-se necessário destacar, que as cidades surgiram como a possibilidade de melhoria de qualidade de vida, uma vez que, elas concentram uma gama de serviços, facilidades e benefícios aos seus moradores, que não eram encontrados no campo. A cidade representava para a população residente no campo, notadamente para os trabalhadores assalariados e pequenos proprietários, a possibilidade de uma vida melhor, pois nela se encontravam serviços como de saúde, educação, saneamento básico, além, da esperança de bons empregos e de melhores condições de trabalho.

É importante ressaltar, que a cidade surge como símbolo de uma vida melhor, fato que pode ser observado na frase de Santos, em Território e Sociedade: entrevista com Milton Santos (2000) através da afirmação: “ninguém deveria ser condenado a viver no campo”. Tal afirmação de Santos – mesmo que fazendo referência ao campo destituído de aportes técnicos, ou seja, o campo em situação de precariedade, no qual, os serviços e infraestrutura não estão disponíveis, comprometendo a qualidade de vida da população local – é equivocada e deve ser refutada. Mas deve-se reconhecer que, ela apresenta essa dimensão da cidade como sinônimo de uma vida melhor, entretanto, essa dimensão vai sendo deixada de lado com o passar do tempo, devido às precárias condições de vida de uma parcela muito significativa do contingente urbano: a população de baixa renda.

Considera-se que a afirmação de Santos é equivocada, pois a transferência das pessoas do campo para a cidade não resolve o problema, apenas o modifica. O problema, ao qual Santos se refere, surge a partir de políticas macro-econômicas inadequadas realizadas por diversas décadas no Brasil, por políticas agrárias equivocadas, pelo abandono ao pequeno produtor, pelo fortalecimento e financiamento ao latifúndio, o que forçou grande contingente de população rural a migrar para as cidades. Nas cidades, a falta de postos de trabalho, associada à falta de planejamento urbano adequado que contemplasse os interesses de todas as classes sociais, cria, ou pelo menos permite a criação de periferias com precárias condições de moradias, falta de saneamento básico, desemprego, por fim, a almejada qualidade de vida preconizada

pelas cidades se revela falsa, além de gerar uma precariedade muitas vezes maior do que aquela vivida no campo.

Não se faz apologia de qualquer tipo, nem que as pessoas devam viver nas cidades nem no campo. A população merece políticas públicas que garantam adequada qualidade de vida, esteja ela onde estiver. Se o problema é o campo destituído de aportes técnicos, e em grave situação de precariedade, devem existir políticas públicas direcionadas a resolver essa situação, sendo que, a população que deseja viver no campo, deve ter garantida uma vida digna. A população que deseja viver nas cidades, deve ter garantida às condições adequadas de vida. Nas cidades também devem existir políticas públicas que resolvam os problemas como falta de moradia, desemprego, violência, além de processos de planejamento urbano que possibilitem o crescimento correspondente ao meio geográfico em que a cidade está inserida, minimizando os possíveis problemas ambientais e gerando uma qualidade ambiental urbana adequada.

Mesmo que o parágrafo acima dê a impressão ao leitor de que essas ações são impossíveis de serem realizadas, ou mesmo que, todo esse processo possa ser entendido como utópico, ele não é, e deve ser entendido como direitos dos cidadãos e, sendo assim, não é mais possível que se aceite este tipo de argumento. Não se pode mais aceitar erros que levem milhões de pessoas a viverem precariamente. O Estado não deve mais ser forte apenas para o interesse do capital, o Estado deve ser forte para toda a sociedade.

Tradicionalmente, as grandes cidades e as regiões metropolitanas são alvo de inúmeros estudos, entretanto não se pode deixar de elencar problemas de diversas ordens que, cada vez mais, são encontrados e cidades de pequeno porte. Problemas que tradicionalmente eram atribuídos apenas as grandes cidades, como enchentes, movimentos de massa, poluição atmosférica, ilhas de calor, além dos problemas sociais, como desemprego e carência de habitação são encontrados também em cidades pequenas. Diversos estudos realizados vêm constatando que, a queda da qualidade ambiental não está ocorrendo apenas nos grandes centros, mas também em cidades de pequeno e médio porte.

Dessa forma, se desenvolve a trama, ou talvez o drama da urbanização nos países periféricos, na medida em que é um processo acelerado, que ocorre sem que as condições mínimas necessárias para o seu desenvolvimento sejam respeitadas, como infraestrutura e planejamento, o que implica em graves consequências.

Para este estudo, o que mais chama a atenção é a forma como a urbanização ocorre no Brasil, de modo que, em grande número de cidades brasileiras, a urbanização ocorre desprovida de planejamento urbano, associado também a descontinuidade administrativa, muitas cidades cresceram criando e reproduzindo erros urbanísticos das mais diversas naturezas. O primeiro erro que se destaca é, a não consideração das características do meio geográfico, no qual, a cidade é construída.

Dessa maneira, a cidade que surge como uma alternativa para a melhoria da qualidade de vida acaba gerando o efeito contrário, impondo a queda na qualidade de vida principalmente para as pessoas de classes sociais menos favorecidas.

Como debatido anteriormente, (Ugeda Júnior, 2007), faz-se necessário compreender como se dá a relação sociedade/natureza, e quais suas consequências para o desenvolvimento e qualidade ambiental urbana. A concepção positivista da ciência, considera que a natureza existe separadamente da sociedade, externa às atividades humanas. Segundo Caseti, a concepção positivista da natureza é dada dualisticamente, contraditoriamente, por um dos três principais caminhos:

No primeiro, a “natureza” é estudada exclusivamente pela ciência natural, enquanto a ciência social preocupa-se exclusivamente com a sociedade, a qual não tem nada a ver com a natureza. No segundo, a “natureza” da ciência natural é supostamente independente das atividades humanas, enquanto a “natureza” da ciência social é vista como criada socialmente. Portanto, permanece uma contradição da natureza real, que incorpora a separação entre o humano e o não humano. E a terceira contradição dispersa a natureza humana dentro da natureza externa [...]. Na prática, observa-se que a natureza humana demonstra o seu domínio sobre as “leis da natureza” no processo de apropriação. (CASSETI, 1991, p.11, grifos do autor)

Essa concepção foi questionada por diversos autores vinculados ao materialismo histórico. Segundo Marx, é através da transformação da primeira natureza em segunda natureza que o homem produz, através do trabalho, os recursos indispensáveis à sua existência, momento em que se naturaliza – naturalização da sociedade – apropriando-se dos recursos da natureza, ao mesmo tempo em que a socializa – alteração da primeira natureza. Portanto, não existe separação entre o natural e o humano, e como um desdobramento desse entendimento, é possível compreender que as ações humanas sobre a natureza repercutirão na sociedade que as realizam.

Segundo o materialismo histórico, ocorre um processo onde há uma interação e integração entre o homem e a natureza através do trabalho; o homem se apropria da natureza, para produzir e se reproduzir. Essa apropriação, por sua vez, modifica a natureza e se dá através da técnica, que é intrínseca ao modo de produção vigente.

A concepção positivista, compreende a natureza e a sociedade separadamente, o que gera visões parciais, tanto da natureza quanto da sociedade. Teoricamente, essa compreensão vem sendo questionada por outras perspectivas como o materialismo histórico, a fenomenologia, a perspectiva sistêmica, etc. Entretanto, algumas áreas do conhecimento científico ainda praticam essa concepção dualística da natureza, fato que pode ser observado, quando a sociedade desconsidera as características ambientais na sua intervenção sobre o espaço. Parte-se da hipótese que a sociedade produz e se reproduz no espaço, o que é ponto pacífico. Porém, ao fazê-lo, ela desconsidera as características ambientais, negando assim a natureza, o que gera inúmeros impactos. A concepção vigente é a terceira colocada por Caseti (1991, p.11), “a natureza humana demonstra seu domínio sobre as leis da natureza no processo de apropriação”.

Segundo Caseti (1991, p.20), “a forma de apropriação e transformação da natureza responde pela existência dos problemas ambientais [...]”. Isso ocorre porque a forma com que a sociedade se apropria da natureza desconsidera a capacidade natural de suporte, que segundo Cavalheiro apud Nucci (1998, p.211), pode ser entendida como a retirada do máximo que a “natureza pode oferecer no tocante a auto-regulação para então estudar quais devem ser as tecnologias mais compatíveis a serem utilizadas”. Pensar o planejamento através do pressuposto acima requer, obrigatoriamente, considerar as características do meio geográfico em qualquer intervenção. Dessa forma, acredita-se na capacidade de evitar ou, pelo menos, minimizar impactos ambientais.

Assim, a cidade que surge como possibilidade de melhor qualidade de vida, é entendida hoje como símbolo da crise ambiental, entretanto destaca-se que a cidade só ganha essa dimensão devido aos erros urbanísticos historicamente cometidos e a falta de planejamento adequado. Acredita-se que é perfeitamente possível a construção de novos paradigmas para o desenvolvimento urbano, e que esses paradigmas devem estar fundamentados na qualidade ambiental e na qualidade de vida da população.

Entende-se que, para atingir esses novos paradigmas, os processos de planejamento devem, obrigatoriamente, considerar os elementos do meio geográfico e, dentre eles, o clima. Em especial, para este trabalho, o clima urbano, que pode ser considerado com um elemento de síntese para a análise geográfica, pois, para sua compreensão integral é necessário analisar elementos físicos e humanos.

### 3. O Sistema Clima Urbano – SCU

A partir da opção apresentada pelo conceito de clima e os problemas identificados nos centros urbanos, dar-se-á continuidade, através do aprofundamento do debate acerca do clima urbano. Segundo Amorim (2000, p.25): “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 clima urbano, recriando-o totalmente.” O SCU, envolve as alterações causadas pela ação antrópica, de modo que, os materiais construtivos, a forma, a densidade, os tipos de poluentes emitidos, além, das técnicas utilizadas no processo de urbanização. Enfim, a configuração do modo de vida urbano, interage com os elementos naturais em diversos sistemas, sendo que o SCU acaba sendo desenhado através dessas influências, e de suas relações com a dinâmica atmosférica em escalas menores e com os sistemas atmosféricos atuantes.

Monteiro (1976, p.57), organiza uma síntese feita por Landsberg<sup>15</sup> para se iniciar a caracterização do clima urbano:

- a) O clima urbano é a 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 ou sítio;
- c) Da comparação entre a cidade e o campo circundante emergiram os seguintes fatos fundamentais:
  - c1) A cidade modifica o clima através de alterações em superfície;
  - c2) A cidade produz um aumento de calor, complementada por modificações na ventilação na umidade e até nas precipitações, que tendem a ser mais acentuadas;
  - c3) a maior influência manifesta-se através da alteração na própria composição da atmosfera, atingindo condições adversas na maioria dos casos. A poluição atmosférica representa, no presente, o problema básico da climatologia das modernas cidades industrializadas. (LANDSBERG apud MONTEIRO, 1976, P.57)

Em relação ao ponto de concentração ou densidade de ocupação, no qual, a modificação substancial do clima local surge, formando o clima urbano, tradicionalmente, os estudos consideraram as grandes cidades e regiões metropolitanas, e os resultados apresentavam variações térmicas de 3°C a 10°C. Entretanto, com o avanço dos estudos, além, dos equipamentos utilizados, as cidades de médio e pequeno

---

<sup>15</sup> LANDSBERG, H.E. **The climate of towns**. In THOMAS, W. E., ec. Mans role in changing the face of earth. P. 584-606.

porte também passaram a ser analisadas, sendo que, os resultados demonstravam que cidades pequenas, com população inferior a cinquenta mil habitantes, também apresentavam modificações substanciais, notadamente no campo térmico e higrométrico, de magnitudes semelhantes às observadas nos grandes centros.

Além das diferenças climáticas causadas pela posição e pelo sítio onde são construídas as cidades, deve-se admitir que o desenvolvimento urbano, tem a capacidade de acentuar ou eliminar as alterações climáticas causadas pela própria urbanização, de modo que, o planejamento urbano, adequado ao meio em que a cidade está inserida pode ser uma ferramenta capaz de minimizar senão solucionar as alterações climáticas encontradas nos ambientes urbanos. Entretanto, se faz necessário ressaltar que esse planejamento deve estar vinculado aos novos paradigmas do desenvolvimento urbano.

Acredita-se que as alterações climáticas que configuram o clima urbano surgem devido à forma como a cidade é construída, e mais ainda, devido aos interesses sociais e econômicos por traz do avanço das cidades. O clima urbano surge na própria organização cultural de nossas sociedades, que elegem diversas premissas (morais, sociais, econômicas e técnicas) mais importantes do que a qualidade de vida. Mesmo que, ainda exista um longo caminho de pesquisa para que todos os argumentos necessários para a consolidação dessa afirmação sejam alcançados, ela se manifesta de forma cada vez mais forte. Admite-se, entretanto, que a partir do atual modelo de planejamento e gestão urbana, as soluções para os problemas climáticos das cidades se tornam cada vez mais difíceis e onerosas.

Deve-se reconhecer também, que a existência de um clima urbano específico não é, necessariamente negativa ou elemento capaz de causar queda na qualidade ambiental e de vida da população. Sob certas condições climáticas como as polares, temperadas, desérticas, ou seja, sob condições climáticas severas, alterações intencionais causadas pela construção da cidade podem minimizar os impactos causados à qualidade de vida. Sendo possível, diminuir a velocidade do vento, alcançar temperaturas mais confortáveis ou aumentar a umidade. Contudo, todas essas modificações devem ocorrer a partir de uma intencionalidade e de um planejamento e gestão urbana adequada.

Essa mesma lógica se aplica a realidade climática brasileira, salvo raras exceções. No Brasil, a existência do clima urbano, representa problemas à qualidade de vida da população. Isso porque, as alterações climáticas observadas nas cidades

brasileiras não são intencionais, principalmente, devido ao fato de que o planejamento urbano no Brasil historicamente não é realizado a partir de premissas sociais, econômicas e ambientais, e sim, quase que exclusivamente, a partir de premissas econômicas. Sendo que, de modo geral, as cidades crescem sem levar em consideração as características do meio, ao qual, estão inseridas, o que acaba por levar a queda na qualidade ambiental.

Compreender de maneira integral, o meio no qual as cidades estão inseridas, é o primeiro passo para que os processos de planejamento urbano considerem as características ambientais no momento da tomada de decisões. Especificamente, em relação ao clima urbano, se torna necessário fazer referência aos dez enunciados propostos por Monteiro, (1976, p.95 – 102), com o objetivo de se aprofundar o conhecimento deste importante componente do meio ambiente urbano.

1. O clima urbano é o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização. (MONTEIRO, 1976, p.95)

O primeiro enunciado deixa claro que, a existência de um clima urbano específico não se restringe a determinados padrões urbanos, tanto em magnitude como em densidade, mas está nitidamente relacionado com o tipo, ou melhor, com a forma como se dá os processos de urbanização. Notadamente, uma cidade que se desenvolve de maneira adequada com o meio que está inserida, respeitando padrões de densidade, de vegetação urbana e controlando a emissão de poluentes pode, em tese, minimizar ou até mesmo evitar as alterações climáticas. Entretanto, cidades, mesmo que de pequeno porte, que cresçam de forma desplanejada, estão, inevitavelmente, caminhando para alterações climáticas capazes de gerar um clima urbano específico.

2. O espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere. (MONTEIRO, 1976, p.96)

Assim, o segundo enunciado explicita que, as relações entre o fenômeno urbano e o clima estão sujeitas a diversas escalas, tanto verticais quanto horizontais, de modo que, o clima local está inserido no regional e este no zonal e, as influências da circulação atmosférica estão diretamente relacionadas com os elementos locais do espaço urbano, assim como, as alterações na composição da atmosfera urbana podem levar a modificações na escala vertical, como, por exemplo, o fenômeno de inversão térmica.

Além disso, a compartimentação climática do espaço urbano, pode ser tão intrincada quanto à complexidade desses espaços, de modo que, unidades diferenciadas da paisagem dentro da mesma cidade, têm potencial para gerar diferenças térmicas e higrométricas intra-urbanas significativas.

3. O SCU importa energia através de seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria dos sistemas abertos. (MONTEIRO, 1976, p.96)

O SCU é considerado um sistema aberto, devido à intensa troca de matéria e energia, entre os ambientes urbanos e o meio ao qual estão inseridos. Apesar de não existir sistema fechado, na acepção exata do termo, alguns autores o consideram como àquele que tem um pequeno intercâmbio com o ambiente. Já os sistemas abertos, não podem viver em isolamento, eles se mantêm através de um contínuo fluxo de entradas e saídas, nunca estando em um estado de perfeito equilíbrio.

A relação entre o SCU – por ser um sistema aberto – e o meio é constante, ou seja, eles estão inter-relacionados, tendo em vista que as entradas de um sistema partem do ambiente e retornam através das saídas geradas pelo processamento. O sistema recebe influências do ambiente através de entradas e o influencia através de saídas. Entretanto, as alterações exercidas pelo sistema podem retornar ao próprio sistema através da retroalimentação. Assim, a viabilidade de um sistema, depende da sua capacidade de adaptar-se, mudar e responder às exigências e demandas do ambiente externo.

Esse raciocínio pode ser realizado com o homem urbano no centro da análise, pois ele está inserido no SCU, e assim, como o ambiente as ações antrópicas geram entradas de matéria e energia, que retornam ao próprio homem através de alterações causadas por suas ações. Entretanto, por ser um sistema aberto, ações iniciadas pela ação antrópica podem ser retroalimentadas, fato que pode gerar sérios impactos ao equilíbrio do sistema. Fica a dúvida: até que ponto a sociedade será capaz de se adaptar as mudanças no SCU causadas por suas próprias ações? Ou melhor, qual a magnitude e irreversibilidade de perdas que a sociedade está propensa a aceitar?

Todas estas questões devem ser levadas em consideração, pois como colocou o filósofo Inglês Herbert Spencer, "um organismo social assemelha-se a um organismo individual nos seguintes traços essenciais":

- ✓ No crescimento;
- ✓ No fato de se tornar mais complexo à medida que cresce;
- ✓ No fato de que, tornando-se mais complexo, suas partes exigem uma crescente interdependência;
- ✓ Porque sua vida tem imensa extensão comparada com a vida de suas unidades componentes;
- ✓ Porque em ambos os casos há crescente integração acompanhada por crescente heterogeneidade.

Dessa forma, tanto a sociedade quanto o SCU são mais duradouros do que a efemeridade da vida humana, e que levar em conta as questões acima colocadas, implica ampliar o horizonte de retorno para longos e longuíssimos prazos, sendo a irreversibilidade das perdas, um elemento importante que, via de regra, não é considerado nos processos de planejamento. Nesse sentido, faz-se necessário uma revisão dos padrões de sustentabilidade, que em diversos aspectos é incompatível com perdas irreversíveis.

4. As entradas de energia no SCU são de natureza térmica (oriundas da fonte primária de energia da terra – o Sol), implicando componentes dinâmicas inequívocas determinadas pela circulação atmosférica, e decisivas para a componente hídrica englobada nesse conjunto. (MONTEIRO, 1976, p.97)

Dessa maneira, como coloca o próprio autor: “[...] o organismo urbano do ponto de vista da radiação, constitui a própria superfície terrestre no contexto do SCU.” Portanto, a forma urbana, os materiais construtivos utilizados, a densidade de ocupação, a verticalização, e o uso do solo, vão alterar os fluxos normais de reflexão, absorção e armazenamento de energia, alterando o ritmo natural de ganho e perda de calor, gerando por fim, anomalias térmicas e higrométricas conhecidas como ilhas de calor, ilhas frescas, ilhas úmidas e ilhas secas.

Considerando que é a radiação de ondas longas, emitida pela superfície (no caso do SCU, a própria cidade) que aquece o ar, a atmosfera urbana está sujeita aos reflexos de todo o calor armazenado nos materiais construtivos, que alteram inclusive, o ritmo de ganho e perda de energia, gerando noites mais quentes.

As alterações no balanço de radiação, gerado pela cidade alteram a inércia térmica urbana, causando sua diminuição se comparada inércia térmica do entorno rural, isso ocorre principalmente, através da ampliação da densidade de ocupação dos espaços urbanos, pela diferença de calor específico existente entre os materiais naturais e os materiais construtivos e, principalmente, pela menor capacidade térmica desses materiais.

Se na mecânica a inércia é considerada como a força que limita a aceleração de um objeto, a inércia térmica pode se entendida, por analogia, como a força que limita o

aquecimento de determinada superfície, sendo que, quanto maior for a inércia térmica, menor será sua variação de temperatura.

O calor específico é entendido, como a variação da temperatura de determinada substância ao receber determinada quantidade de energia, ela é constante para cada substância em cada um dos três estados físicos da matéria. Portanto, a substituição de materiais naturais com menor calor específico, por materiais construtivos com maior calor específico, certamente, irá gerar maior aquecimento da superfície.

A capacidade térmica é entendida, como a quantidade de energia necessária para que determinada substância apresente a elevação de um grau em sua temperatura. Portanto, quanto menor for a capacidade térmica, menor será a quantidade de energia necessária para que a superfície apresente elevação de um grau na temperatura. De modo geral, os materiais construtivos urbanos têm menor capacidade térmica se comparados aos elementos naturais que compõem os espaços rurais. Portanto, a mesma quantidade de energia irá causar maior aquecimento na superfície urbana se comparada à superfície rural, salvo, em casos que exista solo exposto na zona rural. O solo exposto tem capacidade térmica menor e calor específico maior do que os observados nos materiais construtivos. Assim, áreas de solo revolvido para o plantio, ou longos períodos de estiagem têm a capacidade de causar maior aquecimento da superfície rural se comparada à urbana, apesar dessa relação ser possível ela não é habitual.

Fica claro que, a alteração do balanço de energia identificada nas cidades, tem alta capacidade de provocar alterações térmicas positivas nos espaços urbanos.

As alterações higrométricas provocadas pela urbanização potencializam o aquecimento da superfície da cidade, principalmente, em função da diminuição da umidade nos espaços urbanos, que ocorrem, devido à impermeabilização do solo, à retirada da vegetação e à canalização fechada dos corpos d' água. A urbanização provoca a diminuição da evaporação e da evapotranspiração, o que reduz a perda de energia através da transformação do calor sensível em calor latente.

A transformação da água do estado líquido, para o estado gasoso consome energia na forma de calor sensível e a transforma em calor latente, gerando queda na temperatura. Como na cidade a superfície impermeabilizada não retém água, a energia que seria transformada em calor latente acaba não sendo utilizada, ficando disponível na forma de calor sensível, o que intensifica o aquecimento das áreas urbanas.

Ressalta-se que, a complexidade do SCU colocada por Monteiro, principalmente, no tocante às inter-relações existentes entre os elementos do sistema e

os mecanismos de retroalimentação- pois esses fatores, são capazes de intensificar as alterações causadas pela ação antrópica, levando o SCU a um novo estado de equilíbrio dinâmico - pode interferir na qualidade de vida urbana.

5. A avaliação dessa entrada de energia no SCU deve ser observada tanto em termos quantitativos como especialmente em relação ao seu modo de transmissão. (MONTEIRO, 1976, p.98)

Assim como o paradigma rítmico vai transformar a forma de entendimento do clima, o entendimento do modo como a energia transita dentro do SCU, é fundamental para compreendê-lo, uma vez que, esse trânsito pressupõe um ritmo, e as alterações na forma e nos tipos de materiais causados pela urbanização vão alterar com maior ou menor intensidade todo o modo e o ritmo, como a energia é transmitida no SCU. Essa alteração no trânsito da energia, inevitavelmente, irá causar alterações no ritmo climático, de maneira especial, em relação ao ganho e perda de calor, que passa então a se adaptar às propriedades térmicas dos materiais construtivos utilizados.

Deve-se destacar o processo de retroalimentação associado à poluição urbana e as partículas em suspensão, pois, elas podem aumentar a absorção e a reflexão da energia, aumentando conseqüentemente, o tempo necessário para que o SCU dissipe essa energia. Esses fatores são responsáveis para que a máxima expressão das ilhas de calor ocorra no período noturno.

6. A estrutura interna do SCU 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)

Os sistemas abertos são compostos por seus elementos (partes) e a relação entre eles, ou seja, as relações são os laços que ligam os elementos entre si. A caracterização dos sistemas dá-se pelos seguintes parâmetros:

- ✓ **Entrada ou insumo** – é a força de arranque de um sistema, permite a operação do sistema;
- ✓ **Processamento ou transformação** – fenômeno que produz mudança; converte entradas em saídas;
- ✓ **Saída ou resultado** – finalidade para qual se reuniram elementos e relações do sistema;
- ✓ **Retroação ou retroalimentação** - função que visa comparar a saída a determinados padrões estabelecidos. Visa manter ou aperfeiçoar o desempenho do processo;
- ✓ **Ambiente** – é o meio que envolve externamente o sistema.

Fica evidente nesse momento, a importância de se romper com a concepção positivista da natureza, sendo que, os elementos naturais e antrópicos, além dos demais componentes do SCU, se relacionam diretamente, ao passo que, se através do positivismo é possível entender que, a natureza humana demonstra o seu domínio sobre

as leis da natureza, estar-se-á retirando o homem (parte do sistema) do SCU e o sobrepondo a ele, fato que, inegavelmente, trará equívocos interpretativos.

Deve ficar claro que, os elementos e todas as partes do SCU formam um todo indissociável, e que sua interpretação pressupõe compreender as entradas, transformações e saídas de energia, além de, sua retroalimentação, elementos que devem estar relacionados com o meio onde o SCU está inserido, além de se considerar as ações antrópicas e sua capacidade de modificar e complicar as relações existentes.

7. O conjunto-produto do SCU pressupõe vários elementos que caracterizam a participação urbana no desempenho do sistema. Sendo variada e heterogênea essa produção, faz-se mister uma simplificação classificatória que deve ser constituída através de canais de percepção humana. (MONTEIRO, 1976, p.100)

Monteiro completa ainda que a poluição do ar, ilhas de calor, inundações no espaço urbano, dentre outras formas, assumem destaque nos climas urbanos, refletindo, com isso, peculiaridades do clima da cidade. Alguns processos podem ocorrer na natureza sem a presença do homem, como as enchentes ou a solifluxão<sup>16</sup>, entretanto, é a forma de atuação antrópica que intensifica tais processos, gerando os impactos.

Destaca-se que é através da avaliação e percepção humana e da avaliação social e coletiva que uma sociedade cria e admite padrões de valores e de problemas aceitáveis e não aceitáveis, e que, portanto a configuração dos problemas passa não só pela ação antrópica, mas também pelo seu julgamento.

Para tanto, Monteiro propõe três canais de percepção humana, com o objetivo de enquadrar os elementos climáticos em uma estrutura analítica:

- a) Conforto Térmico – Englobando os componentes termodinâmicos que, em suas relações, se expressam, através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a esta noção. É um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente. Constitui, seja na climatologia médica, seja na tecnologia habitacional, assunto de investigação de importância crescente.
- b) Qualidade do Ar – A poluição é um dos males do século, e talvez aquele que, por seus efeitos mais dramáticos, atraia mais atenção. Associada às outras formas de poluição (água, solo, etc.), a dor ar é uma das mais decisivas na qualidade ambiente urbana.
- c) Meteoros do Impacto – Aqui estão agrupadas todas aquelas formas meteóricas, hídricas (chuva, neve, nevoeiros), mecânicas, (tornados) e elétricas (tempestades) que, assumindo, eventualmente, manifestações de intensidade, são capazes de causar impacto na vida da cidade, perturbando-a ou desorganizando-lhe a circulação e serviços. (MONTEIRO, 1976, p.100)

---

<sup>16</sup> Movimento de escorregamento lento de terrenos, fenômeno freqüente, sobretudo em terrenos argilosos, que pode movimentar massas enormes de rochas e originar acidentes desastrosos, provocado, em geral, pela entrada de água, que os tornam excessivamente plásticos e tendem a deslocar-se, pela ação da gravidade, para lugares mais baixos.

Através dos três canais de percepção, é possível organizar todos os elementos climáticos para análises em conjunto dos fatores termodinâmicos, físico-químicos e hídricos, de modo que, como já dito, é a percepção humana associada ao sistema de valores de cada sociedade, que dará o devido tom aos elementos climáticos, avaliando o que é, e o que não é aceitável.

8. A natureza urbana do SCU implica em condições especiais de dinamismo interno consoante ao processo evolutivo do crescimento e desenvolvimento urbano, uma vez que várias tendências ou expressões formais de estrutura se sucedem ao longo do processo de urbanização. (MONTEIRO, 1976, p.100)

Evidentemente, as inter-relações entre o natural e o antrópico dentro do SCU, são tão diversas quanto são diversificadas às características de cada processo de urbanização. As cidades não se desenvolvem de maneira homogênea, como se observa na diferença entre os processos de urbanização dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento. Nesses últimos, a urbanização ocorre tardiamente e com um ritmo altamente acelerado, fato que pode intensificar os impactos ao ambiente e reduzir a qualidade de vida. Entretanto, mesmo dentro desses dois grupos de países, as cidades não se desenvolvem da mesma maneira. Para corroborar tal afirmativa, observar-se-ão alguns exemplos brasileiros.

Em linhas gerais, as cidades brasileiras, salvo raras exceções, passaram por expansão territorial desprovida de processos de planejamento urbano, principalmente, aqueles capazes de prever situações de longos e longuíssimos prazos. De modo que, se observa um crescimento desordenado em um número significativo de cidades. A gestão urbana, por sua vez, se restringindo à correção dos problemas gerados pelo crescimento desordenado. Associando-se a ausência de planejamento à descontinuidade administrativa, tem-se que, a cidade se desenvolve de maneira aleatória, sem seguir um plano estratégico, de forma que, as motivações para tal crescimento são quase que exclusivamente econômicas, e o interesse financeiro, ou seja, aquele que visa à maximização do lucro é o que dá as diretrizes básicas para o crescimento urbano sem se considerar as consequências dessa forma de agir.

Sendo o interesse econômico variável, em cada cidade, em cada momento histórico, e em cada grupo que forma a teia de relações de interesse e poder, as cidades também crescem de forma diversificada, mesmo que, muitos problemas sejam comuns, a variação de intensidade, de frequência de ocorrência, e da população atingida confere,

à cada cidade, particularidades e especificidades próprias, com maior ou menor grau de risco e de impactos à qualidade ambiental e a qualidade de vida da população.

Sendo assim, fica claro, que para se compreender profundamente o SCU, deve-se analisar minuciosamente, como ocorre o processo de urbanização e o crescimento urbano em cada localidade estudada, esclarecendo suas particularidade e possíveis consequências

9. O SCU é admitido como passível de auto-regulação, função essa conferida ao elemento homem urbano que, na média em que o conhece é capaz de detectar suas disfunções e, pode, através de seu poder de decisão, intervir e adaptar o funcionamento do mesmo, recorrendo à dispositivos de reciclagem e/ou circuitos de retroalimentação capazes de conduzir o seu desenvolvimento e crescimento seguindo metas preestabelecidas. (MONTEIRO, 1976, p.101)

Os problemas gerados pelo crescimento urbano, que visa apenas o interesse econômico, são graves e de inúmeras ordens. Ressalta-se que, cabe aos planejadores urbanos identificarem metodologias capazes de contemplar os elementos da natureza nos processos de planejamento, com a finalidade de minimizar os impactos ambientais inerentes ao processo de urbanização, assim como maximizar a qualidade ambiental urbana e em última análise a qualidade de vida da população residente nas cidades.

Esse processo ocorrerá, efetivamente, quando os diversos atores sociais, ou a população de uma forma mais geral, se sensibilizarem para o fato de que a cidade não deve ser construída através de interesses de um grupo restrito, pois, as consequências e erros urbanísticos afetam a grande maioria da população.

É imprescindível que a construção da cidade, além de seu crescimento e desenvolvimento, seja alcançada de forma participativa, sendo que, a população deve ser consultada através de audiências públicas. Além da construção participativa da cidade, é necessária a efetivação de um corpo técnico multidisciplinar dentro das secretarias de planejamento. O caráter técnico e participativo do planejamento e da gestão urbana deve sobrepor-se aos interesses econômicos de qualquer que seja a classe.

Entende-se aqui, que essa é a única forma para se atingir a auto-regulação dentro do SCU, e essa forma passa, por desmontar a trama de interesses e o jogo de poder por traz do crescimento urbano. Ela requer inevitavelmente solução técnicas, debate acerca dos interesses econômicos e por fim participação social.

10. Pela possibilidade de interferência auto-reguladora, acrescentam-se ao SCU, como sistema aberto, aquelas propriedades de entropia negativa pela sua própria capacidade de especialização dentro do crescimento através de processos adaptativos, podendo ser

qualificados, assim, como um sistema morfogenético. (MONTEIRO, 1976, p. 102)

Através da segunda lei da termodinâmica, a entropia pode ser entendida como o estado de desordem ou desorganização de um sistema, isso porque, o trabalho pode ser completamente convertido em calor, mas o calor, não pode ser completamente convertido em trabalho. Dessa forma, faz-se necessário existir uma medida da desordem, ou seja, da quantidade de energia que passa a um estado de desorganização que não poderia mais ser prontamente utilizada. Assim, a entropia crescente levaria a desorganização crescente. Portanto, como no universo, a energia está constantemente passando de um estado organizado para um estado de desorganização, a sua entropia tende a crescer. Em termos práticos, tudo que se constrói tende a se destruir, a se desfazer.

Se a entropia é a tendência, a qual, o universo está sujeito, pela transformação constante de energia em estado organizado para estados desorganizados, surge também o conceito de entropia negativa, que seria o inverso da segunda lei da termodinâmica, ou seja, o suprimento de informações e ações adicionais para proporcionar integração e crescente organização no e do sistema. Se a entropia negativa não é possível através das leis da física teórica, ela pode ser concebida de maneira abstrata a partir da metafísica, principalmente, através das leis que regem sistemas menores, como o SCU, pois são, em essência, passíveis de interferência e auto-regulação, através da ação antrópica, o que não é possível para as leis que regem o universo.

Pesquisas recentes no campo da biologia apontam para uma ordem organizadora da vida. Alterada a escala da micro-biologia para a escala antrópica, qual seria a força capaz de garantir homeostasia ao SCU? Acredita-se que, na acepção tradicional da palavra, ou seja, tendência do sistema em permanecer estático ou em equilíbrio, mantendo seu *status quo interno*, é aceitável que, não possa existir homeostasia no SCU. Entretanto, se entendermos homeostasia como sendo o equilíbrio dinâmico, obtido através da auto-regulação, ou seja, através do auto controle e da capacidade que tem o sistema de manter certas variáveis dentro de limites; obtidos através de mecanismos de *feedback* (retorno), é perfeitamente possível admitir que a ação antrópica pode vir a ser a força capaz de garantir tal estado de equilíbrio dinâmico dentro do SCU.

Contudo, para que a ação antrópica seja capaz de garantir entropia negativa ao SCU, é necessário um amplo processo de adaptabilidade, ou seja, faz-se necessário a

mudança na organização do sistema para que se consiga um novo e diferente estado de equilíbrio com o ambiente externo. Assim, a mudança aqui colocada é claramente a mudança da forma como as sociedades têm historicamente se organizando e se relacionado com a natureza. Através do atual modelo de organização social, bem como das bases de nosso sistema de produção, o capitalismo - é difícil admitir que os seres humanos seriam capazes de abrir mão de lucros mais elevados em função de benefícios coletivos e de uma melhoria na qualidade de vida.

Ou como coloca Monteiro:

Pela sua tendência natural, estaria fadado a constituir um sistema organísmico à procura de equilíbrio homeostático. Pelo crescimento desordenado da urbanização, isso dificilmente seria obtido; e o sistema, agravado pela sobrecarga de produtos nocivos, viria, fatalmente, a entrar em entropia. Nada impede, contudo, que o homem urbano interfira, conscientemente, no sentido de elaborar as reciclagens necessárias e conduzir o crescimento urbano, no sentido da adaptação progressiva às metas de crescimento harmônico. [...] Creio que será mais otimista pensar nessa conscientização uma vez que não será nada realista pensar em que o homem iria sustar o crescimento urbano, a industrialização, a circulação de veículos para assegurar um hipotético equilíbrio ecológico e manter os padrões de qualidade de vida em níveis aceitáveis. (MONTEIRO, 1976, p. 102)

Nesse sentido, através da adaptabilidade, é que se baseia este estudo, na medida que se acredita ser possível a construção de novos paradigmas para o desenvolvimento urbano, inevitavelmente, passando pela discussão de uma possível sustentabilidade, e da reavaliação de hábitos que foram construídos historicamente pelas sociedades, como o consumismo, o transporte particular, a base não renovável de energia, os combustíveis fósseis, enfim, é necessário que haja um debate social e consciente acerca das práticas sociais.

Ressalta-se que existem inúmeras possibilidades técnicas e tecnológicas a disposição, entretanto, essas possibilidades não são necessariamente as menos onerosas, porém, deve-se ressaltar que custos mais elevados, não significam obrigatoriamente inviabilidade econômica, mas sim, significa postura decisória em favor da qualidade de vida e não apenas da reprodução ampliada do capital.

O SCU está colocado no centro desse debate, pois como já dito, o modo de vida urbano se tornou predominante nas sociedades modernas, e a forma como o homem se organiza nas cidades cria processos de urbanização inadequados ao meio no qual a cidade se localiza, ou como afirma Amorim:

A grande maioria das cidades brasileiras 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. (AMORIM, 2000, p. 18)

A realização da dissertação de mestrado intitulada “Planejamento da Paisagem e Qualidade Ambiental na Cidade de Jales-SP.” (UGEDA JUNIOR, 2007), possibilitou, por meio de diversos trabalhos de campo, o olhar geográfico da realidade vivida, através do contato direto com as diferentes unidades e estruturas da malha urbana, permitindo entender como fatores sociais e políticos, interferem na qualidade do ambiente de diversas maneiras, que em geral, serão aqui definidas como erros urbanísticos. Os erros urbanísticos envolvem equívocos das mais variadas ordens, como usos incompatíveis do solo na mesma área, alta densidade de ocupação, alta taxa de solo impermeável, falta de espaços livres de construção, ausência de um sistema de vegetação urbano, poluição, enchentes, materiais construtivos inadequados, enfim, problemas que surgem devido a falta de planejamento e gestão urbana adequados.

Nesta dissertação, é possível observar que a cidade de Jales apresenta problemas ambientais – mesmo que ainda em estágio inicial – que configuram queda na qualidade ambiental em diversos setores da malha urbana, fato que se reflete na queda da qualidade de vida da população.

Sendo o clima urbano, um dos componentes do ambiente, ele é também responsável pela qualidade ambiental, entretanto, este componente não fez parte dos elementos pesquisados na dissertação citada, e como destaca Monteiro (1990) as análises sobre o clima urbano 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.

Segundo Amorim:

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 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. (AMORIM, 2000, p. 23)

As alterações feitas no ambiente natural pelo homem se iniciam desde a retirada da vegetação para o uso agrícola, mas mesmo que tais mudanças sejam de extrema importância, sua magnitude é muito inferior à magnitude das alterações causadas pela urbanização. Isso ocorre, inicialmente, porque os materiais utilizados na construção das

idades alteram o balanço de radiação da superfície, pois, eles têm albedo menor do que os materiais naturais existentes antes da urbanização.

Essa primeira e profunda alteração garante à cidade uma eficiência maior em reter energia, além, de alterar o ritmo natural de ganho e perda de calor. Essa alteração, por si só, já é capaz de provocar anomalias térmicas positivas conhecidas como ilhas de calor. Mesmo que, o termo ilha de calor já tenha sido definido conceitualmente na climatologia, é comum observar seu uso desprovido do rigor conceitual, fato que cria uma concepção equivocada do termo, como sendo o elemento determinante para a configuração do clima urbano. Para tanto Jardim afirma que:

[...] a ilha de calor não representa a realidade do clima urbano, mas um de seus aspectos, traduzida por uma situação momentânea ou horária, motivada pela convergência pontual de fatores ligados às características de conformação do relevo, disposição dos equipamentos e dinâmica urbanos, sob a influência de determinados tipos de tempo, associados aos sistemas atmosféricos em dado estágio de sua evolução temporal [...] (JARDIM, 2007, p. 307).

Portanto, fica claro que a ilha de calor é um dos elementos que compõem o clima urbano, sendo que sua origem está na eficiência que os materiais construtivos utilizados na cidade têm em reter calor, e principalmente, na alteração do ritmo natural de ganho e perda de calor. Fatos que, garantem a determinados setores da cidade conservar o calor adquirido, em períodos nos quais normalmente esses setores estariam menos aquecidos, como por exemplo, o período noturno.

Segundo Oke (1978 e 1981), as alterações provocadas pela urbanização no clima dão origem a duas camadas atmosféricas sobre a cidade. A primeira é a Urban Canopy Layer, (UCL) ou Camada de Cobertura Urbana, se estende do solo até alguns metros acima do nível médio dos telhados, é produzida por processos em micro-escala através dos tipos de materiais, da forma e da função urbana, podendo apresentar forte turbulência dependendo da rugosidade da superfície.

A segunda camada, conhecida como Urban Boundary Layer (UBL) ou Camada Limite Urbana, se localiza acima da UCL, podendo se estender até 2000 metros durante o dia e menos de 100 metros durante a noite, sendo que, sua altura varia em função da capacidade da superfície em provocar a movimentação do ar. A rugosidade da superfície tende a reduzir a velocidade e criar uma circulação específica do ar proporcionando boas condições de mistura nesta camada. Ambas as camadas, são fenômenos locais e suas características são produzidas pela forma como o processo de urbanização altera as propriedades da superfície.

O Quadro 1, apresenta os processos que levam a formação das ilhas de calor, sendo possível observá-los na Figura 3, que apresenta também a estratificação da atmosfera proposta por Oke (1978).

Oke (1978), Landsberg (1981), Monteiro (1997) e Amorim (2000) destacam que a energia disponível na atmosfera urbana está relacionada à quantidade de energia antropogênica liberada pela atividade humana, da energia proveniente do sol e do interior da terra. Associado a esses totais de energia, somam-se os totais de calor armazenado pelos materiais construtivos e pela alteração do ritmo de ganho e perda de calor por eles causado, além da reduzida perda de calor por evaporação, em função da diminuição da disponibilidade hídrica. Todos esses fatores, fazem com que o balanço energético urbano não seja nulo, criando assim, as condições necessárias para a formação das ilhas de calor.

Segundo Amorim

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 atividades humanas. (AMORIM, 2000, p.27)

**Quadro 1:** Processos que levam a formação da ilha de calor

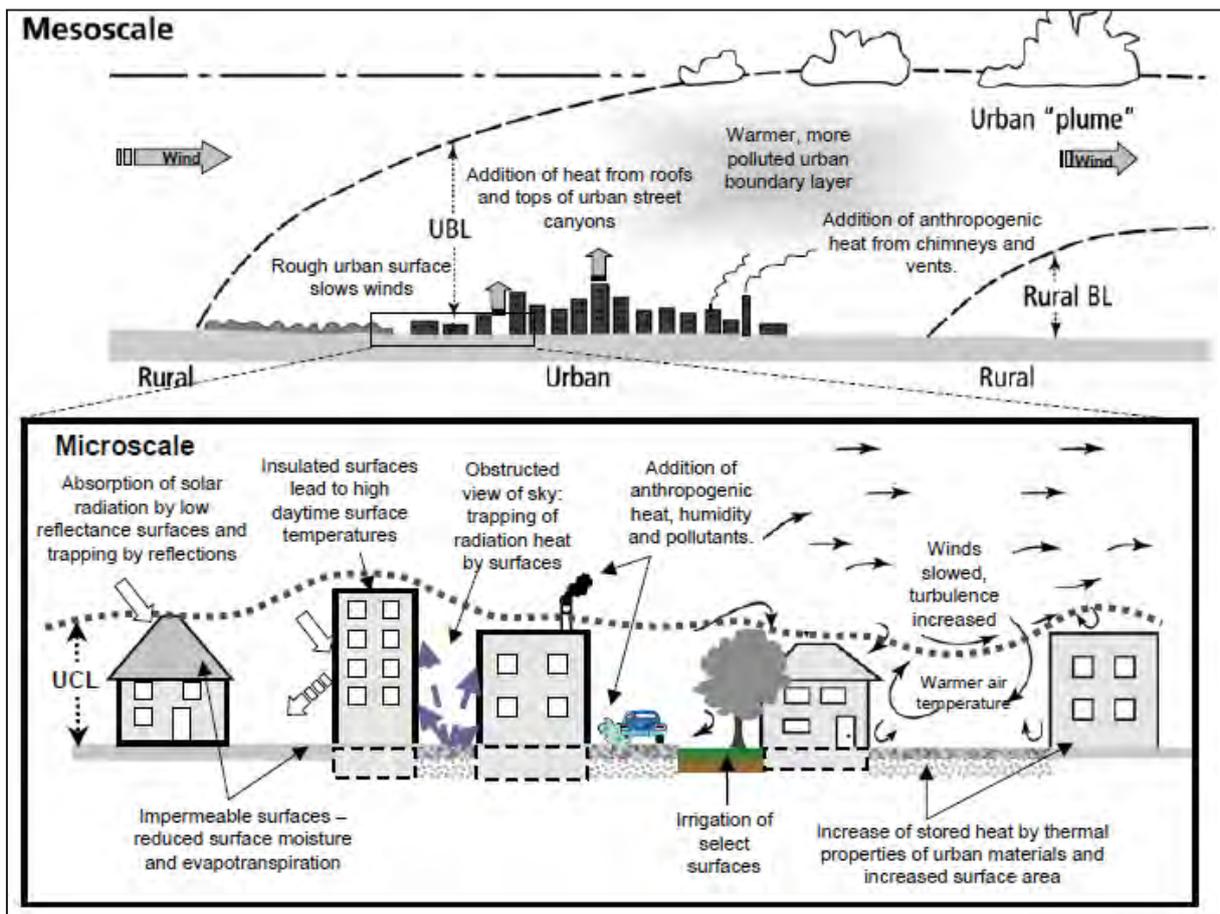
Camada de Cobertura Urbana	Camada Limite Urbana
1. Elevação do afluxo de radiação devido à absorção da radiação de ondas longas e reemissão pela atmosfera urbana poluída.	Entrada de ar quente resultante da ilha de calor na camada de cobertura urbana.
2. Redução da perda de radiação de ondas longas dos canyons devido à redução do sky view factor.	Calor Antropogênico dos telhados e das aglomerações.
3. Maior absorção da radiação de ondas curtas devido ao efeito da geometria do canyon no albedo.	Convergência do fluxo radiativo de ondas longas no ar poluído.
4. Maior estocagem de calor diurno devido às propriedades térmicas dos materiais urbanos e sua liberação noturna.	Queda do fluxo de calor sensível da camada estável de cobertura pela convecção de penetração.
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.	

**Fonte:** OKE, 1978, p.259 e 265. (Adaptado)

As ilhas de calor surgem, portanto, através da diferença existente entre o balanço energético urbano e rural, além, das diferenças intra-urbanas existentes. A ilha de calor pode ser definida, como uma anomalia térmica positiva, sendo possível, dimensioná-la horizontalmente, verticalmente e temporalmente. Sua amplitude e intensidade estão relacionadas com o processo de urbanização, tamanho da cidade, densidade e uso do

solo e, com influências externas, dinâmica atmosférica, circulação do vento, tipo climático e estações do ano.

A máxima intensidade das ilhas de calor ocorre sobre situação de calmaria e céu aberto. A ausência de vegetação urbana intensifica o processo de maneira muito efetiva, associada a altas densidades de construção. Destaca-se, a importância da posição do sítio urbano, sendo que (no hemisfério sul), as vertentes voltadas para norte recebem maior quantidade de energia solar e, portanto, tendem a se aquecer mais. Em um sítio plano, a tendência é que haja diminuição da intensidade das ilhas de calor, à medida que se distancia da área mais densamente construída, em direção ao espaço rural, contudo, fatores como ausência de vegetação, presença de lagos, conjuntos habitacionais e parques urbanos, criam uma complexidade ao espaço urbano na medida em que influenciam no balanço de energia gerando áreas mais quentes e mais frescas intercaladas no espaço.



**Figura 3:** Estratificação vertical da atmosfera urbana e processos de formação das ilhas de calor proposta por OKE 1978.

Fonte: [http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/EPA\\_How\\_to\\_measure\\_a\\_UHI.pdf](http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/EPA_How_to_measure_a_UHI.pdf)

Oke<sup>17</sup> (1991) apud Lombardo (1995) elenca alguns elementos formadores das ilhas de calor:

- 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 a 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).

Vários autores destacam que as ilhas de calor, se desenvolvem e se deterioram durante o dia, e as principais alterações acontecem ao amanhecer a ao pôr do sol, sendo que, sua máxima intensidade ocorre no período noturno. Durante a noite, a superfície terrestre perde calor para a atmosfera, entretanto, a zona rural, pela sua configuração, é mais eficiente para perder calor por radiação e condução, enquanto os fluxos de energia nas áreas urbanas são muito mais complexos, devido aos obstáculos físicos construídos, à capacidade térmica dos materiais utilizados, a processos de reemissão, à poluição atmosférica e as partículas em suspensão. Todos esses fatores fazem com que a radiação permaneça por mais tempo no espaço urbano e, conseqüentemente este se manterá mais aquecido durante a noite em relação à zona rural.

Estudos recentes demonstram a predominância noturna da ilha de calor, e destacam a ocorrência de sua máxima intensidade de 3 a 5 horas após o pôr do sol. Alguns estudos, já identificaram intensidades máximas de 6 a 7 horas após o pôr do sol, bem diferentes daquelas observadas por Oke (1981), que ocorriam de 2 a 3 horas após o pôr do sol. Fatores como a localização latitudinal e a orientação das vertentes, podem contribuir para explicar essas diferenças encontradas. Destaca-se que, nas regiões tropicais existem outros padrões registrados por pesquisas recentes como as ilhas de calor diurnas.

A partir do que foi apresentado, pode-se concluir que a cidade altera o ritmo de ganho e perda de calor na superfície construída e, isso ocorre devido ao adensamento

---

<sup>17</sup> Oke, T.R., Johnson G.T., Steyan D.G. and Watson. I.D. **Simulation of surface urban heat islands under ideal conditions at night. Part 2: Diagnosis of Causation.** Boundary Layer Meteorology. nº 56, p. 339-358, 1991.

urbano, às propriedades térmicas dos materiais construtivos associados às atividades humanas, gerando, portanto, as ilhas de calor.

Fialho (2009) apresenta a distinção de três tipos de ilhas de calor, que podem ser observadas no Quadro 2, sendo, ilha de calor atmosférica, ilha de calor vertical e ilha de calor de superfície. Fialho, entretanto, reconhece que nem todos os autores aceitam a existência desses três tipos, e destaca que Oke (1978), apresenta em sua proposta apenas as ilhas do tipo atmosférico e de superfície. Para Fialho, Oke reconhece apenas esses dois tipos de ilha de calor, pois ele observou apenas a natureza, ou o meio de propagação do calor, no caso à atmosfera ou a superfície, deixando de lado a estrutura vertical da atmosfera sobre a cidade. O mesmo autor, afirma a existência de três tipos de ilhas de calor porque deve-se reconhecer que os métodos de observação e a estrutura espacial dos fenômenos são distintos.

A ilha de calor atmosférica é a identificada na camada basal da atmosfera, e é definida, através de diferenças da temperatura do ar dentro da área urbana, ou entre a área urbana e rural. Sua gênese esta relacionada ao tipo de uso do solo, as propriedades térmicas dos materiais construtivos, a alteração do balanço energético urbano, a ausência de vegetação e as feições topográficas.

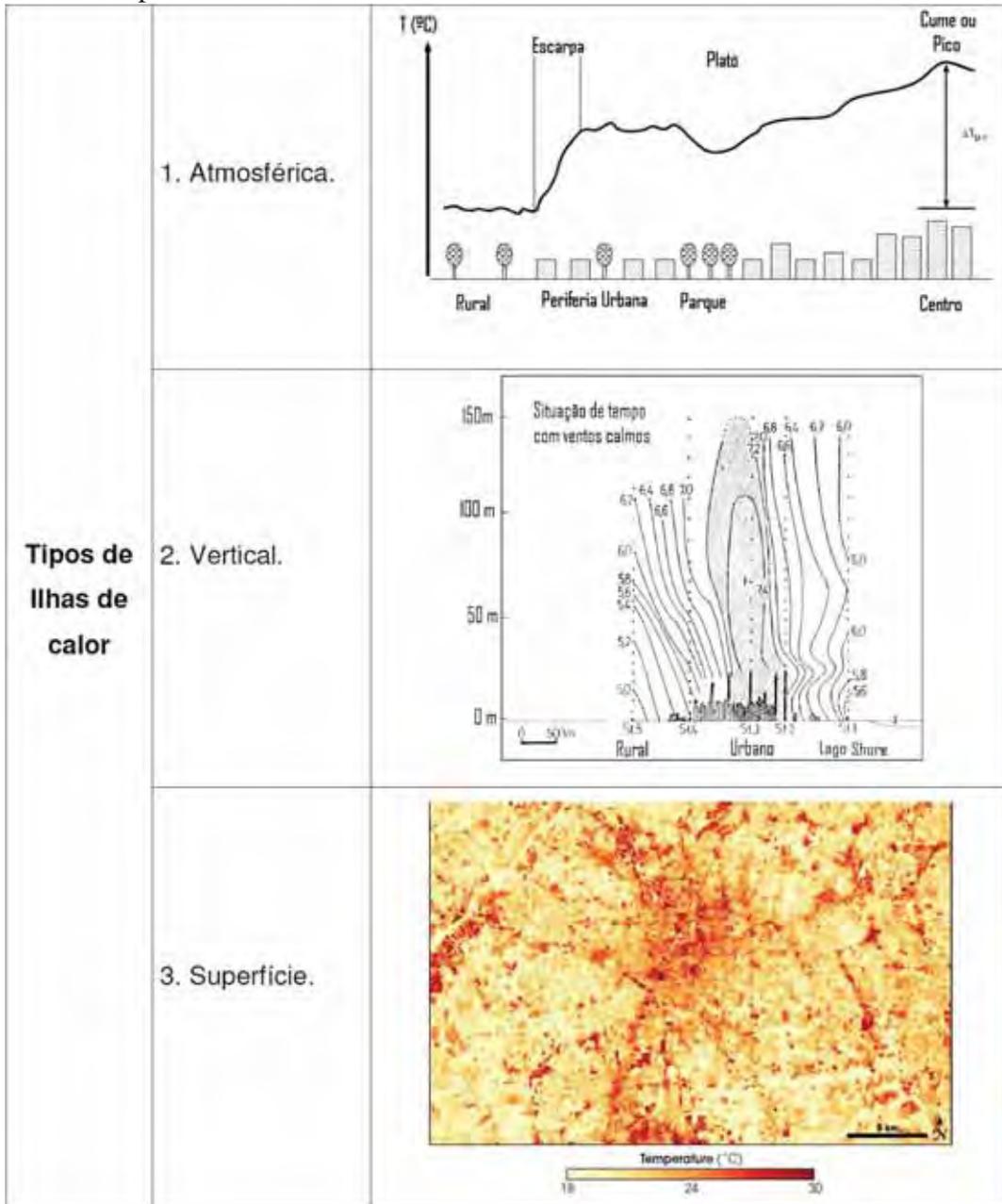
A ilha de calor do tipo vertical, pode ser observada através de incremento de temperatura do ar na camada limite urbana (UBL), através da Figura 3, é possível observar que a UBL é influenciada pelos processos que ocorrem na camada de cobertura urbana (UCL), como a adição de calor de cobertura dos telhados, adição de calor antropogênico, que vão intensificar células convectivas, e essas, por sua vez tendem a transportar o ar mais aquecido para o nível da UBL. A Figura 4 apresenta quatro possíveis configurações para a ilha de calor, sendo que, as apresentadas nos itens b, c e d, tem maior capacidade de gerar ilhas de calor vertical, em função da intensificação dos processos convectivos.

Portanto, as situações apresentadas no itens b, c, d, devido à intensificação dos processos convectivos, tem maior capacidade de gerar aumento da temperatura em altos níveis, o que configura a ilha de calor vertical. Cabe ressaltar que esse tipo de ilha de calor não foi identificado por Oke (1978).

Por fim, as ilhas de calor de superfície, são aquelas observadas a partir do sensoriamento remoto, através da detecção da temperatura dos alvos, ou seja, da superfície. Esse procedimento pode ser feito em diversos *softwares* através da transformação da energia radiante das imagens na banda infra-vermelho termal em

temperatura da superfície. Sendo, a energia radiante referente a cada alvo identificado, a temperatura resultante desse procedimento, também será referente a cada alvo, e, portanto, a sua espacialização permite observar a temperatura da superfície de toda a cidade.

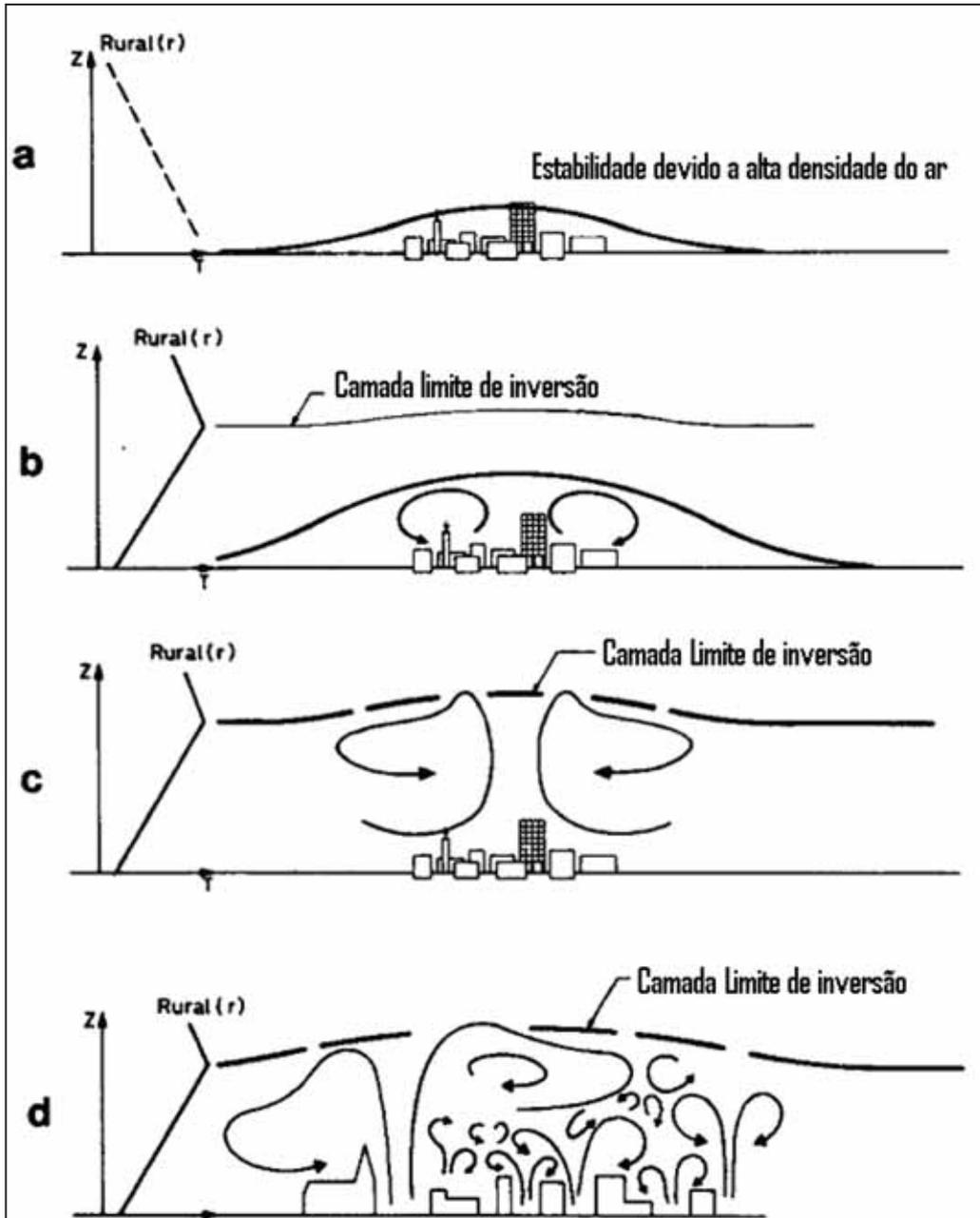
**Quadro 2:** Tipos de ilhas de calor.



**Fonte:** FIALHO, 2009, p.49.

Vários autores, entre eles, Oke (1978), Mendonça (1994), Amorim (2010), Fialho (2009), dentre outros, consideram satisfatório o uso de imagens termais para o mapeamento da temperatura da superfície e para a identificação das ilhas de calor de

superfície, destacando-se que essa técnica permite a identificação da temperatura em toda a cidade (dados contínuos), em oposição às medias pontuais feitas por estações de coleta de dados e transectos (dados discretos), o que permite estabelecer correlações entre as características térmicas dos elementos da superfície e a temperatura do ar registrada por sensores fixos ou móveis.



Sendo:

- a) Ilha de calor estável com uma célula de convecção.
- b) Pequenas células de convecção. Vórtex anelar no nível da superfície.
- c) Ilha de calor com duas clássicas plumas de célula de convecção.
- d) Ilha de calor configurada com várias células de convecção.

**Figura 4:** Configurações para ilha de calor em condições de vento fraco.

**Fonte:** Wanner e Hertig 1984, p. 1621,

As ilhas de calor podem ser classificadas em relação a sua magnitude, Segundo Garcia (1996)

[...] as diferenças térmicas em ilhas de calor são de fraca magnitude quando as diferenças entre o ponto mais quente e mais frio variam de 0°C a 2°C, média magnitude quando variam de 2°C a 4°C, forte magnitude quando variam de 4°C a 6°C e de muito forte quando superiores a 6°C. (GARCIA, 1996, p. 285)

Mesmo que, as ilhas de calor sejam um dos fenômenos mais estudados pela climatologia urbana, a urbanização implica em outras alterações, também de grande relevância, como destaca Lombardo;

Os fenômenos inter-relacionados, como ilha de calor, poluição do ar, chuvas intensas inundações, desabamentos passa, 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)

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.

Segundo Lombardo (1995):

- 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, apud 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 nessas 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 nessas áreas [...];
- c) A ocorrência de inundações nessas áreas, pela presença ocasional de chuvas intensas (5 a 10% mais chuvas na área urbanizada que no meio rural). (LOMBARDO, 1995)

A construção da cidade, portanto, altera o balanço de energia, tornando as áreas urbanas mais quentes que as rurais, além de, modificar a circulação local do vento, pois o aumento de temperatura identificado na cidade cria uma zona de baixa pressão, contribuindo para que a circulação dos ventos seja direcionada para estas áreas, levando consigo particulados em suspensão que aumenta a concentração de poluentes. Por outro lado, essa zona de baixa pressão cria processos convectivos capazes de intensificar as chuvas nos espaços urbanos.

Além dessas alterações, em algumas estações do ano, a cidade se apresenta mais seca do que as áreas rurais, isso porque a retirada da vegetação, impermeabilização

generalizada dos solos, a canalização fechada dos rios, retiram da superfície os estoques hídricos outrora disponíveis. A circulação local do vento, também é influenciada através da verticalização, que pode mudar a direção, impedir a circulação do vento ou criar os *canyons* urbanos.

A poluição atmosférica, fruto do modelo de desenvolvimento vigente, das técnicas empregadas para a geração de energia, e da queima de combustíveis fósseis, é outro fator predominantemente urbano, que traz consequências graves à saúde humana, de formas diretas e indiretas. Diretamente, devido à respiração do ar contaminado ou ao menos poluído que causa problemas respiratórios. Indiretamente, devido à diminuição da incidência de radiação solar, fato que pode culminar em doenças psíquicas como a depressão. Outra decorrência da poluição é a intensificação das ilhas de calor, devido ao aumento da absorção e reflexão de energia.

Todas essas alterações criam condições climáticas específicas para as cidades, e cada decisão tomada pelo poder público trará consigo consequências negativas ou positivas para a configuração do SCU, ou como coloca Amorim;

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. (AMORIM, 2000, p.25)

Assim, deve ficar claro a todos que participam das tomadas de decisões para o planejamento e gestão urbanos que as ações para o desenvolvimento das cidades devem ser antes pensadas e planejadas, de modo que, se considerem os elementos físicos do meio no intuito de se evitar possíveis impactos ao ambiente, como as alterações climáticas.

O planejamento urbano é a ferramenta fundamental para a construção de um novo paradigma para o desenvolvimento das cidades, de modo que, se consiga inserir as decorrências em longo prazo das ações efetuadas na gestão dos espaços urbanos. Sendo o planejamento, o exercício de pensar a cidade, bem como as consequências que cada ação pode trazer, é necessário que se insira nesses processos elementos capazes de considerar as características físicas do meio geográfico bem como suas inter-relações com a ação antrópica, rompendo dessa maneira, com a concepção positivista da natureza, que considera que as necessidades da sociedade se sobrepõem as características naturais.

Compreender sociedade e natureza como elementos pertencentes ao mesmo sistema é primordial, e que ao pertencerem ao mesmo sistema, os impactos sobre um ou sobre outro terá reflexo no sistema como um todo.

Além disso, a capacitação técnica dos gestores urbanos é de importância capital para a construção desse novo paradigma. A escolha de gestores mais capacitados ou a capacitação contínua dos representantes do poder público local é de fundamental importância, pois segundo a Constituição Federal Brasileira, em seu artigo 23, “é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios”, inciso VI, “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”. Porém, completa no artigo 30 “Compete aos Municípios”, inciso VIII, “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”. E ainda completa em seu artigo 182, “A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo, ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”.

Fica claro na letra da lei, que o poder público local, tem como responsabilidade garantir o adequado ordenamento territorial, e o bem estar de seus habitantes, entretanto, historicamente, esses dois aspectos não tem sido cumpridos, isso porque, as cidades não se desenvolvem de forma ordenada e disciplinada, devido principalmente, à omissão e a falta de fiscalização por parte do poder público local. Associado a isso, outro elemento que merece destaque, são os erros urbanísticos cometidos através do planejamento e da gestão inadequados. Esses fatores geram queda na qualidade ambiental e, conseqüentemente, na qualidade de vida da população, o que é incompatível com o bem estar, determinados por lei.

Acredita-se que a única forma de se superar essa situação, é através da movimentação popular, acompanhados de processos de sensibilização social, educação e esclarecimento, de forma que, a sociedade tenha capacidade de construir formas inovadoras de relações sociais, bem como, de relações homem-meio, passando necessariamente pela reprovação de equívocos e falta de capacidade por parte dos gestores urbanos, fato que ainda é aceito culturalmente. Isso pressupõe um amadurecimento e engajamento de toda a sociedade, questões que são fundamentais em uma sociedade como a brasileira, que historicamente tem comportamento apático e marcadamente acomodado em relação aos problemas governamentais.



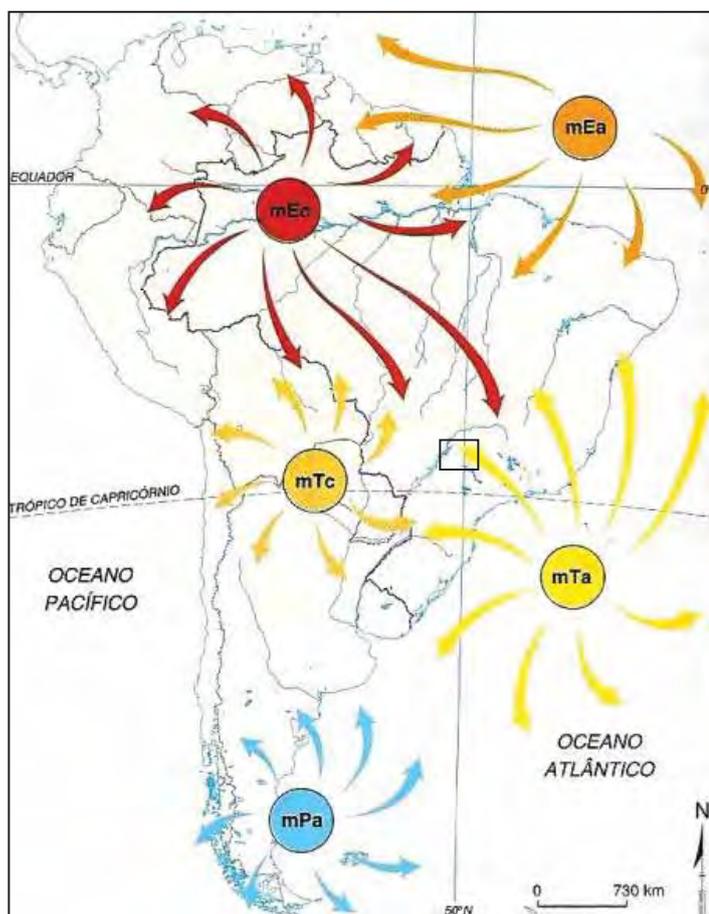
**Capítulo 2:**  
**Caracterização temporal dos elementos climáticos**

## Capítulo 2

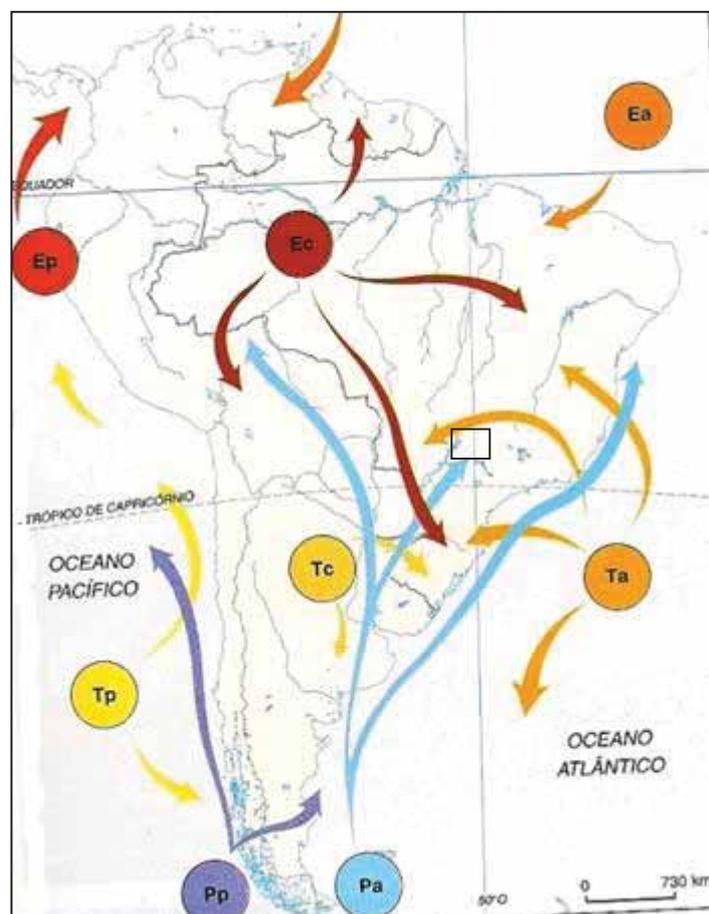
### Caracterização temporal dos elementos climáticos

#### 1. Caracterização temporal dos elementos climáticos através dos dados da estação de viticultura tropical de Jales, para o período de 1995 a 2007.

A região de Jales se localiza na zona de transição, e é influenciada por sistemas tropicais e polares, alternadamente, sendo controlado, principalmente, pelas massas de ar tropical atlântica (mTa), tropical continental (mTc), equatorial continental (mEc) e polar atlântica (mPa), com destaque para a importância dos sistemas frontais que atuam na área. Como pode ser observado nas Figuras 5 e 6.



**Figura 5:** Sistemas atmosféricos atuantes no verão.  
**Fonte:** Panorama Geográfico do Brasil, 2004.



**Figura 6:** Sistemas atmosféricos atuantes no inverno.  
**Fonte:** Panorama Geográfico do Brasil, 2004.

No verão, destaca-se a atuação da massa tropical atlântica e da massa equatorial continental, ambas quentes e úmidas, que fornecem grande quantidade de umidade para a região. No período de verão é comum observar a formação de cavados,

zonas de convergência de umidade (ZCOU), zona de convergência do atlântico sul (ZCAS) e vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN) que, associados a essas massas de ar, causam instabilidade atmosférica, intensificando a precipitação, nessa época do ano.

De maneira menos intensa, atua na região a massa tropical continental, quente e seca, ela é responsável pela queda na precipitação nos momentos em que está atuando.

No inverno, ocorre o predomínio dos sistemas frontais e da massa polar atlântica. É comum se observar nessa época a atuação da massa tropical atlântica, e a intensificação da massa equatorial continental. Observa-se também a redução da atuação da massa tropical continental.

Deve-se dar destaque também a atuação do El Niño e La Niña, que provocam alterações na circulação atmosférica em baixos e altos níveis que modificam os padrões de transporte de umidade e influenciam a distribuição das chuvas. De maneira geral para a região de Jales, em anos de El Niño ocorre aumento de temperatura, podendo ocorrer também aumento de precipitação. Já os efeitos do La Niña não são tão evidentes, mas ocorre uma tendência à diminuição da precipitação nesses episódios.

Partindo da caracterização dos principais sistemas atmosféricos atuantes, foram utilizados dados registrados pela Estação Experimental de Viticultura Tropical (E EVT) de Jales que estão disponíveis no site da EMBRAPA Uva e Vinho<sup>18</sup> para a caracterização climática da região. A série histórica disponível compreende o período de 1995 a 2009. Além dos dados da Embrapa, foram utilizados os dados de precipitação do período de 1970 a 2008, disponibilizados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), através do Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo<sup>19</sup>.

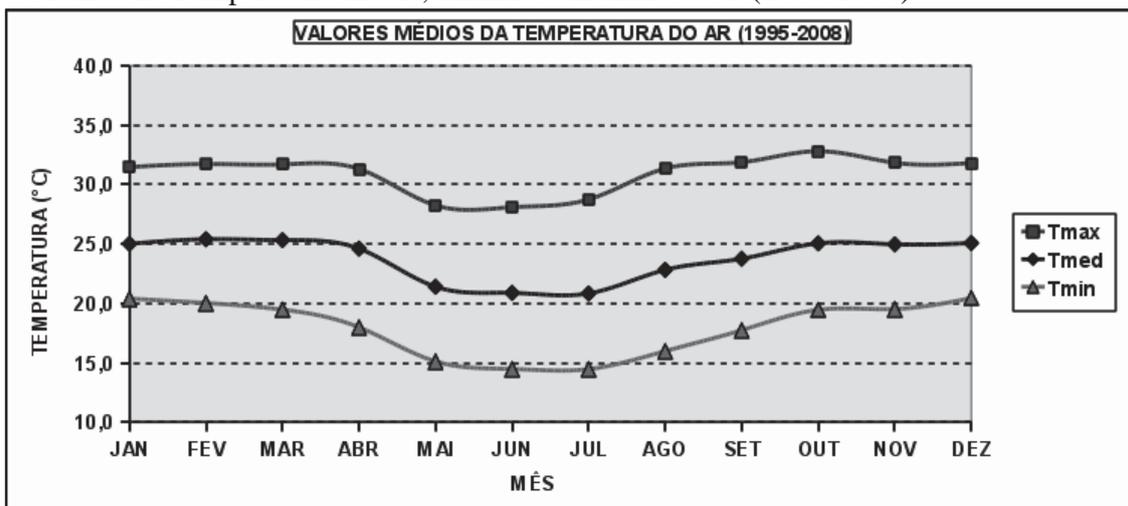
Os maiores valores da temperatura média do ar ocorreram em fevereiro e março e, os menores em junho e julho. As temperaturas mínimas apresentaram os valores mais baixos em junho e julho, sendo que, os maiores valores da temperatura máxima ocorreram em outubro e novembro, como pode ser observado no Gráfico 2.

---

<sup>18</sup> <<http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/meteorologia/>>

<sup>19</sup> <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>

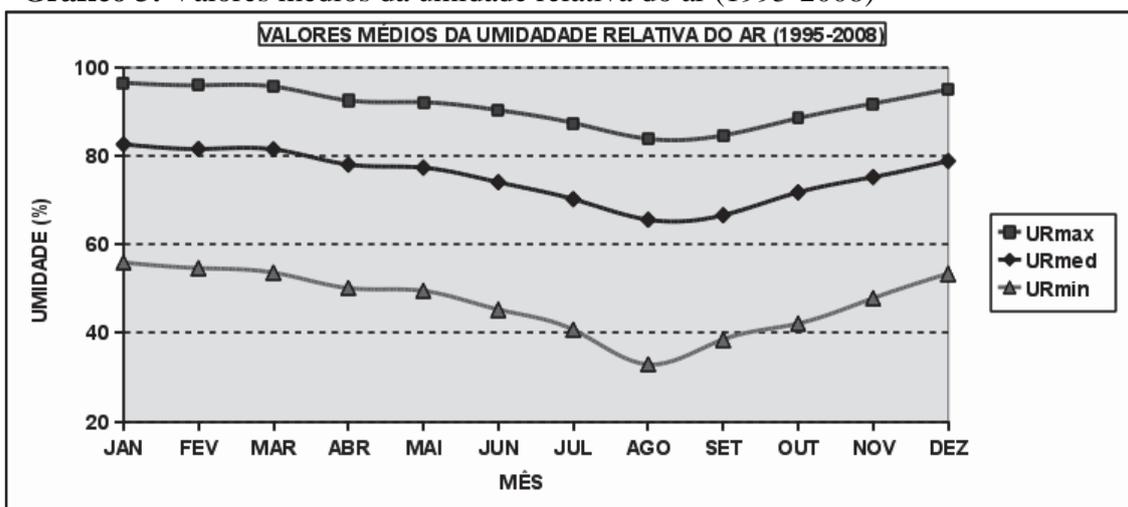
**Gráfico 2:** Temperatura média, mínima e máxima do ar (1995-2008)



Fonte: Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT) de Jales.

A umidade relativa média do ar, apresenta os maiores valores em fevereiro e os menores em agosto, como pode ser observado no Gráfico 3.

**Gráfico 3:** Valores médios da umidade relativa do ar (1995-2008)



Fonte: Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT) de Jales.

Os dados de precipitação mostram que aproximadamente 75% da precipitação anual, ocorre entre novembro e março, sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais chuvosos, tendo em média 294,5 e 207,9 milímetros de precipitação, respectivamente. Os meses com maior número de dias com chuva são dezembro e janeiro, com 15 e 17 dias com chuva, respectivamente. O período que abrange de abril a outubro, são os meses mais secos, com ocorrência de apenas 25% da precipitação anual, sendo o mês de

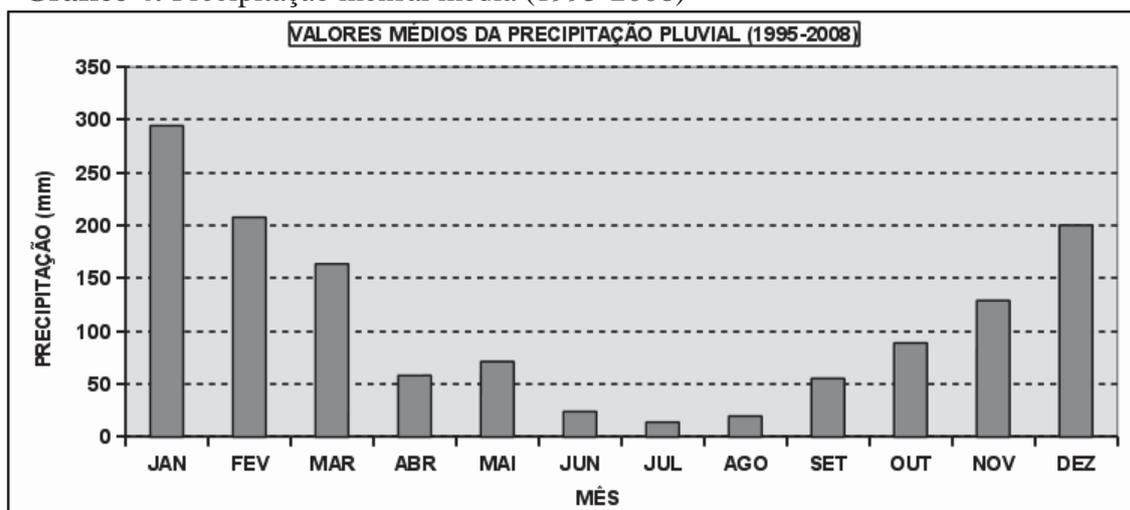
julho, o mais seco, tendo em média apenas 14 milímetros de precipitação e apenas 2 dias com chuva. Esses dados podem ser observados nos Gráficos 4 e 5 e na Tabela 1.

**Tabela 1:** Dados médios do período de 1995 a 2008

Mês	Temperatura do Ar (°C)			Umidade relativa do Ar (%)	Precipitação Pluviométrica (mm)	Evapotranspiração Tanque Classe A (mm/dia)
	Média	Máxima	Mínima			
Janeiro	25,0	31,5	20,4	83	294,5	4,2
Fevereiro	25,4	31,7	20,0	82	207,9	4,3
Março	25,3	31,7	19,5	82	163,8	4,1
Abril	24,6	31,3	18,0	78	58,2	3,7
Mai	21,4	28,2	15,1	77	71,3	3,0
Junho	20,9	28,1	14,5	74	24,1	2,9
Julho	20,8	28,7	14,5	70	14,0	3,2
Agosto	22,8	31,3	16,0	66	19,8	3,9
Setembro	23,8	31,9	17,7	67	55,4	4,3
Outubro	25,1	32,8	19,5	72	89,0	4,5
Novembro	25,0	31,8	19,5	75	129,1	4,5
Dezembro	25,1	31,8	20,4	79	200,4	4,4
<b>Total</b>	-	-	-	-	1327,6	-
<b>Médias</b>	23,8	30,9	17,9	75	-	3,9
<b>Máxima</b>	25,4	32,8	20,4	83	294,5	4,5
<b>Mínima</b>	20,8	28,1	14,5	66	14,0	2,9

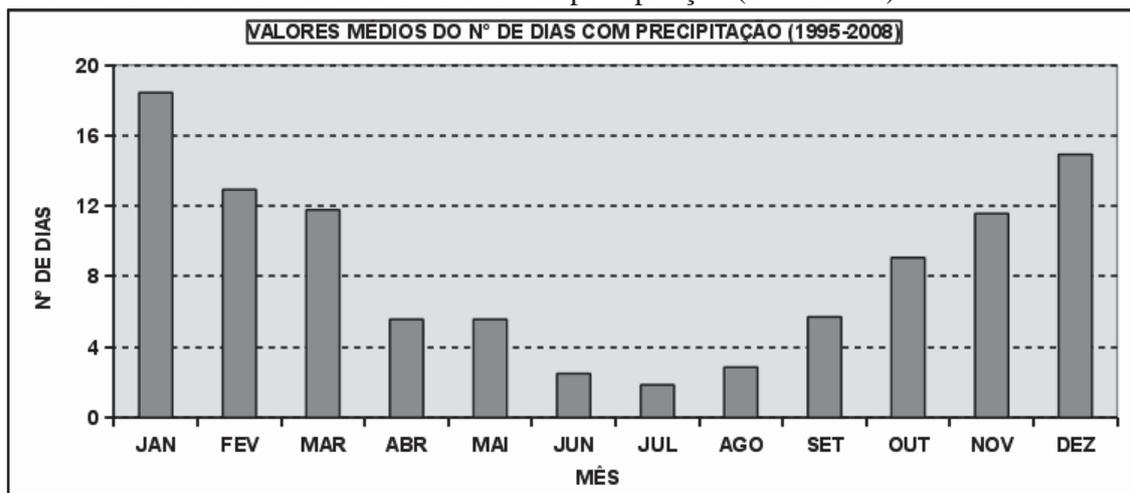
Fonte: Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT) de Jales.

**Gráfico 4:** Precipitação mensal média (1995-2008)



Fonte: Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT) de Jales.

**Gráfico 5:** Média do número de dias com precipitação (1995-2008)

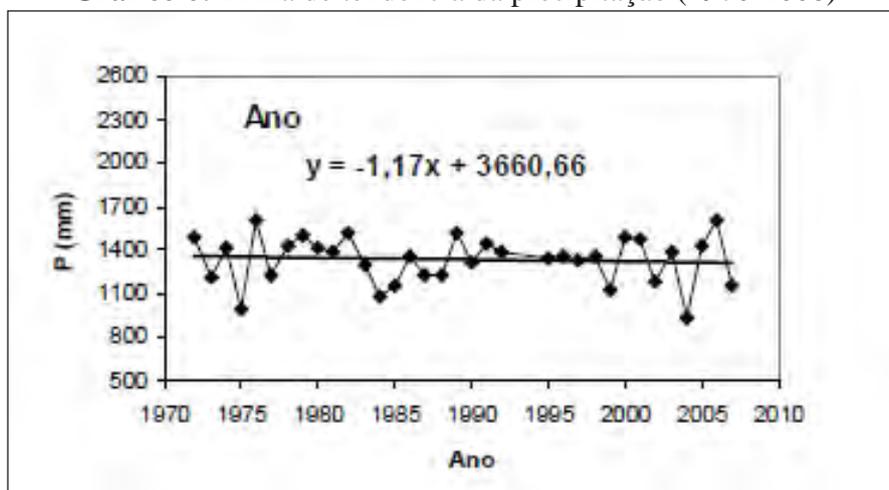


**Fonte:** Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT) de Jales.

Ainda em relação à precipitação foi observada uma leve tendência, obtida por regressão linear, utilizando-se dos dados fornecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) na série de 1970 a 2008. Os valores anuais apresentaram uma redução de 1,17 mm/ano o que, estatisticamente, não é significativo, como pode ser observado no Gráfico 6.

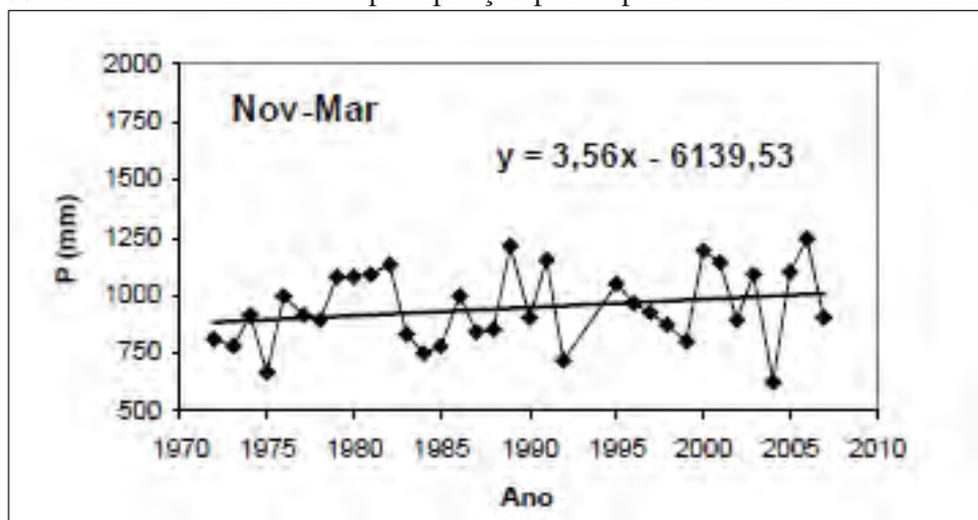
Deve-se levar em conta que a precipitação, nessa região, sofre influência importante dos fenômenos El Niño e La Niña, além de, outros elementos, como oscilações climáticas naturais de ciclos longos que podem causar alterações na precipitação. De qualquer forma, a precipitação média anual apresenta alterações interanuais, que estão relacionadas principalmente ao El Niño e a La Niña, o que é considerado normal. A linha de tendência, não apresenta variação significativa para o período.

**Gráfico 6:** Linha de tendência da precipitação (1970-2008)



**Fonte:** Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE)

**Gráfico 7:** Linha de tendência da precipitação para o período de novembro a março (1970-2008)



**Fonte:** Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE)

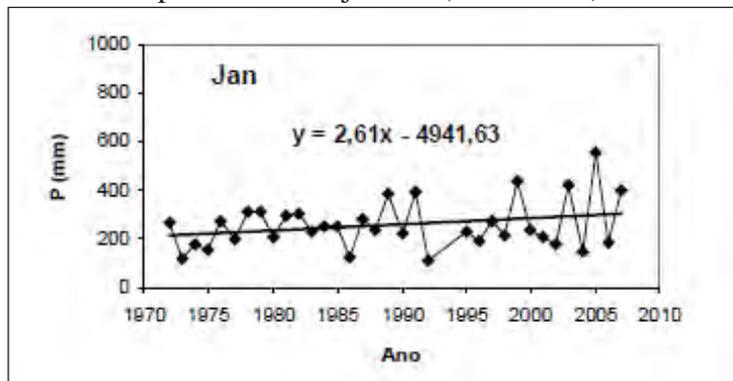
Entretanto, em relação à oscilação intra-anual, observa-se através dos gráficos 7 a 11, que as linhas de tendência apresentam aumento da precipitação entre os meses de novembro a março, acompanhado da queda de precipitação entre os meses de abril a outubro. Mesmo que os valores da linha de tendência ainda sejam pouco significativos e, levando-se em conta todos os processos que influenciam a precipitação dessa região, é importante fazer o acompanhamento dos dados e da tendência, pois ela pode ser um primeiro indicativo da concentração da precipitação nos meses de verão, associados às precipitações intensas, capazes de causar transtornos tanto na área urbana como rural. A concentração da precipitação nos meses de verão vem acompanhada de episódios cada vez mais prolongados de estiagens nos meses de inverno.

Os dados mostram que, de 1970 a 2008, as chuvas tenderam a se concentrar, no período entre novembro a março, com taxa de 3,56 mm/ano. Sendo que, os meses de janeiro e fevereiro apresentaram maior aumento da precipitação, com taxas de 2,61 mm/ano e 1,61 mm/ano, respectivamente, como pode ser observado nos Gráficos 8 e 9.

Esse aumento da concentração da precipitação nos meses do verão, principalmente janeiro e fevereiro, vem causando impactos para a região de Jales, notadamente a partir do ano 2000, como colocado por Ugeda Júnior (2007). Os totais anuais de precipitação quase não variaram, entretanto, vem ocorrendo episódios cada vez mais concentrados de precipitação nos meses do verão, o que provoca problemas como enchentes e aumento de doenças de veiculação hídrica, como leptospirose e a dengue. Outras consequências, como queda na produção agrícola, principalmente, na

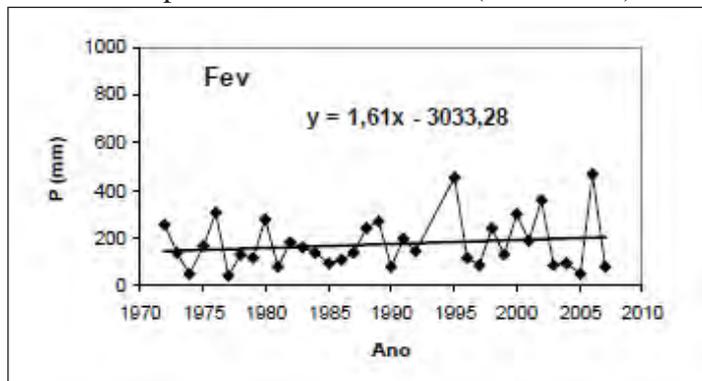
fruticultura e hortaliças que são carros chefes da economia agrícola do município, e degradação das estradas rurais, vêm ocorrendo com mais intensidade nos últimos anos.

**Gráfico 8:** Linha de tendência da precipitação para o mês de janeiro (1970-2008)



**Fonte:** Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE)

**Gráfico 9:** Linha de tendência da precipitação para o mês de fevereiro (1970-2008)

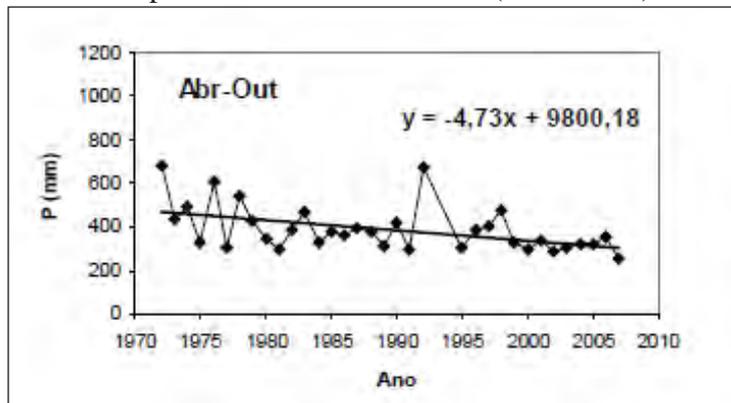


**Fonte:** Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE)

Em contrapartida, vêm ocorrendo uma tendência de redução das chuvas para o período de abril a outubro, a uma taxa de 4,73mm/ano, como pode ser observado no Gráfico 10. Os meses de maio, junho e agosto não apresentaram variações significativas da precipitação. Os meses de abril, julho, setembro e outubro apresentaram redução na pluviosidade, sendo que, a maior redução (1,69 mm/ano) foi observada no mês de outubro, como pode ser observado no Gráfico 11.

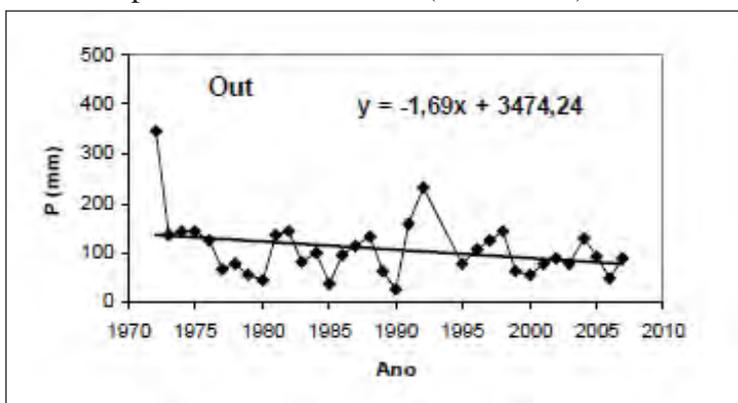
Por outro lado essa tendência de redução da precipitação nos meses de abril a outubro também trazem algumas consequências, como, por exemplo, o aumento das doenças respiratórias devido à baixa umidade relativa do ar, e também queda na produtividade agrícola devido ao aumento do stress hídrico.

**Gráfico 10:** Linha de tendência da precipitação período de abril a outubro (1970-2008)



**Fonte:** Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE)

**Gráfico 11:** Linha de tendência da precipitação para o mês de outubro (1970-2008)



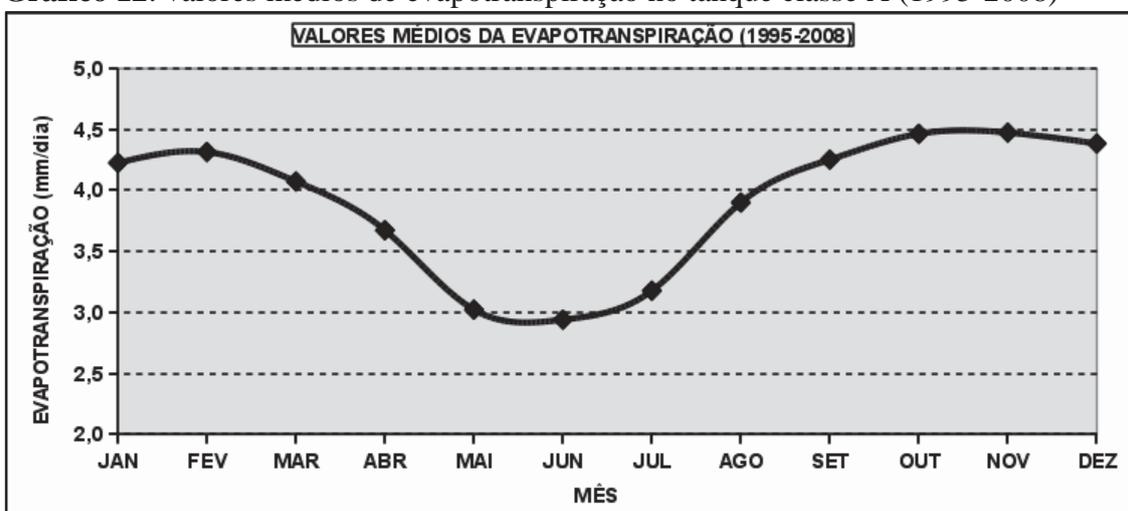
**Fonte:** Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE)

Deve se destacar que a tendência de concentração da precipitação, notadamente nos meses de janeiro e fevereiro deve ser acompanhada com bastante atenção, pois a ocorrência de eventos concentrados ou extremos de precipitação pode, além dos prejuízos econômicos, colocar em risco a vida das pessoas. Portanto os locais já identificados como pontos de ocorrência de enchentes devem estar sempre em monitoramento.

Destaca-se por fim, que em relação às linhas de tendência da precipitação, os dados mostram que pode estar ocorrendo uma tendência de concentração. Entretanto fenômenos como El Niño e La Niña, ou oscilações naturais de ciclos longos devem ser levadas em consideração.

Como pode ser observado no Gráfico 12, os meses que apresentam as maiores taxas de evaporação no tanque classe A são setembro, outubro e novembro, devido, provavelmente, as temperaturas se apresentarem mais elevadas no período da tarde, e a maior ocorrência das temperaturas máximas, além da ocorrência de ventos com maior velocidade.

**Gráfico 12:** valores médios de evapotranspiração no tanque classe A (1995-2008)



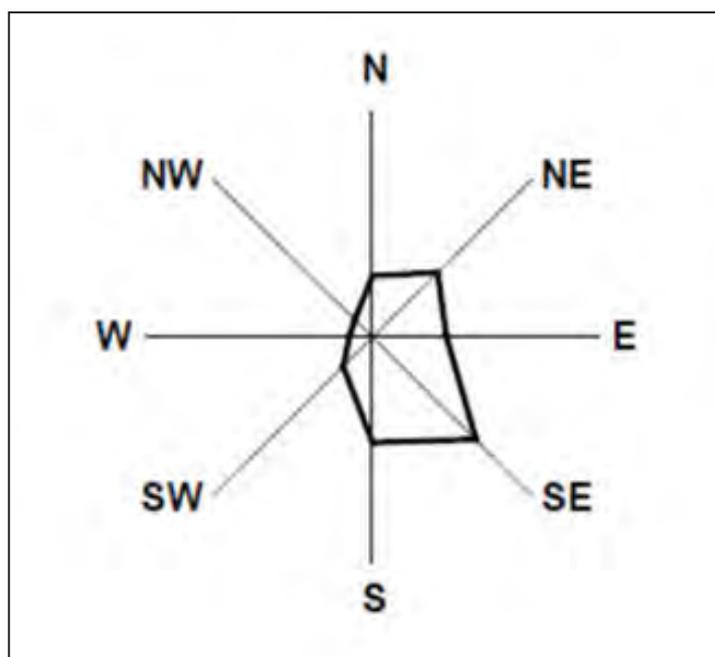
**Fonte:** Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT) de Jales.

Em relação à velocidade e direção do vento para a região de Jales, foram utilizados os dados horários obtidos através da estação meteorológica automática da EEVT (20°16'S, 50°33'W e 483m). Essa estação foi instalada no final de 2003, e os dados coletados entre os anos de 2004 e 2009. A estação conta com um sensor de velocidade e direção de vento instalado a 2,0 metros de altura, e conectado a um sistema automático de aquisição de dados. São utilizados oito intervalos correspondentes a cada

direção do vento: Norte (N), Nordeste (NE), Leste (E), Sudeste (SE), Sul (S), Sudoeste (SW), Oeste (W) e Noroeste (NW).

De modo geral, a velocidade média do vento em Jales é igual a 1,1m/s, (3,96km/h) sendo de 1,2m/s (4,75km/h) durante o dia e de 1,0m/s (3,6km/h) durante a noite. Preferencialmente, 61,5% dos ventos se situam na faixa de 1,0m/s a 2,0m/s, (3,6 a 7,2 km/h) sendo que, durante o dia esse percentual sobe para 78,6%. No período noturno, entretanto, a maior parte dos ventos (57,3%) são inferiores a 1,0m/s. Os dados médios horários mostram que, os ventos predominantes na região apresentam, em geral, baixa velocidade, sendo que, o valor máximo registrado no período foi de 5,1m/s (18,3km/h).

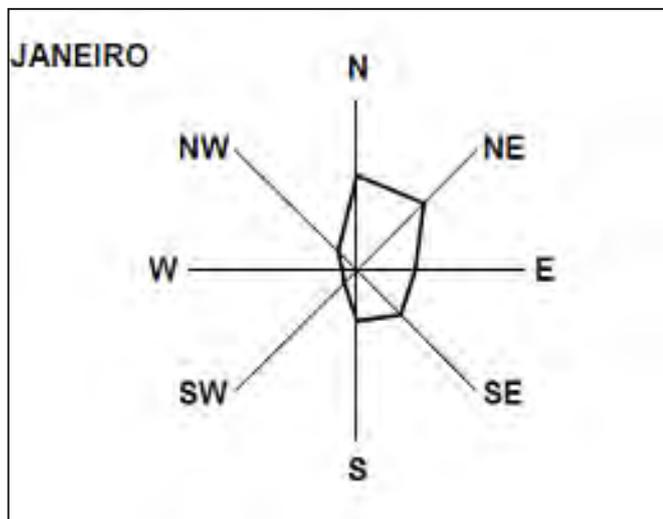
Observa-se que, de maneira geral, predominam na região, os ventos Sudeste e Sul, como pode ser observado na Figura 7. Essa predominância, também ocorre entre os meses de abril a novembro. Nos demais meses há uma melhor distribuição entre as direções N, NE, E, SE e S, como pode ser observado no anexo I.



**Figura 7:** Direção predominante dos ventos em Jales-SP (2004-2009)  
**Fonte:** Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT) de Jales.

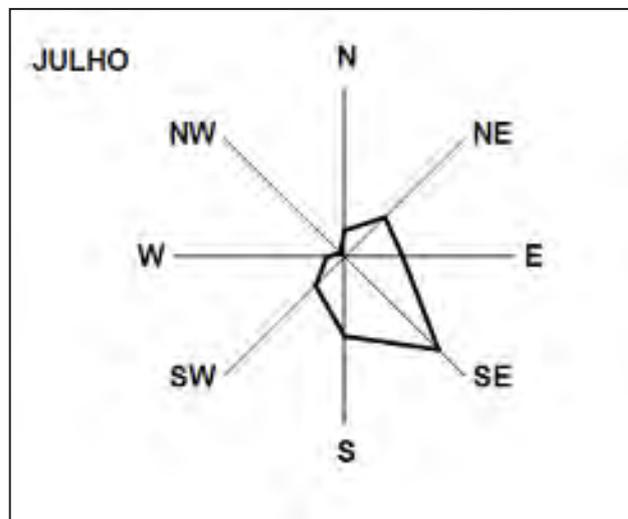
Em relação à direção predominante dos ventos para os meses de janeiro e julho, existem diferenças significativas, sendo que, o mês de janeiro é caracterizado pela maior ocorrência de ventos norte, nordeste, leste e sudeste, enquanto que o mês de julho é marcado pela predominância dos ventos sudeste, como pode se observado nas Figuras 8

e 9. Essa variação da direção predominante dos ventos pode influenciar a configuração as ilhas de calor observadas, sendo esse, um elemento importante para explicar os resultados encontrados nos trabalhos de campo realizados nesses meses.



**Figura 8:** Direção predominante dos ventos para o mês de janeiro, em Jales-SP (2004-2009)

**Fonte:** Estação Experimental de Viticultura Tropical (EEVT) de Jales.



**Figura 9:** Direção predominante dos ventos para o mês de julho, em Jales-SP (2004-2009)

A direção predominante do vento para os demais meses, e para os períodos do dia e da noite pode ser observada no anexo II.

De forma geral, essas são as principais características climáticas para a região de Jales. Ter clareza dessa configuração climática é fundamental para que se possa realizar uma caracterização espacial adequada.



**Capítulo 3:**  
**Caracterização geoambiental e urbana**

### Capítulo 3

#### Caracterização geoambiental e urbana.

##### 1. Cartas de indicadores ambientais

As cartas de indicadores ambientais são as que apresentam as características ambientais da área de pesquisa. Tais cartas têm o objetivo de expor a situação do sítio urbano no momento da coleta dos dados. Assim, oferecem o aporte necessário para a compreensão da situação do sítio urbano em relação aos indicadores ambientais eleitos. Ressalta-se que, os trabalhos para coleta de dados e produção das cartas a seguir foram realizados nos anos de 2005, 2006 e 2007, e tais cartas foram publicadas por UGEDA JÚNIOR, 2007.

##### 2. O uso do solo

Diagnosticar e compreender o uso do solo urbano é uma das principais informações, senão a informação mais importante, para o gestor ou planejador urbano, pois é ela que apresenta as características físicas, sociais e ambientais da cidade. Dessa forma, são informações de extrema relevância para se compreender as unidades diferenciadas da paisagem, e quais são suas relações com o clima urbano.

A carta de uso do solo (Figura 10), apresentada neste trabalho, foi elaborada a partir da planta-base da cidade de Jales, atualizada em janeiro de 2007, na escala 1:5000, que favorece a visualização de cada tipo de uso do solo por lote. A partir da base cartográfica, partiu-se para o trabalho de campo, de modo que, foram percorridas todas as ruas da cidade, e foram identificados todos os tipos de uso por lotes.

Os usos do solo foram assim classificados:

##### I. Áreas construídas:

Uso residencial:	Residências uni - familiares ou coletivas.
Uso comercial:	Lojas, concessionárias de veículos, bares, cinemas, postos de combustível etc.
Uso de serviços:	Oficinas mecânicas, serralherias, madeireiras, bancos, escritórios, escolas, atendimento médico etc.
Uso Industrial:	Indústria química, de fertilizantes, de embalagens, de algodão etc.
Lotes não construídos:	Lotes passíveis de construção, mas que se encontram não utilizados.

## II. Espaços livres de edificação:

Praças, parques, clubes, jardins, sistema de lazer, áreas institucionais, áreas não edificáveis etc.

Diversos autores apresentados na bibliografia relacionam os tipos de uso do solo com a qualidade ambiental. Sabendo-se que certos tipos de uso são mais agressivos ao ambiente e, potencialmente poluidores, pode-se ter uma carta dos pontos de poluição através de inferências feitas na carta de uso do solo. Por exemplo, mecânicas e postos de combustível são usos potencialmente poluidores; logo, diagnosticar em quais áreas da cidade esses usos ocorrem preferencialmente, permite identificar os pontos de poluição, sem a necessidade de medições diretas, uma vez que, essas são de difícil acesso e demasiadamente onerosas, o que se torna um problema ainda maior em municípios médios e pequenos, pela falta de recursos e estrutura.

Na área central, a região comercial e de serviços predominante se localiza entre a Avenida João Amadeu e a Rua 2, no quadrilátero leste do mapa( bairro nº 1), também em toda a extensão da Avenida 21 ( bairros nº1, 58, 59 e 61), quadrilátero norte do mapa, além de toda a extensão da Avenida Francisco Jalles, que passa pelos bairros número 72, 1, 40 e 33.

Os parques industriais I, II e III, também apresentam maior ocorrência de usos comerciais e de serviços, sendo que, o uso industrial apresenta baixa ocorrência e pode se apresentar de forma pontual.

Os corredores de ligação onde se concentram, preferencialmente, os usos comerciais e de serviços são: Rua Nova York, que passa pelos bairros nº 25, 26, 27, 28 e 23; Avenida Salustiano Pupim, que passa pelos bairros, nº 10, 11, 12, 13,14 e 15; Rua das Palmeiras, que passa pelos bairros nº, 5, 6, 84, 85, 86 e 82; Avenida Arapuã, que passa pelos bairros nº, 65, 66, 67 e 68; Rua Professor Rubião Meira, que passa pelos bairros nº, 43 e 50; Rua Airton Senna da Silva, que passa pelos bairros nº,56, 57 e 59; Avenida Industrial, que passa pelo bairro nº, 29; Rua Aurélio Fernando da Silva, que passa pelos bairros nº, 61 e 62 e Rua 24; que passa pelos bairros nº 1, 87, 71, 72 e 73.

Em relação ao uso do solo, ocorrem problemas em função da mistura de usos incompatíveis na mesma área, da intensificação do trânsito, da geração de poluentes, enfim, deve-se dar atenção espacial aos usos do solo comercial, de serviços, e industrial, principalmente se ocorrerem próximos a áreas residenciais.



### **3. A ocupação do solo**

A carta de ocupação do solo foi feita a partir do índice de ocupação calculado através do número de lotes construídos e não construídos em cada bairro. Assim, chegou-se a um dado concreto, que diz respeito ao percentual de lotes construídos.

Os dados obtidos foram organizados em um banco de dados, chegando-se ao percentual exato da ocupação de cada bairro. Porém, para fins didáticos, os percentuais foram agrupados em seis classes: áreas não loteadas, taxa de ocupação entre 0 a 20%; taxa de ocupação entre 21 a 40%; taxa de ocupação entre 41 a 60%; taxa de ocupação entre 61 a 80% e taxa de ocupação entre 81 a 100%.

Dentro desta classificação, verificou-se que a média de ocupação para o perímetro urbano de Jales é de 77,07% e que a classe modal é a de 80 a 100 %.

Através da revisão bibliográfica, notou-se que a maioria dos autores, concorda com taxas de ocupação inferiores a 60%, e nesse sentido, a cidade de Jales apresenta uma taxa de ocupação relativamente alta. Esse problema pode ser resolvido, com a implantação de um número maior de equipamentos urbanos como praças, parques, enfim, espaços livres de edificação de uma forma mais ampla. Porém, quando se parte para as análises por bairros, percebe-se que a classe modal é a de 81 a 100%, o que intensifica o problema. Isso quer dizer que, a maioria dos bairros da cidade tem índices de ocupação superiores a 80%, muito acima do sugerido pela maioria dos autores.

Assim, uma das alternativas para solucionar o problema, pode ser a utilização dos espaços não loteados dentro do perímetro urbano, para a criação de espaços livres de edificação e a desapropriação de áreas de interesse ambiental ou social para proteção. Porém, essas alternativas demandam grande quantidade de recurso financeiro.

Outra saída seria através de uma legislação mais rígida quanto aos índices de aproveitamento e da intensificação da fiscalização das construções, associada a um esforço, no sentido de conservar maiores áreas destinadas aos espaços livres de edificação e, menores índices de aproveitamento dos lotes nos loteamentos a serem implantados.

Através desta metodologia, averiguou-se que a área central (nº 1), bem como os bairros que a rodeiam, e a área nordeste do mapa, os bairros nº 43, 46, 47, 48 e 49, além dos conjuntos habitacionais números (nº 51, 52, 53, 65, 67, 68 e 70) e o Parque Industrial I (nº 29), apresentados na cor violeta no mapa, são os bairros de maior índice de ocupação, 81 a 100% de lotes ocupados, como pode ser observado na Figura 11: carta de ocupação do solo.

Foram observados casos como os da Vila São José (nº 4), Vila Santa Inês (nº 26) e Vila Norma (nº 7) com o índice de ocupação de 100%. Esses três casos são apenas exemplos de 11 bairros, em que a taxa de ocupação é de 100%. Isso equivale a dizer que 13,1% dos bairros de Jales não contam com nenhum espaço livre de construção, ou com equipamentos públicos urbanos, além de terem todos os seus lotes ocupados.

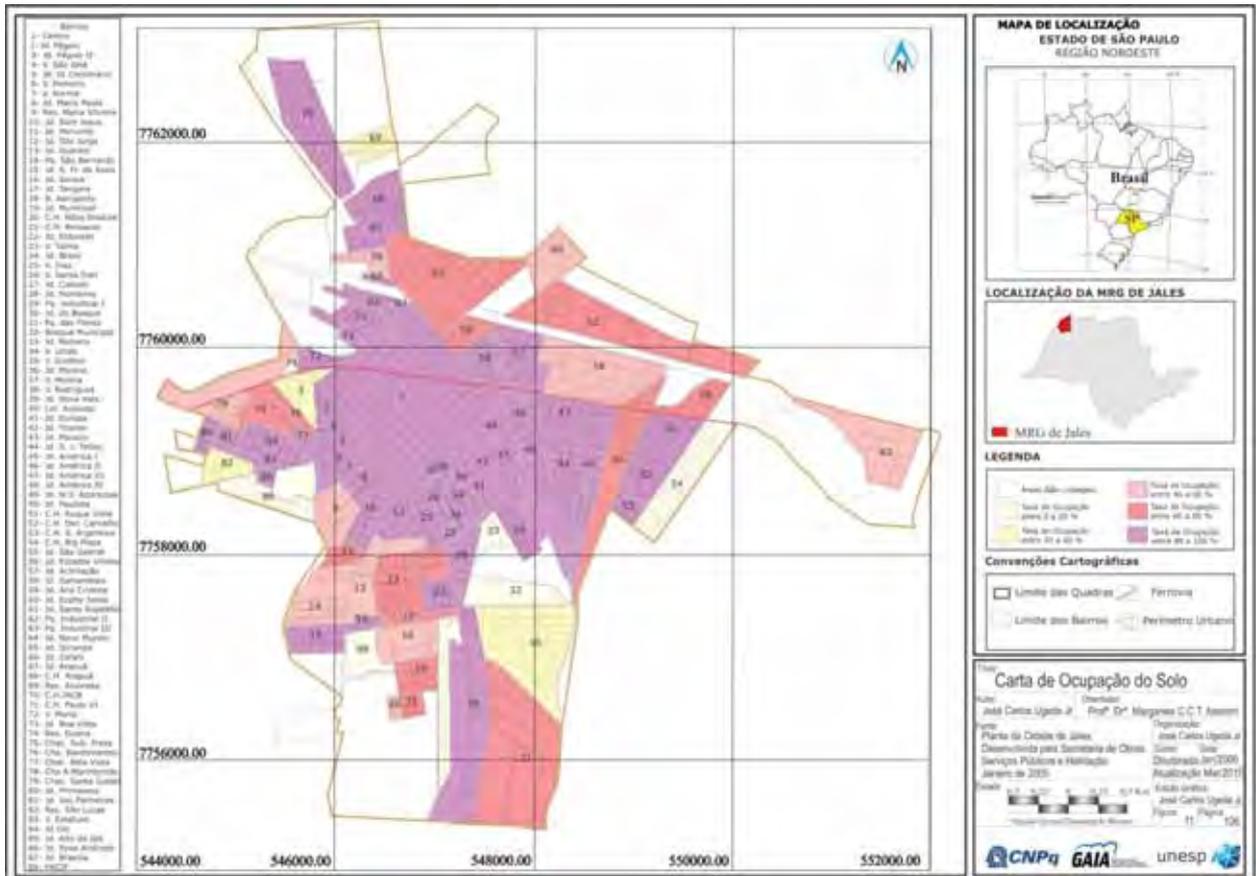
A área central da cidade apresenta uma taxa de ocupação de 96,1%, taxa considerada alta. Outra característica que, via de regra, ocorre em grande número de cidades brasileiras, é o alto índice de ocupação nos conjuntos habitacionais, fato que não poderia ser diferente em Jales. Todos os conjuntos habitacionais da cidade apresentam taxas de ocupação acima de 75%, sendo que, a maioria está classificada entre 81 a 100%. Essa estratégia, baseada em uma visão puramente economicista, resulta na queda da qualidade ambiental e na qualidade de vida dos moradores dessas áreas.

Todas as áreas citadas acima, que estão representadas na Figura 11 através da cor roxa, são áreas densamente ocupadas (com percentual de ocupação acima de 80%) e recobrem muitos bairros da cidade. São elas, que para esse trabalho, apresentam os maiores problemas em relação à ocupação do solo, pois a alta densidade de ocupação é um dos fatores capazes de gerar e intensificar as ilhas de calor urbanas.

Nesses espaços, já densamente ocupados, é demasiadamente oneroso, tanto financeira quanto politicamente encontrar soluções para os problemas. Financeiramente, devido à necessidade de recursos que nem sempre estão disponíveis e, politicamente, porque disciplinar a ocupação quando já efetivada, requer desapropriações ou intervenções diretas em construções já acabadas que não respeitam a legislação. Este fato gera conflitos de interesse entre o poder público e os proprietários de tais construções. Em geral, os gestores preferem evitar esses conflitos.

Outra solução para o problema seria por meio de intervenções nas áreas que ainda não foram densamente ocupadas. Em todos os outros setores da cidade, o poder público deveria disciplinar de maneira mais efetiva a ocupação do solo. Associado a isso, deve-se construir um sistema contínuo de vegetação, que como será visto mais adiante, a vegetação planejada é capaz de minimizar os impactos da urbanização, principalmente em relação à poluição atmosférica e a minimização das ilhas de calor, além de aumentar a umidade relativa do ar, e aumentar o conforto térmico, através do sombreamento e da transformação de calor sensível em calor latente, realizado pela evapotranspiração.

Capítulo 3: Caracterização geoambiental e urbana



A cidade de Jales apresenta alto percentual de ocupação do solo, característica comum à maioria das cidades do mundo, entretanto, alta densidade de ocupação significa a potencialização de problemas tanto ambientais como de infraestrutura urbana, portanto, é extremamente recomendável, que o poder público atue de maneira mais efetiva e realize o controle mais rigoroso nos novos loteamentos, em relação à existência de espaços livres de construção. Nas áreas já densamente ocupadas, também é muito importante que se adote uma das medidas paliativas ou compensatórias descritas acima, dando o devido destaque à capacidade da vegetação em trazer melhorias à qualidade ambiental urbana.

#### **4. Os Espaços Livres de Edificação**

A Figura 12 apresenta todos os espaços livres de edificação existentes na cidade de Jales e sua classificação, definidos neste trabalho, segundo Nucci (1996, p. 152), “como um sistema de espaços urbanos destinados a todo tipo de utilização relacionada aos pedestres, em oposição ao sistema viário destinado aos usos motorizados”. Portanto, descanso, passeio, prática de esportes, entretenimento, e que não podem ser ocupados a não ser por equipamentos públicos voltados à preservação ambiental, à estética e ao lazer. Os espaços que apresentavam predomínio da vegetação, foram considerados como áreas verdes.

Através do levantamento feito por meio de pesquisa no cadastro da prefeitura municipal de Jales, e complementado por trabalhos de campo, foram identificadas 118 áreas destinadas a espaços livres de edificação. Considera-se que esses espaços podem, se efetivamente implantados, melhorar a qualidade ambiental das áreas onde estão instalados, tendo em vista, os benefícios trazidos pela vegetação, tanto no que se refere ao clima urbano, à diminuição do escoamento superficial, à estética, ao bem-estar dos moradores, à sensação de conforto térmico e a proximidade com a natureza que eles proporcionam.

Através da Figura 12, pode-se observar que, justamente as áreas de maior índice de ocupação, são as que menos dispõem de espaços livres de edificação, fato este, que intensifica os problemas ambientais. Isso pode ser observado a sul e a nordeste do centro da cidade, além do Jardim Santo Expedito (nº 61), do Parque Industrial I (nº 29) e II (nº 62) e do Conjunto Habitacional José Antonio Caparroz Bogaz (nº 70).

Por meio da Figura 12, é possível constatar que, a maioria dos espaços livres de edificação é destinada ao sistema de lazer, porém, a Figura 13 demonstra que, na maior

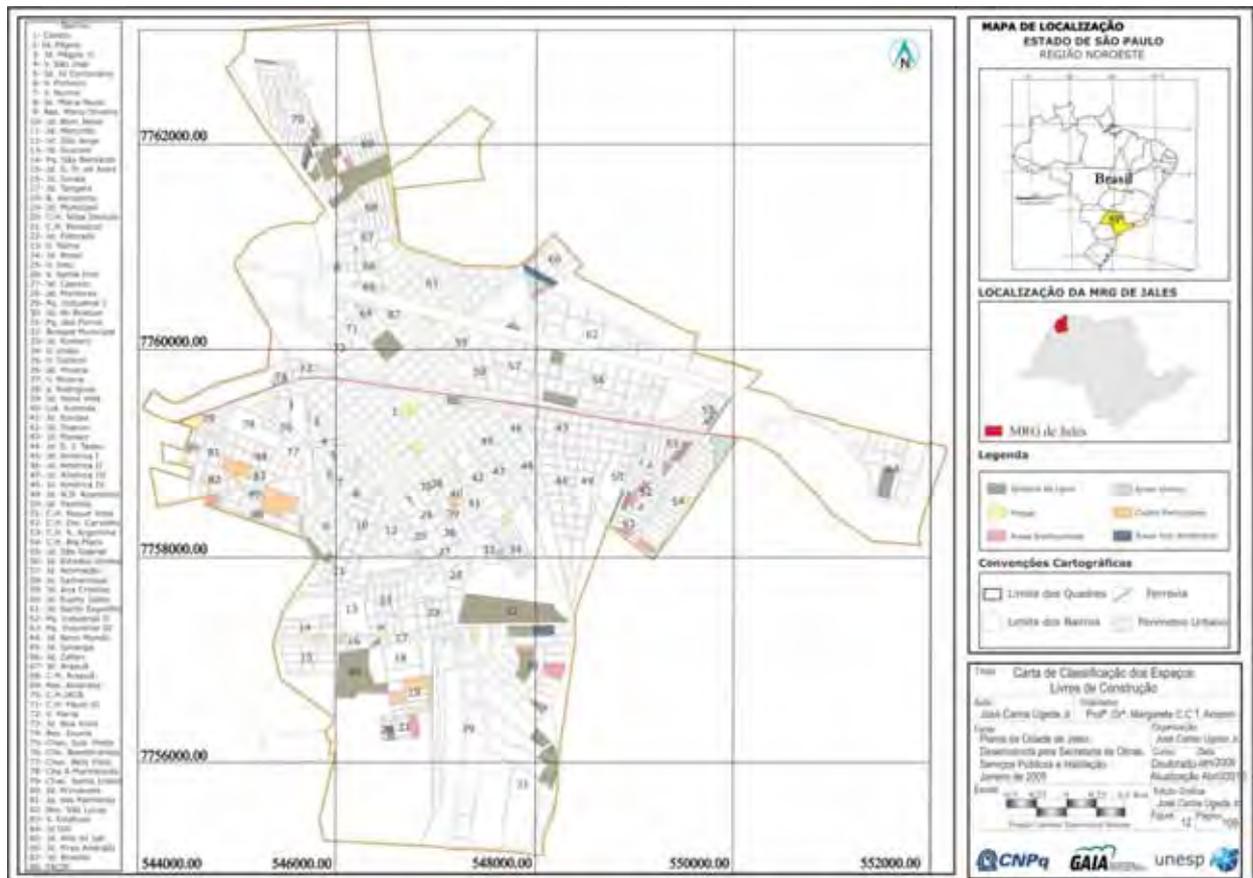
parte desses espaços não há predomínio de vegetação. Nota-se na Figura 13, que dos 118 espaços livres de edificação, apenas 34 são predominantemente ocupados por vegetação, fator que define as áreas verdes para este trabalho. Como as áreas verdes destinadas, por lei, apresentadas na Figura 12 não são ocupadas por vegetação, elas deixam de ser uma área verde de fato. Esses números ressaltam a insuficiência do sistema de áreas verdes para a cidade de Jales.

Um grave problema identificado durante os trabalhos de campo foi o fato de que muitos desses espaços que existem legalmente, não foram efetivamente implantados. Na prática, 57% dos 118 espaços livres de construção existentes na cidade de Jales, não foram efetivamente implantados, o que é grave, pois mais da metade dos espaços que seriam capazes de gerar melhoria na qualidade ambiental podem estar na verdade realizando o efeito oposto. Isso porque, os espaços que não foram efetivamente implantados, estão relegados ao abandono, por não serem ocupados com equipamentos que os tornem atraentes para a população e, acabam sendo indevidamente utilizados, como locais de depósitos de resíduos, usos de drogas ou ocorrência de assaltos.

Ressalta-se que existem bons espaços destinados ao sistema de lazer. Eles aparecem em áreas de grande concentração populacional e de ocupação intensa, estão localizados em áreas de população de baixa renda, sendo espaços capazes de gerar grande melhoria nas áreas onde se encontram como é o caso do Jardim do Bosque (nº 30), do Conjunto Habitacional José Antonio Caparroz Bogaz (nº 70), do Conjunto Habitacional Santo H. Argentina (nº 53) e do Conjunto Habitacional Dercílio J. Carvalho, (nº 52). Tais espaços, porém, ainda não foram implantados de fato. A efetiva ocupação desses espaços, por parte do poder público, não demandaria grandes somas de recurso financeiro, e, em contrapartida, haveria uma melhoria substancial da qualidade ambiental da área onde estão instalados, especialmente em relação a sua arborização.

A ausência de vegetação nos espaços livres de construção, também se apresenta como um problema grave, como pode ser observado na Carta dos Espaços Livres de Edificação e Áreas Verdes (Figura 13). Apenas 34 dos 118 espaços livres de edificação contam com vegetação, sendo que, algumas dessas áreas apresentam vegetação nativa e não foram implantadas de fato. Perceber que as áreas dos loteamentos mais recentes, principalmente as pertencentes aos conjuntos habitacionais, não foram efetivamente ocupadas e, tampouco são recobertas por vegetação.

Capítulo 3: Caracterização geoambiental e urbana





Ressalta-se por fim, que muitas praças são compostas por uma área muito pequena e que, embora sejam recobertas por vegetação, elas não chegam efetivamente a gerar benefícios nas áreas em que ocorrem.

Destacam-se positivamente as áreas da FACIP (nº 88), o Bosque Municipal (nº 32), as áreas verdes do Jardim do Bosque (nº 30) e do Parque Industrial III (nº 63), que, embora necessitem de maior atenção do poder público, são espaços que detêm grandes áreas permeáveis, além de resquícios de mata que devem ser preservados e utilizados de forma adequada. São espaços que têm capacidade de abrigar equipamentos públicos destinados ao lazer e, ao mesmo tempo, preservar as mata remanescente, tornando-se assim, atraentes à população e mantendo, também, sua função ambiental.

Conclui-se que, embora exista um número significativo de espaços livres de construção na cidade, a maioria deles (57%) não foi efetivamente implantada, e o que chama mais atenção é o fato de que, dos 118 espaços existentes, apenas em 34 existe predominância de vegetação urbana. Esses dois problemas são graves, destacando-se principalmente a ausência de vegetação, pois, ela traz inúmeros benefícios para a melhoria da qualidade ambiental, minimizando a poluição, melhorando o conforto térmico e reduzindo a intensidade das ilhas de calor. Destaca-se por fim, que recompor as áreas com vegetação requer baixo custo financeiro, além de trazer muitos benefícios.

## **5. Densidade Populacional**

A Figura 14 apresenta a carta de densidade populacional, de modo que, as áreas na cor vermelha escura são as áreas de maior concentração demográfica, com população superior a 800 habitantes por setor censitário. Essa informação é extremamente importante para o poder público, no sentido de direcionar políticas de gestão ambiental nessas áreas, pois, os possíveis problemas podem afetar maior número de pessoas.

Alta densidade populacional está diretamente relacionada com desconforto, riscos de doença, deficiência no abastecimento em geral, problemas na eliminação e deposição de lixo, mal estar, ruídos, poluição, falta de privacidade, competição, congestionamento nas ruas, escassez de espaços livres para o lazer, falta de participação popular, em resumo, deterioração da qualidade de vida urbana [...] (NUCCI, 1996, p. 123)

A Figura 14 demonstra que as densidades populacionais mais altas estão concentradas na periferia da cidade, mais especificamente, nos conjuntos habitacionais e em alguns bairros residenciais. Tais características são explicadas, devido, principalmente, ao tamanho dos lotes, que são menores que os do centro da cidade, e ao tipo de uso, pois, no centro existem também usos não residenciais.



Os bairros que apresentam acima de 800 habitantes por setor censitário são, em sua maioria, conjuntos habitacionais, e alguns bairros de baixa renda, com lotes pequenos e, que normalmente, não contam com espaços livres de edificação. Boa parte desses bairros tem taxas de ocupação acima de 80%.

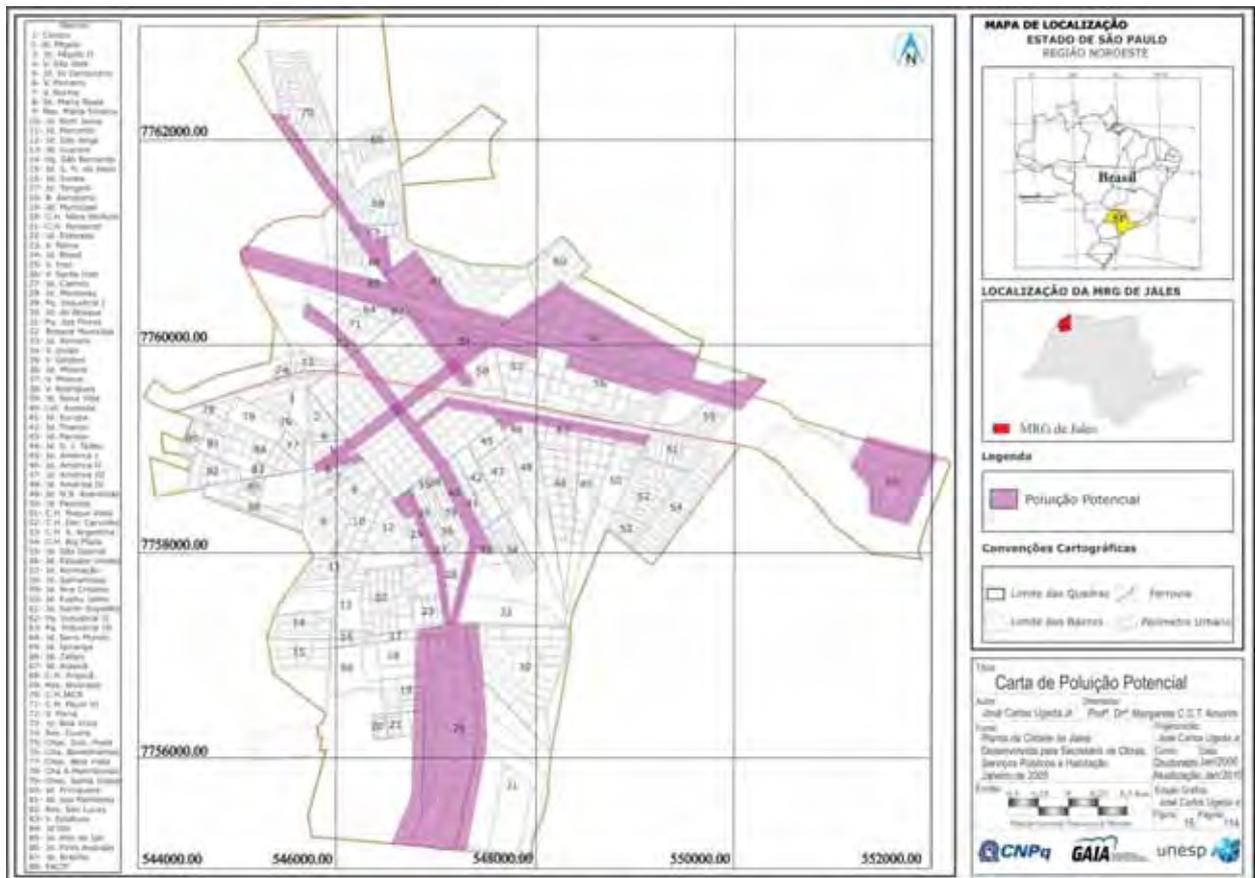
As áreas consideradas com problema são os bairros que apresentam mais de 800 habitantes por setor censitário, especialmente, aqueles densamente ocupados, de baixa renda, conjuntos habitacionais, com ausência de vegetação ou de espaços livres de construção. Pois tais fatores são geradores em potencial de anomalias climáticas, como ilhas de calor e intensificação da poluição.

## **6. Fontes Potencialmente Poluidoras**

Averiguar a poluição ambiental urbana, através de medições diretas é demasiadamente oneroso, fato que, se intensifica em cidades pequenas e médias, como é o caso de Jales. A cidade, além de não dispor de recursos financeiros, para contratar serviços especializados, se encontra distante da capital do estado, onde ocorrem as medições da qualidade do ar. Mesmo que a CETESB esteja passando por um processo de descentralização, e já tenha instalado uma agência ambiental no município de Jales, ela ainda não conta com equipamentos que monitorem a qualidade do ar. Entretanto, deve-se reconhecer que ela vem atuando de maneira mais direta na fiscalização e no combate a outras formas de poluição.

Tais fatos geraram a necessidade de pesquisar metodologias alternativas para se avaliar os pontos de poluição, por meio, de indicadores que estivessem disponíveis na área. Através da revisão bibliográfica, foi verificado que diversos autores relacionavam qualidade ambiental e pontos de poluição aos possíveis usos do solo. A ideia apresentada por Nucci, 1996, se mostrou adequada e passível de execução nesse trabalho. Trata-se de verificar, em quais locais da cidade ocorrem alguns tipos de uso do solo, potencialmente geradores de poluição. Demarcadas essas áreas, chega-se à carta dos pontos de poluição (Figura 15). Os usos potencialmente poluidores e relevantes para a realidade de Jales são: oficinas mecânicas, funilarias e pintura, borracharias, postos de combustível, marmorarias, serralherias, torrefações, algodoieiras, transportadoras, depósitos em geral, alguns usos industriais, além do aeroporto municipal e das principais vias de circulação da cidade.

Capítulo 3: Caracterização geoambiental e urbana



Pela metodologia exposta, chegou-se à carta dos pontos de poluição, apresentada na Figura 15, onde se observa que os parques industriais I, II e III (nº 29, 62 e 63), os bairros, às margens da rodovia Euclides da Cunha (nº 55, 57, 59, 59, 61, 87, 65 e 64), e as principais vias de ligação, onde se concentram também os corredores comerciais e de serviços são as áreas, de maior ocorrência dos pontos de poluição.

Algumas alternativas de baixo custo, capazes de minimizar a poluição atmosférica, são o aumento da arborização dos corredores de ligação, bem como das suas vias paralelas e, também a arborização dos parques industriais, além da criação de áreas verdes, e que estas sejam isoladas por um cinturão verde, que possibilite um clima mais agradável, bem como melhores condições do ar. O objetivo é afastar os moradores do estresse do dia a dia urbano e os aproximar da natureza.

A vegetação urbana, além de melhorar a qualidade do ar e impedir que a poluição se dissipe pelo bairro, traz benefícios em relação ao clima urbano, pois ela tem a capacidade de minimizar a formação das ilhas de calor e ilhas secas.

Tendo em vista que, os processos de urbanificação, baseados no deslocamento de usos potencialmente poluidores para outras áreas são demasiadamente onerosos, ressalta-se a capacidade das áreas verdes e da arborização das vias na melhoria da qualidade ambiental na redução dos impactos da poluição atmosférica, pois mesmo que o problema não seja resolvido, ele certamente será minimizado. Essas são soluções alternativas, de custo relativamente baixo, e que têm muito a contribuir.

## **7. Vegetação Urbana**

A vegetação existente nos centros urbanos se torna cada vez mais importante, pois a intensidade de ocupação nessas áreas vem crescendo sistematicamente. A cidade é, por excelência, o local da concentração e, essa se dá através da alteração das características ambientais, que muitas vezes geram impactos negativos, assim como, queda na qualidade ambiental e de vida da população.

Acredita-se, que a vegetação urbana tenha a capacidade de minimizar os impactos ambientais negativos produzidos no processo de urbanização, esteja ela localizada no sistema de espaços livres de edificação, no sistema de circulação ou dentro dos lotes.

Por esse motivo, foi mapeada, na cidade de Jales, toda a vegetação urbana existente. Esse mapeamento foi feito por meio de fotografia aérea na escala 1:10000, em

vôo realizado no ano 2007. Através desse procedimento, identificou-se a vegetação existente nos espaços livres de edificação, nas vias e nos lotes da cidade.

Entende-se, nesse trabalho, que é justamente a vegetação de porte arbóreo que é capaz de gerar benefícios sensíveis na qualidade ambiental. Ela atua na melhoria do clima, da qualidade do ar, no conforto térmico e também no aspecto estético. A vegetação de porte arbustivo e, especialmente a de porte rasteiro, têm a sua importância garantida, principalmente, na diminuição do escoamento superficial; porém essas devem existir sempre associadas à vegetação de porte arbóreo.

A Figura 16 apresenta a carta de vegetação urbana da cidade de Jales, onde podem ser observadas, as áreas com e sem vegetação. As principais áreas com ausência de vegetação são as localizadas na periferia da cidade, especialmente o Jardim do Bosque (bairro nº 30), o Residencial Maria Silveira (bairro nº 9), o Jardim Pires Andrade (nº 86), o Residencial São Lucas (nº 82), o Jardim Pêgolo II (nº 3), o Jardim Zafani (nº 66), o Residencial Alvorada (nº 69), o Jardim Euphly Jalles (nº 60), o Parque Industrial II (nº 62), o Jardim Estados Unidos (nº 56), o Jardim São Gabriel (nº 55), o Parque Industrial III (nº 63) e o Loteamento Big Plaza (nº 54). Todos esses bairros são parcialmente desprovidos de vegetação.

Esse problema se intensifica nos bairros residenciais com alta densidade populacional, já que, os reflexos dessa ausência atingem grande número de pessoas. Nos parques industriais a ausência de vegetação, também causa problemas, pois através de um sistema planejado e contínuo de vegetação é possível criar cinturões verdes capazes de isolar essas áreas, fator que pode melhorar a qualidade do ar, diminuir a poluição sonora, enfim, garantir melhor qualidade ambiental.

As áreas sem vegetação, localizadas no centro, causam problemas para a população residente nessa área. Existe neste local, uma mistura de usos, além de intensificação do tráfego, e das construções, fato que gera inúmeros transtornos, como alteração do clima, poluição do ar e sonora. Esses problemas poderiam ser minimizados se houvesse, na cidade de Jales, um sistema contínuo de vegetação, atuando como filtro biológico para a poluição do ar, além de propiciar melhor conforto térmico.



A arborização urbana deve seguir um projeto pré-definido, em que se contemple não apenas a vegetação das vias, mas também os cinturões verdes, capazes de isolar os bairros residenciais dos bairros onde existe mistura de usos. Esses cinturões têm a capacidade de gerar benefícios sensíveis na qualidade ambiental.

Além desses fatores, o porte, a diversidade de espécies e os objetivos a serem atingidos devem ser planejados antes do plantio, como canalização da ventilação, isolamento de determinadas áreas, como os distritos industriais, ou isolamento de um parque público das ruas movimentadas e da poluição sonora, do ar e visual. Enfim, a vegetação urbana pode servir a várias finalidades, sendo a criação de um clima mais agradável, umas das principais.

## 8. Enchentes

É comum observar, nos processos de urbanização, a concepção positivista da natureza, em que as necessidades do homem se sobrepõem às condições naturais. Esta concepção gera inúmeros problemas ambientais, com reflexos na qualidade de vida especialmente da população de baixa renda, pois esta, é forçada a ocupar áreas de risco, que, normalmente apresentam problemas ambientais.

Segundo Schmid<sup>20</sup>, 1974 apud Gonçalves 2003:

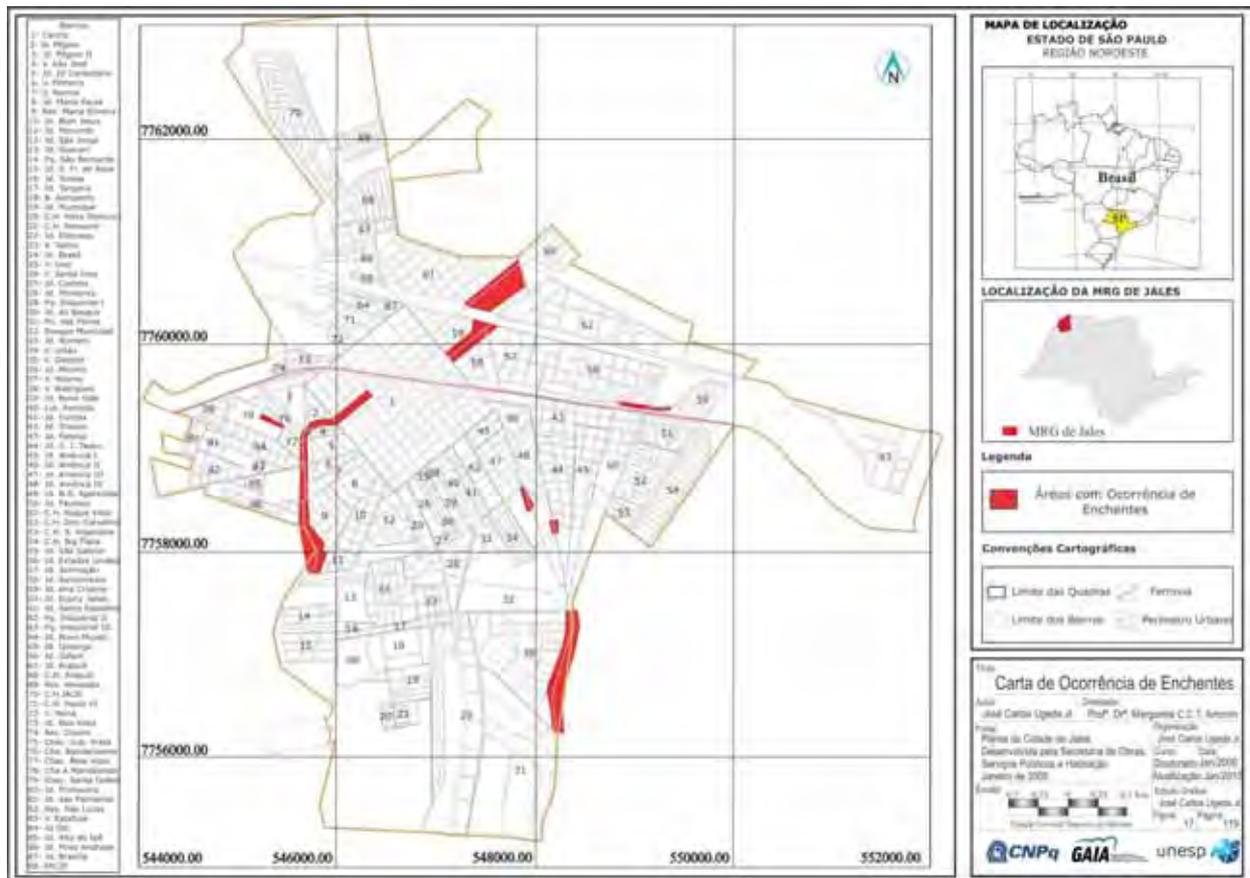
A complexidade das interações entre as atividades humanas e o ambiente cresce, portanto, na medida em que atualmente o processo de urbanização avança cada vez mais no mundo de hoje. As transformações ocorridas na natureza e a atuação dos mecanismos que lhes são peculiares são capazes de em circuitos contínuos de *feedback* positivos e negativos, gerar novas situações e processos cada vez mais complexos forçando a novas adaptações e ajustamentos da sociedade, e com elas, posteriormente, repercussões ambientais. (SCHMID apud GONÇALVES, 2003, p. 70)

Os problemas das enchentes identificados na cidade de Jales, embora não atinjam grandes áreas geográficas, são demasiadamente sérios nos locais onde acontecem. Como pode ser observado na Figura 17, existem oito pontos onde, historicamente, ocorrem enchentes.

---

<sup>20</sup> SHMID, J. A. **The environmental impact of urbanization**. In MANNER, I. R. AND MARVIM, W. (Orgs). **Perspectives on environment**. Washington: Mikesell Editors, Association of American Geographer, nº 13, 1974.

Capítulo 3: Caracterização geoambiental e urbana



Na realização desse diagnóstico, consideraram-se os pontos onde, historicamente, existiram problemas relativos às enchentes; entretanto, esse fato se agravou na cidade de Jales, a partir do ano 2000. Em parte, esse agravamento se deve a episódios mais concentrados de precipitação, que vêm ocorrendo com mais frequência nos últimos anos. Segundo a Embrapa<sup>21</sup>, a precipitação média entre 1995 e 2007 na cidade de Jales para o mês de janeiro é de 294,5 milímetros, contudo, de acordo com a METSUL<sup>22</sup>, apenas nos primeiros 15 dias desse mesmo mês do ano de 2007, o total acumulado chegou a 460 mm. Esse problema, também ocorre devido ao fato da infraestrutura urbana, não ser apta para suportar eventos extremos de precipitação.

A Figura 17 apresenta as 8 áreas onde existem problemas de enchentes, dentre as quais se encontra, a mais recente e problemática, que está localizada no Jardim Santo Expedito (bairro nº 67).

Nessa área ocorreram problemas devido ao rompimento da galeria existente no bairro. Esse rompimento ocorreu nos últimos dias do mês de dezembro de 2006, sendo que, 22 residências foram afetadas e seus moradores tiveram que ser transferidos para casas alugadas pela Prefeitura. Como pode ser observado nas Fotos 1 e 2, o rompimento dessa galeria provocou um amplo processo erosivo que derrubou parte das casas e condenou outras à demolição, totalizando 22 imóveis afetados.



**Foto 1:** Rompimento da galeria do jardim Santo Expedito.  
**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006.

---

<sup>21</sup> **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** disponível em: <<http://www.cnpqv.embrapa.br/meteorologia/jales-mensais.html>>

<sup>22</sup> **METSUL METEOROLOGIA** Disponível em: <[http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php?cod\\_subsecao=29&cod\\_texto=503](http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php?cod_subsecao=29&cod_texto=503)>

As fotos apresentam a magnitude do problema identificado nessa área. Ele surge, principalmente, pelo fato deste local drenar uma área onde já ocorrem problemas de enchentes. É a área localizada na Avenida João Amadeu, entre os Bairros número 58 e 59. Nela frequentemente, ocorre o alagamento da Avenida, porque ela drena uma grande área desprovida de vegetação, a qual, por sua vez, deságua na galeria do Jardim Santo Expedito.



**Foto 2:** Casas derrubadas no jardim Santo Expedito.

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006.

A segunda área onde ocorrem os maiores problemas se localiza no Jardim São Judas Tadeu (nº 44). Nesse local, na primeira quinzena do mês de Janeiro de 2007, 5 famílias foram desalojadas de suas casas. As fotos 3 e 4 apresentam o problema enfrentado nesse bairro.



**Foto 3:** Casa alagada no jardim São Judas Tadeu.

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006.

No referido bairro, o problema surge, principalmente, devido à forma do relevo, já que ele está em um local de acentuado declive, e suas galerias são insuficientes para drenar a água das chuvas, especialmente em episódios de alta precipitação. A Foto 4 apresenta a força da enxurrada que invade os terrenos nessa área.



**Foto 4:** Enxurrada invadindo os terrenos no jardim São Judas Tadeu.  
**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006.

A área identificada no Jardim do Bosque (nº 30) é uma área de fundo de vale, que drena bairros onde não existe vegetação. Esse fundo de vale não é canalizado, ali existem grandes problemas de erosão, que culminaram no desmoronamento de parte da rua paralela ao córrego.

A maior área em extensão com problemas de enchentes, se inicia no centro (nº 1), na rua 16, e se estende por toda a Avenida Maria Jalles, bairros número (4, 5, 6, 7 e 9), e alcança o residencial Maria Silveira (nº 9) e o Jardim Morumbi (nº 11). Nesses locais ocorrem inundações de residências, porém sem afetá-las demasiadamente. Alguns carros já foram arrastados pelas ruas e o asfalto de algumas áreas do Jardim Maria Silveira foi arrancado.

Durante a realização do trabalho de campo em janeiro de 2010, para reconhecimento dos trajetos para a realização do transecto móvel, nos deparamos com um episódio de enchente na Avenida Maria Jales, que fica as margens do córrego do Marimbondo, sendo este córrego canalizado a céu aberto. Nesse episódio, a água transbordou para a planície de inundação do rio, a qual se encontra, ocupada por casas e ruas. Foi necessário inclusive mudar o trajeto para desviar da enchente.

Outra área onde foram identificados problemas foi na Avenida da Integração, nos bairros números 47 e 48. Nesse local, algumas casas foram condenadas, como pode ser observado na Foto 5, onde o muro de arrimo foi derrubado.



**Foto 5:** Muro de arrimo derrubado pela enxurrada.

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2005.

A principal atitude do poder público em relação a essas dificuldades é a de realizar obras de melhoria na infraestrutura, o que promove a curto e médio prazo, bons resultados. Porém, a longo prazo, esses problemas voltam a aparecer, principalmente, porque sua causa não é sanada apenas com essa melhoria. Sua causa está relacionada com o alto grau de impermeabilização do solo, que, por sua vez, propicia o aumento do escoamento superficial. A solução só se dará efetivamente ao se garantir espaços permeáveis dentro do sítio urbano, o que deve ser efetuado de duas maneiras. Primeiramente, o poder público deve fiscalizar as construções e garantir que os gabaritos de construção sejam respeitados, especialmente, a metragem de área permeável que é obrigatória para cada lote. Associado a isso, o poder público deve garantir a existência de fato, a qualidade de áreas destinadas ao sistema de espaços livres de edificação e, principalmente, que nessas áreas a vegetação seja o principal componente da paisagem, com altas porcentagens de solo permeável, e que tenham a finalidade de regular o escoamento superficial.

Deve-se destacar também, que as obras de infraestrutura como a canalização devem ser adequadamente dimensionadas, tanto em relação à capacidade volumétrica das galerias, quanto em relação à quantidade e localização dos bueiros e dos tanques reguladores de vazão.

### **9. Mapeamento da Temperatura da Superfície.**

A carta de temperatura da superfície foi gerada a partir da banda 6, infravermelho termal, da imagem do satélite *Landsat 7*, órbita/ponto 222/074, de 5 de outubro de 2009 registrada às 10h13m. Essa carta permitiu uma melhor setorização da área de estudo, pois apresenta as diferenças térmicas da superfície no momento da captação da imagem. Nesse trabalho foi utilizada imagem do ano de 2009, adquirida gratuitamente através do site da Organização “*United States Geological Survey*” USGS<sup>23</sup>.

A imagem utilizada foi manipulada com o uso do *software* Idrisi Andes. A imagem, foi fornecida em formato *GeoTIFF* pela USGS, e após ter sido importada para o Idrisi, foi utilizada uma rotina específica para a transformação das informações contidas na imagem, energia radiante apresentada por níveis de cinza, através do módulo *thermal* do *software* Idrisi. Este módulo baseia-se nas funções de calibração dos detetores do sensor termal do satélite e converte os níveis de cinza da imagem em valores de temperatura, em graus Célsius.

A Figura 18 apresenta o resultado desse procedimento para a cidade de Jales. Ela permite a comparação das temperaturas da superfície, entre a zona rural e urbana, além da comparação entre os diversos bairros da cidade. Pode-se observar a área urbana de Jales nas cores que vão da amarela para a vermelha bem com seu entorno rural, nas cores que vão da verde para a azul, intercaladas de algumas pequenas manchas em amarelo claro.

Ressalta-se que, as manchas na cor vermelha escura, tanto no campo, como na cidade, via de regra, são identificadas como solo exposto, seja por áreas de terra revolvida para o plantio na zona rural, ou áreas e lotes dentro do perímetro urbano que se encontravam desprovidos de vegetação, no momento da aquisição da imagem.

A imagem *Landsat* demonstra um padrão de temperaturas na área urbana de Jales, que se apresenta entre 29,5°C e 34,5°C com algumas pequenas manchas na cor verde, que representam temperaturas mais baixas em bairros muito arborizados, e nos resquícios de mata ao redor da cidade como a área do Bosque Municipal e do Jardim do Bosque. As áreas de temperatura mais elevadas representadas nas cores vermelha, são principalmente, os arredores da rodovia que corta a cidade, as avenidas pouco

---

<sup>23</sup> Disponível em: <<http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>>

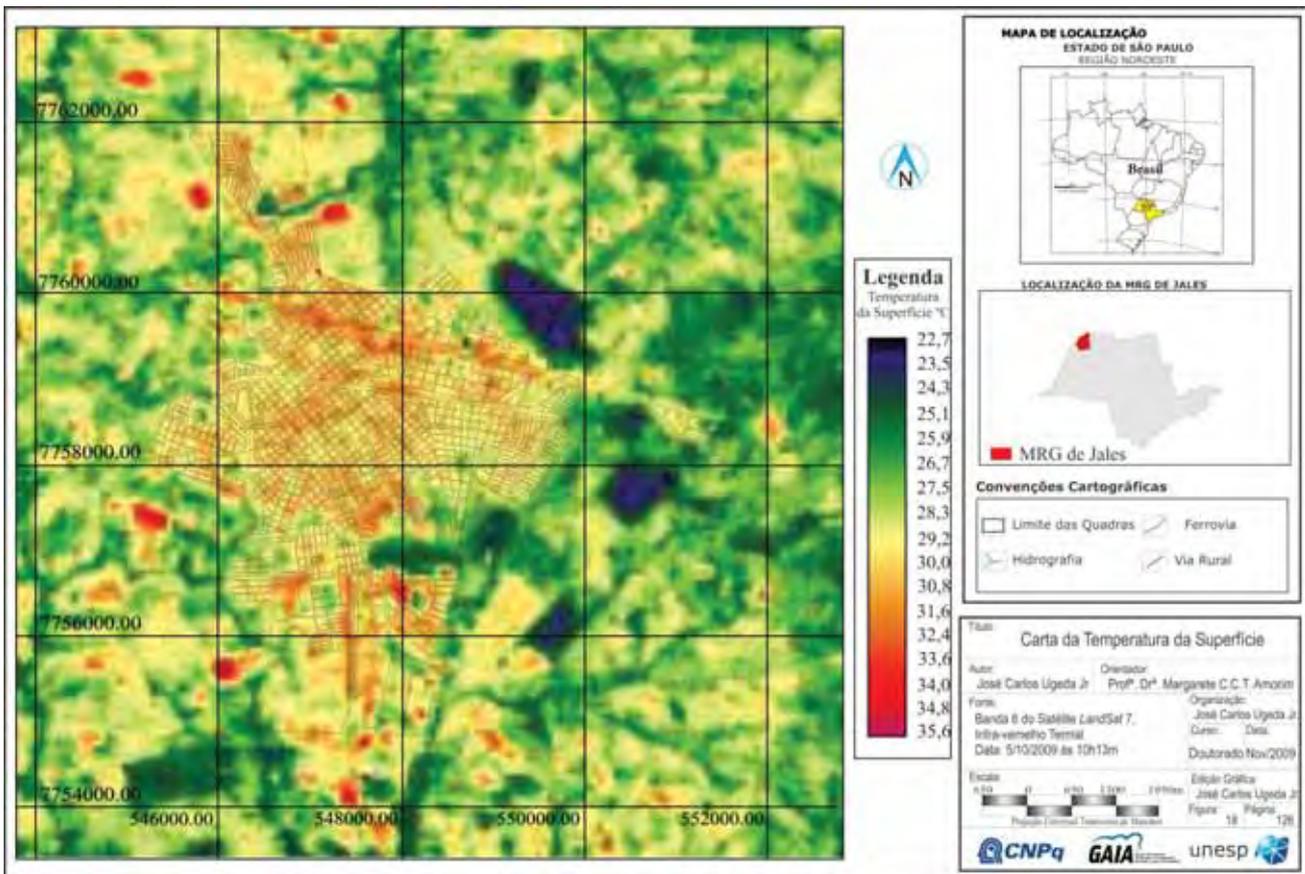
arborizadas, a área central e os conjuntos habitacionais, que são, em geral, densamente ocupados e pouco arborizados.

Os distritos industriais e os bairros Aeroporto e jardim municipal também apresentam temperaturas elevadas, diferentemente dos bairros Chácara Santa Isabel, Jardim Primavera, Jardim das Palmeiras, e Parque das Flores, que são bairros de lotes maiores, mais arborizados, e nos arredores da cidade, mais próximos à zona rural.

A zona rural apresenta um padrão de temperatura que varia entre de 22,7°C e 29,5°C, sendo que, as áreas mais frescas são aquelas apresentadas nas cores preta e azul, que representam resquícios de mata, seguidas pelas matas ciliares e pelos fundos de vale, que são apresentados na cor verde escura. A zona rural apresenta também, pequenas áreas em tons de vermelho, que foram interpretadas como áreas de solo exposto, possivelmente, porque no momento da aquisição da imagem essas áreas estavam sendo preparadas para o plantio. Por fim, as manchas amarelas na zona rural são interpretadas como áreas de pastagem que conta apenas com vegetação rasteira.

Conclui-se que, os dados obtidos através do processamento da imagem do Satélite *Landsat 7*, indicam que a cidade de Jales já apresenta a formação de um clima urbano específico, com temperaturas mais altas do que seu entorno rural, principalmente, nos bairros mais densamente ocupados e com pouca vegetação, nas imediações da rodovia, das avenidas, e no centro da cidade, enfim, principalmente nas áreas densamente ocupadas e de solo exposto.

Como a preocupação nesse momento, foi realizar a compartimentação geoambiental da área para a escolha dos pontos de registro de temperatura, a carta apresentada supriu essa necessidade, entretanto, o aprofundamento da interpretação das cartas de temperatura de superfície pode ser encontrado no Capítulo 8, que demonstra também as correlações entre a temperatura da superfície e a temperatura do ar, além, das diferenças registradas entre o verão e o inverno.



## **10. Relevo.**

A cidade de Jales, como já mencionado anteriormente, surge como fruto da especulação imobiliária e da constituição do mercado de terras, a partir da construção da ferrovia. As cidades que foram fundadas a partir dessa lógica, tiveram a ferrovia e a estação ferroviária como primeira localização de grande importância, e a partir delas, a área urbana se desenvolveu ocupando o espaço ao seu redor. Como as ferrovias seguem as linhas dos espigões, a cidade de Jales, assim como muitas outras, está localizada sobre o espigão, pertencendo a duas bacias hidrográficas, sendo que, aproximadamente 80% da área do perímetro urbano pertencente à bacia hidrográfica do rio Marimbondo, que deságua no rio São José dos Dourados e aproximadamente 20% da área do perímetro urbano, pertence à bacia hidrográfica do ribeirão Lagoa Seca, que se une ao córrego Cascavel e deságua no rio Grande.

A cidade se localiza sobre um grande número de nascentes, que se encontram drenadas e canalizadas. Os córregos são pequenos ribeirões, típicos de áreas de nascentes. Ao sul do município, onde se têm as menores cotas altimétricas, os rios ganham um volume um pouco maior, como é o caso do Córrego Marimbondo.

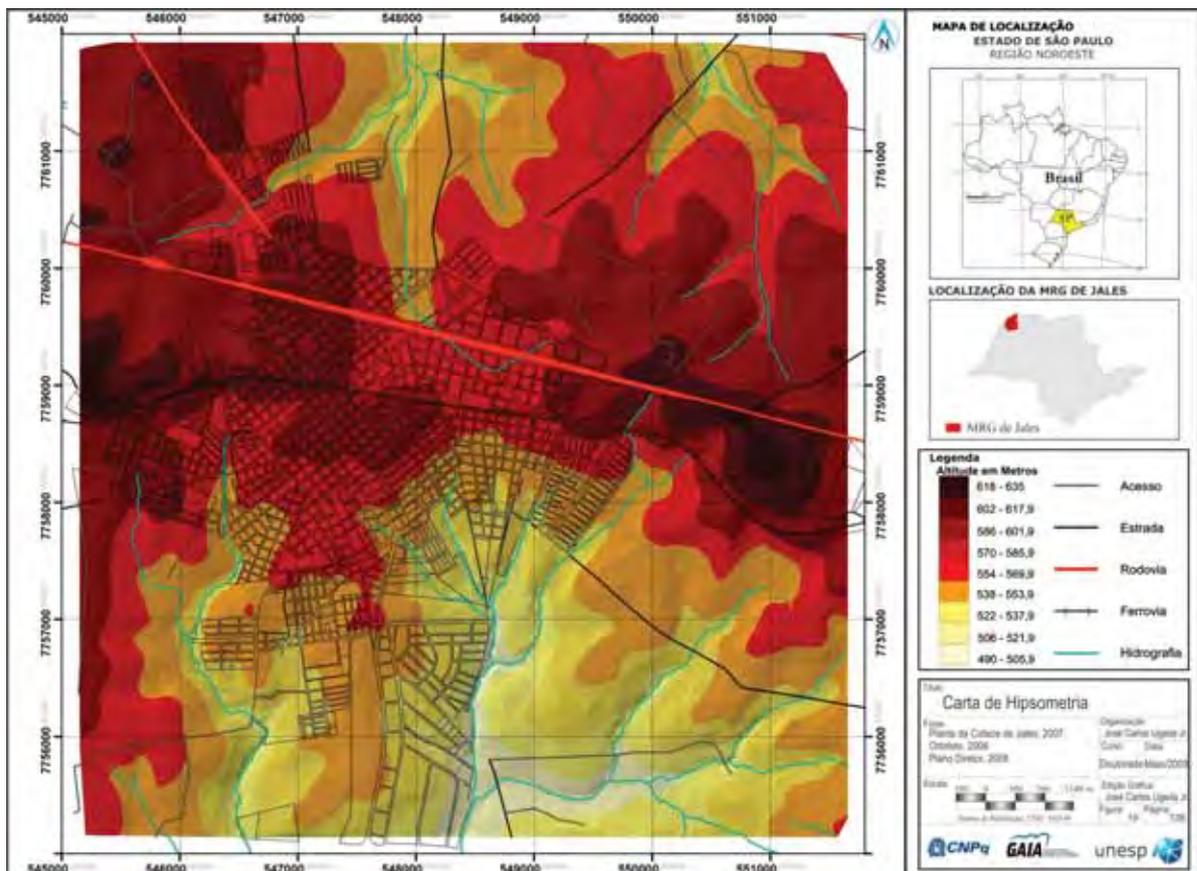
As maiores cotas altimétricas se localizam nas proximidades do espigão, principalmente, a leste e oeste, onde se encontram os pontos mais altos da área urbana e próximo ao centro da cidade, como pode ser observado na Figura 19.

A cota de menor valor é a de 490 metros, que pode ser observada ao sul do perímetro urbano, onde se nota um razoável número de córregos. A cota de maior valor é a de 635 metros, está localizada no topo a leste, seguida pelo topo a oeste que apresenta 625 metros de altitude. A variação máxima, dentro do perímetro urbano, é de 145 metros, o que é bastante significativo, e um fator que foi levado em consideração na escolha dos pontos de registro de dados.

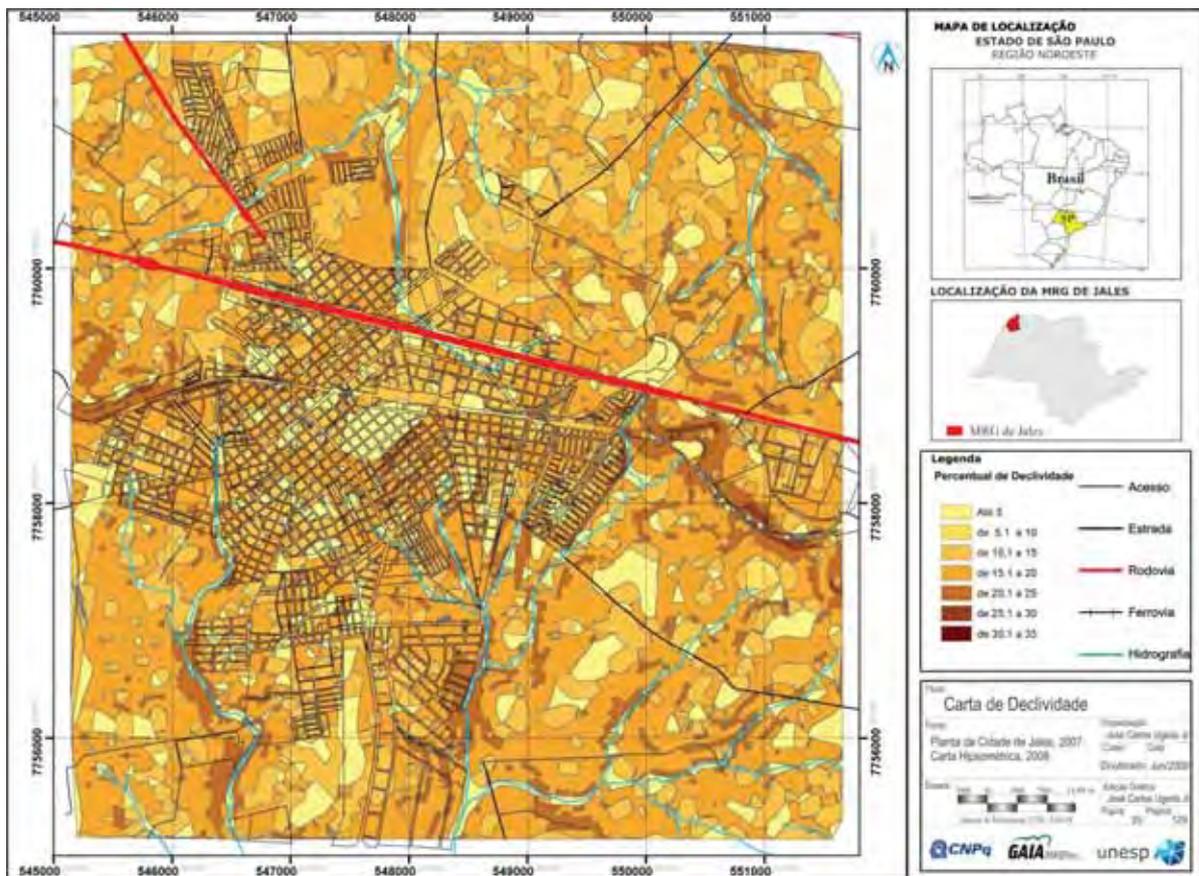
O município se localiza no Planalto Ocidental Paulista, com formação sedimentar, pertencente à bacia sedimentar do rio Paraná. A forma predominante do relevo são colinas amplas, sendo possível, identificar poucas áreas de morrotes alongados. A cidade de Jales apresenta, dessa forma, um relevo suave com baixa declividade, como pode ser observado na Figura 20.

Nota-se que algumas áreas localizadas a leste e a oeste possuem declividade entre 30 e 40%. Essas áreas estão próximas aos topos mais elevados que apresentam declividade superior a 40%.

Capítulo 3: Caracterização geoambiental e urbana



Capítulo 3: Caracterização geoambiental e urbana



A partir da hipsometria, foi gerada a carta de orientação das vertentes. Esse mapeamento foi realizado no aplicativo *ArcMap*<sup>24</sup>. Para tanto, foi gerada uma imagem matricial da hipsometria, sendo que, cada pixel da imagem continha o valor da altitude. Essa imagem foi processada através do algoritmo “S8”. Esse processamento calcula a ordem de vizinhança pelos oito vizinhos mais próximos, sendo que, a partir desse cálculo, o aplicativo define a orientação de cada pixel da imagem matricial.

A carta de orientação das vertentes, Figura 21, apresenta o resultado desse mapeamento, com a utilização das oito classes: leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste, noroeste, norte e nordeste.

A ressalva que se deve fazer é, em relação, à inexistência de áreas planas no mapa apresentado, isso ocorre porque, mesmo áreas de declive pouco acentuado (declives inferiores a 5%) estão voltadas para uma direção. Dessa maneira, a maior parte do relevo apresenta algum tipo de declive. Entretanto, algumas áreas alteradas pelo homem, como aterros, ou campos de futebol, são planas, porém a identificação desses locais demandaria novo trabalho de campo, para seu mapeamento e extração da altitude, o que seria impraticável nesse trabalho. Destaca-se porém, que na região de Jales, as áreas absolutamente planas foram formadas a partir da intervenção antrópica, sendo pontuais e de baixa ocorrência, o que permite afirmar que a carta de orientação das vertentes apresenta alta precisão.

Através da carta de orientação das vertentes, Figura 21, percebe-se que nas áreas a norte do espigão, as vertentes estão voltadas predominantemente para norte, noroeste e nordeste, representadas em tons de vermelho, seguidas pelas vertentes voltadas para sul, sudoeste e sudeste, representadas em tons de amarelo. Também se observa, com menor intensidade, vertentes voltadas para leste, representadas em azul, e oeste, representadas em verde.

Nas áreas localizadas a sul do espigão, ocorre uma inversão, sendo que, predominam as vertentes voltadas para sul, sudoeste e sudeste, seguidas pelas vertentes voltadas para norte, noroeste e nordeste, leste e por fim oeste.

A orientação da vertente é de extrema importância, pois no hemisfério sul, as vertentes voltadas para norte, recebem maior quantidade de radiação solar do que as vertentes voltadas para sul, o que potencializa seu aquecimento. Essa relação é mais claramente observável nas áreas rurais, já que nos espaços urbanizados, outros

---

<sup>24</sup> ArcMap é de domínio da ESRI (Environmental Systems Research Institute)

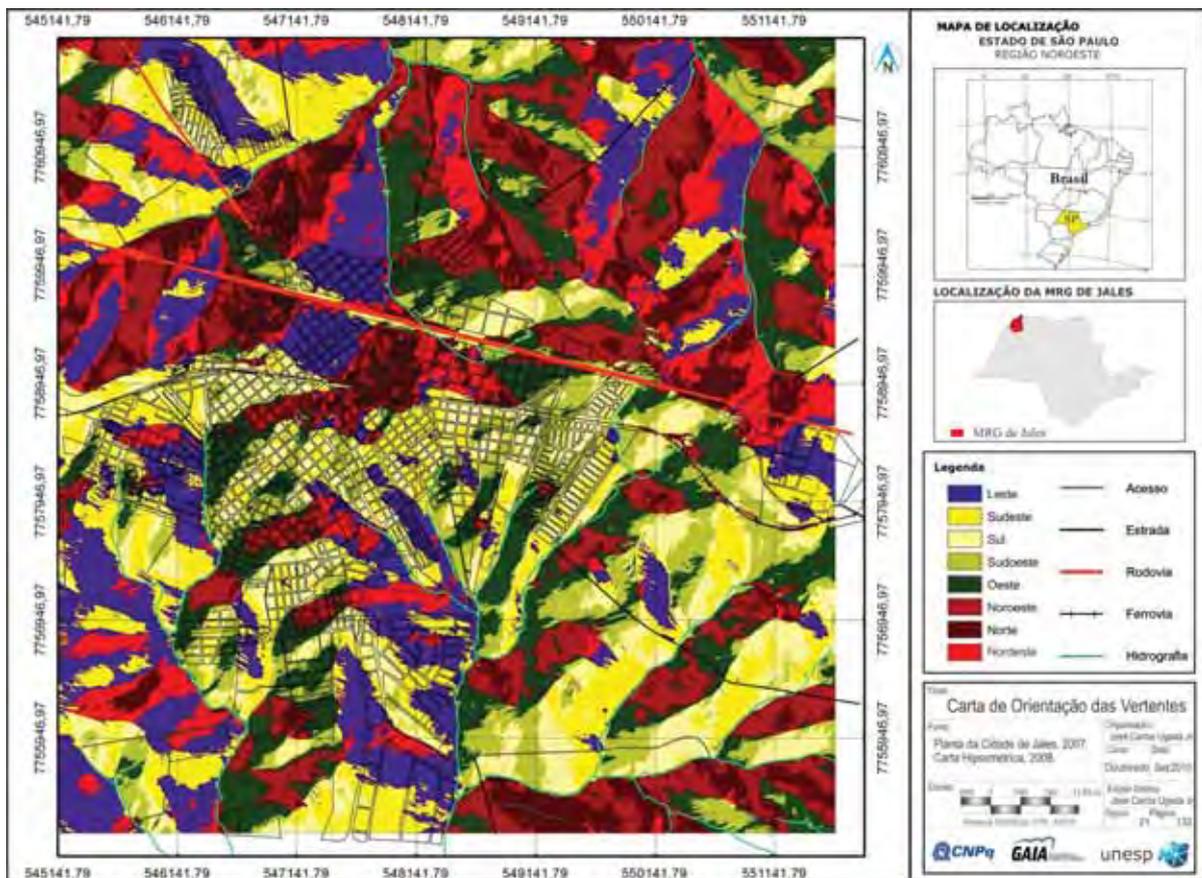
elementos como densidade de ocupação, ausência de vegetação e os materiais construtivos interferem no balanço de energia. Os capítulos 6, 7 e 8 apresentam os valores de temperatura do ar e da superfície, que foram relacionados, com a orientação das vertentes, e demonstram que essa relação existe.

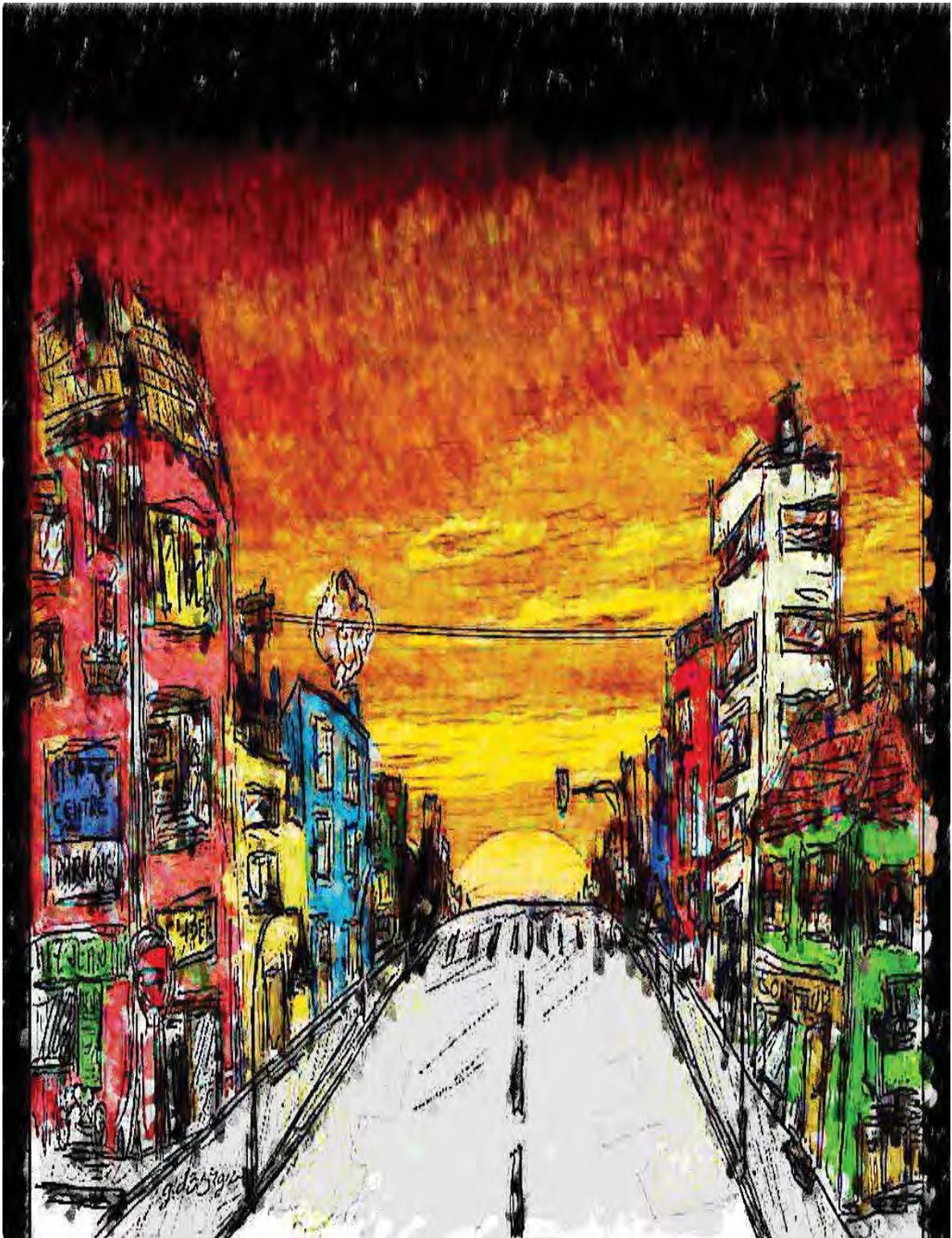
Nas áreas urbanas, observa-se que aproximadamente sete espaços com vertentes voltadas para norte, que são eles: conjunto habitacional Arapuã, centro comercial e residencial, além de alguns bairros próximos, Jardim Boa Vista, Vila Inês e bairros próximos, Vila Talma e Parque das Flores.

Todas essas áreas apresentaram aquecimento significativo, que podem ser observados nos capítulos 6, 7 e 8. Porém, outras áreas urbanas, que não estão localizadas sobre vertentes voltadas para norte, também apresentaram formação de ilhas de calor, como é o caso do conjunto habitacional Dercílio J. de Carvalho, por exemplo. Como já mencionado anteriormente, a orientação das vertentes nas áreas urbanas, é um dos elementos que causam influência no clima urbano, de modo que, fatores como densidade de ocupação, ausência de vegetação urbana, materiais construtivos e calor gerado pelas atividades antrópicas, também causam interferências na configuração do clima urbano.

Nas áreas rurais, a relação entre a orientação das vertentes e a temperatura é mais clara, pois, as intervenções antrópicas são menos significativas. Como já mencionado por Monteiro (op cit), o homem pode ser considerado como fator complicador da configuração climática, principalmente, em áreas urbanas.

Capítulo 3: Caracterização geoambiental e urbana





**Capítulo 4:**  
**Caracterização dos pontos de registro de dados meteorológicos**

### 1. Caracterização dos pontos de registro de dados meteorológicos

A escolha dos pontos para registro dos dados meteorológicos se deu, a partir de diversos critérios geográficos, que serão detalhados adiante. Tais dados, permitiram uma adequada setorização urbana, a partir da identificação de unidades diferenciadas da paisagem, com a preocupação de que elas fossem representativas do seu entorno.

Para que esse objetivo fosse atingido, foram utilizadas diversas informações, como uso do solo, ocupação do solo, densidade populacional, vegetação urbana, poluição potencial, espaços livres de construção, ocorrência de enchentes, hipsometria, declividade, orientação das vertentes e temperatura da superfície. Todas essas informações foram devidamente cartografadas e, associadas a elas, foi utilizada uma fotografia aérea da área, o que permitiu a identificação visual dos pontos de interesse para a instalação das mini estações meteorológicas. Para o registro dos dados foram utilizadas treze mini estações meteorológicas e duas estações automáticas, totalizando quinze pontos, sendo onze localizados dentro do perímetro urbano e mais quatro localizados na zona rural, como pode ser observado na Figura 22.



**FIGURA 22:** Localização dos pontos de registro de dados  
**Fonte da Base:** Prefeitura Municipal de Jales, 2005

Nesse capítulo será realizada a caracterização de cada ponto, a partir das informações mais relevantes assim como imagens utilizadas para sua identificação.

**Ponto 1: Zona Rural a Noroeste.**

O ponto 1 se encontra na zona rural distante 5500 metros em linha reta, do centro da cidade e com descontinuidade da malha urbana de 2500 metros. Encontra-se a 581 metros de altitude, sendo o relevo de baixa declividade e, seu entorno é caracterizado por uso do solo do tipo pastagem e plantação de seringueira (Figura 23), com vertente voltada para norte.



**FIGURA 23:** Recorte da fotografia aérea, ponto 1 e arredores

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006

No Ponto 1 foi instalado uma mini estação meteorológica na sede da fazenda. Pode-se observar que, o local de instalação é cercado por seringueiras e por pastagens. Para a instalação dos equipamentos, alguns critérios foram respeitados, como a escolha de residências com o mesmo tipo de telhado, telhas de cerâmica, sendo que, os aparelhos foram instalados respeitando a mesma distância dos telhados para evitar que o aquecimento das telhas interferisse diretamente nos equipamentos que registram a temperatura do ar.

O uso do solo nesse ponto é tipicamente rural, destacando-se a intensa vegetação de porte arbóreo ao redor do ponto (seringueiras) no período do verão, já que, esse tipo de vegetação é caducifólia, sendo que, no inverno ela perde suas folhas, deixando o solo exposto. Destaca-se também a pequena distância em relação ao córrego que corta a propriedade, como pode ser observado na Figura 23.

**Ponto 2: Conjunto Habitacional José Antonio Caparroz Bogaz.**

O Ponto 2 está localizado dentro do perímetro urbano, na periferia da cidade, próximo a zona rural, mais especificamente no Conjunto Habitacional José Antonio Caparroz Bogaz. Tal conjunto habitacional é, composto por lotes pequenos, e densamente ocupados, o bairro conta com alguns espaços destinados ao lazer, porém, nem todos foram efetivamente implantados, e não contam com vegetação.

Como se trata de um conjunto habitacional caracterizado por moradias populares, no momento em que as casas foram entregues aos seus moradores, todas respeitavam os gabaritos de construção, os recuos laterais e área permeável, entretanto, com o passar do tempo e, principalmente, devido à falta de fiscalização, os moradores foram aumentando às casas, desrespeitando os recuos e a área permeável, sendo que, grande porcentagem das casas hoje ocupa todo o terreno.

Outro fator, que pode ser identificado através da Figura 24, é a significativa ocorrência de telhas do tipo fibrocimento, sendo que, no corpo original das casas foram utilizadas telhas de cerâmica, porém, as telhas de fibrocimento, foram utilizadas nas extensões feitas pelos moradores, como garagem e dispensa, os populares “puxadinhos”.

A altitude do Ponto 2 é de 570 metros, sendo o relevo inclinado, com declive que varia de 10 a 25 %, e vertente voltada para sul e leste.



**FIGURA 24:** Recorte da fotografia aérea, ponto 2 e arredores

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006

O uso do solo nessa área é predominantemente residencial, podendo-se encontrar também, uso comercial de primeira necessidade, como padarias, bares e mini mercados. A vegetação existente no bairro é considerada esparsa, sendo que, a do tipo arbórea ainda é jovem e de baixo porte. A rua onde foi instalado o equipamento possui vegetação já formada, como se pode observar na Foto 6.



**Foto 6:** vista parcial da rua.

Ressalta-se por fim, que esse bairro é definido por ser densamente ocupado, com residências que ocupam quase a totalidade do espaço do lote, por população de classe média e média baixa. O bairro não conta com um sistema de espaços livres de construção eficiente, sendo que, muitos desses espaços não foram implantados de fato, e a vegetação não se configura como um sistema contínuo.

### **PONTO 3: Conjunto Habitacional Arapuã.**

O Ponto 3 também está localizado dentro do perímetro urbano, na periferia da cidade, mais especificamente, no Conjunto Habitacional Arapuã. Tal conjunto habitacional, é composto por lotes pequenos e densamente ocupados, características comuns à grande número de conjuntos habitacionais.

Nesse bairro, as construções também são populares, sendo que, após a entrega das moradias, assim como no Conjunto Habitacional José Antonio Caparroz Bogaz, com o passar do tempo e, principalmente, devido à falta de fiscalização, os moradores foram aumentando suas casas, desrespeitando os recuos e a área permeável, sendo que, grande porcentagem das casas hoje ocupa todo o terreno. Nesse bairro, também pode-se

identificar, uma quantidade significativa do uso de telhas do tipo fibrocimento na ampliação das casas, como é possível observar na Figura 25.



**FIGURA 25:** recorte da fotografia aérea, ponto 3 e arredores  
**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006

O Conjunto Habitacional Arapuã, se encontra nas proximidades da zona rural. Nele, o uso predominante do solo é o do tipo residencial (Foto 7), havendo ocorrência significativa de usos comerciais e de serviços, o que ocorre em função de uma via arterial que atravessa o bairro, gerando grande fluxo de veículos e de pessoas, sendo que, nessa via surgiu um sub-centro comercial, onde existe uma mistura de usos, e intensificação da ocupação do solo, além das fontes potencialmente poluidoras como o tráfego.



**Foto 7:** Vista parcial da rua.

Este conjunto habitacional, por ser mais antigo, apresenta maior ocorrência de vegetação arbórea de porte médio, entretanto, não são todas as ruas do bairro que são bem arborizadas, novamente faltando um sistema contínuo de vegetação arbórea.

Em suma, este bairro também é densamente ocupado, com alta porcentagem de solo impermeável, e apresenta apenas um espaço livre de construção: uma pequena praça. A altitude do ponto é 572 metros, sendo o relevo inclinado, com declives que variam de 15 a 40% e vertente voltada para norte e noroeste.

#### **Ponto 4: Zona Rural a Nordeste.**

O ponto 4, se encontra na zona rural, sendo que nele foi instalada uma estação automática (Fotos 8 e 9). Essa localidade foi escolhida para a instalação desse tipo de equipamento, por estar distante do centro da cidade 5500 metros em linha reta, por apresentar uma descontinuidade de 3500 metros, mas, principalmente, por estar livre da influência causada pela cidade, uma vez que, a direção predominante do vento, tanto de janeiro (NE) quanto de julho (SE), deixa essa localidade livre das alterações causadas pela cidade na atmosfera.

O entorno é tipicamente rural, apresentando pastagens, plantações de manga e de laranja, próximo a uma área de reserva de mata e de córrego, como pode ser observado na Figura 26. A altitude é de 552 metros, com relevo inclinado, declividade que varia de 15 a 20%, e vertente voltada para norte.



**FIGURA 26:** Recorte da fotografia aérea, ponto 4 e arredores.

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006.



**Fotos 8 e 9:** Estação automática instalada no ponto 4.

#### **Ponto 5: Jardim Estados Unidos.**

O ponto 5 se localiza em uma área de ocupação recente, mais especificamente, no Jardim Estados Unidos, com moradias de alto padrão construtivo e lotes amplos, sendo que, de maneira geral, as construções passaram por projetos paisagísticos e contam com jardins, ou áreas de gramado, o que garante algumas áreas permeáveis.

Por se tratar de uma ocupação recente, a vegetação urbana ainda é pouco significativa. Nesse bairro, o uso do solo é quase que exclusivamente residencial, com densidade de ocupação média, e baixa densidade demográfica. Entretanto, por estar às margens da principal rodovia que corta a cidade, existe uma faixa de terra ao lado da rodovia destinada a usos comerciais e de serviços, como supermercado, um hotel, uma escola, e diversos outros estabelecimentos de menor porte. Esse tipo de uso está restrito as marginais da rodovia, não adentrando o bairro, sendo que, a mistura de usos acaba sendo baixa, como pode ser observado na Figura 27.

A altitude do ponto é 561 metros, sendo o relevo levemente inclinado com declividades que variam de 5 a 15%, e vertente voltada para norte e nordeste. Este bairro está afastado da zona rural, e seus arredores são compostos por usos predominantemente urbanos. Próximo a essa área, mas separado pela rodovia, está localizado o Parque Industrial I, que apresenta usos comerciais, de serviços e alguns usos industriais.

O Jardim Estados Unidos e seus arredores, não contam com espaços livres de construção, que associado à falta de vegetação arbórea (Foto 10), a proximidade com a

rodovia e Parque Industrial I, são fatores que podem indicar uma área de poluição potencial. Nesse ponto foi utilizada uma mini estação meteorológica



**FIGURA 27:** Recorte da fotografia aérea, ponto 5 e arredores

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006



**Foto 10:** Vista parcial da rua.

**Ponto 6: Centro Residencial.**

O ponto 6 é o ponto escolhido para a instalação da estação automática na área urbana (Foto 11). Este equipamento foi instalado nessa localidade devido à sua

#### \_\_\_Capítulo 4: Caracterização dos pontos de registro de dados meteorológicos

proximidade ao centro comercial e de serviços e também, por se tratar de um bairro residencial antigo, com lotes grandes típicos dos primeiros loteamentos fundados na cidade. Mais especificamente, o bairro é o Centro, sendo que, nos arredores desse ponto, onde existe uma mistura de usos residenciais, de serviços e comerciais, como pode ser observado na Figura 28.

O bairro é definido como sendo intensamente ocupado, com densidade demográfica média principalmente, em função da mistura de usos e do tamanho dos lotes. Nesse setor do centro da cidade, não existem espaços livres de construção, mas a vegetação arbórea está presente de maneira significativa. Contudo, destaca-se que não existe um sistema contínuo de vegetação no bairro (Foto 12). Essa área está localizada entre avenidas, que são importantes corredores de ligação da cidade, o que gera uma intensificação do tráfego, fato que, associado a alguns usos potencialmente poluidores podem gerar problemas.

O ponto 6 tem altitude de 575 metros e relevo levemente inclinado, com declividade de 0 a 15%, e vertente voltada para leste. De maneira geral, os atributos mais relevantes dessa localidade estão relacionados ao tamanho dos lotes, a mistura de usos do solo e à sua localização em função do sistema viário.



**FIGURA 28:** Recorte da fotografia aérea, ponto 6 e arredores

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006



**Foto11:** Estação automática instalada no ponto 6.

**Foto 12:** Vista parcial da rua.

### **Ponto 7: Centro Comercial.**

O ponto 7, representado pela Figura 29, está localizado no centro comercial e de serviços, também no Bairro Centro. Nessa área quase não existe uso do solo do tipo residencial, a altitude no local é de 580 metros, declividade de 0 a 5% e vertente voltada para norte.

O centro comercial é marcado pela ausência de vegetação urbana, pois os comerciantes não permitem que se faça o plantio de árvores defronte ao seu estabelecimento, afirmando que iria atrapalhar os negócios, quebrar as calçadas, ou impedir a vista das vitrines.

Para agravar ainda mais essa situação, em setembro de 2010, durante a realização de um processo de reforma das calçadas da avenida central, o poder público municipal efetuou o corte das poucas árvores existentes nessa área, como pode ser observado nas Fotos 13 e 14, com a justificativa de que as árvores guardavam uma distância assimétrica entre si. Portanto, entende-se que, a natureza é desejada no meio urbano, porém, desde que seja a natureza saneada, cartesiana e simétrica, naturalmente. Para substituí-las, a prefeitura realizou o plantio de palmeiras, que do ponto de vista do conforto térmico, são pouco eficientes, pois suas copas são pouco significativas.

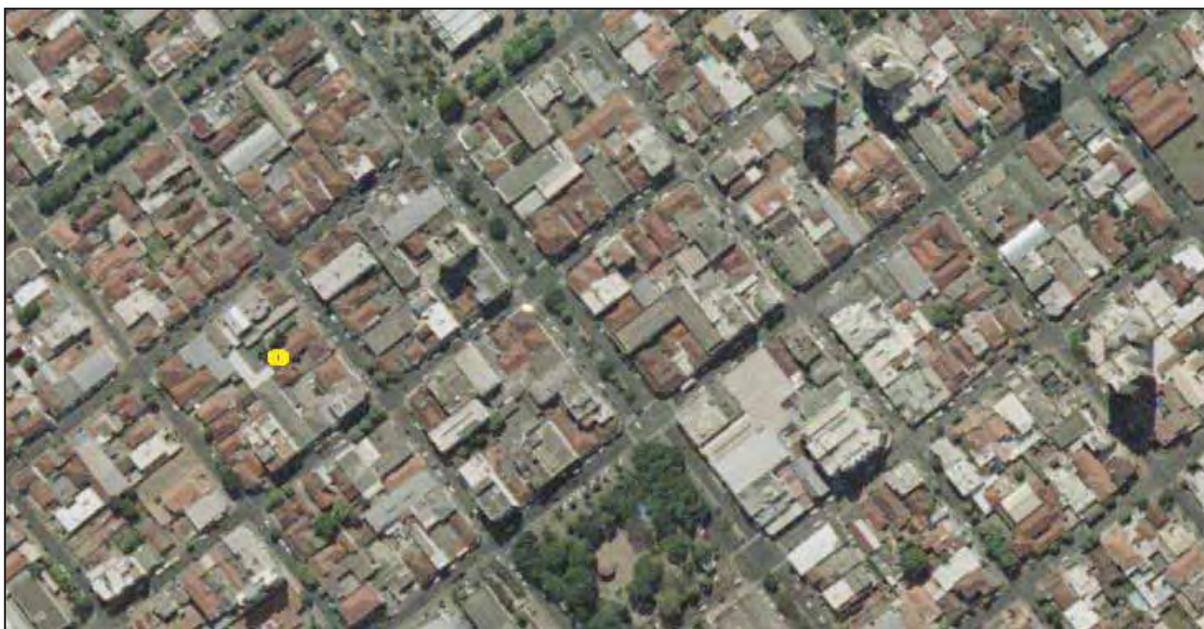
A vegetação que se observa na Figura 29, está localizada nas três praças existentes e nos canteiros das avenidas, sendo que, em uma delas, a vegetação já não existe mais. No processo de reforma, as calçadas que eram compostas de pedras portuguesas foram substituídas por lajotas de fibrocimento. A justificativa do Poder Público Municipal foi de que, as lajotas são ambientalmente mais adequadas, por serem

## \_\_\_Capítulo 4: Caracterização dos pontos de registro de dados meteorológicos

porosas o que aumentaria a infiltração de água no solo, reduzindo a ocorrência de enchentes. Entretanto, apenas as calçadas com calçamento desse tipo não garante a redução das enchentes, pois a água escoar principalmente pelas ruas, já que as calhas dos prédios passam por baixo das calçadas desaguando na via. Outro fator a ser considerado sobre as lajotas de fibrocimento, é o seu alto potencial de aquecimento, fator que pode gerar aumento de temperatura nessa região.



**Foto 13:** Canteiro central sem árvores após a reforma. **Foto 14:** Vista parcial da obra após o corte das árvores.



**FIGURA 29:** Recorte da fotografia aérea, ponto 7 e arredores

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006

Deve-se destacar, a grande quantidade de telhados do tipo fibrocimento e de telhas de zinco, além, da intensificação do tráfego. Trata-se de uma área de ocupação intensa, porém, com densidade populacional baixa. O solo é altamente

impermeabilizado, sendo que, nessa região se concentra a maioria dos edifícios com mais de dois pavimentos.



**Foto 15:** Vista parcial da rua.

Ressalta-se, por fim, que nessa área existe um intenso fluxo de veículos e pessoas (Foto 15), além, de um alto gasto energético para a climatização artificial interna dos estabelecimentos, o que gera mais um fluxo externo de calor.

#### **Ponto 8: Jardim Oiti.**

O ponto 8 se localiza no Jardim Oiti, bairro de classe média e média baixa, afastado do centro, porém, com uma diferença significativa em relação aos pontos 2 e 3. Esse bairro não surgiu como um conjunto habitacional, e sim, como um loteamento convencional, o que faz muita diferença, pois nessa área existe diversidade de tipos e de padrões de construção, diversidade de usos do solo, sendo que, existe no bairro, mais um sub-centro com comércio de primeira necessidade. Geralmente, as casas são construídas de acordo com a necessidade das famílias, não necessitando de aumentos futuros, claramente identificados nos conjuntos habitacionais.

O Jardim Oiti se encontra nas proximidades da zona rural, e por ser um bairro mais antigo, conta com pouca vegetação de porte arbóreo. Em algumas áreas do bairro são encontradas mais árvores, porém mais uma vez, falta ininterrupta necessária para a configuração de um sistema contínuo de vegetação, como pode ser observado na Figura 30.



**FIGURA 30:** Recorte da fotografia aérea, ponto 8 e arredores  
**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006

O Jardim Oiti é caracterizado por terrenos de tamanhos médios e grandes, intensamente ocupados e com alta densidade populacional. A altitude do ponto 8 é 580 metros com relevo inclinado, declividade variando de 5 a 20%, e vertentes voltadas para norte, leste e sul.



**Foto 16:** Vista parcial da rua.

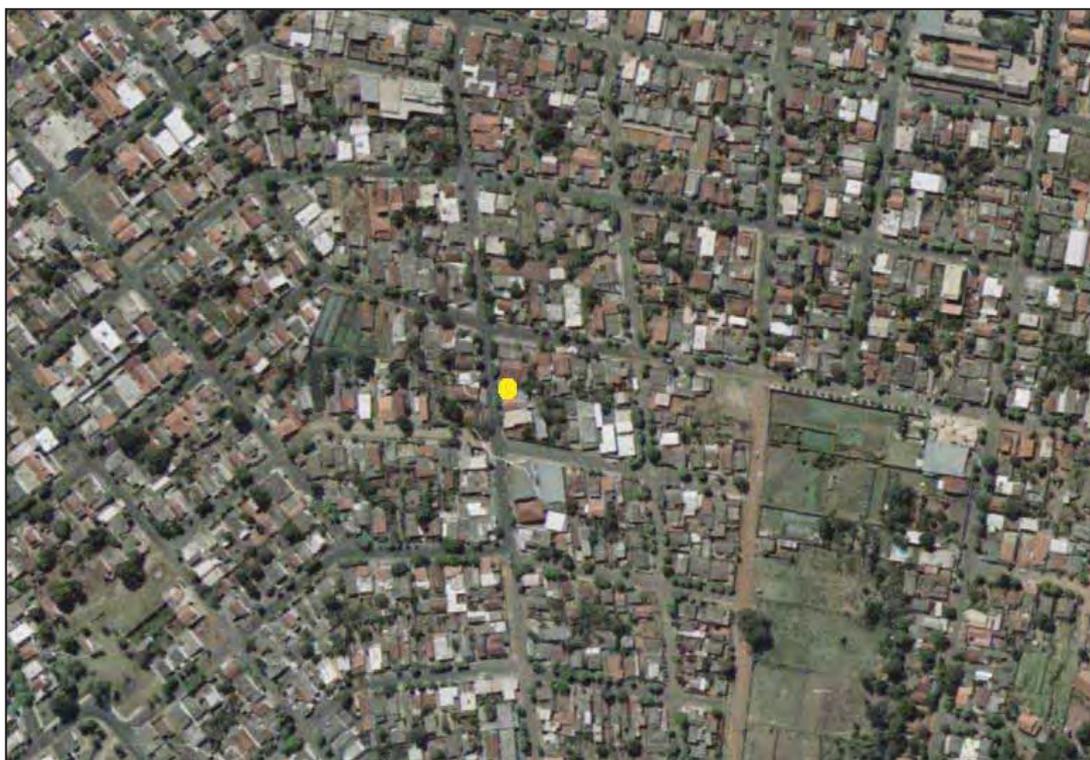
Nessa área, embora existam dois clubes particulares (Clube do Ipê e Clube dos Médicos), não existem espaços livres de construção destinados ao sistema de lazer. De maneira geral, o bairro se caracteriza por ser densamente ocupado com mistura de usos do solo, com lotes médios e grandes, e vegetação pontual (Foto 16).

**Ponto 9: Jardim São Judas Tadeu.**

O ponto 9 se localiza em uma área residencial de classe média baixa e baixa, no Bairro Jardim São Judas Tadeu. Esse bairro é caracterizado, por alta densidade de ocupação do solo, entretanto, está próximo à muitas chácaras com densidade de ocupação mais baixa e amplas áreas permeáveis, como pode ser observado na Figura 31, além, de se encontrar na periferia da Cidade próximo a zona rural.

O Jardim São Judas Tadeu conta com significativa ocorrência de vegetação arbórea (Foto 17), além de alta quantidade de construções com telhados do tipo fibrocimento, em função, principalmente, do baixo custo desse material, pois essa área é caracterizada por população de baixa renda. A densidade populacional é alta, e os tamanhos dos lotes são de médios a pequenos, se comparados com outras áreas da cidade, com construções que geralmente ocupam todo o terreno, e poucas áreas permeáveis.

O uso do solo é predominantemente residencial, com poucas ocorrências de usos do tipo comercial de primeira necessidade. A Altitude do ponto é 543 metros, com relevo inclinado e declividade acentuada, de 10 a 30%, com vertentes voltadas para sudoeste e oeste.



**FIGURA 31:** recorte da fotografia aérea, ponto 9 e arredores

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006



**Foto17:** Vista parcial da rua.

**Ponto 10: Zona Rural a Leste.**

O ponto 10 se localiza na zona rural a 5000 metros do centro e com descontinuidade de 2000 metros da malha urbana. Localiza-se no fundo do vale próximo ao córrego. O uso do solo no seu entorno, é tipicamente rural, com predomínio de pastagens, sem culturas do tipo arbóreas nas suas proximidades, como se observa através da Figura 32.



**FIGURA 32:** Recorte da fotografia aérea, ponto 10 e arredores  
**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006

A altitude do ponto é 536 metros, com relevo inclinado e declividade de 5 a 30%, apresentando vertentes, predominantemente voltadas para sul, seguidas de pequenas áreas voltadas para leste e norte.

Deve-se ressaltar que, essa área se encontra próxima ao espigão, com uma declividade acentuada, superior a 40% e altitude máxima de 625 metros, criando uma barreira geomorfológica.

A construção onde foi instalada a mini estação meteorológica se localiza próxima ao fundo do vale. Nos arredores da casa, observa-se significativa ocorrência de vegetação de porte arbóreo. A associação desses dois fatores pode representar queda na temperatura do ar, principalmente, nos períodos de inverno.

#### **Ponto 11: Jardim Monterrey.**

O ponto 11 se localiza no Jardim Monterrey, que se caracteriza por ser um bairro de população de classe média e alta, com lotes grandes e densamente ocupados. De modo geral, essas casas contam com jardins que garantem algumas áreas permeáveis. O uso do solo no interior do bairro, é predominantemente residencial, entretanto, nas vias principais que cortam o bairro existe uma grande mistura de usos comerciais e de serviços, como postos de combustível, mercados, bares, padarias, um hospital odontológico, uma transportadora, escolas, igrejas, enfim, usos que garantem uma diversidade ao local. Essas características acarretam também alguns problemas, como a intensificação do tráfego, poluição atmosférica, sonora e visual, e algumas incompatibilidades de usos. Mesmo sendo um importante corredor de ligação da cidade, esse bairro já se encontra nas proximidades da zona rural e do bosque da cidade, como pode ser observado na Figura 33.

A altitude do ponto é 554 metros, sendo o relevo levemente inclinado com declividade de 0 a 15% e vertentes voltadas a norte, leste e sul.

Nessa área, por se tratar de uma ocupação relativamente recente, a vegetação existente ainda é de pequeno porte, e pouco expressiva (Foto 18), sendo a densidade demográfica considerada média.

Ocorre nesse bairro significativa quantidade de solo exposto, devido à lotes ainda não ocupados e a proximidades com áreas de uso rural com pastagem, fatores capazes de garantir o aquecimento nessa região principalmente no inverno.



**FIGURA 33:** Recorte da fotografia aérea, ponto 11 e arredores  
**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006



**Foto18:** Vista parcial da rua.

#### **Ponto 12: Bosque Municipal.**

O ponto 12 está localizado na base da polícia ambiental, que se encontra dentro da área do bosque municipal, no bairro Jardim do Bosque. Esse ponto foi escolhido, devido ao fato do bosque ser a maior reserva de mata remanescente do perímetro urbano. Uma mini estação foi instalada em frente ao início do bosque, como pode ser observado na Figura 34.

O bosque se localiza nas margens de uma importante via de circulação, sendo uma das rotas de entrada e saída da cidade. Nos seus arredores, existem dois bairros de média densidade populacional e zonal rural. Essa área apresenta relevo inclinado, com

declividade de 10 a 20%, com vertente orientada para leste e norte e a altitude do ponto é 551 metros, sendo que, o bosque se estende até ao fundo do vale, atingindo a cota de 490 metros no ponto mais baixo.



**FIGURA 34:** Recorte da fotografia aérea, ponto 12 e arredores  
**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006

A base da polícia ambiental, tem cobertura de telhas de cerâmica, sendo que, o equipamento foi instalado respeitando as mesmas condições de instalação dos outros pontos. Ela se localiza na área do bosque municipal (Foto 19)



**Foto 19:** Vista parcial da entrada do bosque municipal

Nesse ponto, portanto, a densidade demográfica é baixa, assim como, a densidade de ocupação. Em relação aos usos do uso, como o bosque se localiza entre bairros residenciais e corredores de ligação, há uma mistura de usos residências, comerciais e de serviços. Os fatores mais relevantes dessa área são: intenso tráfego no local, proximidade ao bosque - que tem importância significativa pelo volume de vegetação arbórea, pela sua dimensão e por ser a maior área de reserva de mata remanescente dentro da área urbana.

### **Ponto 13: Jardim São Francisco de Assis.**

O Ponto 13 se localiza no Jardim São Francisco de Assis. Essa área é caracterizada por uso do solo como tipo residencial, com lotes de tamanho médio e com alta densidade populacional. O bairro é densamente ocupado, embora seja cercado de um lado por áreas rurais, e de outro por espaços ainda não loteados, além, do recinto de exposições, como pode ser observado na Figura 35.



**FIGURA 35:** Recorte da fotografia aérea, ponto 13 e arredores

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006

O Bairro se localiza no limite do perímetro urbano, próximo a um córrego, sendo a altitude do ponto de 542 metros, com relevo levemente inclinado, declividade de 0 a 10% e vertentes voltadas para sul, sudoeste e oeste. A vegetação urbana na área é de densidade média, porém descontínua (Foto 20).

O perfil social dos moradores desse bairro é misto e, existe uma mistura de tipos de construção, de modo que, é possível observar desde casas cobertas com telhas de

cerâmica, casas cobertas com laje e casas cobertas com telhas do tipo fibrocimento, principalmente, na parte mais baixa do bairro, próxima ao córrego.



**Foto 20:** Vista parcial da rua.

#### **Ponto 14: Parque Industrial I.**

Este ponto está localizado no Parque Industrial I, onde a mini estação foi instalada em uma indústria de embalagens para ovos. A cidade de Jales, não apresenta grande vocação industrial, sendo as principais atividades desenvolvidas, nos três parques industriais, voltadas para o comércio e serviços. O Parque Industrial I apresenta usos do solo do tipo oficinas mecânicas, serralherias, borracharias, marmorarias, transportadoras, depósitos, depósitos de produtos recicláveis, depósito “Ferro Velho”, além, de usos industriais, como fábrica de postes, indústria química, indústria de embalagem de ovos, indústria alimentícia e algodoeira, além do aeroporto municipal.

Como pode ser observado na Figura 36, o Parque Industrial I apresenta baixa densidade de construção, com terrenos grandes e muitos ainda não ocupados, fator que contribui com a alta percentagem de solo exposto (Foto 21). A densidade populacional é baixa e a vegetação existente no parque não é significativa. A vegetação que se observa a leste do parque industrial está localizada no Parque das Flores, bairro residencial de chácaras, que fica ao lado do parque Industrial. Já a vegetação observada a nordeste, pertence ao bosque municipal, além de algumas áreas de proteção permanente.

A altitude do ponto é 538 metros, com relevo levemente inclinado, a declividade varia entre 5 e 10%, com vertentes voltadas predominantemente para sudeste, leste, sul e pequena percentagem voltada para norte. O parque industrial se localiza em uma das

entradas da cidade, fator que confere a essa área tráfego intenso, sendo que, ele está localizado no limite do perímetro urbano nas proximidades da zona rural.



**FIGURA 36:** Recorte da fotografia aérea, ponto 14 e arredores  
**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2006



**Foto 21** Vista parcial do pátio da indústria.

**Ponto 15: Zona Rural a Sudoeste.**

O ponto 15 se localiza na zona rural, a uma distância de 6000 metros do centro em linha reta e com descontinuidade de 3000 metros da malha urbana. Trata-se de uma área de uso tipicamente rural, com plantação de seringueiras, rodeada por pastagens, como pode ser observado na Figura 37, com voo realizado no ano 2000 e Figura 38 com voo realizado no ano 2007, e na foto 22.



**FIGURA 37:** Recorte da fotografia aérea, ponto 15 e arredores  
**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2000



**FIGURA 38:** Recorte da fotografia aérea, ponto 15 e arredores

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Jales, 2007

Pode-se observar, que o ponto 15 está localizado na sede da propriedade, em meio à plantação de seringueiras, a altitude do ponto é 548 metros e a vertente está voltada para leste e sul.



**Foto 22:** Vista parcial do ponto 15.

Dessa maneira, ressalta-se que todos os pontos de foram selecionados através da caracterização geoambiental e urbana, sendo que cada ponto apresenta diferentes características que serão importantes para analisar as variações térmicas e higrométricas identificadas na área de estudo.



**Capítulo 5:  
Caracterização espacial do clima urbano – Janeiro de 2010**

## Capítulo 5

### Caracterização espacial do clima urbano – Janeiro de 2010

#### 1. Análise dos sistemas atmosféricos atuantes no mês de Janeiro de 2010

O clima urbano é entendido como um sistema, ou seja, a expressão das condições atmosféricas, resultantes da interação de diferentes escalas climáticas e de superfície. (MONTEIRO, 1976). 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. (AMORIM, 2000, p.37)

Portanto, torna-se fundamental entender a dinâmica do clima regional, com a finalidade de se identificar as características da atmosfera urbana nos diferentes sistemas atuantes, pois as áreas urbanas são capazes de intensificar ou minimizar as diferenças térmicas e higrométricas existentes entre as áreas intra-urbanas, além de seu entorno rural.

Por esse motivo, faz-se necessário a caracterização dos sistemas sinóticos que atuaram no mês de janeiro de 2010, através dos dados, das análises sinóticas, das cartas sinóticas e das imagens do satélite Goes disponibilizadas pelo CPTEC/INPE.

Inicialmente destaca-se que, para o mês de janeiro de 2010, pôde-se observar a atuação do *El Niño*, com aquecimento anômalo das águas do Pacífico na casa de 2°C. Esse fato, associado ao aquecimento das camadas sub-superficiais do Atlântico criaram as condições necessárias para que ocorressem chuvas acima da média no sudeste do Brasil. Especificamente, no estado de São Paulo, onde foram observados sistemas de baixa pressão atuando em quase todo o mês de janeiro, o que propiciou o surgimento de instabilidade atmosférica, intensificando as chuvas. As massas de ar predominantes para esse período, foram a tropical atlântica (mTa) e a equatorial continental (mEc), ambas quentes e úmidas. Também é possível observar através da Figura 39, Gráfico de análise rítmica, significativa ocorrência de cavados e zonas de convergência de umidade (ZCOU).

Em relação aos sistemas frontais, houve pouca ocorrência para o mês em questão, sendo que apenas três chegaram a atuar no território Brasileiro. Entretanto, após a passagem de uma frente pelo litoral, no dia 14, houve a formação de uma Zona

de Convergência de Umidade (ZCOU), que intensificou as chuvas no estado de São Paulo. Este sistema atuou até o dia 15, quando um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) trouxe mais chuvas para o sul do Brasil e partes do Estado de São Paulo. O mês de janeiro, que já havia começado chuvoso, teve as chuvas intensificadas por conta desse aporte de umidade.

A ZCOU é definida como uma zona de convergência de umidade em baixos e médios níveis. Ela ocorre, em uma faixa orientada de nordeste para sudeste, atravessando o Brasil. Geralmente esta zona está associada à nebulosidade e precipitação, como ocorreu no período em questão. O VCAN é comumente definido, como um sistema fechado de baixa pressão, de escala sinótica, que se forma na alta troposfera. Aqueles que se originam nas latitudes subtropicais, do tipo Palmén<sup>25</sup>, atuam sobre as Regiões sul e sudeste do Brasil por um período de um ou dois dias, provocando chuvas e ventos fortes.

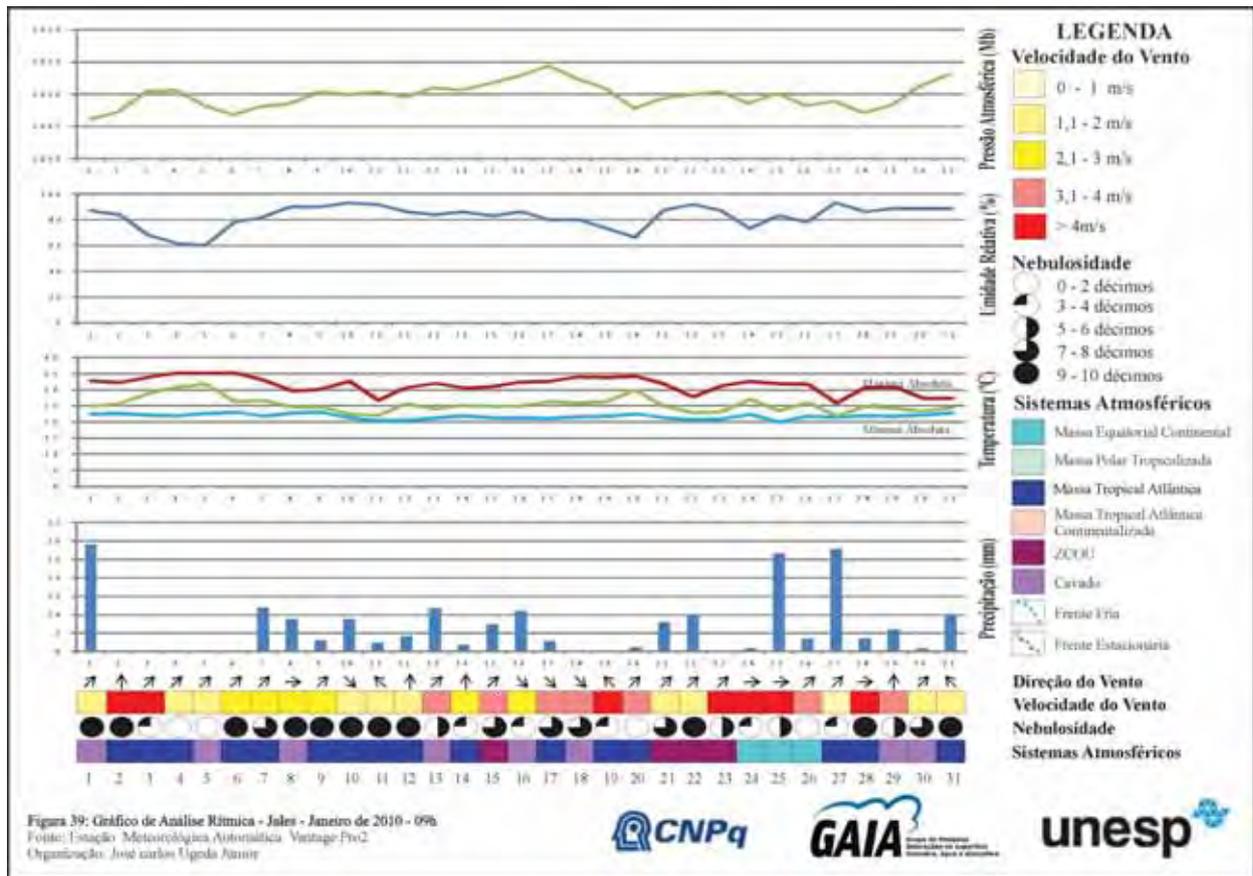
Entre os dias 20 e 21, um sistema frontal formou-se no litoral entre o Uruguai e o Rio Grande do Sul. No interior do continente, ele atingiu Santana do Livramento e Uruguaiana (RS), em seguida, foi para o oceano e favoreceu a formação de uma nova ZCOU entre o sul amazônico, parte do Centro-Oeste, principalmente entre Mato Grosso, Goiás, São Paulo, sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro, áreas onde ocorreram muitas chuvas. Esta ZCOU atuou até o dia 23. Destacam-se, as chuvas que ocorreram na capital paulista na madrugada do dia 21, causando estragos significativos.

Para fechar o mês, mais um **VCAN** atuou entre os dias 24 e 29, sobre parte da Região Sul, estendendo um cavado até São Paulo e o Rio de Janeiro, o que favoreceu a ocorrência de mais chuva nestas áreas. As chuvas mais intensas ficaram concentradas em São Paulo e na Baixada Fluminense (entre os dias 24 e 26). Este VCAN intensificou-se, causando estragos em várias localidades ao longo destes dias.

Os cavados são sistemas que podem ser observados durante todo o ano, e se caracterizam por uma área alongada de baixa pressão atmosférica, que está associada à circulação ciclônica mínima. Geralmente, acompanha à mudança do tempo, com formação de nebulosidade e precipitação.

---

<sup>25</sup> Os VCAN são classificados como: vórtices do tipo Palmén, que se originam nas latitudes subtropicais e vórtices do tipo Palmer, também chamados de vórtices de origem tropical por se formarem nessa região. Os vórtices ciclônicos de origem tropical formam-se nos meses de primavera, verão e outono e os vórtices do tipo Palmén formam-se em qualquer época do ano, inclusive no inverno. Os VCAN formam-se devido à pré-existência de um cavado frio em altos níveis de latitudes médias. (Palmer, 1951).



Segundo o CPEC também houve anomalias positivas significativas de precipitação sobre grande parte do centro-sul do Brasil, principalmente, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Em algumas localidades desses estados os volumes de chuva duplicaram os valores climatológicos normais, especialmente no centro-sul do estado de São Paulo.

As chuvas anômalas positivas registradas sobre parte do centro-sul do Brasil durante a primeira quinzena, foram provocadas pelo deslocamento de algumas frentes frias oceânicas que, mesmo sendo de baixa intensidade, criaram instabilidade. Durante a segunda quinzena, a configuração de uma zona de convergência de umidade (ZCOU), associada a um cavado estacionário, intensificou as chuvas sobre grande parte do estado de São Paulo e, além disso, após o dia 15, a Alta da Bolívia se deslocou para o norte, devido à atuação de um cavado sobre grande parte do centro sul do Brasil. Este sistema dinâmico de baixa pressão em altitude também contribuiu para a intensificação das chuvas sobre grande parte da Região sul e do Estado de São Paulo.

Associado a esses sistemas houve também, a ocorrência anômala do vento de quadrante norte, que fez direcionar o jato de baixos níveis (**JBN**) para parte do Sudeste e Sul do Brasil, fazendo com que, o ar quente e úmido da região tropical contribuísse para intensificar as chuvas sobre o Estado de São Paulo. Este padrão de circulação nas baixas camadas predominou ao longo de todo o mês, sendo que, na segunda quinzena de janeiro o **JBN** esteve um pouco mais deslocado para leste, intensificando as chuvas sobre grande parte do Estado de São Paulo. Ressalta-se que em várias localidades do Estado, incluindo a capital as chuvas registradas quadruplicaram os valores climatológicos normais.

## **2. Análise da temperatura e da umidade relativa – Janeiro de 2010**

### **2.1. Variação térmica e higrométrica às 9h**

As chuvas e os ventos em Jales, no mês de Janeiro de 2010, seguiram o padrão do Estado de São Paulo descrito anteriormente, sendo que os ventos fortes e o excesso de chuva fizeram com que as diferenças térmicas entre a área urbana e rural, além das intra-urbanas fossem amenizadas. Entretanto, apesar dessa configuração do tempo, em alguns dias foram observadas diferenças em torno de 10°C, sendo que a maior diferença ocorreu no dia 30 de Janeiro às 16h, atingindo 11,6°C, e a diferença mínima foi observada no dia 27 de Janeiro às 18h, ficando em 0,6°C, sendo que a diferença média

observada para este mês foi aproximadamente 4°C com significativa ocorrência de diferenças térmicas entre 2 e 6°C.

A Tabela 2 permite observar as diferenças térmicas e higrométricas entre todos os pontos de registro de dados, às 9h, além, da precipitação e velocidade do vento nas duas estações automáticas instaladas, uma na área urbana outra na área rural. Para este horário as diferenças térmicas registradas variaram entre 0,7 e 5,3°C, e as diferenças higrométricas variaram entre 6 e 39%. Foram observados 15 dias com variação entre 0,7 a 2,0°C, variação térmica considerada baixa. Tal fato é explicado, devido o excesso de precipitação registrada neste mês, além da velocidade do vento, uma vez que, as ilhas de calor apresentam maior intensidade em situação sinótica de calmaria, sem precipitação ou vento. Foram observados 16 dias com diferenças térmicas entre 2,1 a 5,3°C, o que é considerado significativo para uma cidade do porte de Jales, além de 16 dias com diferença higrométrica superior a 10%.

Outra característica que deve ser destacada sobre esse horário é que, devido às diferenças nas propriedades térmicas dos materiais que compõem o campo e a cidade, principalmente no que se refere à velocidade de aquecimento e liberação da energia acumulada, geralmente nos horários da manhã, a zona rural se encontra mais aquecida que a urbana, em contrapartida, no período noturno, o campo também libera a energia armazenada com maior velocidade, se resfriando mais rapidamente do que a cidade, sendo que esta última, se mantém mais aquecida, pois seus materiais construtivos levam mais tempo para liberar o calor adquirido durante o dia. É por esse motivo que, de maneira geral, durante a noite ocorrem às maiores intensidades das ilhas de calor e das ilhas secas nas áreas densamente construídas.

No dia primeiro de janeiro, o estado de São Paulo apresentava um sistema ciclônico, com ventos convergentes que geraram instabilidade, devido, principalmente, à movimentos ascendentes do ar, formando nebulosidade e chuva. Em Jales o dia permaneceu nublado, como pode ser observado na Figura 40. A Figura 41 apresenta as informações sinóticas mais relevantes.

Devido a instabilidade atmosférica as diferenças térmicas foram reduzidas, sendo pouco significativas, ficando na casa de 0.8°C, sendo que as áreas mais aquecidas foram, a zona rural a noroeste (ponto 1), 25,3°C e a zona urbana a sul (ponto 14), 25,4°C, como pode ser observado na Figura 42. O ponto 14 é caracterizado por uso industrial, e apesar de apresentar baixa densidade, já se distingue por interferir nas características térmicas do ar ao seu redor. Identificou-se a formação de ilhas de calor

de fraca magnitude nos pontos 1 e 14. As áreas menos aquecidas apresentaram 24,6°C, sendo localizadas na zona rural a nordeste e na zona urbana (pontos 3, 6 e 5)

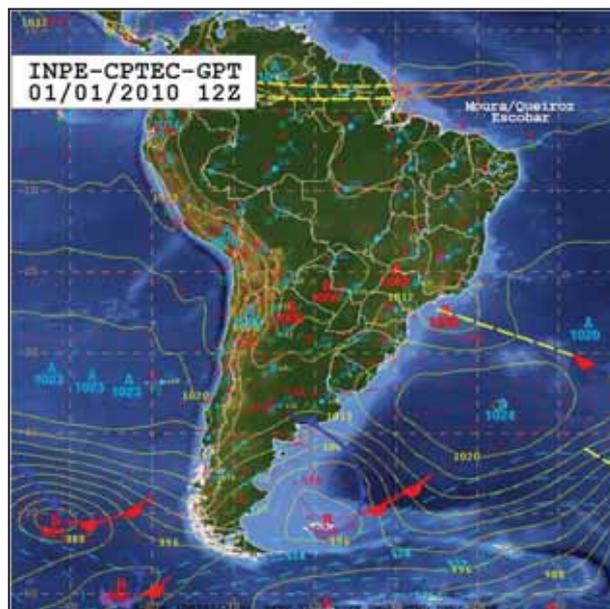
**Tabela 2:** Diferenças entre os pontos às 9:00 horas.

Data	Diferença Térmica (°C)	Diferença Higrométrica (%)	Chuva Urbano (mm)	Chuva Rural (mm)	Velocidade do Vento Urbano (m/s)	Velocidade do Vento Urbano (Km/h)	Velocidade do Vento Rural (m/s)	Velocidade do Vento Rural (km/h)
01/01/2010	0,8	7	0	0	0	0,0	0	0,0
02/01/2010	1,8	9	0	0	0,4	1,4	0,9	3,2
03/01/2010	4	12	0	0	0,4	1,4	0,9	3,2
04/01/2010	5,1	12	0	0	0	0,0	0	0,0
05/01/2010	4,7	18	0	0	0	0,0	0	0,0
06/01/2010	1,8	11	0	0	0	0,0	0	0,0
07/01/2010	3,2	17	0	0	0	0,0	0,4	1,4
08/01/2010	1,3	10	0	0	0	0,0	0	0,0
09/01/2010	1,1	7	0	0	0	0,0	0	0,0
10/01/2010	2	12	11	5,8	0,9	3,2	0,9	3,2
11/01/2010	2,4	14	1,8	1,8	0	0,0	0,4	1,4
12/01/2010	0,7	6	0	0	0	0,0	0	0,0
13/01/2010	2,4	12	0	0	0	0,0	0	0,0
14/01/2010	2,6	11	0	0	0	0,0	0,4	1,4
15/01/2010	1,1	9	0	0	0	0,0	0,4	1,4
16/01/2010	1,6	9	0	0	0	0,0	0,4	1,4
17/01/2010	1,5	9	0	0	0	0,0	0	0,0
18/01/2010	1,1	10	0	0	0	0,0	0,4	1,4
19/01/2010	2,7	12	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
20/01/2010	3,7	14	0	0	0	0,0	0,4	1,4
21/01/2010	2,4	9	0	0	0	0,0	0	0,0
22/01/2010	2,8	15	1,8	1,8	0	0,0	0	0,0
23/01/2010	2,5	10	0	0	0	0,0	0	0,0
24/01/2010	3,3	10	0	0	0	0,0	0,4	1,4
25/01/2010	1,5	10	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
26/01/2010	3,8	12	0	0	0	0,0	0,4	1,4
27/01/2010	2	11	18,6	17	0	0,0	0,4	1,4
28/01/2010	1,4	6	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
29/01/2010	1,5	9	0	0	0	0,0	0	0,0
30/01/2010	5,3	37	0		0	0,0	0	0,0
31/01/2010	5,3	38	0	0	0	0,0	0,4	1,4

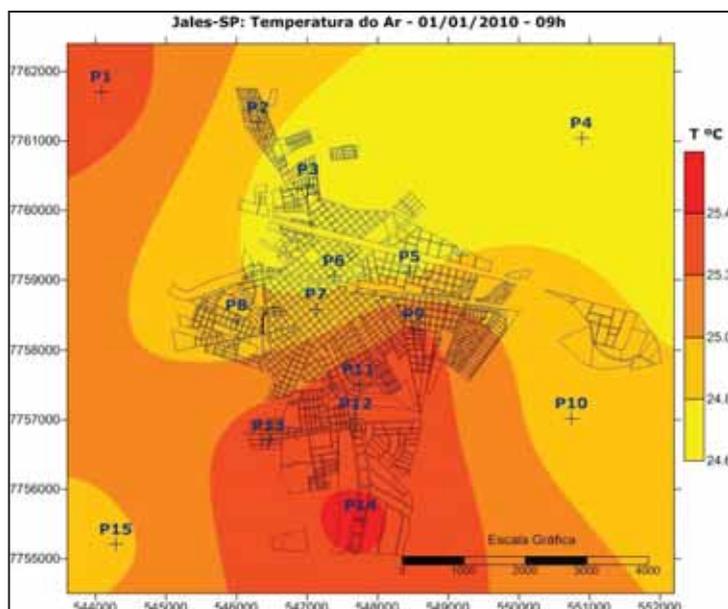
**Fonte:** Trabalho de campo – Janeiro de 2010.



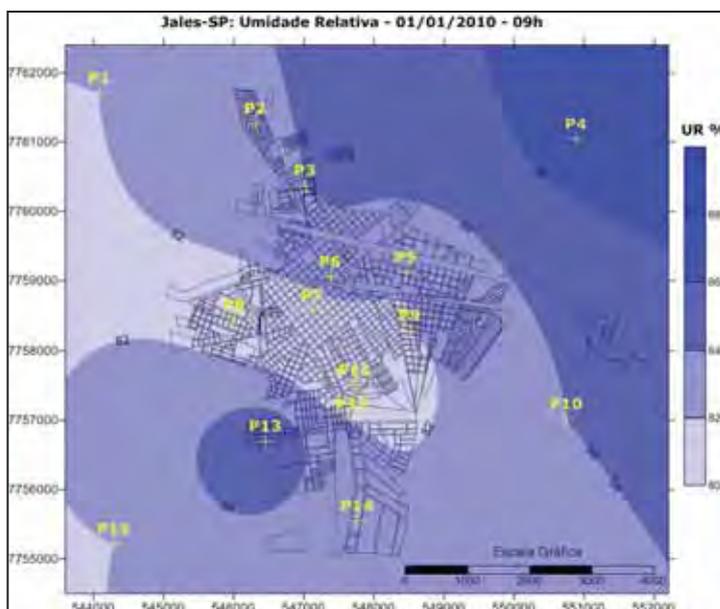
**Figura 40:** Imagem GOES 1/1/2010 - 9h



**Figura 41:** Carta Sinótica 1/1/2010 - 9h



**Figura 42:** Temperatura do Ar – 1/1/2010 – 09h.



**Figura 43:** Umidade Relativa – 1/1/2010 – 09h

Em relação à umidade relativa, a diferença também foi pouco significativa (7%). A região que apresentou menor umidade, 80%, recobre uma extensa área com bairros residenciais densamente ocupados, o centro da cidade com uso comercial e de serviços e a zona rural a leste. Já o ponto 4, apresentou a maior umidade relativa observada 87% (Figura 43).

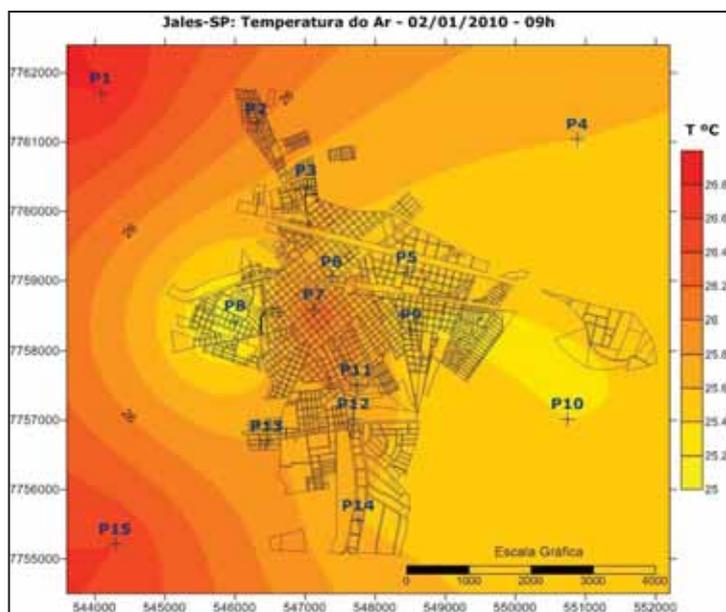
No dia dois, o centro de baixa pressão, continuou atuando sobre o estado de São Paulo (Figura 45), sendo que em Jales a atmosfera continuou instável e com tempo nublado (Figura 44) durante todo o dia e com pancadas de chuva.



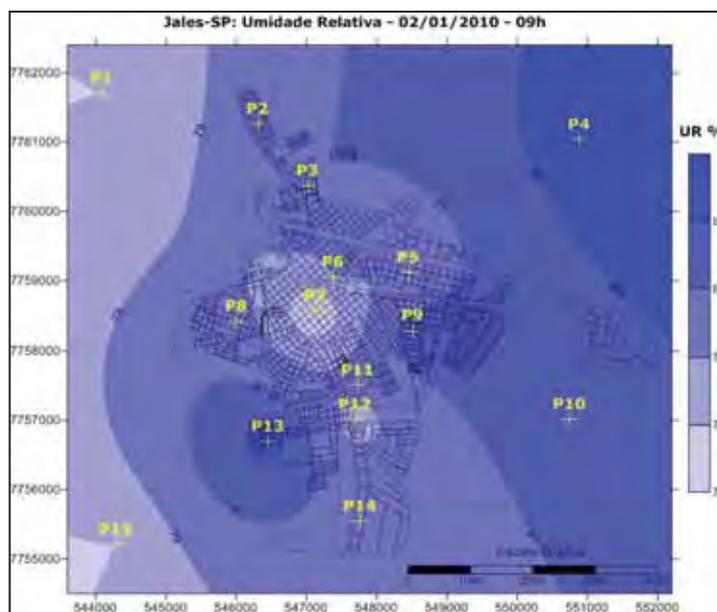
**Figura 44:** Imagem GOES 2/1/2010 - 9h



**Figura 45:** Carta Sinótica 2/1/2010 - 9h



**Figura 46:** Temperatura do Ar – 2/1/2010 – 09h.



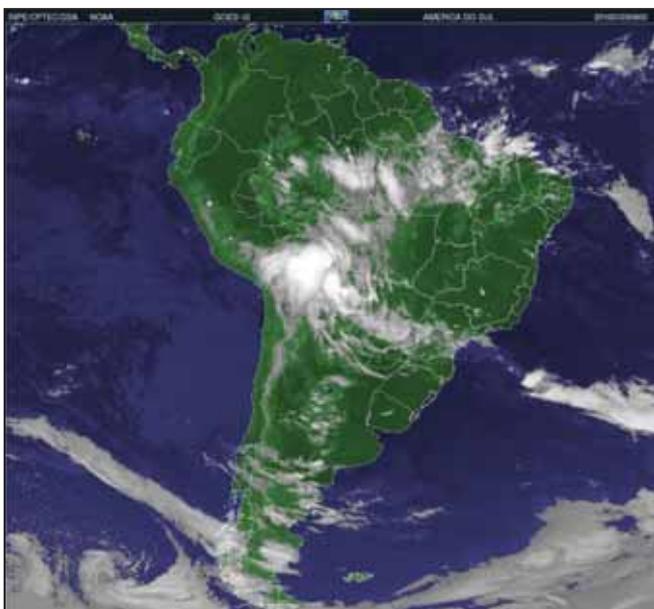
**Figura 47:** Umidade Relativa – 2/1/2010 – 09h

A diferença térmica se ampliou para 1,8°C, sendo que a zona rural a oeste (P1 e P15), foram as áreas mais aquecidas, apresentando 26,8°C e 26,6°C, respectivamente. A zona urbana se apresentou menos aquecida que o campo, entretanto, o centro da cidade (P7), que é densamente ocupado por atividades comerciais e de serviços, apresentou 26,2°C formando uma ilha de calor de fraca magnitude. Os bairros residenciais, a leste e a oeste (P9 e P8), apresentaram a temperatura mais baixa 25,2 e 25°C, respectivamente, configurando ilhas frescas de baixa intensidade (Figura 46).

A diferença higrométrica, também apresentou leve aumento, ficando em 9%, sendo que a umidade relativa diminuiu, variando de 75 a 84%. Foi possível observar a

formação de uma ilha úmida no ponto 13 com 84% de umidade relativa. Essa área apresenta vegetação de porte médio e está localizada próxima a zona rural e ao fundo do vale, fatores que explicam a formação dessa ilha úmida. Notou-se a formação de duas ilhas secas, uma delas no centro da cidade (P7), com 75% de umidade relativa e a outra no ponto 12 com 77% de umidade. (Figura 47)

No dia três, o sistema de baixa pressão deixou de atuar, sendo que a atmosfera apresentou maior estabilidade pela diminuição dos movimentos ascendentes do ar, entretanto, um cavado localizado no litoral paulista ainda garantiu para o interior do Estado certa instabilidade, onde nesse dia, o sol apareceu entre nuvens e ocorreram pancadas rápidas de chuva à tarde (Figuras 48 e 49).



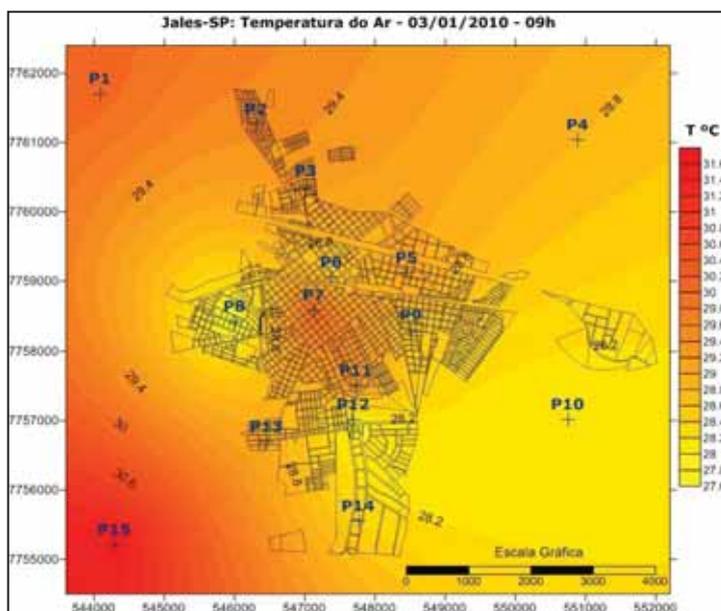
**Figura 48:** Imagem GOES 3/1/2010 - 9h



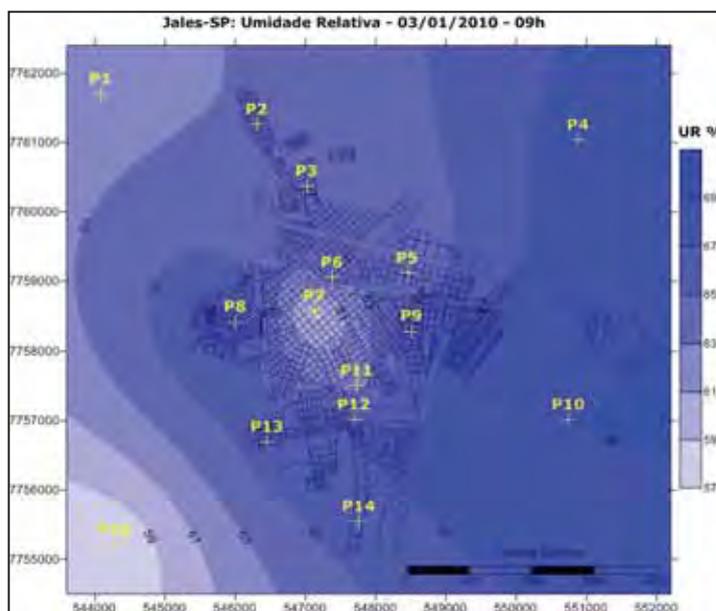
**Figura 49:** Carta Sinótica 3/1/2010 - 9h

Com aumento da estabilidade atmosférica, as diferenças térmicas e higrométricas se ampliaram, sendo de 4°C e 12%, respectivamente. A zona rural estava mais aquecida do que a urbana, isso ocorre devido às diferenças nas propriedades térmicas dos materiais e coberturas que compõem o campo e a cidade, como já explicado anteriormente. O padrão observado no dia 2 se manteve, com maior intensidade, a zona rural a oeste (P1 e P15) estava mais aquecida com 30,6 e 31,6°C, respectivamente. Nas áreas intra-urbanas foi possível identificar uma ilha de calor de média intensidade, localizada no centro da cidade, (P7 estendendo-se até o P11) com 30°C, e uma ilha fresca no Jardim Oiti, (P8) com 27,6°C. Destacam-se também os conjuntos habitacionais JACB e Arapuã (P2 e P3), por se apresentarem mais aquecidos,

com 29,5 e 29,3°C (Figura 50). Ambos são densamente ocupados, com lotes pequenos e significativa ocorrência de coberturas do tipo fibrocimento, além de pouca vegetação.



**Figura 50:** Temperatura do Ar – 3/1/2010 – 09h.



**Figura 51:** Umidade Relativa – 3/1/2010 – 09h

Em relação à umidade relativa, notou-se que a zona rural a leste se apresentou mais úmida (67 a 69% de UR) do que a zona rural a oeste, (57 a 63% de UR) (Figura 51). Essa diferença é explicada em parte pela temperatura, uma vez que, a área a oeste estava significativamente mais aquecida.

Nas áreas intra-urbanas ficou novamente nítida, uma ilha seca no centro da cidade (P7 e arredores), apresentando de 59 a 61% de umidade relativa. Essa ilha seca se forma, por se tratar de uma área densamente ocupada, com alta taxa de solo impermeável, e ausência de vegetação. Destaca-se ainda o fato de que, as poucas árvores identificadas no canteiro central da avenida, foram retiradas e substituídas, por palmeiras, o que provavelmente, vai intensificar ainda mais a formação dessa ilha seca. Novamente, observou-se a formação de uma ilha úmida no ponto 8, com 69% de umidade relativa.

No dia 4 o sistema atmosférico atuante não variou, apenas perdeu intensidade, permitindo maior estabilidade atmosférica, menor nebulosidade (Figuras 52 e 53). Conseqüentemente, a diferença térmica se ampliou, ficando em 5,1°C, com temperatura que variou de 29,1 a 34,2°C. A diferença higrométrica se manteve em 12% e a umidade relativa caiu, registrada em 46 a 58%.



Figura 52: Imagem GOES 4/1/2010 - 9h

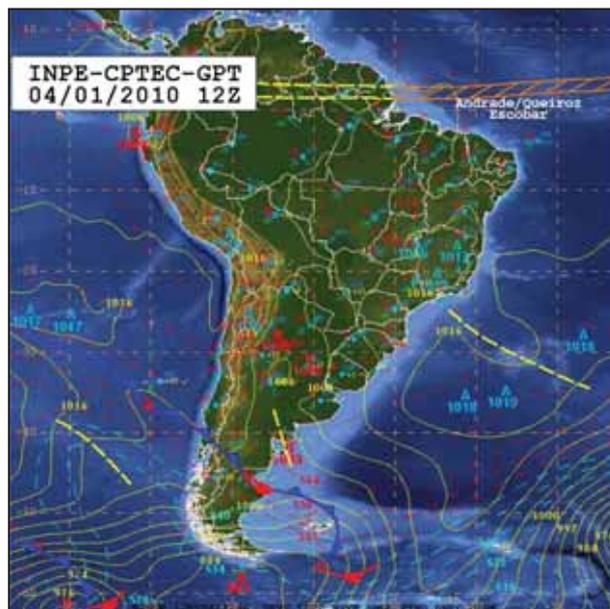


Figura 53: Carta Sinótica 4/1/2010 - 9h

O padrão observado nos dias 2 e 3, se manteve tanto em relação à temperatura quanto à umidade relativa, porém, com maior intensidade. A zona rural localizada a leste (P1 e P15) se apresentou mais aquecida, com temperatura variando de 32,8 a 34,2°C (Figura 54).

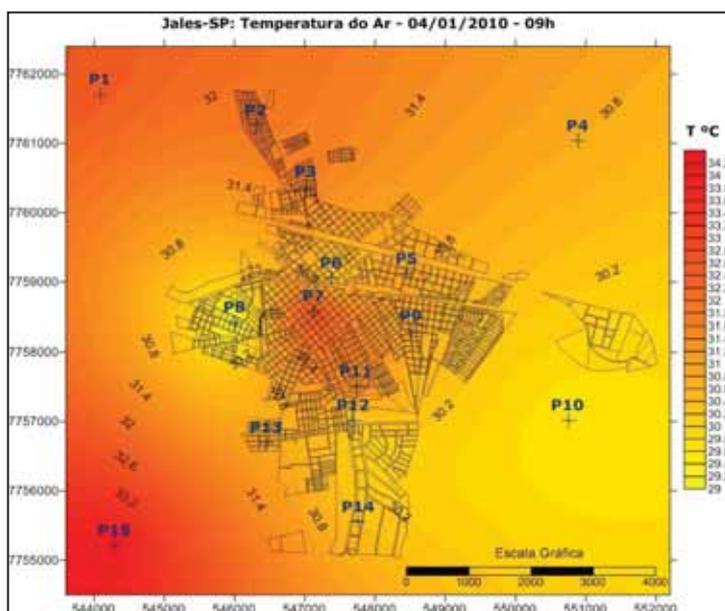


Figura 54: Temperatura do Ar – 4/1/2010 – 09h.

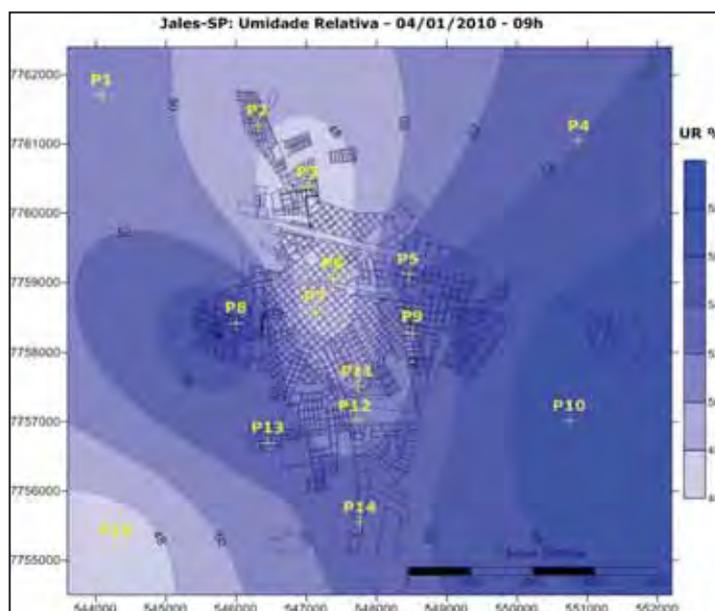


Figura 55: Umidade Relativa – 4/1/2010 – 09h

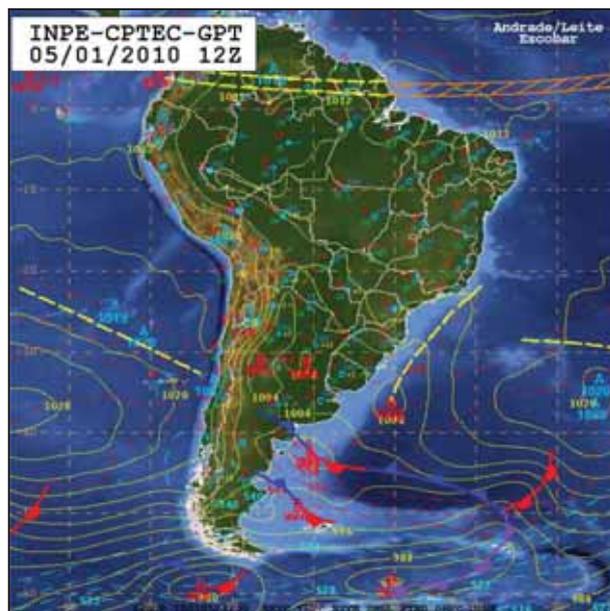
Na área urbana foi possível identificar uma ilha de calor mais intensa no centro (P7) com 32,5°C, se estendendo até o ponto 11. Foi possível observar duas ilhas frescas, a primeira no ponto 10, zona rural com 29,6 °C e a segunda no ponto 8 ( Jardim Oiti) com 29°C.

Com relação à umidade relativa, foram esses mesmo dois pontos 10 e 8 os mais úmidos, com 58 e 56% de umidade, respectivamente, configurando duas ilhas úmidas. Observou-se também, a configuração de duas ilhas secas, a primeira no ponto 15, zona rural com 46,5% de umidade, fato que ocorre em função da alta temperatura do ponto como já explicado, e outra no centro da cidade (P7) estendendo-se até o ponto 3, com 46% de umidade (Figura 55). Nessa área, como a temperatura é menor do que a do ponto 15, os fatores que deram origem a essa ilha seca, foram outros: reduzida vegetação urbana, impermeabilização generalizada do solo e canalização fechada dos córregos.

No dia 5, um novo cavado se formou no litoral entre o Rio Grande do Sul e o Rio de Janeiro (Figura 57), o que garantiu certa instabilidade atmosférica (Figura 56). Em Jales, durante a manhã, não ocorreu formação de nuvens, o que permitiu o aumento da temperatura. Entretanto, com a alta umidade no final da tarde, à noite, a nebulosidade e a velocidade do vento voltaram a aumentar.



**Figura 56:** Imagem GOES 5/1/2010 - 9h

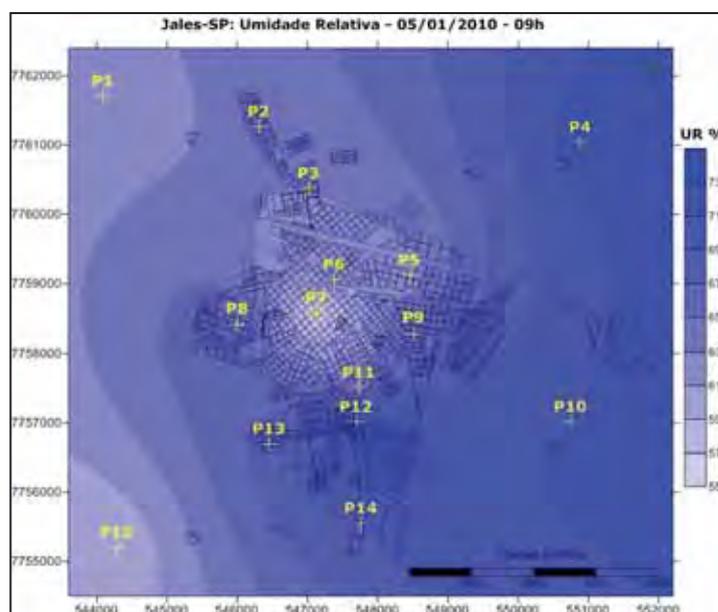
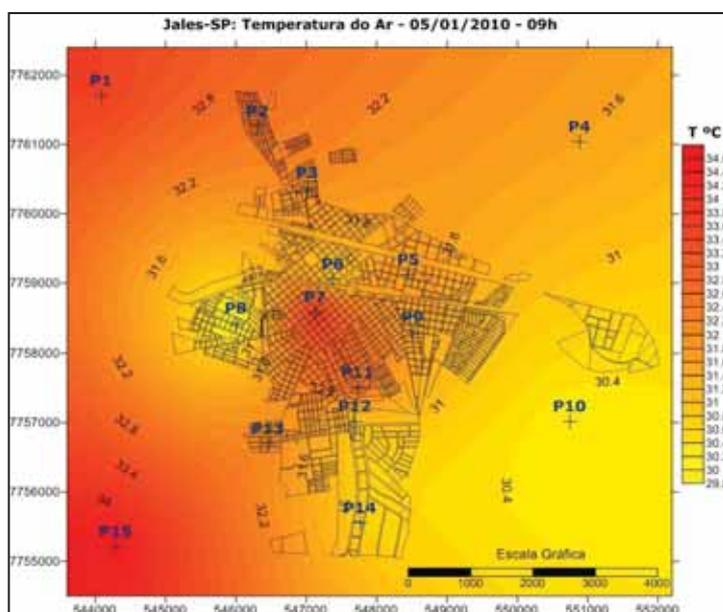


**Figura 57:** Carta Sinótica 5/1/2010 - 9h

Nessa Situação sinótica e com o Sol aparecendo entre nuvens, a diferença térmica se manteve com leve queda, ficando em 4,7°C (Figura 58), já a higrométrica se ampliou para 18% (Figura 59).

O padrão foi o mesmo identificado nos dias anteriores, com a diferença de que, a ilha de calor localizada no centro da cidade se intensificou, apresentando 33,5°C e estendeu-se até o ponto 11. Os pontos 2 e 3, localizados nos conjunto habitacionais,

também se aqueceram mais, variando de 32 a 32,8°C. As ilhas frescas permaneceram na mesma localização (P10 e P8), com temperatura de 30 e 29,8°C respectivamente.



**Figura 58:** Temperatura do Ar – 5/1/2010 – 09h.

**Figura 59:** Umidade Relativa – 5/1/2010 – 09h

No dia 5, ocorreu um incremento de umidade relativa, variando de 55 a 73%. Surgiu também, uma nova ilha úmida, localizada no ponto 12 e estendendo-se até o ponto 14, com 71 a 73% de umidade. Nessa área, existe uma significativa massa vegetal, pois ali se localizam: o bosque municipal, as áreas verdes do jardim do bosque e o parque das flores, conjunto, este, de chácaras com alto percentual de solo permeável e muita vegetação. Esses fatores explicam a formação dessa ilha úmida. Já a ilha seca do centro manteve-se apresentando 57% de umidade.

No dia 6, um novo sistema de baixa pressão voltou a se formar no interior de São Paulo, divisa com o Mato Grosso do Sul (Figura 61), ampliando a instabilidade atmosférica e a nebulosidade (Figura 60). O tempo ficou fechado durante toda a manhã com vento de média intensidade.

Com o aumento da instabilidade atmosférica, as diferenças térmicas e higrométricas voltaram a cair para 1,8°C e 11% de umidade. Devido à nebulosidade, a temperatura também caiu, variando de 26,2 a 28°C (Figura 62), o padrão observado nos dias anteriores não se repetiu, sendo que, o centro já não foi a área mais aquecida dentro do perímetro urbano. Notou-se a formação de uma ilha de calor de baixa magnitude no ponto 13, com 28°C. O ponto 4, se apresentou menos aquecido, com temperatura de 26,2 °C. Em relação à umidade, a ilha seca do ponto 7 manteve-se com 67% de umidade

relativa, estendendo-se até o ponto 14. O ponto 4 apresentou a maior umidade relativa, 77% (Figura 63).



Figura 60: Imagem GOES 6/1/2010 - 9h



Figura 61: Carta Sinótica 6/1/2010 - 9h

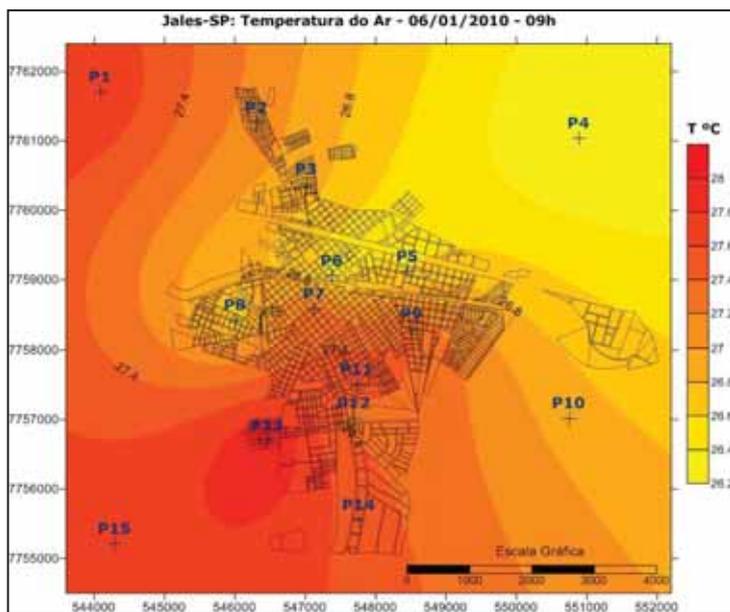


Figura 62: Temperatura do Ar – 6/1/2010 – 09h.

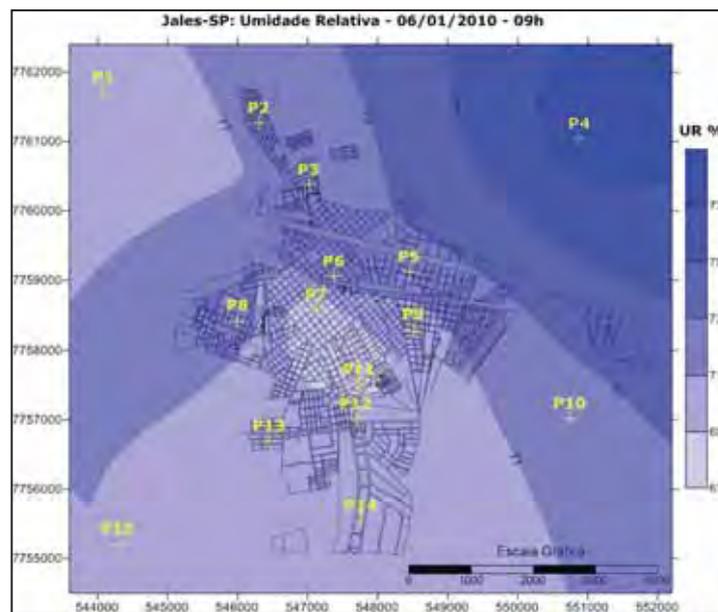


Figura 63: Umidade Relativa – 6/1/2010 – 09h

O sistema de baixa pressão continuou atuando sobre o interior de São Paulo no dia 7, sendo que, uma frente estacionária localizada no oceano no litoral de Santa Catarina contribuiu para o aumento da umidade (Figura 65). A instabilidade atmosférica continuou com chuva e vento pela manhã (Figura 64). Mesmo com tempo instável, a diferença térmica e higrométrica se ampliou, sendo 3,2°C e 17%, respectivamente.

Como o tempo ficou instável o dia todo, com chuva e vento, o padrão observado nos dias anteriores se modificou, sendo possível observar apenas os pontos 1 e 15 mais aquecidos com 28 e 29°C, respectivamente, e as áreas urbanas menos aquecidas, sendo que o ponto 8 apresentou a menor temperatura, 26,2°C (Figura 66).



Figura 64: Imagem GOES 7/1/2010 - 9h

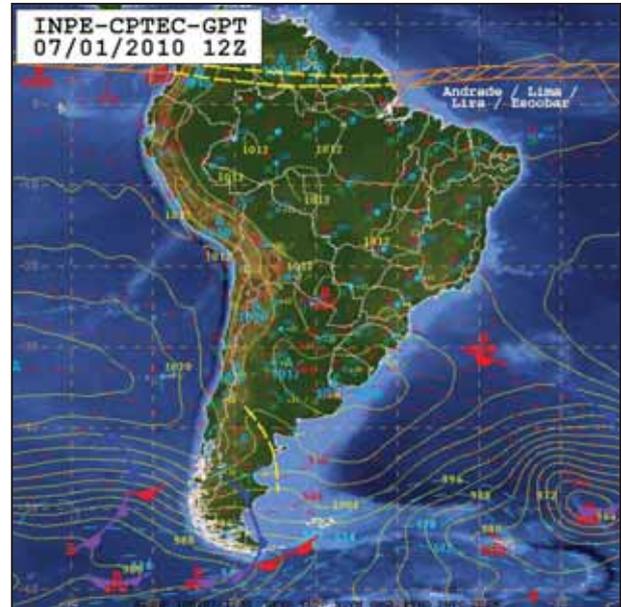


Figura 65: Carta Sinótica 7/1/2010 - 9h

A ilha seca do ponto 7, manteve-se, porém, com intensidade reduzida, 67% de umidade, sendo que, na zona rural, especialmente, no ponto 4, foi identificada a maior porcentagem de umidade, 83% (Figura 67).

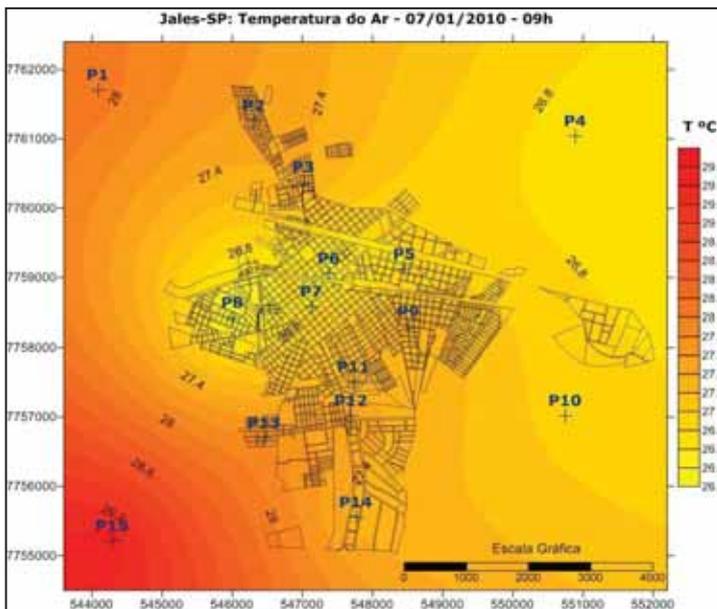


Figura 66: Temperatura do Ar – 7/1/2010 – 09h.

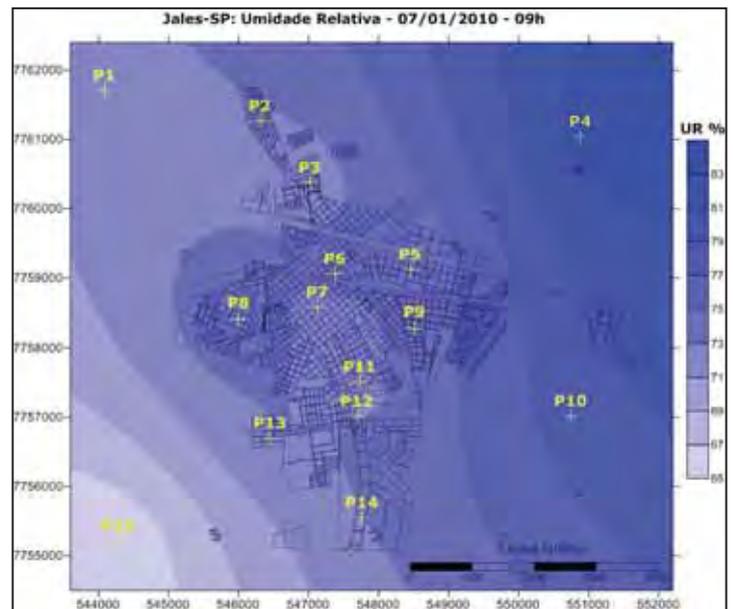


Figura 67: Umidade Relativa – 7/1/2010 – 09h

No dia 8, um cavado voltou a atuar no litoral paulista, associado ao sistema de baixa pressão localizado no interior (Figura 69), o que gerou instabilidade atmosférica (Figura 68). O tempo ficou chuvoso e com ventos fortes na área de estudo, sendo que se observou também, queda de temperatura. A diferença térmica foi de 1,3°C e a higrométrica de 10%.



Figura 68: Imagem GOES 8/1/2010 - 9h



Figura 69: Carta Sinótica 8/1/2010 - 9h

Nessas condições sinóticas, foi possível observar que, a área sudeste, tanto urbana quanto rural, se apresentava mais aquecida (25,8°C), enquanto que, a área a nordeste, tanto urbana como rural se apresentava menos aquecida (24,4°C), configurando uma ilha de calor e outra ilha fresca de baixa magnitude (Figura 70).

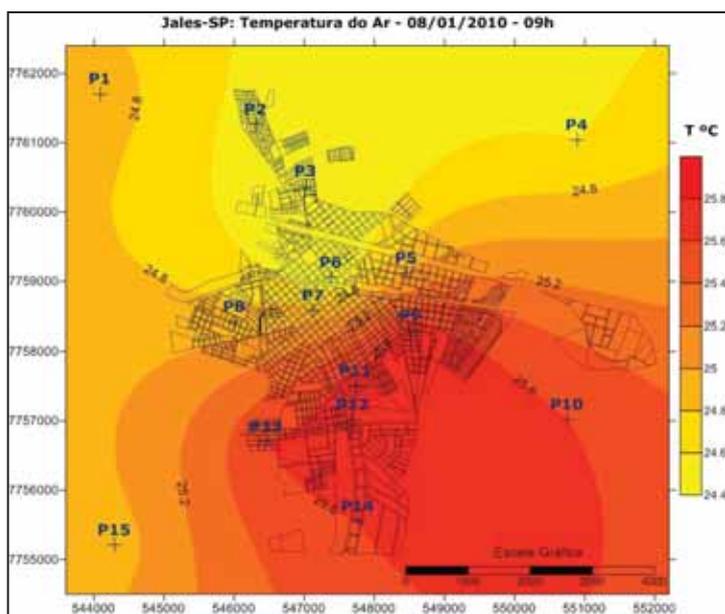


Figura 70: Temperatura do Ar – 8/1/2010 – 09h.

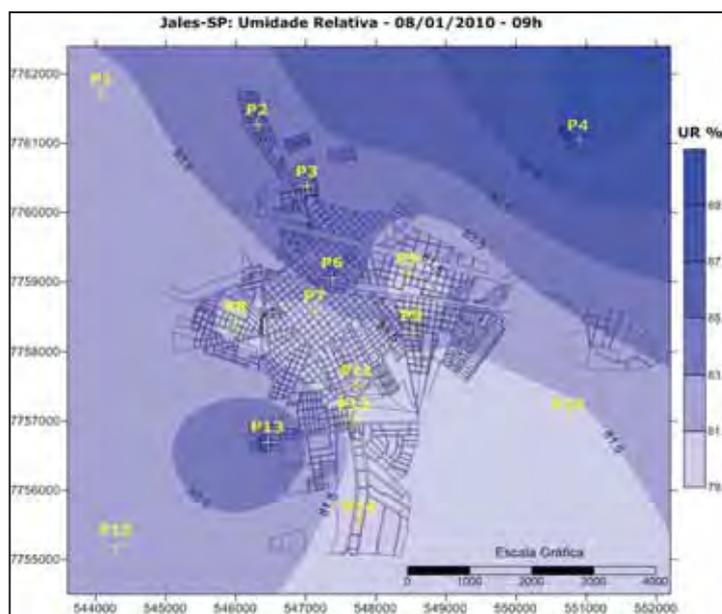


Figura 71: Umidade Relativa – 8/1/2010 – 09h

Ocorreu também um aumento da umidade relativa e, observou-se uma ilha úmida no ponto 13 com 87,5% e outra seca nos pontos 5 a 9 com 79,5% de umidade (Figura 71). A zona rural apresentou maior umidade, com exceção da área sudeste, fato explicado pela temperatura mais elevada.

No dia 9, os sistemas atmosféricos atuantes se mantiveram, mas com deslocamento do cavado para o sul do Estado de São Paulo (Figura 73). O excesso de umidade, manteve o tempo fechado com chuva e vento durante a manhã (Figura 72). A diferença térmica caiu para 1,1°C e a higrométrica para 7%.



Figura 72: Imagem GOES 9/1/2010 - 9h



Figura 73: Carta Sinótica 9/1/2010 - 9h

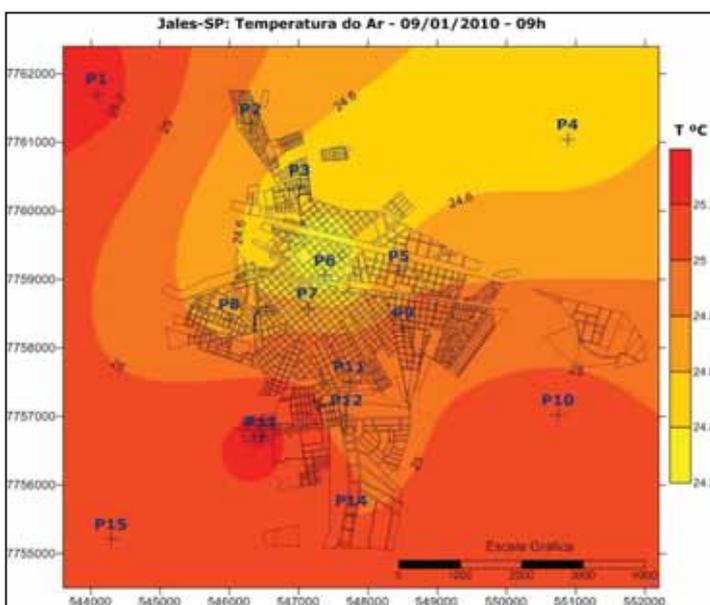


Figura 74: Temperatura do Ar – 9/1/2010 – 09h.

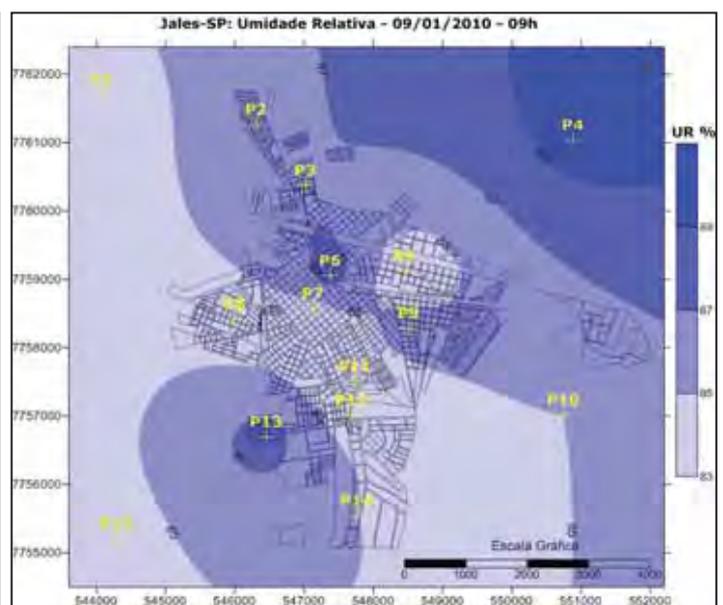


Figura 75: Umidade Relativa – 9/1/2010 – 09h

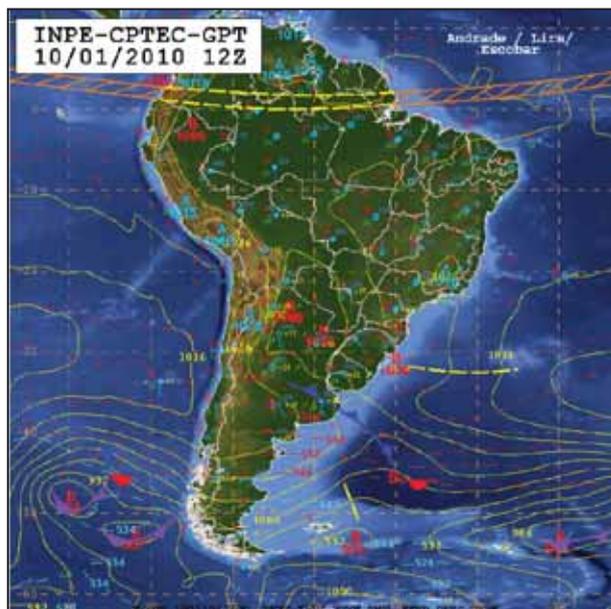
Observou-se que a zona rural se apresentava mais aquecida que a urbana, de sudeste até noroeste da área com 25°C de temperatura. Nas áreas intra-urbanas observou-se uma ilha de calor de baixa magnitude no ponto 13, com 25,2°C de temperatura. No ponto 6, notou-se uma ilha fresca, com 24,2°C (Figura 74).

A umidade relativa manteve o mesmo padrão do dia anterior, com uma ilha seca no ponto 5 (83%) e outra úmida no ponto 13 (87%), sendo que, a área mais úmida foi o ponto 4 registrando-se 90% de umidade (Figura 75).

No dia 10 o sistema sinótico não se alterou, com exceção, do cavado que se deslocou para o litoral do Rio Grande do Sul. Observou-se, uma frente fria se aproximando do rio Grande do Sul, entretanto, esta não chegou a atuar no interior paulista (Figura 77). O tempo continuou instável, com chuva forte e vento durante toda a manhã (Figura 76). A diferença térmica foi de 2,0°C e a higrométrica de 12%.



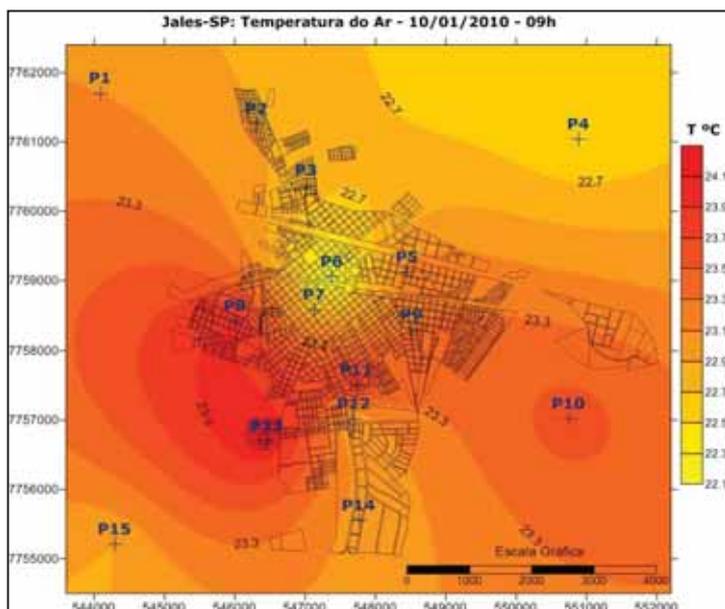
**Figura 76:** Imagem GOES 10/1/2010 - 9h



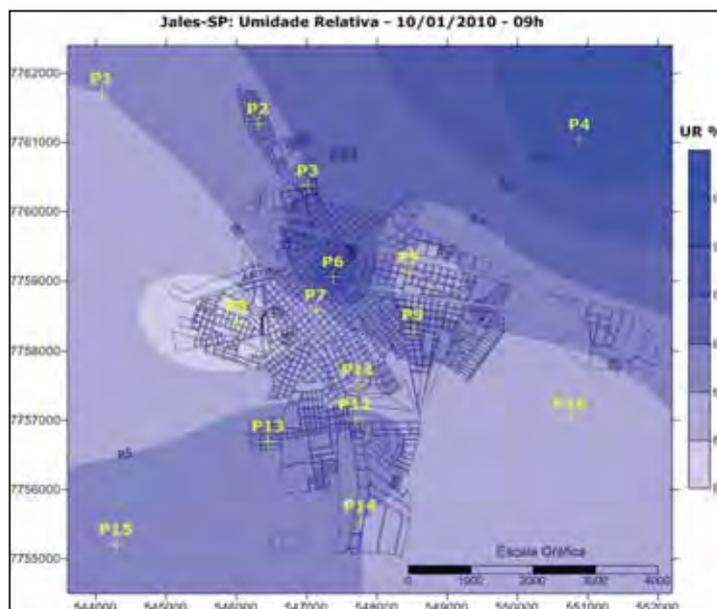
**Figura 77:** Carta Sinótica 10/1/2010 - 9h

A zona rural continuou aquecida destacando-se o ponto 10 com 23,5°C. Nas áreas urbanas identificou-se uma ilha de calor de média intensidade entre os pontos 8 e 13 com 24,1°C, sendo que, a ilha fresca manteve-se no ponto 6 com 22,1°C (Figura 78).

Nesse mesmo ponto, se configurou uma ilha úmida com 92% de umidade relativa, e o ponto 4 novamente apresentava o maior valor de umidade 93%. Notou-se a formação de uma ilha seca no ponto 8 com 81% de umidade (Figura 79). Nesse horário, foi registrada chuva de 11 milímetros na área urbana e apenas 5,8 na área rural, o que contribuiu para que a cidade se mantivesse menos aquecida que o campo.



**Figura 78:** Temperatura do Ar – 10/1/2010 – 09h.



**Figura 79:** Umidade Relativa – 10/1/2010 – 09h

O padrão observado na cidade de Jales não se alterou muito, principalmente, porque os sistemas atmosféricos atuantes também não se modificaram, continuando com baixa pressão e instabilidade atmosférica. Para que este texto não fique demasiadamente repetitivo, dar-se-á, ênfase aos casos mais significativos a partir desse momento.

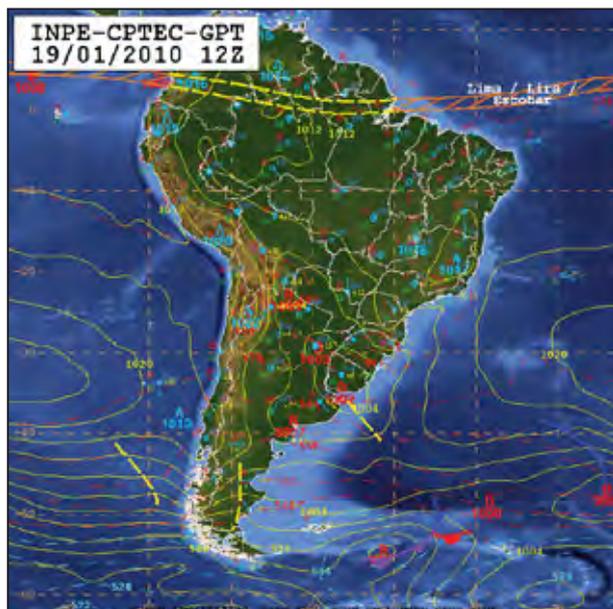
A partir do dia 14, passaram a ocorrer, alternadamente, cavados, zonas de convergência de umidade (ZCOU) e os vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN). Ambos são sistemas causadores de instabilidade e, associados a eles, os jatos de baixos níveis (JBN), que se deslocaram para leste a partir do dia 16 e, fizeram com que o ar quente e úmido da região tropical chegasse ao interior paulista, contribuindo para o incremento da precipitação. Dos dias 11 a 18, esses sistemas se alternaram causando instabilidade atmosférica, ventos de intensidade média e forte e chuva na área de estudo.

No dia 19, sem atuação da ZCOU e sem presença de cavados, a instabilidade atmosférica diminui (Figura 81). O tempo foi de sol entre nuvens e sem chuva (Figura 80), o que favoreceu o aquecimento da superfície. Houve ocorrência de rajadas de vento de média intensidade.

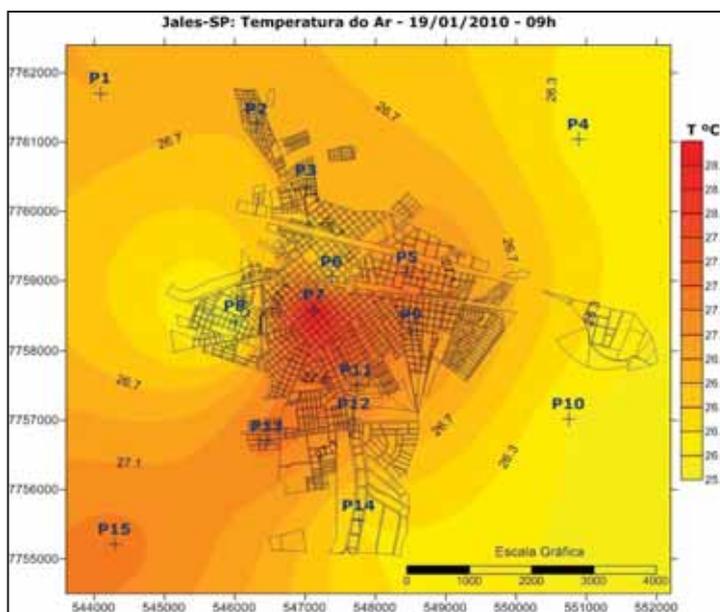
A atmosfera mais estável contribuiu para que a diferença térmica fosse maior 2,7°C, sendo que, a higrométrica foi de 12%. Nessa situação sinótica, foi possível notar que a área urbana se apresentou mais aquecida que a área rural, sendo possível observar uma ilha de calor no centro da cidade (P7) com 28,5°C e uma ilha fresca no ponto 8 com 25,9°C de temperatura (Figura 82).



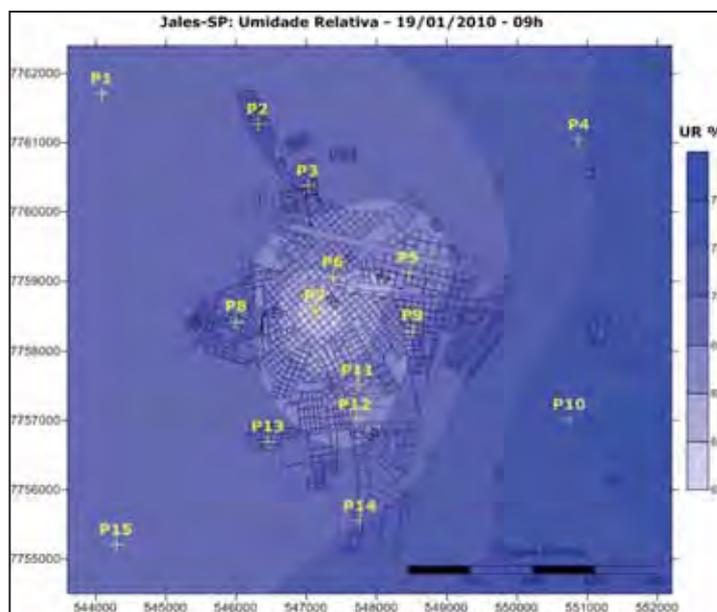
**Figura 80:** Imagem GOES 19/1/2010 - 9h



**Figura 81:** Carta Sinótica 19/1/2010 - 9h



**Figura 82:** Temperatura do Ar – 19/1/2010 – 09h.



**Figura 83:** Umidade Relativa – 19/1/2010 – 09h

O ponto 8 se destacou em diversos episódios durante o mês, por apresentar ilhas secas. A umidade relativa registrada variou de 63 a 75% sendo que, o centro (P7), apresentou menor umidade relativa 63%, e a periferia da cidade apresentou maior umidade 67 a 71% (Figura 83).

No dia 20 esse sistema sinótico começou a se alterar, pois o sistema de baixa pressão perdeu intensidade, e começou a atuar um sistema de alta pressão em parte do sudeste (Figura 85). A atmosfera apresentava-se mais estável, com menor nebulosidade

e maiores períodos de sol (Figura 84), fatores que contribuíram para o aquecimento da superfície e para o aumento da diferença térmica 3,7°C e higrométrica 14%.



Figura 84: Imagem GOES 20/1/2010 - 9h

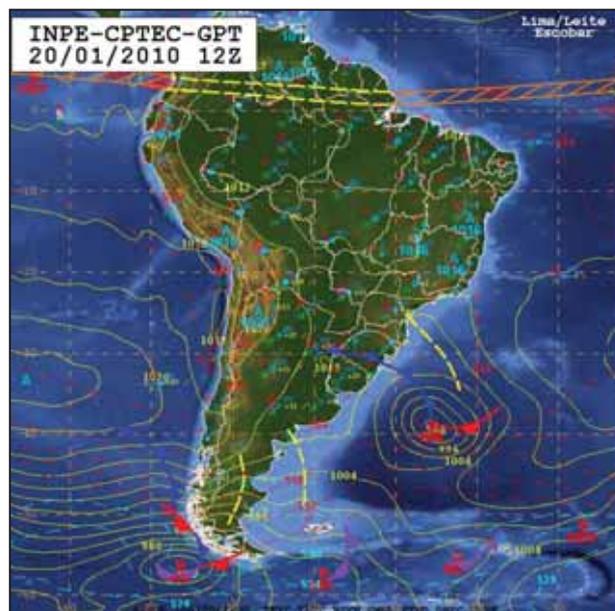


Figura 85: Carta Sinótica 20/1/2010 - 9h

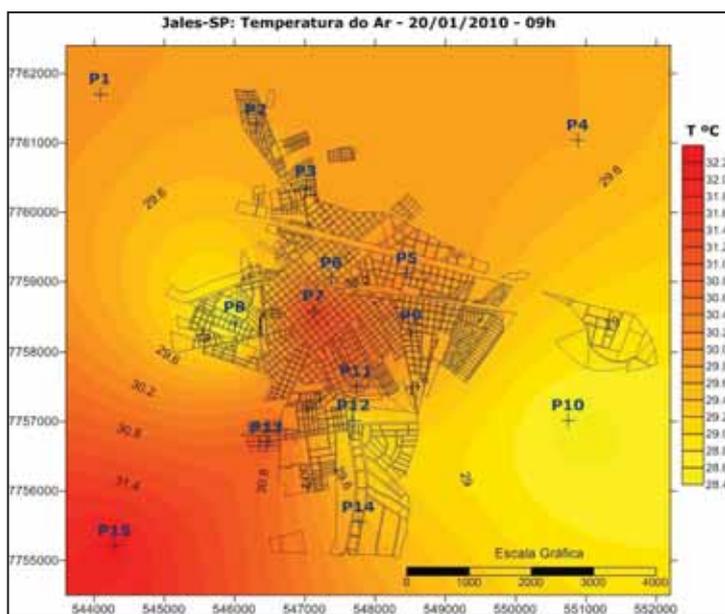


Figura 86: Temperatura do Ar – 20/1/2010 – 09h.

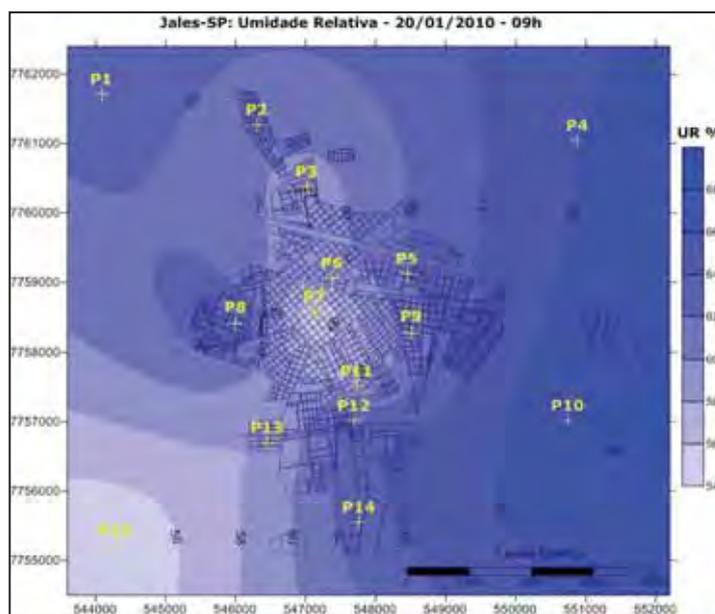


Figura 87: Umidade Relativa – 20/1/2010 – 09h

Observou-se que o ponto 15 apresentava a maior temperatura do horário (32,2°C) localizada na zona rural. Entretanto, nas áreas intra-urbanas, identificou-se a formação de uma ilha de calor no ponto 7, que se estendeu até o ponto 11 com 31,2°C. O ponto 13, na periferia da cidade, também merece destaque, pois se apresentava mais aquecido, 30,9°C. Notou-se a repetição da formação das ilhas frescas nos pontos 8 e 10 com 28,4°C (Figura 86).

A umidade relativa caiu, devido à ausência de precipitação, sendo possível identificar uma ilha seca no ponto 7 com 54% de umidade, uma ilha úmida no ponto 8 com 62% de umidade e a zona rural mais úmida que a urbana com exceção do ponto 15 (Figura 87).

No dia 21, uma ZCOU voltou a atuar no interior paulista aumentando a instabilidade (Figura 89). O tempo ficou fechado durante a manhã, com ventos de média intensidade (Figura 88). A diferença térmica diminuiu ( $2,4^{\circ}\text{C}$ ), assim como, a higrométrica (9%).



Figura 88: Imagem GOES 21/1/2010 - 9h

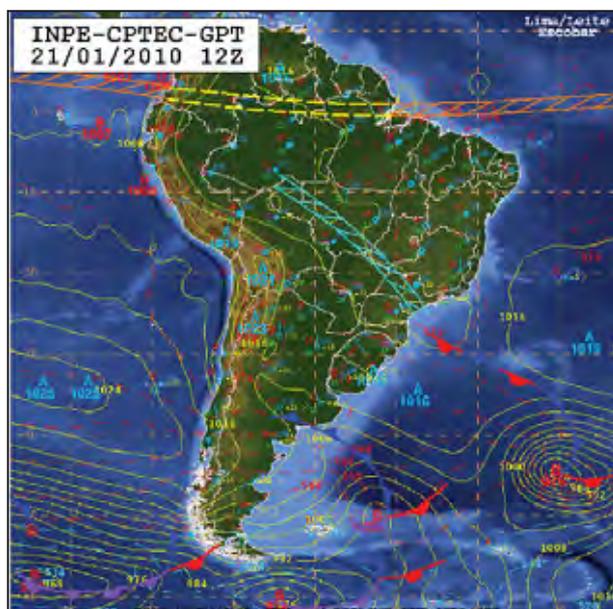


Figura 89: Carta Sinótica 21/1/2010 - 9h

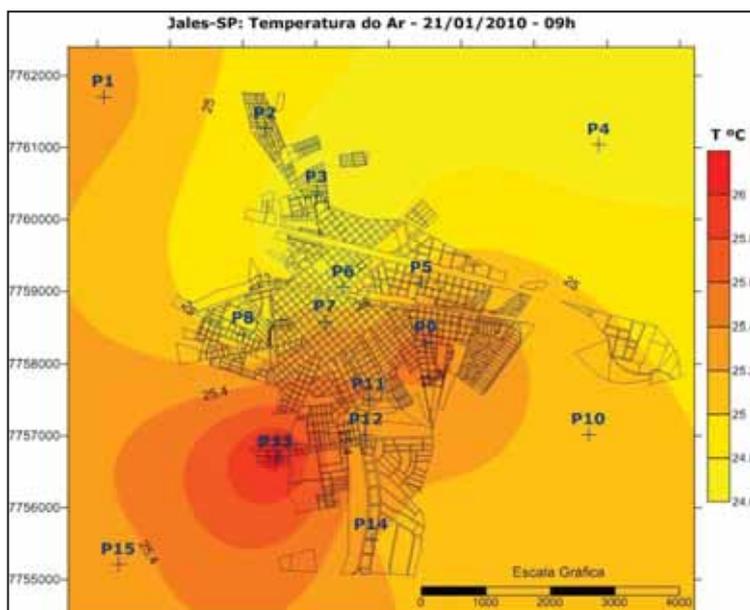


Figura 90: Temperatura do Ar – 21/1/2010 – 09h.

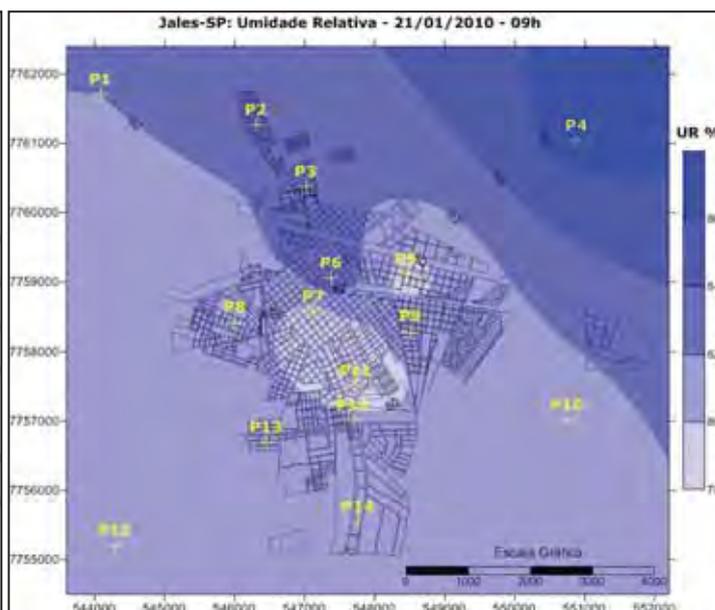


Figura 91: Umidade Relativa – 21/1/2010 – 09h

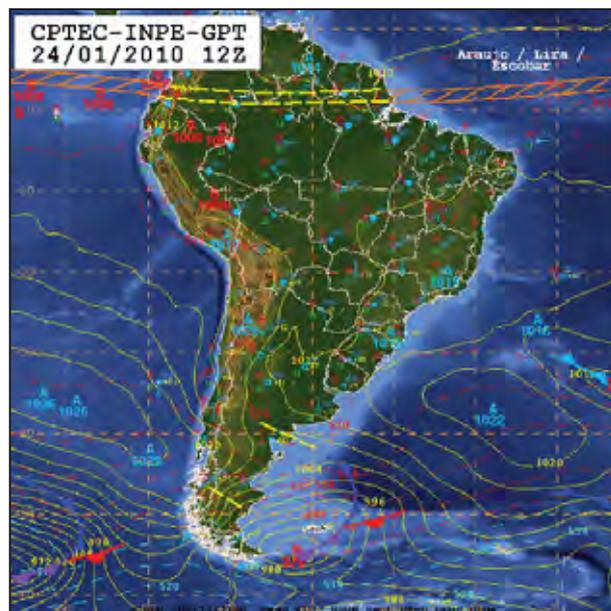
Nessa situação sinótica, observou-se que, o ponto 13 apresentava a formação de uma ilha de calor com 26°C. Foi possível notar também que, na porção centro-norte da área urbana, as temperaturas foram menores do que na porção centro-sul, que estava mais aquecida. A menor temperatura foi registrada nos pontos 6 e 4 (24,6°C) (Figura 90).

Em relação à umidade observou-se a formação de duas ilhas secas: a primeira que se estendeu do centro (P7) até o ponto 11 e a segunda no ponto 5, ambas com 78% de umidade relativa. A porção nordeste, tanto urbana como rural, apresentou-se mais úmida (82 a 86%) (Figura 91).

Nos dias 22 e 23 a ZCOU continuou atuando, sendo que, o padrão observado no dia 21 não se alterou, tendo apenas sua magnitude modificada. No dia 24, a ZCOU deixou de atuar e a atmosfera se apresentou mais estável (Figura 93), com baixa nebulosidade (Figura 92). Durante a manhã, o sol prevaleceu e a temperatura aumentou. A diferença térmica foi de 3,6°C, e a diferença higrométrica foi 12%.

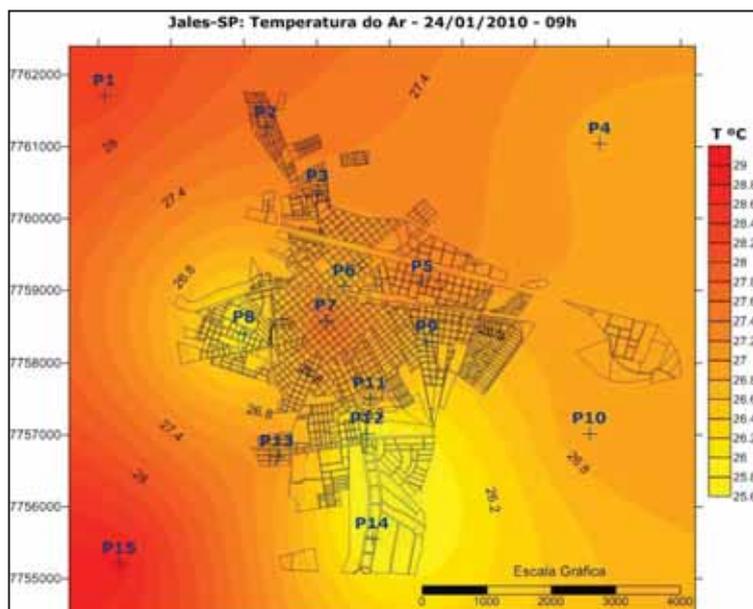


**Figura 92:** Imagem GOES 24/1/2010 - 9h

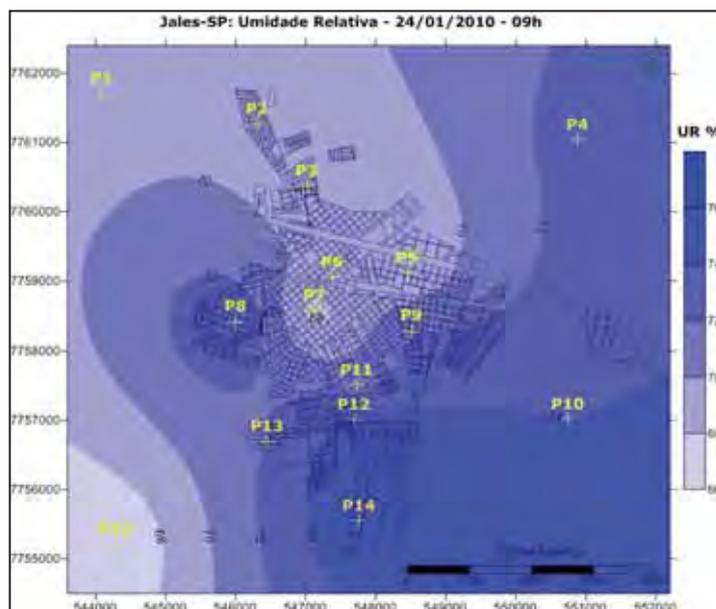


**Figura 93:** Carta Sinótica 24/1/2010 - 9h

Nesse dia, assim como no começo do mês, a zona rural estava mais aquecida, destacando-se os pontos 1 e 15 com 29°C. No centro da cidade (P7), identificou-se uma ilha de calor de fraca magnitude, com 27,6°C. Nos pontos 6 e 14 identificaram-se duas ilhas frescas de forte magnitude, ambas com 25,7°C, como pode ser observado na Figura 94. As áreas a leste e a sudeste apresentaram-se mais úmidas (70 a 76%), já o centro da cidade e o ponto 15, se apresentaram mais secos com 66% de umidade, como pode ser observado na Figura 95.



**Figura 94:** Temperatura do Ar – 24/1/2010 – 09h.



**Figura 95:** Umidade Relativa – 24/1/2010 – 09h

Nos dias 25 a 29, identificou-se o mesmo padrão, variando apenas em intensidade, em função da presença de cavados e da ação do JBN.

Nos dias 30 e 31 observou-se o aquecimento atípico do ponto 10. Nesses dias, a situação sinótica não se alterou, sendo que, o tempo se manteve instável com alta nebulosidade e chuva nos dois dias, como pode ser observado na Figura 96 e na figura 97. A diferença térmica foi de 5,6°C, e a diferença higrométrica foi 40%.

No dia 31, o ponto 10 apresentou temperatura muito superior às registradas em todos os outros pontos para esse horário (29,6 °C), sendo, a menor temperatura registrada no ponto 8 (24,2°C). Embora nenhum outro ponto tenha registrado temperaturas mais elevadas, no período da tarde o ponto 14 seguiu a mesma tendência, como será visto na análise das 15h, e como pode ser observado na Figura 98.

A umidade relativa seguiu esse mesmo padrão, sendo que o ponto 10, se apresentou mais seco (52%) e o restante da área mais úmido, 90%, como pode ser observado na Figura 99.

A explicação para essa situação, provavelmente, está relacionada com a ocorrência de precipitações, pois as 9h estava chovendo na cidade e no campo a norte, porém, é possível que não estivesse chovendo no ponto 10, fator que explicaria a temperatura mais elevada. Entretanto, como a estação instalada no ponto 10 não registra precipitação não é possível provar essa suposição.



Figura 96: Imagem GOES 31/1/2010 - 9h

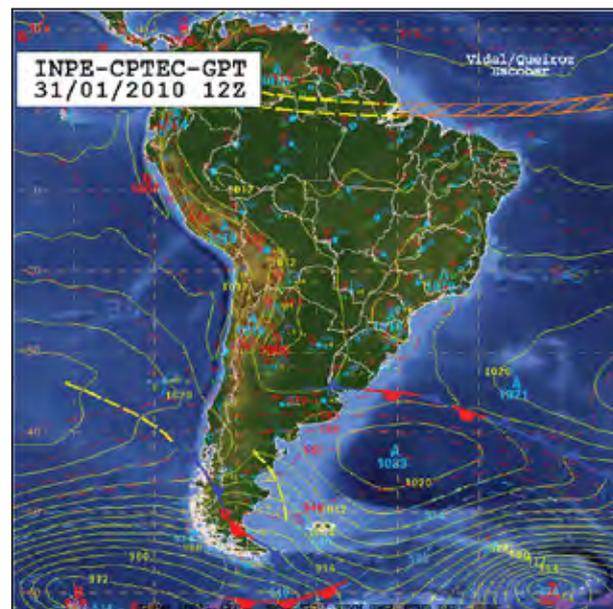


Figura 97: Carta Sinótica 31/1/2010 - 9h

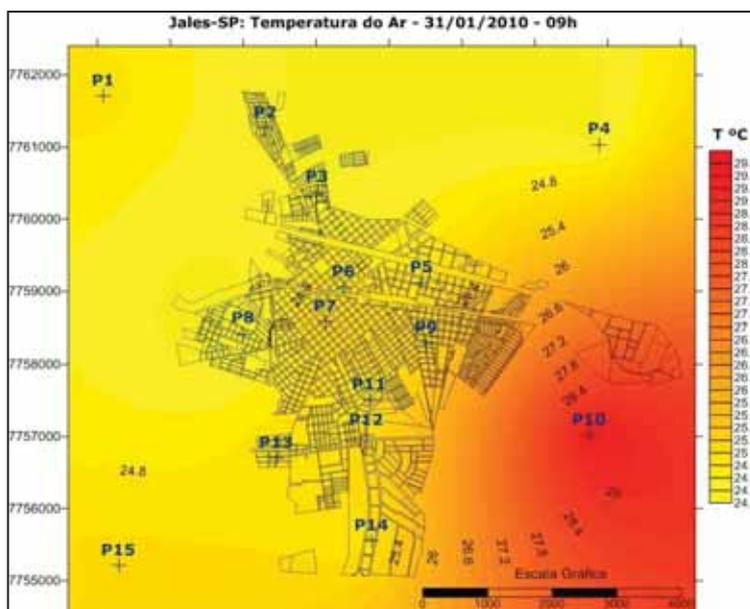


Figura 98: Temperatura do Ar – 31/1/2010 – 09h.

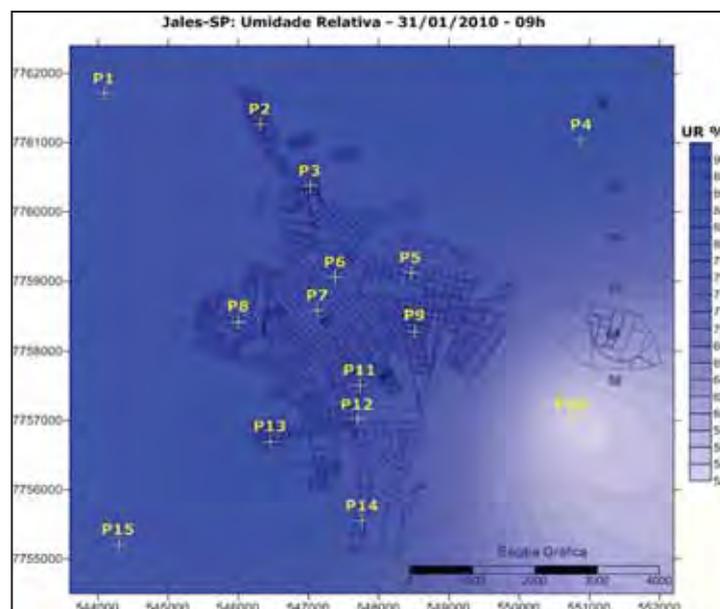


Figura 99: Umidade Relativa – 31/1/2010 – 09h

## 2.2. Variação Térmica e higrométrica às 15h

A caracterização dos sistemas atmosféricos atuantes foi feita para os horários das 9h, 15h e 21h e apenas serão retomados os elementos mais importantes, quando necessário, para se evitar a repetição.

A Tabela 3, permite observar as diferenças térmicas e higrométricas entre todos os pontos de registro de dados, às 15h, além, da precipitação e da velocidade do vento entre as duas estações automáticas instaladas na área urbana e na área rural. Para este horário, as diferenças térmicas e higrométricas registradas foram mais significativas do

que as observadas às 9h, variando entre 0,8 e 5,8°C, e 8 a 31%, respectivamente. Mesmo com situação sinótica desfavorável, a manifestação das ilhas de calor, às 15h, ocorreu com maior intensidade. Foram identificados 27 dias com diferença térmica superior a 2°C, 11 dias a mais do que às 9h, e 21 dias com diferença higrométrica superior a 10%.

**Tabela 3:** Diferenças entre os pontos às 15:00 horas.

Data	Diferença Térmica (°C)	Diferença Higrométrica (%)	Chuva Urbano (mm)	Chuva Rural (mm)	Velocidade do Vento Urbano (m/s)	Velocidade do Vento Urbano (km/h)	Velocidade do Vento Rural (m/s)	Velocidade do Vento Rural (km/h)
01/01/2010	3,9	11	0	0	0	0,0	0,4	1,4
02/01/2010	4,7	18	0	0	0,9	3,2	1,8	6,5
03/01/2010	3,7	12	0	0	0,9	3,2	0,9	3,2
04/01/2010	4	12	0	0	0,4	1,4	0,9	3,2
05/01/2010	5,6	10	0	0	0,4	1,4	0,9	3,2
06/01/2010	4,7	13	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
07/01/2010	5	12	0	0	0,4	1,4	2,2	7,9
08/01/2010	1,6	9	0,6	0,8	0	0,0	0	0,0
09/01/2010	2,7	11	0	0	0,4	1,4	0,9	3,2
10/01/2010	3,4	16	0	0	0	0,0	0,4	1,4
11/01/2010	1,5	8	0,2	0,4	0	0,0	0,4	1,4
12/01/2010	2,3	9	0	1,4	0	0,0	0,9	3,2
13/01/2010	4,4	13	0	0	0	0,0	0,4	1,4
14/01/2010	3,2	15	7,4	1,4	0,9	3,2	2,2	7,9
15/01/2010	5,8	16	0	0	0	0,0	0,4	1,4
16/01/2010	3,3	15	0	0	0	0,0	0,9	3,2
17/01/2010	2,4	11	0	0	0,4	1,4	0,9	3,2
18/01/2010	3,2	12	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
19/01/2010	2,4	8	0	0	0	0,0	0,4	1,4
20/01/2010	4,1	16	0	0	0,9	3,2	2,2	7,9
21/01/2010	3	12	0	0	0	0,0	0,9	3,2
22/01/2010	2,4	13	0	0	0	0,0	0,9	3,2
23/01/2010	2,1	10	0	0	0,4	1,4	0,9	3,2
24/01/2010	4,4	14	0	0	0	0,0	0,4	1,4
25/01/2010	4,2	12	0	0	0	0,0	0,9	3,2
26/01/2010	4,4	18	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
27/01/2010	0,8	8	0	0	0,9	3,2	1,3	4,7
28/01/2010	1,3	9	0	0	0	0,0	0	0,0
29/01/2010	3,4	10	0	0	0,4	1,4	1,3	4,7
30/01/2010	2,7	29	0	0	0	0,0	0,4	1,4
31/01/2010	4,8	31	0	0	0	0,0	0,4	1,4

**Fonte:** Trabalho de campo – Janeiro de 2010.

No primeiro dia do mês de janeiro às 15h a diferença térmica registrada foi de 3,9°C, bem superior a registrada às 9h (0,8°C), sendo que a diferença higrométrica registrada foi de 11%.

No período da tarde a atmosfera estava mais estável, com períodos de sol entre nuvens, como pode ser observado na Figura 100. Sobre a região de Jales atuava nesse tarde um centro de baixa pressão atmosférica, como pode ser observado na Figura 101.



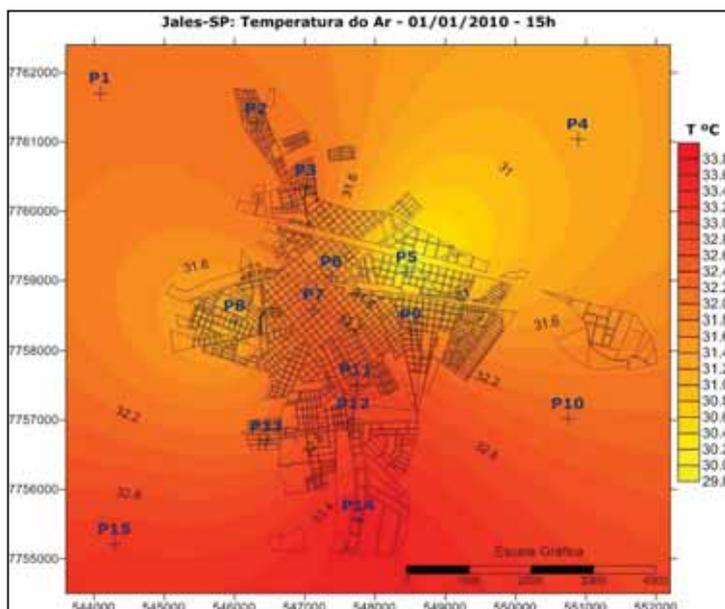
**Figura 100:** Imagem GOES 1/1/2010 - 15h



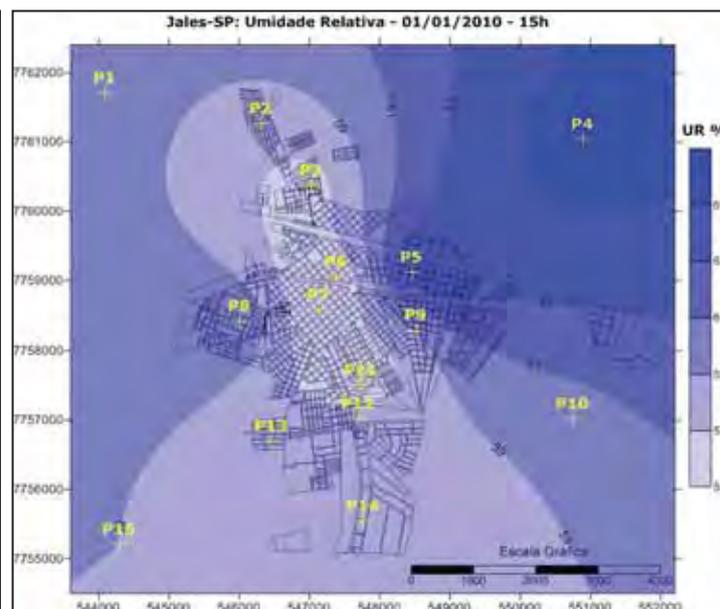
**Figura 101:** Carta Sinótica 1/1/2010 - 15h

Observou-se que toda a área de estudo encontrava-se aquecida, com maior destaque para a região sul, a partir do ponto 14, que apresentou 33,8°C. Tanto a zona rural, como as áreas urbanas mais densamente ocupadas encontravam-se aquecidas, com a formação de duas ilhas frescas, a primeira no ponto 5 (29,8°C) e a segunda de menor intensidade no ponto 8, com 31,2°C (Figura 102). O ponto 8 apresentou formação de diversas ilhas frescas às 9h, sendo que o ponto 5, se localiza em uma área ainda com baixa densidade de construção, com lotes maiores, porém, com baixa vegetação.

As áreas mais úmidas, estão localizadas na zona rural, nas proximidades do ponto 4, com 66% de umidade relativa. Nas áreas intra-urbanas, observou-se a formação de uma ilha seca, que se estendeu do ponto 3 até ao ponto 12, passando pelo centro da cidade (P7) com 55% de umidade (Figura 103). Essas áreas que apresentaram a formação de ilha seca são as áreas mais densamente ocupadas da cidade, tanto de uso residencial como comercial, além terem como característica baixa densidade de vegetação.



**Figura 102:** Temperatura do Ar – 1/1/2010 – 15h.



**Figura 103:** Umidade Relativa – 1/1/2010 – 15h

No dia 2, a nebulosidade diminuiu se comparada às 9h. Com atmosfera mais estável, como pode ser observado na Figura 104. Notou-se também, a atuação de um cavado no litoral paulista, sistema que garantiu significativa umidade para a região (Figura 105). A diferença térmica foi mais elevada, 4,7°C, sendo que a higrométrica foi de 18%.



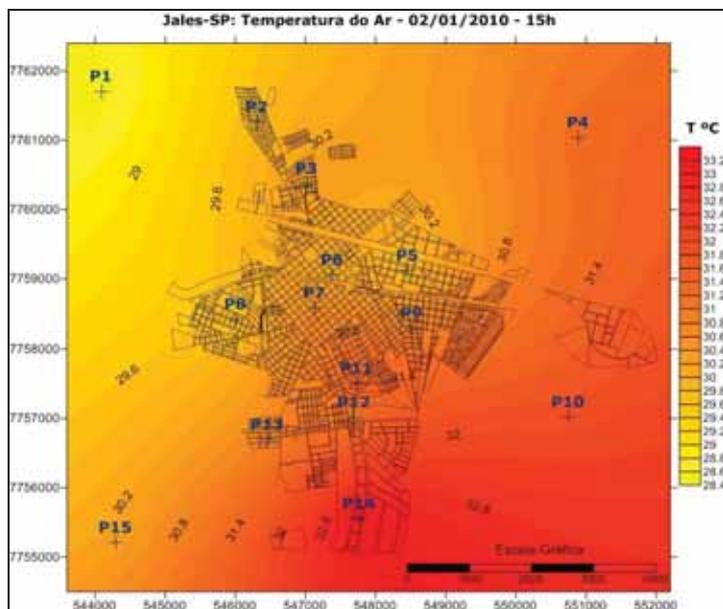
**Figura 104:** Imagem GOES 2/1/2010 - 15h



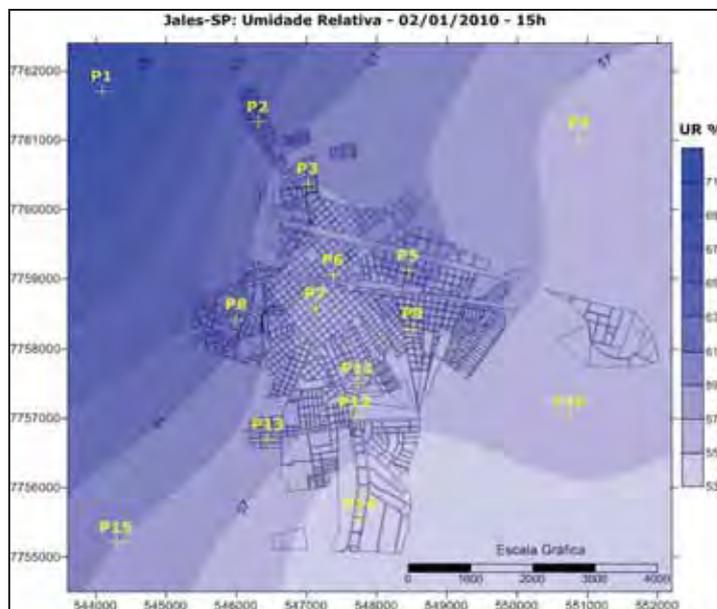
**Figura 105:** Carta Sinótica 2/1/2010 - 15h

As porções sul, leste e nordeste apresentaram as maiores temperaturas, variando de 33,2°C no ponto 14 a 31,2°C no ponto 4. Esse padrão pode ser entendido através da velocidade e a direção do vento, que se manteve em 1,8m/s na zona rural com direção

sudoeste, fator capaz de carregar o ar mais aquecido no ponto 14 (parque industrial) para a zona rural adjacente (P10), assim como, o ar mais aquecido do centro da cidade e seus arredores para a área rural a nordeste (P4). A área menos aquecida se localizou na zona rural a noroeste (P1), com 28,4°C, como pode ser observado na Figura 106.



**Figura 106:** Temperatura do Ar – 2/1/2010 – 15h.



**Figura 107:** Umidade Relativa – 2/1/2010 – 15h

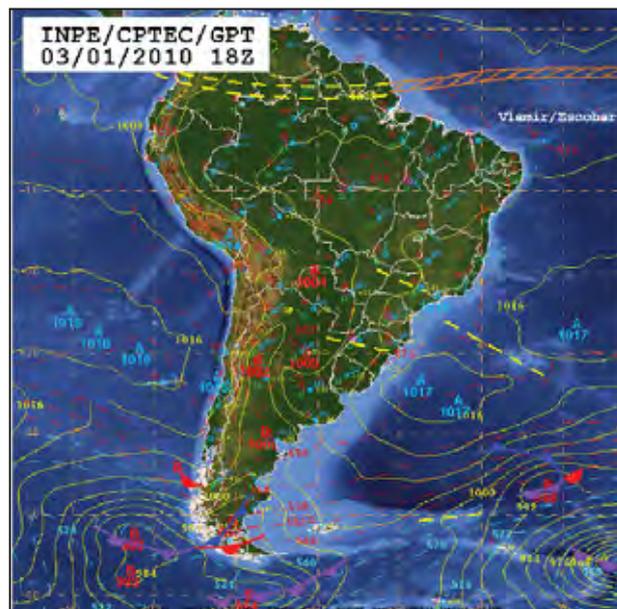
Em relação à umidade relativa, a área mais seca coincidiu com a mais quente, e a mais úmida com a mais fresca, sendo que, pôde-se observar também, uma ilha seca de baixa magnitude entre os pontos 3 e 11, passando pelo ponto 7, como pode ser observado no Figura 107.

No dia 3 pode-se observar através da Figura 109, a ocorrência de um cavado sobre a área, mesmo sobre esse sistema, a atmosfera apresentou maior estabilidade, sendo que, a nebulosidade diminuiu significativamente durante a tarde como pode ser observado na Figura 108. A atmosfera estável permitiu maior eficiência no aquecimento da superfície e as diferenças térmicas começaram a aparecer mais claramente. A diferença térmica desse horário foi de 3,7°C e a higrométrica de 12%. As diferenças diminuíram se comparadas com o dia 2, sendo que, a temperatura subiu e a umidade relativa caiu.

Neste dia, foi possível observar o padrão de aquecimento encontrado na bibliografia e que se repetiu algumas vezes na cidade de Jales, em situações sinóticas de calmaria.



**Figura 108:** Imagem GOES 3/1/2010 - 15h

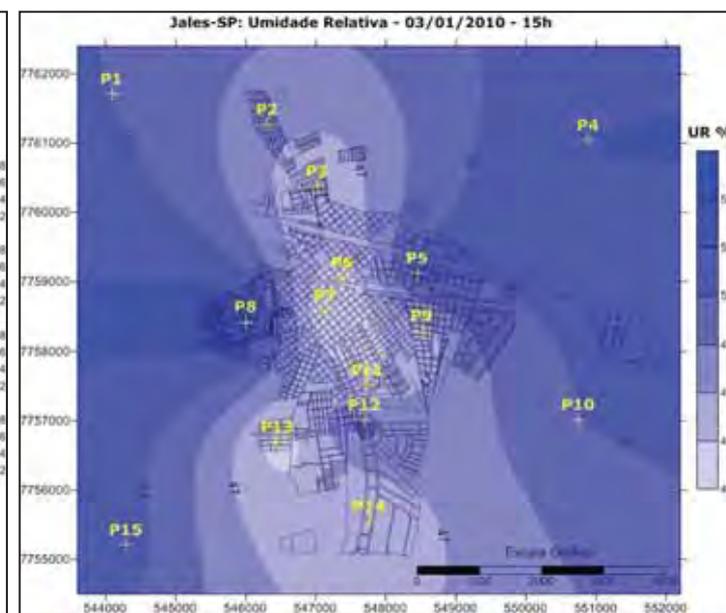
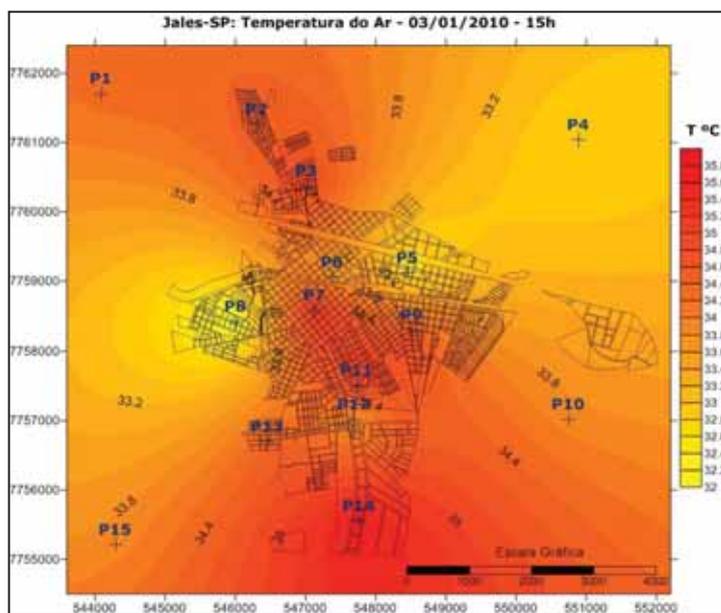


**Figura 109:** Carta Sinótica 3/1/2010 - 15h

Destaca-se a formação de três ilhas de calor na área urbana, que foram: a primeira no parque industrial (P4) de maior intensidade, com temperatura de 35,8°C. Considerou-se que, a temperatura nessa área, estava mais elevada por se tratar de uso do solo do tipo industrial, e de serviços, o que potencializa a poluição atmosférica, que por sua vez, tem a capacidade de interferir no incremento da temperatura do ar. A segunda ilha de calor se localizou no centro da cidade (P7) e estendeu-se até o ponto 11. Essa área mais aquecida apresentou 35°C e, também foi identificada em diversas outras ocasiões, por se tratar de uma área comercial e residencial densamente ocupada, com alta concentração populacional na porção residencial, com tráfego intenso, e com ausência de vegetação. Por fim, a terceira ilha de calor se localizou no ponto 3, estendendo-se até o ponto 2, com 34,9 e 34,5°C, respectivamente. Essa área, também se apresentou mais aquecida em outros episódios, e as principais, causas desse aquecimento estão relacionadas ao uso e a ocupação do solo, pois trata-se de uso residencial, do tipo conjuntos habitacionais, sendo densamente ocupados, com lotes pequenos e as construções costumam ocupar todo o espaço do terreno. Também se identificou nessa área, uso significativo de telhas do tipo fibrocimento, que são muito eficientes para armazenar energia gerando calor, além de não contar com vegetação arbórea em abundância.

Também se identificou duas ilhas frescas. A primeira se localizou no ponto 8, área que já se apresentou menos aquecida em diversos episódios, com 32,0°C, e a segunda se localizou no ponto 5 se estendendo até o ponto 4, sendo essa, de menor

intensidade, apresentando 32,7°C. Por fim, se destaca o ponto 12 (bosque municipal), que apresentou temperatura intermediária, 33,7°C (Figura 110)



**Figura 110:** Temperatura do Ar – 3/1/2010 – 15h.

**Figura 111:** Umidade Relativa – 3/1/2010 – 15h

A zona rural, apresentou umidade relativa mais elevada do que as áreas urbanas, o que segue um padrão reconhecido na literatura, destacando-se novamente os pontos 8 e 5, como sendo os mais úmidos dentro do perímetro urbano, (55 e 53% de umidade respectivamente) e identificou-se a formação de duas ilhas secas: a primeira no centro (P7) se estendendo até o ponto 3, com 43% de umidade relativa, e a segunda no ponto 13 com 44% (Figura 111).

No dia 4, a atmosfera continuou estável, sendo que, a temperatura aumentou variando entre 33,6 e 37,6°C com diferença térmica de 4°C, e a umidade relativa caiu variando entre 35 e 47% com diferença de 12%. A nebulosidade diminuiu, pois o cavado que atuava no litoral paulista avançou para o oceano, como pode ser observado nas Figuras 112 e 113.

O dia 4 apresentou o mesmo padrão de aquecimento que o dia 3, porém, com maior intensidade, sendo que, as três ilhas de calor identificadas no dia 3 se mantiveram e se intensificaram, onde foi observado 37,2°C no ponto 7, 37,6°C no ponto 14 e 36,9°C no ponto 3. Assim como as duas ilhas frescas, sendo 33,6°C no ponto 8 e 34,1°C no ponto 6, destaca-se no dia 4, a área de temperatura intermediária do ponto 12, que também se intensificou, dando origem à mais uma ilha fresca com 34,3°C, como pode ser observado na Figura 114.



Figura 112: Imagem GOES 4/1/2010 - 15h

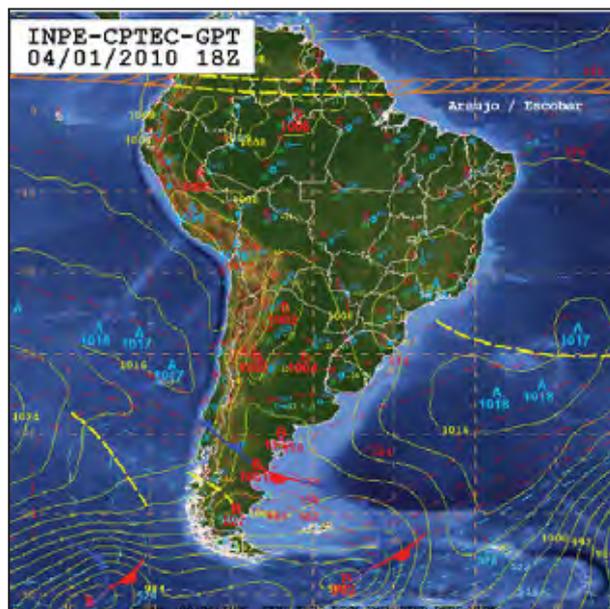


Figura 113: Carta Sinótica 4/1/2010 - 15h

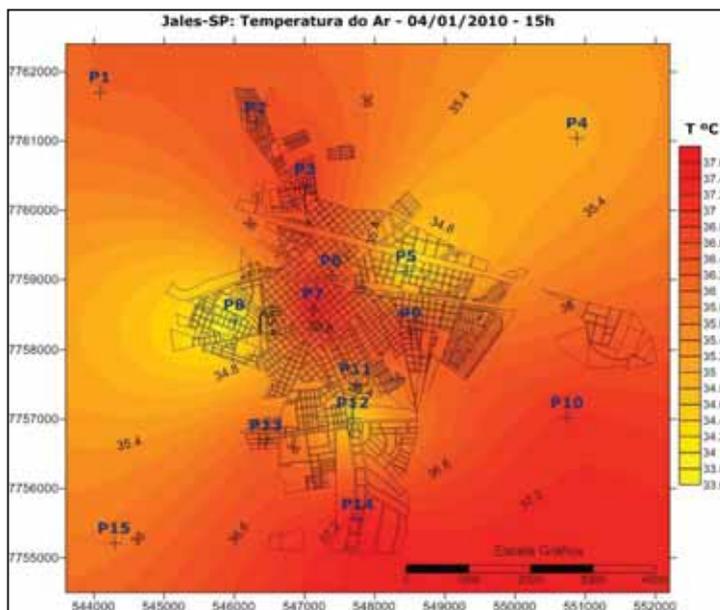


Figura 114: Temperatura do Ar – 4/1/2010 – 15h.

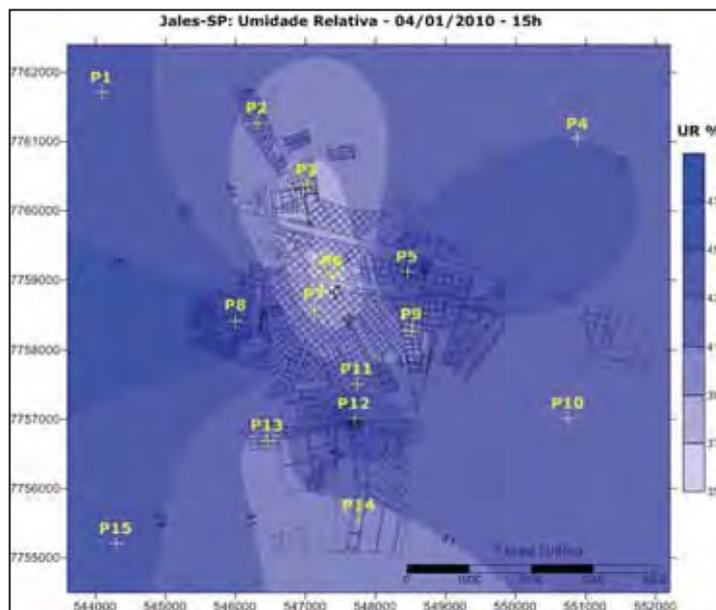


Figura 115: Umidade Relativa – 4/1/2010 – 15h

O mesmo ocorreu com a umidade relativa. As duas ilhas secas se intensificaram chegando a 35% de umidade relativa no ponto 7, 38% no ponto 3 e 40% no ponto 13, que se estendeu até o ponto 14. Notou-se também três áreas mais úmidas, ambas com 45% de umidade, localizadas nos pontos 5, 8 e 12, como pode ser observado na Figura 115.

No dia 5 a atmosfera também se apresentou estável nos períodos da tarde e noite (Figura 116), com isso a diferença térmica se ampliou para 5,6°C, com temperatura

variando de 34,6 a 40,2°C. A diferença higrométrica caiu para 10%, variando de 33 a 43%.



Figura 116: Imagem GOES 5/1/2010 - 15h

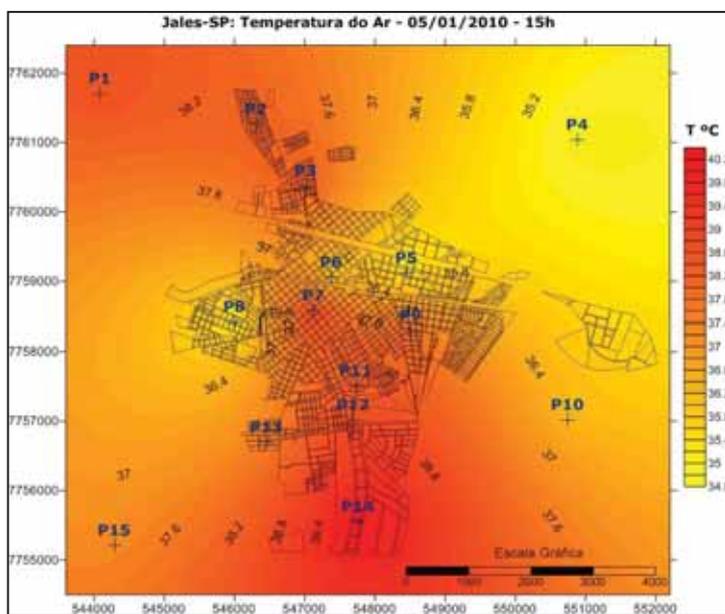


Figura 117: Temperatura do Ar – 5/1/2010 – 15h.

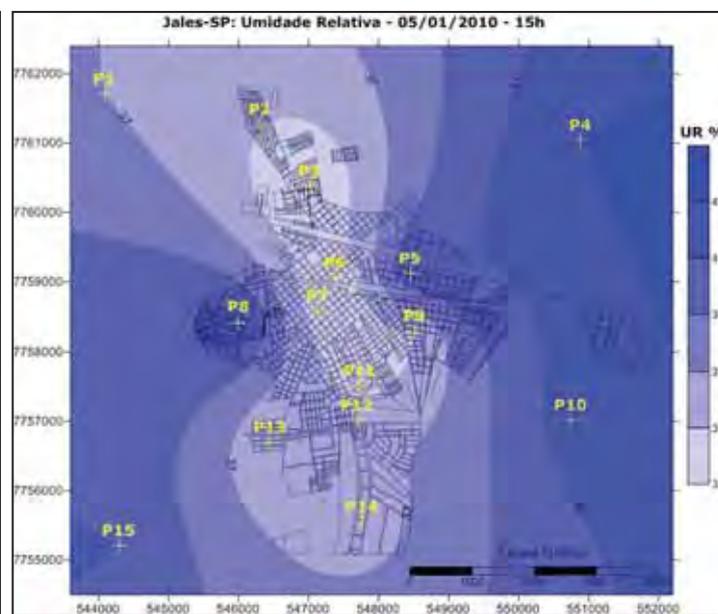


Figura 118: Umidade Relativa – 5/1/2010 – 15h

O padrão de aquecimento se repetiu, com algumas modificações, como o aquecimento do ponto 1, 38,5°C, a ilha de calor localizada no ponto 3, se estendeu até o ponto 1, variando entre 37,2°C e 38,5°C, e a ilha de calor localizada no ponto 7 se

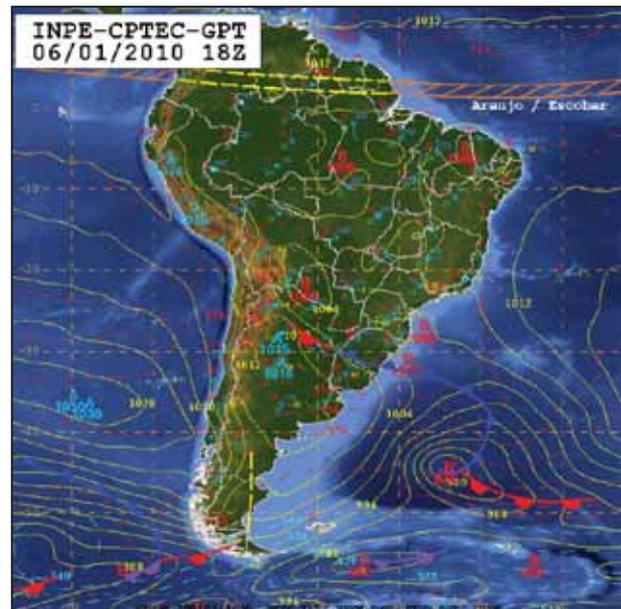
estendeu até o ponto 14 ,desconfigurando a ilha fresca localizada no ponto 12, com a temperatura variando entre 38,5°C (P7) e 40,2°C (P14). As ilhas frescas do ponto 5 e 8 perderam intensidade, ambas apresentando 35,5°C, sendo que surge mais uma ilha fresca na zona rural (P4) com 34,6°C, como pode ser observado na Figura 117.

A zona rural se apresentou mais úmida (37 a 41%) que as áreas urbanas, sendo que, se identificou apenas uma grande ilha seca que atravessou a cidade no sentido norte- sul com umidade de 33 a 35% (Figura 118).

A partir do dia 6, com o aumento da instabilidade atmosférica causada pela ação de um sistema de baixa pressão no interior paulista (Figura 120), a temperatura começou a cair. A diferença térmica também se reduziu (4,7°C) e a diferença higrométrica se ampliou (13%). A nebulosidade aumentou e o tempo ficou fechado em Jales (Figura 119).



**Figura 119:** Imagem GOES 6/1/2010 - 15h



**Figura 120:** Carta Sinótica 6/1/2010 - 15h

No dia 6 as áreas mais aquecidas localizaram-se próximas aos pontos 2, 3 e 6, com 36,9°C, 37,1°C e 37,4°C, respectivamente. Notou-se a formação de uma ilha de calor de alta magnitude (com diferença entre o ponto mais quente e o mais frio de 4,8°C) no ponto 14 com 39,0°C. As áreas menos aquecidas se localizaram no ponto 4, 34,2°C e no ponto 8, formando uma ilha fresca com 32,4°C (Figura 121).

Com o aumento da instabilidade atmosférica e nebulosidade, a temperatura começou a cair e a umidade relativa aumentou (36 a 48%), destacando-se a formação de duas ilhas secas: a primeira localizada no ponto 3, passando pelo ponto 6 e estendendo-

se até o ponto 9 (36 a 40%) e a segunda, no ponto 14 com 40% de umidade (Figura 122).

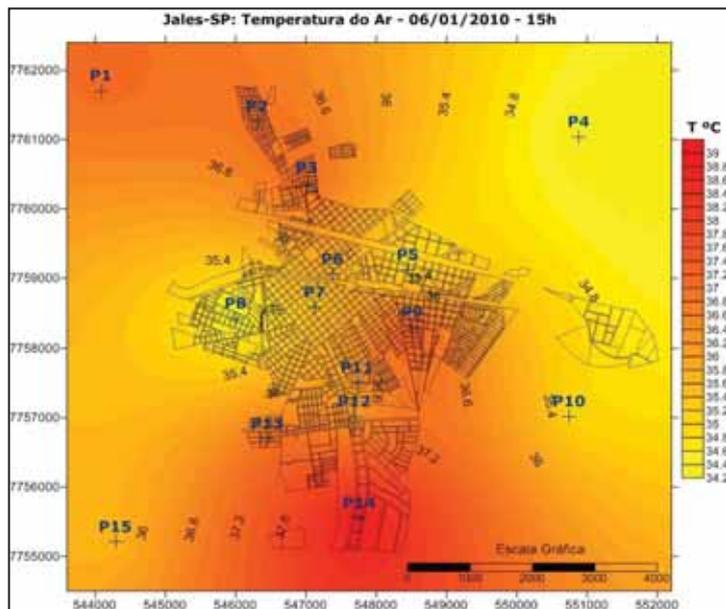


Figura 121: Temperatura do Ar – 6/1/2010 – 15h.

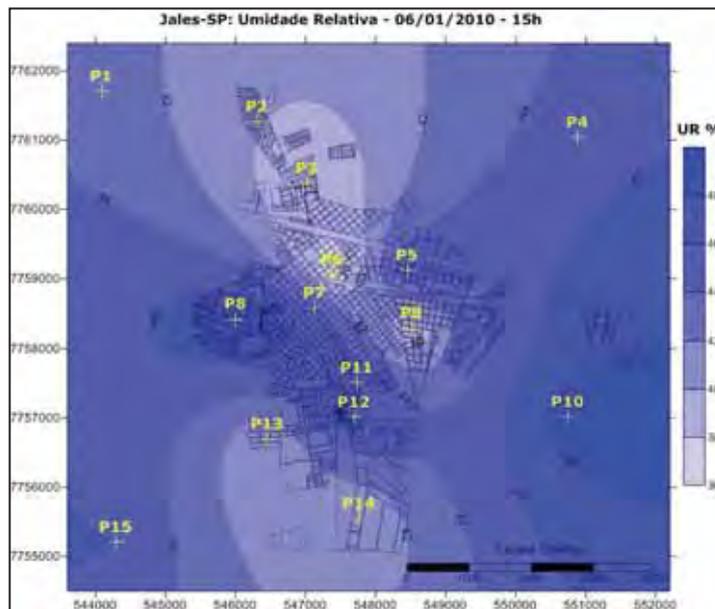
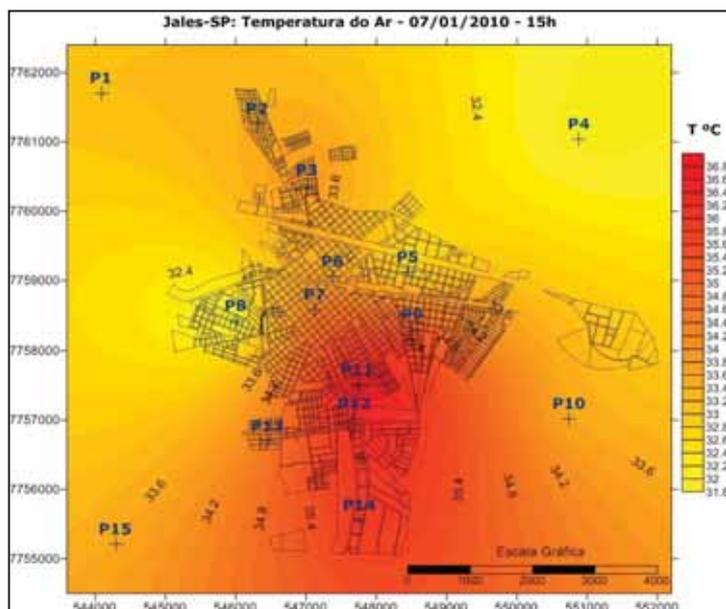


Figura 122: Umidade Relativa – 6/1/2010 – 15h

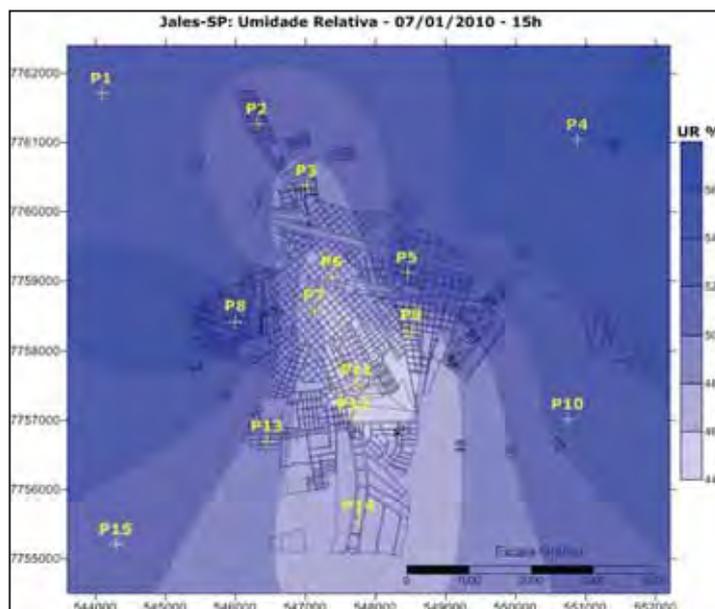
No dia 7, com o aumento da instabilidade atmosférica (Figura 123), os ventos se intensificaram e choveu durante a manhã e a noite, fatores que contribuíram com a queda da temperatura, que variou de 31,8°C a 36,8°C, com diferença de 5°C. A diferença higrométrica foi de 12%.



Figura 123: Imagem GOES 7/1/2010 - 15h



**Figura 124:** Temperatura do Ar – 7/1/2010 – 15h.



**Figura 125:** Umidade Relativa – 7/1/2010 – 15h

A partir do dia 7, o padrão de aquecimento se alterou em função da direção, da velocidade do vento e do aumento da instabilidade atmosférica. Notou-se neste dia que apenas a área sudeste (P9, P11, P12 e P14) se encontrava mais aquecida variando de 35,8 a 36,8°C. O ponto 7 apresentava temperatura intermediária, 34,4°C. O restante da área urbana e a área rural estavam menos aquecidos, com temperaturas variando de 31,8 a 33,6°C (Figura 124). A direção predominante do vento nesse dia, foi noroeste, fato que explica o deslocamento da ilha de calor do ponto 7 para áreas localizadas a sudeste.

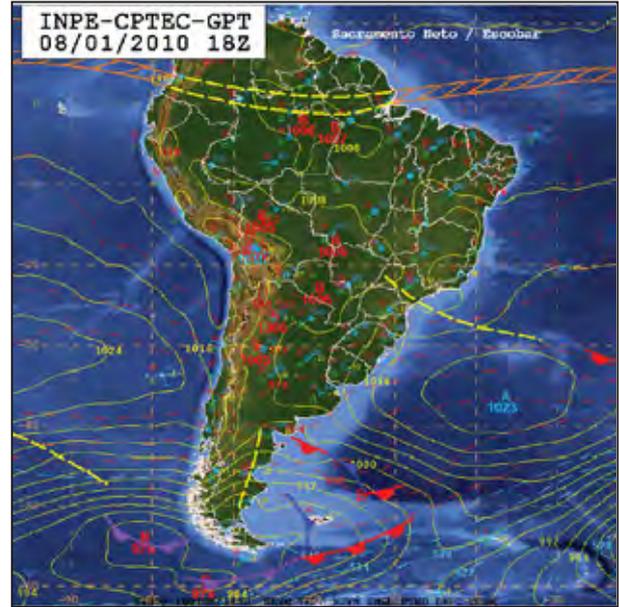
A zona rural novamente se apresentava mais úmida que a urbana (54 a 56%). Entretanto, dentro do perímetro urbano, a ilha seca também sofreu um deslocamento no sentido sudeste, seguindo o padrão da temperatura (Figura 125).

Para fechar esse ciclo, no dia 8, um cavado que atuava no litoral paulista se intensificou, estendendo-se sobre o interior do Estado (Figura 127) e gerando mais instabilidade atmosférica (Figura 126). O tempo ficou chuvoso e com vento forte na área de estudo, sendo possível observar também, queda de temperatura. A diferença térmica caiu para 1,6°C, com temperatura variando de 25,9 a 27,5°C, a diferença higrométrica também diminuiu, ficando com 10%, e umidade relativa alta, variando de 75 a 85%.

A instabilidade atmosférica quebrou, portanto, os padrões observados até o dia 7, sendo que, no dia 8, a zona rural a sudoeste se encontrou mais aquecida (27,5°C), se comparada com a área urbana. Observou-se uma área menos aquecida no ponto 4, com 26,1°C e uma ilha fresca de baixa magnitude no ponto 6, com 25,9°C (Figura 128).

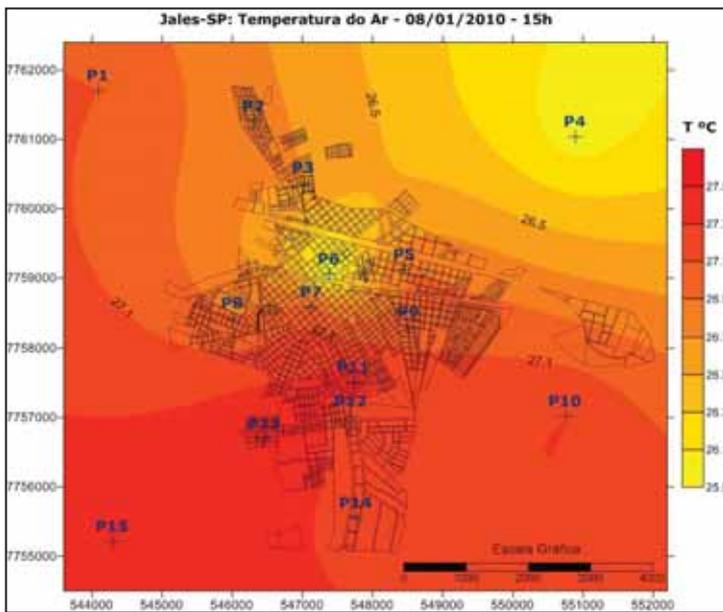


**Figura 126:** Imagem GOES 8/1/2010 - 15h

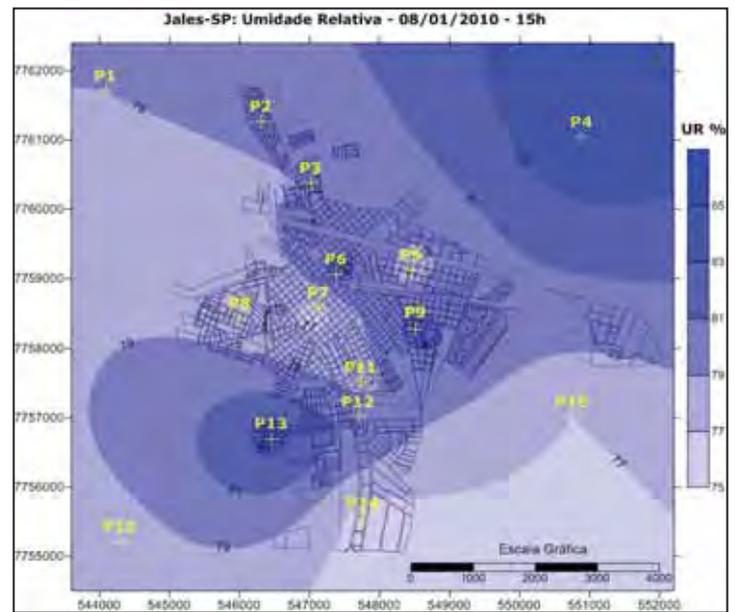


**Figura 127:** Carta Sinótica 8/1/2010 - 15h

A ilha seca do ponto 7 se manteve, com 75% de umidade e surgiram duas ilhas úmidas, uma no ponto 13 com 85% e outra no ponto 9 com 83% de umidade. Notou-se que o ponto 4 também se apresentou bastante úmido, com 85% de umidade relativa (Figura 129).



**Figura 128:** Temperatura do Ar – 8/1/2010 – 15h.



**Figura 129:** Umidade Relativa – 8/1/2010 – 15h

Portanto, fica claro que em situação de calmaria, a cidade de Jales responde de maneira tradicional, seguindo o padrão centro - periferia em relação a formação das ilhas de calor, entretanto, como foi observado, em situação de instabilidade esse padrão se quebra, e a formação das ilhas de calor e ilhas frescas estarão relacionadas com a

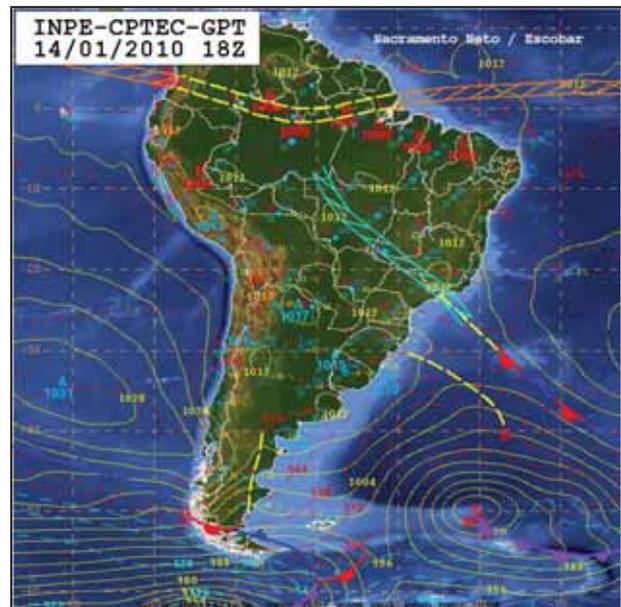
intensidade da instabilidade, a ocorrência de precipitação, a intensidade e a direção do vento.

Para evitar a repetição de episódios que seguem o mesmo padrão, a partir de agora serão apresentados apenas os casos mais relevantes para este horário.

No dia 14 observou-se um sistema frontal estacionário sobre o atlântico, afastado do continente. Desse sistema, estendeu-se um cavado até o litoral paulista, que por sua vez, ajudou a formar uma ZCOU, que atuou na área de estudo, como se observa na Figura 131, causando instabilidade atmosférica e nebulosidade (Figura 130). Em Jales, choveu pela manhã, mas o sol apareceu entre nuvens à tarde, a diferença térmica foi de 3,2°C e a higrométrica de 15%.



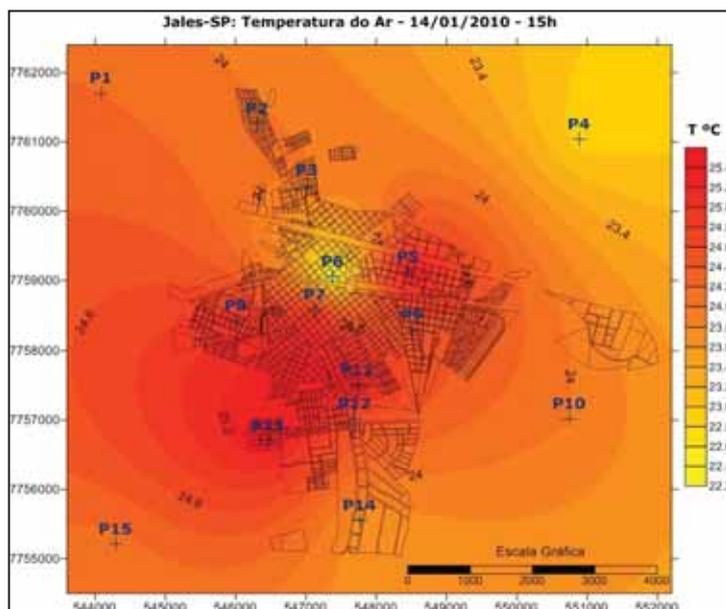
**Figura 130:** Imagem GOES 14/1/2010 - 15h



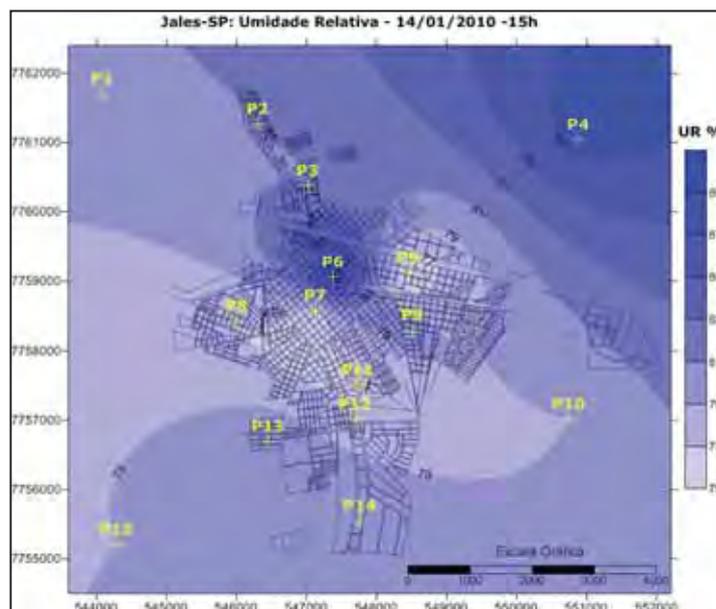
**Figura 131:** Carta Sinótica 14/1/2010 - 15h

No dia 14, seguindo o padrão observado (o aumento da instabilidade, gerou a diminuição das diferenças), verificou-se diferença térmica de 3,3°C e higrométrica de 15%. A zona rural se apresentou menos aquecida que as áreas urbanas, com exceção do ponto 6, que apresentou uma ilha fresca significativa, como pode ser observado na Figura 132.

Observou-se a formação de duas ilhas de calor, a primeira no ponto 5 com 25,2°C e outra dos pontos 7 a 13, com 25,4°C. A primeira (P5), se localizou em uma área que, geralmente, se apresentava menos aquecida, já a segunda, teve início no centro da cidade e se estendeu por áreas de uso residencial densamente ocupadas. A exceção dessa ilha de calor, foi observada no ponto 8, que geralmente se apresentava menos aquecido.



**Figura 132:** Temperatura do Ar – 14/1/2010 – 15h.



**Figura 133:** Umidade Relativa – 14/1/2010 – 15h

Notou-se também a formação de uma ilha fresca no ponto 6, com 22,2°C. O ponto 6, que faz parte do centro da cidade, mas como já mencionado, é de uso residencial, com lotes grandes e relativamente arborizada. Normalmente, este ponto apresentava temperaturas inferiores ao ponto 7 (centro comercial), entretanto, neste episódio, se destacou pela grande diferença, 2,6°C, sendo que, a distância que os separam é de 5 quarteirões ou 615 metros em linha reta.

Observou-se a formação de uma ilha úmida no ponto 6 com 89% de umidade, sendo que a zona rural estava mais úmida e as áreas urbanas mais secas, com exceção deste ponto, como pode ser observado na Figura 133.

Nos dias 15 e 16, com a diminuição da instabilidade atmosférica, a temperatura voltou a elevar-se, seguindo a mesma tendência já apresentada, como pode ser observado nas figuras 136, 137, 138 e 139.

Ambos os dias, apresentaram o clássico padrão centro periferia, no caso o centro (P7) e o parque industrial (P14) e os conjuntos habitacionais ao norte (P2 e P3) estavam mais aquecidos. Os bairros residenciais periféricos menos aquecidos e, a zona rural apresentavam as temperaturas mais baixas. Isso ocorreu com situação de calma, mas a partir do momento em que aconteceram instabilidades, esse padrão se quebrou.

Esse período apresentou maior estabilidade atmosférica em função do deslocamento da ZCOU para o norte da região de Jales, como pode ser observado na Figura 134.



Figura 134: Imagem GOES 15/1/2010 - 15h



Figura 135: Imagem GOES 16/1/2010 - 15h

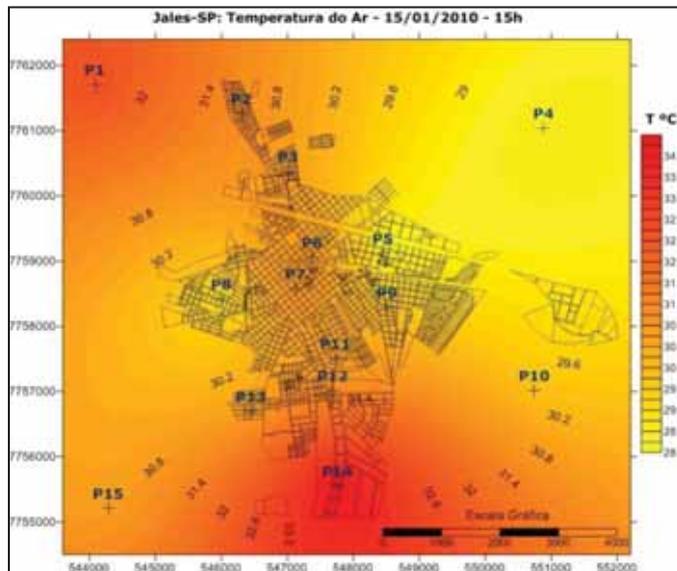


Figura 136: Temperatura do Ar – 15/1/2010 – 15h.

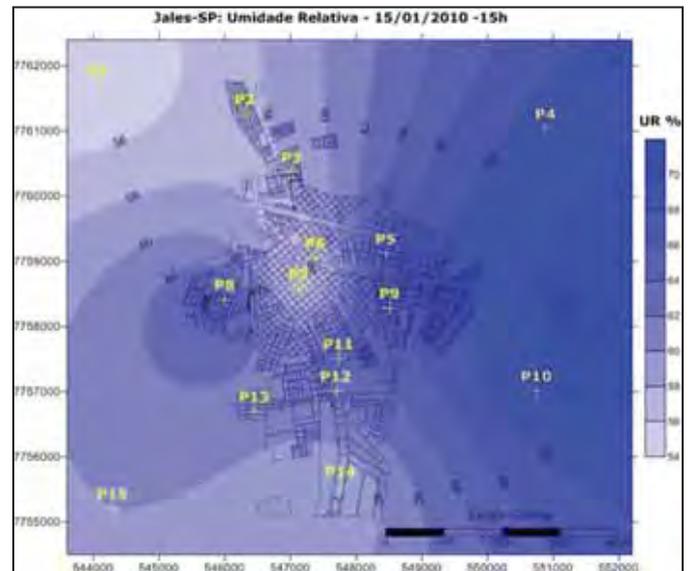


Figura 137: Umidade Relativa – 15/1/2010 – 15h

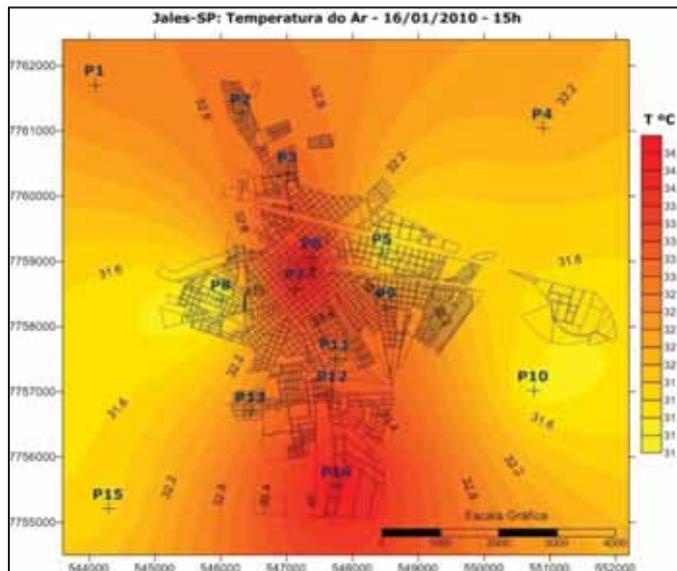


Figura 138: Temperatura do Ar – 16/1/2010 – 15h.

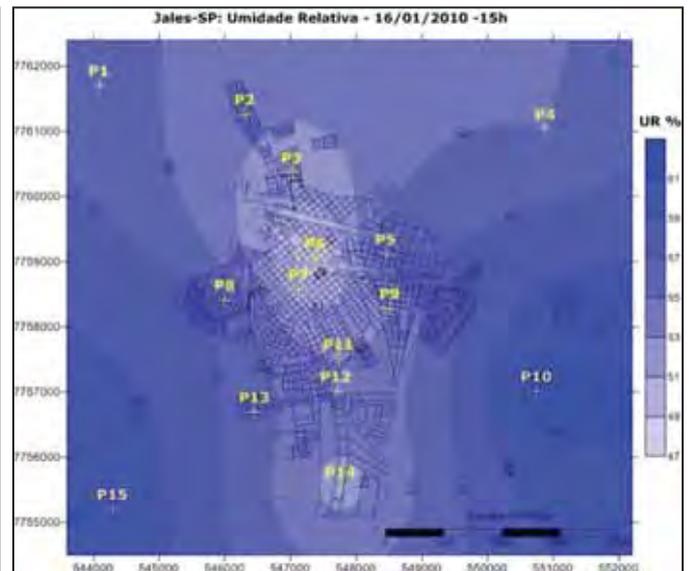


Figura 139: Umidade Relativa – 16/1/2010 – 15h

A umidade também seguiu o mesmo padrão, sendo que o centro estava mais seco, os bairros residenciais periféricos menos secos e a zona rural mais úmida.

Durante os dias 20 e 21, o tempo ficou estável (Figuras 140 e 142), com a ocorrência de um cavado no dia 20 (Figura 141) e de uma ZCOU no dia 21 (Figura 143). Durante os dois dias o sol apareceu entre nuvens e choveu no final da tarde. Destaca-se que, mesmo com presença destes dois sistemas que causaram instabilidade atmosférica durante esses dias, a diferença térmica foi alta, 4,1°C no dia 20 e 3,0°C no dia 21, sendo que, a diferença higrométrica foi 16 e 12%, respectivamente.



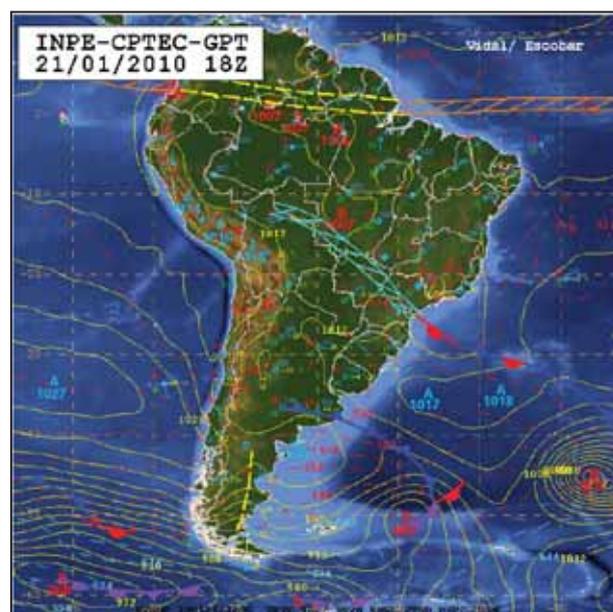
**Figura 140:** Imagem GOES 20/1/2010 - 15h



**Figura 141:** Carta Sinótica 20/1/2010 - 15h



**Figura 142:** Imagem GOES 21/1/2010 - 15h



**Figura 143:** Carta Sinótica 21/1/2010 - 15h

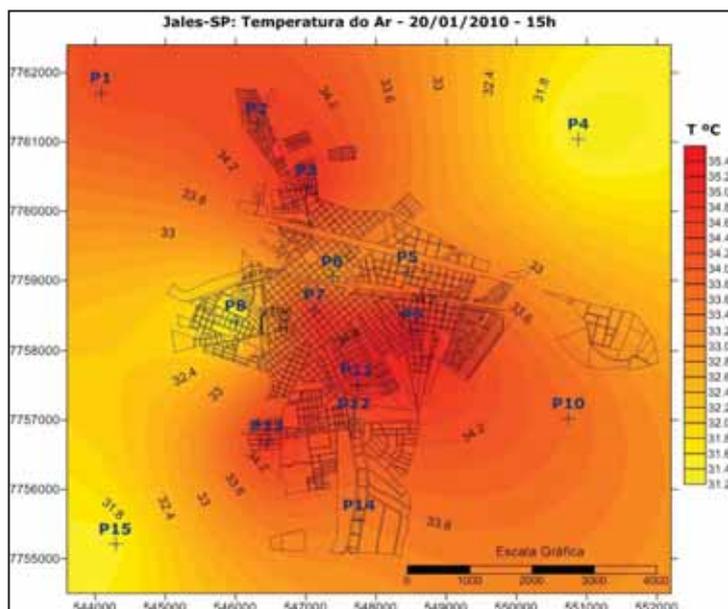


Figura 144: Temperatura do Ar – 20/1/2010 – 15h.

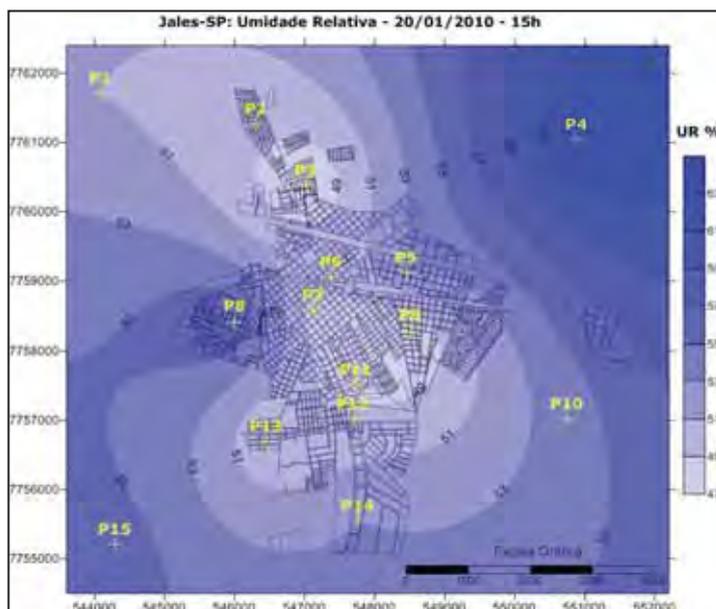


Figura 145: Umidade Relativa – 20/1/2010 – 15h

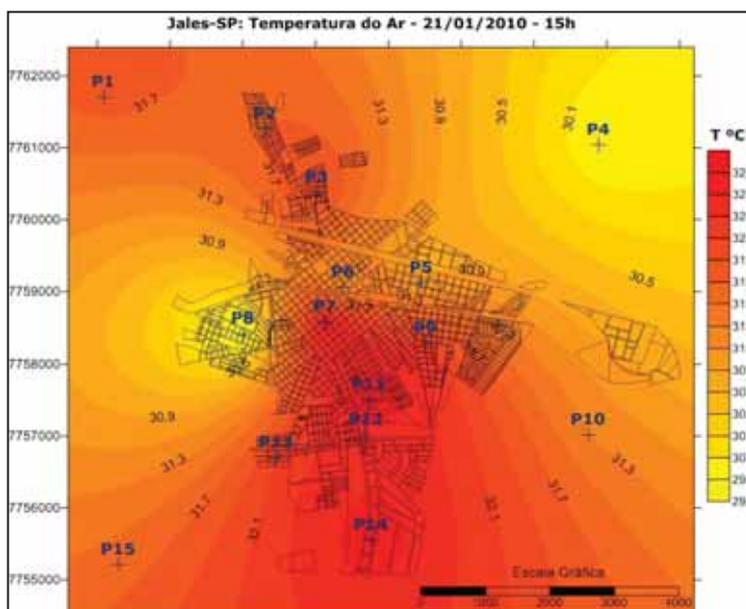


Figura 146: Temperatura do Ar – 21/1/2010 – 15h.

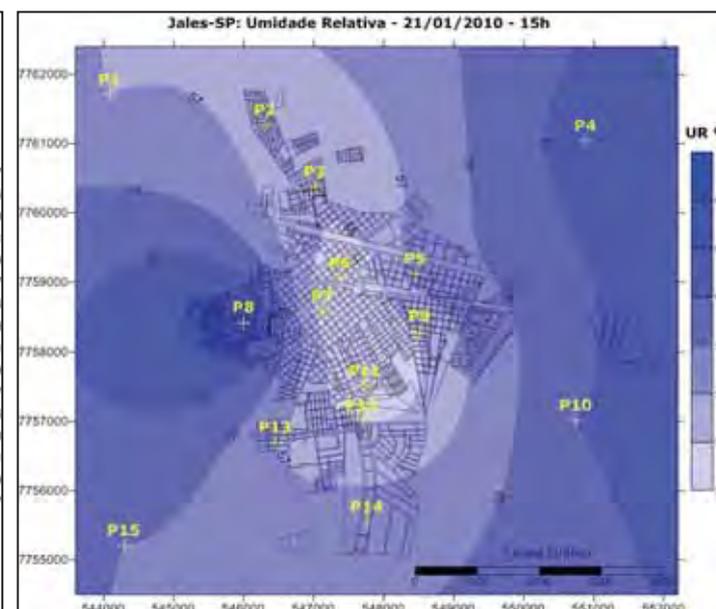


Figura 147: Umidade Relativa – 21/1/2010 – 15h

A distribuição da temperatura seguiu um padrão similar, nos dias 20 e 21, com algumas diferenças de magnitude e extensão das ilhas de calor e das ilhas frescas, que de forma geral, podem ser assim definidas: a zona rural estava menos aquecida do que as áreas urbanas, com exceção do ponto 8 que apresenta uma ilha fresca.

Duas ilhas de calor foram observadas nesses dias: a primeira localizada nas áreas dos conjuntos habitacionais (P2 e P3), e a segunda localizada no centro da cidade, se estendendo até o parque industrial ao sul (P14), e para os bairros residenciais densamente ocupados a leste e a oeste. Também foram observadas duas ilhas frescas,

uma no ponto 4 e outra no ponto 8, locais que geralmente se apresentaram menos aquecidos (Figuras 144 e 146).

A umidade relativa seguiu um padrão parecido, sendo que, as áreas centrais estavam mais secas e a zona rural mais úmida, com exceção do ponto 8 que apresentou uma ilha úmida dentro do perímetro urbano (Figuras 145 e 147).

Dos dias 22 a 25, ocorreram alternadamente, cavados e ZCOU, causando instabilidade atmosférica e quebrando o padrão de aquecimento da área. Entre os dias 25 e 30, a atmosfera apresentou-se relativamente mais estável, permitindo que a superfície se aquecesse retomando o padrão centro-periferia, com variação de magnitude.

No dia 31 de janeiro, novamente voltou a ocorrer instabilidade (Figura 148), com chuva e ventos fortes a partir do meio dia, sendo que, as diferenças térmicas e higrométricas, se mantiveram altas 4,8°C e 31%. Como as temperaturas mais altas e a menor umidade relativa se concentraram à sudeste, existe a possibilidade de não ter ocorrido chuva nessa área, diferente do restante da cidade.



**Figura 148:** Imagem GOES 31/1/2010 - 15h

Notou-se que apenas a área sudeste se encontrou mais aquecida (Figura 149), sendo que dois fatores podem ser responsáveis por essa característica: o primeiro,

ausência de chuva nessa área enquanto, chovia no restante da cidade e a segunda, a direção predominante dos ventos, que na zona rural era oeste, e na área urbana oeste – noroeste, com velocidade média de 1,8m/s, fator que, pode ter contribuído para o deslocamento da massa aquecida pela cidade para a posição sudeste. O centro da cidade (P7) estava levemente mais aquecido que seu entorno, o que seguiu o padrão observado, além dos pontos 4 e 8, que também estavam menos aquecidos que seu entorno.

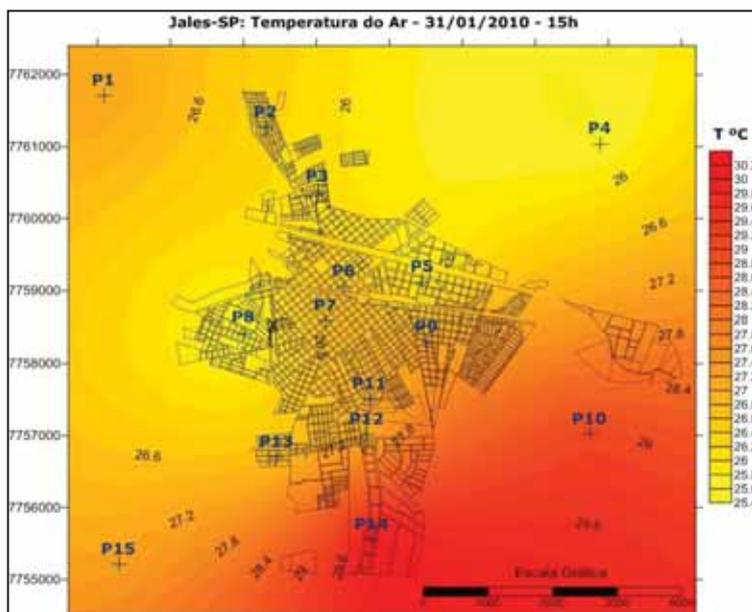


Figura 149: Temperatura do Ar – 31/1/2010 – 15h.

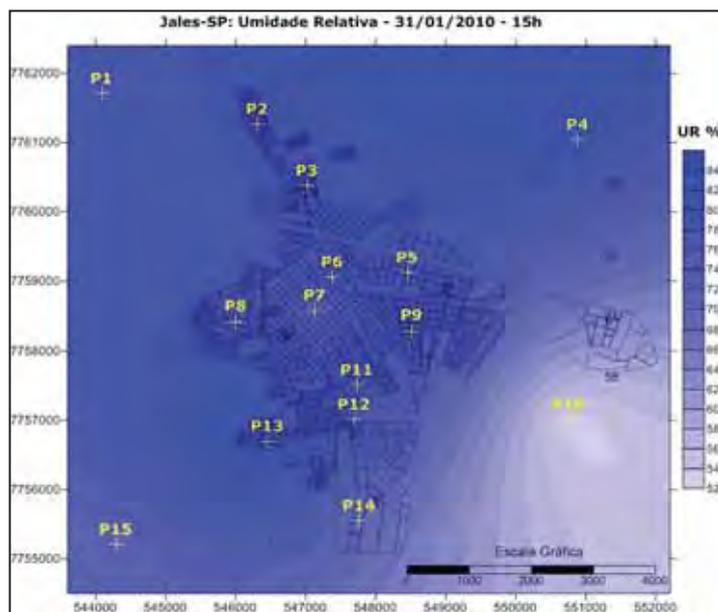


Figura 150: Umidade Relativa – 31/1/2010 – 15h

Em relação à umidade relativa, apenas a região sudeste se apresentou seca, com formação de uma ilha seca no ponto 10 (52% de umidade relativa). Já o restante da área se apresentou bem úmida, com formação de uma ilha úmida de baixa intensidade no ponto 13 com 84% de umidade relativa, como pode ser observado na Figura 150.

### 2.3. Variação Térmica e higrométrica às 21h

A Tabela 4 permite observar as diferenças térmicas e higrométricas entre todos os pontos de registro de dados às 21h, além, da precipitação e da velocidade do vento entre as duas estações automáticas instaladas na área urbana e na área rural. Para este horário, as diferenças térmicas e higrométricas registradas foram mais significativas do que as observadas às 9h e às 15h, ficando na casa de 1 a 7,3°C, e 6 a 34%, respectivamente. Mesmo com situação sinótica desfavorável à manifestação das ilhas de calor às 21h, elas ocorreram de forma intensa. Foram identificados 22 dias com diferença térmica superior a 2,1°C, e 26 dias com diferença higrométrica superior a 10%.

**Tabela 4:** Diferenças entre os pontos às 21h

Data	Diferença Térmica (°C)	Diferença Higrométrica (%)	Chuva Urbano (mm)	Chuva Rural (mm)	Velocidade do Vento Urbano (m/s)	Velocidade do Vento Urbano (km/h)	Velocidade do Vento Rural (m/s)	Velocidade do Vento Rural (km/h)
01/01/2010	2,3	13	1	0,4	0	0,0	0	0,0
02/01/2010	2,4	13	0	0	0	0,0	0	0,0
03/01/2010	5,2	23	0	0	0	0,0	0	0,0
04/01/2010	7,2	36	0	0	0	0,0	0	0,0
05/01/2010	4,8	18	0	0	0	0,0	0	0,0
06/01/2010	3,4	15	0,2	0,4	0	0,0	0,4	1,4
07/01/2010	4,8	23	0	0	0	0,0	0	0,0
08/01/2010	1,7	9	0,2	0,2	0	0,0	0	0,0
09/01/2010	2,3	15	0	0	0	0,0	0	0,0
10/01/2010	2,1	13	0	0	0	0,0	0	0,0
11/01/2010	2	11	0	0	0	0,0	0	0,0
12/01/2010	1,9	12	0	0	0	0,0	0,4	1,4
13/01/2010	2,6	15	0	0	0	0,0	0	0,0
14/01/2010	1,4	7	0,8	0,4	0	0,0	0,4	1,4
15/01/2010	2,1	13	2	4	0,4	1,4	0	0,0
16/01/2010	5,7	15	9,4	6,8	0,4	1,4	0,9	3,2
17/01/2010	2,7	24	0	0	0	0,0	0	0,0
18/01/2010	2,3	15	0	0	0	0,0	0	0,0
19/01/2010	3,1	15	0	0	0	0,0	0	0,0
20/01/2010	3,5	15	6,4	0,8	0,9	3,2	1,8	6,5
21/01/2010	2,6	14	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
22/01/2010	1,4	13	0	0	0	0,0	0	0,0
23/01/2010	2,8	15	0	0	0	0,0	0	0,0
24/01/2010	1,9	10	0	0	0	0,0	0,4	1,4
25/01/2010	2,7	13	0	0	0	0,0	0	0,0
26/01/2010	3,2	19	0	0	0	0,0	0	0,0
27/01/2010	1	6	0	0	0	0,0	0	0,0
28/01/2010	1,1	9	0	0,2	0,9	3,2	0,9	3,2
29/01/2010	1,2	12	0,2	0,2	0	0,0	0	0,0
30/01/2010	3,9	34	0	0	0	0,0	0	0,0
31/01/2010	7,3	32	0	0	0	0,0	0	0,0

**Fonte:** Trabalho de Campo – Janeiro de 2010.

No dia primeiro, com ocorrência de instabilidade (Figura 151) devido a um centro de baixa pressão no litoral paulista (Figura 152), o tempo ficou fechado e com alta nebulosidade, chuva e vento, com diferença térmica baixa, 2,3°C, e a higrométrica 13%. A temperatura estava baixa, com mínima de 22,6°C e máxima de 24,9°C. A umidade relativa estava alta, com mínima de 79 e máxima de 92%. Dessa forma, com

tempo instável e baixa temperatura pode-se observar um padrão de distribuição das ilhas de calor diferente daquele observado durante o dia (centro-periferia).

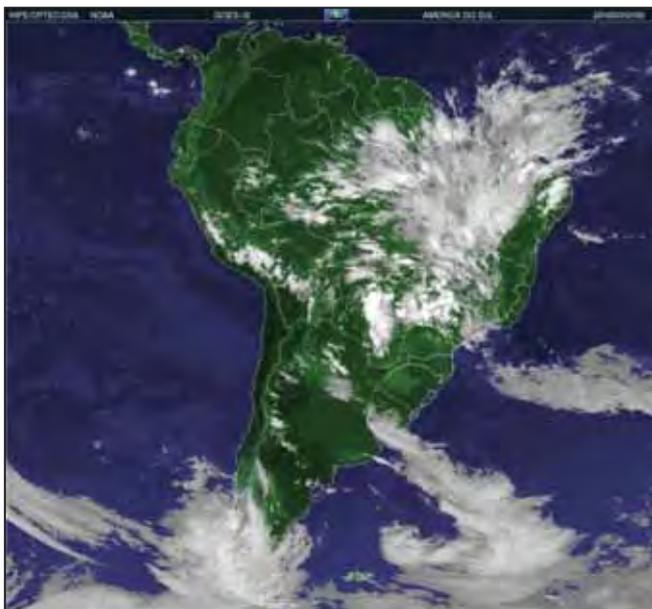


Figura 151: Imagem GOES 1/1/2010 - 21h

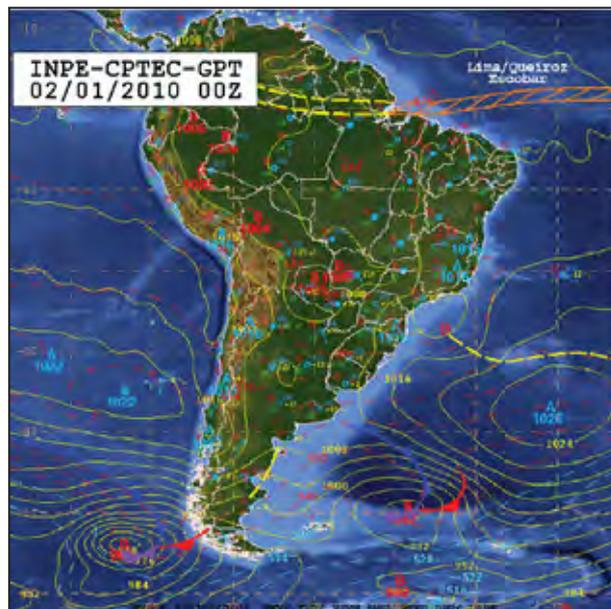


Figura 152: Carta Sinótica 1/1/2010 - 21h

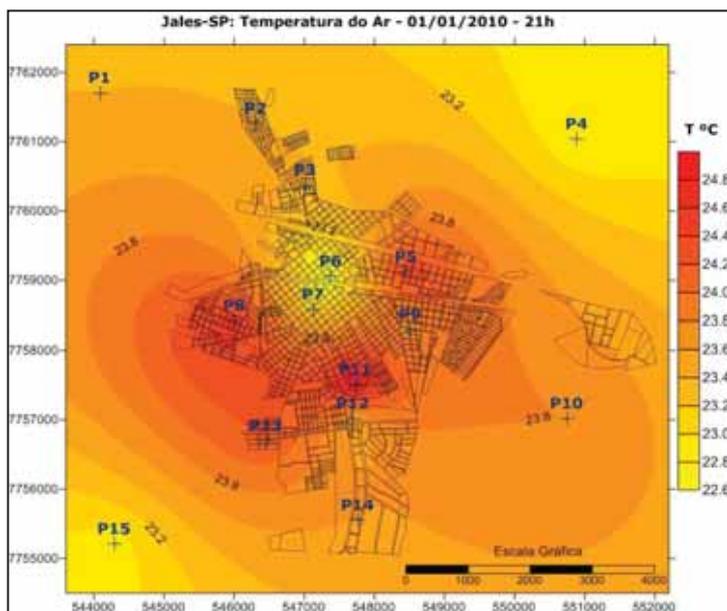


Figura 153: Temperatura do Ar – 1/1/2010 – 21h.

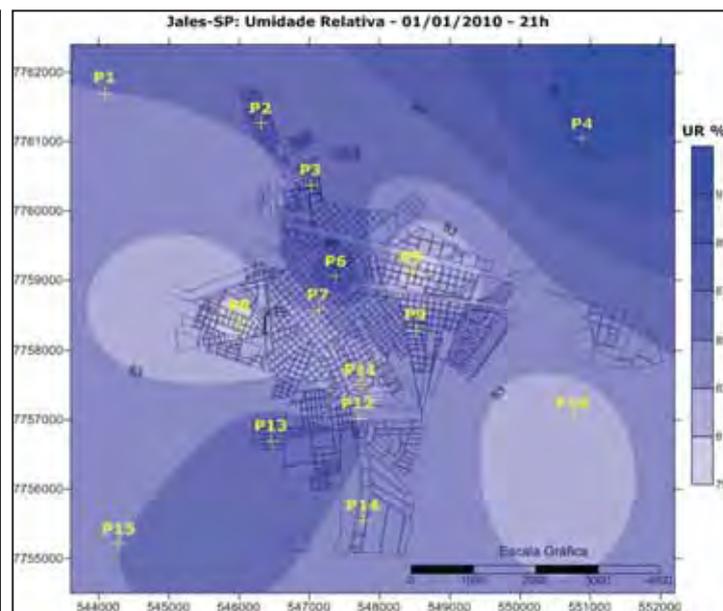


Figura 154: Umidade Relativa – 1/1/2010 – 21h

Através da Figura 153, notou-se que a zona rural se encontrava menos aquecida do que a urbana, fato que já foi observado em outros episódios, entretanto, ocorreu uma inversão na localização das ilhas de calor e ilhas frescas dentro do perímetro urbano em relação às 9h e às 15h. Nessa situação sinótica de instabilidade e baixas temperaturas, foram observadas três ilhas de calor, localizadas no ponto 8 (24,8°C), no ponto 11

(24,8°C) e no ponto 5, (24,4°C). Na área central (P7) identificou-se a formação de uma ilha fresca que se estendia até o ponto 6 (22,6°C).

As áreas mais aquecidas (P8, P11, e P5) são áreas de uso residencial com alta densidade, nos pontos 8 e 11 e, média densidade no ponto 5

A explicação para essa inversão pode estar relacionada com as chuvas, (pois é reconhecida à tendência a maior precipitação nas áreas mais densamente ocupadas como o centro da cidade), que nesse horário apresentou precipitação de 1 milímetro, e na zona rural - 0,4 milímetros. Outra explicação está relacionada à direção do vento para esse horário (norte), de modo que, é possível que o vento tivesse deslocado a ar mais aquecido do centro para o sul, formando um bolsão de ar quente ao seu redor. Acredita-se que a combinação desses dois fatores, o deslocamento do ar quente para a periferia e posteriormente a precipitação mais expressiva no centro, causou o resfriamento mais intenso nessa área. Esse padrão de aquecimento foi observado em outros episódios de mesma configuração sinótica.

A umidade relativa seguiu a mesma tendência, sendo que, no centro (P6) ocorreu à formação de uma ilha úmida com 91% de umidade e, os pontos 8, 5, 11, além do ponto 10, na zona rural, se apresentaram mais secos (Figura 154).

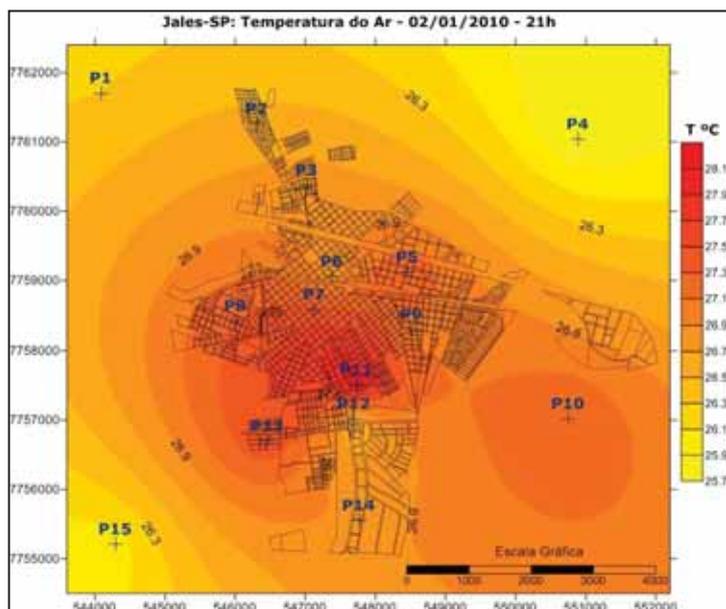
Já no dia 2, esse padrão começa a se desconfigurar, devido ao deslocamento da zona de baixa pressão para o oceano, como pode ser observado na Figura 156, permitindo maior estabilidade no noroeste paulista (Figura 155) com aumento da temperatura (25,7 a 28,1°C) e da diferença térmica, 2,4°C.



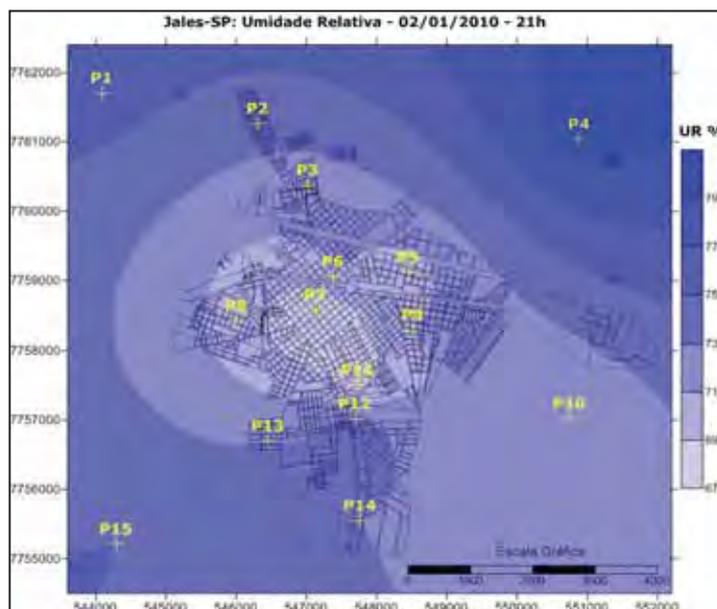
**Figura 155:** Imagem GOES 2/1/2010 - 21h



**Figura 156:** Carta Sinótica 2/1/2010 - 21h



**Figura 157:** Temperatura do Ar – 2/1/2010 – 21h.



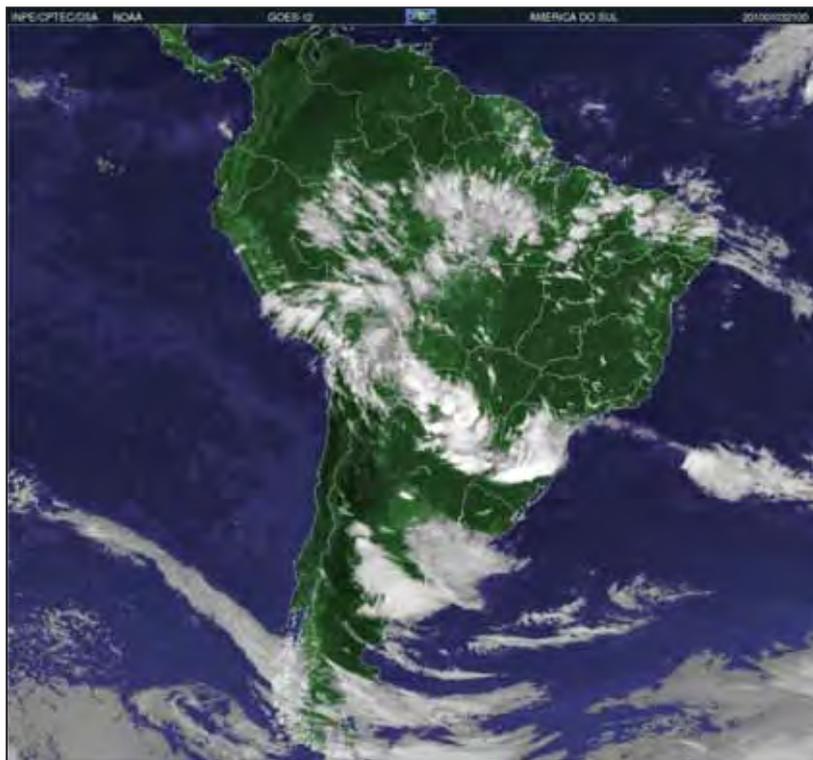
**Figura 158:** Umidade Relativa – 2/1/2010 – 21h

Observa-se através da Figura 157, que o centro da cidade (P7) com 27,5°C, já se apresentava mais aquecido, formando uma única ilha de calor que se estendeu até o ponto 11, com 28,1°C, retomando o padrão de aquecimento centro-periferia, frisando que os bairros residenciais na periferia da cidade se apresentavam menos aquecidos. A zona rural apresentava temperatura inferior à área urbana, com exceção do ponto 10 com 27,2°C.

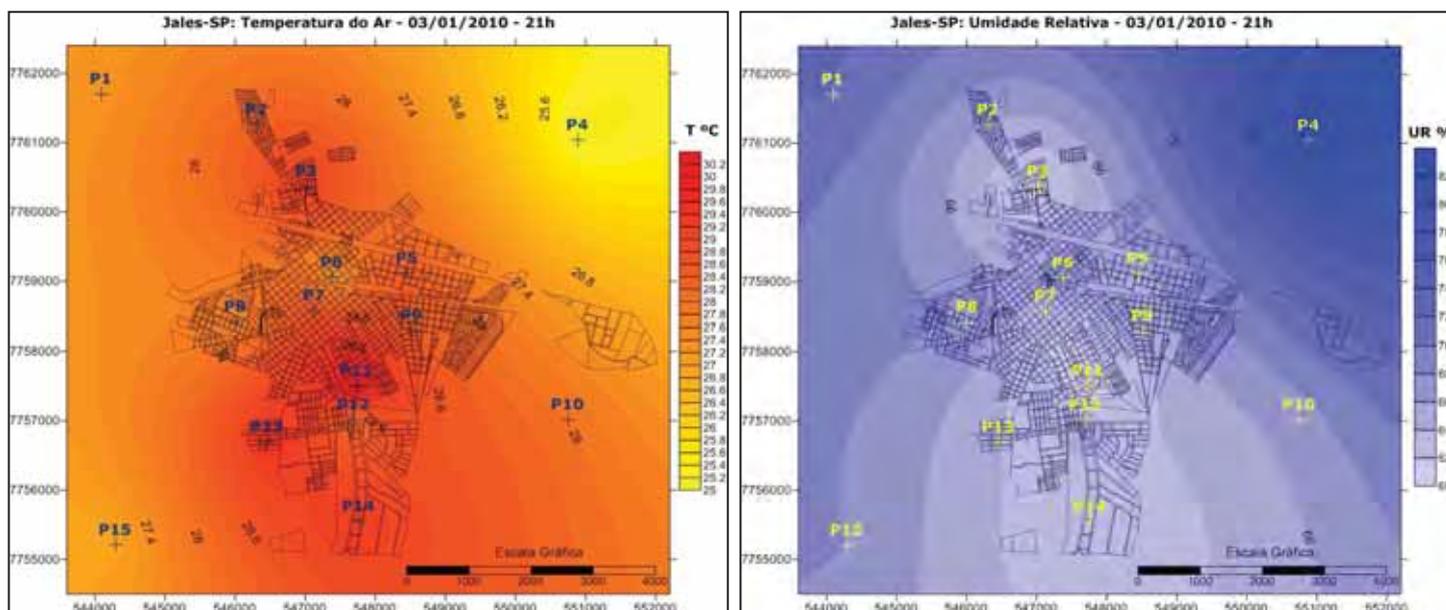
A umidade relativa também retomou seu padrão normal, onde identificou-se uma ilha seca no centro da cidade que se estendeu até o ponto 11, com 67% e, a umidade foi aumentando em direção a periferia da cidade, atingindo o seu máximo na zona rural, 80% (Figura 158).

No dia 3, essa tendência se confirmou com aumento da estabilidade atmosférica (Figura 159). A temperatura subiu, ficando entre 25 e 30,2°C, com alta diferença (5,2°C) e a diferença higrométrica também subiu atingindo 23%, variando de 60 a 82%.

Notou-se através da Figura 160, três ilhas de calor, já observadas em outros episódios, uma no ponto 3 com 29,2°C, outra no ponto 11 com 30,2°C, havendo deslocamento da ilha de calor da área central para a o sul, e outra no ponto 13 com 29,4°C. O ponto 7 se encontrou no limite da ilha de calor, portanto, o centro da cidade se encontrou aquecido. Notou-se duas ilhas frescas de baixa intensidade, uma no ponto 6 e outra no ponto 12, 3°C mais frescas que o centro da ilha de calor. A zona rural estava menos aquecida do que as áreas urbanas, sendo que, o ponto 4 apresentou a menor temperatura observada nesse horário 25°C.



**Figura 159:** Imagem GOES 3/1/2010 - 21h



**Figura 160:** Temperatura do Ar – 3/1/2010 – 21h.

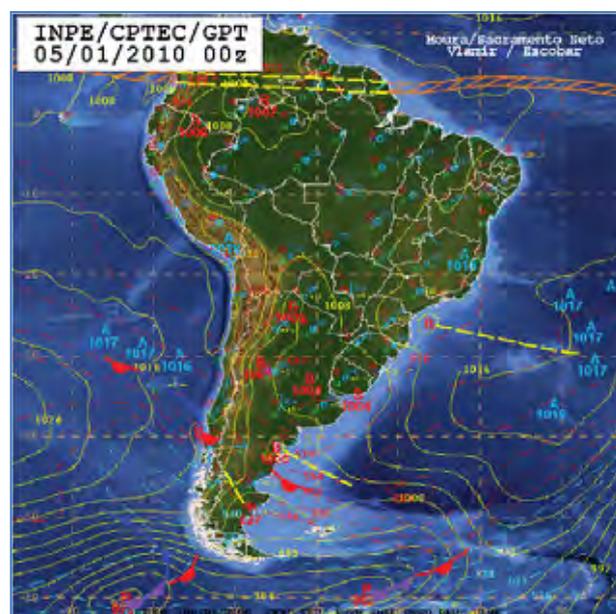
**Figura 161:** Umidade Relativa – 3/1/2010 – 21h

Em relação à umidade relativa foi possível observar na Figura 161, que a zona rural apresentou-se mais úmida do que as áreas urbanas, e no espaço intra-urbano foi possível observar o aumento da umidade do centro para a periferia, além da formação de duas ilhas secas, a primeira no ponto 3 com 60% de umidade relativa e a segunda, no centro, estendendo-se até o ponto 14, também com 60% de umidade.

No dia 4, a atmosfera continuou estável sobre a região de Jales, como pode ser observado na Figura 162. Entretanto, devido à uma frente oclusa, localizada no atlântico a sudeste do continente, começou a ocorrer intensificação da nebulosidade e da instabilidade atmosférica, características que, são intensificadas pela atuação de um centro de baixa pressão localizado no litoral paulista, associado a um cavado, como pode ser observado na Figura 163. Nesta data, foi observada a maior diferença térmica, 7,2°C. Observou-se o aumento da temperatura variando de 24,5 a 31,7°C. A diferença higrométrica também se ampliou ficando em 36%, com umidade relativa variando entre 48 a 85%.

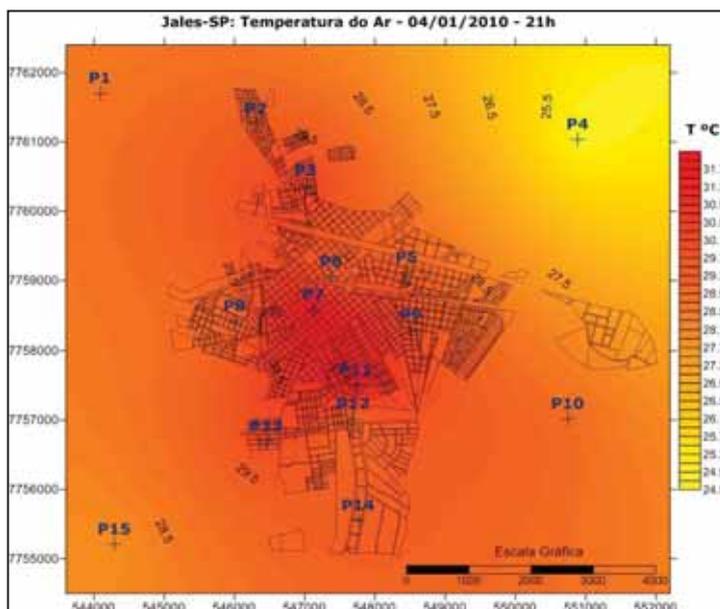


**Figura 162:** Imagem GOES 4/1/2010 - 21h

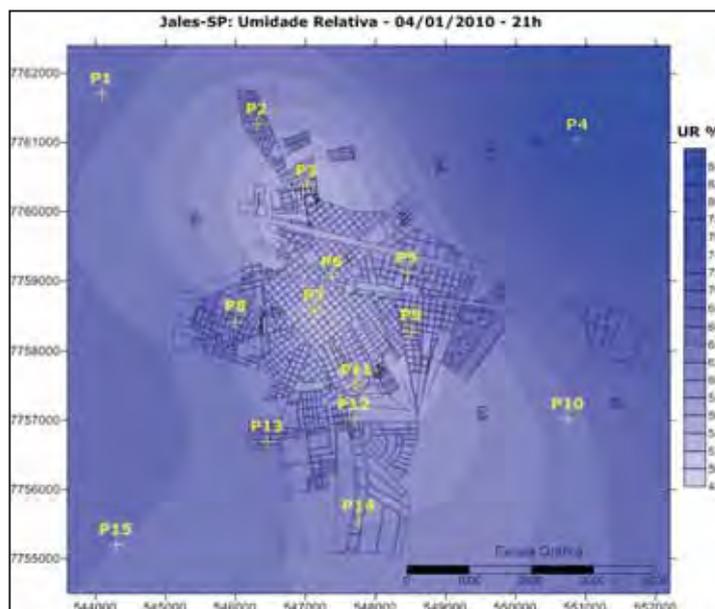


**Figura 163:** Carta Sinótica 4/1/2010 - 21h

Nota-se, através da Figura 164, que a zona rural apresentou temperatura inferior à área urbana, e o ponto 4 registrou a menor temperatura do horário, 24,5°C. Na área intra-urbana, foi possível observar a formação de uma ilha de calor no centro da cidade que se estendeu do ponto 7 até o ponto 11, registrando a maior temperatura, 31,7°C. A temperatura diminuiu, na medida em que afastou-se do centro comercial para a periferia residencial, demonstrando o padrão clássico centro-periferia. Destaca-se uma segunda ilha de calor de menor intensidade, localizada no ponto 3, com 30,3°C. Essa área apresentou várias ocorrências de ilhas de calor e os motivos, já foram citados anteriormente. A única ilha fresca observada localizou-se na zona rural, especificamente, no ponto 4 com 24,5°C.



**Figura 164:** Temperatura do Ar – 4/1/2010 – 21h.



**Figura 165:** Umidade Relativa – 4/1/2010 – 21h

A distribuição da umidade relativa, também seguiu o padrão centro-periferia. Notou-se uma ilha seca que se estendeu do ponto 3 até ao ponto 11, no sentido noroeste-sudeste, com 48% de umidade relativa. Os bairros residenciais localizados na periferia, estavam mais úmidos, e a umidade mais elevada foi registrada na zona rural, principalmente, no ponto 4 com 84% de umidade relativa (Figura 165).

No dia 6, a instabilidade atmosférica voltou a atuar (Figura 166), sendo que, o tempo encontrava-se fechado e com alta nebulosidade. Essa figura apresenta a composição colorida do satélite Meteosat, pois nesse horário, as imagens do satélite Goes não estavam disponíveis para a área de estudo. A instabilidade observada, está associada ao deslocamento no sentido norte da frente oclusa identificada no dia 4 como pode ser observado na Figura (167).

Devido à instabilidade e ao aumento da nebulosidade identificada na Figura 166, no dia 5, a diferença térmica caiu para 4,8°C, com temperatura variando de 26,0°C a 30,8°C. A diferença higrométrica, também diminuiu, com umidade variando de 58 a 76%.

Com o aumento da instabilidade, no dia 5, o padrão observado não foi mais o do centro-periferia, mas sim, aquele observado no dia primeiro de janeiro, sendo que, o centro da cidade (P7) se apresentou menos aquecido, com formação de uma ilha fresca de baixa magnitude no ponto 6, com 27,5°C. Foi possível notar através da Figura 169, a formação de três ilhas de calor: a primeira no ponto 8 com 29,5°C, a segunda no ponto 11 com 30,8°C e a terceira no ponto 5 com 29,8°C, assim como observado no dia

primeiro, configurando um bolsão de ar quente envolvendo o centro da cidade a leste, sul e oeste. A zona rural, apresentou temperaturas inferiores às registradas na área urbana, destacando-se os pontos 4 e 15, com 26 e 26,5°C, respectivamente.

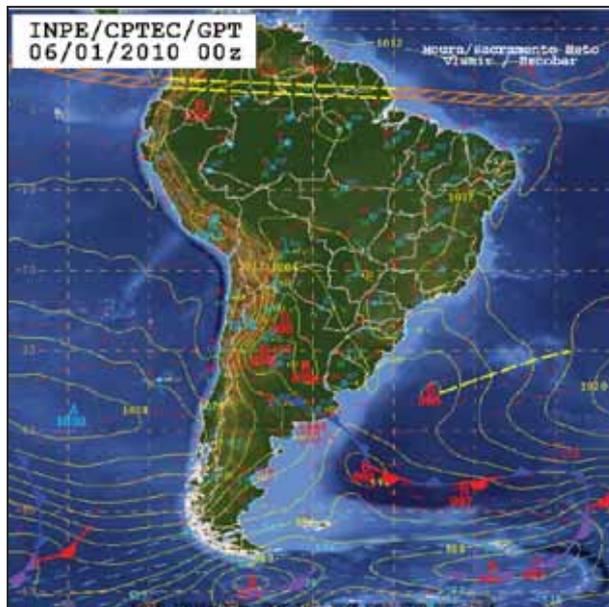


Figura 166: Imagem Meteosat 5/1/2010 - 21h

Figura 167: Carta Sinótica 5/1/2010 - 21h

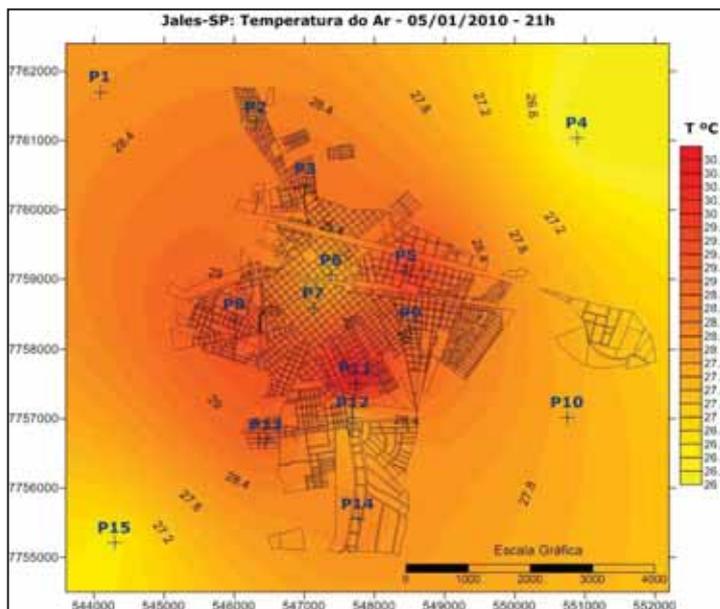


Figura 168: Temperatura do Ar – 5/1/2010 – 21h.

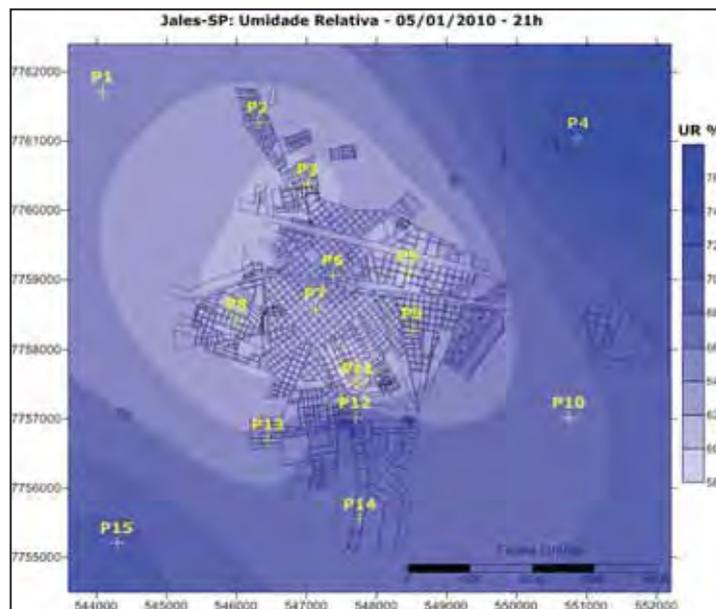


Figura 169: Umidade Relativa – 5/1/2010 – 21h

A umidade relativa seguiu o padrão centro-periferia. A zona rural se encontrou mais úmida que a área urbana, mas nas áreas intra-urbanas, a umidade aumentou do centro em direção a periferia residencial, onde observou-se a formação de duas ilhas úmidas: a primeira no ponto 6 com 65% de umidade e a segunda no ponto 12 com 70% de umidade (Figura 169).

Para fechar esse ciclo de análise, destaca-se o dia 6, por repetir o padrão do dia anterior com maior intensidade, e nesse dia, a atmosfera estava mais instável, com muita nebulosidade (Figura 170), chuva e vento. O sistema sinótico atuante é o mesmo, centro de baixa pressão sobre o oceano, associado a uma frente oclusa, que estendia um ramo estacionário para o sul do Brasil (Figura 171), causando a instabilidade descrita. A diferença térmica caiu para 3,4°C, com temperatura variando de 23,8 a 27,2°C. A diferença higrométrica também caiu, ficando em 15%, com umidade relativa variando entre 74 a 89%.



Figura 170: Imagem GOES 6/1/2010 - 21h



Figura 171: Carta Sinótica 6/1/2010 - 21h

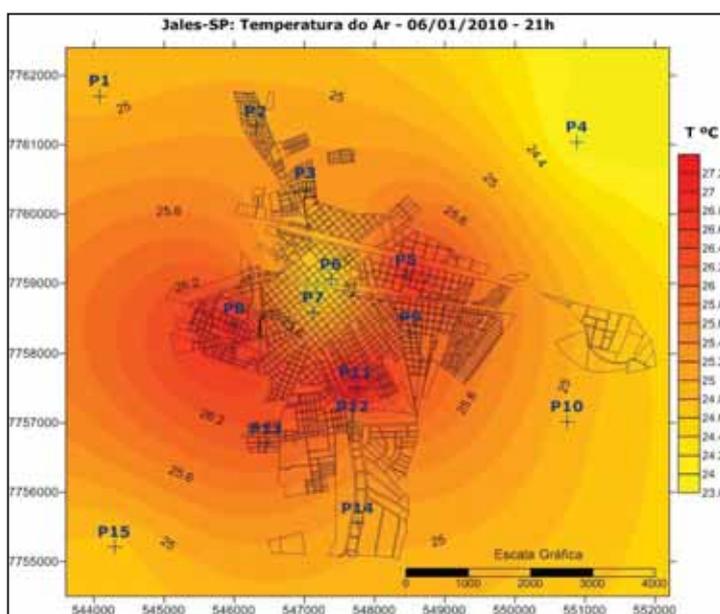


Figura 172: Temperatura do Ar – 6/1/2010 – 21h.

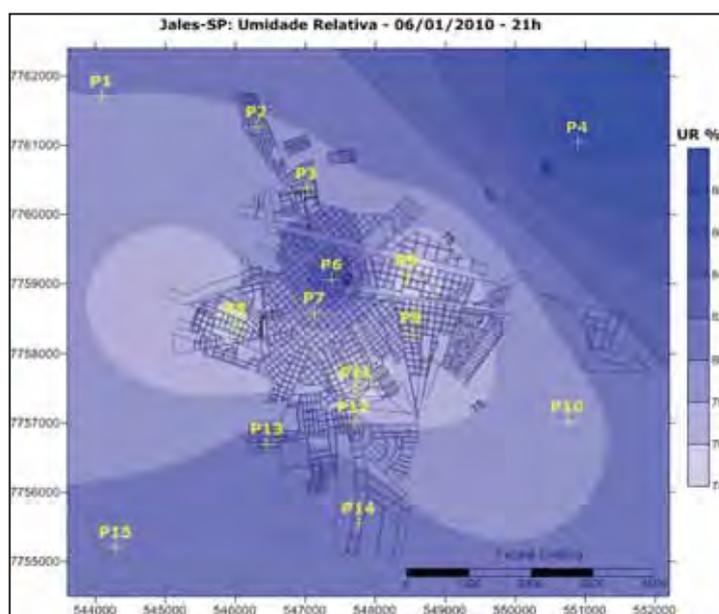


Figura 173: Umidade Relativa – 6/1/2010 – 21h

Assim como no dia 5 foi possível perceber a formação de três ilhas de calor, uma no ponto 8 (27,°C), outra no ponto 5 (26,8°C) e a terceira no ponto 11 (27,2°C), notou-se também a formação de uma ilha fresca nos pontos 6 e 7 (centro da cidade) com 24,8°C, ocorrendo, portanto, a inversão citada acima, com maior intensidade. A zona rural encontrou-se menos aquecida do que a área urbana, o que foi considerado normal para esse horário, como pode ser observado na Figura 172.

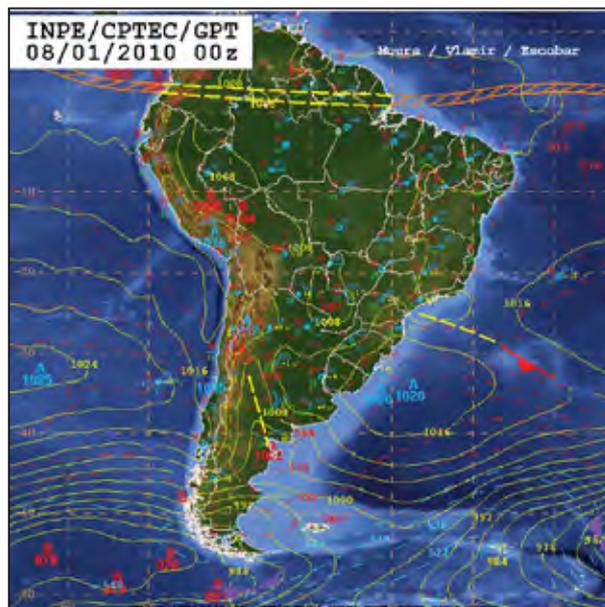
A umidade relativa continuou apresentando um padrão centro-periferia, com a zona rural mais úmida que a área urbana e a formação de uma ilha úmida no centro da cidade, pontos 6 e 7, com 84% de umidade, como pode ser observado na Figura 173.

No dia 7, a atmosfera se apresentou ligeiramente mais estável sobre a região de Jales, como pode ser observado na Figura 174. O aumento da estabilidade está associado ao enfraquecimento da frente oclusa, contudo, ainda se observou significativa quantidade de nebulosidade, pois atuava sobre o litoral paulista, e nesse horário, um cavado associado a frente estacionária, o que garantiu significativa umidade (Figura 175).

Observou-se o aumento da diferença térmica que voltou para 4,8°C, assim como o aumento da temperatura variando entre 25,6 a 30,4°C. A diferença higrométrica subiu, ficando em 23%, variando de 60 a 82%.



**Figura 174:** Imagem GOES 7/1/2010 - 21h



**Figura 175:** Carta Sinótica 7/1/2010 - 21h

No dia 7, a atmosfera apresentou maior estabilidade, de modo que, se observou o início da configuração do padrão centro-periferia, com a zona rural menos aquecida que as áreas urbanas, destacando-se o ponto 4, que registrou a menor temperatura do

horário, 25,6°C. No espaço intra-urbano percebeu-se a formação de duas ilhas de calor: a primeira no ponto 3 com 28,7°C, e a segunda no ponto 11 estendendo-se até ao ponto 13 a sudoeste, ao ponto 5 a nordeste e ao ponto 7 (centro da cidade). Essa grande ilha de calor apresentou temperatura variando entre 28,5 a 30,4°C. Notou-se também, através da Figura 176, que a porção residencial do centro (P6) apresentou a configuração de uma ilha fresca de baixa intensidade 27,0°C.

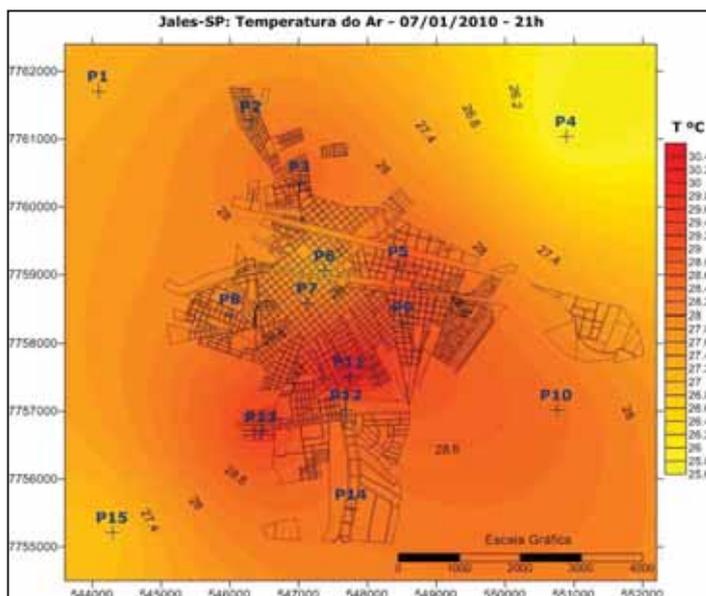


Figura 176: Temperatura do Ar – 7/1/2010 – 21h.

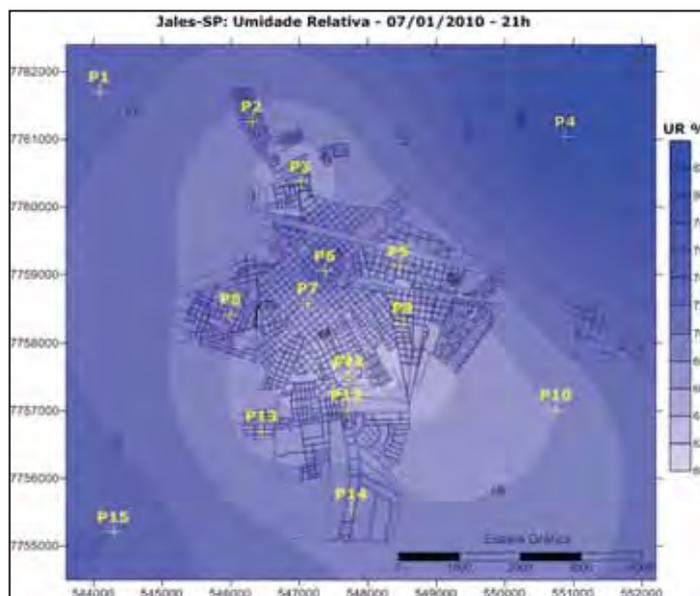


Figura 177: Umidade Relativa – 7/1/2010 – 21h

A umidade relativa novamente seguiu o padrão centro-periferia, com a zona rural mais úmida, e área urbana mais seca com formação de uma ilha úmida no ponto 6, com 76% de umidade (Figura 177).

No dia 8, um cavado localizado no interior paulista, novamente causou instabilidade atmosférica, como pode ser observado na Figura 179. Em Jales o tempo ficou fechado, com muita nebulosidade, como se observa na Figura 178. O vento forte e a chuva contribuíram com a diminuição da diferença térmica para 1,7°C, com variação de temperatura entre 23,6 e 25,2°C, bem abaixo da registrada no dia anterior. A diferença higrométrica caiu para 9% e a umidade relativa aumentou, variando agora entre 82 a 91%.

Com o aumento da instabilidade, com vento forte e chuva, no dia 8 não foi identificado nenhum padrão de aquecimento. Notaram-se duas ilhas de calor de baixa magnitude, e espacialmente reduzidas, uma no ponto 11 e outra no ponto 13, ambas com 25,2°C. O centro apresentou temperaturas mais amenas (23,8°C), se interligando com o ponto 4 (23,6°C) (Figura 180). Essa falta de padrão decorreu da instabilidade

atmosférica, que acabou interferindo no aquecimento diferenciado da superfície e, conseqüentemente, impediu que a atmosfera urbana mantivesse o mesmo padrão identificado em episódios de calmaria.



Figura 178: Imagem Meteosat 8/1/2010 - 21h

Figura 179: Carta Sinótica 8/1/2010 - 21h

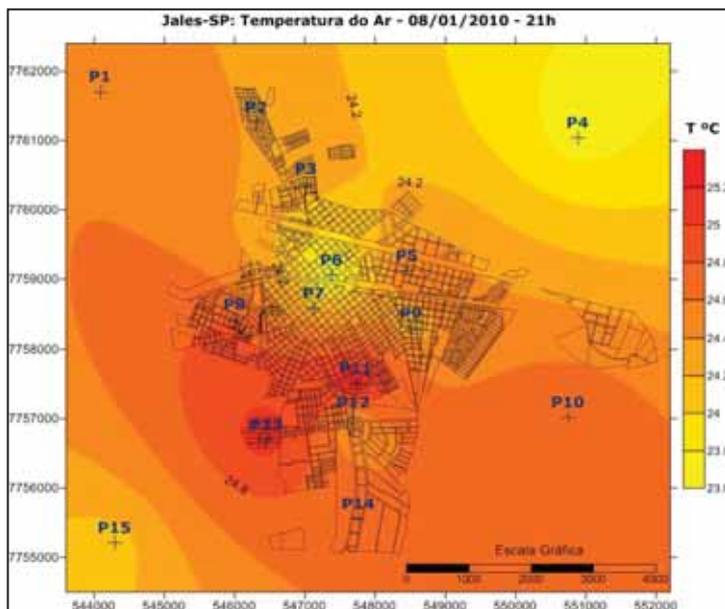


Figura 180: Temperatura do Ar – 8/1/2010 – 21h.

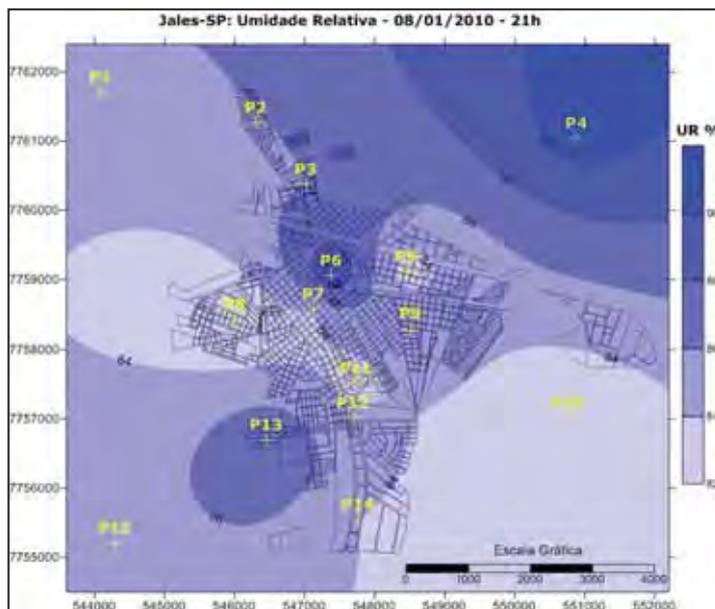
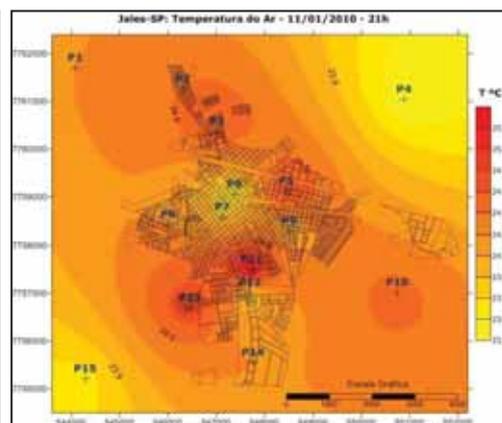
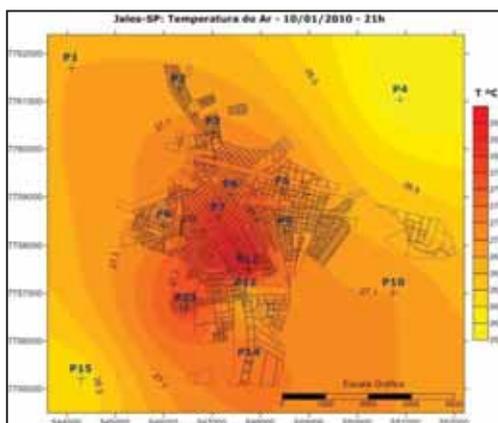
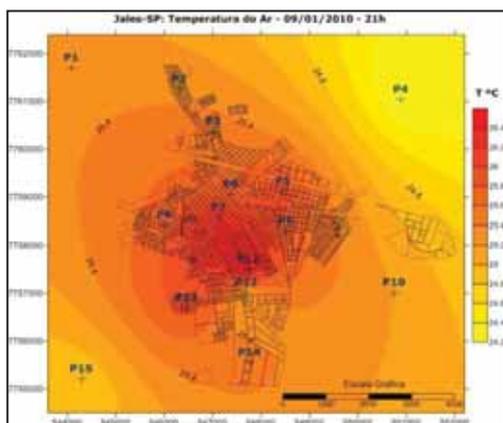
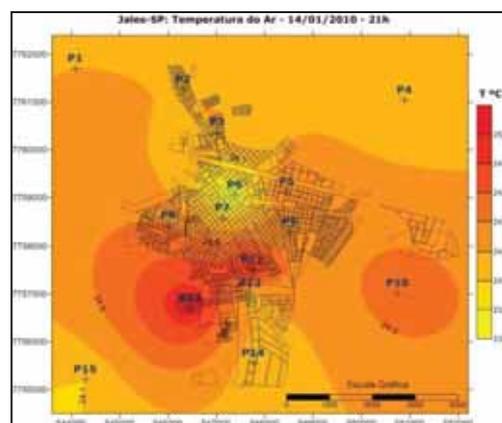
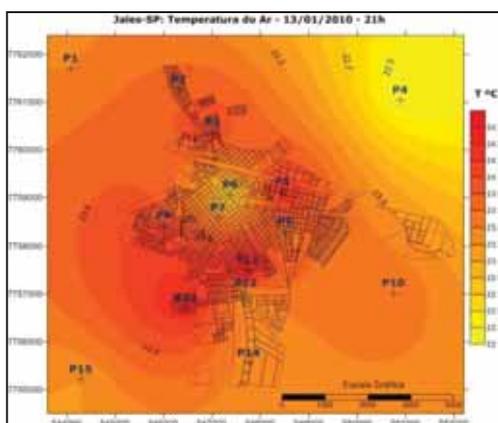
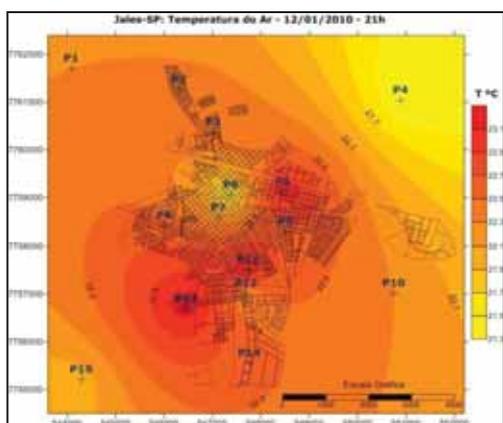


Figura 181: Umidade Relativa – 8/1/2010 – 21h

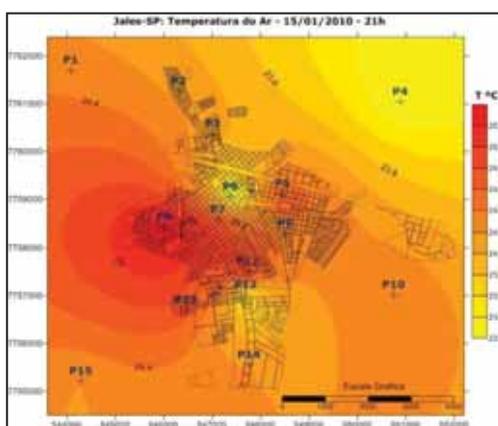
Entre os dias nove a quinze os padrões identificados (centro-periferia em episódios de calmaria e centro menos aquecido em episódios de instabilidade) se alternam dependendo do sistema sinótico. Para evitar a repetição exagerada, dar-se-á ênfase aos episódios mais significativos, sendo que as cartas de temperatura do ar são apresentadas a seguir.



**Figura 182:** Temp. Ar 9/1/2010 21h. **Figura 183:** Temp. Ar 10/1/2010 21h. **Figura 184:** Temp. Ar 11/1/2010 21h.



**Figura 185:** Temp. Ar 12/1/2010 21h. **Figura 186:** Temp. Ar 13/1/2010 21h. **Figura 187:** Temp. Ar 14/1/2010 21h.



**Figura 188:** Temp. Ar 15/1/2010 21h

No dia 16, a atmosfera ainda apresentava certa instabilidade (Figura 189), com ventos de forte intensidade. Essa instabilidade ocorreu devido à atuação de um cavado no oceano, que intensificou o aporte de umidade para o interior do Brasil (Figura 190).

Durante o dia, o sol apareceu entre as nuvens, e a temperatura esteve alta. Especificamente, no período noturno, o tempo estava fechado e com alta nebulosidade, chuva de 9,4mm na área urbana e 6,8mm na zona rural. A velocidade do vento variou entre de 0,4 e 0,9 m/s (1,4 e 3,2 km/h), respectivamente. Mesmo com essas condições, a

diferença térmica estava alta,  $5,7^{\circ}\text{C}$ , com temperaturas variando entre  $21,2$  a  $26,8^{\circ}\text{C}$ . A diferença higrométrica foi de 15%, sendo que, a umidade relativa variou entre 75 a 90%.



Figura 189: Imagem GOES 16/1/2010 - 21h

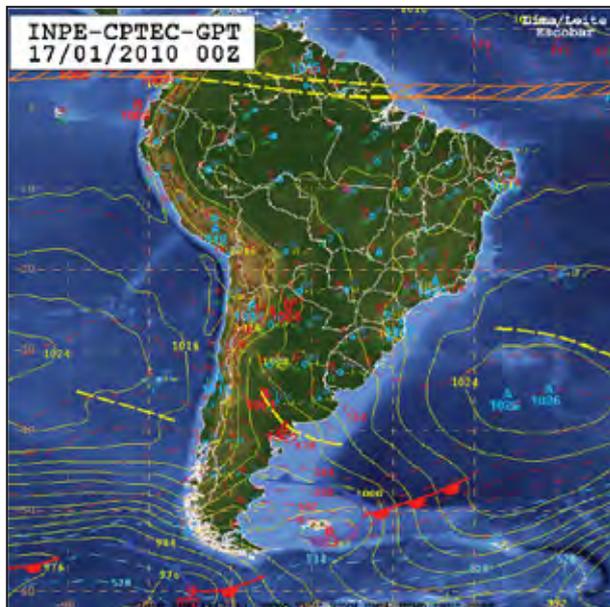


Figura 190: Carta Sinótica 16/1/2010 - 21h

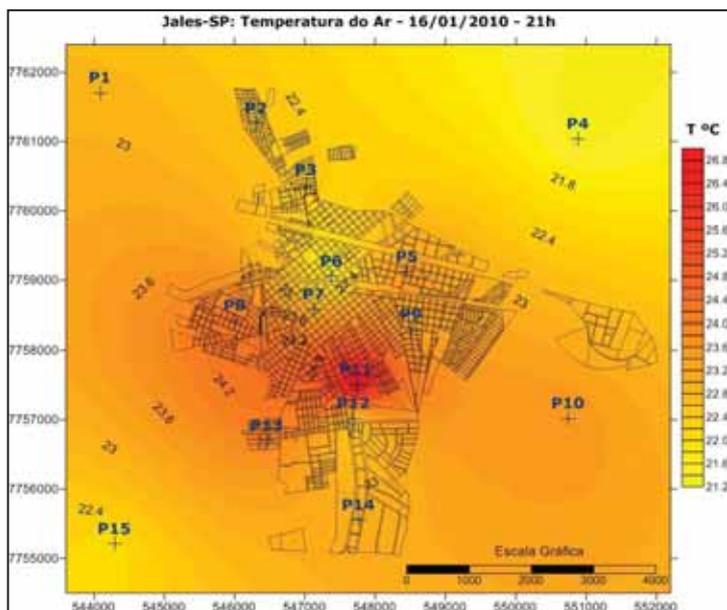


Figura 191: Temperatura do Ar – 16/1/2010 – 21h.

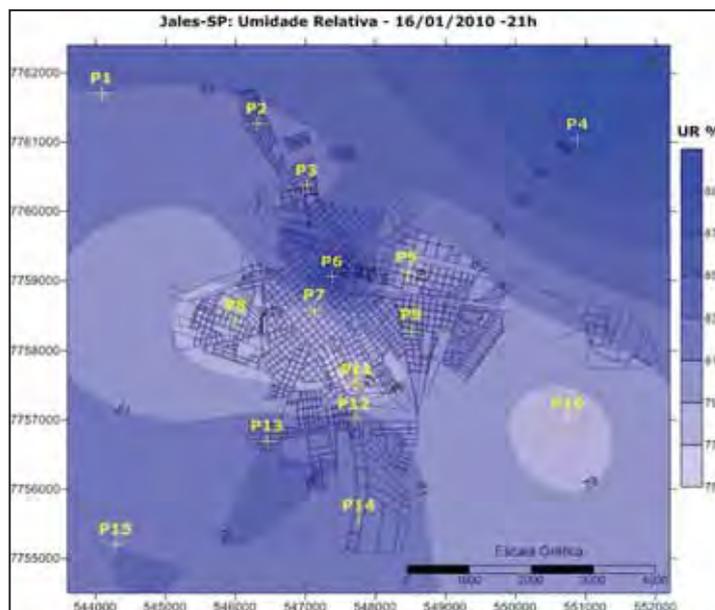


Figura 192: Umidade Relativa – 16/1/2010 – 21h

Com essas condições instáveis de chuva e vento, notou-se uma ilha de calor de alta intensidade localizada no ponto 11 com  $26,8^{\circ}\text{C}$ . Observou-se que, dessa ilha de calor se estendeu um bolsão de ar mais aquecido até os pontos 8 e 10, porém, com menor intensidade do que o ponto 11. Essas foram às únicas áreas mais aquecidas nesse horário. Também, notou-se a formação de duas ilhas frescas, uma entre os pontos 6 e 7

(centro da cidade) ,com 21,6°C, e outra no ponto 4 (zona rural) com 21,2°C, como pode ser observado na Figura 191.

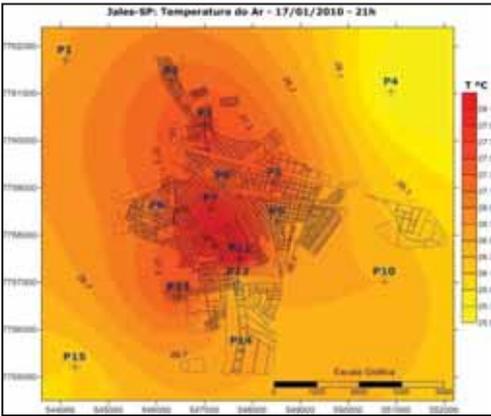
Essa configuração observada no dia 16, pode ser explicada em função do vento e, principalmente, da chuva, pois o vento carregou o ar aquecido ou criou condições de mistura que diminuiriam a intensidade das ilhas de calor. A chuva, foi responsável por resfriar a superfície através da transformação do calor sensível em calor latente por meio da evaporação da água. Com a superfície menos aquecida surgiram as ilhas frescas. Contudo, não se pode identificar a quantidade de chuva que caiu em cada ponto, apenas nos pontos 6 e 4 onde foram instaladas estações automáticas. Portanto, é possível que não estivesse chovendo no ponto 11, e por esse motivo ele se apresentou mais aquecido que o restante da cidade, porém, não se pode ter certeza se esse foi realmente o fator que motivou essa diferença, pois a estação instalada nesse ponto não registra a precipitação.

A zona rural se encontrou mais úmida e fresca do que as áreas urbanas, sendo que, dentro do perímetro urbano se observou uma ilha úmida localizada no ponto 6, com 89% de umidade, além de duas ilhas secas, a primeira entre os pontos 11 a 8 e a segunda no ponto 10, com 75 e 77% de umidade, respectivamente.

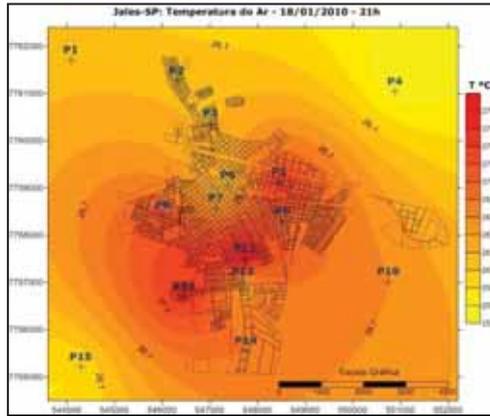
Entre os dias 17 e 30, esses dois padrões observados foram se intercalando em função das características atmosféricas e sob condições sinóticas estáveis, prevaleceu o padrão centro-periferia. Em situação de instabilidade, e principalmente, em função da tendência à precipitação mais intensa na área urbana, surgiu o segundo padrão, com o centro menos aquecido que a periferia, com ilhas frescas localizadas no ponto 6, que em alguns episódios, apresentou temperaturas inferiores às observadas na zona rural. Para que o leitor possa confirmar essas informações, as cartas de temperatura dos dias 17 a 30 são apresentadas a seguir.

Em relação à ilha fresca identificada no centro da cidade, destaca-se que ela ocorre com maior intensidade no centro residencial, pois nessa área os terrenos são maiores, a vegetação urbana ocorre de forma significativa e não se observa telhadas de fibrocimento em grande quantidade.

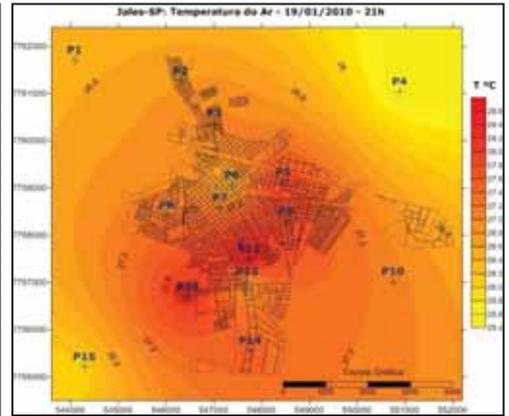
Notou-se também, em episódios de vento mais intenso, o deslocamento da ilha de calor para a região noroeste, tanto nas áreas urbanas como nas áreas rurais, fator que, coincide com a direção predominante do vento, que para esses períodos foi de sudeste.



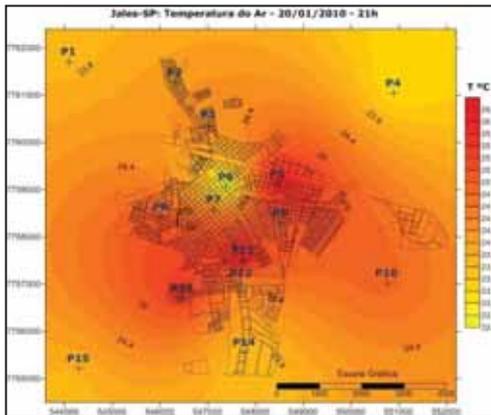
**Figura 193:** Temp. Ar 17/1/2010 21h.



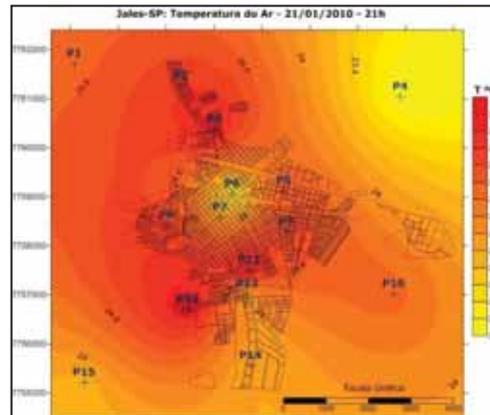
**Figura 194:** Temp. Ar 18/1/2010 21h.



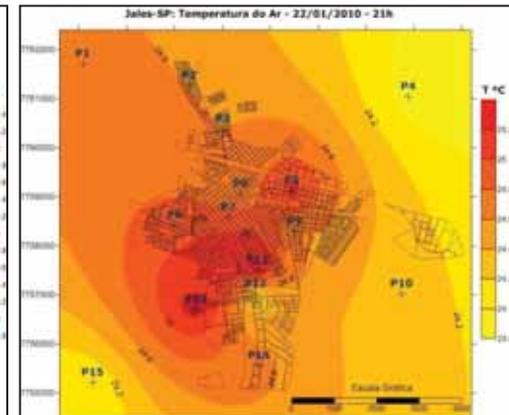
**Figura 195:** Temp. Ar 19/1/2010 21h.



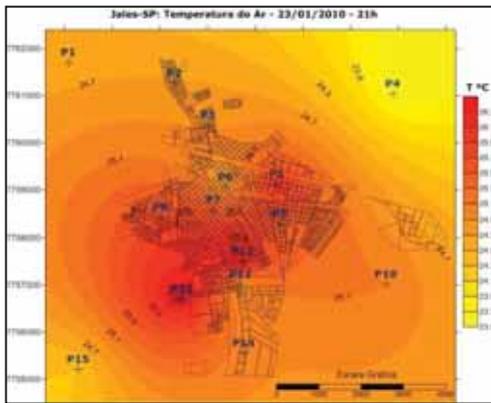
**Figura 196:** Temp. Ar 20/1/2010 21h.



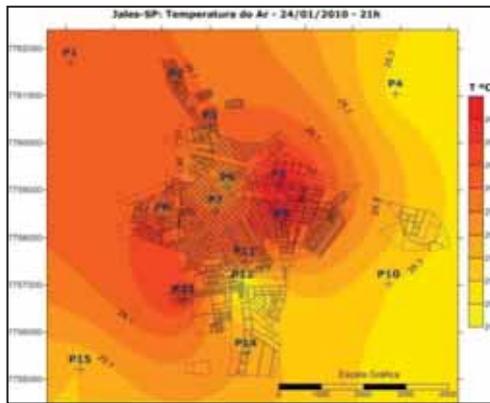
**Figura 197:** Temp. Ar 21/1/2010 21h.



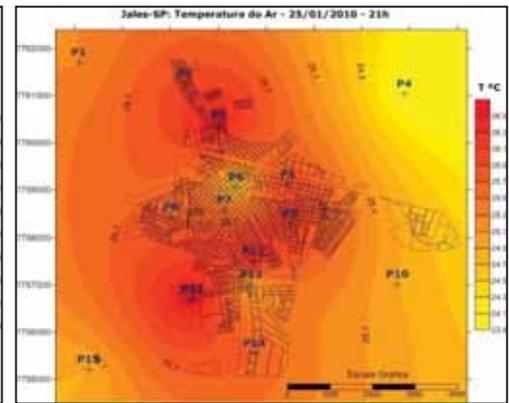
**Figura 198:** Temp. Ar 22/1/2010 21h.



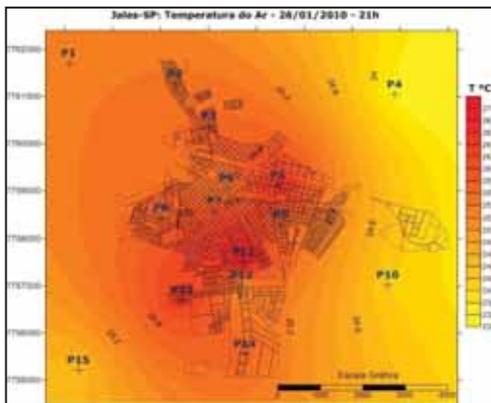
**Figura 199:** Temp. Ar 23/1/2010 21h.



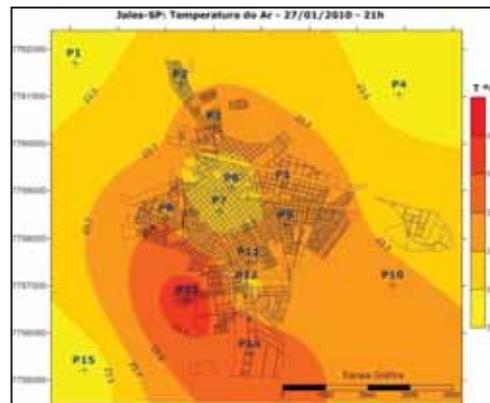
**Figura 200:** Temp. Ar 24/1/2010 21h.



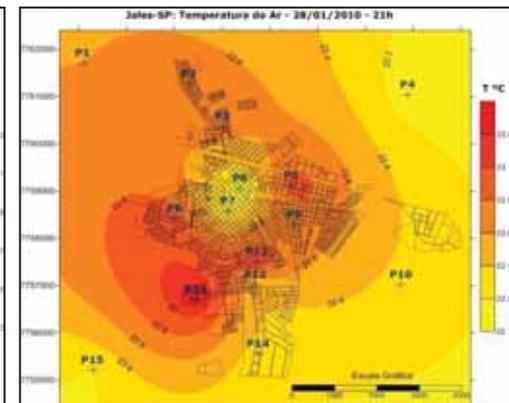
**Figura 201:** Temp. Ar 25/1/2010 21h.



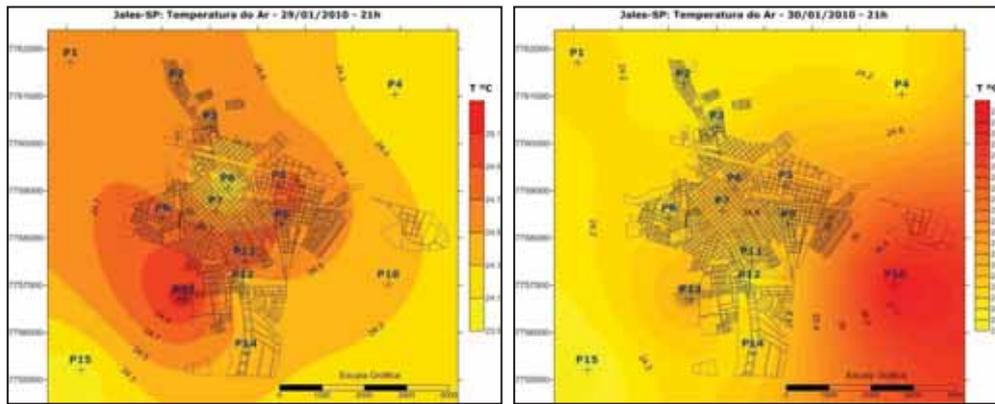
**Figura 202:** Temp. Ar 26/1/2010 21h.



**Figura 203:** Temp. Ar 27/1/2010 21h.



**Figura 204:** Temp. Ar 28/1/2010 21h.



**Figura 205:** Temp. Ar 29/1/2010 21h. **Figura 206:** Temp. Ar 30/1/2010 21h.

No dia 31 a atmosfera apresentou-se mais instável (Figura 207), sendo que, no período da tarde e da noite, devido à atuação do JBN, a umidade estava alta, amanheceu com neblina forte, e por volta das 7h começou a chover. No final da manhã, a nebulosidade diminuiu, o sol apareceu entre nuvens, e a tarde e a noite as temperaturas foram elevadas.



**Figura 207:** Imagem GOES 31/1/2010 - 21h

No dia 31, assim como no horário das 9h e das 15h, às 21h a única região que se apresentava mais aquecida era a sudeste, no ponto 10, com 30,3°C. O restante da área urbana não apresentou variação significativa de temperatura, mantendo-se mais aquecida que o restante da área rural, com exceção do ponto 10. O ponto 4, apresentou a

menor temperatura do horário, 23°C, sendo que, a diferença térmica foi de 7,3°C, como pode ser observado na Figura 208.

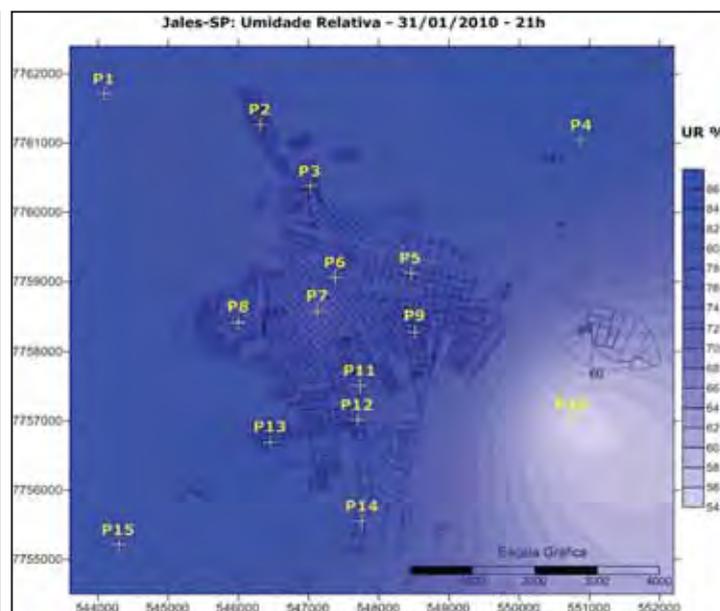
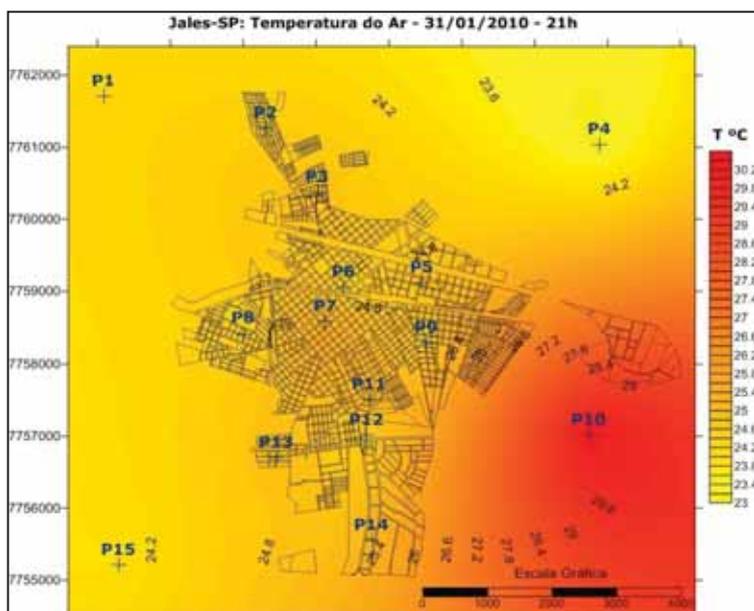


Figura 208: Temperatura do Ar – 31/1/2010 – 21h.

Figura 209: Umidade Relativa – 31/1/2010 – 21h

A umidade relativa manteve o mesmo padrão de temperatura, sendo que, no ponto 10 notou-se a formação de uma ilha seca. A área urbana estava mais úmida que o ponto 10, porém a área mais úmida foi a zona rural, com exceção do ponto 10 (Figura 209). A diferença higrométrica foi de 32%, variando de 54 a 86%.

De maneira geral esses foram os principais padrões observados no período de janeiro de 2010. No próximo capítulo serão apresentados os dados relativos ao período de julho de 2010, desse foram evidenciando as diferenças entre o verão e o inverno.



**Capítulo 6:  
Caracterização espacial do clima urbano – Julho de 2010**

## **Capítulo 6:**

### **Caracterização espacial do clima urbano – Julho de 2010**

#### **1. Análise dos sistemas atmosféricos atuantes – Julho de 2010.**

A caracterização dos principais sistemas atmosféricos atuantes no mês de julho de 2010, foi feita através dos dados registrados na estação automática localizada no ambiente rural e dos dados, das análises sinóticas, das cartas sinóticas e das imagens do satélite Goes disponibilizadas pelo CPTEC/INPE.

O mês de julho apresenta 14 milímetros de chuva como média climatológica, entretanto, no mês de julho de 2010, foi registrado apenas 0,8 milímetros de chuva na área rural e, 0,0 milímetros na área urbana. Os dados do CPTEC também mostraram que a região de Jales teve em média, um déficit de 25 milímetros de chuva para este mês, sendo que, a umidade relativa atingiu níveis críticos. A precipitação, anormalmente, baixa é explicada pela intensa atuação da massa tropical atlântica continentalizada (mTac) quente e seca, formando um barreira que impediu que as frentes frias atuassem no interior do continente. Esse sistema perdurou até o dia 12, com pequena variação de umidade relativa e nebulosidade, que se mantiveram sempre baixas. Também foi observada a atuação da massa polar atlântica (mPa) e da massa polar envelhecida (mPv)

Em relação aos sistemas frontais, foram observados nove sistemas que atuaram na América do Sul, sendo que, oito deles atingiram o território brasileiro e um se desviou para o oceano. Os três primeiros, foram observados nos dias 5, 6 e 9, respectivamente, não ultrapassando o estado de Santa Catarina, devido ao bloqueio citado acima.

No dia 10 às 03h, observou-se a presença de um cavado sobre a área de estudo que teve como resultado, o aumento da nebulosidade e ligeiro aumento da umidade relativa. No dia 11 às 15h, notou-se outro cavado atuando sobre a região de Jales.

O quarto sistema frontal atuou sobre o interior paulista apenas a partir do dia 12 às 21h, sendo que, a umidade e a nebulosidade começaram a aumentar devido a passagem da frente fria que impulsionada pelo jato polar sul (JPS), conseguiu romper a barreira criada pela mTac. No dia 13 às 9h, a frente fria estava localizada sobre a área de estudo, e permaneceu estacionária nesse ponto até o dia 14 às 9h, quando começou a se deslocar lentamente para o norte, mas, continuou atuando na região de Jales. O único episódio de precipitação registrado nesse mês, aconteceu exatamente devido a passagem desse sistema frontal, porém, a precipitação de 0,8 milímetros foi registrada apenas na zona rural no dia 12 às 22h.

O sistema frontal permaneceu estacionário na Região de Jales, principalmente, entre os dias 15 e 17, quando se afastou para o oceano. Nos dias 16, 17 e 18, foram observados a ocorrência de cavados, que também contribuíram com o aumento da instabilidade atmosférica.

A partir do dia 19, o quinto sistema frontal, alcançou o interior paulista, ficando estacionário até o dia 20, quando se desviou para o oceano. Já no dia 21 um cavado atuou sobre a área.

No dia 23, o sexto sistema frontal, atuou sobre o interior paulista, entretanto, um pouco ao sul da região de Jales, este permaneceu estacionário e a partir das 15h, notou-se a presença de um cavado que persistiu até o dia 24 quando se desviou para o oceano.

O último sistema frontal observado em julho, alcançou a região de Jales no dia 26 às 9h, causando aumento da umidade relativa, entretanto, com baixa nebulosidade e sem chuva. Esse sistema permaneceu estacionário até o dia 27 com pequeno deslocamento no sentido norte-sul.

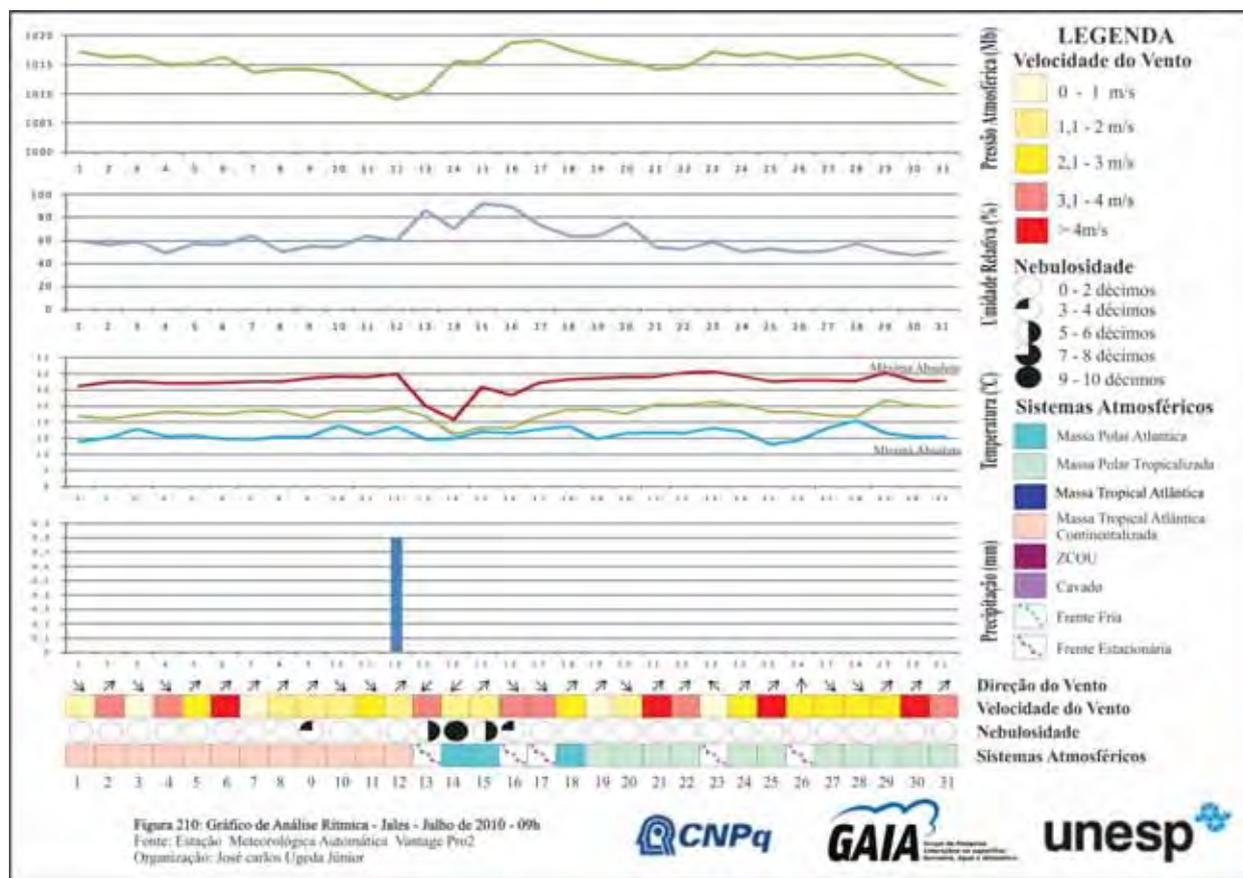
A partir do dia 18 notou-se a atuação da mPa, que passando pelo aquecimento basal tornou-se a mPv e perdurou até o dia 31, como pode ser observado no Gráfico de Análise Rítmica (Figura 210).

## **2. Análise da temperatura e da umidade relativa – Julho de 2010**

O mês de julho, representante do inverno, caracteriza-se como o mês mais seco e frio para a localidade, sendo sua temperatura média de 20,9°C e precipitação média de 14,0 milímetros. Para o mês de julho de 2010, a máxima temperatura registrada foi de 35,9°C e a mínima 13,0°C. A diferença térmica máxima foi 9,2°C, sendo a mínima 1,4°C. A umidade relativa se manteve baixa em quase todo o período, porém, variou entre 20 a 96%, e a diferença higrométrica máxima foi de 43% enquanto a mínima de 4%.

### **2.1. Variação térmica e higrométrica às 9h**

As 9h foi possível observar que ocorreram as menores diferenças térmicas desse mês, entretanto, 29 dias, apresentaram diferenças térmicas superiores a 2,1°C, 13 dias a mais do que o observado em Janeiro para esse horário. Tal elevação ocorreu em função da maior estabilidade atmosférica observada no mês de julho.



A diferença térmica variou entre 1,4 e 4,2°C para este horário, já a diferença higrométrica variou entre 7 a 21%, sendo que, foram observados 21 dias com diferença higrométrica superior a 10%, como pode ser observado na Tabela 5

**Tabela 5:** Diferenças entre os pontos às 09:00 horas.

Data	Diferença Térmica (°C)	Diferença Higrométrica (%)	Chuva Urbano (mm)	Chuva Rural (mm)	Velocidade do Vento Urbano (m/s)	Velocidade do Vento Urbano (km/h)	Velocidade do Vento Rural (m/s)	Velocidade do Vento Rural (km/h)
01/07/2010	3,8	13	0	0	0	0,0	0	0,0
02/07/2010	3,2	11	0	0	0,9	3,2	0	0,0
03/07/2010	3,3	12	0	0	0,4	1,4	0	0,0
04/07/2010	3,1	7	0	0	0,9	3,2	0,9	3,2
05/07/2010	2,9	9	0	0	1,3	4,7	0	0,0
06/07/2010	3,4	10	0	0	1,3	4,7	0	0,0
07/07/2010	3,6	14	0	0	0,4	1,4	0	0,0
08/07/2010	4,2	11	0	0	0,4	1,4	0	0,0
09/07/2010	1,4	9	0	0	0,9	3,2	0	0,0
10/07/2010	3,6	13	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
11/07/2010	3,3	14	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
12/07/2010	3,2	9	0	0	0,4	1,4	0	0,0
13/07/2010	2,8	21	0	0	0	0,0	0	0,0
14/07/2010	3,2	15	0	0	0	0,0	0	0,0
15/07/2010	3,1	16	0	0	0	0,0	0	0,0
16/07/2010	1,9	18	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
17/07/2010	3,1	10	0	0	0,9	3,2	1,3	4,7
18/07/2010	4	13	0	0	0,4	1,4	0	0,0
19/07/2010	4,1	11	0	0	0	0,0	0	0,0
20/07/2010	3	14	0	0	0	0,0	0	0,0
21/07/2010	4	12	0	0	1,3	4,7	0,9	3,2
22/07/2010	3,4	10	0	0	0,9	3,2	0	0,0
23/07/2010	4,1	13	0	0	0	0,0	0	0,0
24/07/2010	4,1	15	0	0	0,9	3,2	0	0,0
25/07/2010	3,2	9	0	0	1,8	6,5	0,4	1,4
26/07/2010	3,7	13	0	0	0,4	1,4	0	0,0
27/07/2010	3,7	12	0	0	0	0,0	0	0,0
28/07/2010	3,2	12	0	0	0	0,0	0,4	1,4
29/07/2010	2,8	8	0	0	0,9	3,2	0	0,0
30/07/2010	3	9	0	0	0,9	3,2	0,4	1,4
31/07/2010	4,2	14	0	0	0,9	3,2	0,4	1,4

**Fonte:** Trabalho de campo – Julho de 2010

O início do mês de julho foi marcado por uma massa de ar quente e seca intensa, que realizou um bloqueio, impedindo que os sistemas frontais adentrassem para o interior do território brasileiro. A primeira frente fria só atuou em Jales dia 12. Portanto,

o mês de julho, assim como junho foi caracterizado como anormalmente seco, fator que, influenciou a distribuição da temperatura na área como será visto mais adiante. Por hora, como se observa na Figura 211, não ocorreu à formação de nebulosidade na área de estudo, ressaltando-se que na citada manhã, o céu estava limpo e com sol. A Figura 212 apresenta a situação sinótica para o período.



Figura 211: Imagem GOES 1/7/2010 - 9h

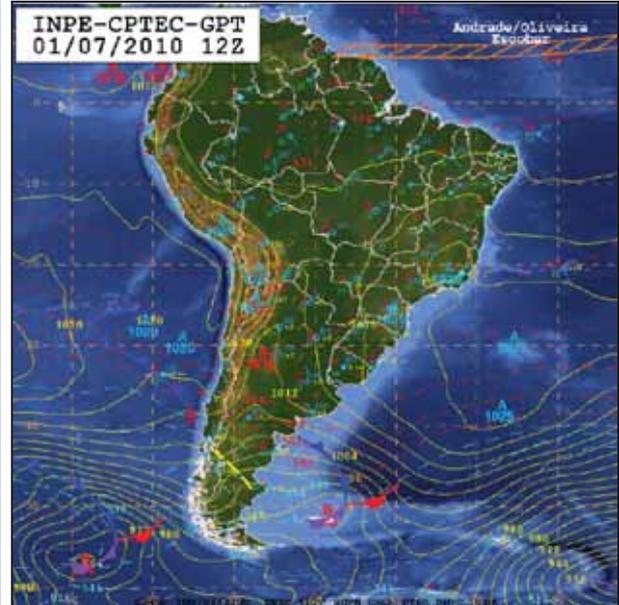


Figura 212: Carta Sinótica 1/7/2010 - 9h

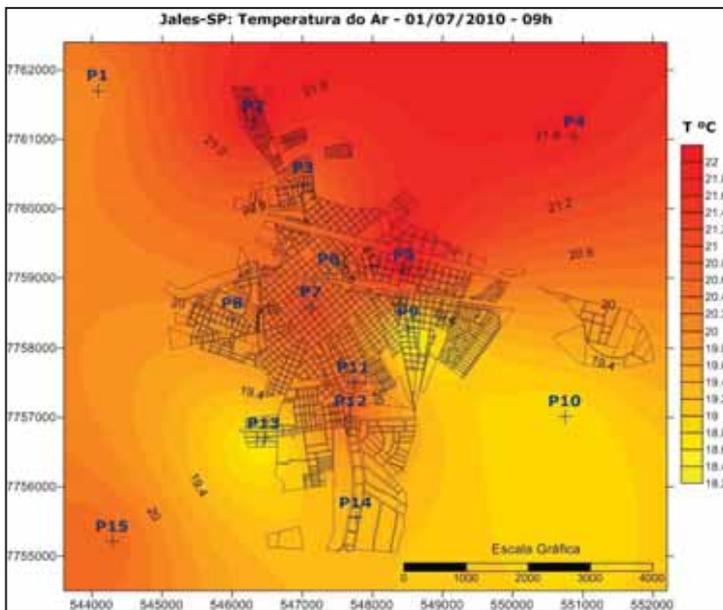


Figura 213: Temperatura do Ar – 1/7/2010 – 9h.

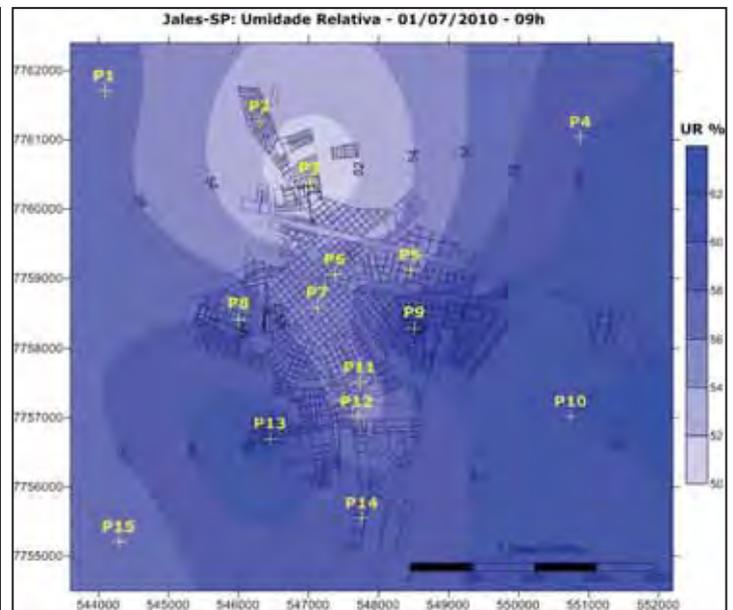


Figura 214: Umidade Relativa – 1/7/2010 – 9h

Nota-se através da Figura 213 que a região norte apresentou temperatura mais elevada, destacando-se os pontos 2, 4 e 5 com 22,0°C, dois pontos na área urbana e um na zona rural, quebrando o padrão observado em janeiro. Observou-se também a formação de uma ilha de calor no centro (P7) de menor intensidade, com 21°C

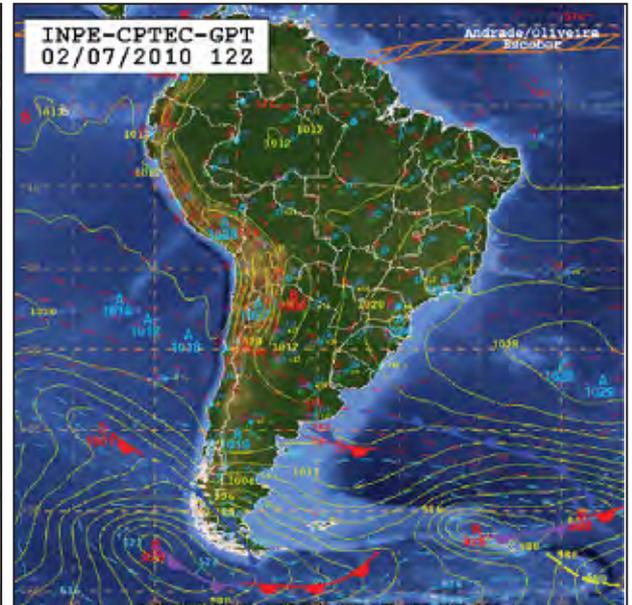
estendendo-se até o ponto 11 com 20,5°C. As áreas ao sul, encontravam-se menos aquecidas, sendo possível observar a formação de três ilhas frescas: a primeira no ponto 9 com 18,2°C, a segunda no ponto 13 com 18,5°C e a terceira na zona rural (P10) com 18,8°C. A temperatura variou entre 18,2 e 22°C.

A umidade relativa manteve-se entre 50 e 62% sendo que, de maneira geral, a zona rural encontrava-se mais úmida do que a urbana, com exceção dos pontos 13 e 9 onde se observou a formação de duas ilhas úmidas, ambas com 62% de umidade. Notou-se também a formação de duas ilhas secas, a primeira no ponto 2 com 50% de umidade e a segunda, estendendo-se do ponto 7 ao 12 com 54% de umidade, como pode ser observado na Figura 214.

No dia 2, a situação sinótica se manteve como pode ser observado nas Figuras 215 e 216.



**Figura 215:** Imagem GOES 2/7/2010 - 9h



**Figura 216:** Carta Sinótica 2/7/2010 - 9h

No mesmo dia, pôde-se perceber através da figura 217 que o ponto mais aquecido foi o ponto 15, com 22,4°C, na zona rural. Notou-se a formação de ilhas de calor, a primeira no ponto 4, com 21,1°C, localizado na zona rural; a segunda, no ponto 2, com 21,1°C, localizado em bairro residencial tipo conjunto habitacional e; a terceira no ponto 12 (bosque municipal), com 21,4°C. Houve também a formação de três ilhas frescas, no sentido sudeste-noroeste, que foram: a primeira no ponto 10, zona rural, com 19,6°C, a segunda no ponto 6 com 19,3°C, e a terceira no ponto 2 com 19,2°C. A diferença térmica foi de 3,1°C, sendo que, a temperatura se manteve entre 19,2 e 22,4°C.

A umidade relativa caiu no dia 2, ficando entre 45 a 56% com 11% de diferença. O padrão observado apresentou a zona rural a sudoeste, (P15) com a menor porcentagem, 45%; o ponto 12 formando uma ilha seca, também com 45%, e a região nordeste mais úmida, com 56% de umidade relativa, como pode ser observado na Figura 218.

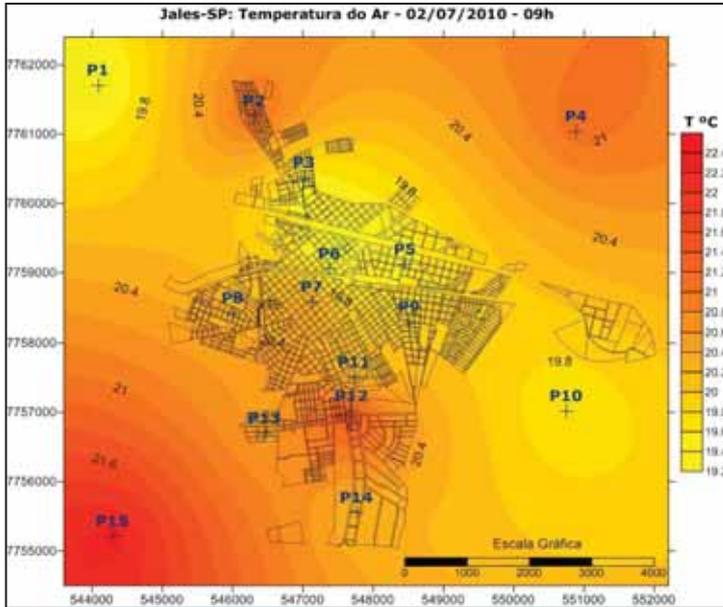


Figura 217: Temperatura do Ar – 2/7/2010 – 9h.

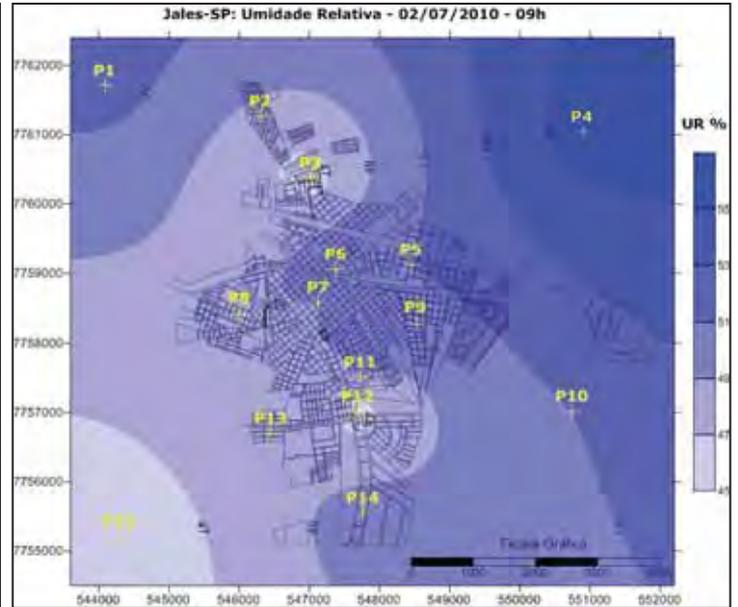


Figura 218: Umidade Relativa – 2/7/2010 – 9h

No dia 3, a situação sinótica não se alterou, sendo que, a distribuição espacial da temperatura seguiu o padrão observado no dia primeiro. A diferença térmica foi de 3,3°C, com temperatura variando entre 19 a 22,3°C.

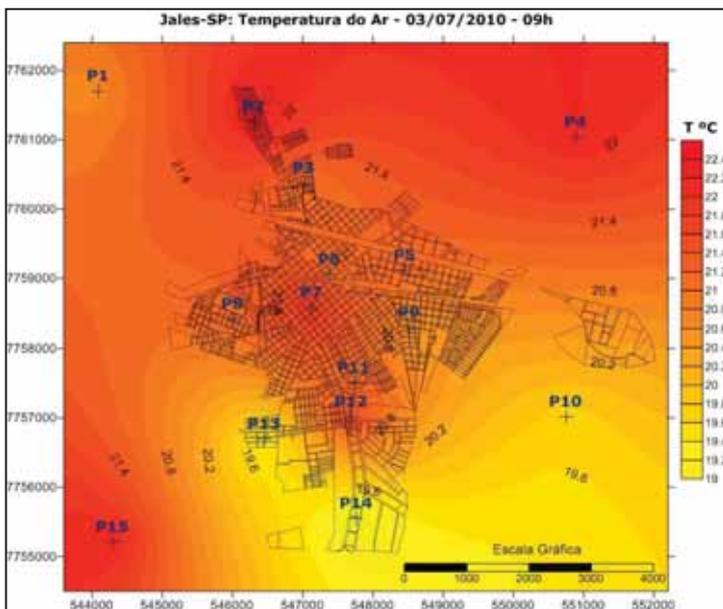


Figura 219: Temperatura do Ar – 3/7/2010 – 9h.

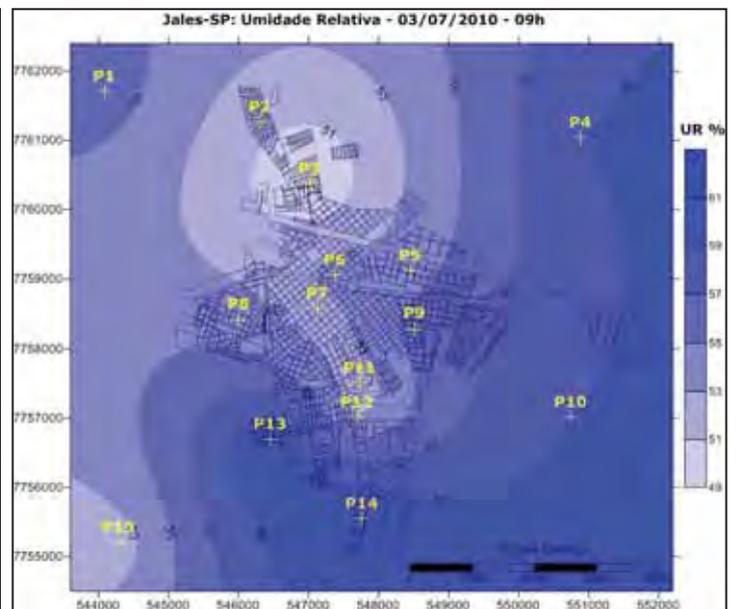
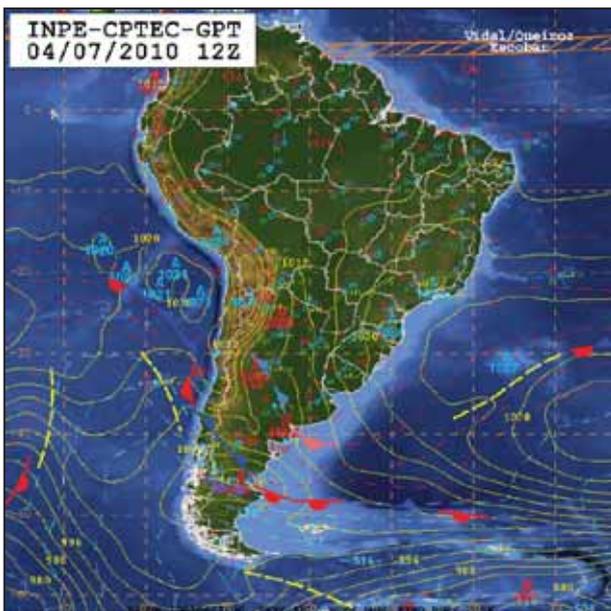


Figura 220: Umidade Relativa – 3/7/2010 – 9h

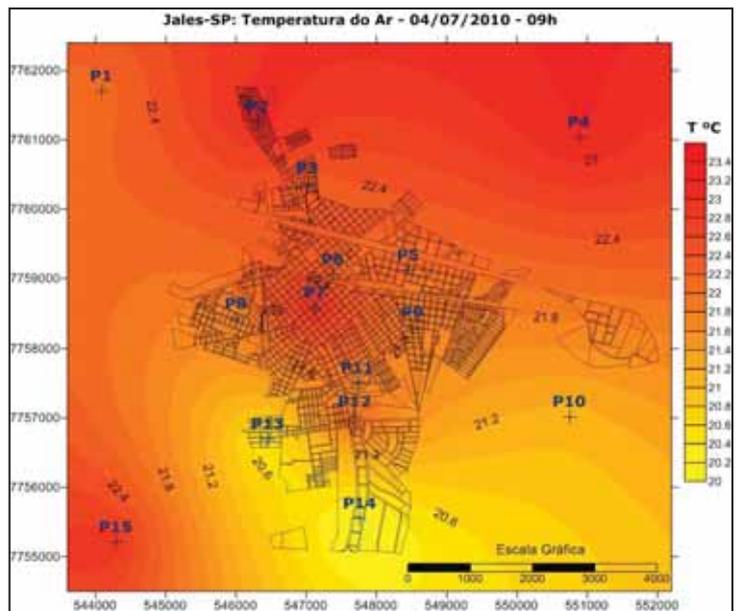
Novamente a região norte e sudoeste da área apresentavam-se mais aquecidas, localizada a norte pelos pontos 2 e 4, e sudoeste ponto 15, com 22,3, 22,1 e 22,2°C, respectivamente. Notou-se a formação de duas ilhas de calor de baixa intensidade, a primeira no ponto 6, com 21,8°C e a segunda no ponto 12 com 21,6°C. Observou-se também a formação de uma ilha fresca no ponto 14, com 19°C, que se estendeu até ao ponto 13, com 19,6°C, e ao ponto 10 com 19,7°C (Figura 219).

Em relação à umidade relativa, a área leste do mapa se apresentava mais úmida, e a região oeste mais seca, com diferença higrométrica de 12% variando entre 49 a 61%, sendo possível observar uma ilha seca no ponto 3, com 49% de umidade relativa (Figura 220).

O dia 4 apresentou a mesma situação sinótica como pode ser observado na Figura 221, sendo que, a distribuição espacial da temperatura seguiu exatamente o mesmo padrão do dia 3, como pode ser observado na Figura 222, variando apenas em intensidade.



**Figura 221:** Carta Sinótica 4/7/2010 - 9h



**Figura 222:** Temperatura do Ar - 4/7/2010 - 9h

Entre os dias 5 e 8, o padrão observado foi o mesmo identificado no dia 2, ocorrendo apenas variação de intensidade, como se observa nas figuras a seguir. Para que se evite a repetição excessiva, as cartas de temperatura e umidade para estes dias estão dispostas na sequência, além das imagens Goes e cartas sinóticas, para que o leitor possa confirmar a informação apresentada.

De modo geral, o padrão pode ser descrito da seguinte forma: o ponto mais aquecido foi o ponto 15, localizado na zona rural. Notou-se a formação de três ilhas de calor, sendo a primeira, no ponto 4, também na zona rural, a segunda no ponto 2, bairro

residencial tipo conjunto habitacional, e a terceira no ponto 12 (bosque municipal). Formaram-se três ilhas frescas, no sentido sudeste - noroeste, que foram: a primeira no ponto 10, zona rural, a segunda no ponto 6 e a terceira no ponto 3. A diferença térmica variou de 2,9°C no dia 5 a 4,2°C no dia 12, sendo que, a temperatura se manteve entre 20,2 à 24,8°C.

A umidade relativa variou entre 41 e 64 %, e a diferença higrométrica ficou entre 9 à 14%. O padrão observado apresentou a zona rural a sudoeste, (P15) sempre mais seca do que o restante da área, com formação de duas ilhas secas, uma no ponto 3 e outra no ponto 12. As regiões nordeste e noroeste se mantiveram mais úmidas nestes dias, sendo que, o ponto 4 apresentou-se o mais úmido da área em todos os episódios.



Figura 223: C. S. 5/7/2010 9h.

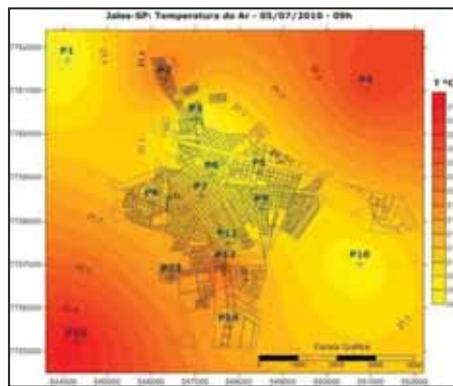


Figura 224: Temp. ar 5/7/2010 9h.

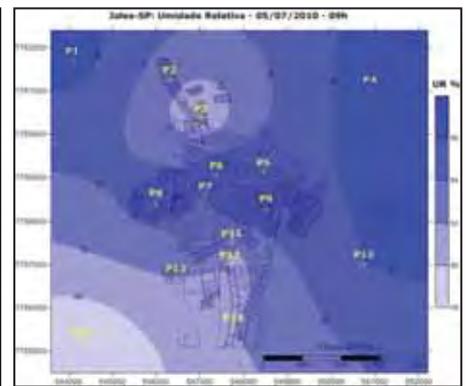


Figura 225: U. R. 5/7/2010 9h



Figura 226: GOES 6/7/2010 9h.

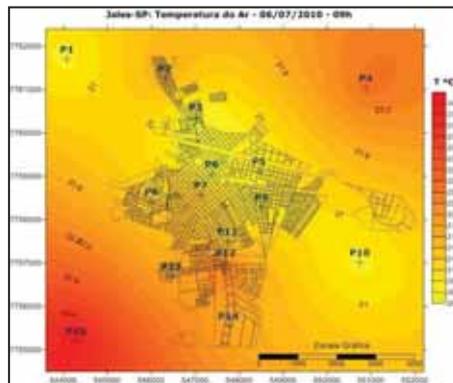


Figura 227: Temp. ar 6/7/2010 9h.

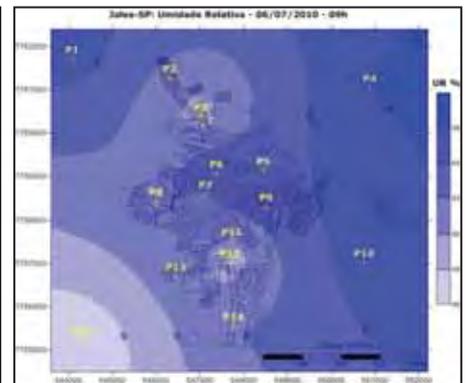


Figura 228: U. R. 6/7/2010 9h



Figura 229 C. S. 7/7/2010 9h.

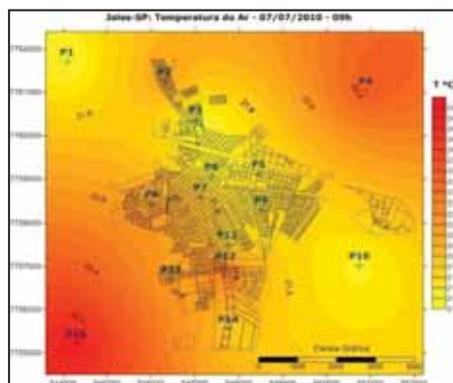


Figura 230: Temp. ar 7/7/2010 9h.

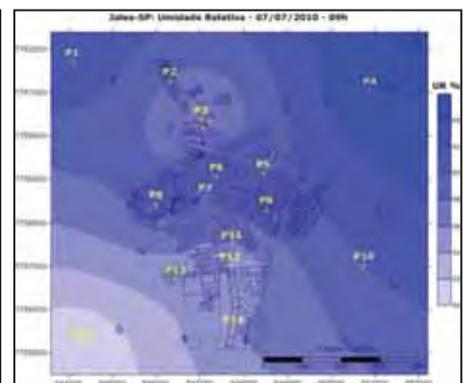
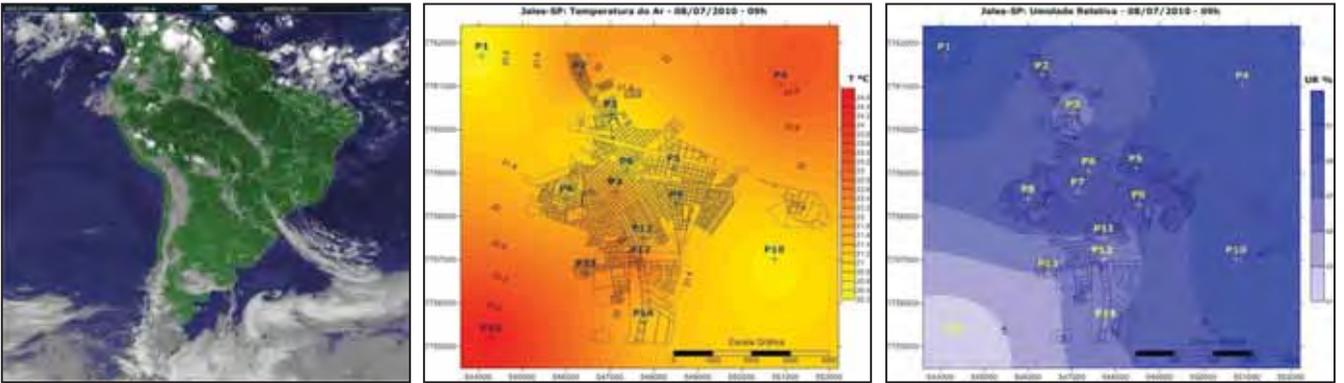


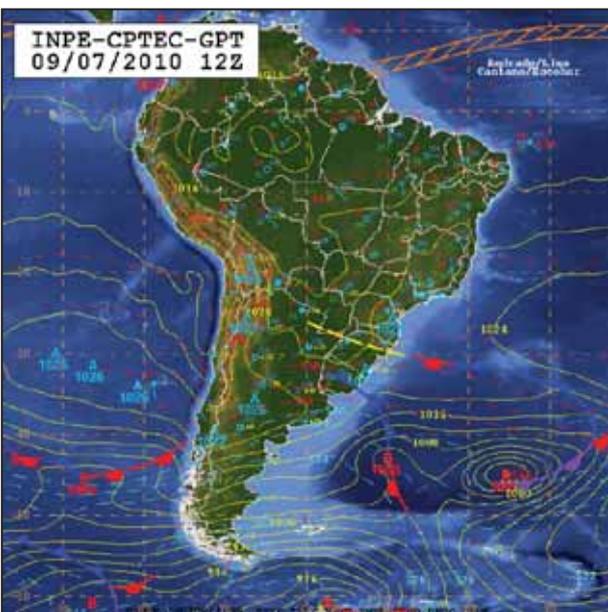
Figura 231: U. R. 7/7/2010 9h



**Figura 232:** GOES 8/7/2010 9h. **Figura 233:** Temp. ar 8/7/2010 9h. **Figura 234:** U. R. 8/7/2010 9h

No dia 9, esse padrão se quebrou em função de uma frente fria associada a um cavado, que avançou entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, como pode ser observado na Figura 235, e mesmo sem atingir o interior paulista, causou um afluxo de umidade com formação de nebulosidade, como pode ser observado na Figura 236. Houve queda de temperatura e da diferença térmica dando origem a outro padrão de distribuição espacial da temperatura.

Para o dia 9, portanto, a diferença térmica caiu para 1,4°C, sendo que a temperatura variou entre 20,3 e 21,7°C. A umidade relativa se manteve estável variando entre 46 e 55% com diferença higrométrica de 9%.

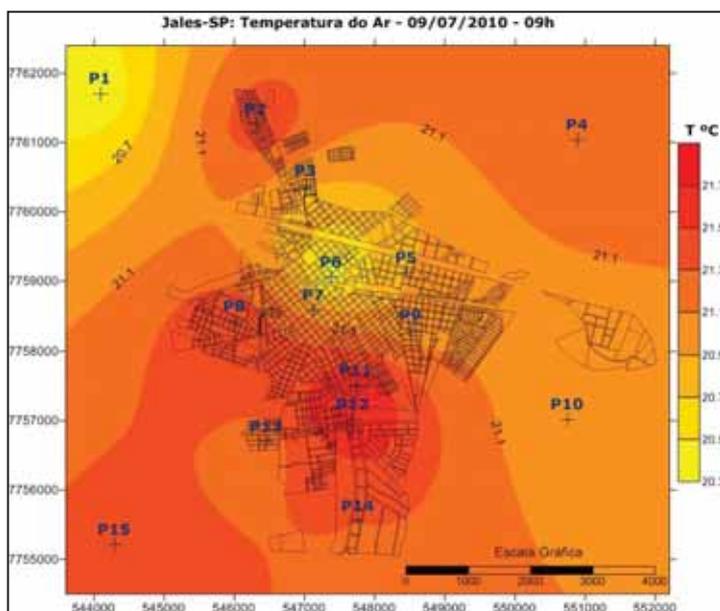


**Figura 235:** Carta Sinótica 9/7/2010 - 9h

**Figura 236:** Imagem GOES 9/7/2010 - 9h

No dia 9 formaram-se duas ilhas de calor, a primeira no ponto 12, estendendo-se até o 11, com 21,7°C, e a segunda no ponto 2 com 21,5°C. Observou-se a formação de dois bolsões de ar mais aquecido, um a norte-nordeste e outro a sudoeste da área.

Ocorreu também a formação de duas ilhas frescas, a primeira no ponto 1, com 20,3°C e a segunda no ponto 6 com 20,4°C, como pode ser observado na Figura 237.



**Figura 237:** Temperatura do Ar – 9/7/2010 – 9h.



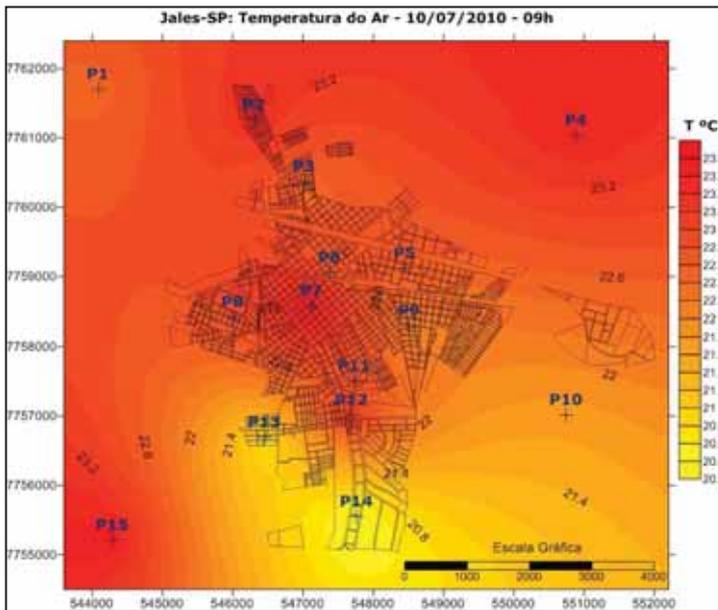
**Figura 238:** Umidade Relativa – 9/7/2010 – 9h

A umidade relativa se manteve estável em relação aos dias anteriores, variando entre 46 e 55%, sendo que, apenas o ponto 4 apresentava-se mais úmido, com 55%, sendo possível observar a formação de duas ilhas secas uma no ponto 11 a 12 e outra no ponto 3, ambas com 46% de umidade relativa (Figura 238).

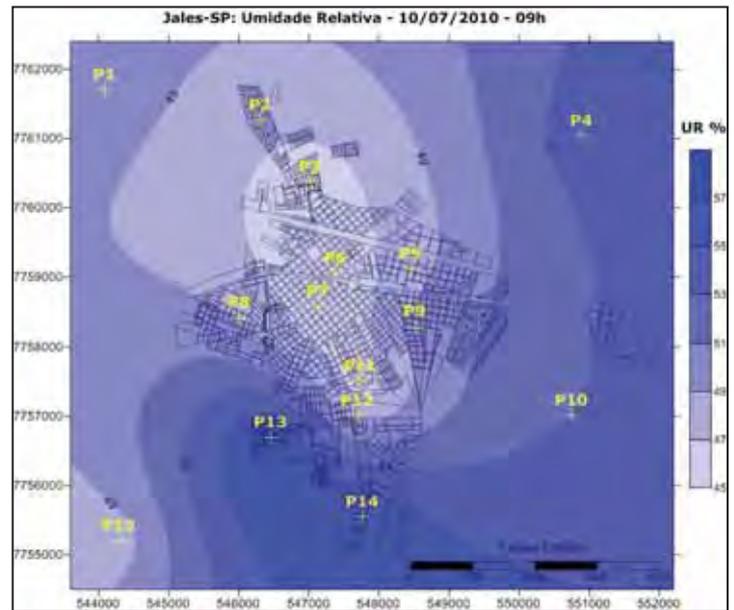
No dia 10, a situação sinótica não se alterou, com tempo aberto e sem nebulosidade, a diferença térmica subiu para 3,6%, variando entre 20,2 e 23,8°C. A umidade relativa se manteve no mesmo patamar do dia anterior, variando entre 45 e 57% com 13% de diferença higrométrica.

Na zona rural os pontos 4 e 15, foram os mais aquecidos, ambos com 23,8°C, já o ponto 1 e 10 estavam menos aquecidos. Na área urbana, observou-se que o ponto 2, encontrava-se mais aquecido, com 23,4°C, além da formação de 2 ilhas de calor, a primeira no centro da cidade, (P7) com 23,7°C, e a segunda no ponto 12 com 23,2°C. Também se observou a formação de duas ilhas frescas, a primeira no ponto 13, com 20,8°C e a segunda no ponto 14, com 20,2°C (Figura 239).

A umidade relativa manteve o padrão leste mais úmido e oeste mais seco, com a formação de uma ilha úmida no ponto 13 com 57%, e a formação de uma ilha seca no centro da cidade estendendo-se do ponto 3 ao 11 com 45% de umidade relativa, como se observa na Figura 240.



**Figura 239:** Temperatura do Ar – 10/7/2010 – 9h.

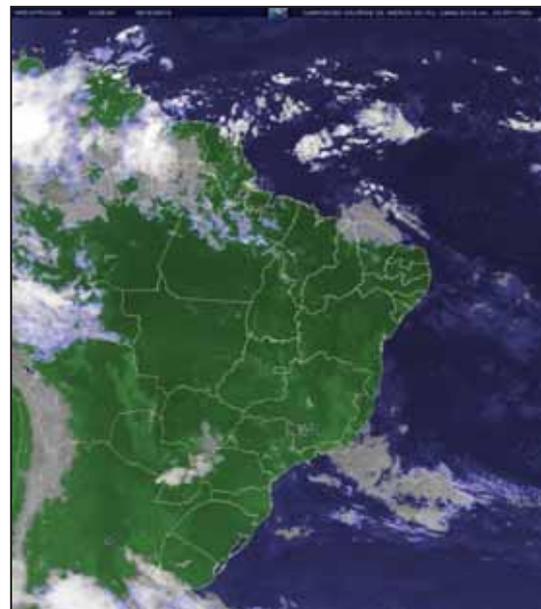


**Figura 240:** Umidade Relativa – 10/7/2010 – 9h

No dia 11, um cavado atuando sobre o atlântico, garantiu um fluxo maior de umidade para o interior paulista (Figura 241), sem nebulosidade, (Figura 242), e sem causar alterações na temperatura. Para o dia 11, foi utilizada a composição colorida da imagem do satélite Meteosat, pois as imagens do satélite Goes não estavam disponíveis.



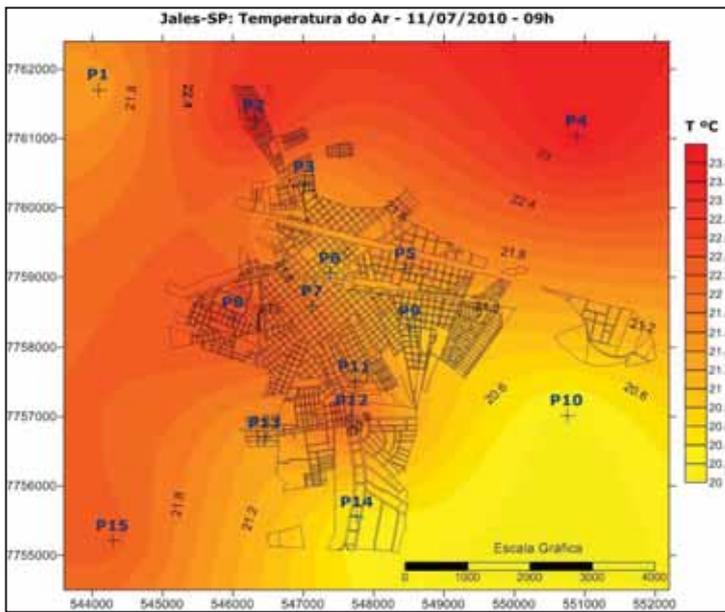
**Figura 241:** Carta Sinótica 11/7/2010 - 9h



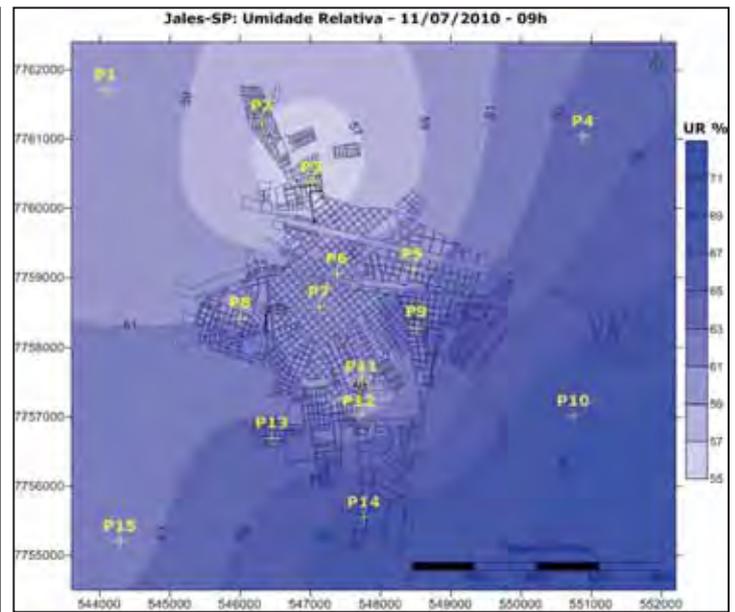
**Figura 242:** Imagem Meteosat 11/7/2010 - 9h

O dia 11 seguiu o mesmo padrão observado no dia 10, sendo que, o afluxo de umidade causou algumas alterações na temperatura. Na zona rural não houve alteração de padrão, apenas de intensidade, sendo que, os pontos 4 e 15 continuaram sendo os

mais aquecidos com 23,4 e 22,3°C respectivamente, e os pontos 1 e 10 apresentaram temperatura inferior, 21,4 e 20,0°C respectivamente (Figura 243).



**Figura 243:** Temperatura do Ar – 11/7/2010 – 9h.



**Figura 244:** Umidade Relativa – 11/7/2010 – 9h

Na área urbana ocorreram mudanças significativas. A primeira delas foi a expressiva diminuição na intensidade da ilha de calor do centro (P7), associado ao surgimento de uma ilha fresca de baixa magnitude no ponto 6 (centro residencial), além da importante perda de magnitude da ilha fresca do ponto 14. Houve também, o aumento de 14% na umidade relativa, sendo que, o padrão de distribuição foi mantido como no dia anterior (Figura 244).

No dia 12 começou a se aproximar a primeira frente fria, que impulsionada pelo JPS foi capaz de romper o bloqueio da massa quente e seca, que atuou no interior do Brasil até essa data (Figura 245). Mas como ela ainda não havia atingido o interior paulista a situação sinótica da área de estudo não se alterou (Figura 246).

O padrão observado no dia 12, foi o mesmo do dia 2, com a formação de três ilhas quentes nos pontos 4 (24,2°C), 7 (23°C) e 15 (24,8°C), e três ilhas frias, no ponto 1 (21,8°C), no ponto 3 (21,8°C) e no ponto 10 (21,6°C) (Figura 247). A temperatura teve leve aumento em relação ao dia anterior, variando entre 21,6 a 24,8 °C, com diferença de 3,2°C.

A umidade relativa seguiu o mesmo padrão observado no dia 2, com duas ilhas secas, uma no ponto 3 (51%) e outra no ponto 15, (51%) e quatro ilhas úmidas (P1, P4, P6 e P8), ambas com 54% de umidade (Figura 248). A diferença higrométrica foi de 9%, variando entre 51 a 60% de umidade.

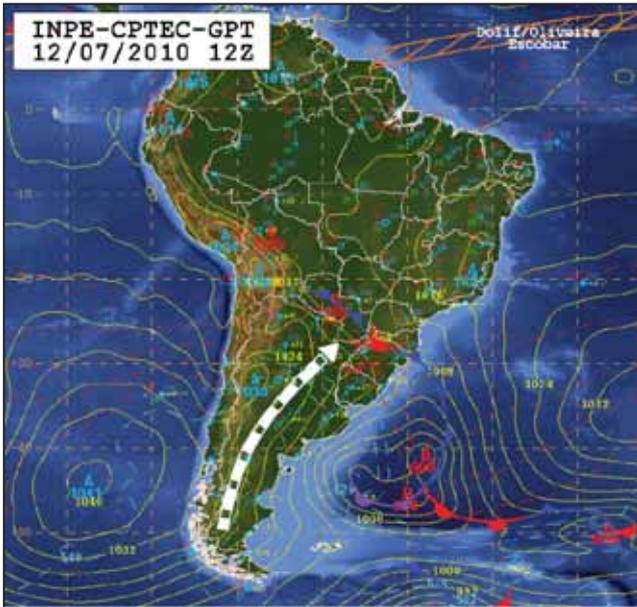


Figura 245: Carta Sinótica 12/7/2010 - 9h



Figura 246: Imagem GOES 12/7/2010 - 9h

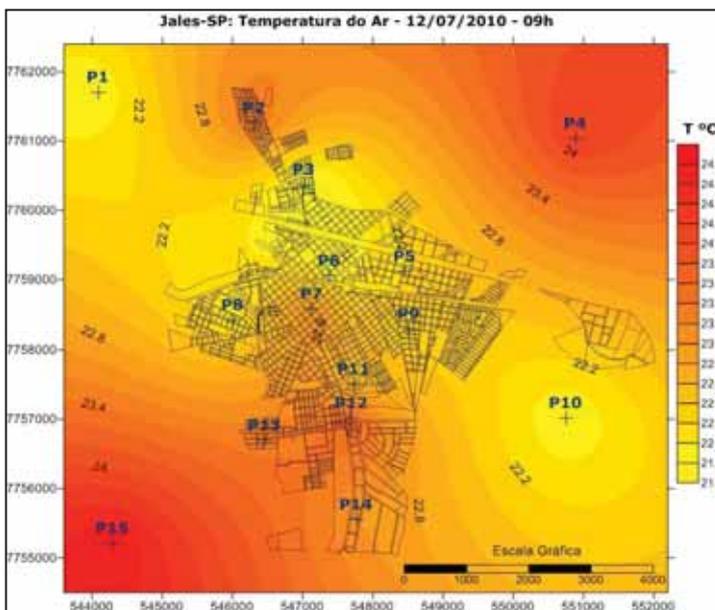


Figura 247: Temperatura do Ar – 12/7/2010 – 9h.

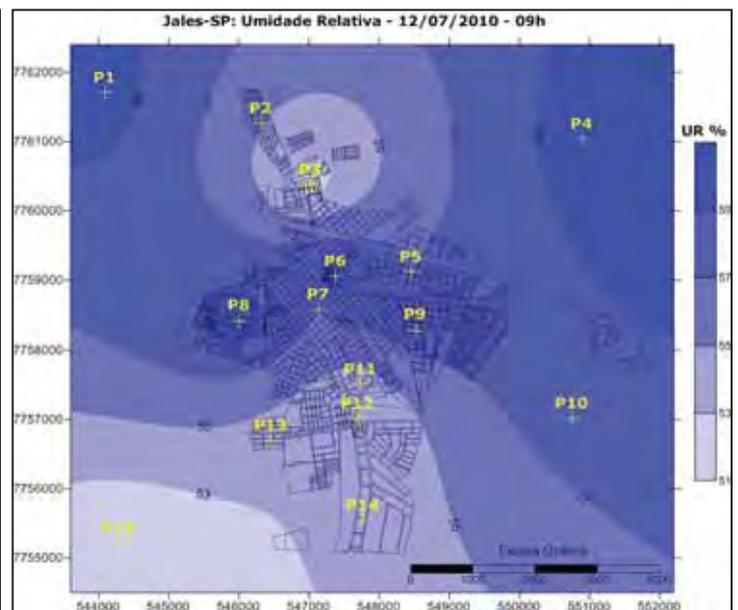


Figura 248: Umidade Relativa – 12/7/2010 – 9h

No dia 13 o primeiro sistema frontal atingiu o interior paulista, (Figura 249), causando aumento de nebulosidade (Figura 250), queda na temperatura e aumento da umidade relativa. A diferença térmica caiu para 2,8°C, com temperatura variando entre 20 e 22,8°C. Já a diferença higrométrica subiu para 21%, assim como a umidade relativa, que passou a variar entre 65 e 85%.

A distribuição espacial da temperatura no dia 13, seguiu o mesmo padrão observado no dia 11, com a zona rural mais fresca do que a área urbana, sendo possível observar a formação de duas ilhas de calor, intra-urbanas, uma no ponto 2 com 22,8°C e

outra entre os pontos 8 e 11, se estendendo até o ponto 13 com 22,0°C. Houve a formação de uma ilha fresca no centro da cidade - ponto 6 e 7, com 20,1°C, como pode ser observado através da Figura 251.



Figura 249: Carta Sinótica 13/7/2010 - 9h



Figura 250: Imagem GOES 13/7/2010 - 9h

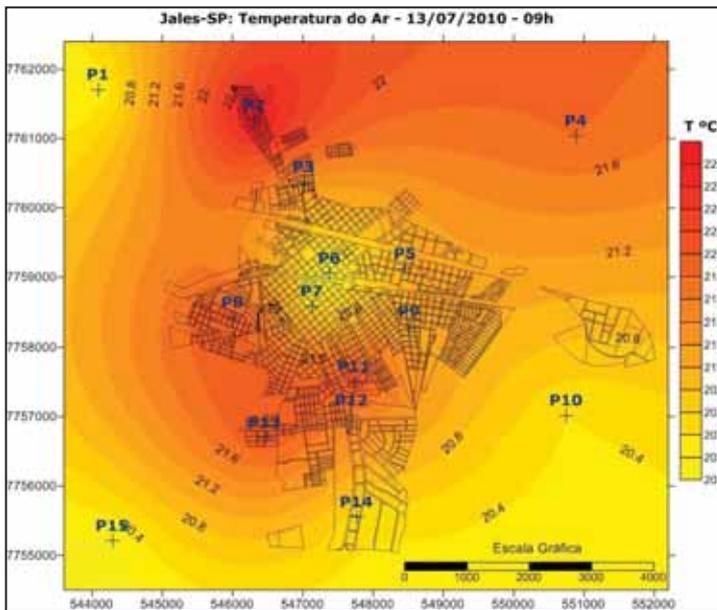


Figura 251: Temperatura do Ar – 13/7/2010 – 9h.

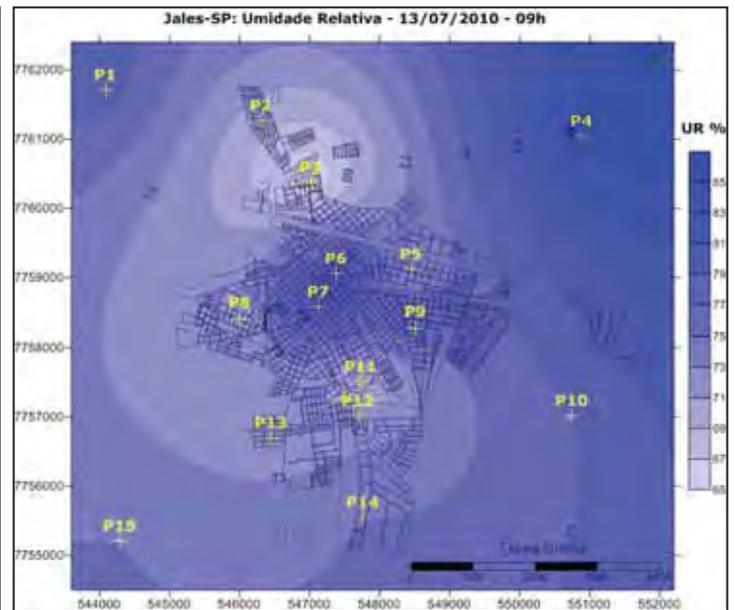
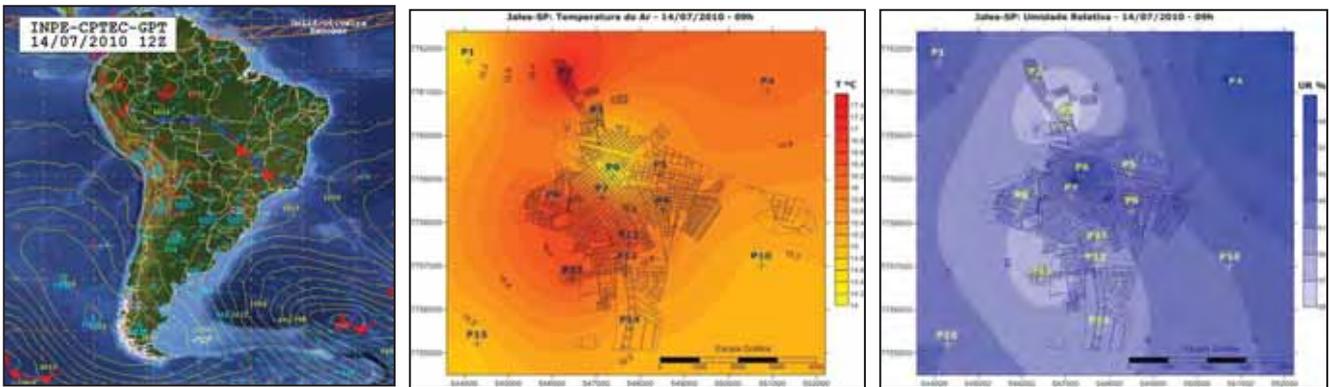


Figura 252: Umidade Relativa – 13/7/2010 – 9h

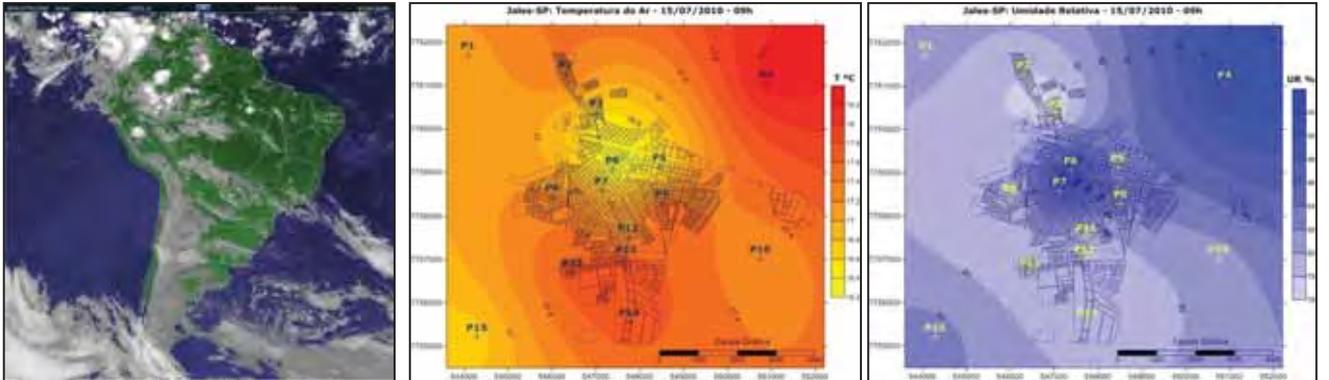
A zona rural se apresentou mais úmida do que a área urbana, sendo que se observou duas ilhas secas, uma no ponto 3 com 65% de umidade relativa e outra no ponto 11 com 69%. Formou-se uma ilha úmida nos pontos 6 e 7 com 81% de umidade (Figura 252).

Durante os dias 14 a 16, o sistema frontal se tornou estacionário sobre a área de estudo, causando aumento da velocidade dos ventos e da umidade relativa, entretanto, sem precipitação (Figuras 253, 256 e 259).

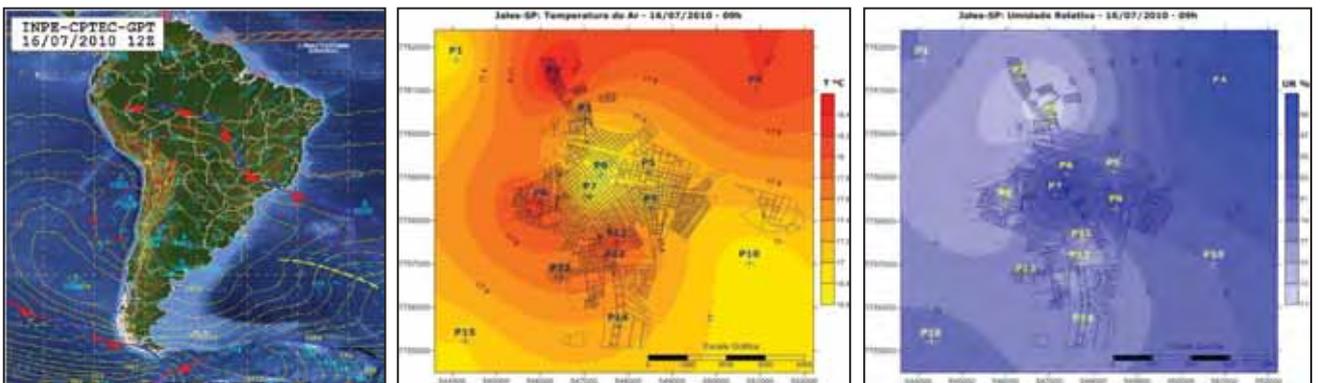
A distribuição espacial da temperatura nesses dias, seguiu o mesmo padrão observado no dia 13, com a zona rural mais fresca do que a área urbana, sendo possível observar a formação de duas ilhas de calor intra-urbanas, uma no ponto 2 e outra entre os pontos 8 e 11, se estendendo até o ponto 13, com variação de intensidade. Houve a formação de uma ilha fresca no centro da cidade - ponto 6 e 7 (Figuras 254, 257 e 260).



**Figura 253** C. S. 14/7/2010 9h. **Figura 254:** Temp. ar 14/7/2010 9h. **Figura 255:** U. R. 14/7/2010 9h



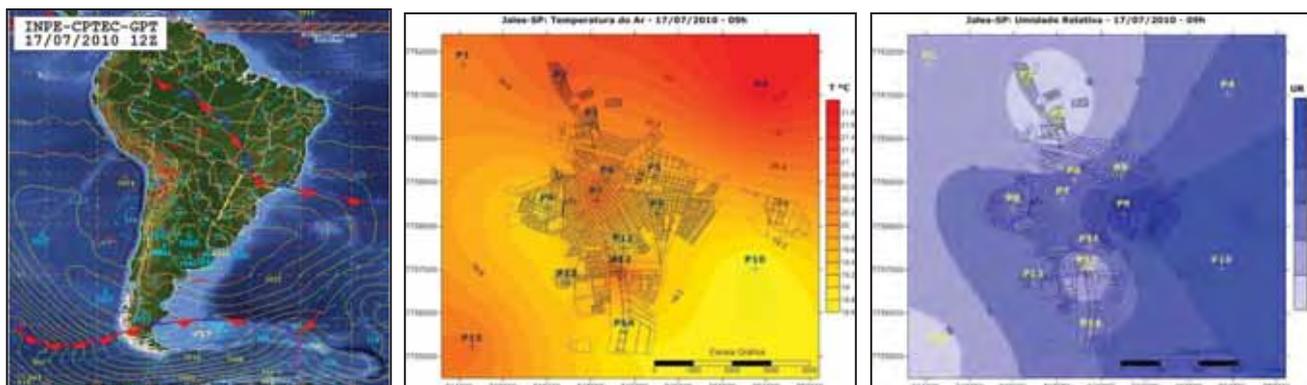
**Figura 256:** GOES 15/7/2010 9h. **Figura 257:** Temp. ar 15/7/2010 9h. **Figura 258:** U. R. 15/7/2010 9h



**Figura 259** C. S. 16/7/2010 9h. **Figura 260:** Temp. ar 16/7/2010 9h. **Figura 261:** U. R. 16/7/2010 9h

A zona rural se apresentou mais úmida do que a área urbana. Observou-se duas ilhas secas, uma no ponto 3 e outra no ponto 11 e 13. Formou-se uma ilha úmida nos pontos 6 e 7 com 61% de umidade. O ponto 4, se destacou por ser o ponto mais úmido desse período (Figuras 255, 258 e 261).

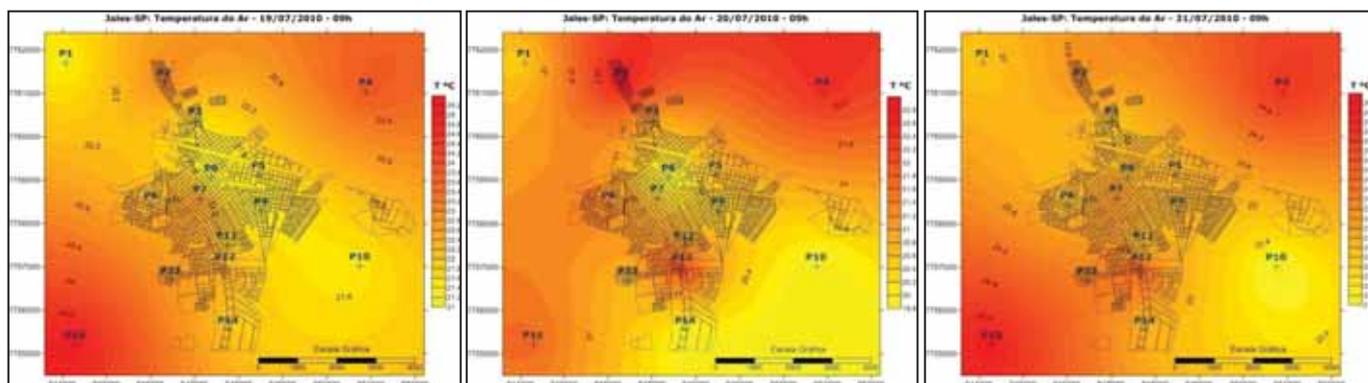
No dia 17, a situação sinótica não se alterou, porém, a frente fria continuou estacionária sobre a área, a temperatura aumentou e a umidade relativa caiu. Notou-se também a presença de um cavado atuando na região de Jales (Figura 262).



**Figura 262** C. S. 17/7/2010 9h. **Figura 263:** Temp. ar 17/7/2010 9h. **Figura 264:** U. R. 17/7/2010 9h

A diferença entre o dia 17 e os dias anteriores esteve no centro da cidade, que apresentou uma ilha fresca até dia 16 e passou a apresentar uma ilha quente de baixa magnitude no dia 17. Essa modificação ocorreu devido ao enfraquecimento do Sistema Frontal e ao aquecimento da superfície subsequente (Figura 263).

A partir do dia 19 até o dia 31, o padrão observado voltou a ser o mesmo identificado no dia 2, sendo que as alterações observadas foram apenas de intensidade. Para se evitar a repetição, seguem apenas as cartas de temperatura, para que o leitor possa confirmar a repetição do padrão. Os sistemas frontais que atuaram no continente nos dias 23 e 27 não foram suficientemente fortes para causar alterações nesse padrão observado.



**Figura 265:** Temp. ar 19/7/2010 9h **Figura 266:** Temp. ar 20/7/2010 9h **Figura 267:** Temp. ar 21/7/2010 9h

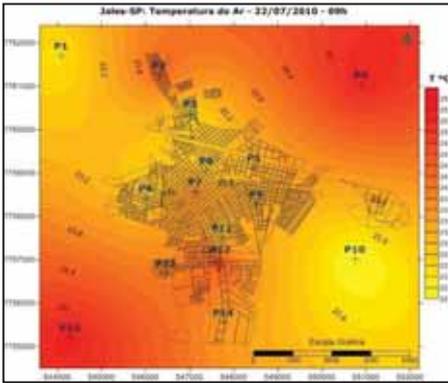


Figura 268: Temp. ar 22/7/2010 9h

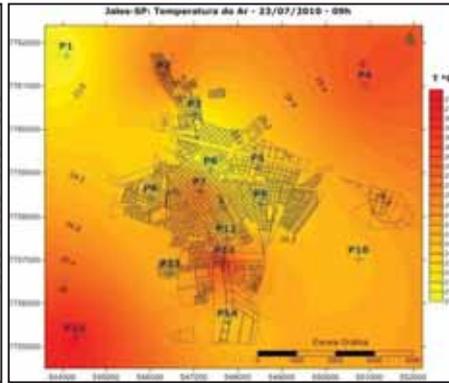


Figura 269: Temp. ar 23/7/2010 9h

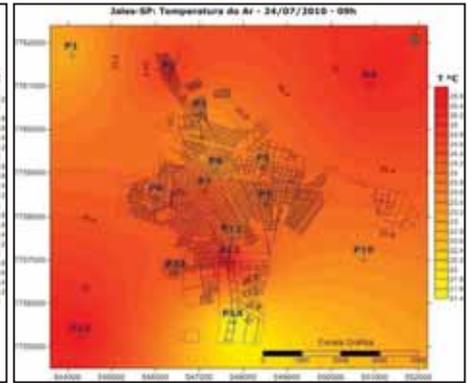


Figura 270: Temp. ar 24/7/2010 9h

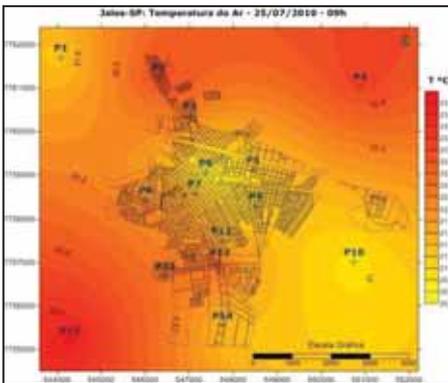


Figura 271: Temp. ar 25/7/2010 9h

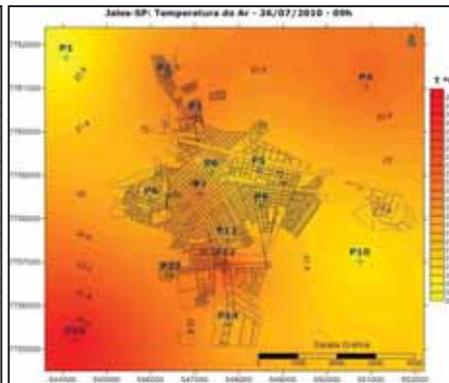


Figura 272: Temp. ar 26/7/2010 9h

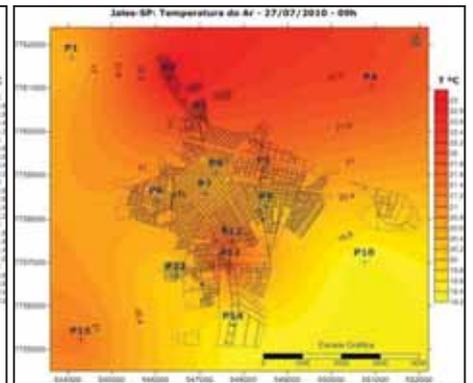


Figura 273: Temp. ar 27/7/2010 9h

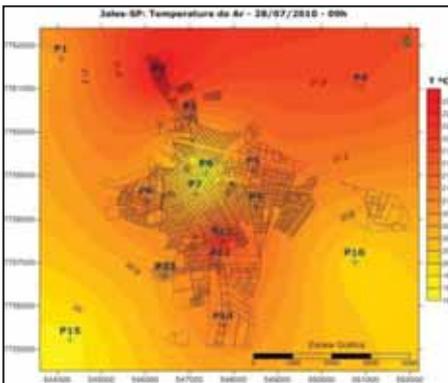


Figura 274: Temp. ar 28/7/2010 9h

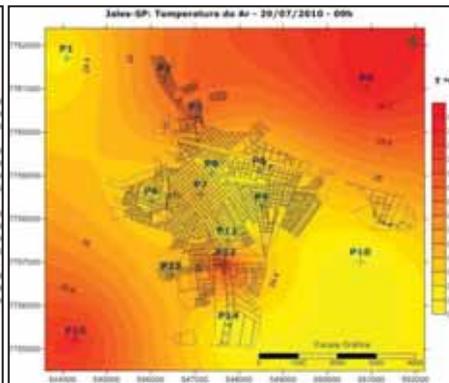


Figura 275: Temp. ar 29/7/2010 9h

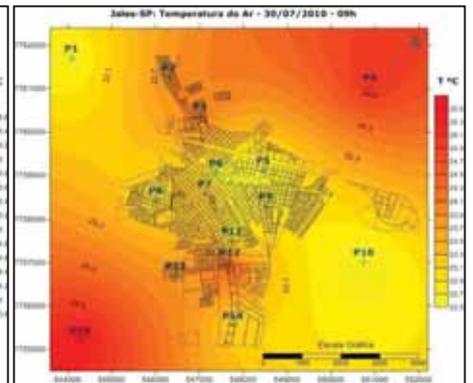


Figura 276: Temp. ar 30/7/2010 9h

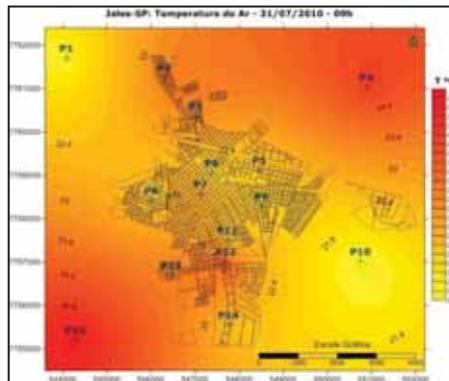


Figura 277: Temp. ar 31/7/2010 9h

Como se observa através das Figuras 265 a 277, o mês de julho terminou com o mesmo padrão de distribuição das ilhas de calor e das ilhas frescas, com algumas diferenças em função da intensidade de cada ilha. De modo geral, se observou que os pontos 4 e 15 apresentavam as temperaturas mais elevadas, já os pontos 1 e 10 apresentavam as temperaturas mais baixas. Dentro da área urbana identificou-se uma ilha de calor no ponto 2 e outra no ponto 12. A terceira ilha de calor identificada, possuiu magnitude inferior e se localizou no ponto 7. O ponto 6 apresentou uma ilha fresca, que em alguns episódios se estendeu até aos pontos 5 e 9.

## **2.2. Variação térmica e higrométrica às 15h**

Para as 15h, as diferenças térmicas tiveram aumento expressivo, sendo que, em 30 dias observou-se diferenças superiores a 2,1°C, assim como às 9h, entretanto, tanto a mínima diferença observada, 2°C, quanto a máxima, 7,3°C foram superiores as observadas às 9h. A diferença térmica média para este horário foi de 5,8°C, temperatura bastante significativa para uma cidade do porte de Jales.

A umidade relativa apresentou queda expressiva, sendo que em apenas 11 dias, foi observado diferenças higrométricas superior a 10%, a mínima observada foi de 7% e a máxima 18%, como pode ser observado na Tabela 6.

Ressalta-se que as diferenças térmicas registradas nesse horário foram muito superiores as registradas às 9h. Sendo que, em 27 dias no mês de julho, as diferenças térmicas foram superiores a 5°C, e em 12 dias as diferenças térmicas foram superiores a 6°C.

Os valores de diferença térmica registradas no inverno, na cidade de Jales, estão relacionados com a alta estabilidade atmosférica observada nesse período, pois se trata de um longo episódio de estiagem, como descrito acima.

Destaca-se, por fim, que esses valores são considerados altos para cidades de pequeno e médio porte, como é o caso de Jales.

Os doze primeiros dias do mês de julho às 15h, mantiveram a situação sinótica descrita para o horário das 9h, portanto, o dia primeiro, será usado para identificar o padrão estabelecido, sendo que os dias 2 a 12 serão listados de maneira geral, para se evitar as repetições.

No dia primeiro, a situação sinótica foi de calmaria (Figura 279), com tempo aberto (Figura 278), quente e seco, devido à existência de uma massa de ar atuante no interior do Brasil, características, que geraram um bloqueio, impedindo a atuação dos

sistemas frontais, fato que, perdurou até o dia 13 quando a primeira frente fria alcançou a área de estudo.

**Tabela 6:** Diferenças entre os pontos às 15:00 horas.

Data	Diferença Térmica (°C)	Diferença Higrométrica (%)	Chuva Urbano (mm)	Chuva Rural (mm)	Velocidade do Vento Urbano (m/s)	Velocidade do Vento Urbano (km/h)	Velocidade do Vento Rural (m/s)	Velocidade do Vento Rural (km/h)
01/07/2010	5,6	8	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
02/07/2010	6,3	9	0	0	0,4	1,4	0	0,0
03/07/2010	7	11	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
04/07/2010	6,3	10	0	0	0,9	3,2	0,4	1,4
05/07/2010	5,1	7	0	0	0,9	3,2	0,9	3,2
06/07/2010	5,9	9	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
07/07/2010	5,2	10	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
08/07/2010	5,4	9	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
09/07/2010	5,9	10	0	0	0,4	1,4	0	0,0
10/07/2010	6,8	10	0	0	0	0,0	0,4	1,4
11/07/2010	5,4	7	0	0	0,9	3,2	0,4	1,4
12/07/2010	5	9	0	0	0,9	3,2	1,3	4,7
13/07/2010	3,6	15	0	0	0,9	3,2	1,3	4,7
14/07/2010	2	10	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
15/07/2010	7,2	18	0	0	0	0,0	0	0,0
16/07/2010	5,6	14	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
17/07/2010	7,3	15	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
18/07/2010	5,9	12	0	0	0,9	3,2	0,4	1,4
19/07/2010	5,3	11	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
20/07/2010	5,9	12	0	0	0,9	3,2	0,4	1,4
21/07/2010	5	8	0	0	0,9	3,2	0,9	3,2
22/07/2010	6,1	10	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
23/07/2010	6,3	12	0	0	0	0,0	0,4	1,4
24/07/2010	5,1	7	0	0	1,3	4,7	0,9	3,2
25/07/2010	6,7	9	0	0	0,4	1,4	0	0,0
26/07/2010	6,7	8	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
27/07/2010	5,7	7	0	0	1,3	4,7	0,4	1,4
28/07/2010	6,1	9	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
29/07/2010	7	12	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4
30/07/2010	5,6	7	0	0	0,9	3,2	0,9	3,2
31/07/2010	5,6	10	0	0	0,4	1,4	0,4	1,4

**Fonte:** Trabalho de campo – Julho de 2010.

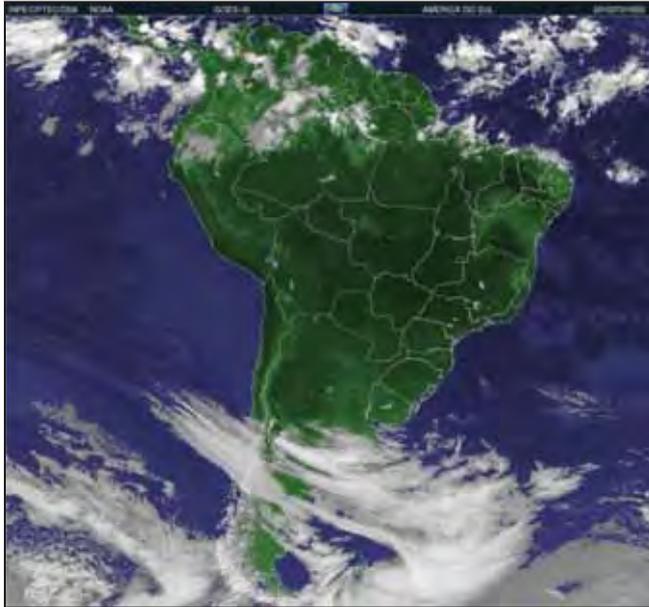


Figura 278: Imagem GOES 1/7/2010 - 15h



Figura 279: Carta Sinótica 1/7/2010 - 15h

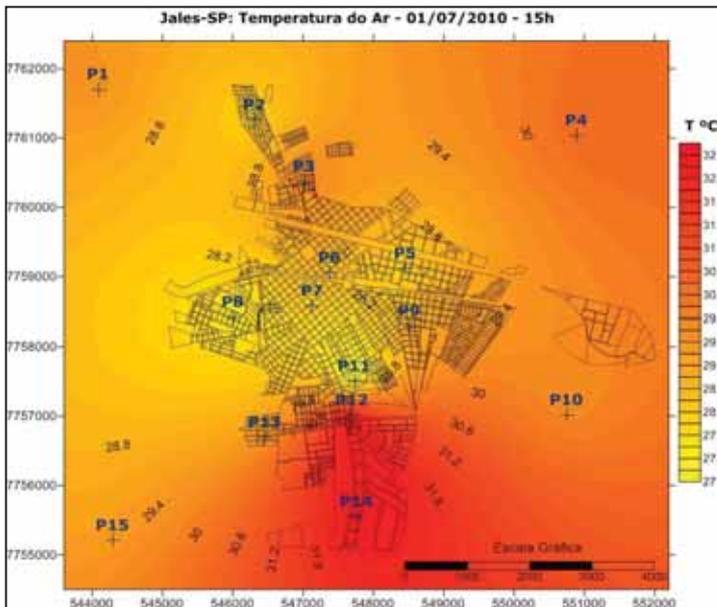


Figura 280: Temperatura do Ar – 1/7/2010 – 15h.

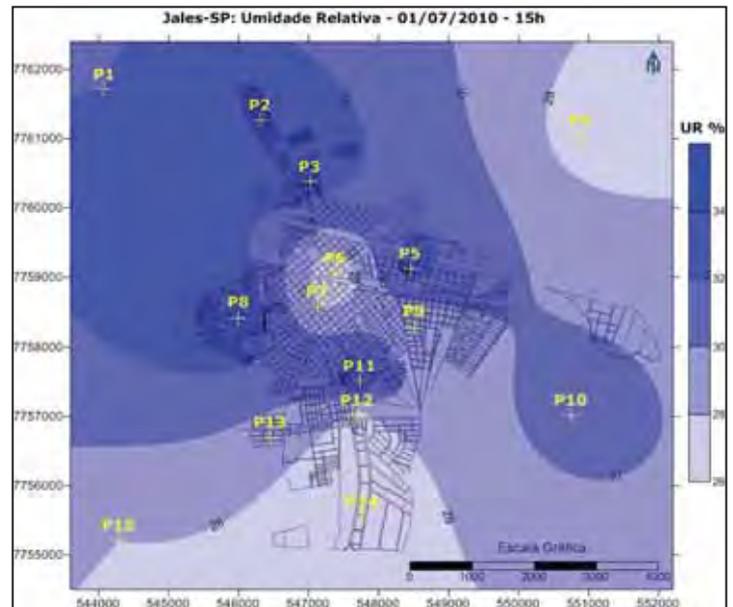


Figura 281: Umidade Relativa – 1/7/2010 – 15h

Com situação sinótica estável e baixa umidade relativa, o padrão da distribuição espacial da temperatura foi o mesmo nos 12 primeiros dias do mês de julho, sendo que, a área mais aquecida em todos os dias foi a sul, entre os pontos 12 e 14, com 32,2°C, a zona rural se apresentou relativamente aquecida. As menores temperaturas foram registradas dentro da área urbana, dando origem a ilhas frescas. Os pontos 2, 5, 8 e 11 foram os mais frescos, com 28,1, 28,1, 27,6 e 27°C, respectivamente. As áreas mais aquecidas, são caracterizadas por uso do solo do tipo comercial, industrial e de serviços, além de, estarem próximas a vias arteriais com tráfego intenso. Já os pontos mais

frescos são caracterizados por uso do solo exclusivamente residencial, distantes das vias arteriais. Nessa situação o centro da cidade se apresentou relativamente fresco, sendo que a área rural se caracterizou por estar mais quente do que o centro da cidade (Figura 280).

A primeira hipótese levantada para explicar esse padrão é: com a situação de estiagem prolongada e baixa umidade relativa, a vegetação da zona rural decaiu, deixando muitas áreas com o solo exposto, principalmente nos locais de cultivo de seringueiras, pois são árvores caducifólias. Deste modo, ressalta-se que o solo exposto tem maior capacidade de aquecimento do que os materiais construtivos urbanos, logo ele seria capaz de se aquecer mais durante o dia, e por sua vez aquecer o ar na zona rural. Assim, como o solo exposto ganha calor mais rapidamente se comparado aos materiais construtivos urbanos, ele também perde calor com maior velocidade do que as áreas urbanas, logo, às 21h, a zona rural se encontrava menos aquecida do que a cidade, como será visto mais adiante. Essa primeira hipótese, levantada será averiguada através do mapeamento da temperatura de superfície apresentado no capítulo 8, feito por meio da banda 6 do satélite *landsat 7* (infravermelho termal).

Essa característica da zona rural mais aquecida do que as áreas urbanas, perdurou até o dia 12, sendo que, se destacaram as ilhas frescas identificadas dentro do perímetro urbano. Outra peculiaridade que merece destaque foi uma ilha de calor de baixa intensidade formada no ponto 3. Essa área tem as mesmas características do ponto 2, entretanto, no ponto 2 observou-se uma ilha fresca. A explicação para essa diferença está na orientação das vertentes, já que o ponto 2, tem a vertente voltada para sul e o ponto 3 para norte.

Para esse período, a diferença térmica teve pequena variação, ficando entre 5,1°C no dia 5 e 7°C no dia 3, a temperatura quase não variou, ficando alta em todo o período, tendo mínima de 27 e máxima de 34,8°C.

Destaca-se que, o padrão observado nesse período se manteve homogêneo em todos os dias, com pequenas variações de intensidade de algumas ilhas de calor. Como a situação sinótica era de alta estabilidade, acredita-se que o desenho desse padrão térmico, tenha sido configurado, principalmente em função da estiagem prolongada, que causou uma modificação significativa nas características das áreas rurais, que por sua vez, passaram a se aquecer mais do que o habitual, principalmente, em função de maior ocorrência de solo exposto, essa hipótese foi confirmada a partir do mapeamento da

temperatura da superfície, que apresenta o debate dessa modificação do padrão de aquecimento entre o campo e a cidade. Esse mapeamento é demonstrado no capítulo 8.

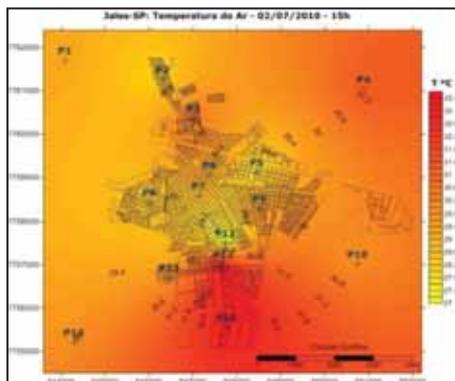


Figura 282: Temp. ar 2/7/2010 15h

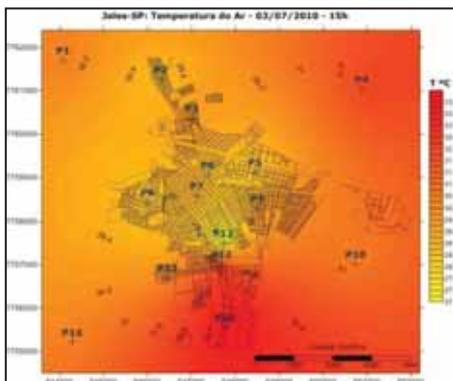


Figura 283: Temp. ar 3/7/2010 15h

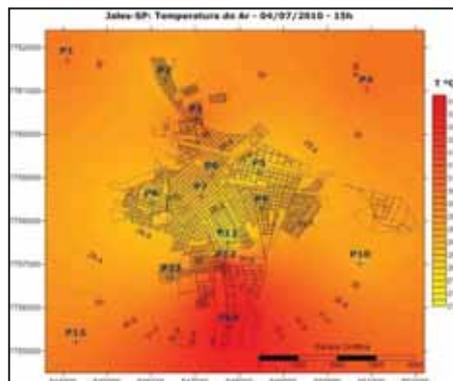


Figura 284: Temp. ar 4/7/2010 15h

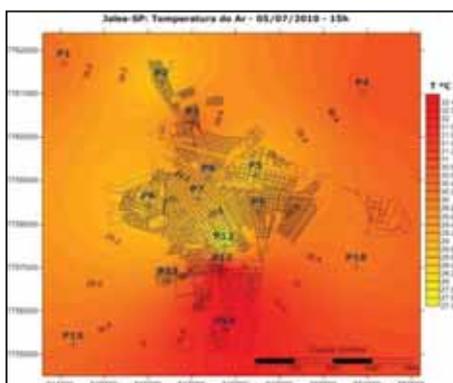


Figura 285: Temp. ar 5/7/2010 15h

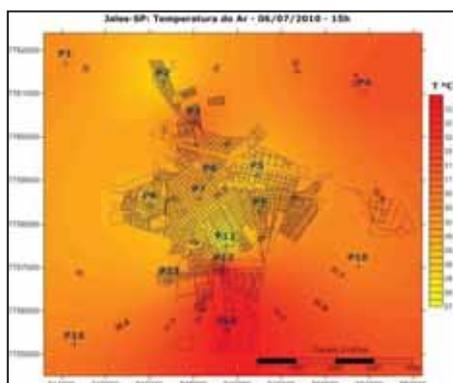


Figura 286: Temp. ar 6/7/2010 15h

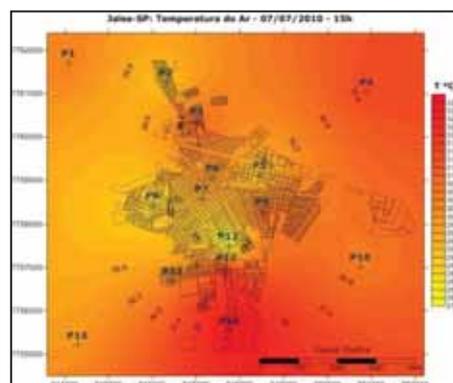


Figura 287: Temp. ar 7/7/2010 15h

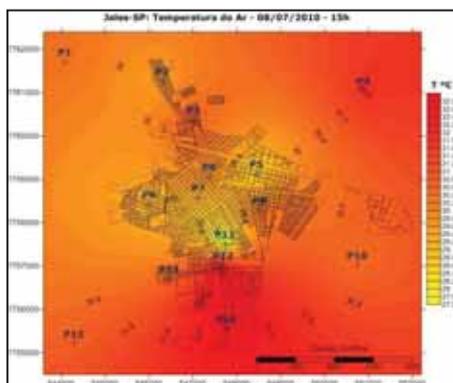


Figura 288: Temp. ar 8/7/2010 15h

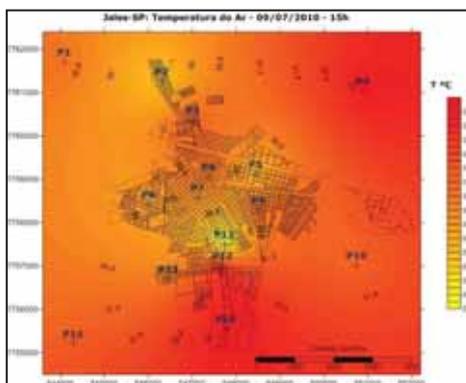


Figura 289: Temp. ar 9/7/2010 15h

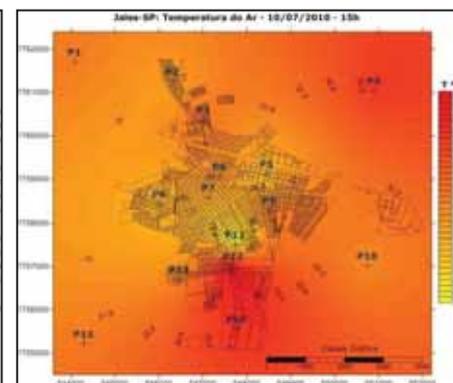


Figura 290: Temp. ar 10/7/2010 15h

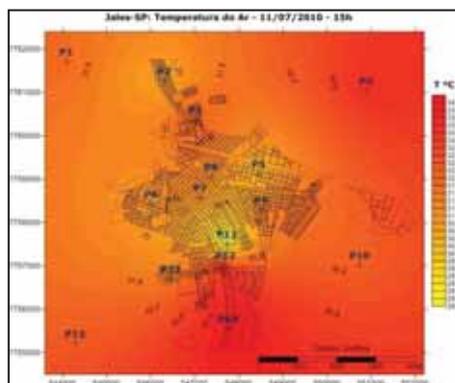


Figura 291: Temp. ar 11/7/2010 15h

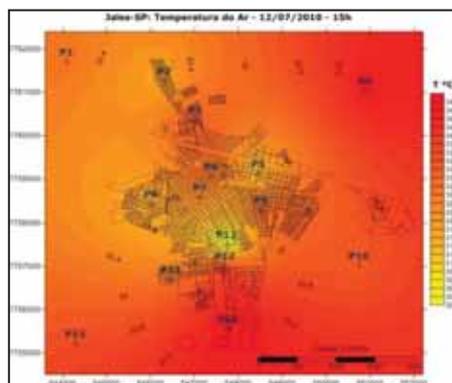


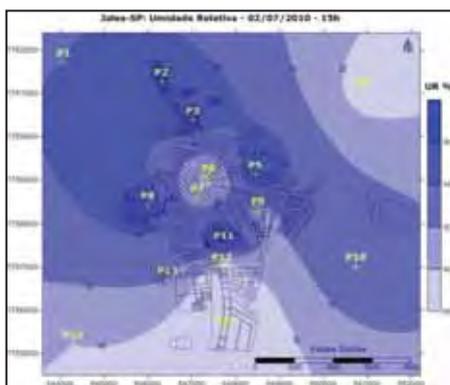
Figura 292: Temp. ar 12/7/2010 15h

A distribuição espacial da umidade para o dia primeiro também seguiu o mesmo padrão observado até o dia 12, sendo que o ponto 4, 12 e 14 foram os pontos mais secos, ambos, com 27% de umidade relativa, o que é baixo. Foi possível observar a formação de uma ilha seca nos pontos 6 e 7 (centro) que se repetiu até o dia 12 com maior ou menor intensidade. No dia primeiro, a umidade relativa observada nesse ponto era de 26,3%. Essas informações, podem ser observadas através da Figura 281, carta de umidade relativa para o dia 1º de julho de 2010 às 15h.

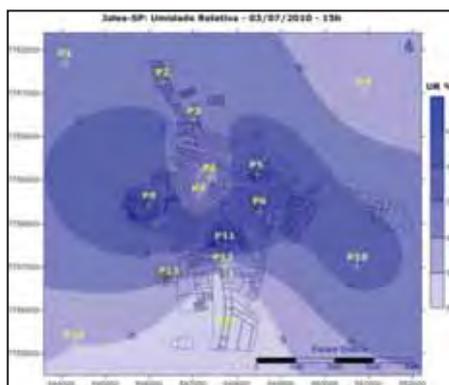
Formaram-se três ilhas úmidas, a maior delas, ligando a região noroeste da área de estudo (P1, P2, P3 e P8) com 34% de umidade, a segunda no ponto 5 com 38,8% e a terceira no ponto 11 com 33,5% de umidade. Essa configuração das ilhas úmidas também se repetiu até o dia 12 com variações de intensidade.

No dia primeiro, a diferença higrométrica foi de 8%, sendo que, a umidade relativa variou entre 26 e 34%. Entre os dias 2 e 12, a diferença higrométrica ficou entre 7% no dia 5 e 11% no dia 3. A umidade relativa não se alterou muito durante esses dias, ficando entre 26 e 34%, como pode ser observado através das Figuras 293 até 303.

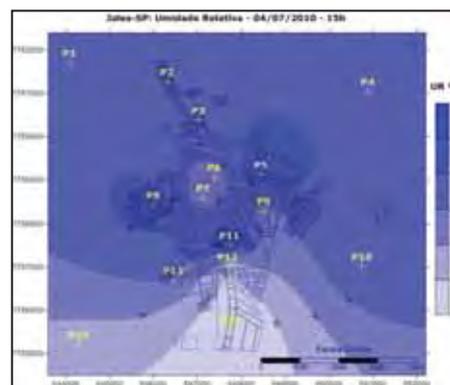
No dia três, o ponto 1 se apresentou relativamente mais seco, sendo que, a ilha úmida se localizou mais ao sul, porém, o padrão observado se manteve. No dia 4, foi o ponto 5 que se apresentou mais úmido. Observou-se também, a homogeneidade do comportamento da umidade relativa nesse período, em função, principalmente, da estabilidade atmosférica.



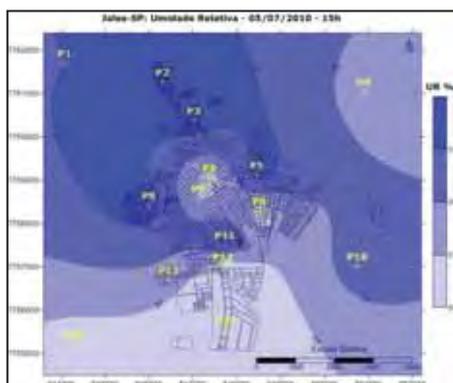
**Figura 293:** U. R. 2/7/2010 15h



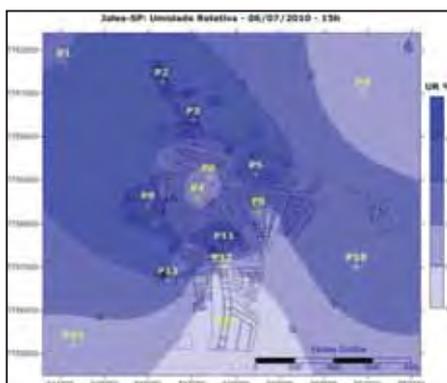
**Figura 294:** U. R. 3/7/2010 15h



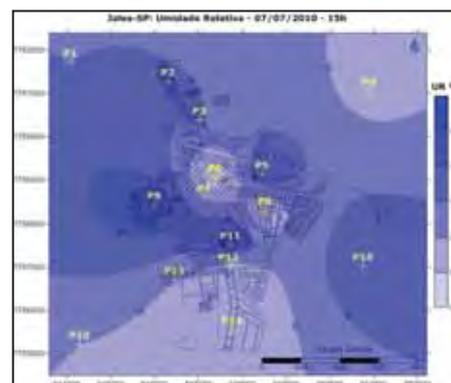
**Figura 295:** U. R. 4/7/2010 15h



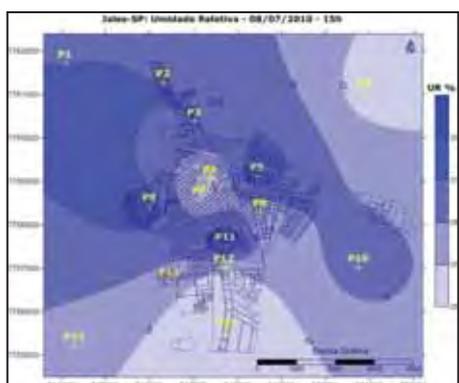
**Figura 296:** U. R. 5/7/2010 15h



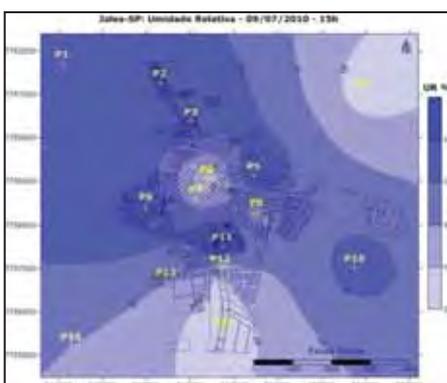
**Figura 297:** U. R. 6/7/2010 15h



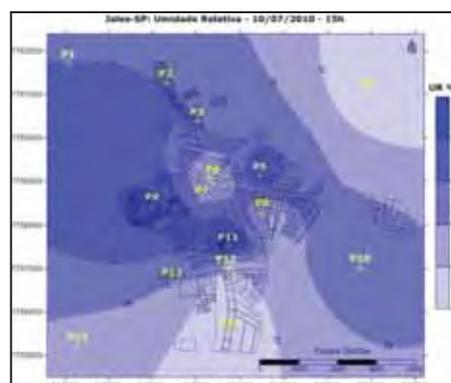
**Figura 298:** U. R. 7/7/2010 15h



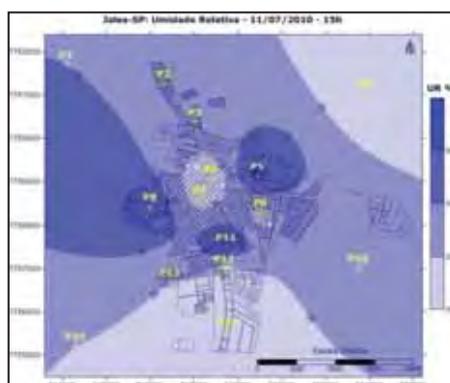
**Figura 299:** U. R. 8/7/2010 15h



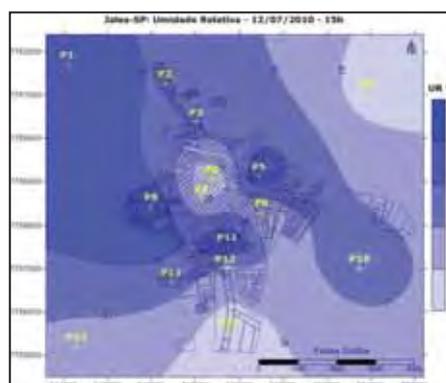
**Figura 300:** U. R. 9/7/2010 15h



**Figura 301:** U. R. 10/7/2010 15h



**Figura 302:** U. R. 11/7/2010 15h



**Figura 303:** U. R. 12/7/2010 15h

No dia 13, a passagem de um sistema frontal causou instabilidade, com queda de aproximadamente 10°C de temperatura, variando entre 21,4 a 25°C, com diferença térmica de 3,6°C. A umidade relativa aumentou aproximadamente 25%, variando entre 55 a 70%, com diferença de 15%. Nota-se através da Figura 304, a atuação de uma frente estacionária sobre a área de estudos, assim como o aumento de nebulosidade que pode ser observado na figura 305.



Figura 304: Carta Sinótica 13/7/2010 - 15h



Figura 305: Imagem GOES 13/7/2010 - 15h

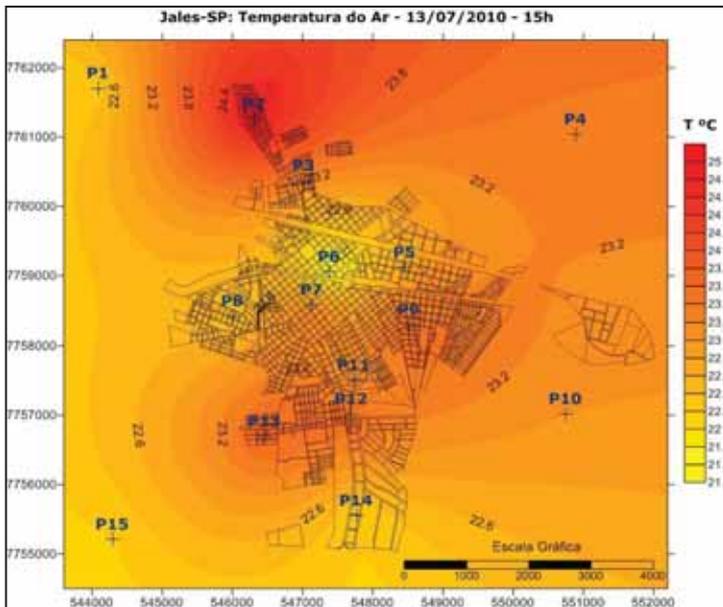


Figura 306: Temperatura do Ar – 13/7/2010 – 15h.

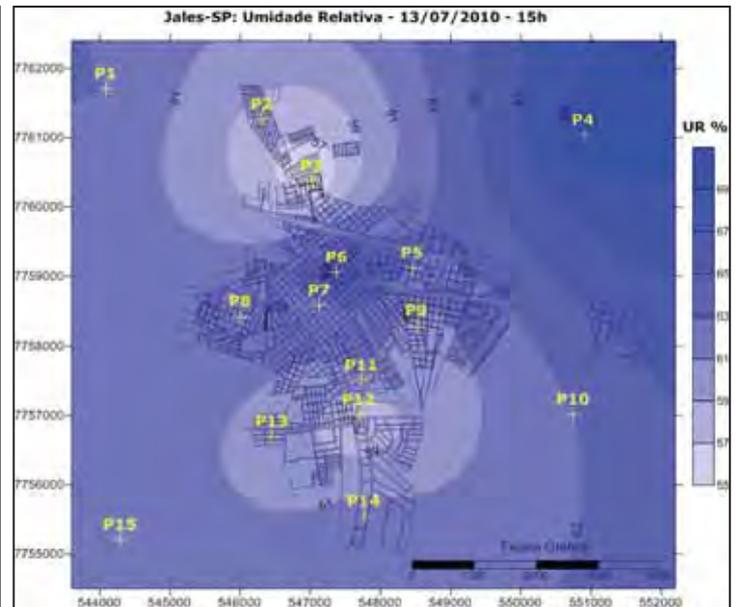


Figura 307: Umidade Relativa – 13/7/2010 – 15h

Com a atmosfera instável e aumento da umidade relativa, o padrão observado nos doze primeiros dias se quebrou, sendo que, no dia 13 a zona rural se apresentou menos aquecida, especialmente, ao sul da área de estudo, o que coincidiu com a direção predominante dos ventos que, para esse horário, era sudeste. Além da orientação das vertentes, voltadas para sul nessa área. Apenas o ponto 4 se apresentou mais aquecido, o que seguiu o padrão desse mês (Figura 306).

Na área urbana, importantes mudanças ocorreram em relação ao dia anterior, a começar pelo ponto 2, que apresentava uma ilha fresca, e neste dia se caracterizou por

uma ilha de calor significativa, com 25°C. Os pontos 12 e 13 também estavam mais quentes, com 23,6 e 23,7°C, respectivamente. O centro da cidade que se apresentava mais aquecido no dia anterior, se dividiu, sendo que, o ponto 6 (centro residencial) apresentou a formação de uma ilha fresca de baixa intensidade, com 21,5°C, e o ponto 7 (centro comercial) apresentou a formação de uma ilha de calor também de baixa intensidade, com 23,1°C.

Em relação à umidade relativa, notou-se que a zona rural estava mais úmida que a área urbana. Identificou-se nesta área duas ilhas secas, a primeira no ponto 3, com 55% e a segunda no ponto 12, com 57,1%. Também foram identificadas duas ilhas úmidas, uma no campo, ponto 4 com 70% de umidade, e a segunda na cidade, ponto 6 com 65,3% de umidade (Figura 307).

No dia 14, a frente estacionária apresentou um pequeno deslocamento para o norte, como pode ser observado na Figura 308, entretanto, ela continuou atuando sobre a região de Jales, sendo que nesse dia a velocidade do vento se encontrava alta, além, da nebulosidade, como pode ser observado na Figura 309. A diferença térmica caiu ainda mais, ficando em 2°C, menor valor registrado para esse horário, assim como a temperatura que também caiu, variando entre 18,5 a 20,5°C.



**Figura 308:** Carta Sinótica 14/7/2010 - 15h



**Figura 309:** Imagem GOES 14/7/2010 - 15h

No dia 14, com a queda da temperatura, notou-se que o padrão observado no dia 13 pouco se alterou, entretanto, ocorreu uma significativa intensificação, tanto das ilhas de calor quanto das ilhas frescas. Observou-se quatro ilhas de calor na área urbana, a

primeira no ponto 2, com 20,4°C, a segunda no ponto 7 com 20,2°C, a terceira no ponto 9 com 19,9°C e a quarta no ponto 12 com 20,5°C. Notou-se também, a formação de duas ilhas frescas, a primeira no ponto 6, estendendo-se até o ponto 5 com 18,5°C e a segunda no ponto 11 com 18,8°C. As áreas que se encontravam mais aquecidas foram as densamente ocupadas, tanto residenciais como o centro comercial, com lotes pequenos. As áreas menos aquecidas foram aquelas de lotes maiores e com densidade de ocupação inferior. Para essa situação sinótica a densidade de ocupação teve fundamental importância. A zona rural apresentou temperaturas intermediárias entre as ilhas de calor e frescas (Figura 310).

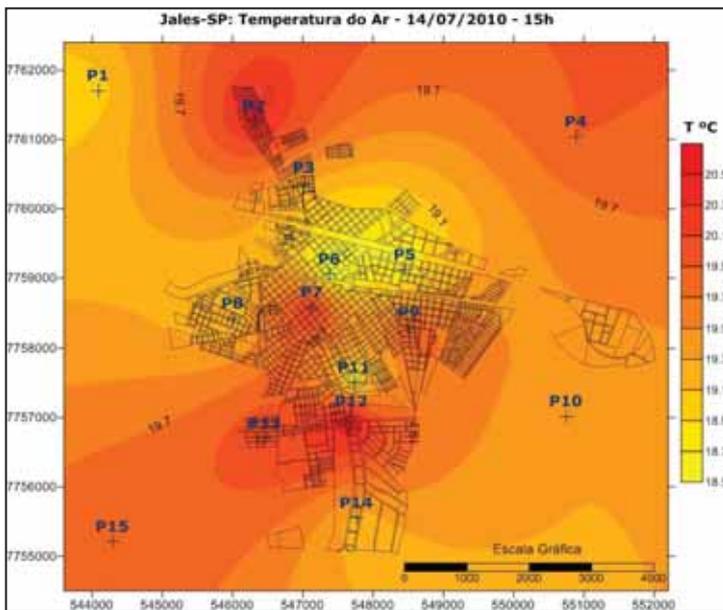


Figura 310: Temperatura do Ar – 14/7/2010 – 15h.

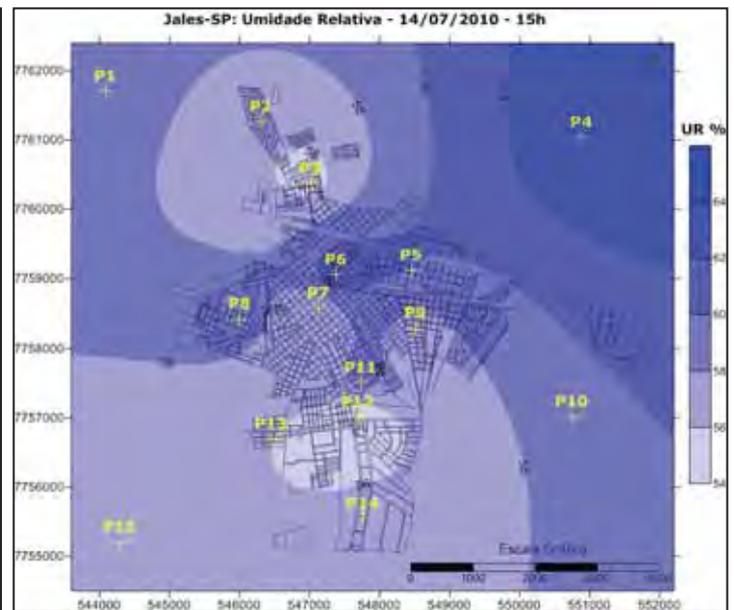


Figura 311: Umidade Relativa – 14/7/2010 – 15h

Em relação à umidade relativa observou-se uma ilha úmida no ponto 4, com 64% de umidade, e duas ilhas secas, a primeira no ponto 3 com 54% e a segunda no ponto 12 também com 54% de umidade relativa (Figura 311).

A partir do dia 15, a frente estacionária continuou atuando na área (Figura 312), entretanto, com menor intensidade e nebulosidade (Figura 313), tanto, que se observou a elevação da temperatura para os valores observados entre os dias 1 e 12, além de que, o padrão identificado voltou a ser o mesmo do observado nos primeiros dias do mês. A diferença térmica voltou a subir, ficando em 7,2°C, com temperatura variando entre 23,5 a 30,7°C, a diferença higrométrica voltou a subir ficando em 18%, com umidade relativa variando entre 48 a 66%.



Figura 312: Carta Sinótica 15/7/2010 - 15h



Figura 313: Imagem GOES 15/7/2010 - 15h

Nota-se através da Figura 314 que o padrão da distribuição espacial da temperatura foi o mesmo daquele observado nos primeiros dias do mês. Ressalta-se que a zona rural se apresentou mais aquecida do que a maior parte da área urbana, especialmente, o ponto 4 com 30,7°C. Na área urbana foi possível observar a formação de duas ilhas de calor, a primeira nos pontos 6 e 7 (centro) de baixa magnitude, com 27,3°C, e a segunda no ponto 14, com 29,6°C. Houve a formação de uma ilha fresca no ponto 11, com 23,5°C, e mais três áreas menos aquecidas que foram o ponto 2 com 26,0°C, ponto 5 com 25,5°C e ponto 8 também com 25,5°C.

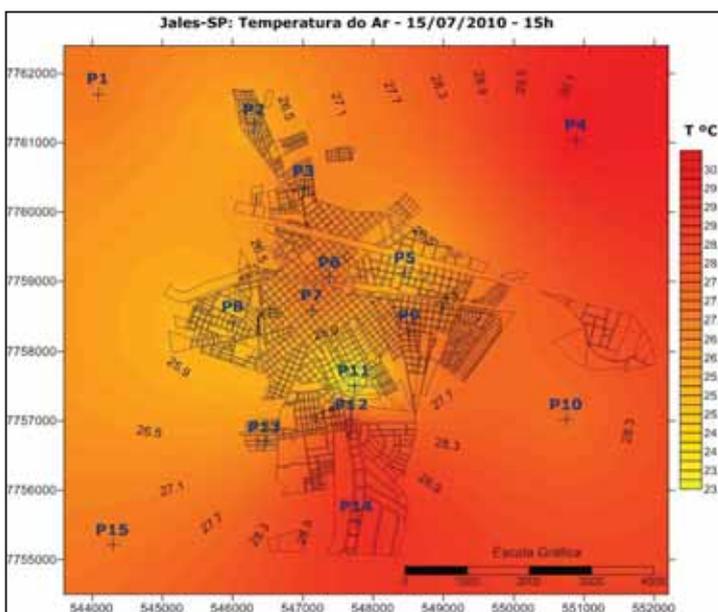


Figura 314: Temperatura do Ar – 15/7/2010 – 15h.

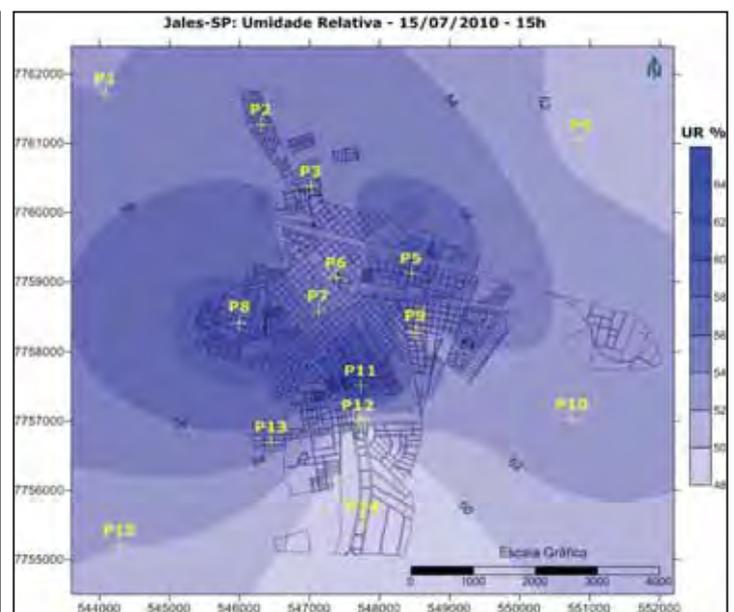


Figura 315: Umidade Relativa – 15/7/2010 – 15h

Em relação à umidade relativa, também se observou a retomada do padrão observado no começo do mês, sendo que, as áreas mais secas foram os pontos 4 e 14 com 50 e 48% de umidade. Observou-se a formação de uma ilha úmida no ponto 11, com 64% de umidade, mais duas áreas úmidas, uma no ponto 5 e outra no ponto 8.

O fato de que, o padrão observado nesse período quase não se alterou, pode ser explicado em função da alta estabilidade atmosférica, sendo que, as poucas alterações observadas nesse padrão ocorreram em função da passagem dos sistemas frontais que apresentaram baixa intensidade.

Destaca-se que esse padrão se repetiu até o dia 31, com maior ou menor intensidade, como pode ser observado nas figuras 316 a 331. A repetição desses padrões, reforça a afirmação anterior de que os sistemas frontais registrados nos dias 23 e 26 não foram capazes de causar instabilidade atmosférica na região de Jales.

Entre os dias 16 e 31, o padrão observado se manteve inalterado com algumas variações de intensidade das ilhas de calor e das ilhas frescas. A temperatura mínima observada nesse período foi de 22,4°C no dia 16. A partir do dia 17 houve um aumento de temperatura havendo estabilidade até o dia 31, variando de 28 a 35°C, registrando temperatura máxima de 35,9°C.

A estabilidade atmosférica ocorrida nesses dias permitiu que o padrão permanecesse homogêneo, porém, as principais características foram: zona rural mais aquecida que a maior parte da área urbana, formação de uma ilha de calor de baixa magnitude no centro da cidade, e de outra ilha de alta magnitude no ponto 14, além, do aquecimento do ponto 3. Observou-se a formação de uma ilha fresca no ponto 11, além dos pontos 5 e 8, que, geralmente se encontraram menos aquecidos.

A principal explicação para que as áreas rurais se apresentassem mais aquecidas do que as áreas urbanas, está relacionado ao longo período de estiagem, pois ela faz com que a vegetação identificada no campo, passe por um declínio significativo, deixando o solo exposto ou semi-exposto em amplas áreas do espaço rural. O solo exposto e seco, tem alta capacidade de armazenar calor, pois tem albedo menor se comparado ao solo coberto por vegetação e aos materiais construtivos urbanos, fator que interferiu diretamente na inércia térmicas das áreas rurais. Essa discussão é apresentada com maior detalhamento no capítulo 8, através do mapeamento da temperatura da superfície.

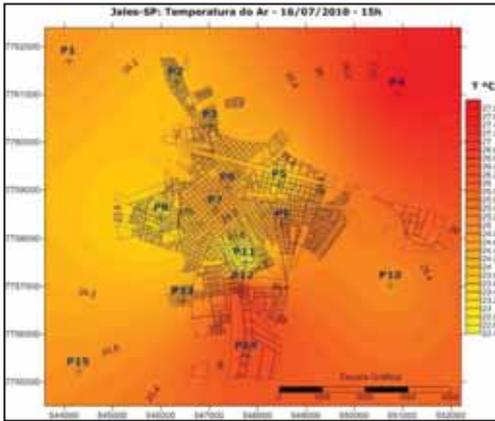


Figura 316: Temp. ar 16/7/2010 15h

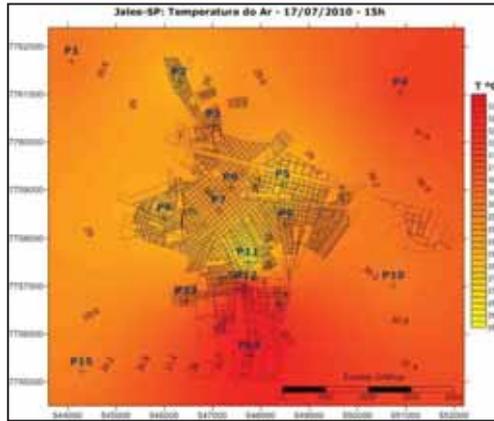


Figura 317: Temp. ar 17/7/2010 15h

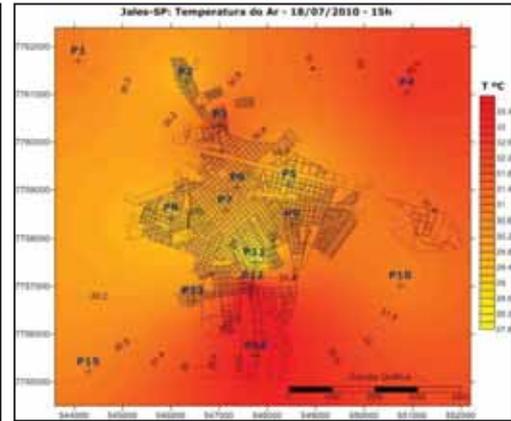


Figura 318: Temp. ar 18/7/2010 15h

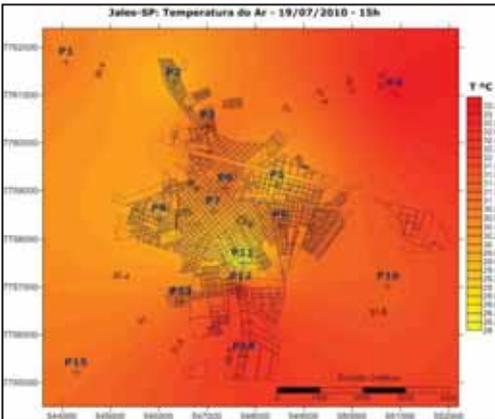


Figura 319: Temp. ar 19/7/2010 15h

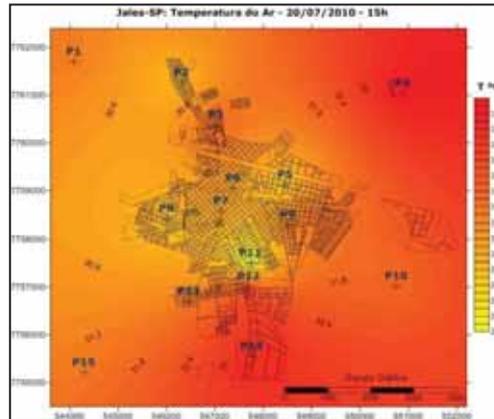


Figura 320: Temp. ar 20/7/2010 15h

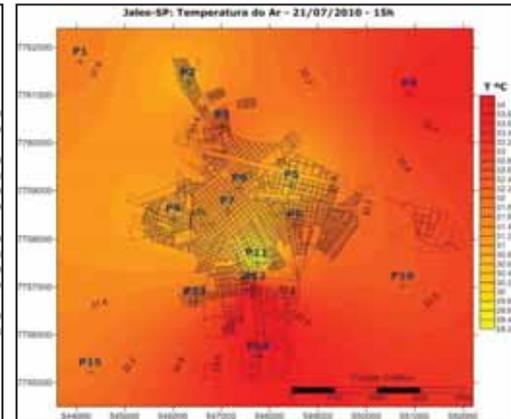


Figura 321: Temp. ar 21/7/2010 15h

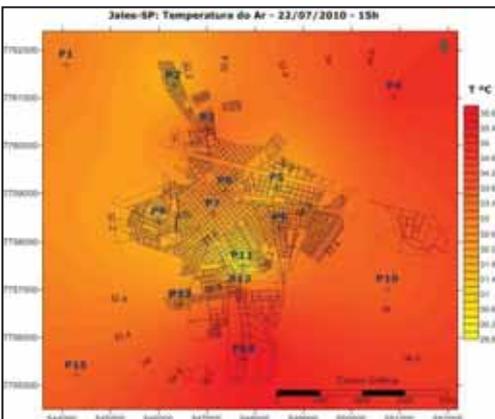


Figura 322: Temp. ar 22/7/2010 15h

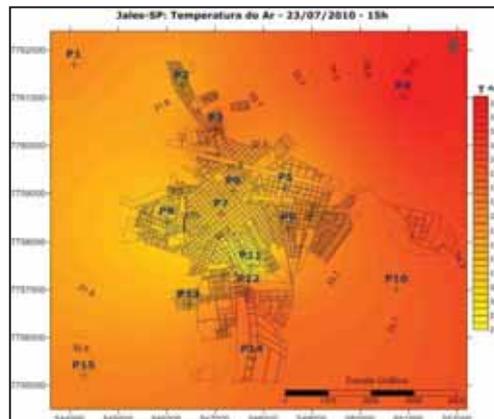


Figura 323: Temp. ar 23/7/2010 15h

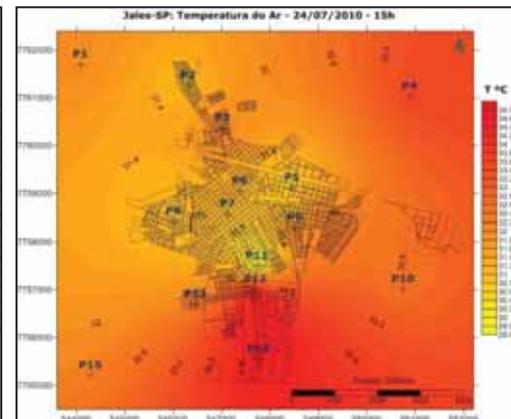


Figura 324: Temp. ar 24/7/2010 15h

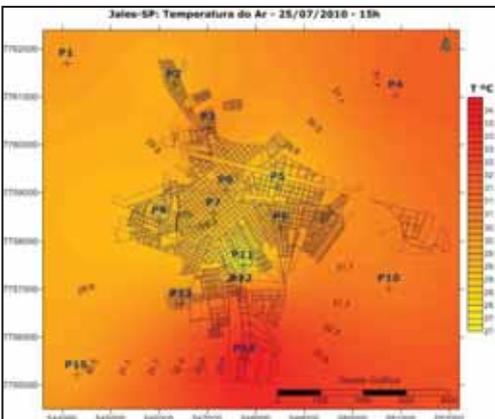


Figura 325: Temp. ar 25/7/2010 15h

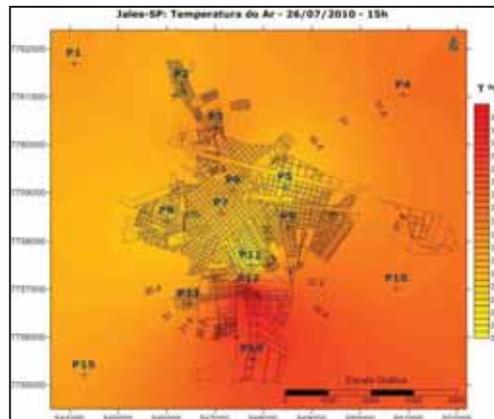


Figura 326: Temp. ar 26/7/2010 15h

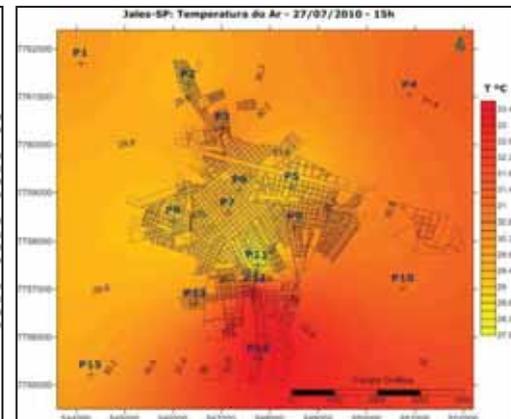
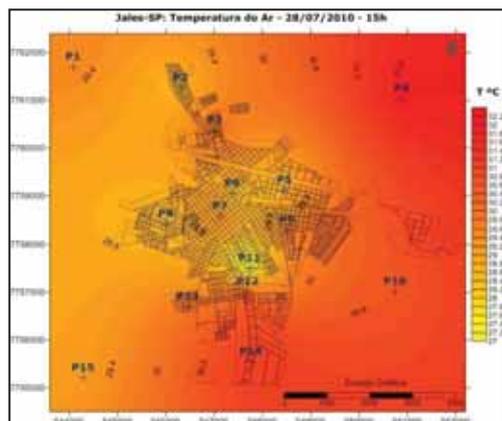
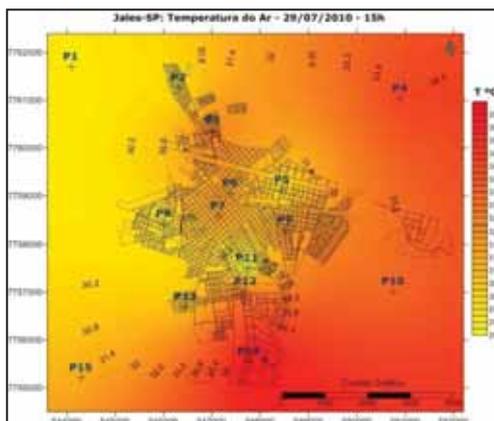


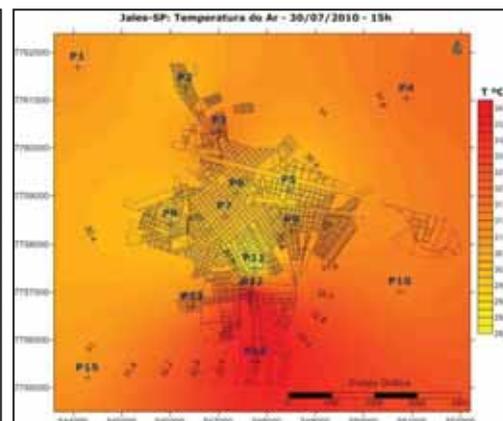
Figura 327: Temp. ar 27/7/2010 15h



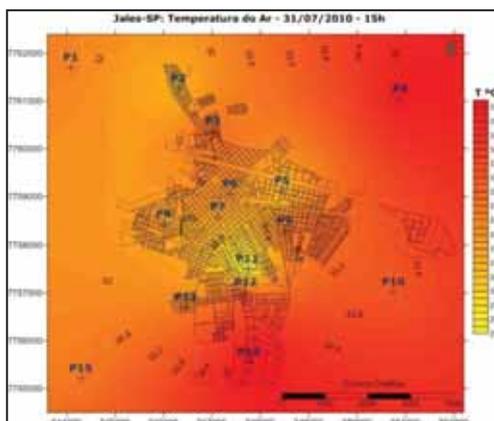
**Figura 328:** Temp. ar 28/7/2010 15h



**Figura 329:** Temp. ar 29/7/2010 15h



**Figura 330:** Temp. ar 30/7/2010 15h



**Figura 331:** Temp. ar 31/7/2010 15h

A umidade relativa também seguiu o padrão descrito no dia 12, sendo que, a região nordeste, ponto 4 apresentou-se sempre mais seca. A região noroeste, ponto 1 mais úmida. Nas áreas intra-urbanas houve a formação de duas ilhas secas, a primeira entre os pontos 6 e 7, no centro da cidade, e a segunda com centro, ponto 14. Foi possível observar também a formação de três ilhas úmidas, localizadas nos pontos 5, 8 e 11.

A umidade relativa se manteve baixa durante todo o final do mês, como pode ser observado nas Figuras 332 a 347. A umidade relativa mínima registrada foi 22% e a máxima registrada foi de 37%. A diferença higrométrica mínima registrada foi de 7% e a máxima registrada foi 15%, o que ocorreu devido ao longo período de estiagem já apresentado.

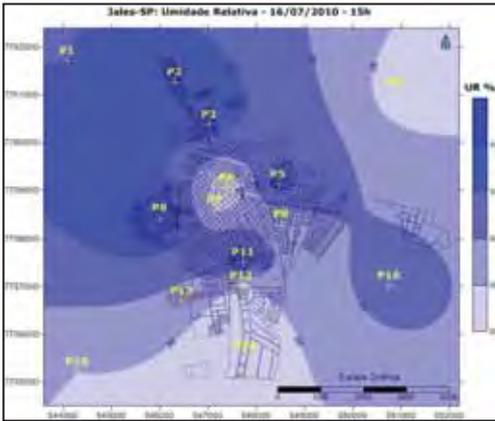


Figura 332: U. R. 16/7/2010 15h

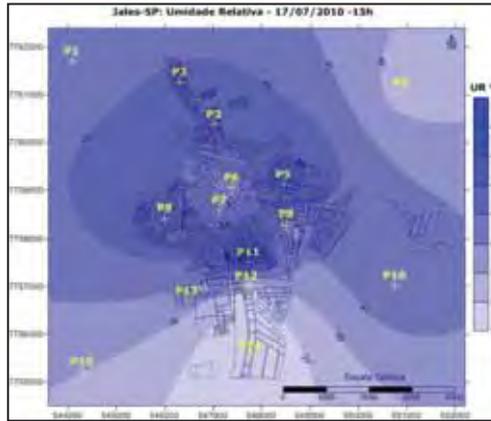


Figura 333: U. R. 17/7/2010 15h

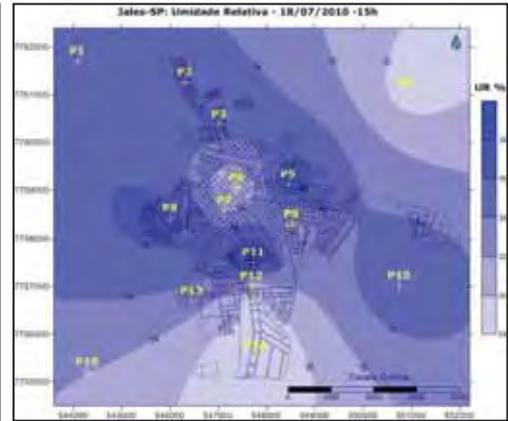


Figura 334: U. R. 18/7/2010 15h

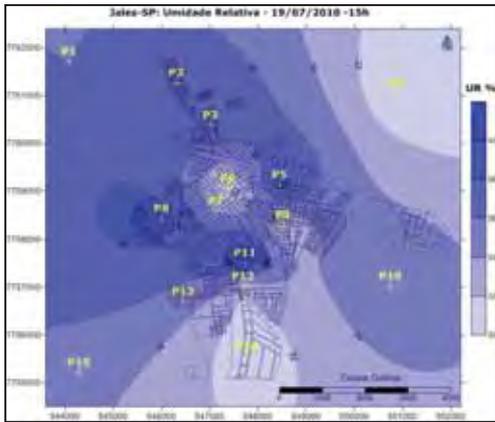


Figura 335: U. R. 19/7/2010 15h

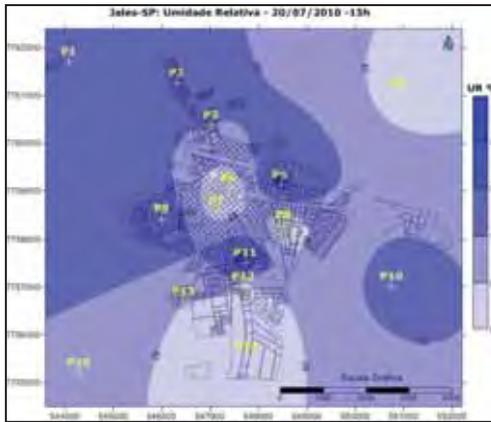


Figura 336: U. R. 20/7/2010 15h

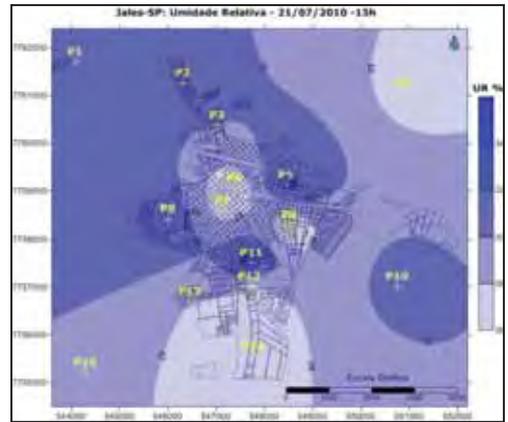


Figura 337: U. R. 21/7/2010 15h

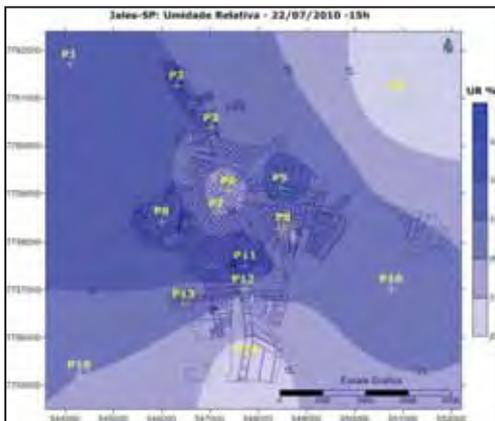


Figura 338: U. R. 22/7/2010 15h

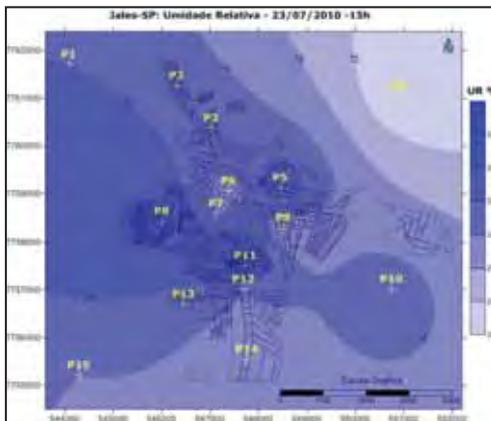


Figura 339: U. R. 23/7/2010 15h

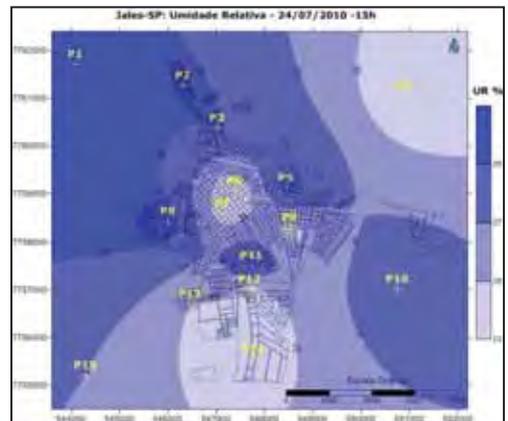


Figura 340: U. R. 24/7/2010 15h

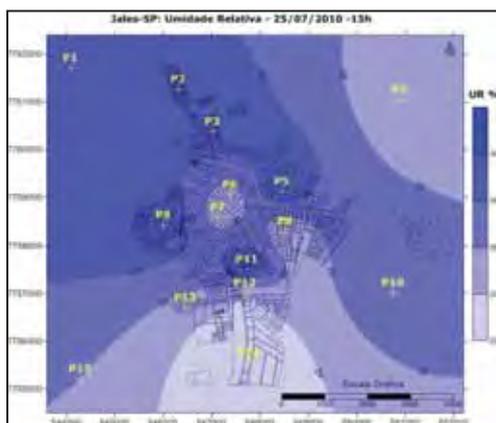


Figura 341: U. R. 25/7/2010 15h

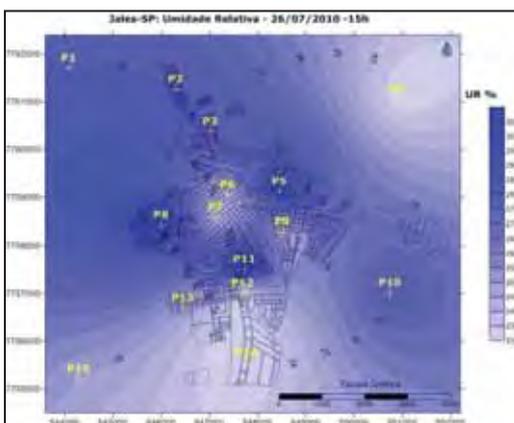


Figura 342: U. R. 26/7/2010 15h

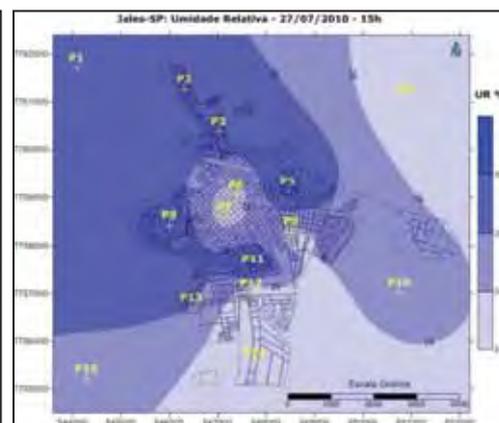


Figura 343: U. R. 27/7/2010 15h

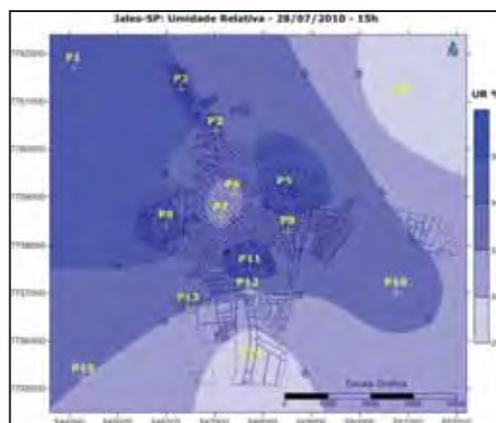


Figura 344: U. R. 28/7/2010 15h

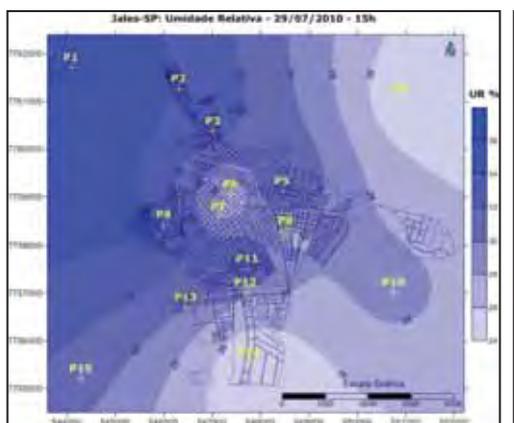


Figura 345: U. R. 29/7/2010 15h



Figura 346: U. R. 30/7/2010 15h

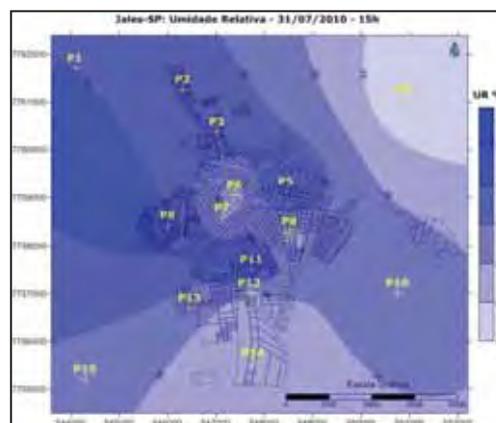


Figura 347: U. R. 31/7/2010 15h

### 2.3. Variação térmica e higrométrica às 21h

Os maiores valores de diferenças tanto térmicas como higrométricas foram observados às 21h do mês de julho, principalmente, em função da estabilidade atmosférica. Como a situação sinótica já foi colocada anteriormente, passar-se-á aos valores. Em relação à diferença térmica, foram identificados 31 dias com diferença superior a 2°C, sendo que a diferença mínima foi de 2,2°C no dia 16 e a máxima foi de

8,5°C no dia 25, com diferença média de 5,4°C o que é muito significativo para o tamanho da cidade estudada.

Em relação à diferença higrométrica, também foi às 21h que surgiram os maiores valores, sendo que, a diferença mínima observada foi de 9% no dia 17 e a máxima de 39% no dia primeiro. A diferença higrométrica média foi de 24%, como pode ser observado na Tabela 7.

**Tabela 7:** Diferenças entre os pontos às 21:00 horas.

Data	Diferença Térmica (°C)	Diferença Higrométrica (%)	Chuva Urbano (mm)	Chuva Rural (mm)	Velocidade do Vento Urbano (m/s)	Velocidade do Vento Urbano (km/h)	Velocidade do Vento Rural (m/s)	Velocidade do Vento Rural (km/h)
01/07/2010	8,8	39	0	0	0	0,0	0	0
02/07/2010	4	11	0	0	0	0,0	0	0
03/07/2010	4,6	11	0	0	0	0,0	0	0
04/07/2010	7,5	35	0	0	0	0,0	0	0
05/07/2010	7,9	35	0	0	0	0,0	0	0
06/07/2010	6,5	31	0	0	0	0,0	0	0
07/07/2010	6,6	34	0	0	0	0,0	0	0
08/07/2010	7,3	31	0	0	0	0,0	0	0
09/07/2010	6,5	35	0	0	0	0,0	0	0
10/07/2010	4,1	12	0	0	0	0,0	0	0
11/07/2010	7,1	32	0	0	0	0,0	0	0
12/07/2010	2,3	12	0	0	0,9	3,2	0	0
13/07/2010	5,3	29	0	0	0,9	3,2	0,9	3,24
14/07/2010	3,4	22	0	0	0	0,0	0	0
15/07/2010	2,8	22	0	0	0,4	1,4	0	0
16/07/2010	2,2	15	0	0	0,4	1,4	0,4	1,44
17/07/2010	2,6	9	0	0	0	0,0	0,4	1,44
18/07/2010	6	27	0	0	0	0,0	0	0
19/07/2010	4	15	0	0	0	0,0	0	0
20/07/2010	4,5	20	0	0	0	0,0	0	0
21/07/2010	7,5	32	0	0	0	0,0	0	0
22/07/2010	6,2	25	0	0	0	0,0	0	0
23/07/2010	6,7	30	0	0	0,4	1,4	0	0
24/07/2010	8	26	0	0	0,4	1,4	0	0
25/07/2010	8,5	35	0	0	0	0,0	0	0
26/07/2010	7,6	30	0	0	0	0,0	0	0
27/07/2010	3,7	14	0	0	0,4	1,4	0	0
28/07/2010	3,5	20	0	0	0	0,0	0	0
29/07/2010	2,3	11	0	0	0,4	1,4	0	0
30/07/2010	5,3	22	0	0	0	0,0	0	0
31/07/2010	6	23	0	0	0	0,0	0	0

**Fonte:** Trabalho de campo – Julho de 2010.

Ressalta-se que, devido à alta estabilidade atmosférica observada no mês de julho, às 21h, também foram registrados os mais baixos valores de velocidade do vento, fatores que criaram as condições ideais para o surgimento das ilhas de calor. Nesse horário também não foi registrado nenhuma precipitação, mesmo quando houve atuação dos sistemas frontais, além de que, a instabilidade atmosférica foi muito baixa, fatores que explicam o registro de diferenças mais elevadas.

Em relação às diferenças térmicas registradas, ressalta-se que em 14 dias do mês de julho, foram registradas diferenças superiores a 6°C e que em 9 desses dias as diferenças registradas foram superiores a 7°C, o que é bastante significativo para cidades de porte pequeno e médio, como é o caso de Jales.

Às 21h do mês de julho, com situação sinótica de estabilidade, as diferenças térmicas foram as mais altas. Através da Figura 350, percebe-se que no dia primeiro, a zona rural se apresentou menos aquecida do que área urbana, com destaque especial para o ponto 4, que apresentou a menor temperatura, 19,0°C. Nas áreas intra-urbanas percebeu-se a formação de duas ilhas de calor, a primeira no ponto 2 com 25,5°C e a segunda no ponto 7 estendendo-se até ao ponto 11, com 25,7°C.

No dia primeiro não se observou a formação de ilhas frescas dentro da área urbana, apenas, uma área relativamente menos aquecida localizada entre o ponto 6 e ponto 5. A diferença térmica para o horário foi de 8,8°C, sendo que, a temperatura variou entre 15,5 a 24,3°C.

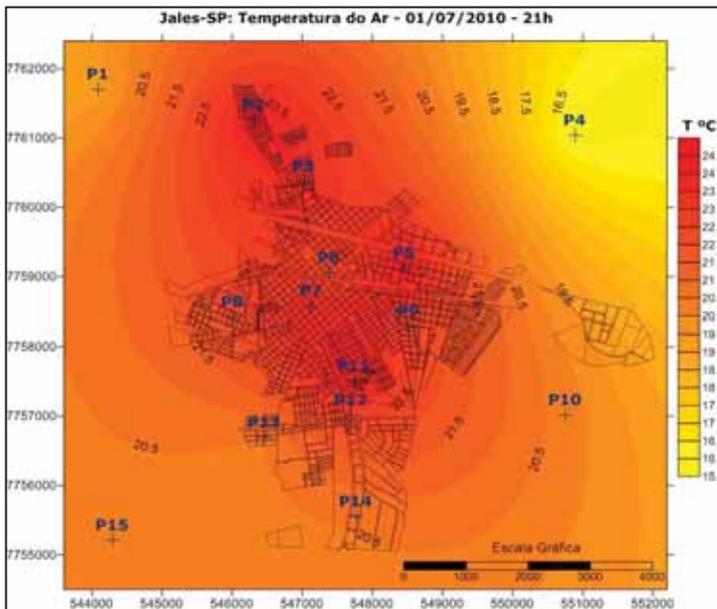


Figura 348: Carta Sinótica 1/7/2010 - 21h

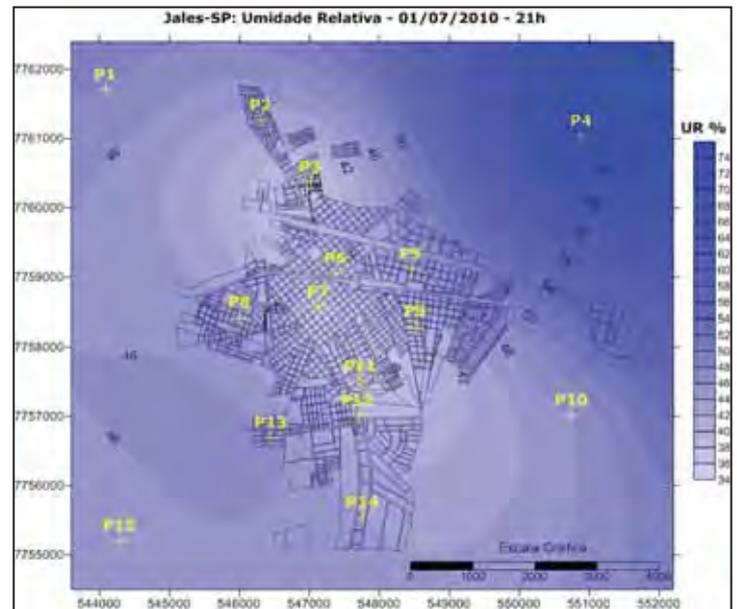


Figura 349: Imagem GOES 1/7/2010 - 21h

A umidade relativa seguiu o padrão centro-periferia, já que a zona rural se apresentou mais úmida, com destaque especial para o ponto 4 com 74% de umidade. Nas áreas intra-urbanas observou-se uma ilha seca, que atravessou a cidade se estendendo do ponto 2 até ao ponto 12, com 34% de umidade. A diferença higrométrica foi de 39%, sendo que, a umidade relativa variou entre 34 a 73% (Figura 351).



**Figura 350:** Temperatura do Ar – 1/7/2010 – 21h.



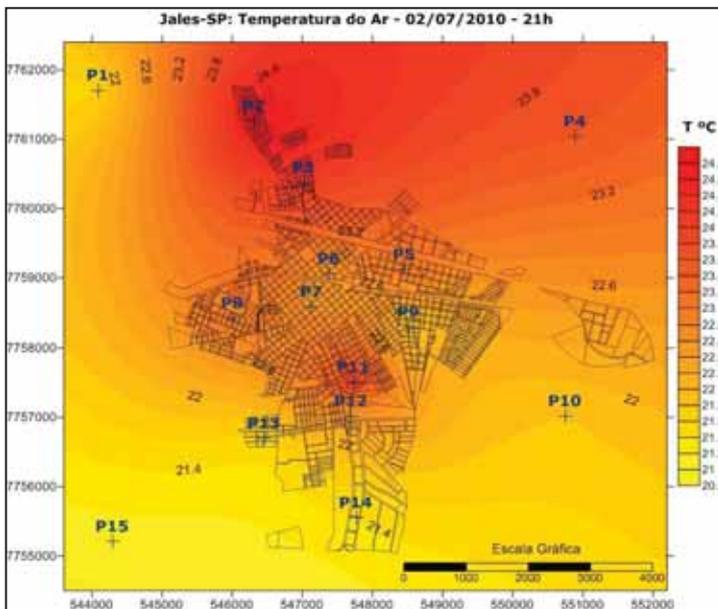
**Figura 351:** Umidade Relativa – 1/7/2010 – 21h

Destaca-se que o padrão observado no dia primeiro foi reconhecido na bibliografia em outros estudos, entretanto, destaca-se uma característica importante: a máxima expressão das ilhas de calor ocorreram em áreas residenciais, densamente ocupadas ou com baixa vegetação como é o caso dos pontos 2, 3, 5 e 9, além é, claro do centro comercial (P7). Já no ponto 6 (centro residencial com lotes grandes e arborização significativa, com casas mais antigas predominantemente com cobertura de telha de cerâmica) observa-se o resfriamento do ar, ainda com baixa intensidade, mas com capacidade de formação de uma ilha fresca. A zona rural permaneceu menos aquecida do que as áreas urbanas.

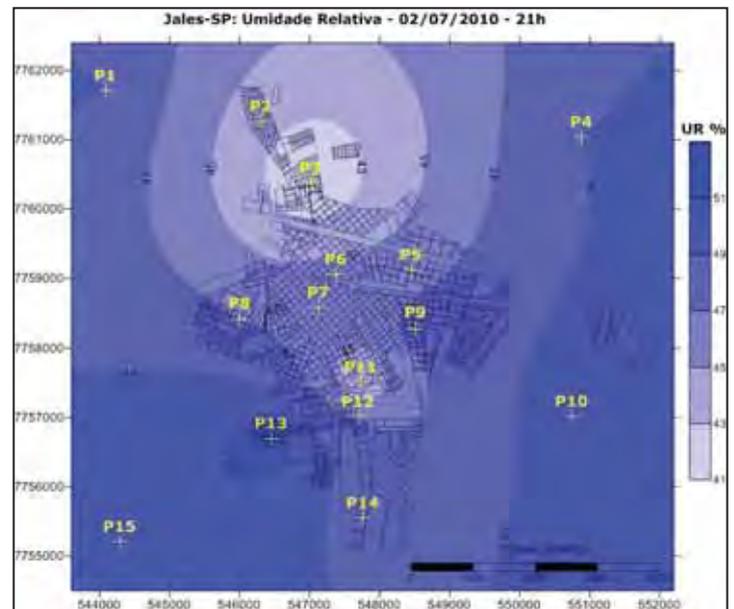
Nota-se que o padrão observado às 9h e às 15h, com o campo mais aquecido do que a cidade, se desfez nesse horário. Como já colocado, o solo exposto identificado na zona rural, para esse período do ano, de estiagem prolongada, ganham calor com maior velocidade e mais intensidade do que as áreas urbanas durante o dia, porém ele também perde calor com maior velocidade e intensidade durante a noite. Dessa maneira as áreas

urbanas demoram mais para liberar o calor armazenado durante o dia, o que configura as ilhas de calor noturnas no espaço urbano.

No dia 2 a situação sinótica não se alterou, sendo possível observar que a diferença térmica caiu para 3,7°C porque a temperatura mínima se elevou 5°C. A região nordeste da zona rural (P4) se encontrou aquecida, com 23,6°C, entretanto, todo o restante da área rural apresentou temperatura inferior às áreas urbanas. Dentro do perímetro urbano foi possível observar a formação de duas ilhas de calor, a primeira no ponto 2 com 22,8°C, e a segunda no ponto 11 com 23,8°C. O ponto 9, assim como o centro da cidade (P6 e P7) se apresentaram menos aquecidos, porém com baixa diferença térmica. A diferença para o dia primeiro foi exatamente a formação de uma ilha fresca no centro da cidade, especialmente no ponto 6 (Figura 352).



**Figura 352:** Temperatura do Ar – 2/7/2010 – 21h.



**Figura 353:** Umidade Relativa – 2/7/2010 – 21h

A umidade relativa seguiu o mesmo padrão do dia anterior, com zona rural mais úmida, 52%, com a formação de uma ilha úmida no ponto 13, também com 52% de umidade. Percebeu-se a formação de uma ilha seca no ponto 3, com 41% de umidade, que se estendeu para o centro da cidade com 45% de umidade. A diferença higrométrica foi de 11%, com umidade variando entre 41 a 52% (Figura 353).

No dia 3, notou-se a repetição do padrão observado no dia 2, principalmente, devido à situação sinótica que permaneceu sem alteração. A diferença térmica ficou em 4,6°C, com temperatura variando entre 21,2 e 25,8°C. Neste dia, a zona rural se apresentou menos aquecida do que as áreas urbanas, especialmente ao sul. Já nas áreas

intra-urbanas, observou-se a formação de uma ilha de calor entre os pontos 2 e 3, (conjuntos habitacionais, com baixa densidade de vegetação e significativa ocorrência de telhados do tipo fibrocimento), com 25,8°C, estendendo-se até o ponto 5, com 24,4°C. Observou-se a formação de uma segunda ilha de calor no ponto 11, também com 24,4°C. Os pontos 6 e 7 (centro) apresentavam-se, relativamente, mais frescos do que os outros bairros da cidade, porém, mais aquecidos que a zona rural (Figura 354).

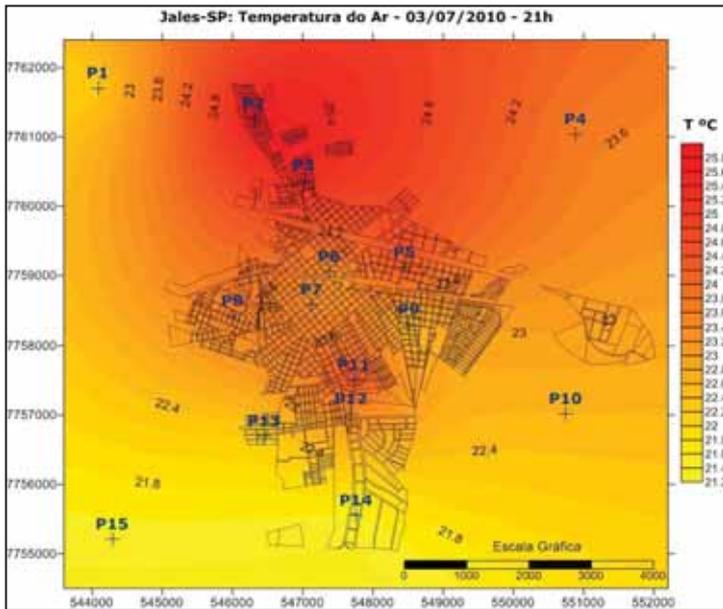


Figura 354: Temperatura do Ar – 3/7/2010 – 21h.

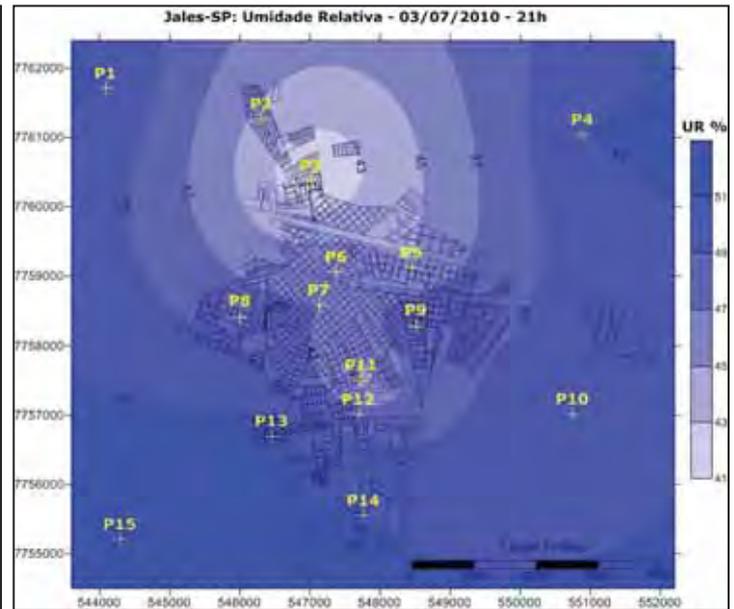


Figura 355: Umidade Relativa – 3/7/2010 – 21h

A umidade relativa seguiu o mesmo padrão, sendo: zona rural, mais úmida, zona urbana, mais seca, com formação de uma ilha seca no ponto 3, que se estendeu até o ponto 12 com menor intensidade (Figura 355).

No dia 4 a situação sinótica continuou inalterada, sendo que, a diferença térmica se ampliou para 7,5°C, com temperatura que variou entre 18,0 e 25,5°C. A diferença higrométrica também se ampliou para 35%, variando entre 36 a 71%.

No dia 4, com a ampliação da diferença térmica o padrão de distribuição da temperatura foi idêntico ao do dia primeiro, que também apresentava alta diferença térmica. Para este dia, a zona rural continuou menos aquecida que as áreas urbanas, destacando-se o ponto 4 com a menor temperatura observada, 18,0°C. Nas áreas urbanas, houve a formação de duas ilhas de calor, a primeira no ponto 1 estendendo-se até ao ponto 2, com 25,5°C, e a segunda no ponto 7 estendendo-se até ao ponto 11, também com 25,5°C (Figura 356).

Observou-se outra característica para esse período: quando a diferença térmica foi alta, o centro da cidade apresentou-se aquecido, já quando a diferença térmica caiu, o centro da cidade se apresentou menos aquecido, formando em alguns episódios uma ilha fresca no ponto 6.

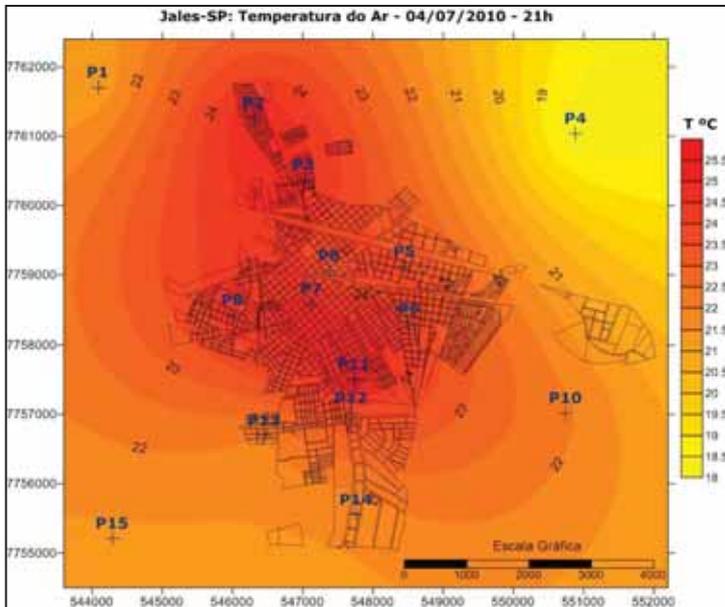


Figura 356: Temperatura do Ar – 4/7/2010 – 21h.

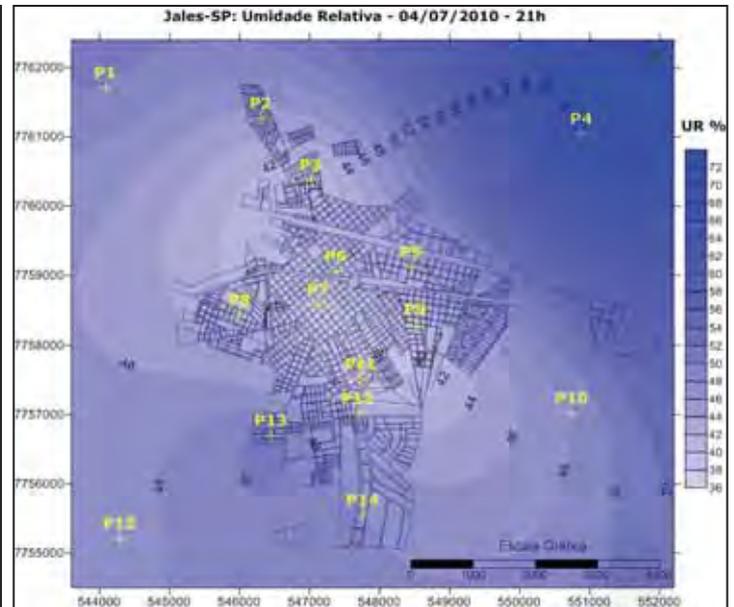
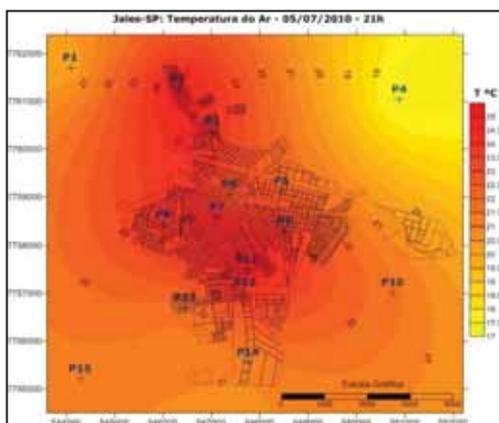


Figura 357: Umidade Relativa – 4/7/2010 – 21h

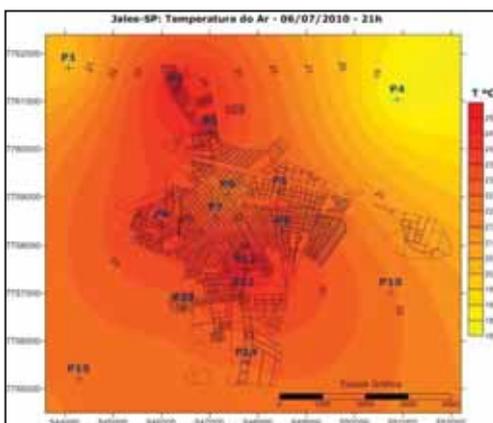
A umidade relativa se manteve com o mesmo padrão: com a zona rural mais úmida, a zona urbana mais seca, destacando-se uma ilha seca que se estendeu do ponto 3 até ao ponto 12 atravessando toda a cidade (Figura 357).

Entre os dias 5 e 11, esse padrão se repetiu, com pequenas variações de magnitude, sendo que, a principal delas ocorreu no dia 8, quando o centro (P6 e P7) apresentavam-se menos aquecido.

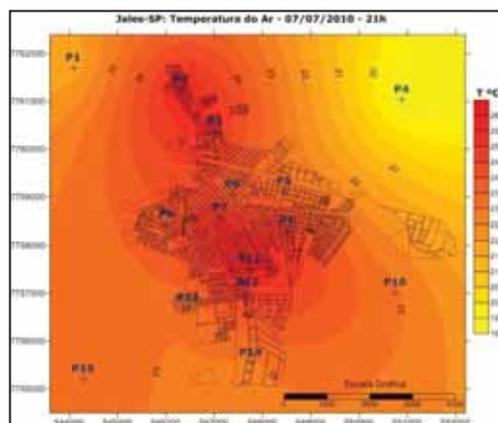
Em linhas gerais, esse padrão pode ser assim caracterizado: a zona rural se encontrou menos aquecida do que a urbana, com destaque para o ponto 4, que teve a menor temperatura registrada. Na área urbana notou-se a formação de duas ilhas de calor, uma entre os pontos 2 e 3, e outra entre os pontos 7 e 12. O padrão observado teve pouca variação nesse período, sendo que, apenas os dias 8 e 10 merecem destaque por não apresentarem a formação da ilha de calor no ponto 7, de modo que, ela ficou restrita ao ponto 11, como se observa nas Figuras 358 a 364. Destaca-se também os dias 9 e 11, que apresentaram a formação de ilha fresca no ponto 6.



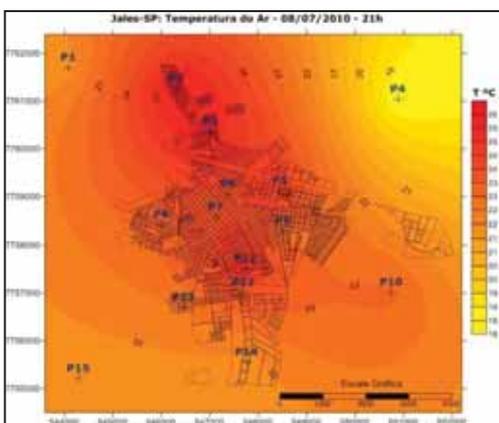
**Figura 358:** Temp. ar 5/7/2010 21h



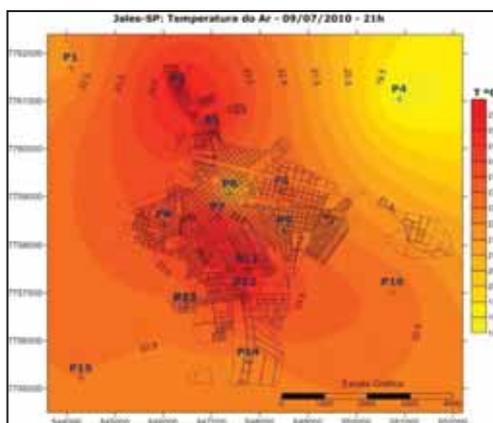
**Figura 359:** Temp. ar 6/7/2010 21h



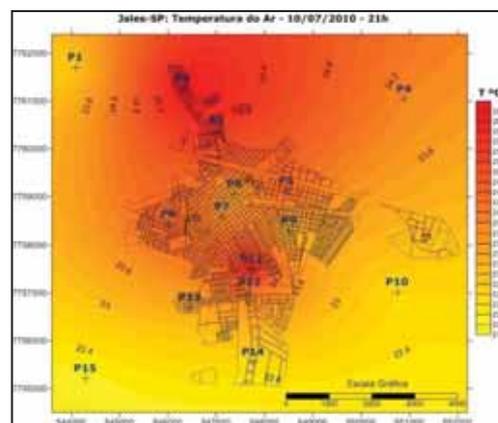
**Figura 360:** Temp. ar 7/7/2010 21h



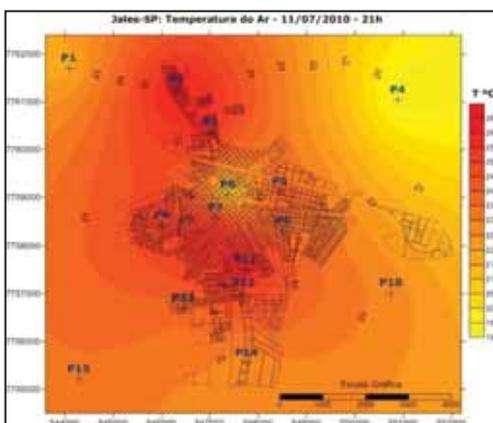
**Figura 361:** Temp. ar 8/7/2010 21h



**Figura 362:** Temp. ar 9/7/2010 21h

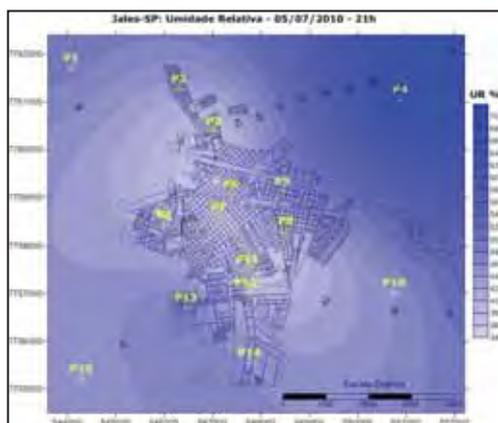


**Figura 363:** Temp. ar 10/7/2010 21h

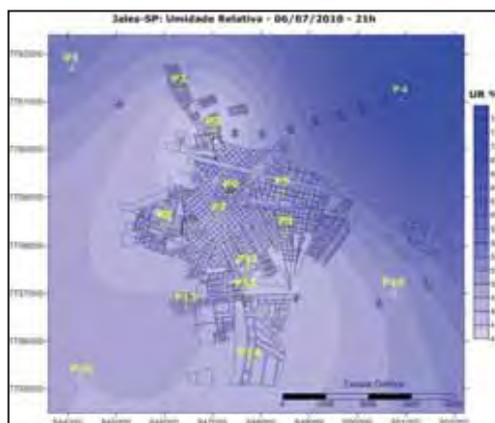


**Figura 364:** Temp. ar 11/7/2010 21h

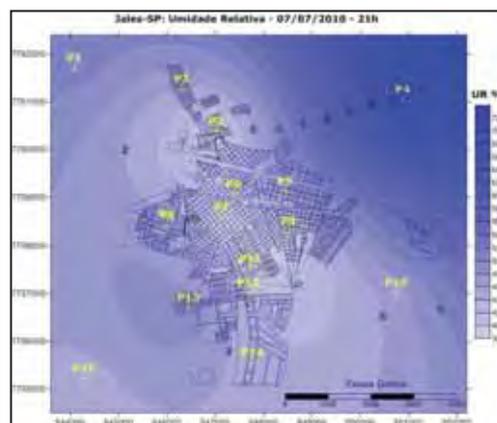
A umidade relativa também seguiu o mesmo padrão observado no dia primeiro, sendo que a diferença higrométrica ficou entre 31 a 35%, com umidade variando entre 34 a 74%. Em todos os dias, a zona rural se apresentou mais úmida do que as áreas urbanas, com especial destaque para o ponto 4, por ser o mais úmido em todo o período. Nas áreas urbanas, foi possível notar a formação de uma única ilha seca que atravessou a cidade do ponto 3 até o 12 com a menor umidade relativa. No dia 6 essa ilha se estendeu até ao ponto 14 (Figuras 365 a 371).



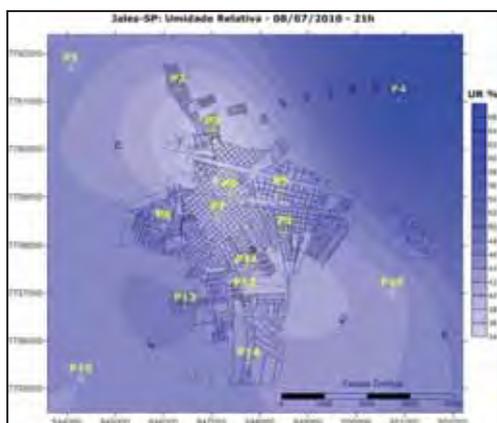
**Figura 365:** U. R. 5/7/2010 21h



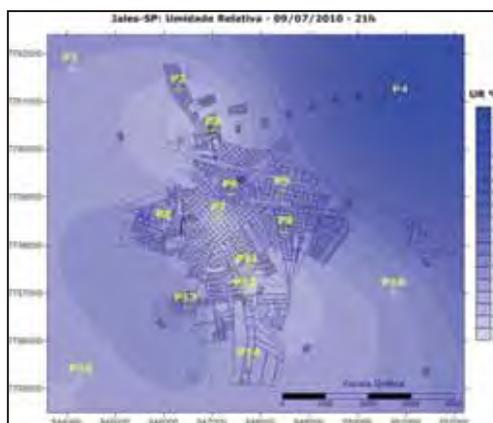
**Figura 366:** U. R. 6/7/2010 21h



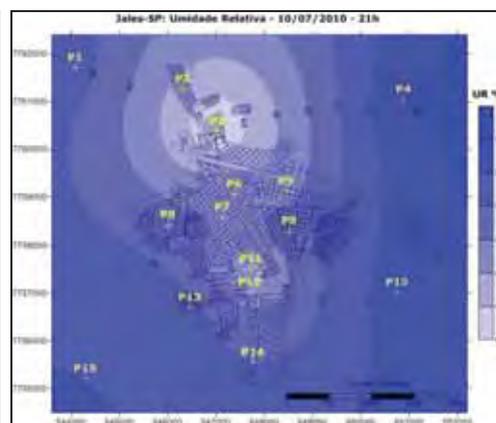
**Figura 367:** U. R. 7/7/2010 21h



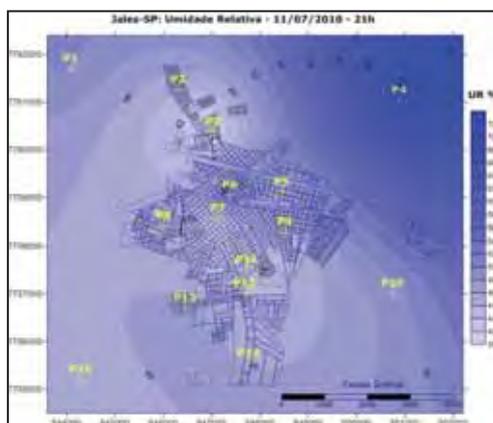
**Figura 368:** U. R. 8/7/2010 21h



**Figura 369:** U. R. 9/7/2010 21h



**Figura 370:** U. R. 10/7/2010 21h



**Figura 371:** U. R. 11/7/2010 21h

No dia 12 ocorreu a aproximação do primeiro sistema frontal (figura 372), já descrito anteriormente, com aumento de nebulosidade - observado na Figura 373, causando certa instabilidade atmosférica a partir desse horário, contribuindo para a queda da diferença térmica para 2,3°C, assim como a temperatura, variando entre 24,3 a 26,5°C. A diferença higrométrica também registrou uma queda, ficando em 12%, variando entre 44 e 56%.

Devido a essa mudança sinótica, ocorreram alterações significativas, principalmente, em relação à área urbana, pois a zona rural permaneceu menos aquecida, destacando-se os pontos 1 e 15 por apresentarem a temperatura mais baixas 24,3 °C. No espaço intra-urbano observou-se três ilhas de calor, sendo que as do ponto 2 e 11 se mantiveram como no dia anterior, surgindo mais uma no ponto 13, com 26,5, 26,2 e 25,9°C, respectivamente. No centro da cidade (P6 e P7) surgiu uma ilha fresca com 24,5°C (Figura 374). Esse padrão se manteve até o dia 17, em função da instabilidade causada pela atuação de um sistema frontal estacionário localizado sobre a região de Jales como será visto mais adiante.



Figura 372: Carta Sinótica 12/7/2010 - 21h



Figura 373: Imagem GOES 12/7/2010 - 21h

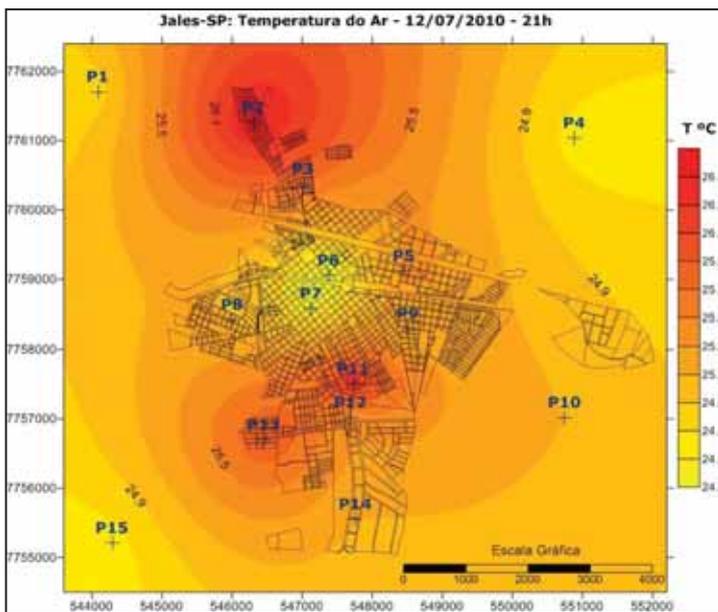


Figura 374: Temperatura do Ar – 12/7/2010 – 21h.

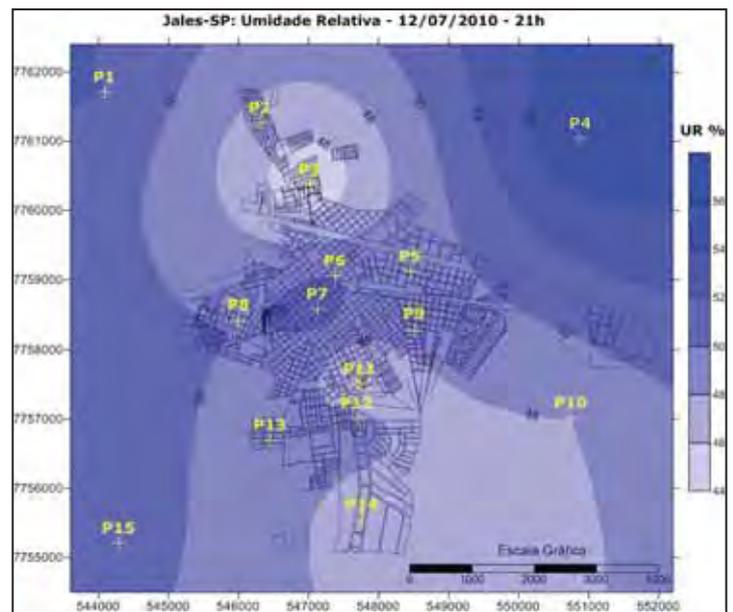


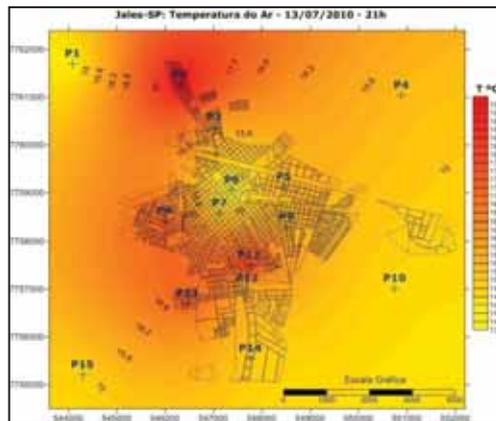
Figura 375: Umidade Relativa – 12/7/2010 – 21h

A zona rural permaneceu mais úmida do que a área urbana, com exceção do ponto 10. Houve a formação de duas ilhas secas, a primeira no ponto 3 com 44% de umidade, e a segunda no ponto 11, estendendo-se até ao ponto 10 a leste e ao ponto 14 a sul, com 48% de umidade (Figura 375). Esse padrão também se manteve durante os dias 13 a 17.

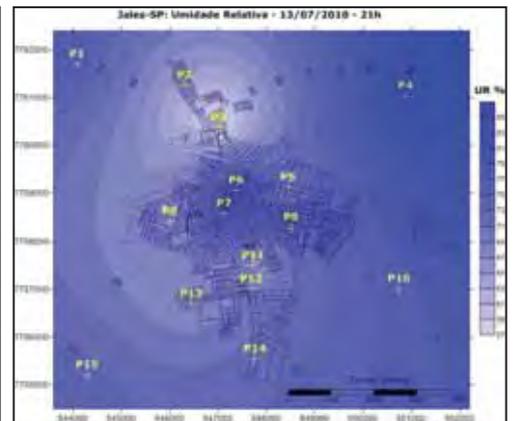
Através das Figuras 376 a 390 é possível observar o sistema frontal estacionário sobre a região de Jales, além, da presença de um cavado no dia 18. Esses sistemas causaram instabilidade atmosférica, o que contribuiu para a quebra do padrão observado até o dia 11. A alteração mais significativa foi exatamente o surgimento de uma ilha fresca no centro da cidade (P6 e P7). A explicação para essa ocorrência, está relacionada com a velocidade do vento, que apresentou aumento expressivo durante esse período, além é claro da direção do vento (NE) que foi responsável por carregar o ar mais aquecido do centro para a área sudoeste, ponto 13, que apresentou ilhas de calor em todos esses dias.



**Figura 376:** C. S. 13/7/2010 21h.



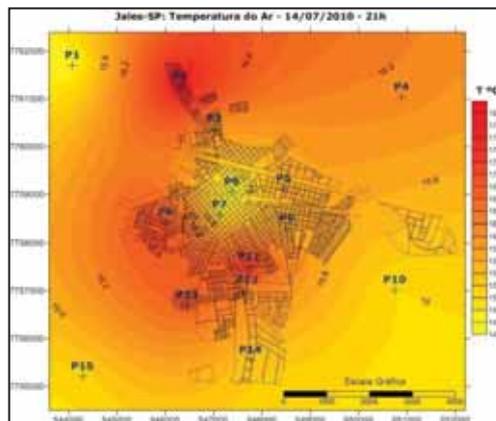
**Figura 377:** Temp. ar 13/7/2010 21h.



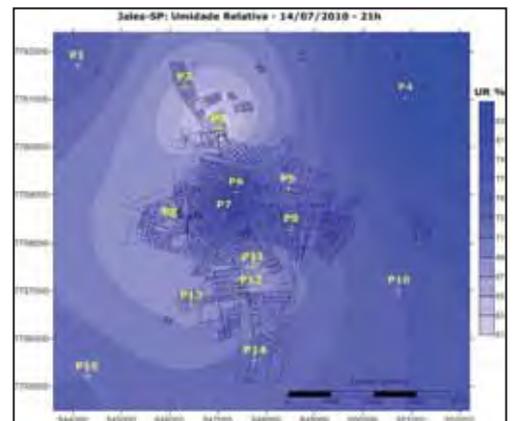
**Figura 378:** U. R. 13/7/2010 21h



**Figura 379:** C. S. 14/7/2010 21h.



**Figura 380:** Temp. ar 14/7/2010 21h.



**Figura 381:** U. R. 14/7/2010 21h



Figura 382: C. S. 15/7/2010 21h.

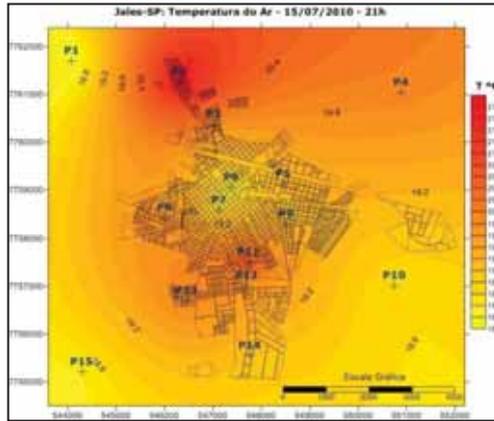


Figura 383: Temp. ar 15/7/2010 21h.

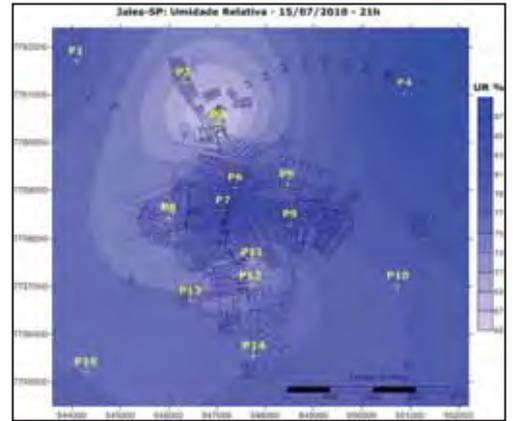


Figura 384: U. R. 15/7/2010 21h



Figura 385: C. S. 16/7/2010 21h.

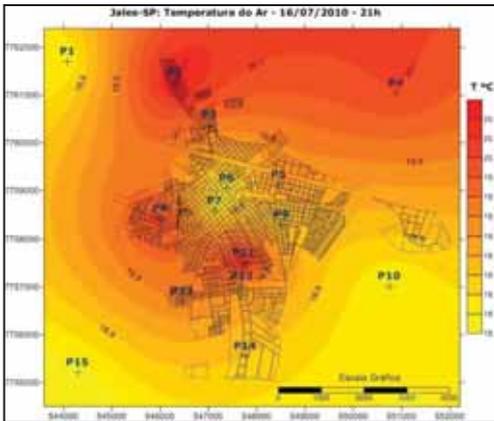


Figura 386: Temp. ar 16/7/2010 21h.

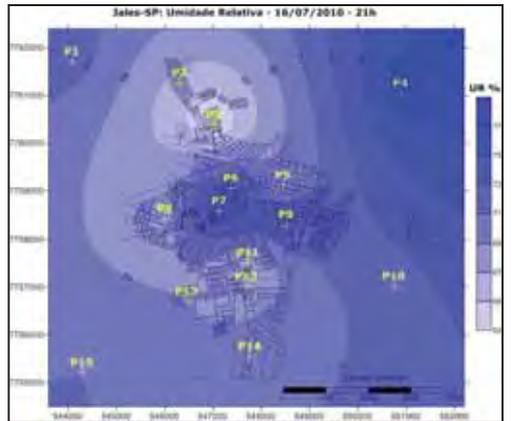


Figura 387: U. R. 16/7/2010 21h



Figura 388: C. S. 17/7/2010 21h.

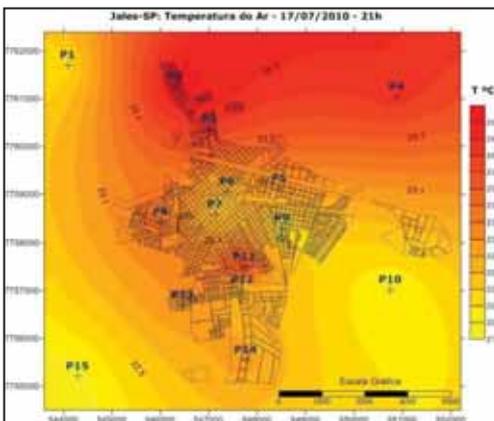


Figura 389: Temp. ar 17/7/2010 21h.

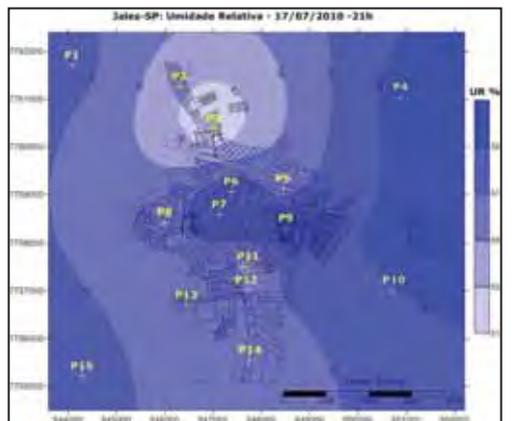


Figura 390: U. R. 17/7/2010 21h

A umidade relativa seguiu um padrão bem definido, onde se observou a zona rural mais úmida do que a área urbana, além, do surgimento de uma ilha seca no ponto 2 e outra úmida no ponto 7, como pode ser observado nas Figuras 378, 381, 384, 387 e 390.

A partir do dia 19, a situação sinótica voltou a ser de estabilidade, permitindo maior aquecimento da área. A diferença térmica voltou a subir, sendo que, a mínima

diferença foi observada no dia 29, com 2,3°C e máxima foi observada no dia 25 com 8,5°C. A temperatura se manteve alta para esse período, em que, a mínima registrada foi de 18°C e a máxima foi 28°C.

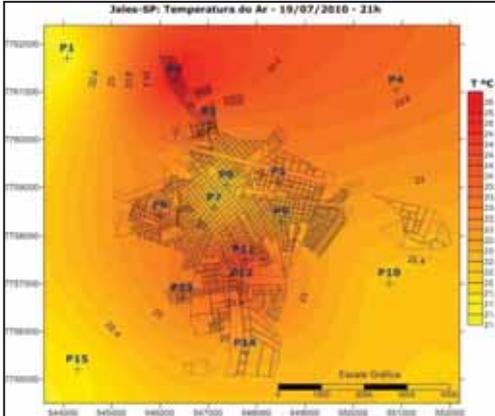


Figura 391: Temp. ar 19/7/2010 21h

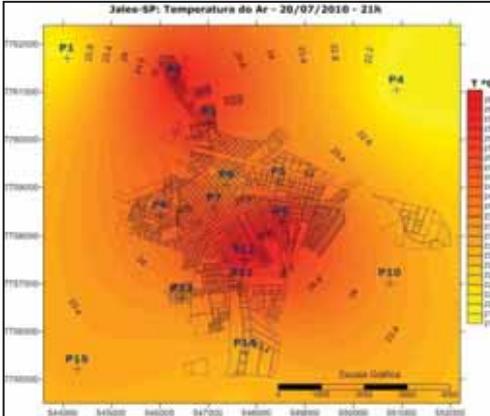


Figura 392: Temp. ar 20/7/2010 21h

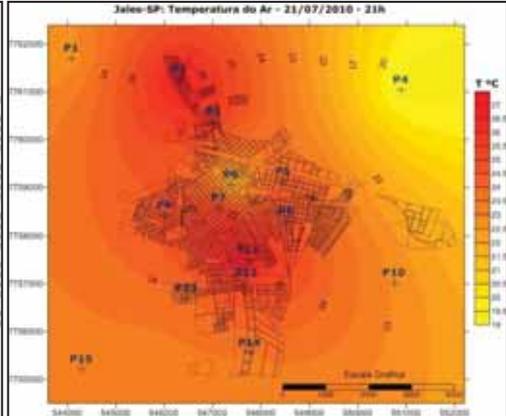


Figura 393: Temp. ar 21/7/2010 21h

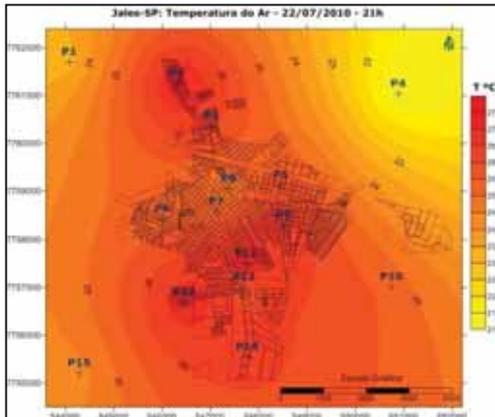


Figura 394: Temp. ar 22/7/2010 21h

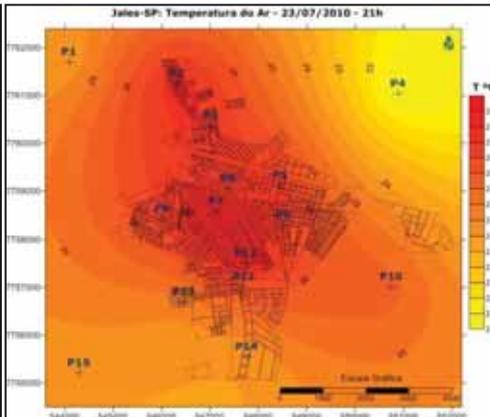


Figura 395: Temp. ar 23/7/2010 21h

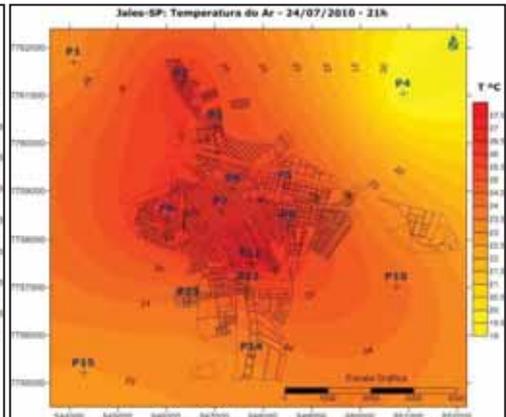


Figura 396: Temp. ar 24/7/2010 21h

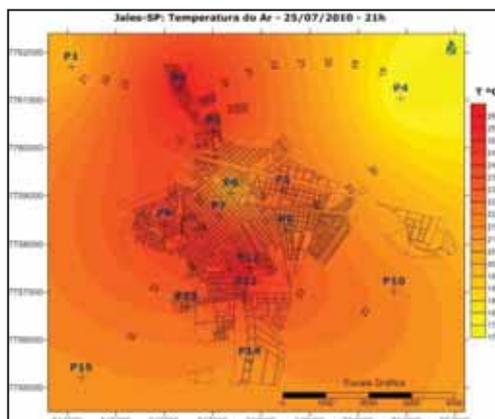


Figura 397: Temp. ar 25/7/2010 21h

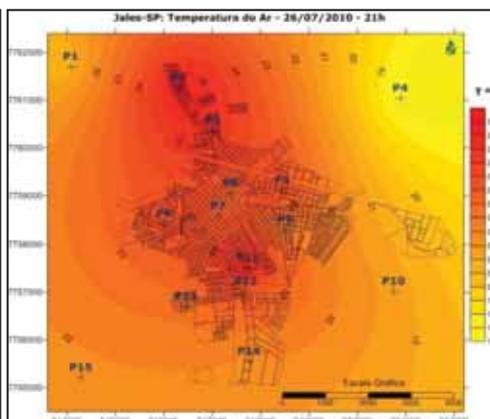


Figura 398: Temp. ar 26/7/2010 21h

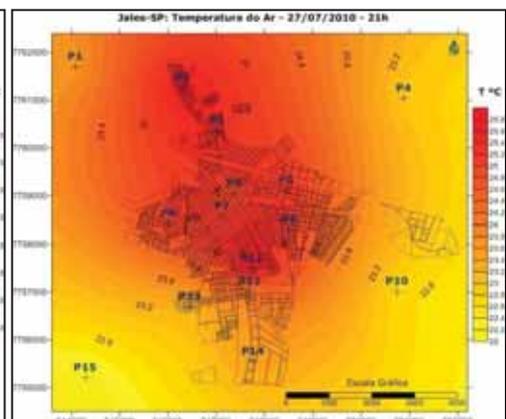
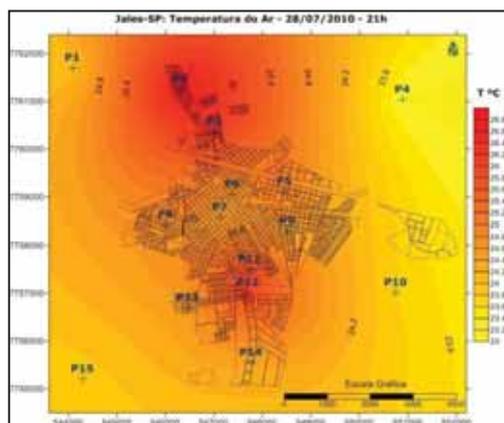
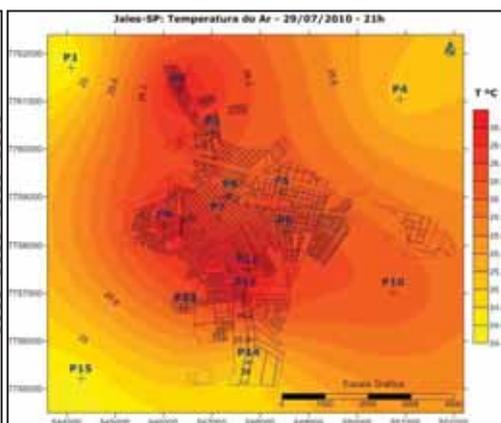


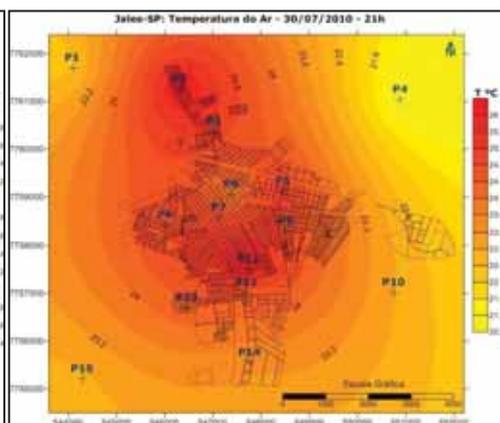
Figura 399: Temp. ar 27/7/2010 21h



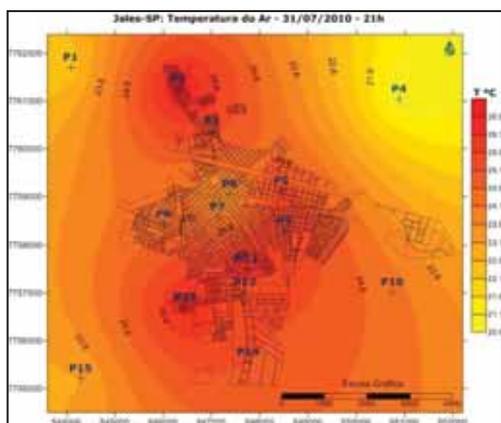
**Figura 400:** Temp. ar 28/7/2010 21h



**Figura 401:** Temp. ar 29/7/2010 21h



**Figura 402:** Temp. ar 30/7/2010 21h



**Figura 403:** Temp. ar 31/7/2010 21h

O padrão observado pode ser assim descrito: a zona rural se apresentou em todos esses dias menos aquecida. Com destaque para o ponto 1 e 4 que apresentaram os menores valores de temperatura em todos os dias analisados, ficando em média com 19,0°C de temperatura. Podem ser observadas ilhas de calor no ponto 2 e 11 em todos os dias, entretanto, dependendo da intensidade dessas ilhas, elas se estendem até outros pontos. Pôde-se observar também, o surgimento de outra ilha de calor no ponto 7 (centro), sempre ligada ao ponto 11. Em alguns episódios de aquecimento mais significativo, notou-se o aquecimento de diversos pontos dentro da área urbana, sendo que a temperatura foi decaindo em direção a zona rural. Em alguns episódios, houve a formação de outra ilha de calor no ponto 13.

É possível observar o aparecimento de uma ilha fresca no ponto 6 (centro residencial) com algumas variações de intensidade, ora estando mais alongada atingindo o ponto 7, ora mais retraída.

Em relação à umidade relativa, o padrão observado, também se manteve, destacando a zona rural com maior umidade relativa, e as áreas urbanas mais secas. A

diferença higrométrica variou entre 11% no dia 29 e 35% no dia 25; a umidade mínima registrada foi de 31% e a máxima de 72%.

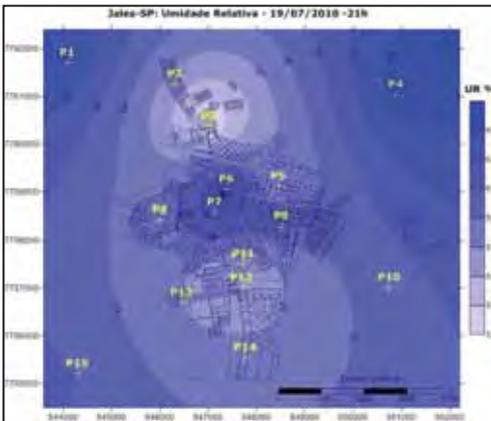


Figura 404: U. R. 19/7/2010 21h

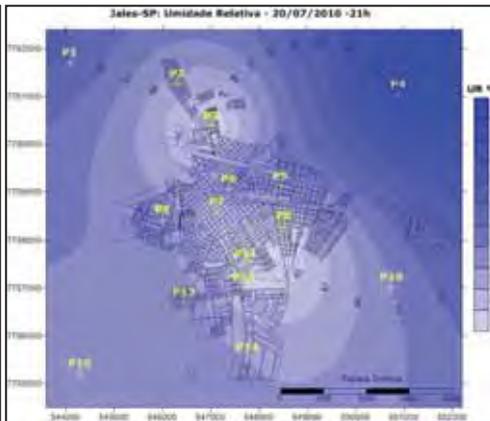


Figura 405: U. R. 20/7/2010 21h

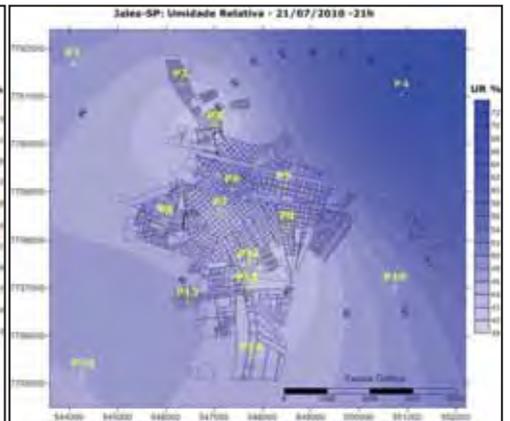


Figura 406: U. R. 21/7/2010 21h

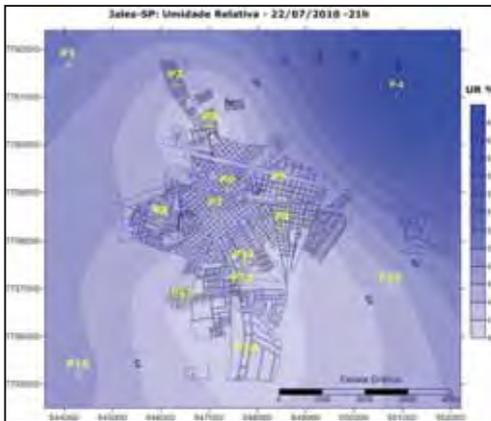


Figura 407: U. R. 22/7/2010 21h

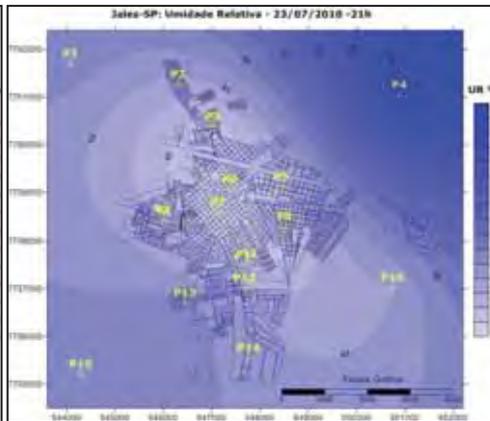


Figura 408: U. R. 23/7/2010 21h

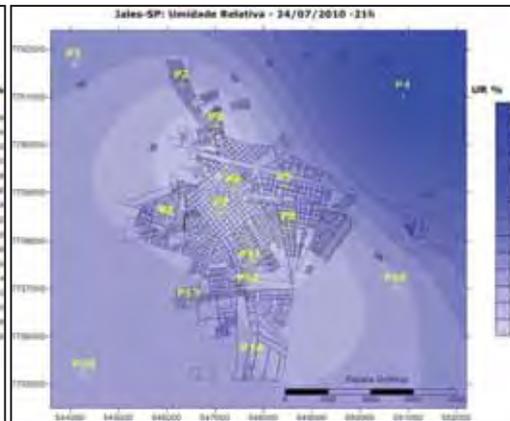


Figura 409: U. R. 24/7/2010 21h

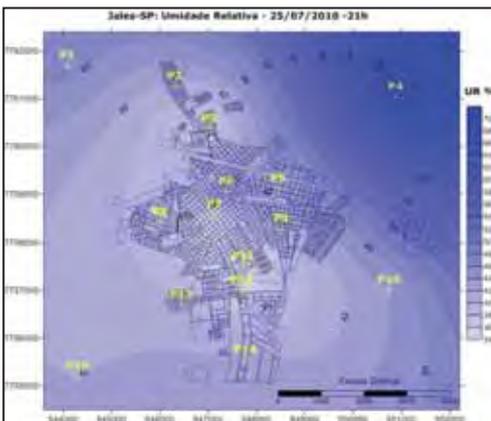


Figura 410: U. R. 25/7/2010 21h

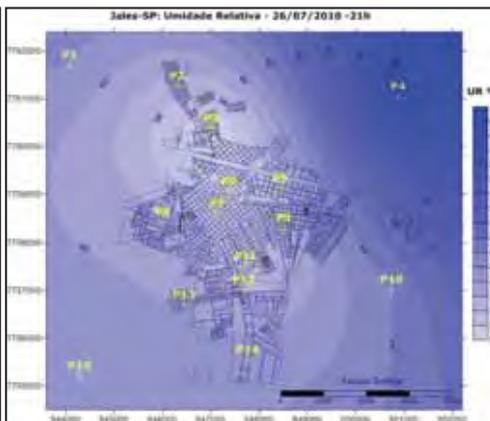


Figura 411: U. R. 26/7/2010 21h

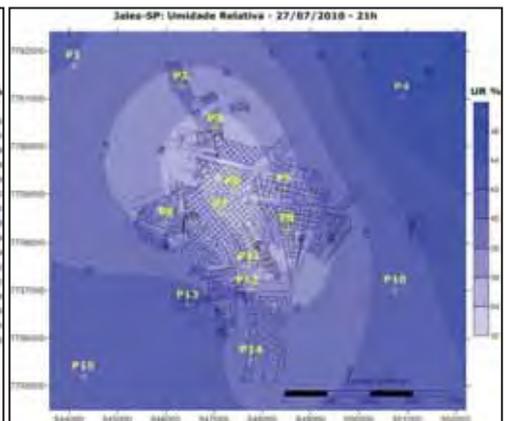
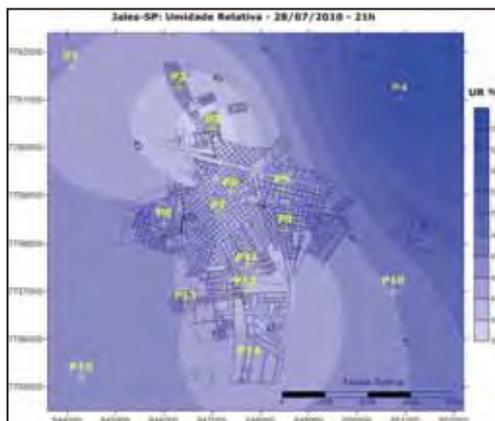
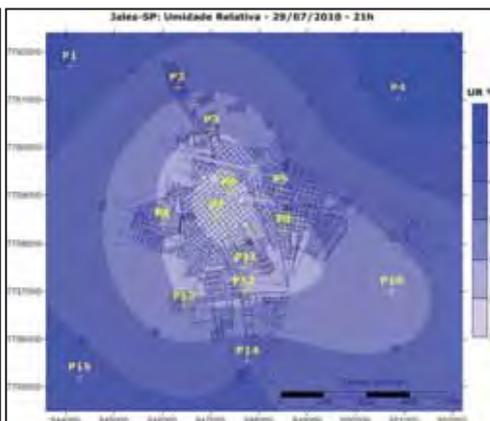


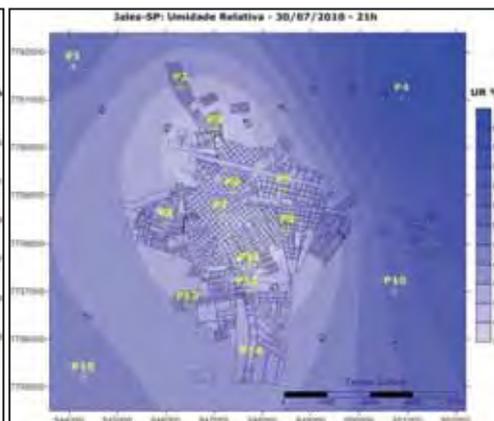
Figura 412: U. R. 27/7/2010 21h



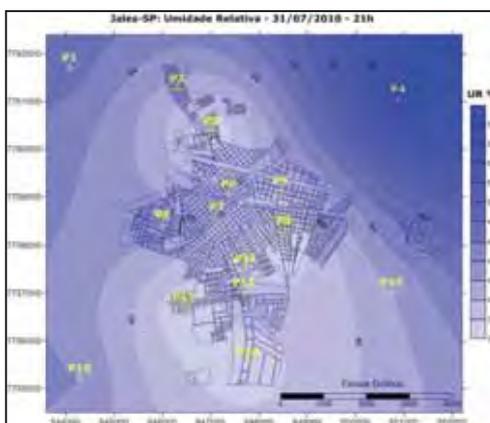
**Figura 413:** U. R. 28/7/2010 21h



**Figura 414:** U. R. 29/7/2010 21h



**Figura 415:** U. R. 30/7/2010 21h



**Figura 416:** U. R. 31/7/2010 21h

Como a zona rural sempre se apresentou mais úmida, o destaque fica para os pontos 1 e 4, que registraram os mais altos valores de umidade. Já na área urbana, foi possível perceber a formação de duas ilhas secas, onde a primeira se localizou no ponto 3 e a segunda no ponto 12, com algumas variações de intensidade. Em alguns episódios mais secos elas se uniram, formando uma grande ilha seca urbana.

Apenas no dia 19, observou-se uma ilha úmida no ponto 6, o que não voltou a se repetir. O padrão para esse período foi, a configuração de uma ilha seca no centro da cidade (P7).

Portanto, em linhas gerais esses foram os principais padrões observados nos meses de janeiro e julho, assim como suas principais causas.



**Capítulo 7:**  
**Análise da temperatura do ar por meio de transectos móveis**

## **Capítulo 7:**

### **Análise da temperatura do ar por meio de transectos móveis**

A realização de transectos móveis, com a finalidade de verificar a temperatura do ar, é considerada importante para a comparação e aferição dos dados coletados através das estações de pontos fixos. A metodologia utilizada, consiste no registro da temperatura do ar por meio de sensores de temperatura instalados em hastes fixadas em dois veículos a 2 metros de altura do chão. Os veículos percorreram, simultaneamente, dois percursos, norte-sul (147 registros) e leste-oeste (126 registros), no período matutino às 6h e noturno às 21h, sendo que a realização, dos registros não ultrapassou 50 minutos de duração. Esses horários foram eleitos, em função de, apresentarem maior estabilidade de condições atmosféricas e baixa variação natural de temperatura entre o início e o final do transecto.

Para a utilização dos sensores digitais de temperatura, foi realizada a aferição de dados através da estação meteorológica localizada no campus da UNESP de Presidente Prudente, procedimento realizado também para as mini-estações de pontos fixos.

É importante ressaltar que, os dados registrados pelos transectos móveis, acabaram servindo para corroborar os dados das mini-estações de pontos fixos, a despeito das críticas realizadas sobre a instalação das estações em ambientes construídos.

Alguns autores defendem a ideia, de que a temperatura deve ser registrada, preferencialmente, através de transectos móveis em detrimento das estações fixas, pois, esse procedimento verifica a temperatura do ar das vias (chamado de ar livre), e que as estações fixas realizam o registro da temperatura dentro dos lotes, instaladas em locais abertos das construções e estariam, supostamente, registrando a temperatura do ar comprometido pela construção, e que, portanto, seria pontual, não se caracterizando como representativa do entorno.

A respeito dessa crítica, ao se analisar os dados apresentados a seguir, considera-se que ela não tem fundamento, pois, existe a correspondência entre as duas metodologias, desde que, sejam calibrados todos os sensores. Dessa forma, ressalta-se a importância dos transectos móveis, por permitirem, além da continuidade dos dados, a realização de registros onde não seria possível através das mini-estações, como em fundo de vales, e áreas não ocupadas. Por outro lado, as mini-estações têm sua

importância garantida devido ao registro automático e contínuo de dados, fato que permite uma análise mais detalhada. Os dados registrados nessa pesquisa não apresentam discrepâncias entre os dois procedimentos, o que descredibiliza a crítica citada.

Os transectos foram realizados em situações atmosféricas estáveis, no mês de janeiro de 2010, em 15 dias no período noturno e em apenas 6 dias no período matutino. Isso ocorreu em função da alta instabilidade atmosférica.

Para o mês de julho foram realizados registros em 16 dias para o período noturno e em apenas 5 dias para o período matutino, o que ocorreu, principalmente, em função da velocidade do vento.

Para a realização desse procedimento, os dois veículos saíram no mesmo horário, e com velocidade constante (20 Km/h) da zona rural, atravessando a periferia, o centro e chegando ao extremo oposto da cidade, sendo que a temperatura foi registrada a cada 100 metros. Para a verificação da distância, foram utilizados veículos com hodômetros digitais, que permitem a identificação precisa do ponto. Através da planta georreferenciada da cidade de Jales, foram identificadas as coordenadas de cada ponto, para que fosse possível elaborar a carta de temperatura, através do aplicativo *Surfer*.

A Figura 223 apresenta a localização dos pontos de registro de dados para o transecto móvel, e a Figura 417 apresenta a tipologia da rota percorrida.

Dessa maneira, observa-se que as rotas determinadas para o transecto móvel buscaram percorrer unidades diferenciadas da paisagem, com o objetivo de se identificar as possíveis correlações entre elas e a temperatura do ar, sendo que, o uso do solo, rural, industrial, comercial e serviços, residencial com densidade de ocupação diferenciada, áreas não ocupadas, além de fatores como topografia, declividade, e vegetação também foram considerados para a definição dos percursos.

A Figura 418 apresenta de maneira sintética através de duas barras a tipologia do uso do solo para cada percurso. Ambas foram elaboradas levando-se em consideração o uso e a ocupação do solo dos percursos percorridos na cidade de Jales, sendo correspondente a localização de cada rota. A barra vertical é representativa do percurso norte-sul e a barra horizontal, é representativa do percurso leste-oeste.

Destaca-se dessa forma, que a caracterização do uso do solo pelas barras, que também foram utilizadas para as cartas de temperatura, não configura uma matriz, pois cada barra é representativa, exclusivamente, de seu percurso, não devendo o leitor, fazer o cruzamento entre elas para localizar áreas distantes das rotas.

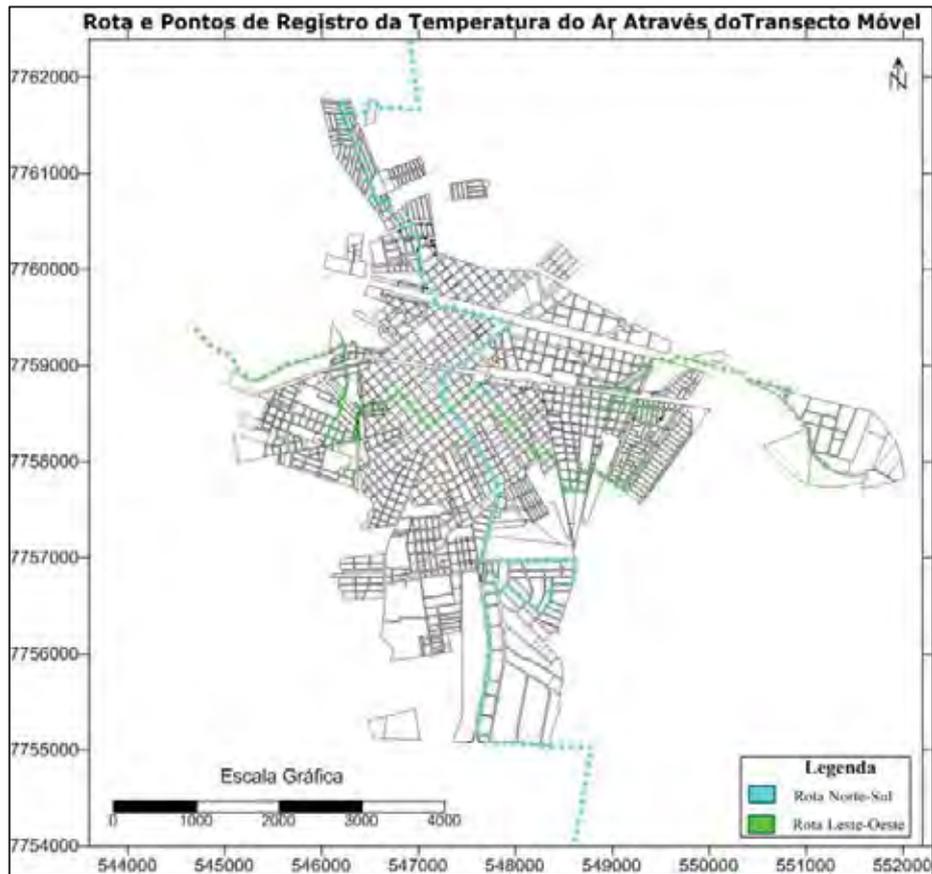


Figura 417: Rota e Pontos de Registro da Temperatura do Ar Através do Transecto Móvel.

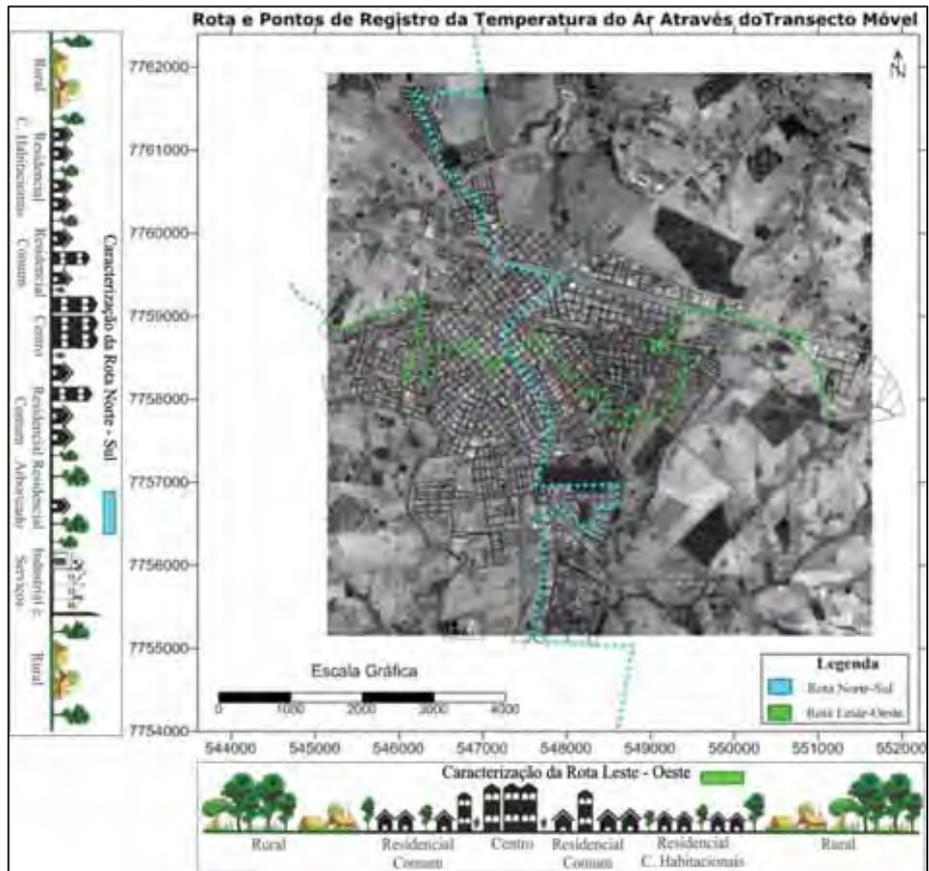


Figura 418: Tipologia do uso do solo.

### 1. Transecto móvel – Janeiro de 2010.

O mês de janeiro, como já descrito anteriormente, teve como característica marcante, a alta instabilidade atmosférica, fato que, fez com que as diferenças térmicas fossem reduzidas. Mesmo com essas condições de tempo, a diferença mínima registrada às 6h foi 2,4°C e a máxima 6,6°C. Às 21h, a diferença mínima registrada foi 3,9°C e a máxima 6,8°C, como pode ser observado na Tabela 8. Essas diferenças são consideradas altas para cidades do porte de Jales. Naturalmente, as diferenças térmicas foram maiores nos dias de atmosfera estável, sem vento ou com vento fraco.

**Tabela 8:** Temperatura máxima, mínima e diferença térmica em janeiro de 2010.

Temperatura às 6h: Janeiro.				Temperatura às 21h: Janeiro.			
Data	Máxima	Mínima	Diferença	Data	Máxima	Mínima	Diferença
4/1	27,2	21,8	5,4	3/1	29,4	24	5,4
5/1	25,9	22,3	3,6	4/1	30,9	24,1	6,8
6/1	25,9	22,6	3,3	5/1	28,4	24,5	3,9
13/1	22,7	20,3	2,4	7/1	28,7	22	6,7
20/1	25,7	21,2	4,5	9/1	27,4	23	4,4
				10/1	27,1	23,7	3,4
				17/1	28,5	23,1	5,4
				18/1	27,9	24,4	3,5
				19/1	27,9	23,6	4,3
				22/1	25,8	23	2,8
				23/1	25,9	22	3,9
				25/1	25,4	22,4	3
				26/1	26,4	22,6	3,8
				30/1	25,9	23	2,9
				31/1	25,9	22,3	3,6

O transecto móvel teve início no dia três de janeiro às 21h, em função da estabilidade atmosférica. Nesse dia, a temperatura mínima registrada foi 24°C e a máxima 29,4°C, com variação de 5,4°C, o que é bastante significativo para uma cidade do porte de Jales. No dia três, a atmosfera apresentou maior estabilidade, entretanto, ainda houveram pancadas de chuva à tarde, em função de um cavado que atuava no litoral. A Figura 159 apresenta a imagem *Goes* para o período, onde se observa baixa cobertura de nuvens.

Os pontos com temperaturas mais baixas, entre 24 e 25°C, (P1, P2 e P3) seja na área urbana, ou rural são fundos de vale não canalizados, fato que, demonstra a importante relação entre o clima e o relevo. As áreas de fundo de vale são mais baixas, e geralmente com maior vegetação e umidade.

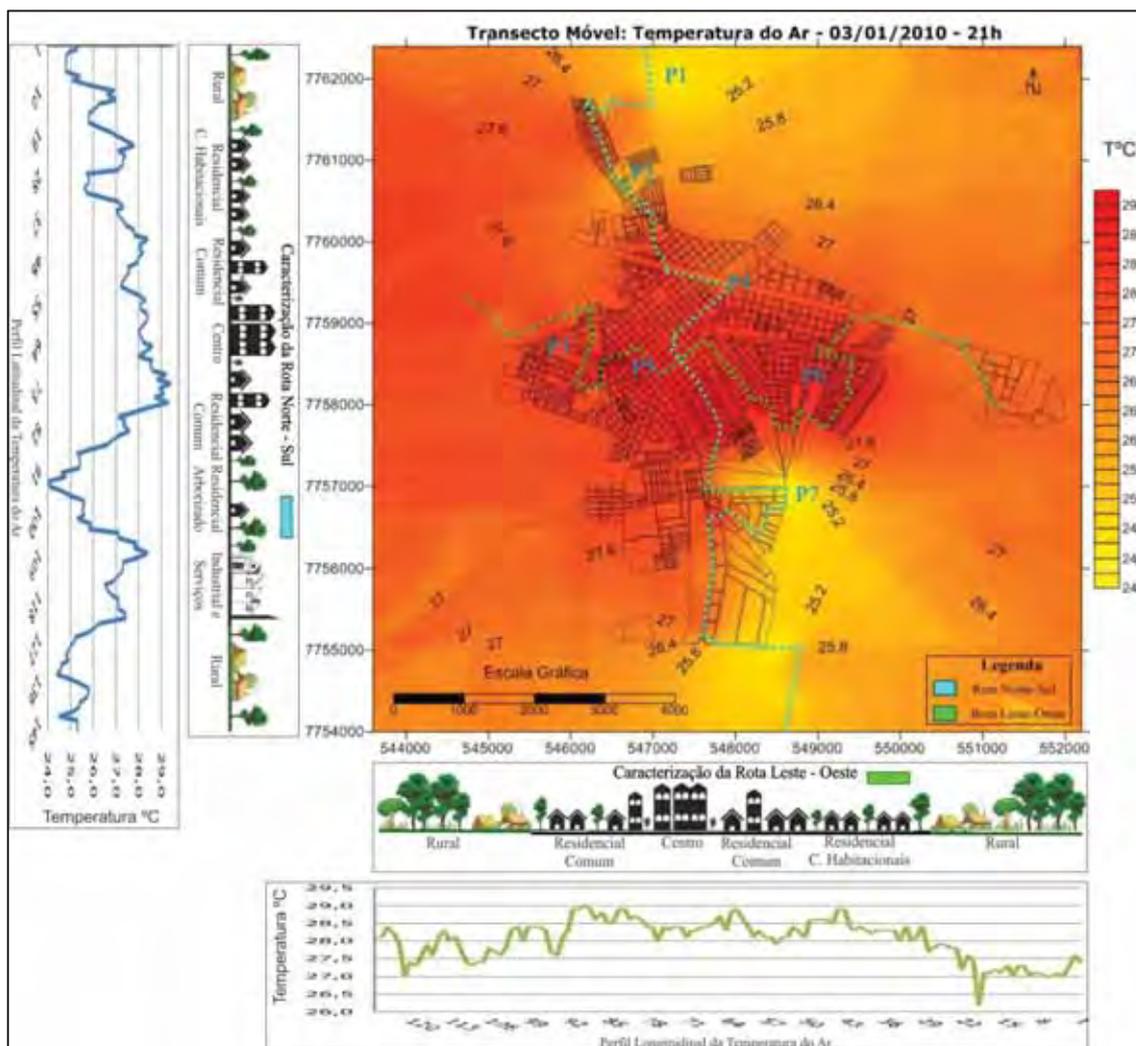


Figura 419: Temperatura do Ar – 03/01/2010 – 21h. Transecto Móvel.



Figura 420: Vista parcial do percurso.

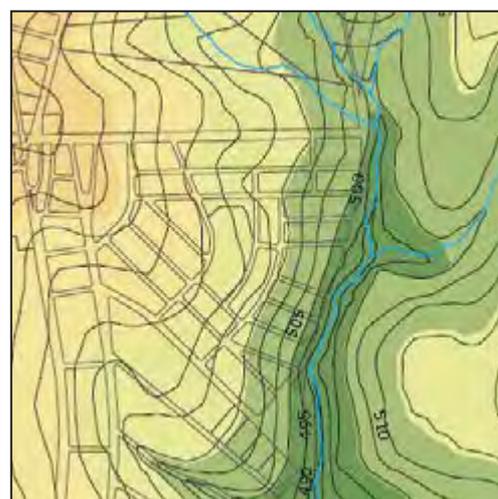


Figura 421: Vista parcial da Hipsometria.

Destaca-se a área rural ao norte (P1), com 24,6°C, e a área urbana ao sul (P3), com 24°C, especialmente nas proximidades do bosque municipal, como pode ser observado na Figura 419. Nesse bairro, estão localizados os maiores remanescentes de

mata dentro do perímetro urbano. São esses dois fatores, relevo e vegetação, que explicam as temperaturas mais baixas identificadas. Esse padrão se repetiu em diversos registros que serão apresentados adiante.

A Figura 420 apresenta os arredores do ponto 3, nas proximidades do bosque municipal. Essa área conta com alta porcentagem vegetação e baixa densidade de ocupação. A Figura 421 demonstra que essa área, além de ser um fundo de vale, possui as mais baixas altitudes em relação ao restante da cidade.

As temperaturas mais elevadas registradas no dia três, (28 à 29°C) formam uma grande ilha de calor, tendo o ponto 5 como centro. Esse bolsão de ar mais aquecido, inicia-se nos conjuntos habitacionais localizados na periferia a leste (P6), se intensifica no centro da cidade (P5) e se estende aos bairros com alta densidade de ocupação, localizados a oeste do centro (P3). Essa ilha pode ser explicada, devido à alta densidade de ocupação dos bairros, sendo que sua magnitude diminui em direção a zona rural. Outro fator importante, é a insuficiência da vegetação urbana.

No dia quatro às 6h a atmosfera voltou a ficar instável, com aumento de nebulosidade. Nesse horário a diferença térmica se ampliou, ficando em 5,4°C, variando entre 21,8 à 27,2°C.

Para esse horário nota-se, através da Figura 422, a diminuição da intensidade da ilha de calor observada na noite anterior, isso ocorreu, devido ao aumento da instabilidade atmosférica, entretanto, verificou-se que nos pontos 3, 5 e 6, a ilha de calor se manteve. Esses três bolsões de ar mais aquecidos se mantiveram nesses locais, mesmo com aumento da velocidade do vento, pois, essas são as áreas mais densamente ocupadas e com menor quantidade de vegetação urbana.

As áreas próximas aos pontos 1 e 7 se mantiveram menos aquecidas, como na noite anterior, intensificando a ilha fresca existente. Nesse horário, surgiu mais uma ilha fresca, com centro no ponto 2. Essa área também se localiza, no fundo de vale, com presença de vegetação.

Para o dia quatro, as ilhas frescas se mantiveram nos pontos 1, 2 e 7, já a ilha de calor voltou a se intensificar, estendendo-se novamente do ponto 5 ao 3, a oeste e 6, a leste, além, agora do ponto 8 a sul, como pode ser observado na Figura 423.

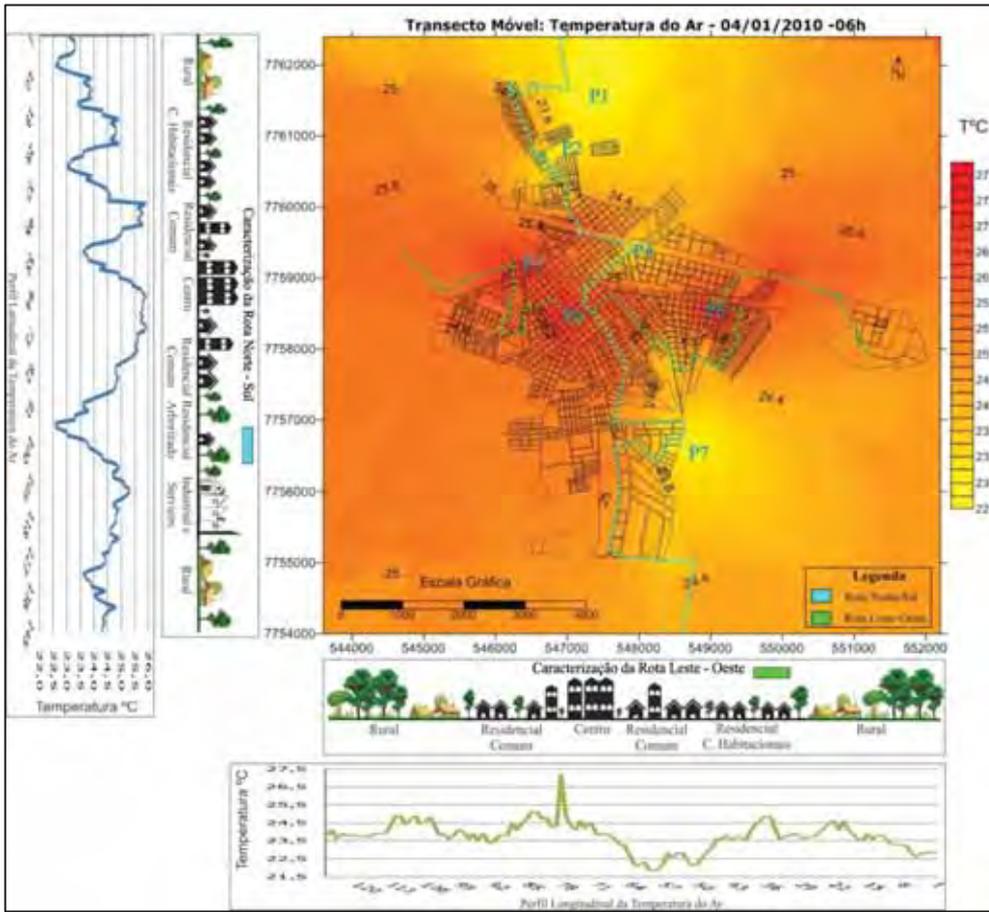


Figura 422: Temperatura do Ar – 04/01/2010 – 6h. Transecto Móvel.

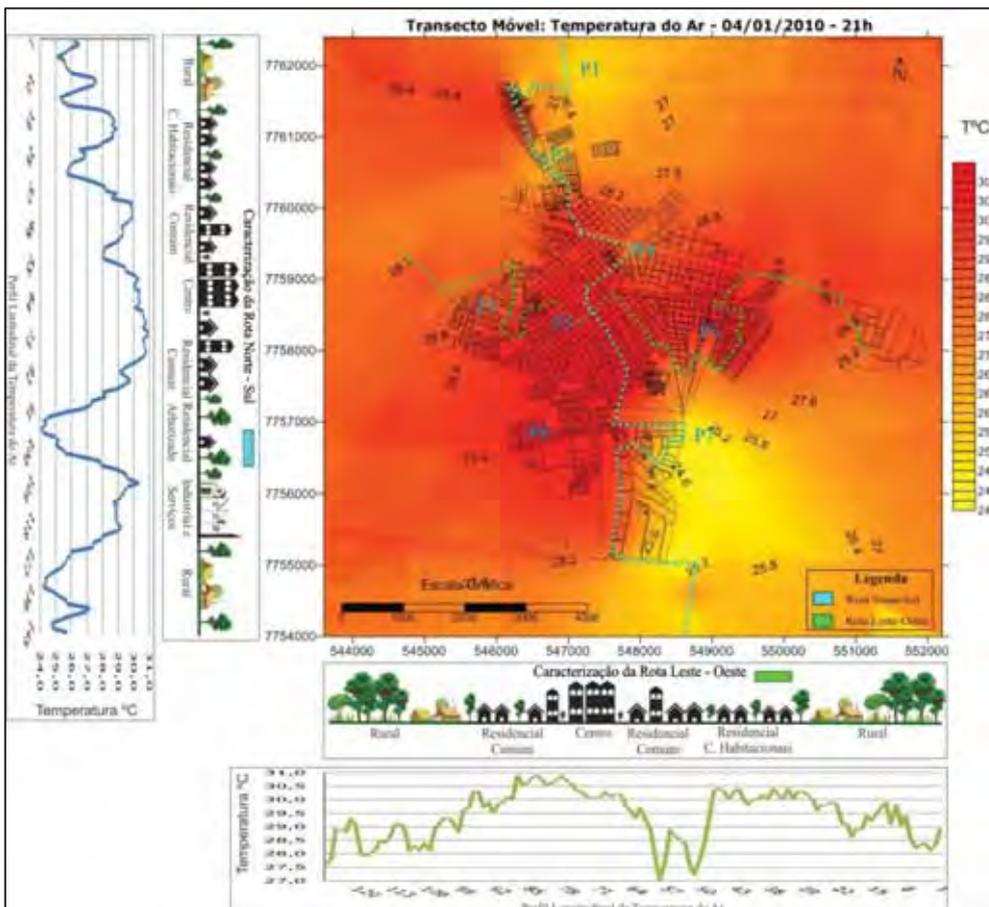


Figura 423: Temperatura do Ar – 04/01/2010 – 21h. Transecto Móvel.

A área do ponto 8, é caracterizada por uso residencial, porém, com alta densidade de ocupação, vegetação urbana insuficiente e significativa ocorrência de telhados do tipo fibrocimento, como pode ser observado na Figura 424, fatores que explicam o aquecimento dessa região, mesmo estando próxima da zona rural e ao fundo de vale.



**Figura 424:** Vista parcial dos arredores do ponto 8.

No dia cinco às 6h, pode se observar na Figura 425, a redução de 2°C da temperatura máxima registrada, em relação ao mesmo horário do dia quatro. Essa redução se deu, em função do aumento da instabilidade e da velocidade do vento. Esses fatores são os responsáveis pelo enfraquecimento da ilha de calor, que nesse horário ficou restrita ao centro da cidade (P5). É possível observar que o ar aquecido pela cidade foi deslocado para a zona rural a oeste, fato que está de acordo com a direção predominante do vento. Destaca-se que, as ilhas frescas se intensificaram nesse horário. Essa relação fica clara ao se analisar o perfil latitudinal e longitudinal da temperatura, que evidenciam, o deslocamento do ar mais aquecido para o oeste. As menores temperaturas foram registradas a leste da cidade.

A Figura 426, apresenta os arredores do ponto 5. Essa área é caracterizada por uso do solo do tipo comercial e de serviços, ocupação intensa com verticalização, além, de grande fluxo de veículos e pessoas. Associado a essas características, ressalta-se que, o centro da cidade é a área com menor ocorrência de vegetação. Destaca-se ainda que, as árvores identificadas na Figura 426, localizadas na Avenida Francisco Jalles, não existem mais, sendo que a vegetação do centro hoje está restrita, quase que exclusivamente, às duas praças. Além desses fatores, a área do centro apresenta declividade reduzida, altitude elevada e vertente voltada para norte, fatores que potencializam a absorção da radiação solar, sendo ainda que, no centro da cidade existe

a maior ocorrência de telhados do tipo fibrocimento e zinco. Todos esses fatores deixam claro, porque nessa área, a ilha de calor se manifesta com maior intensidade

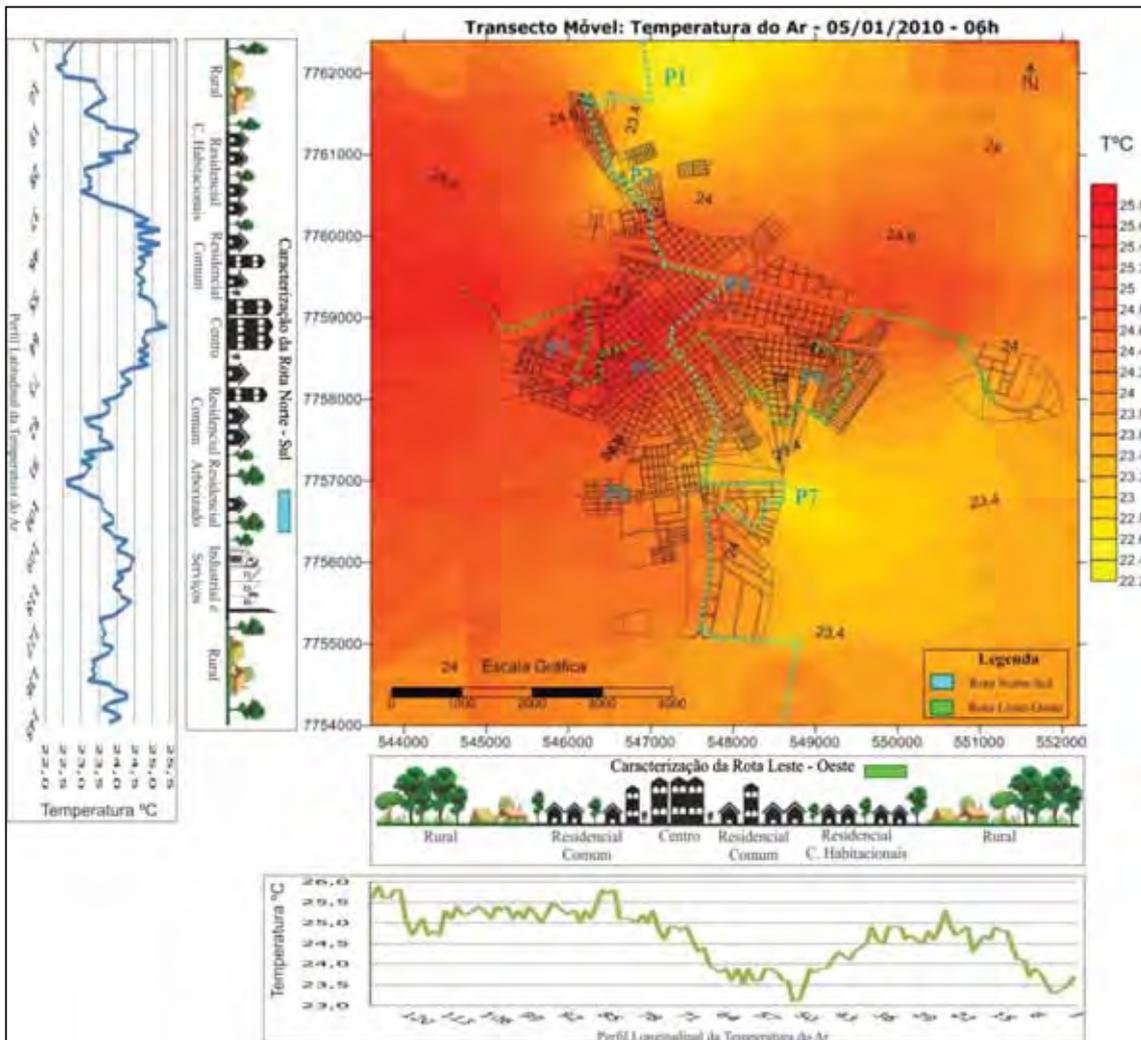


Figura 425: Temperatura do Ar – 05/01/2010 – 6h. Transecto Móvel.

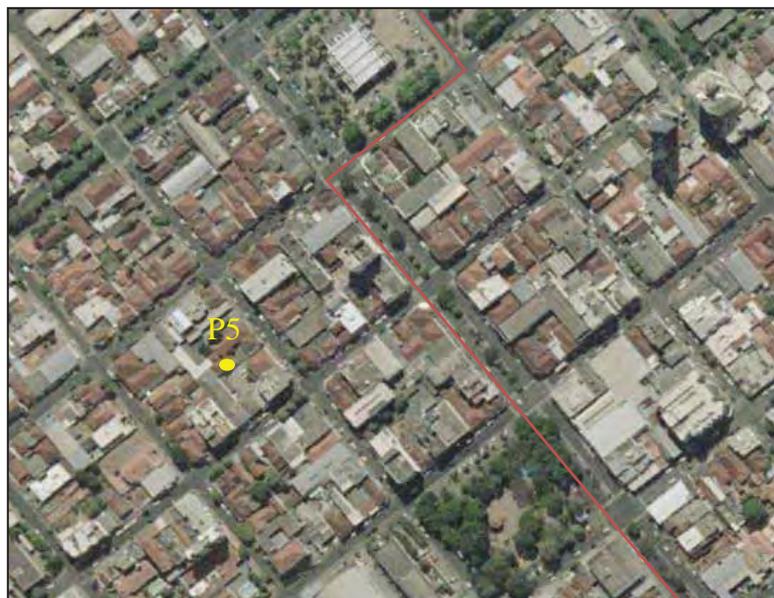
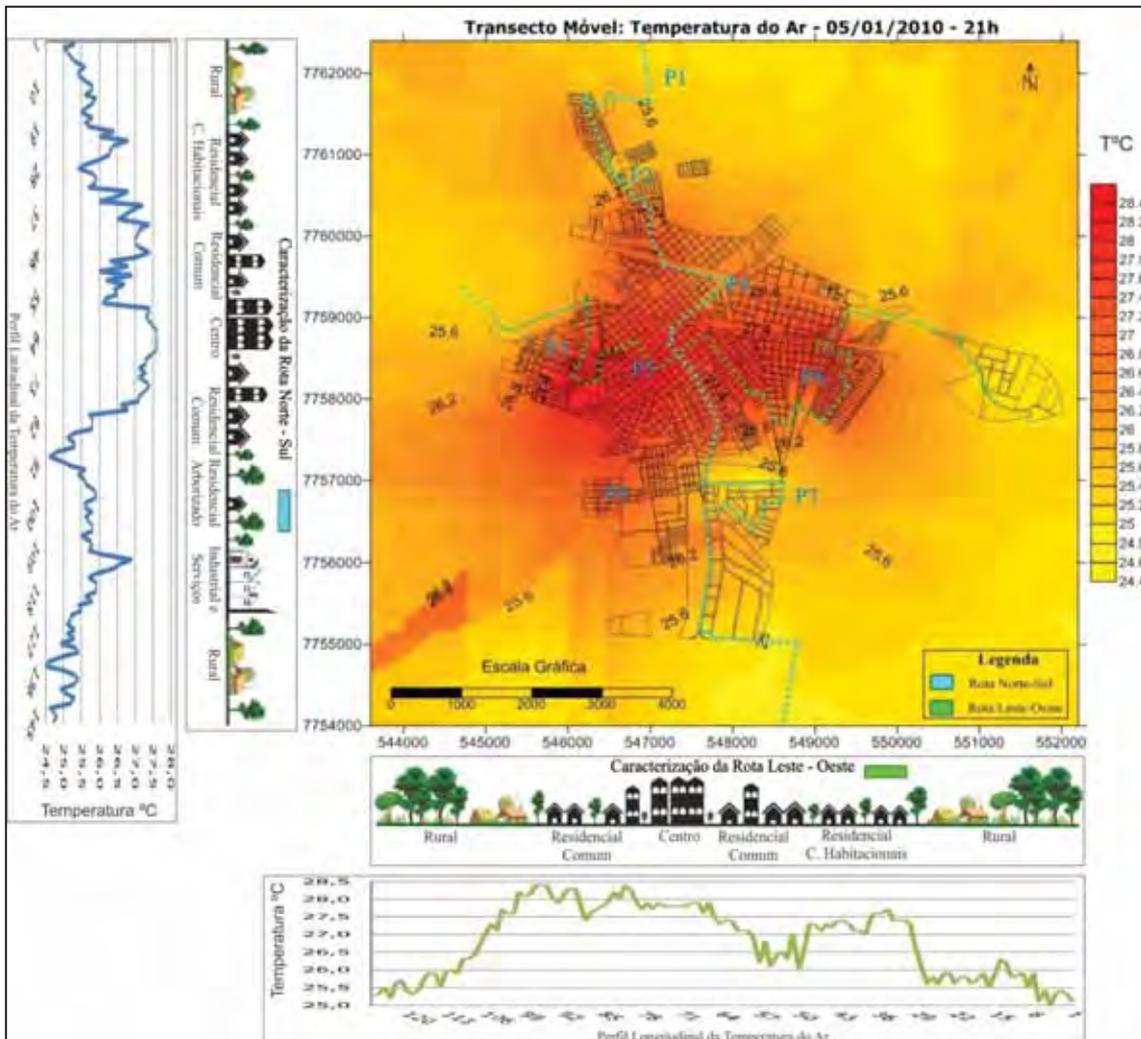


Figura 426: Vista parcial do centro da cidade (P5).

No dia cinco às 21h, a instabilidade atmosférica continuou alta, como pode ser observado na Figura 166, fator que contribuiu para a baixa diferença térmica identificada, 3,9°C, com temperatura variando entre 25,5 e 28,4°C.



**Figura 427:** Temperatura do Ar – 05/01/2010 – 21h. Transecto Móvel.

Nesse horário verificou-se o tradicional modelo centro-periferia, com intensidade máxima da ilha de calor no centro da cidade (P5), estendendo-se com menor magnitude aos pontos 3 e 6. As temperaturas decaíram em direção à zona rural onde foram registrados os menores valores (Figura 427).

Começam a se destacar também, os conjuntos habitacionais JACB e Arapuã, localizados a norte, pela formação de duas ilhas de calor, separadas por uma ilha fresca (fundo de vale P2). Essas duas ilhas de calor, com maior intensidade no centro desses conjuntos habitacionais, são explicadas pela intensa ocupação do solo nesses bairros, com significativa ocorrência de telhados do tipo fibrocimento, ausência de vegetação urbana, especialmente, nos espaços livres de construção, que em sua maioria não estão

efetivamente implantados. Em diversos episódios o conjunto habitacional Arapuã se apresentou mais aquecido em função de estar localizado na vertente orientada para norte e noroeste, fator que potencializa o aquecimento dessa área.

Dentro do perímetro urbano, as ilhas frescas continuam se manifestando nos pontos 2 e 7, sendo este último, em especial, de maior intensidade, pois além de se encontrar próximo ao fundo de vale, conta com significativa quantidade de vegetação.

No dia seis às 6h, a atmosfera continuou instável, com vento de intensidade moderada. Essas condições contribuíram, para que a diferença térmica, continuasse baixa, 3,3°C, com temperatura variando entre 22,6 e 25,9°C.

Nesse horário, observa-se, através da Figura 428, que a ilha de calor ainda mantém maior intensidade no ponto 5, porém, deslocando-se para oeste (P3). Percebe-se que a cidade continuou mais aquecida que o campo, onde foram registradas as menores temperaturas. As ilhas frescas se mantiveram nos pontos 2 e 7, sendo que, nesse horário surge mais uma ilha fresca de baixa intensidade a sul do ponto 6.

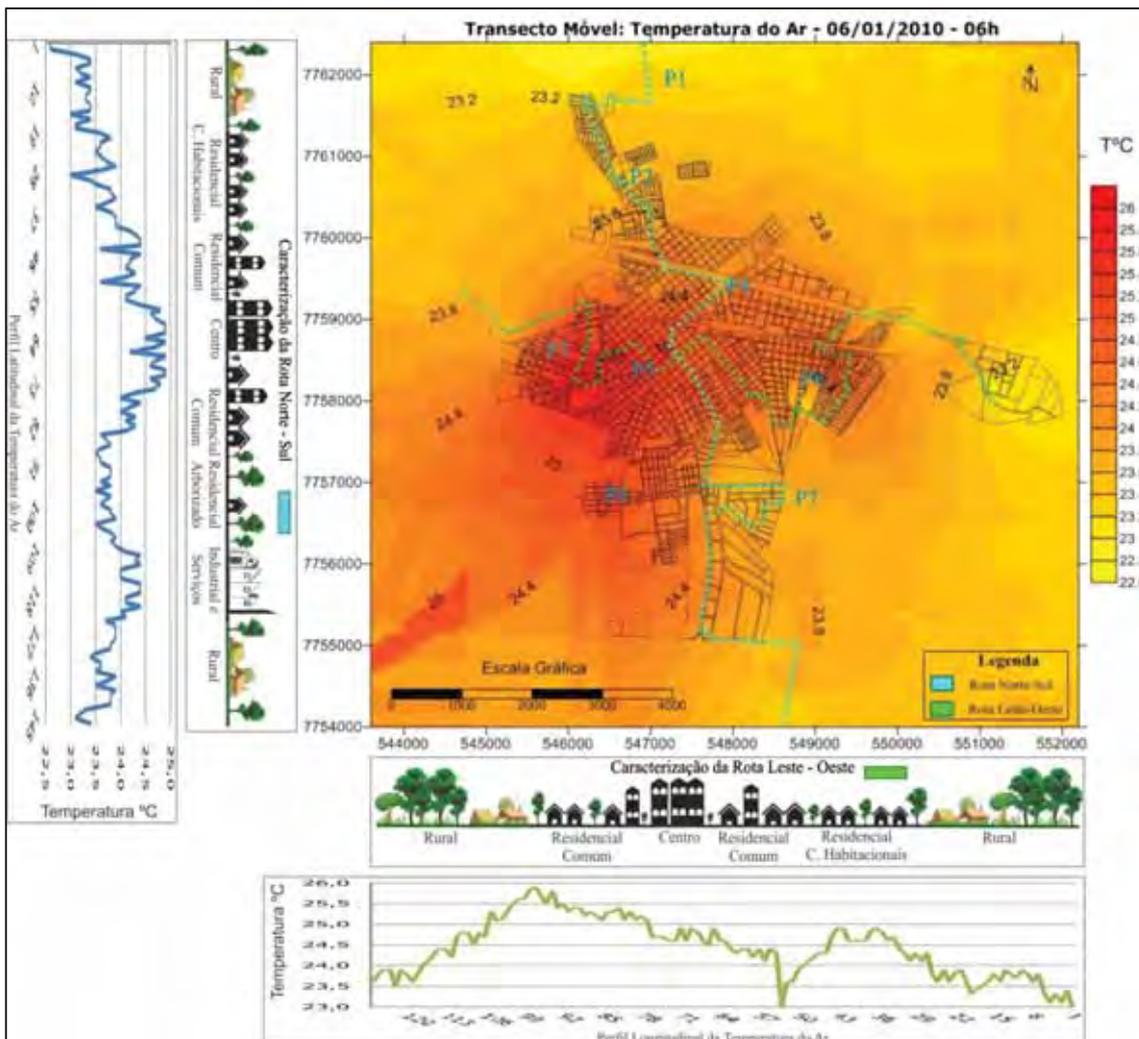
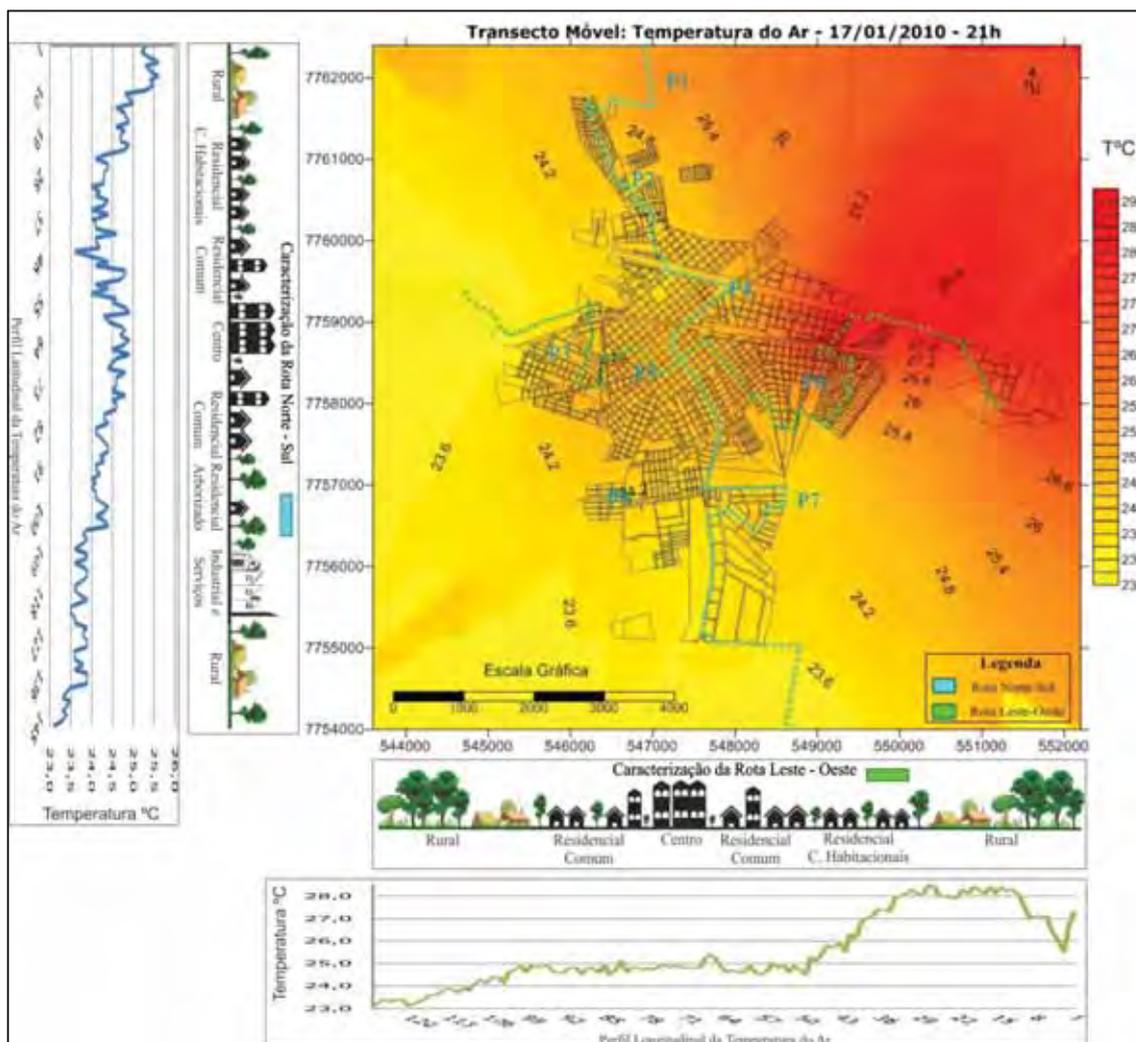


Figura 428: Temperatura do Ar – 06/01/2010 – 6h. Transecto Móvel.

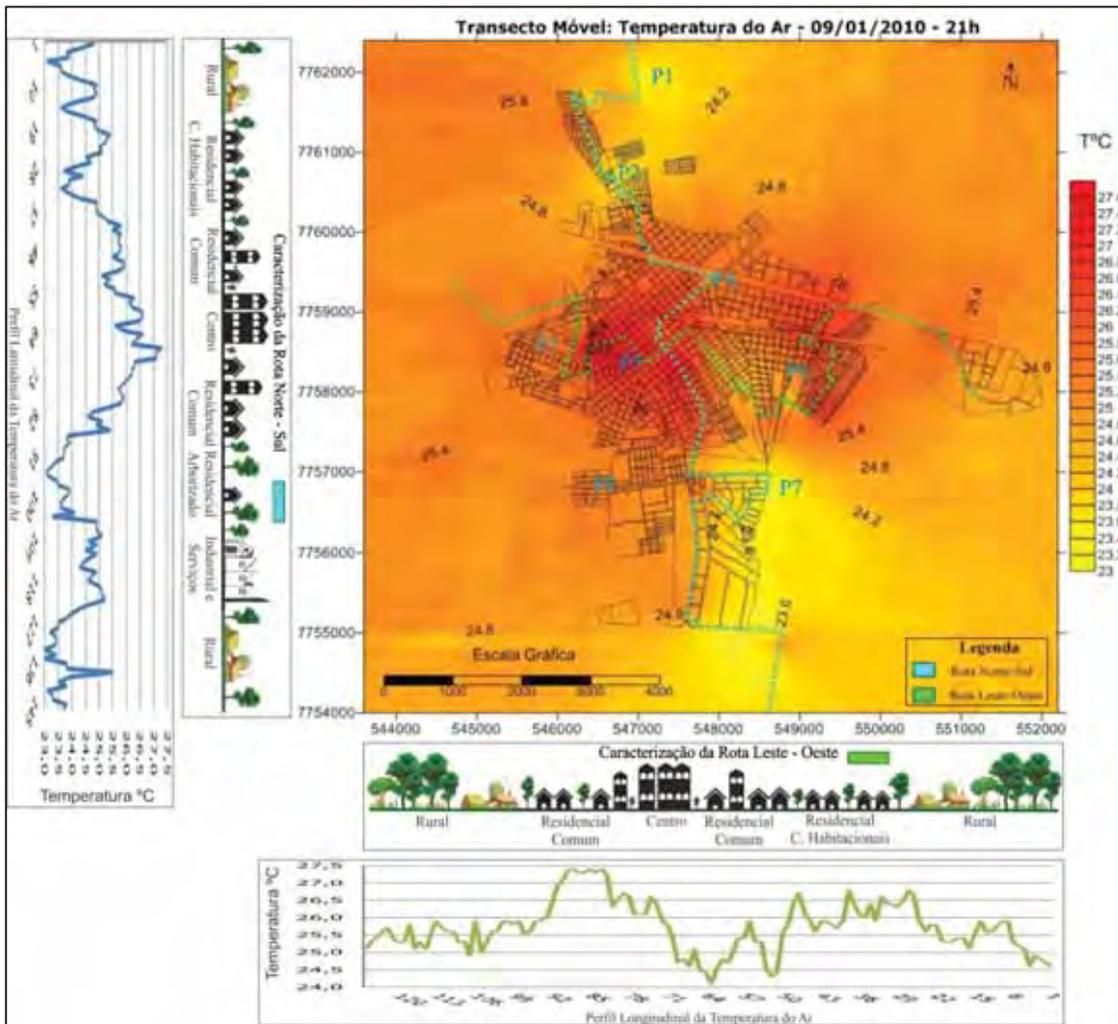




**Figura 430:** Temperatura do Ar – 17/01/2010 – 21h. Transecto Móvel.

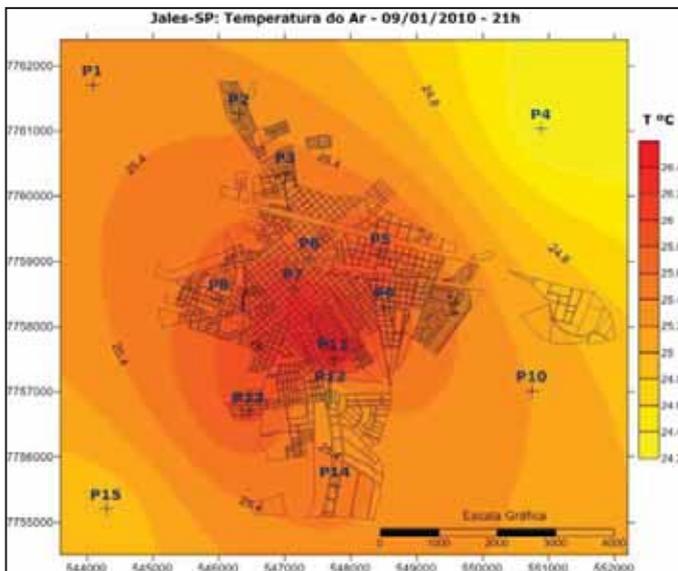
No dia nove às 21h, a atmosfera voltou a ficar estável, a diferença térmica começou a subir, ficando em 4,4°C, com temperatura variando entre 23,0 e 27,4°C. Nesse período, o padrão centro-periferia se manteve, com variação de magnitude, como pode ser observado na Figura 431.

Nota-se através da Figura 431 que a ilha de calor no ponto 5 se manteve intensa, estendendo-se ao sul do ponto, fato que coincidiu com os dados das mini-estações de ponto fixo, como pode ser observado na Figura 432. Essa ilha de calor se estendendo ao sul do ponto 5, ocorreu em significativo número de dias, isso porque, essa área é caracterizada por intensa ocupação do solo, ausência de vegetação e ausência de espaços livres de construção, como pode ser observado a Figura 433. Nessa região, existe também uma mistura de usos do solo, sendo que, o residencial predomina. Porém a presença de uma importante via de ligação da cidade (Avenida Francisco Jalles) causa uma intensificação do trânsito. Outro fator importante é a orientação da vertente, voltada para norte em algumas áreas localizadas entre os pontos 5 e 8.

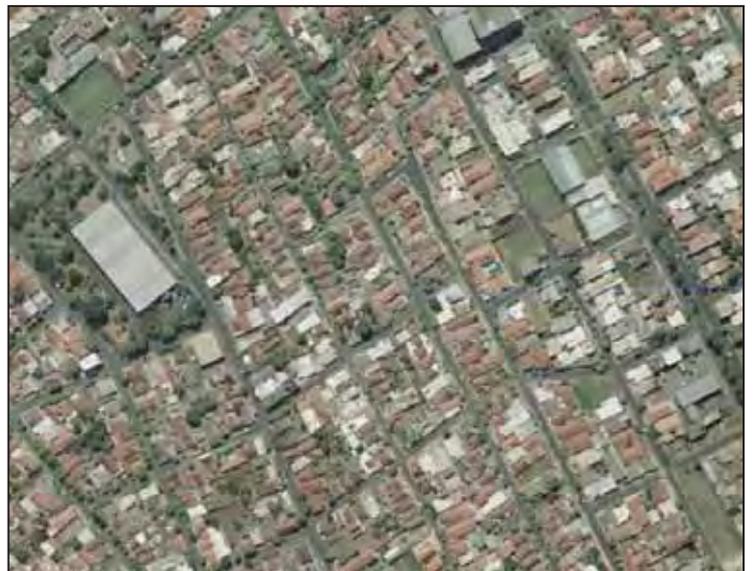


**Figura 431:** Temperatura do Ar – 09/01/2010 – 21h. Transecto Móvel.

As ilhas frescas também se intensificam nesse horário, em especial a localizada no ponto 7, que se ligou à zona rural ao sul do mapa.



**Figura 432:** Temperatura do Ar – 05/01 21h: Pontos Fixos.



**Figura 433:** Vista parcial do centro ao sul do ponto 7



fresca, se restringiu a uma área de baixa ocupação, com presença de espaços livres de construção, algumas represas pertencentes a um pesqueiro, como pode ser observado na Figura 435.



Figura 435: Vista parcial do fundo de vale localizado no Jardim Oiti.

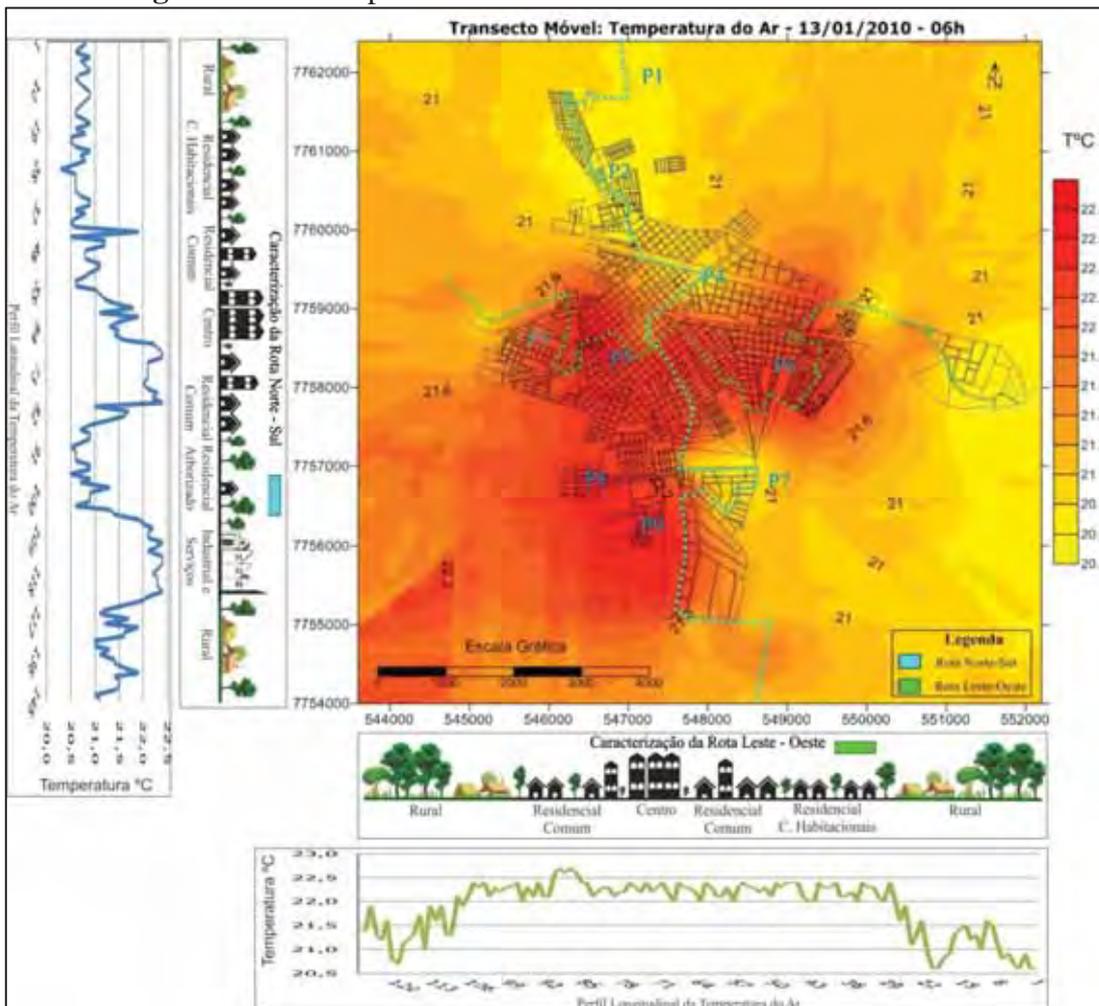


Figura 436: Temperatura do Ar – 13/01/2010 – 06h. Transecto Móvel.

No dia treze às 6h, a atmosfera continuou estável, sendo que, a diferença térmica registrada foi de  $2,4^{\circ}\text{C}$ , com temperatura variando entre  $20,3$  e  $22,7^{\circ}\text{C}$ . É possível observar, através da Figura 436, que a ilha de calor do centro da cidade se manteve, estendendo-se aos pontos 3 e 6. Além dessa ilha de calor, notou-se outra ilha formada no ponto 8, que se estendeu a sul (P9), atuando sobre bairros residenciais, do tipo conjuntos habitacionais, com alta densidade de ocupação, lotes pequenos, significativa ocorrência de telhados do tipo fibrocimento e construções que ocupam quase todo o lote, como pode ser observado na Figura 437. Foi possível verificar também, existência de vegetação do tipo arbórea nos bairros, entretanto, ainda de pequeno porte. Mesmo que esses bairros estejam próximos a zona rural, a densidade de ocupação observada em seu interior mostrou-se capaz de criar uma ilha de calor de alta intensidade.



**Figura 437:** Vista parcial do Ponto 4.

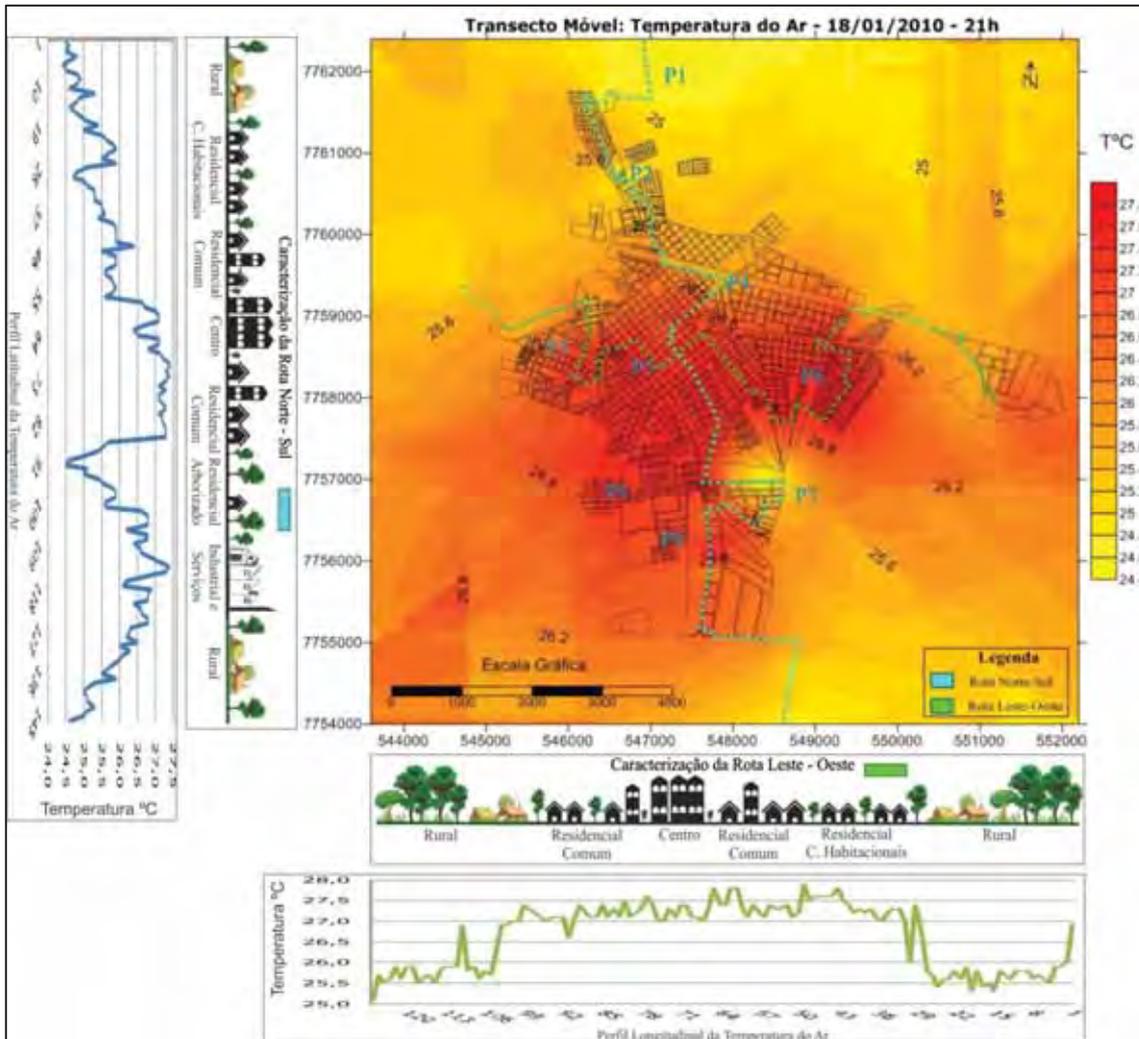


**Figura 438:** Vista parcial do Ponto 9.

A ilha fresca do ponto 7 se manteve, sendo que, a do ponto 2 se intensificou, atuando também, nas áreas dos conjuntos habitacionais nos seus arredores. Nota-se o surgimento de outra ilha fresca, de menor magnitude no ponto 4, que embora esteja próxima de usos do solo do tipo comercial e de serviços, está localizada em uma área de fundo de vale, ao lado de um grande espaço não ocupado, como pode ser observado na Figura 438.

No dia dezoito às 21h, o padrão descrito para o dia treze se repetiu com maior intensidade, devido ao aumento da estabilidade atmosférica, que favoreceu a ampliação da diferença térmica para  $3,5^{\circ}\text{C}$ , com temperatura variando entre  $24,4$  e  $27,9^{\circ}\text{C}$  (Figura 439).

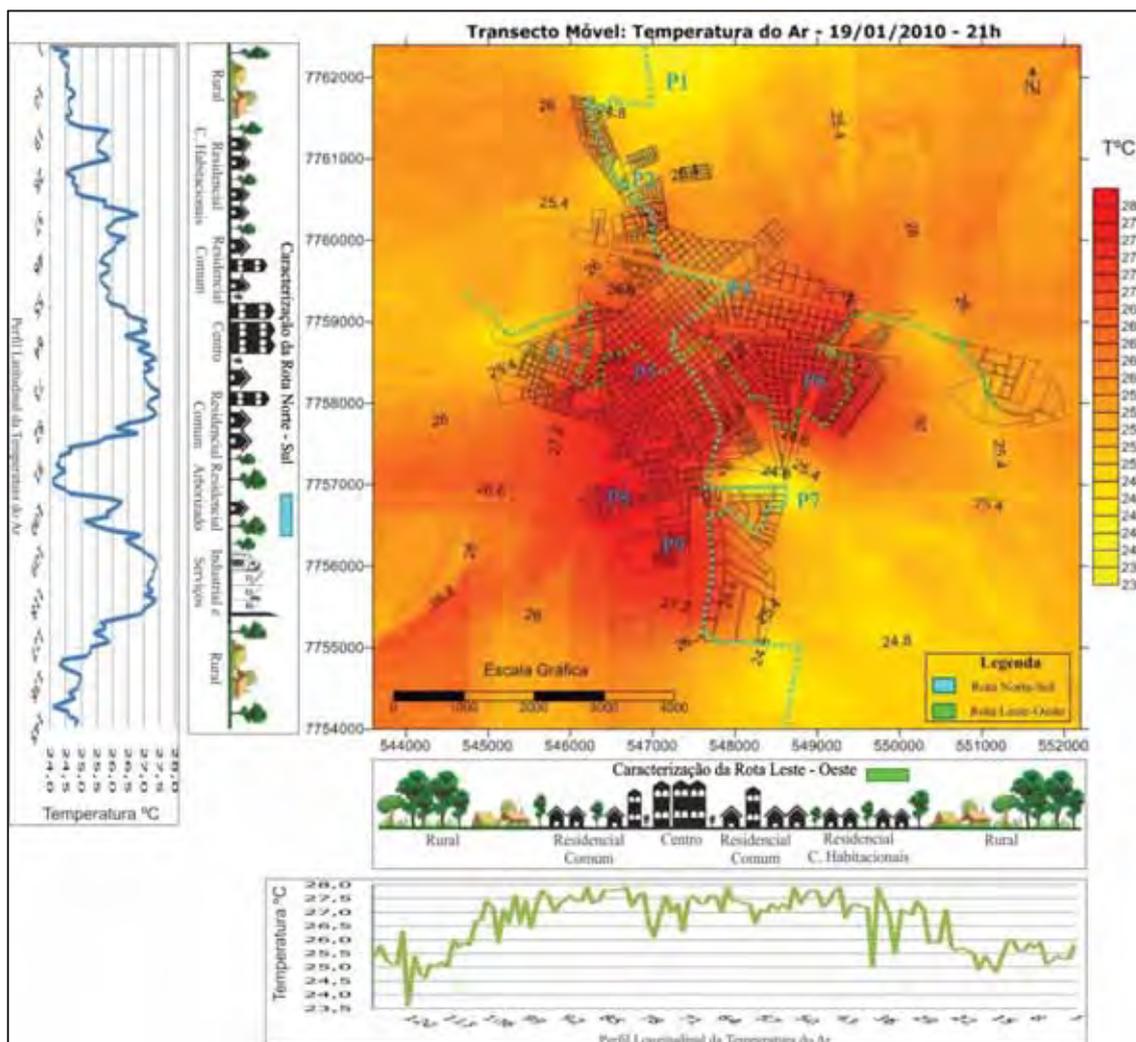
A diferença entre o dia dezoito e o dia anterior, está relacionada à intensificação da ilha de calor do centro da cidade, que se estende aos pontos 3, 6 e 8, além de que, os conjuntos habitacionais ao norte, voltam a se aquecer. As ilhas frescas dos pontos 2 e 7 têm sua dimensão espacial diminuída, e como nos dias anteriores, a zona rural e a ilha fresca no ponto 7, apresentam as menores temperaturas registradas.



**Figura 439:** Temperatura do Ar – 18/01/2010 – 21h. Transecto Móvel.

No dia dezoito a diferença térmica se ampliou para 4,3°C, com temperatura variando entre 22,6 e 27,9°C, com repetição do padrão descrito para o dia dezoito, como pode ser observado na Figura 440.

Destaca-se, entretanto, que nesse período, ocorreu uma intensificação da ilha de calor tanto em intensidade quanto em extensão, passando a atuar também, em áreas localizadas a sul do ponto 9, a norte e a leste do ponto 6. Essa intensificação da ilha de calor, se deve, principalmente, ao aumento da estabilidade atmosférica, o que permitiu que essas áreas se aquecessem com maior eficiência.



**Figura 440:** Temperatura do Ar – 19/01/2010 – 21h. Transecto Móvel.

No dia 20 às 6h a diferença térmica se ampliou para 4,5°C, com temperatura variando entre 21,2 e 25,7°C.

Durante esse período, observou-se que a ilha de calor do ponto 6 se enfraqueceu, sendo que, a área mais aquecida continuou, sendo o centro da cidade (P5) estendendo-se aos pontos 3 e 8. É importante destacar que, nesse horário a ilha fresca do ponto 7, também enfraqueceu, pois, ocorreu um deslocamento das temperaturas mais elevadas em direção ao sul e da cidade. As menores temperaturas foram registradas a norte, nordeste e leste da área, como pode ser observado na Figura 441.

O deslocamento citado acima, pode ser explicado pela presença de precipitação na zona rural, ao norte na noite anterior, associada à velocidade e à direção predominante dos ventos para o mês de janeiro, que foi de norte e nordeste.

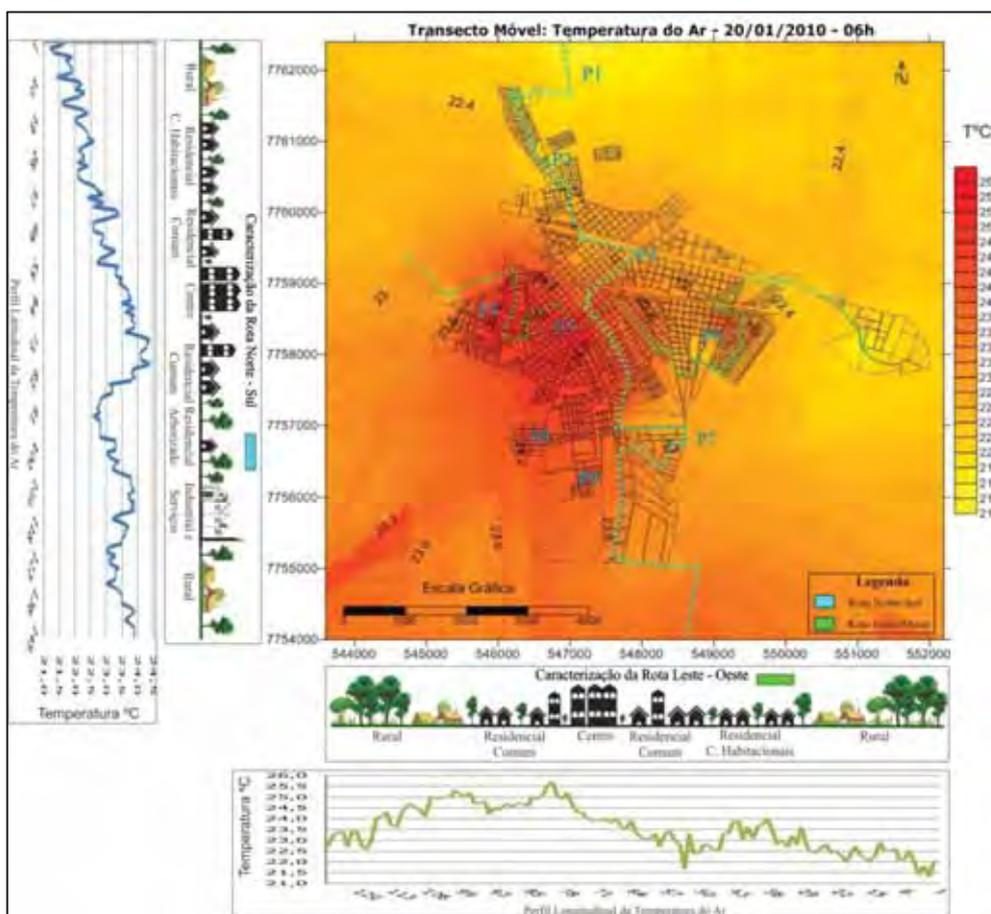


Figura 441: Temperatura do Ar – 20/01/2010 – 6h. Transecto Móvel.

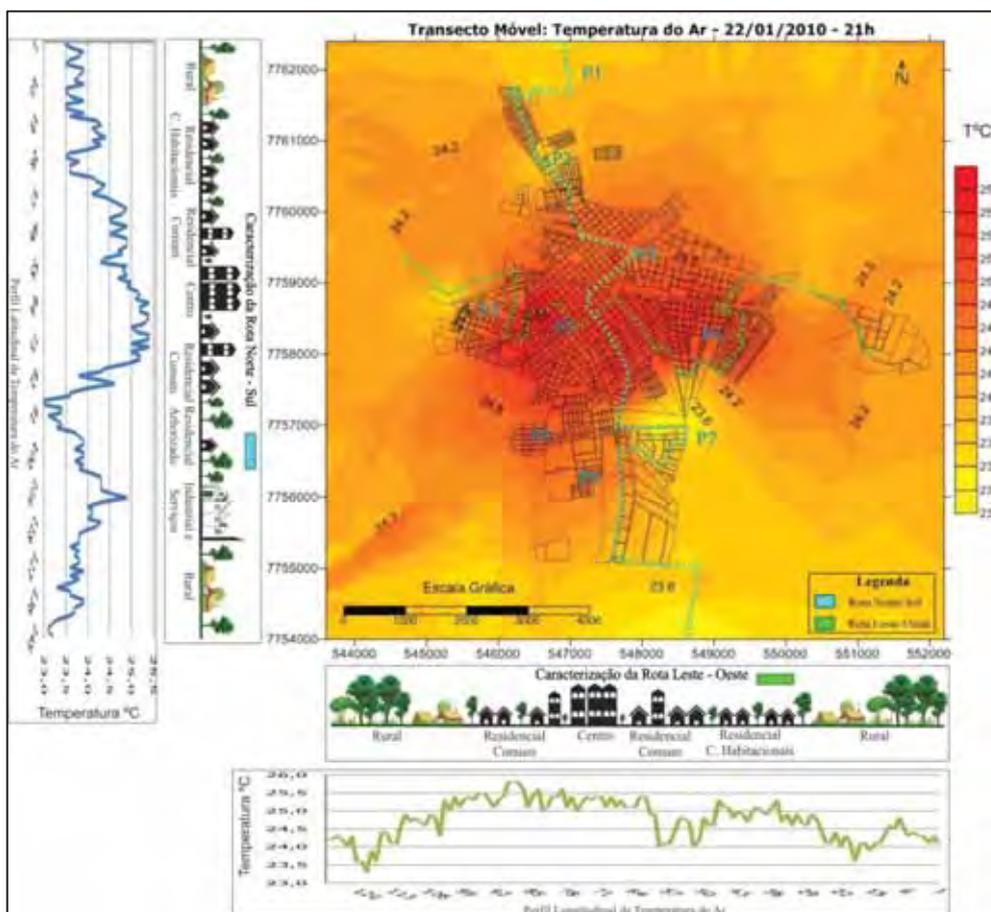


Figura 442: Temperatura do Ar – 22/01/2010 – 21h. Transecto Móvel.

Entre os dias 22 e 30, o mesmo padrão se repetiu, com algumas variações de intensidade. De maneira geral, todos esses dias apresentaram a formação de uma ilha de calor no centro da cidade, em alguns momentos restrita às proximidades do ponto 5, e em outros momentos se estendendo até os pontos 3 e 6 (Figuras 442 a 444).

Observou-se também que, com diferença térmica mais intensa, essa ilha de calor se estendeu até o ponto 8 (Figura 443). Em episódios de diferenças térmicas menores, a ilha de calor ficou restrita às proximidades do ponto 5 (Figura 446)

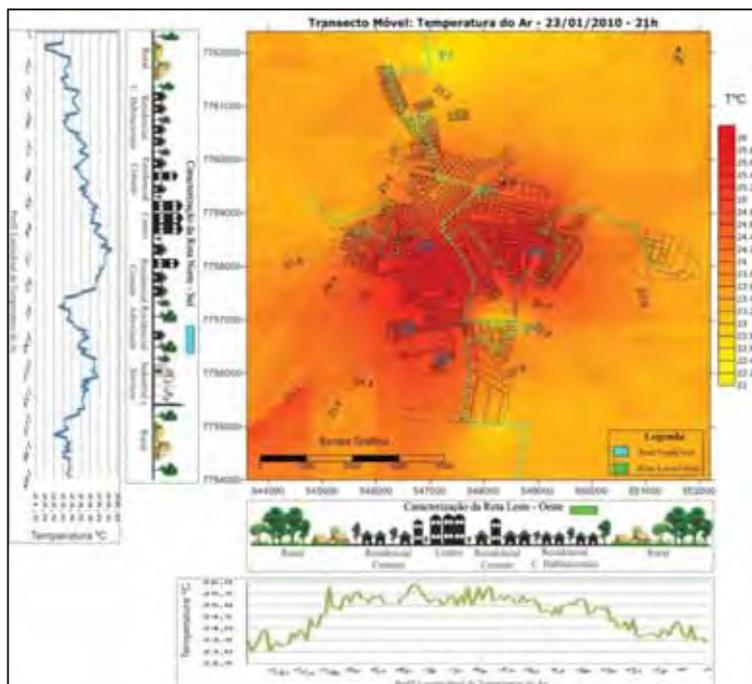


Figura 443: Temperatura do Ar-23/01/2010-21h. Transecto Móvel.

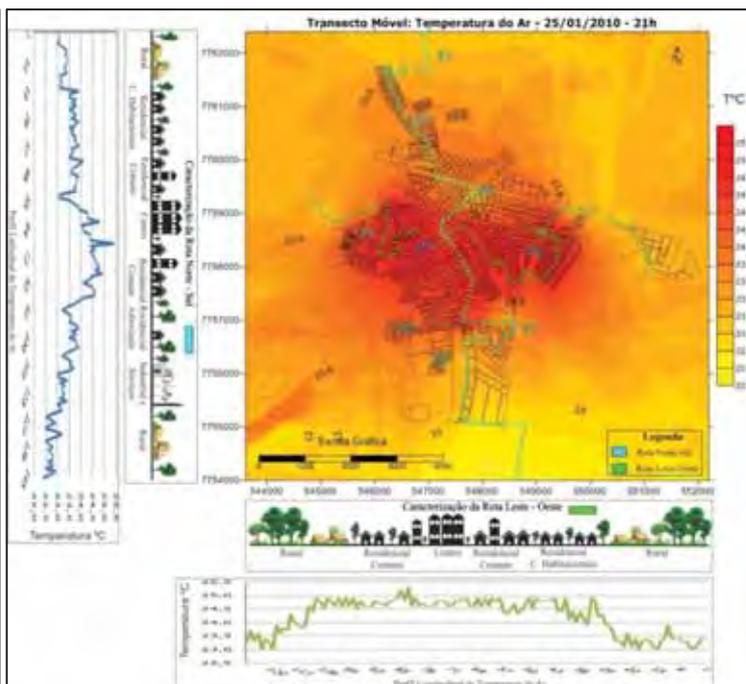


Figura 444: Temperatura do Ar-25/01/2010-21h. Transecto Móvel.

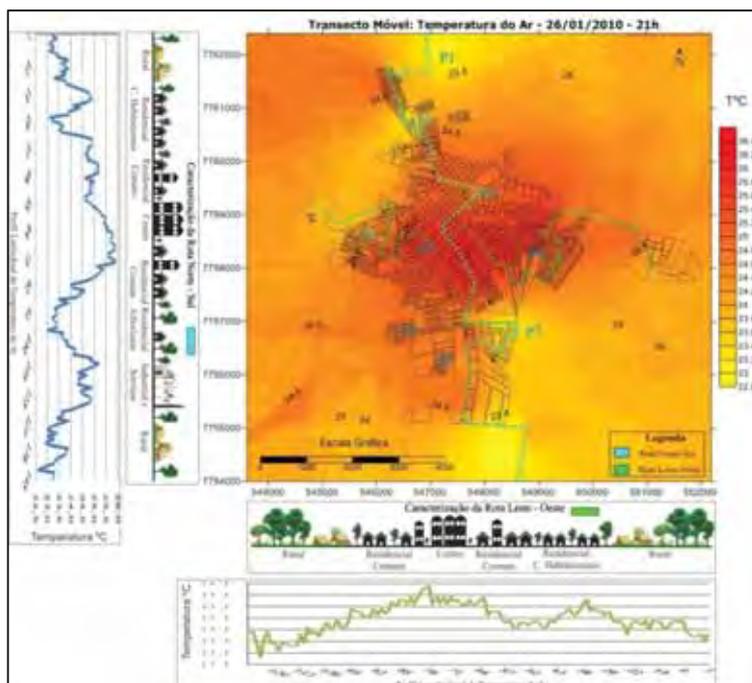


Figura 445: Temperatura do Ar-26/01/2010-21h. Transecto Móvel.

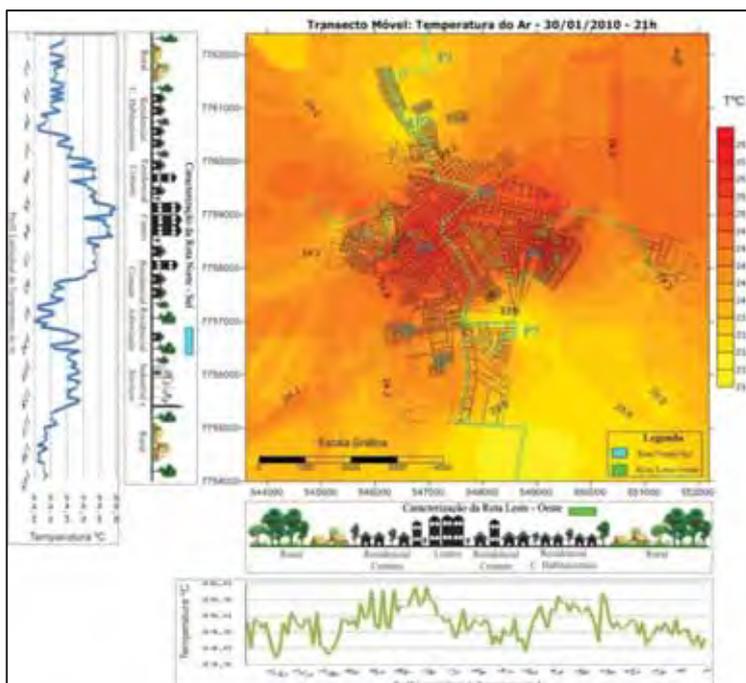
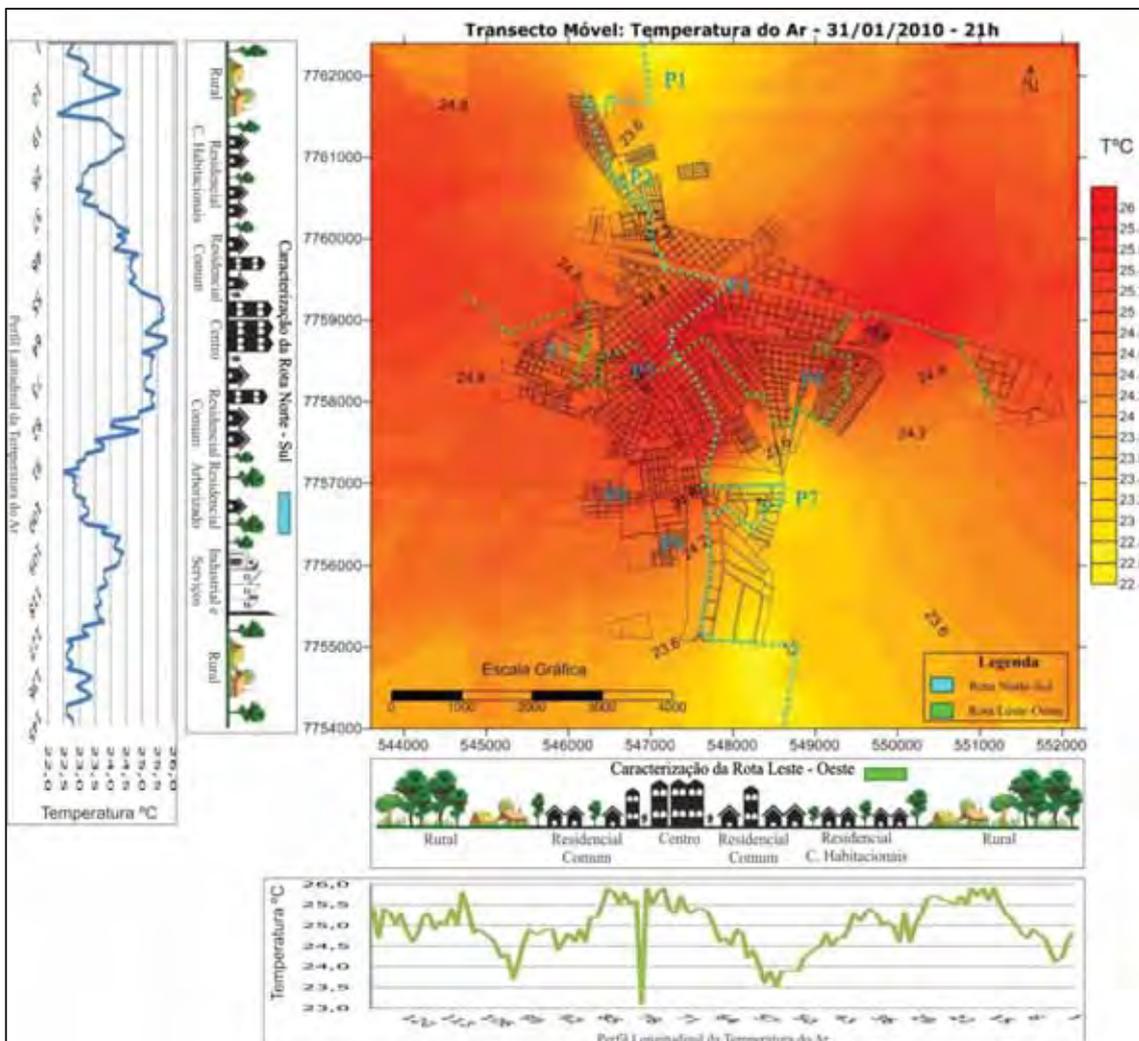


Figura 446: Temperatura do Ar-30/01/2010-21h. Transecto Móvel.

No dia 25, notou-se claramente o estabelecimento de um padrão, com área rural menos aquecida que a área urbana, e a formação de uma ilha de calor no centro da cidade, que se estende aos pontos 3 e 6. Observou-se também, o aquecimento mais intenso dos bairros do tipo conjunto habitacional. Para esse período, destaca-se que as ilhas frescas se apresentam com menor intensidade.

Em relação às ilhas frescas, elas se mantiveram em todos os episódios nos pontos 2 e 7, com maior ou menor intensidade. Como já descrito, esses locais são áreas de fundo de vale, de menor altitude com maior ocorrência de vegetação e umidade. Outras áreas de fundo de vale como o ponto 1, na zona rural e ao sul do ponto 7, também apresentaram a formações de ilhas frescas. De modo geral, essas áreas de fundo vale e a zona rural, se apresentaram sempre menos aquecidas do que as áreas urbanas.



**Figura 447:** Temperatura do Ar-31/01/2010-21h. Transecto Móvel.

Entretanto, no dia 31 (Figura 447), esse padrão se alterou tanto em relação às ilhas de calor, quanto em relação às ilhas frescas. Observou-se, a formação de três ilhas

de calor: a primeira no ponto 5, no centro da cidade, registrada em diversos outros episódios, porém, as outras duas se localizaram na zona rural, à nordeste do ponto 6 e à noroeste do ponto 3. A explicação para o surgimento dessas duas ilhas de calor, está relacionada à altitude e à geomorfologia, pois essas duas áreas, são as mais altas da cidade e são áreas de topos com vertente orientada para norte, o que intensifica a absorção da radiação solar, potencializando seu aquecimento. Como no dia 31 houve períodos de sol à tarde e com diferença térmica alta, acredita-se que os fatores citados são os responsáveis pelas ilhas de calor observadas.

Em relação às ilhas frescas, destaca-se, que nesse dia, as menores temperaturas foram registradas nos fundos de vale dentro do perímetro urbano, já que a zona rural se apresentou aquecida, principalmente, a leste e oeste. Esses fatores demonstram a relação direta com a altitude, forma e orientação do relevo.

De maneira geral, essas foram às principais características observadas no mês de janeiro, através dos registros realizados nos transectos móveis.

## **2. Transecto móvel – Julho de 2010**

O mês de julho, como já descrito anteriormente, teve como característica marcante um longo período de estiagem, com apenas um episódio de precipitação de 0,8 milímetros registrado na zona rural. Esse fato, fez com que grande parte da vegetação da zona rural perdessem suas folhas, e em muitos locais o solo ficasse exposto. O solo exposto e seco tem alta capacidade de armazenar calor durante o dia liberando-o durante a noite, o que fez com que as temperaturas da zona rural se elevassem significativamente. Esse fato foi comprovado pelas análises da temperatura de superfície, realizadas através das imagens da banda termal do satélite *landsat7*.

A diferença mínima registrada às 6h foi 6,7°C e a máxima 9,6°C. Às 21h, a diferença mínima registrada foi 3,9°C e a máxima 11°C, como pode ser observado na Tabela 9. Essas diferenças são consideradas altas para cidades do porte de Jales. Naturalmente, as diferenças térmicas foram maiores nos dias de atmosfera estável, sem vento ou com vento fraco.

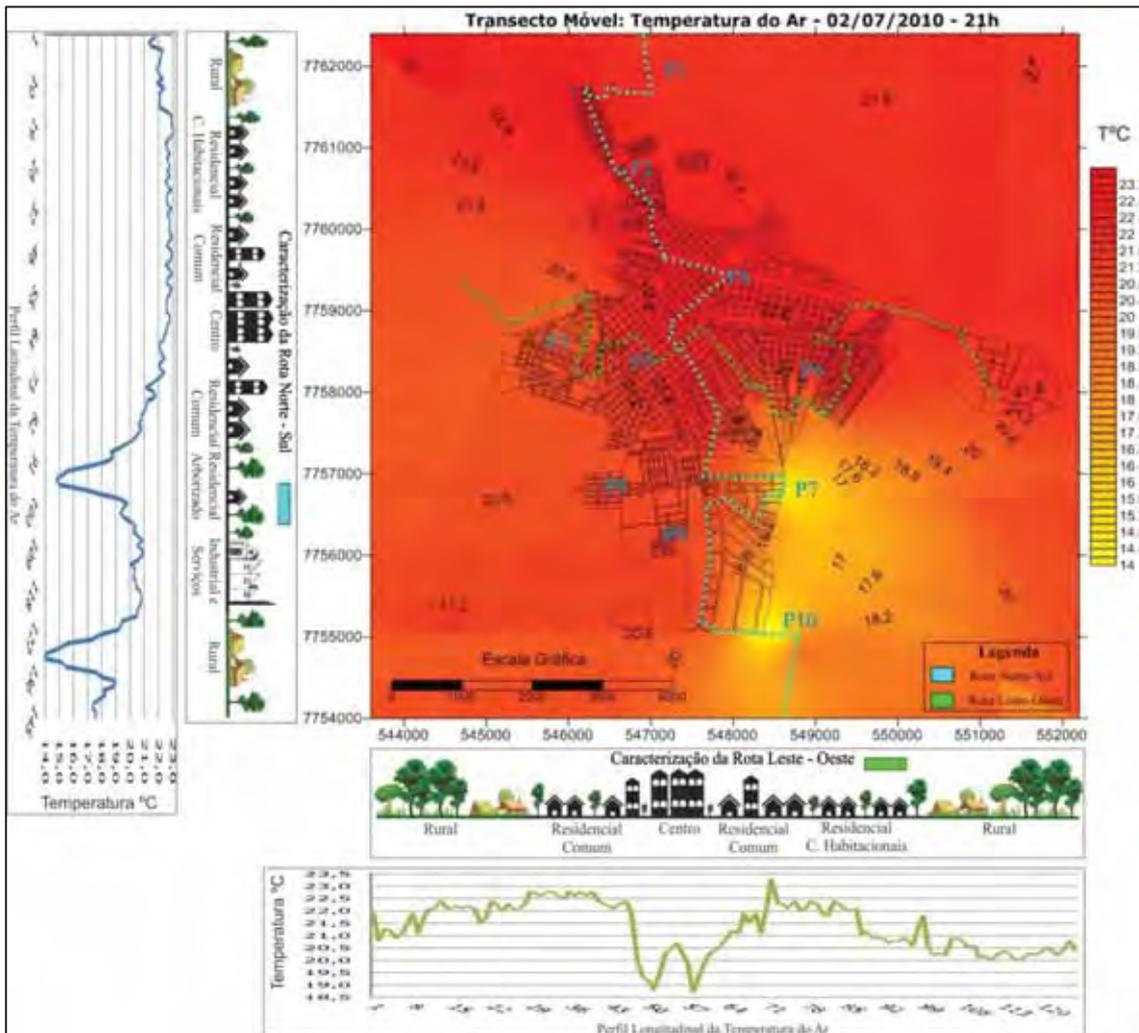
Destaca-se que, a zona rural, em muitos episódios, estava tão aquecida quanto as áreas urbanas, sendo que as ilhas frescas identificadas estão relacionadas à forma do relevo, notadamente aos fundos de vale, com presença de vegetação e de umidade.

**Tabela 9:** Temperatura máxima, mínima e diferença térmica em julho de 2010.

Temperatura às 6h: Julho.				Temperatura às 21h: Julho.			
Data	Máxima	Mínima	Diferença	Data	Máxima	Mínima	Diferença
3/7	17,5	10,6	6,9	2/1	23,3	13,9	9,4
4/7	19,9	12,4	7,5	3/7	24,8	15,1	9,7
5/7	19,9	11,8	8,1	4/7	25,3	14,3	11
7/7	19,8	13,1	6,7	5/7	24,9	14	10,9
9/7	22,4	12,8	9,6	6/7	24,6	15,5	9,1
				7/7	25,9	17,5	8,4
				8/7	24,9	14,5	10,4
				9/7	26,6	15,7	10,9
				12/7	24,8	20	4,8
				19/7	22,5	18,6	3,9
				20/7	27,4	17,6	9,8
				21/7	27,4	16,2	11,2
				22/7	27,4	19,6	7,8
				25/7	24,9	14	10,9
				26/7	25	15,1	9,9
				27/7	26	18	8

O mês de julho, caracterizado pela alta estabilidade atmosférica, apresentou as maiores diferenças térmicas entre os pontos. No dia dois, às 21h, a diferença térmica foi de 9,4°C, com temperatura variando entre 13,9 e 23,3°C. Nota-se através da Figura 448, que a região nordeste no mapa se encontra mais aquecida que o restante da área. Esse bolsão de ar mais aquecido, se estende ao sul do ponto 5 e aos pontos 3 e 6. Toda essa área se caracteriza, por ser mais alta, fator que, para períodos de estiagem como este, favorece o ressecamento do solo e o declínio da vegetação, que como já citado, são fundamentais para a diminuição do albedo do solo e ampliação da sua capacidade de absorver calor. Outro fator importante é a orientação da vertente dessa área (norte, nordeste e noroeste) para quase toda a zona rural a nordeste do mapa, o que aumenta a incidência da radiação solar e potencializa o aquecimento da área.

A área menos aquecida se localiza a sul dos pontos 3, 5 e 6. Essa região é caracterizada, por ser vertente de baixa altitude e fundo de vale, fatores que favorecem o aumento da umidade do solo e vegetação em abundancia. Deve-se dar, especial destaque, aos pontos 7 e 10, pois são áreas de fundos de vale, mais úmidas e com vegetação abundante. Em diversos episódios de julho são essas duas áreas que apresentam as mais baixas temperaturas registradas. Esse fato amplia a importância do relevo na configuração da distribuição da temperatura em episódios de estiagem prolongada.

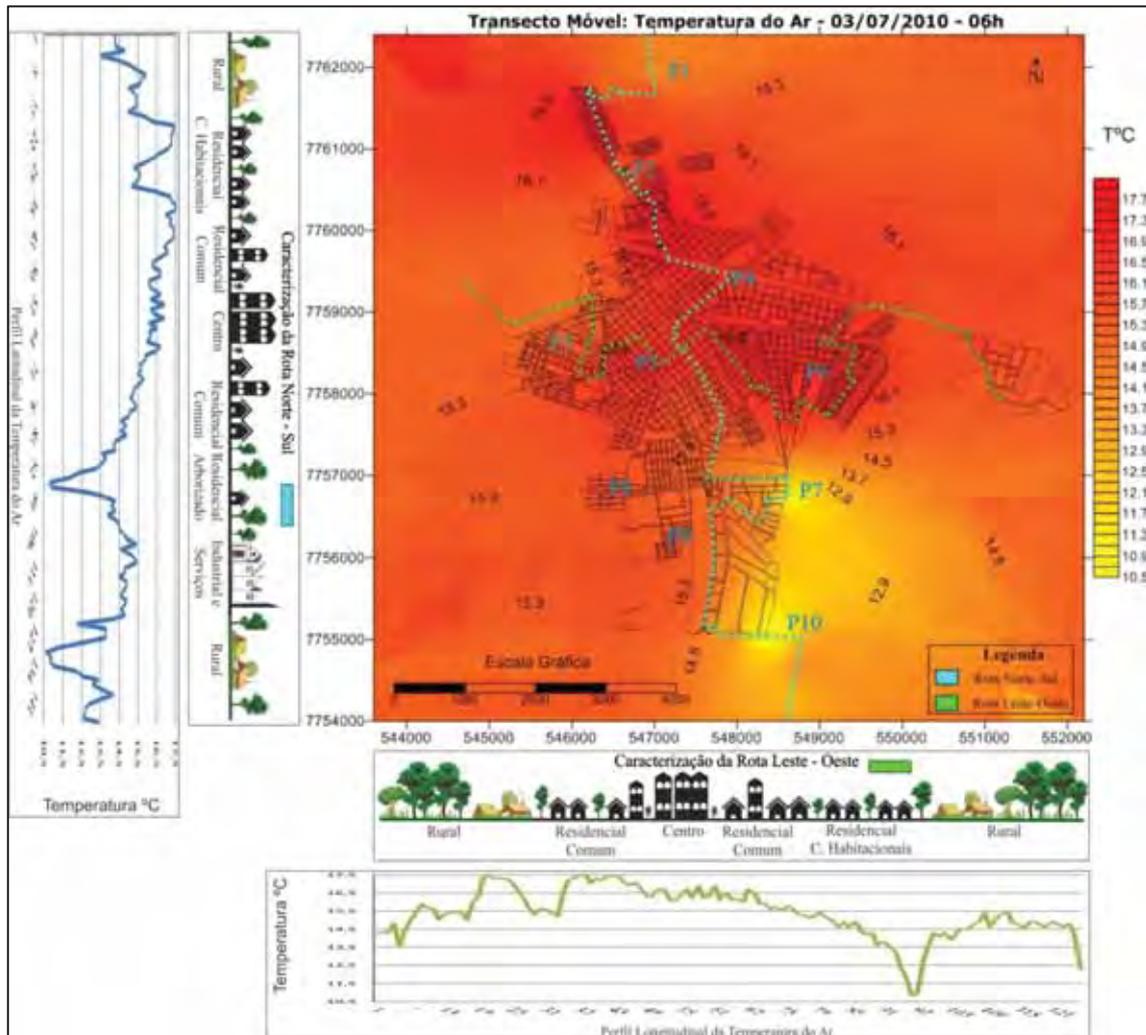


**Figura 448:** Temperatura do Ar–2/07/2010–21h. Transecto Móvel.

No dia três, às 6h, a diferença térmica foi de 6,9°C, com temperatura variando entre 10,6 e 17,5°C. Para esse período, observa-se através da Figura 449, que a área urbana se apresenta mais aquecida que a rural, destacando-se a ilha de calor que se estende do ponto 5 (centro) aos pontos 4 e 6, além dos conjuntos habitacionais JACB e Arapuã, principalmente este último, que se apresentou mais aquecido, pois tem vertente voltada para norte. Toda essa área é densamente ocupada e com baixa vegetação urbana. Esse padrão é explicado pela maior velocidade com que o solo exposto, localizado na zona rural, ganha e perde calor, já os materiais construtivos urbanos, como levam mais tempo para se aquecerem, também demoram mais para liberar o calor adquirido, o que explica o padrão observado às 6h.

Novamente, é possível notar duas ilhas frescas, a primeira no ponto 7 e a segunda no ponto 10, áreas de fundo de vale. Destaca-se também, a região dos pontos 3, 8 e 9, que mesmo sendo áreas de bairros residenciais, densamente ocupados, apresentam temperaturas mais baixas do que o ponto 4. Acredita-se que esse padrão pode ser

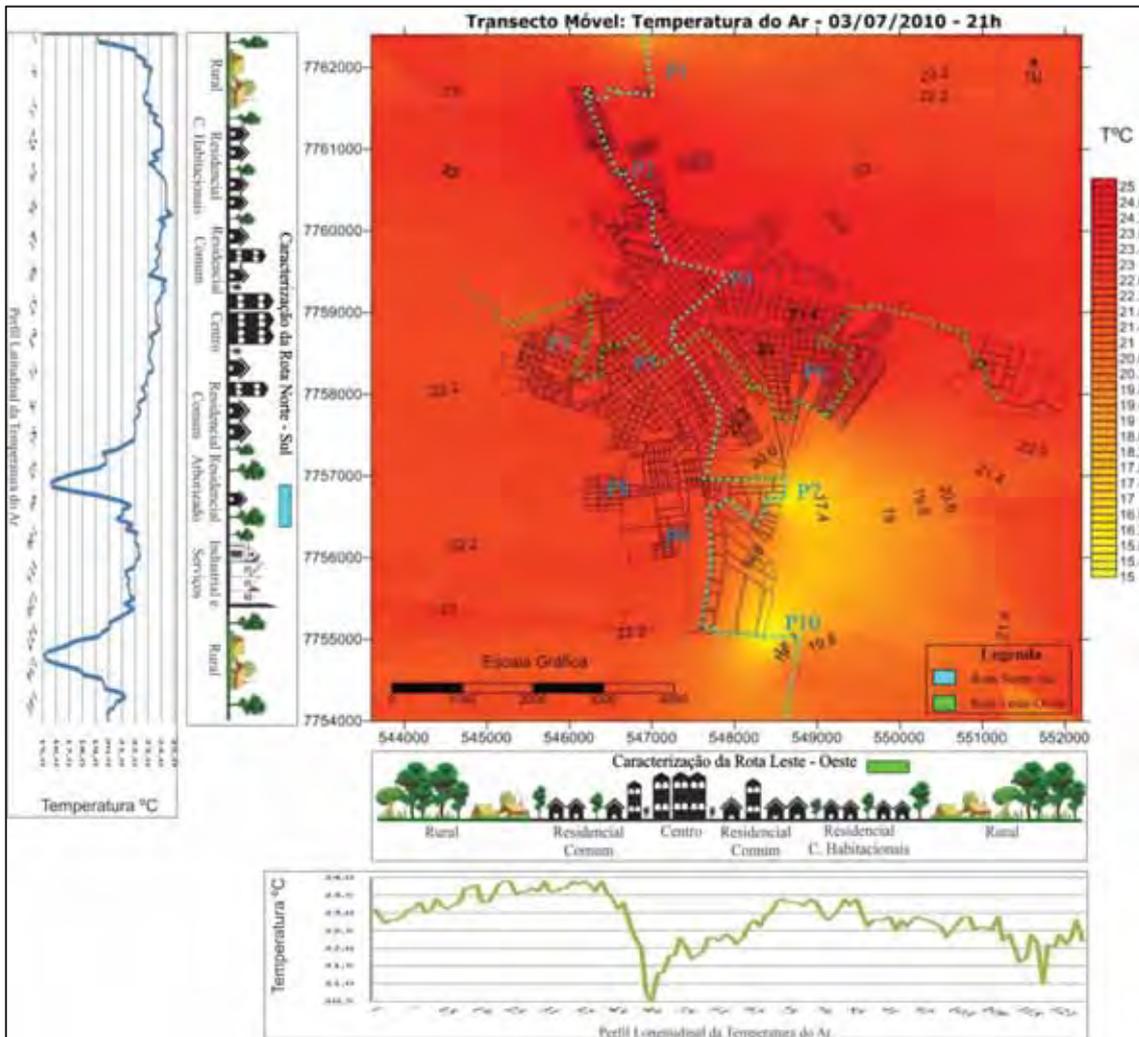
explicado em função de sua proximidade às áreas rurais, que para esse horário estiveram menos aquecidas.



**Figura 449:** Temperatura do Ar-3/07/2010-6h. Transecto Móvel.

No dia três, às 21h, a diferença térmica se ampliou para 9,7°C, com temperatura variando entre 15,1 e 24,8°C. Apesar desse período apresentar altas temperaturas, na zona rural à norte, o bolsão de ar mais aquecido se localiza entres os pontos 6 e 2, passando pelo ponto 4 (Figura 450). Esse deslocamento da ilha de calor para norte e noroeste, pode ser explicado pela direção predominante do vento para julho, que foi sul e sudeste. Associado a esse fator, destacou-se que os bairros desta região são densamente ocupados, e muitos deles são conjuntos habitacionais, compostos por lotes pequenos com construções que ocupam, quase a totalidade do lote. A orientação da vertente também é definitiva na caracterização desse padrão, pois a zona rural a nordeste, tem vertente voltada para norte, além de algumas áreas urbanas localizadas entre os pontos 4, 5 e 6.

A região sudoeste da área urbana (P3, P8 e P9), apresentou temperatura intermediária entre a ilha de calor e a zona rural, que estava menos aquecida. Os pontos 7 e 10 registraram as menores temperaturas do período, seguidos pela zona rural à sudeste, que tem a maior parte da vertente orientada para sul, sudeste e sudoeste.

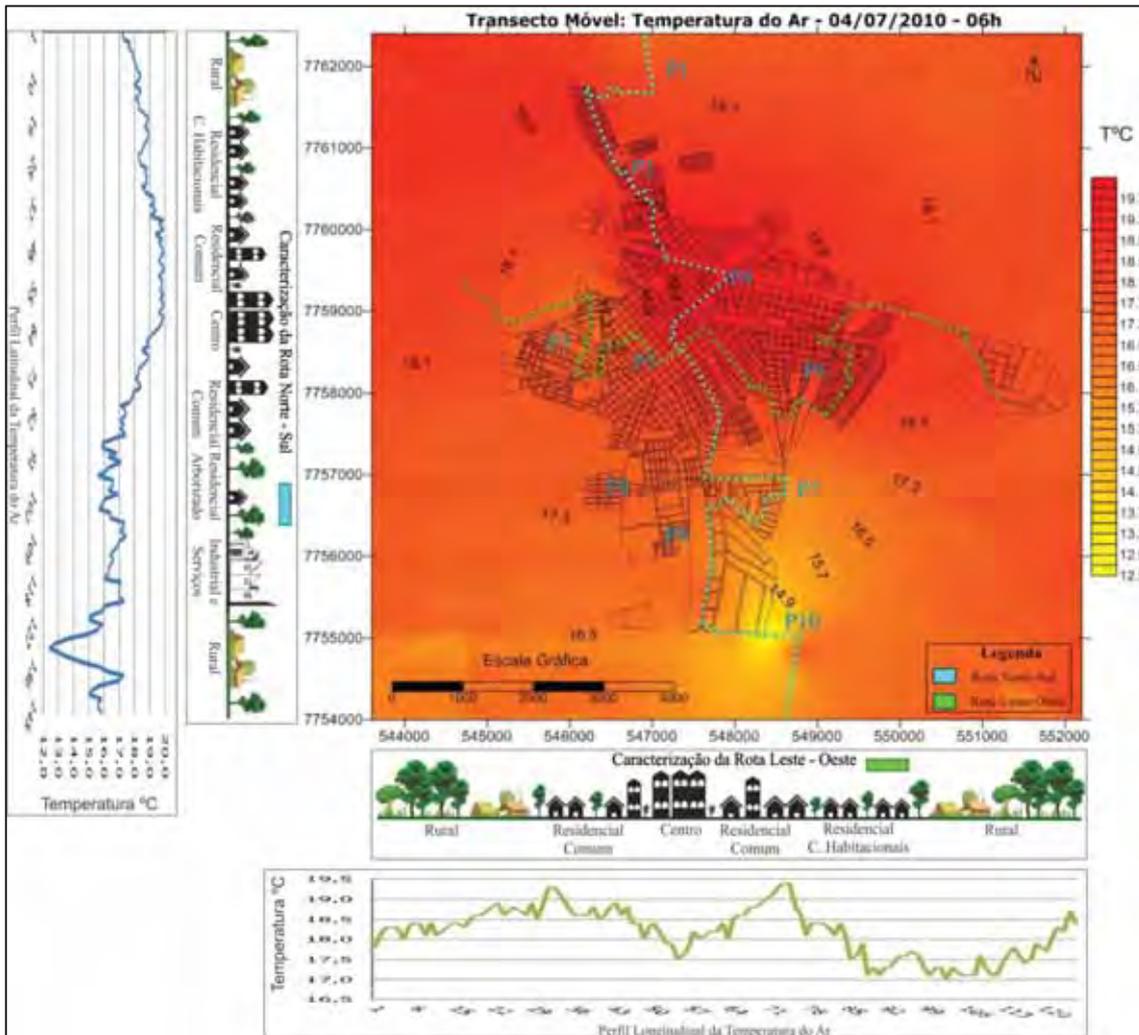


**Figura 450:** Temperatura do Ar-3/07/2010-21h. Transecto Móvel.

No dia quatro às 6h, a diferença térmica foi de 7,5°C, com temperatura variando entre 12,4 a 19,9°C. Nesse período, observou-se claramente, através da Figura 451, o deslocamento da ilha de calor do centro da cidade para o ponto 4, estendendo-se aos pontos 2 e 6. Esse deslocamento, como já mencionado, está relacionado à direção predominante do vento. Além do ponto 4, os conjuntos habitacionais a norte se apresentam aquecidos, sendo que é possível notar uma segunda ilha de calor de baixa intensidade no centro do conjunto habitacional JACB. A zona rural a norte, novamente se apresentou mais aquecida do que a zona rural a sul, pois como já mencionado, as vertentes orientadas para norte, se concentram, predominantemente, a norte do mapa, já

as vertentes orientadas para sul se concentram, predominantemente, a sul do mapa, como pode ser observado na Figura 21 Carta de Orientação das Vertentes.

No ponto 10 observou-se a formação de uma ilha fresca, entretanto, o ponto 7 estava mais aquecido do que os dias anteriores. A região dos pontos 3, 8 e 9, apresenta temperaturas intermediárias.

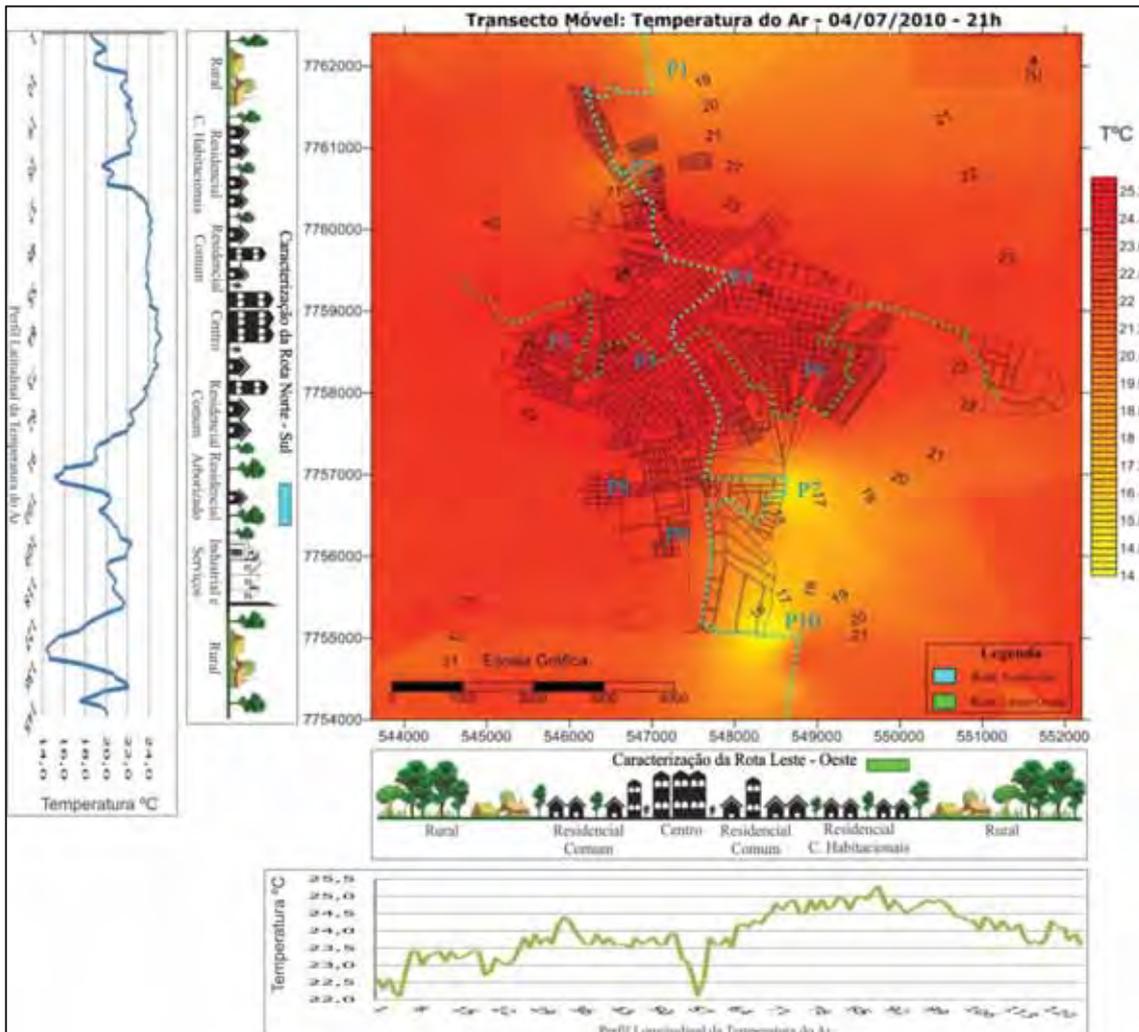


**Figura 451:** Temperatura do Ar-4/07/2010-6h. Transecto Móvel.

No dia quatro, às 21h, a diferença térmica registrada, foi a maior de todo o mês, 11°C, com temperatura variando entre 14,3 à 25,3°C. Essa diferença térmica é considerada muito alta para cidades do porte de Jales. Nesse período observou-se, uma grande ilha de calor com centro (P5), estendendo-se até os pontos 3 e 6. A periferia da cidade apresentou temperaturas intermediárias e a zona rural estava menos aquecida do que as áreas urbanas, configurando o padrão centro-periferia, observado em diversos outros episódios (Figura 452).

Entretanto, apesar da zona rural apresentar temperaturas inferiores às áreas urbanas, as temperaturas mais baixas, foram registradas nos fundos de vale (P10 e P7),

seguidos pelos fundos de vale localizados no ponto 2 e ponto 1, como já evidenciado anteriormente.

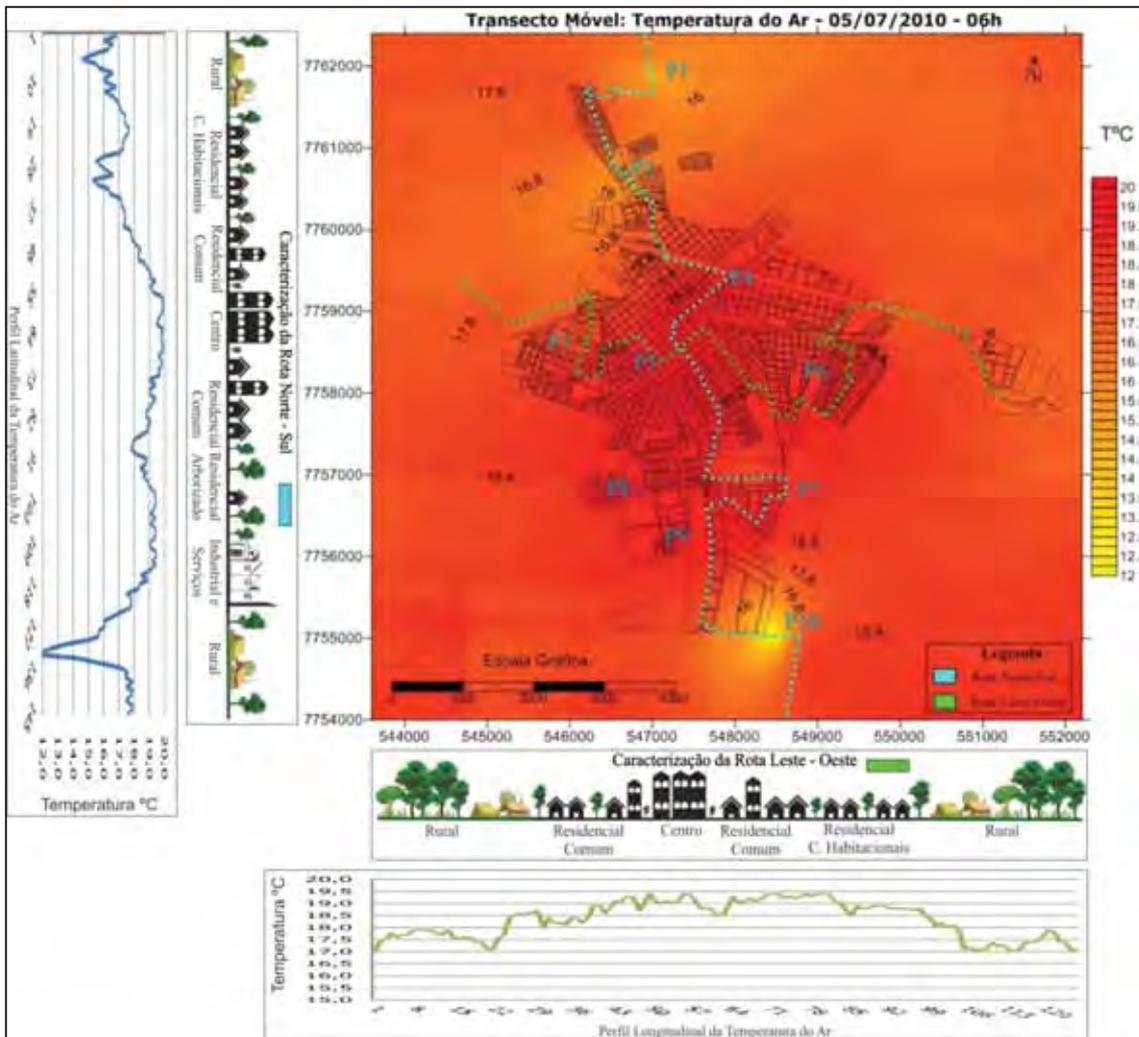


**Figura 452:** Temperatura do Ar–4/07/2010–21h. Transecto Móvel.

No dia cinco às 6h, a diferença térmica foi de 8,1°C, com temperatura variando entre 11,8 à 19,9°C. Nesse período observou-se uma grande ilha de calor, que tem início no ponto 4, passando pelo ponto 5, até ao ponto 9, estendendo-se também aos pontos 7 e 8 (Figura 453). Esse deslocamento da ilha de calor para o sul está relacionado à velocidade e direção do vento durante a noite, ficando em torno, de 3 metros por segundo, de direção noroeste. Entretanto, deve-se destacar que a estabilidade atmosférica permitiu que mesmo com vento moderado, o centro da cidade permanecesse aquecido.

A região noroeste, pontos 2 e 3, foram as áreas urbanas que apresentaram temperatura intermediária, sendo que, a zona rural esteve menos aquecida que a urbana. Contudo, as menores temperaturas foram registradas nos pontos 10, 1 e 2, todos fundos

de vale. Nesse episódio, o ponto 7 se apresentou mais aquecido do que nos dias anteriores.



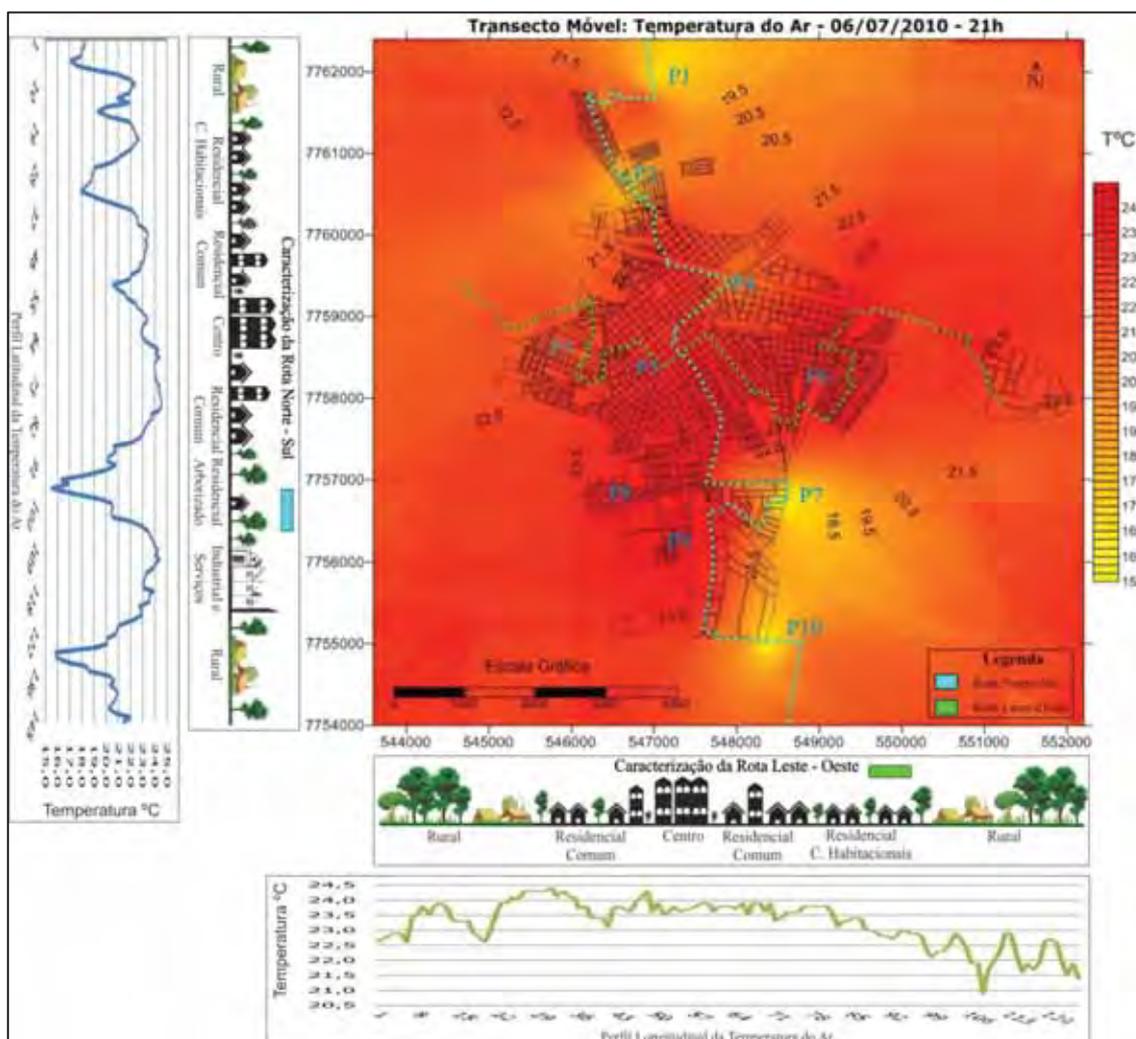
**Figura 453:** Temperatura do Ar-5/07/2010-6h. Transecto Móvel.

No dia seis, às 21h, a diferença térmica foi de 9,1°C, com temperatura variando entre 15,5 a 24,6°C. Pode-se observar através da Figura 454, o enfraquecimento da ilha de calor observada no dia anterior, sendo que nesse período ela manteve seu centro no ponto 5, estendendo-se a leste (P6) e a sul (P9). Notou-se também, uma área de temperatura intermediária no ponto 3 estendendo-se a norte (P2). O conjunto habitacional JACB, ao norte, encontrava-se aquecido.

A zona rural apresentou temperaturas inferiores às áreas urbanas, entretanto, as menores temperaturas foram registradas nos fundos de vale, sejam eles urbanos (P2 e P7) ou rurais (P1 e P10).

O ponto 4, também merece destaque, pois nele observou-se a formação de uma ilha fresca de baixa intensidade. Como já caracterizado, o ponto 4 está localizado nas proximidades de um fundo de vale canalizado, rodeado por espaços ainda não ocupados.

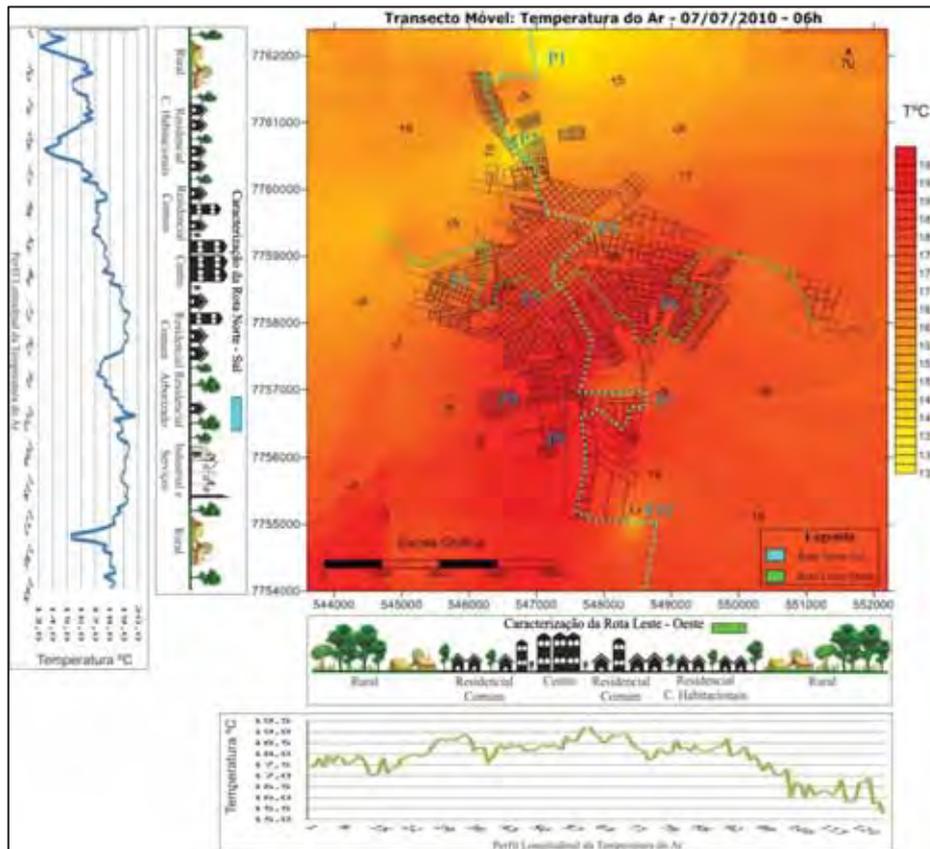
Mesmo próximo as áreas de uso do solo comercial e de serviços, em situação sinótica estável e sem vento, essa área apresenta uma ilha fresca de baixa intensidade. Já com vento moderado, ela acaba recebendo a influência de sua vizinhança.



**Figura 454:** Temperatura do Ar–6/07/2010–21h. Transecto Móvel.

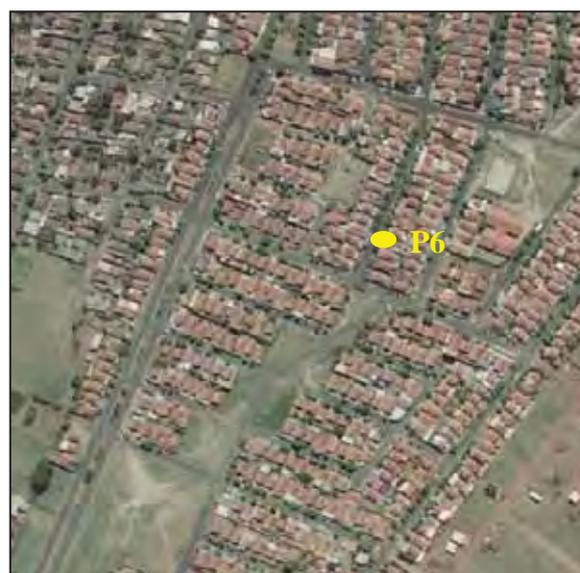
No dia sete, às 6h, foi observada a menor diferença térmica do horário, 6,7°C, considerada alta para cidades do porte de Jales. As temperaturas variaram entre 13,1 e 19,8°C. Nesse período observou-se, através da Figura 455, que a região central e sul da área urbana (P5, P6, P8 e P9) apresentaram as maiores temperaturas. Já a região oeste e norte, tanto urbana quanto rural, apresentaram as temperaturas mais baixas. Nos pontos 1 e 2, notou-se ilhas frescas mais intensas, já os pontos 7 e 10 passaram por significativo aquecimento.

Os pontos 3 e 4 apresentaram temperatura intermediária, que foi observada também no conjunto habitacional JACB, sendo que, no centro do bairro foi possível observar uma área mais aquecida, de baixa intensidade.



**Figura 455:** Temperatura do Ar–7/07/2010–6h. Transecto Móvel.

No dia sete às 21h, a diferença térmica foi de 8,4°C, com temperatura variando entre 17,5 e 25,9°C (Figura 457). Nesse período foi possível observar a formação de duas ilhas de calor, a primeira com centro no ponto 5, estendendo-se no sentido norte (P2) e sul (P8), e a segunda com centro no ponto 6, estendendo-se a nordeste, atuando sobre conjuntos habitacionais e também sobre a zona rural (Figura 456)



**Figura 456:** Vista parcial do Ponto 6.

O ponto 6 (Figura 456), caracterizado por ter intensa ocupação do solo, com bairros residenciais em sua maioria do tipo conjuntos habitacionais, com lotes pequenos e construções que ocupam quase o terreno todo, ainda conta, com a ausência de vegetação urbana, inclusive nos espaços livres de construção, não existe sequer uma árvore, como fator agravante. O solo desses espaços livres é coberto por vegetação rasteira que decai nos momentos de estiagem, como o período analisado, ficando exposto, o que contribui para a intensificação dessa ilha de calor. Mesmo que nesse ponto a vertente seja orientada para sul os fatores citados acima são capazes de intensificar o aquecimento da área formando a ilha de calor.

Os pontos 4, 3 e 9 apresentaram temperatura intermediária. A zona rural apresentou-se menos aquecida que as áreas urbanas, entretanto, foram nos fundos de vale (P1, P2, P7 e P10) que as menores temperaturas foram registradas.

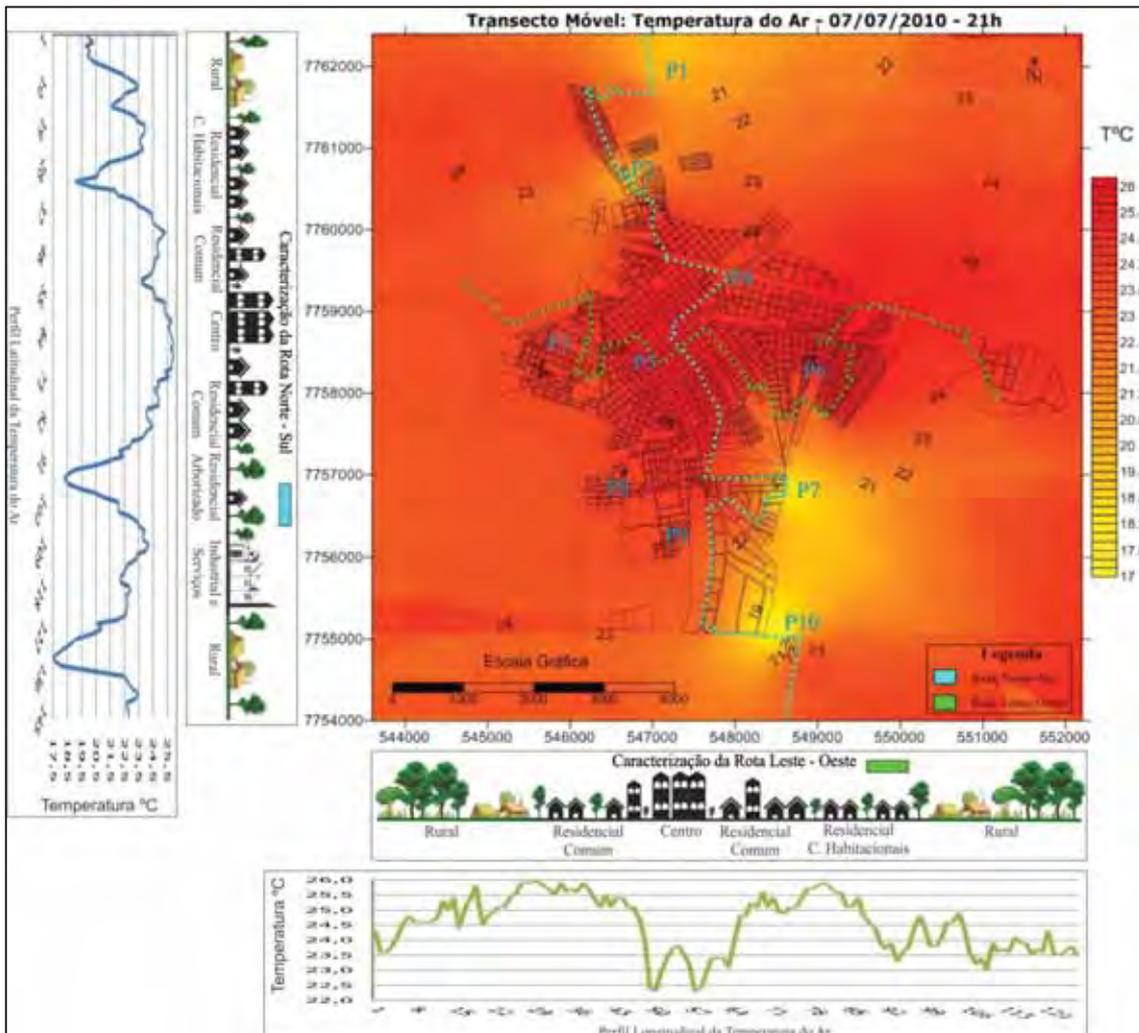
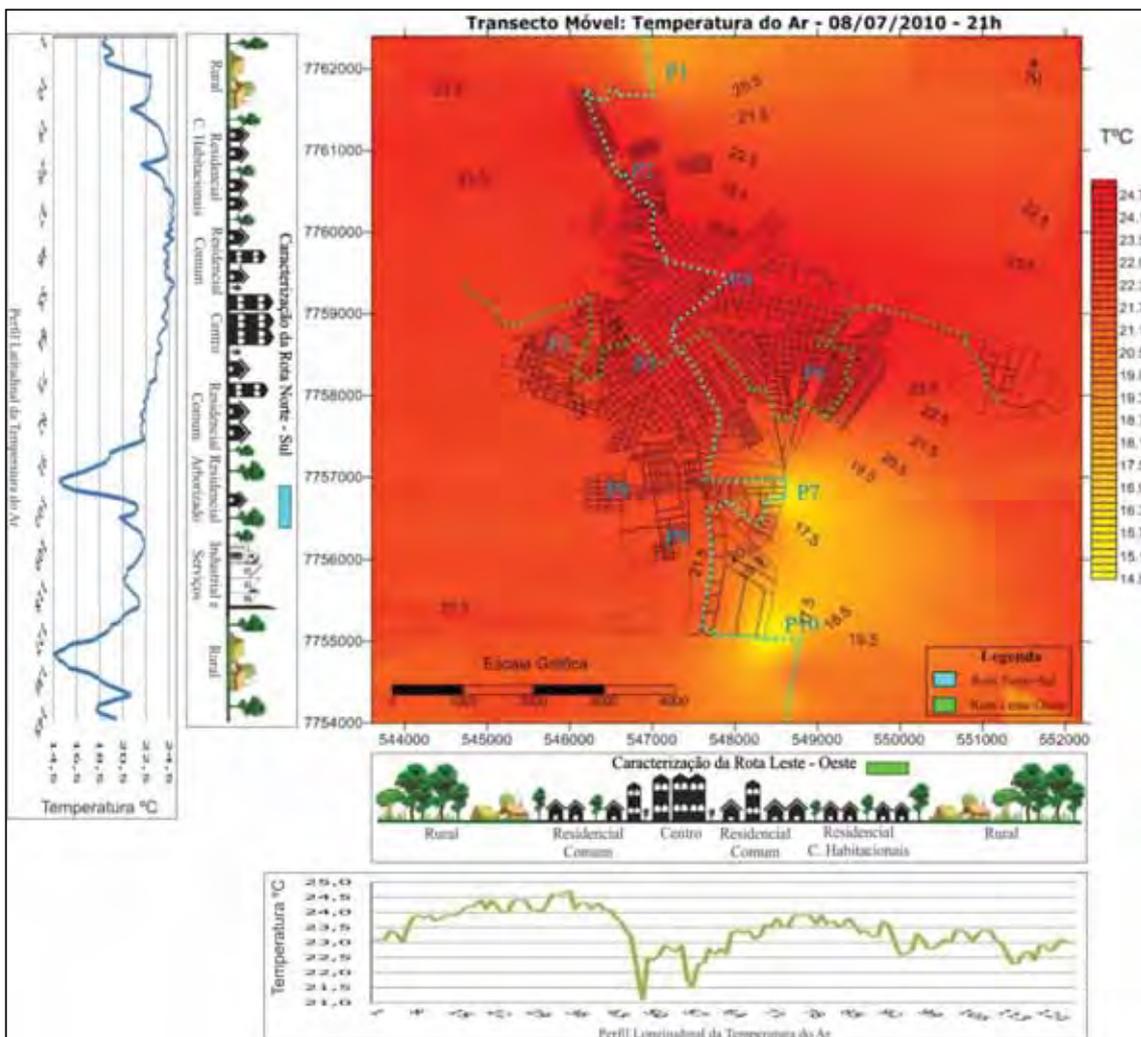


Figura 457: Temperatura do Ar-7/07/2010-21h. Transecto Móvel.

No dia oito, às 21h, a diferença térmica foi de 10,4°C, com temperatura variando entre 14,5 e 24,9°C. Nesse período observou-se, através da Figura 458, o aquecimento mais intenso da região central e norte do mapa, incluindo áreas urbanas e rurais. As maiores temperaturas foram registradas entre os pontos 3 e 6, passando pelo ponto 5, e estendendo-se a norte e noroeste, com centro no ponto 4. A zona rural a sul apresentou-se menos aquecida.

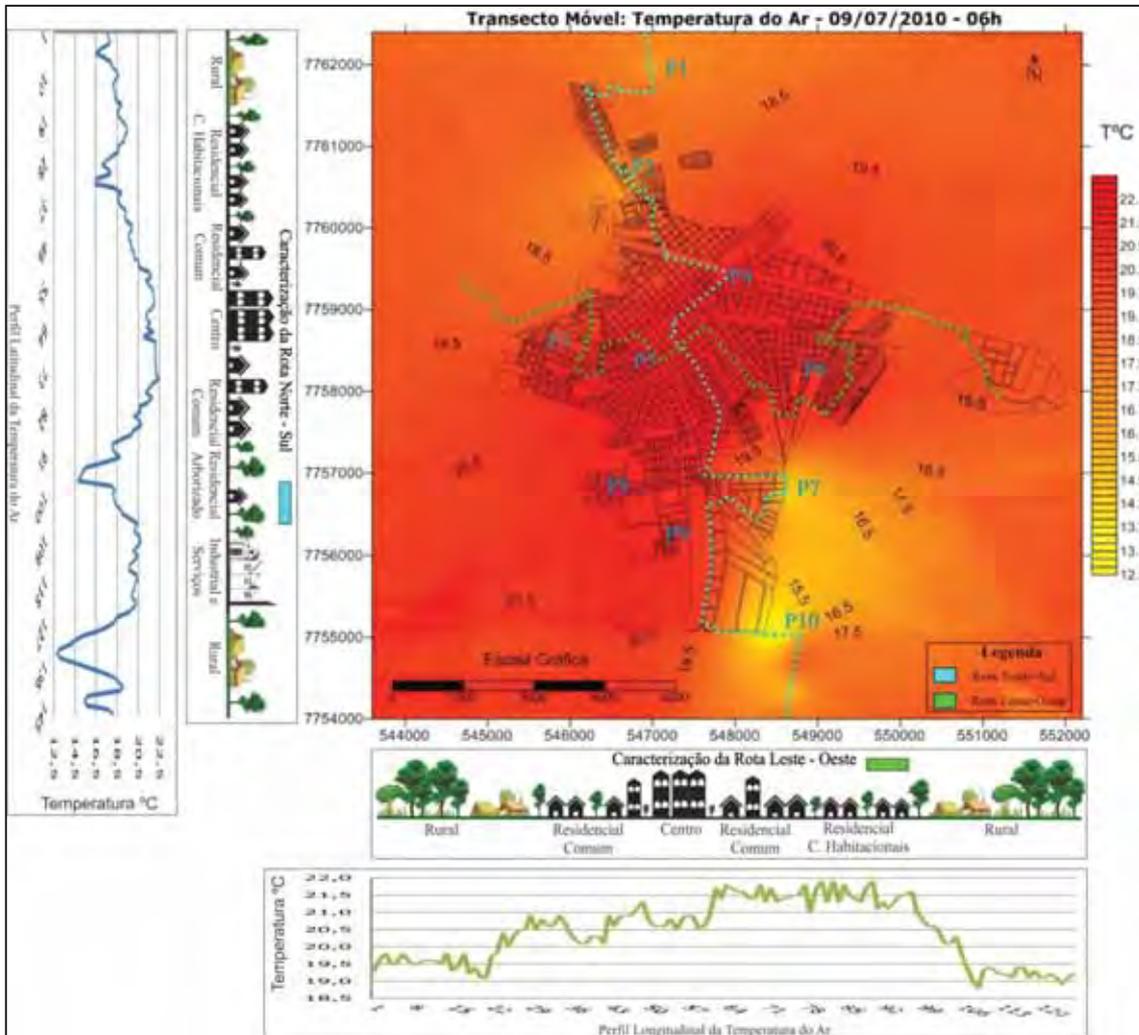
Observou-se duas ilhas frescas, sendo a primeira no ponto 7 e a segunda no ponto 11 de alta intensidade. Com o significativo aquecimento da região norte, o ponto 2 não apresentou, para esse horário, a ilha fresca, sendo que no ponto 1 se configurou uma ilha fresca de baixa intensidade.



**Figura 458:** Temperatura do Ar–8/07/2010–21h. Transecto Móvel.

No dia nove, às 21h, a diferença térmica foi de 9,6°C com temperatura variando entre 12,8 e 22,4°C. Essa foi a maior diferença térmica registrada às 6h no mês de julho. Observa-se, através da Figura 459, a expansão da ilha de calor em direção à região sul

(P9), e a diminuição de sua intensidade na região norte (P2), sendo que o ponto 5 manteve-se mais aquecido, como no dia anterior. A zona rural apresentou-se menos aquecida. Os pontos 7 e 10 apresentaram ilhas frescas de grande intensidade, e os pontos 1 e 2 voltaram a apresentar ilhas frescas de baixa intensidade.

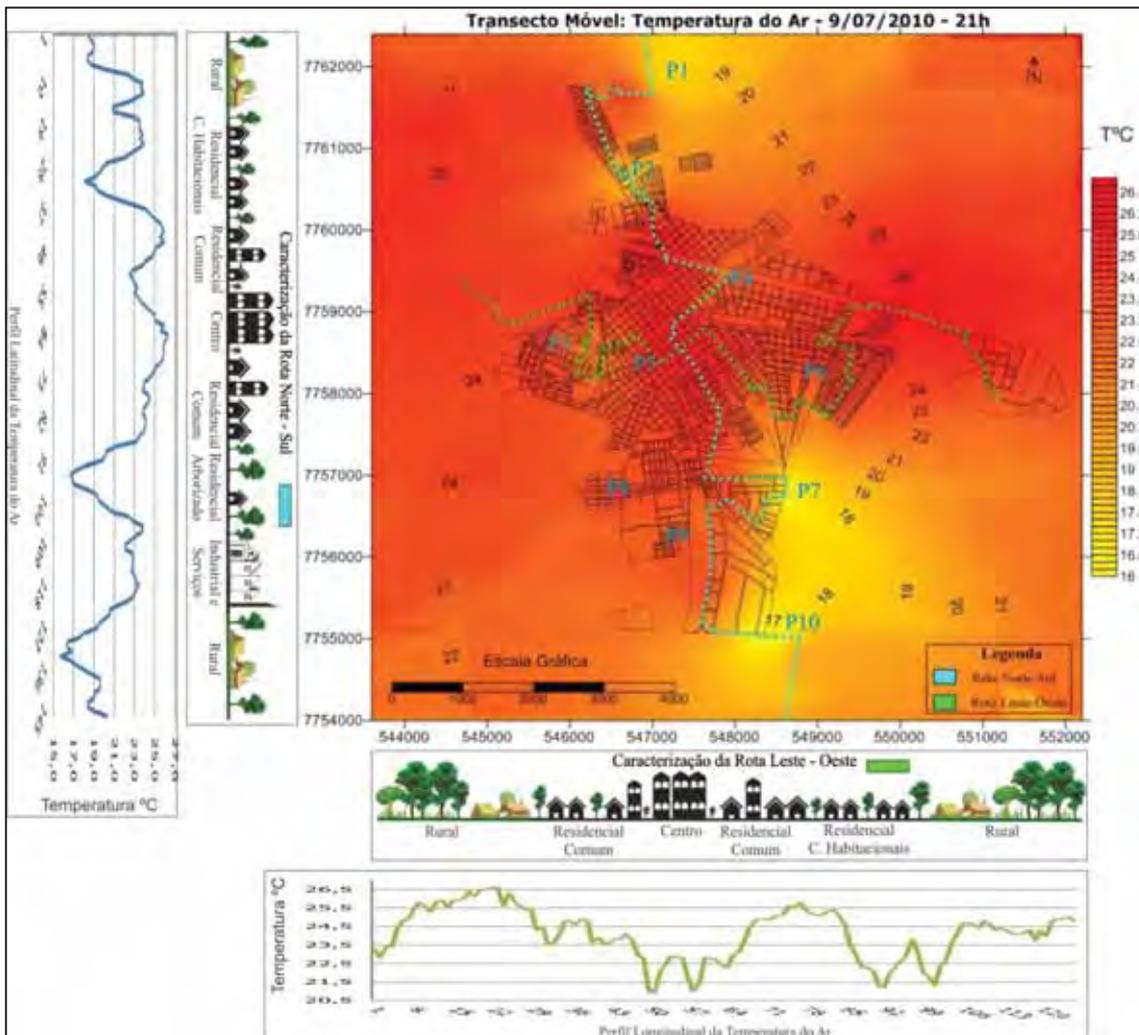


**Figura 459:** Temperatura do Ar-09/07/2010-6h. Transecto Móvel.

No dia nove às 21h, a diferença térmica foi de 10,9°C, com temperatura variando entre 15,7 e 26,6°C. Nesse horário a zona rural se apresentou mais aquecida do que algumas áreas urbanas, principalmente, a leste e a oeste da cidade. Observou-se uma ilha de calor no ponto 5, porém, com intensidade reduzida, estendendo-se a noroeste e a sudeste. Foi possível observar, uma área de temperatura mais baixa entre os pontos 5 e 3. Os pontos 4, 8 e 9 apresentaram temperatura intermediária entre o centro e a zona rural, como pode ser observado na Figura 460.

Destaca-se que os pontos 1, 2, 7 e 10, novamente apresentaram ilhas frescas de alta intensidade. Especialmente, nos pontos 7 e 10, a temperatura mais baixa nesses

pontos, foi explicada pelo fato de os fundos de vale onde estão localizados, são os mais baixos de toda a área urbana.



**Figura 460:** Temperatura do Ar-9/07/2010-21h. Transecto Móvel.

No dia 12, às 21h, a diferença térmica foi de 4,8°C, com temperatura variando entre 20 e 24,8°C. Nesse período ocorreu uma significativa alteração do padrão até então observado, sendo que, a área urbana se apresentou menos aquecida do que a rural, com exceção da região noroeste do mapa (Figura 461). Esse expressivo aquecimento da zona rural está relacionado ao solo exposto, como mencionado anteriormente.

Na área urbana a única ilha de calor observada, foi de baixa intensidade, e está localizada nas proximidades do ponto 8, estendendo-se à nordeste. O ponto 5, centro da cidade, se apresentou menos aquecido, fato que ocorreu em função do aumento da velocidade de vento, que chegou a quatro metros por segundo.

As ilhas frescas também apresentaram uma mudança de padrão, sendo que, a mais intensa ocorreu no centro do Conjunto Habitacional JACB, área que normalmente se encontra mais aquecida. A segunda ilha fresca ocorreu no ponto 7.

Mais duas ilhas frescas de baixa intensidade surgiram: a primeira próxima ao ponto 6 e a segunda no ponto 11. Como foi a primeira vez que essas ilhas frescas apareceram e não voltaram a se repetir, acredita-se que elas surgiram em função do aumento da velocidade do vento.

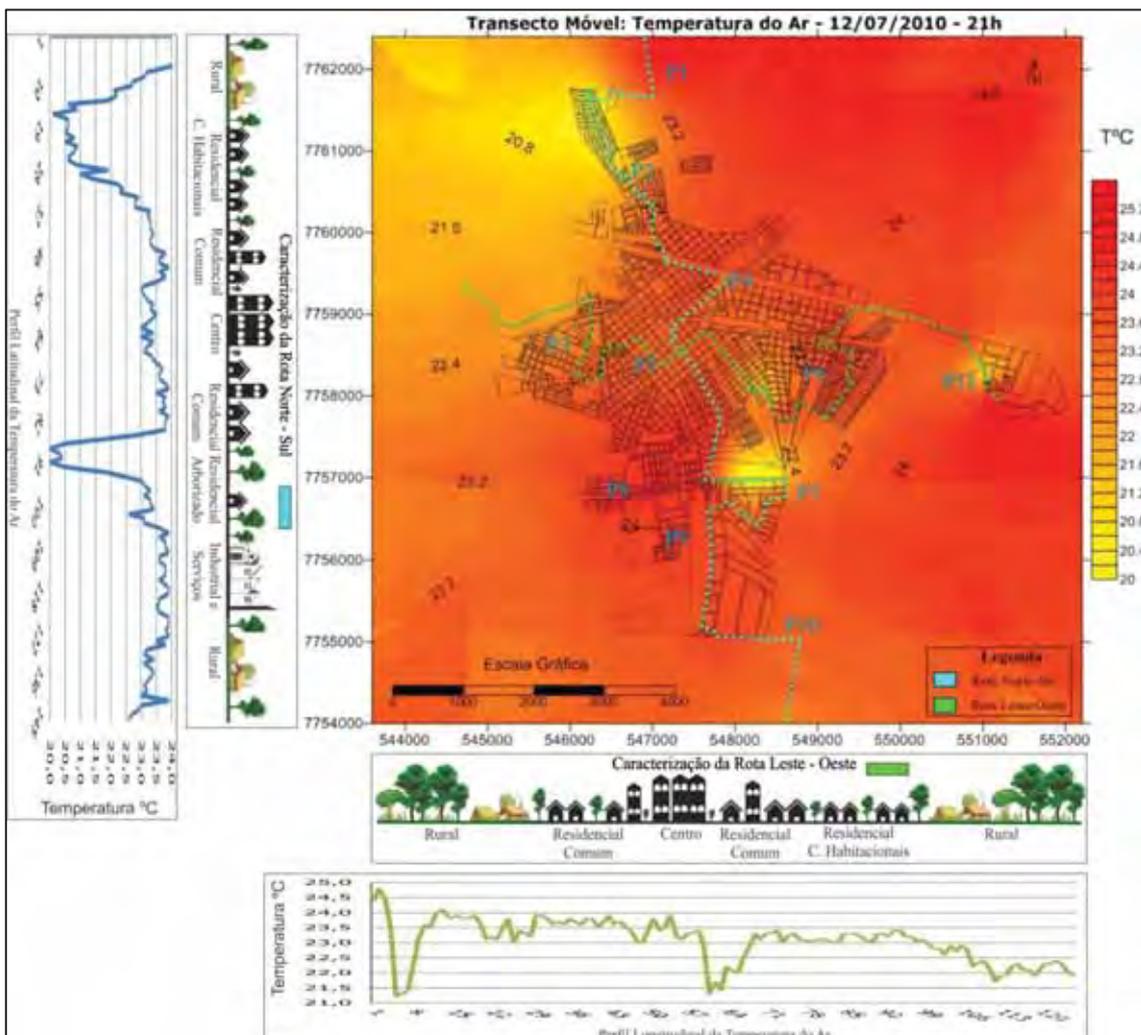


Figura 461: Temperatura do Ar-12/07/2010-21h. Transecto Móvel.

No dia dezanove, às 21h, a diferença térmica foi a menor observada para o horário no mês de julho, ficando em 3,9°C, com temperatura variando entre 18,6 e 22,5°C. A diminuição da diferença térmica se deve, principalmente, em função da velocidade do vento, de 4,5m/s que estava ocorrendo nesse dia.

Nota-se, através da Figura 462, uma grande ilha de calor, com centro no ponto 4, estendendo-se a noroeste, até ao ponto 1, e a sul, passando pelos pontos 5 e 6. A região

leste da malha urbana (P3, P8 e P9), apresentou temperatura intermediária, já a zona rural esteve, nesse horário, menos aquecida, com exceção da área nordeste do mapa.

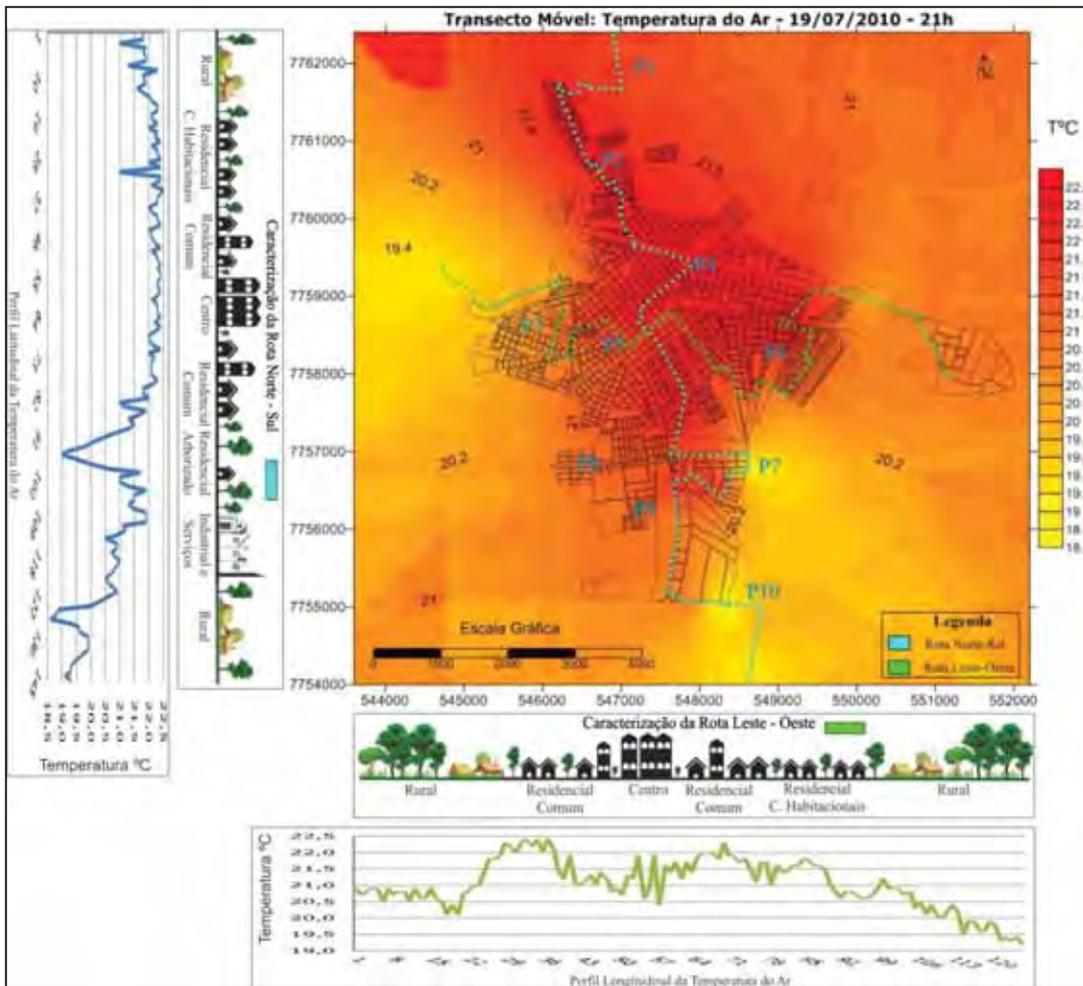


Figura 462: Temperatura do Ar-19/07/2010-21h. Transecto Móvel.

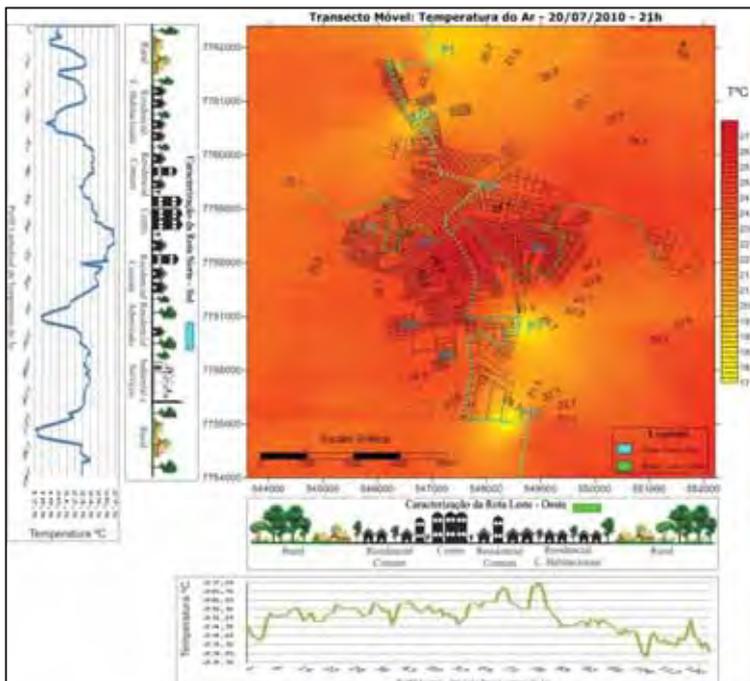


Figura 463: Temperatura do Ar-20/07/2010-21h. Transecto Móvel.

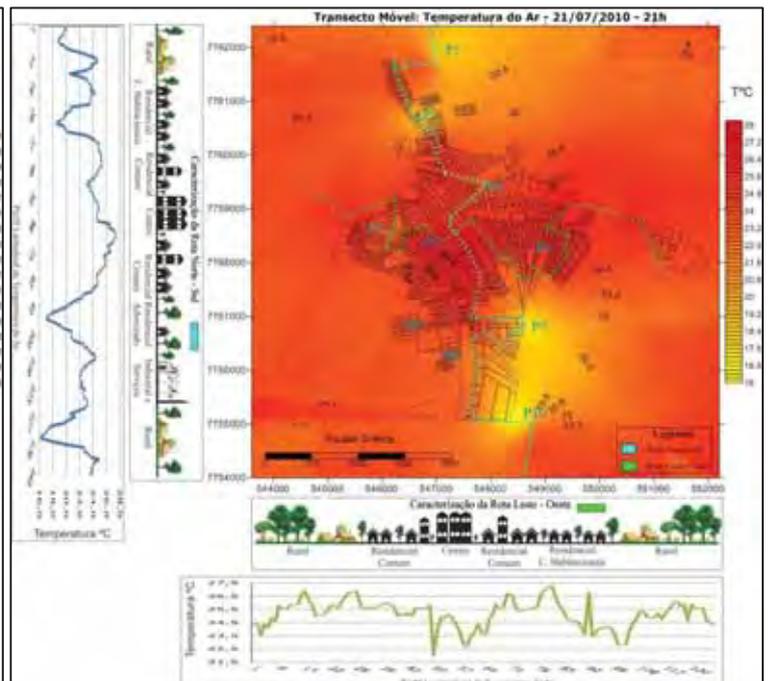


Figura 464: Temperatura do Ar-21/07/2010-21h. Transecto Móvel.

Na área urbana, observou-se apenas duas ilhas frescas, localizadas no ponto 7 e 10, já o ponto 2 se apresentou aquecido.

Nos dias vinte (Figura 463) e vinte e um (Figura 464), o padrão se repetiu e correspondeu ao padrão centro periferia já descrito, com ilha de calor localizada no ponto 5, centro da cidade, estendendo-se ao ponto 6, quatro ilhas frescas bem definidas (P1, P2, P7 e P10), periferia da cidade, com temperatura intermediária, e zona rural menos aquecida.

No dia vinte e dois, a diferença térmica foi de 7,8°C, com temperatura variando entre 19,6 e 27,4°C. Nesse dia, ocorreu um deslocamento da ilha de calor para a região sul do mapa, localizada nos pontos 6, 8 e 9. A zona rural a sul, também se apresentou mais aquecida, em detrimento da zona rural a norte (Figura 465).

O centro da cidade estava menos aquecido, com temperaturas intermediárias. Já nos pontos 1, 2 e 7 foram identificadas ilhas frescas. O ponto 11, normalmente mais fresco, apresentou-se nesse período mais aquecido.

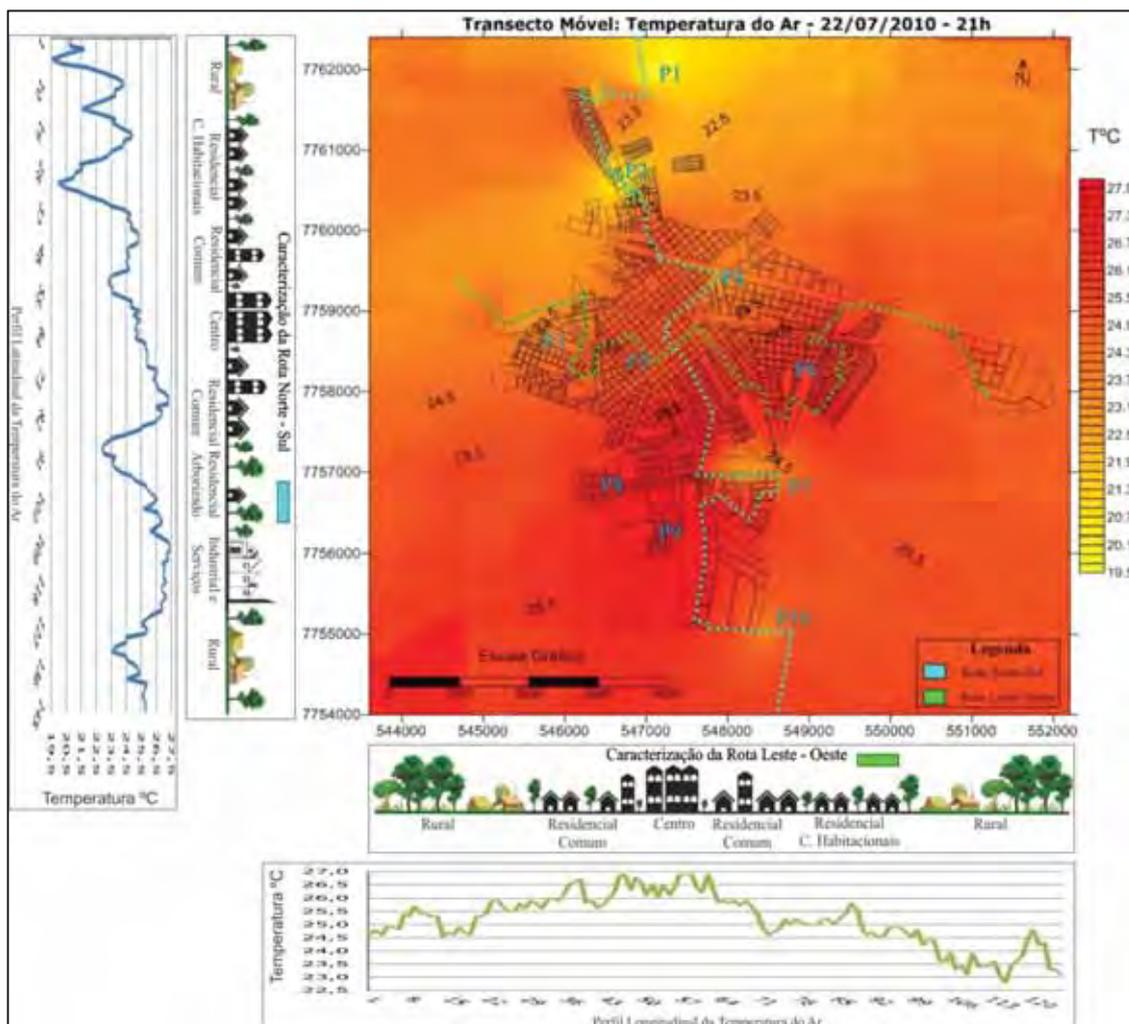
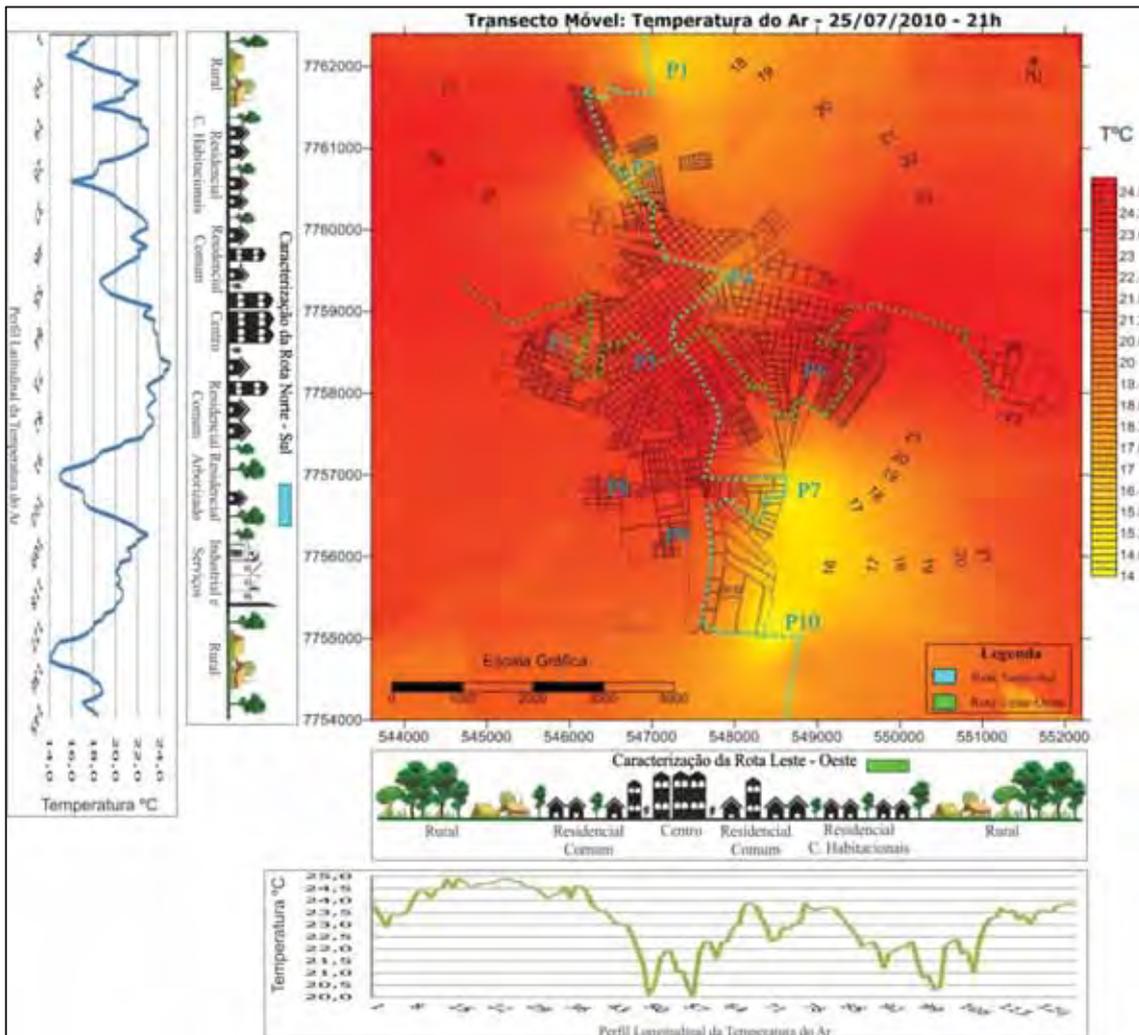


Figura 465: Temperatura do Ar-22/07/2010-21h. Transecto Móvel.

No dia vinte e cinco, a diferença térmica foi de 10,9°C, com temperatura variando entre 14 e 24,9°C. Nesse período observou-se, através a Figura 466, uma ilha de calor no ponto 5, estendendo-se a leste (P6) e a sul (P8). A zona rural se apresentou tão aquecida quanto às áreas urbanas.

Foram identificadas ilhas frescas nos ponto 1, 2, 7 e 11, além de outra ilha fresca, de menor intensidade, no ponto 4.



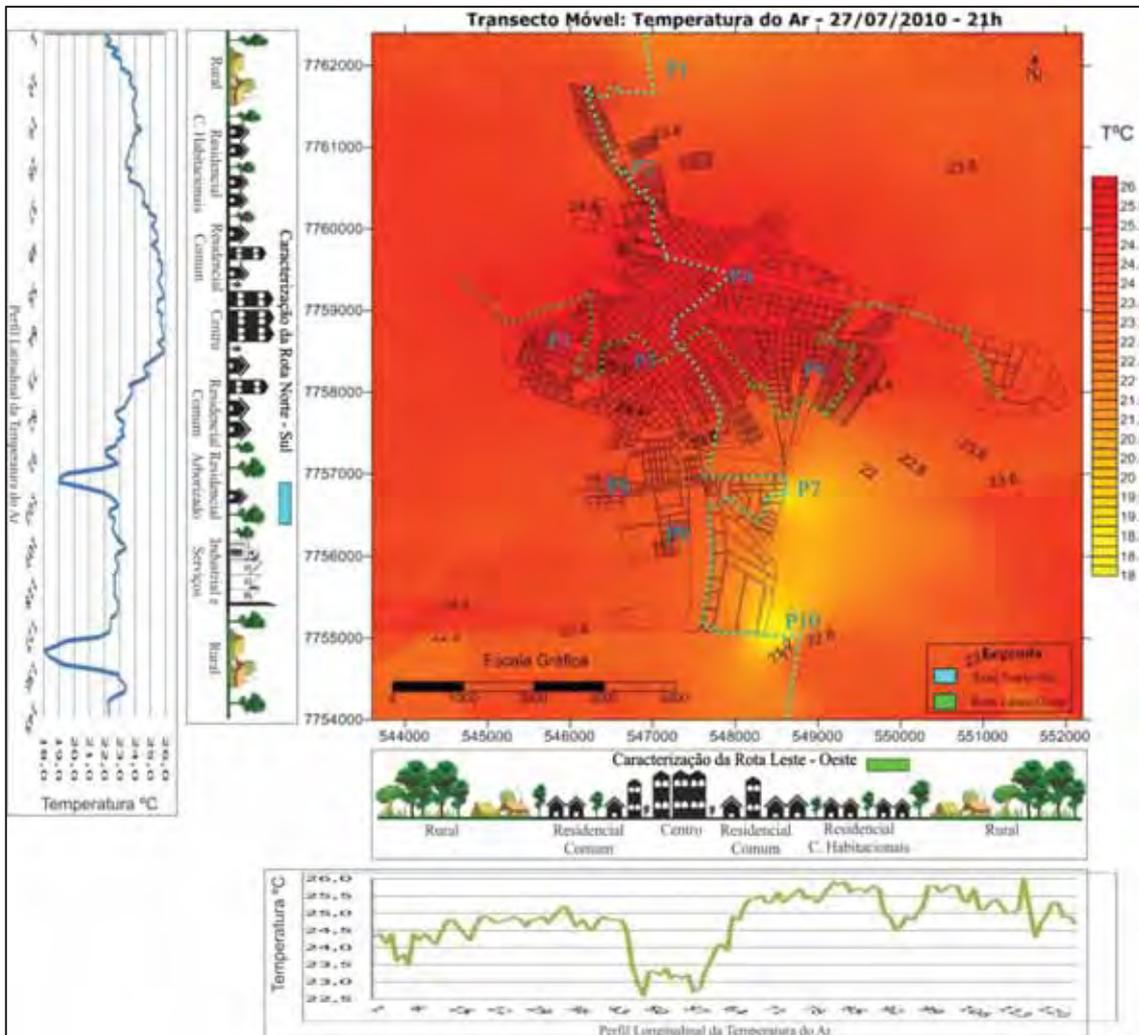
**Figura 466:** Temperatura do Ar–25/07/2010–21h. Transecto Móvel.

No dia vinte e seis, a diferença térmica foi de 9,9°C, com temperatura variando entre 15,1 a 25°C. Nesse período ocorreu um deslocamento da ilha de calor para o noroeste do mapa, estendendo-se do ponto 9 até a zona rural. Nos pontos 6 e 3 foram observadas temperaturas intermediárias (Figuras 467).

Notou-se também, uma grande ilha fresca entre os pontos 7 e 10. O ponto 2, apresentou-se mais aquecido do que o habitual. A zona rural a sul apresentou



Os pontos 1 e 2, apresentaram temperaturas menores, porém, não chegando a configurar ilhas frescas. A zona rural apresentou temperaturas inferiores às áreas urbanas. A zona rural a norte apresentou temperatura, ligeiramente, mais elevada se comparada à zona rural a sul, isso ocorreu em função da orientação das vertentes, como já mencionado.



**Figura 468:** Temperatura do Ar–27/07/2010–21h. Transecto Móvel.

De forma geral, essas foram às principais características identificadas para o mês de julho de 2010, mês representativo do inverno.

Destaca-se que, os dados apresentados nesse capítulo estão de pleno acordo com os dados registrados através das estações de pontos fixos. Algumas variações de localização ou extensão das ilhas de calor ou ilhas frescas estão relacionadas apenas à localização dos pontos de registros de dados. Por exemplo, pode se observar de maneira mais clara as ilhas frescas nos fundos de vale, através dos dados registrados nos transectos. Isso ocorre porque, não é possível instalar estações fixas nessas áreas, por

não haver construções ou segurança. Por esses e outros motivos, considera-se que os dois procedimentos são complementares e sua associação permite realizar a caracterização mais detalhada da cidade estudada.



## Capítulo 8: Análise da temperatura da superfície

O sensoriamento remoto é uma ferramenta muito utilizada em diversas áreas da meteorologia e climatologia. Neste trabalho, o sensoriamento remoto foi utilizado para identificação da temperatura da superfície. Esse procedimento foi realizado através da conversão dos números digitais (ND) de cada pixel, representado nas imagens de satélite em tons de cinza em energia radiante que também é apresentada através dos tons de cinza. A partir da energia radiante, é possível a identificação da temperatura efetiva do sistema Terra-atmosfera, através do uso das constantes de calibração do sensor do satélite a ser utilizado. A temperatura efetiva, resultante desse procedimento, é apresentada em Kelvins, sendo que, para este trabalho foi realizada ainda a conversão de Kelvin para graus Celsius, acompanhado da atribuição da falsa cor, para que se chegasse à imagem colorida.

Para que o procedimento descrito fosse realizado, foi utilizada a banda 6, infravermelho termal, das imagens do satélite *Landsat 7*, da órbita/ponto 222/074, adquirida gratuitamente através do “*United States Geological Survey*” USGS<sup>26</sup>. O satélite *Landsat 7* é equipado com sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*<sup>27</sup>), que para banda 6 possui resolução espacial de 60 metros, e resolução espectral entre 10.4 a 12.5 micrometros ( $\mu\text{m}$ ) com cena composta por 183 x 183 quilômetros.

A faixa espectral da banda 6 do satélite *Landsat 7*, (10.4 a 12.5  $\mu\text{m}$ ) corresponde a uma janela atmosférica importante, sendo que, nesse comprimento de onda, a radiação eletromagnética não sofre influências significativas por parte da atmosfera. A única ressalva necessária corresponde ao fator de atenuação da temperatura, que pode ocorrer em função da presença excessiva de vapor d'água, entretanto, essa atenuação só acontece caso a concentração de vapor d'água seja superior a 80%, o que não ocorreu no momento da captação das imagens analisadas.

Entende-se dessa forma que o mapeamento da temperatura da superfície realizado através do sensoriamento remoto, representa uma importante fonte de dados para compreensão do clima urbano. Considera-se que os dados utilizados nesse trabalho, são fiéis as características térmicas existentes no momento da aquisição das imagens, não sofrendo interferências significativas.

---

<sup>26</sup> Disponível em: <<http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>>.

<sup>27</sup> Mapeador Temático Aprimorado

Dessa forma, a transformação da energia radiante em temperatura dos alvos, foi realizada através do software *Idrisi*. A imagem resultante desse procedimento é apresentada através de uma escala coroplética, sendo que, as temperaturas mais baixas são representadas na cor preta, e as mais altas na cor roxa.

A carta de temperatura de superfície permitiu identificar os locais onde a superfície se encontrava mais aquecida, no momento da aquisição das imagens, áreas denominadas por alguns autores, como ilhas de calor de superfície. De qualquer modo, essa carta permite identificar a temperatura dos alvos, e realizar diversas análises, como por exemplo, temperatura dos alvos relacionada aos materiais construtivos utilizados, as relações existentes entre a temperatura da superfície e as ilhas de calor, enfim, esse mapeamento contribuiu para o aprofundamento da compreensão das características climáticas da área estudada.

Através das imagens de satélite foi possível realizar a comparação da temperatura da superfície entre o período do verão e do inverno, para tanto, foram utilizadas 3 imagens: a primeira de 24 de dezembro de 2009 às 10 horas e 13 minutos, representando o verão, já que a imagem disponível para janeiro de 2010 estava coberta por nuvens. A segunda, de 4 de julho de 2010 às 10 horas e 14 minutos e a terceira, de 20 de julho de 2010 às 10 horas e 14 minutos, horário de Brasília. Essas três imagens, associadas à imagem utilizada para a caracterização da área de estudo, de 5 de outubro de 2009, Figura 16, permitiram a comparação entre o verão e o inverno, como apresentado adiante.

Ressalta-se, dessa forma que, mesmo com a avaria ocorrida no *Landsat 7* a partir de 2003, foi possível utilizar as imagens atuais (2009 e 2010) pois, a cidade de Jales se localiza no centro da cena, na faixa não afetada.

As informações apresentadas a seguir permitem verificar a temperatura da superfície em dias representativos de cada período, quando foram feitas as medidas de campo nessa pesquisa. O primeiro (24/12/2009) caracterizado pelo verão, com chuvas acima da média climatológica e alta instabilidade atmosférica. O segundo (04/07/2010) caracterizado pelo inverno, com chuva e umidade abaixo da média climatológica, configurando um longo período de estiagem. O terceiro, (20/07/2010) caracterizado pelo inverno, após a passagem de alguns sistemas frontais, com queda de temperatura, aumento de umidade do ar, porém, com um único episódio de precipitação de 0,8 milímetros.

### **1. Análise da temperatura da superfície – 24 de dezembro de 2009**

A Figura 469, Carta da Temperatura da Superfície de 24 de dezembro de 2009, apresenta o padrão observado para os meses de verão, ou seja, meses mais chuvosos do ano. Nessa data, é possível observar que, as áreas urbanas se apresentam significativamente mais aquecidas do que as áreas rurais. Esse padrão ocorre, principalmente, em função da substituição dos elementos naturais como a vegetação, por materiais construtivos com albedo mais baixo que são capazes de armazenar maior quantidade de energia, se aquecendo durante o dia e liberando o calor durante a noite.

As áreas rurais por outro lado, por suas características termodinâmicas, se aquecem com maior rapidez, em comparação com as áreas urbanas, que levam mais tempo para se aquecer, porém, a zona rural também perde calor com maior velocidade. Tendo em vista as análises, comprova-se que é por essa diferença termodinâmica entre os materiais existentes nas áreas rurais e urbanas, que as ilhas de calor apresentam a maior magnitude no período noturno, por volta de 3 a 5 horas após o por do sol.

Constatou-se, porém, que em condições climáticas normais para a área de estudo, a inércia térmica é maior no campo se comparada com a cidade. A inércia térmica é definida, através da relação entre a densidade, capacidade térmica e do calor específico dos materiais que compõem a superfície. Assim como o conceito de inércia da física, que limita a aceleração de um objeto, a inércia térmica limita o aquecimento da superfície em função dos elementos citados. Portanto, os elementos com maior inércia térmica tendem a se aquecer menos, e apresentarem menor amplitude térmica durante o dia, como é o caso das áreas rurais. Já as áreas urbanas, que possuem menor inércia térmica, tendem a se aquecer mais, e apresentar maior amplitude térmica diária.

Então, o campo apresenta menor amplitude térmica, pois, salvo as áreas de solo exposto, o solo coberto por vegetação tem menor capacidade térmica, ou seja, precisa de uma quantidade maior de energia para que se aqueça 1°C, se comparados aos elementos construtivos urbanos. Isso ocorre, porque o solo coberto por vegetação, perde energia através da evaporação e da evapotranspiração, que transforma calor sensível em calor latente e o exporta para a atmosfera sem que ocorra aumento de temperatura. Assim, a temperatura do campo, geralmente, é menor do que a da cidade, pois, os elementos citados, evaporação e evapotranspiração, garantem que o campo, ao mesmo tempo em que recebe energia, irá liberar uma parte dessa energia sem gerar aumento de temperatura.

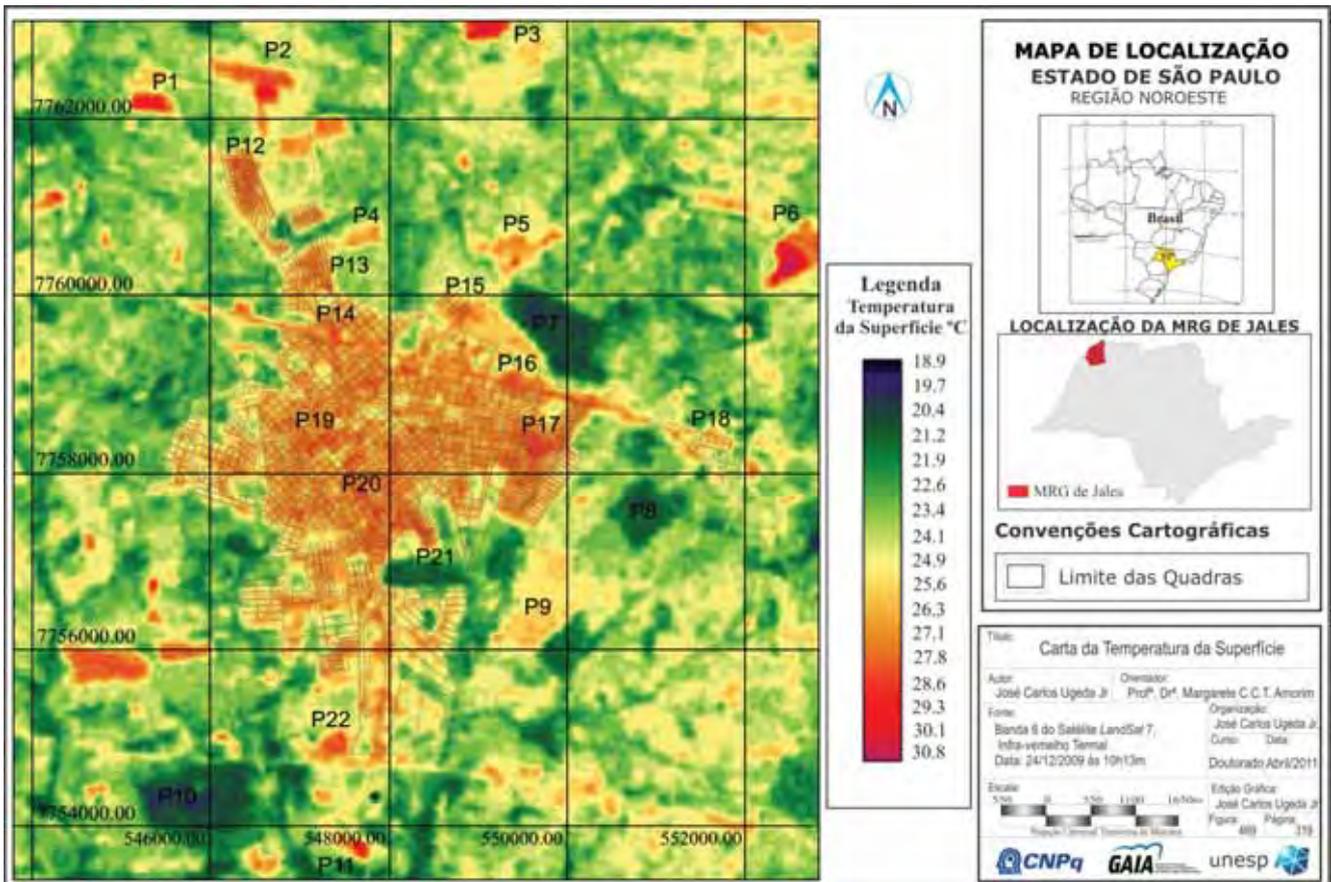
Essa característica é determinante para que o campo permaneça mais aquecido do que a cidade nos períodos de estiagem prolongada, pois, com queda brusca de umidade do solo e, conseqüentemente, com declínio da vegetação, da evaporação e da evapotranspiração, ou com solo exposto, a temperatura da superfície no campo tende a ser mais elevada do que as registradas na cidade, fato, que ocorreu no mês de julho de 2010 em Jales. Devido à estiagem prolongada, a vegetação passou por um declínio significativo, sendo que, em muitas áreas o solo ficou exposto.

O solo exposto e seco tem seu albedo reduzido, ou seja, retém mais calor, refletindo menos, além de ter sua capacidade térmica diminuída, pois, necessita de quantidade inferior de energia para que eleve sua temperatura em 1°C. Se comparado ao solo úmido e coberto por vegetação. Esses dois fatores, relacionados à diminuição da evaporação e da evapotranspiração, fizeram com que a inércia térmica fosse menor no campo, do que na cidade, sendo que, as áreas rurais se aqueceram mais, e tiveram amplitude térmica diária maior do que as áreas urbanas.

Partindo da caracterização geral e dos elementos apresentados, dar-se-á início ao detalhamento de cada período. A imagem utilizada para o mapeamento da temperatura de superfície no dia 24 de dezembro de 2009, foi captada às 10 horas e 13 minutos. Nela é possível observar, que de modo geral, a área urbana já se encontra mais aquecida do que a área rural, com exceção de alguns pontos, que por apresentarem solo exposto, tem alta capacidade de armazenar energia gerando calor. Por esse motivo, foram nesses pontos que as temperaturas mais elevadas foram identificadas.

Partindo da caracterização geral, que apresenta o ambiente urbano mais aquecido que o rural, buscou-se maior detalhamento dos elementos geoambientais dos locais que mais se destacaram por se apresentarem mais aquecidos ou menos aquecidos. Para isso foram selecionados 11 pontos na área rural e 11 pontos na área urbana, e através deles foi realizada a análise dos materiais identificados e sua relação com a temperatura.

Os pontos de 1 a 11 são representativos do ambiente rural, já os pontos 12 a 22 são representativos do ambiente urbano. Os pontos 1, 2 e 3, se caracterizam por serem áreas de plantio de lavouras temporárias, e que portanto, tem o solo revolvido todos os anos, ficando exposto no momento do plantio e da colheita, como pode ser observados nas Figuras 470, 471 e 472, que apresentam o recorte da fotografia aérea de Jales, com vôo realizado no ano 2006. Esses pontos apresentam temperaturas na casa de 30°C, similar às áreas mais aquecidas do ambiente urbano.





**Figura 470:** Arredores do Ponto 1



**Figura 471:** Arredores do Ponto 2



**Figura 472:** Arredores do Ponto 3

O fator determinante para que as áreas dos pontos 1, 2 e 3 apresentem temperatura elevada é o solo exposto, pois ele tem menor albedo. Isso significa, que ele armazena mais energia, tem a reflexão reduzida e menor capacidade térmica, fato que, permite que ele se aqueça mais do que o solo coberto por vegetação com a mesma quantidade de energia.

O ponto 4, apresentou temperatura elevada entre 25 a 28°C. Nessa área, existe um loteamento, do tipo conjunto habitacional, recém-construído, sendo que, até pouco tempo atrás as ruas ainda não eram pavimentadas, como se observa na Figura 473.

Nessa área não existe vegetação arbórea de porte significativo, pois a ocupação é recente. Também se observou, em trabalho de campo, que muitas casas têm quintal com solo exposto. A densidade de ocupação é alta, a vertente voltada para norte e nordeste. Esses são os fatores predominantes para a alta temperatura da superfície observada.



**Figura 473:** Arredores do Ponto 4

Como no verão as chuvas são intensas e as áreas de solo exposto, localizadas no ambiente rural, estão cercadas por áreas de solo coberto por vegetação, a temperatura da superfície exposta, que é maior, não chega a aquecer o ar significativamente, pois a inércia térmica do solo coberto por vegetação é maior. Como o solo coberto por vegetação na área rural é predominante nessa época do ano, ele garante que, a temperatura do ar seja menor do que nas áreas urbanas, na maior parte do dia.

O ponto 5, apresenta o Jales Clube, que se localiza na zona rural. Nessa área, ocorre a intensificação da ocupação do solo, se comparado ao seu entorno, além de que, existe nesse local, quantidade significativa de solo coberto por asfalto e cimento, e solo exposto das quadras de tênis, de vôlei e futebol de areia. Observa-se também, através da Figura 474, que os prédios localizados no clube têm cobertura de fibrocimento e cobertura de zinco no ginásio de esportes. Esses são os fatores responsáveis pela temperatura mais elevada nessa área que variou entre 26 e 28°C.

No ponto 6, foi registrado a maior temperatura da superfície 30,8°C, mesmo estando localizado na zona rural. Essa área é caracterizada por solo exposto, (Figura 475), que como já apresentado, tem maior capacidade de armazenar energia, conseqüentemente, se aquecendo. Além desses fatores, a vertente no ponto 6 está voltada para norte, o que garante maior quantidade de radiação solar no hemisfério sul. A associação entre o solo exposto e a direção da vertente, é o responsável pelo registro da temperatura mais elevada nessa área.



**Figura 474:** Arredores do Ponto 5



**Figura 475:** Arredores do Ponto 6

Os pontos 7, 8 e 10, são os pontos onde foram registradas as menores temperaturas (18,9 a 21,9°C). Essas três áreas são caracterizadas por alta densidade de

vegetação arbórea. Nos pontos 7 e 8, a vegetação existente é remanescente de mata nativa, caracterizada por ser de transição entre a mata atlântica e o ‘cerradão’. Já no ponto 11, a vegetação arbórea é do tipo cultivado. Nessa área existe um grande seringal, como pode ser observado nas Figuras 476, 477 e 478.



**Figura 476:** Arredores do Ponto 7



**Figura 477:** Arredores do Ponto 8



**Figura 478:** Arredores do Ponto 10

No ponto 10 foi observada a menor temperatura registrada, sendo que, os fatores que explicam tal resultado são: predominância de vegetação arbórea para esse período do ano - já que a seringueira é uma árvore do tipo caducifólia, que perde suas folhas no período do inverno, deixando o solo exposto - proximidade ao fundo de vale, que como já discutido apresenta as temperaturas mais baixas, principalmente, pela presença de umidade no solo e pela forma do relevo, além de estar localizado, na

vertente voltada para sul, que recebe menor quantidade de energia solar no hemisfério sul.

A temperatura mais elevada no ponto 9, (26,5°C) é explicada pela fato do solo estar exposto nessa época do ano, além de que, nessa área a vertente é voltada para norte, fatores que garantiram alta temperatura para a área, mesmo que ela esteja localizada próximo ao fundo de vale e a remanescentes de vegetação (Figura 479).



**Figura 479:** Arredores do Ponto 9



**Figura 480:** Arredores do Ponto 11.

No ponto 11, observou-se elevação significativa da temperatura, contudo, de forma pontual. Essa pequena área, que se apresentou bastante aquecida (30,5°C), corresponde a um eixo de expansão industrial, e a área pertencente à estação de tratamento de esgoto. Nesse local, existe expressiva quantidade de solo exposto, além das lagoas de estabilização da estação de tratamento de esgoto, fatores que garantiram o aquecimento desse local, mesmo que ele esteja localizado próximo ao fundo de vale, com presença de vegetação, além, de vertente voltada para o sul (Figura 480).

Esses são os pontos mais representativos do ambiente rural. Outras áreas menos aquecidas identificadas a nordeste e sudeste do mapa, estão relacionadas ao solo exposto pelas culturas temporárias e a orientação da vertente, que nesses dois casos oscila entre nordeste, norte e noroeste.

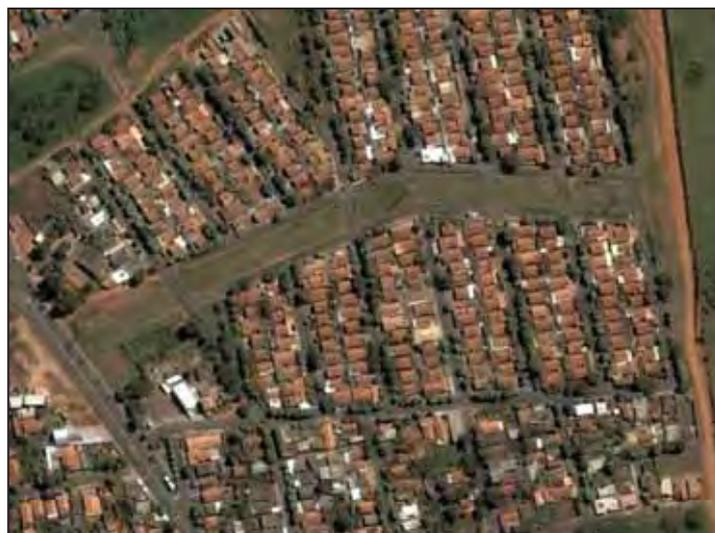
No que se refere às áreas urbanas, destaca-se, inicialmente, que a temperatura variou entre 25,5°C e 30,5°C, com algumas pequenas áreas, com temperaturas mais baixas em bairros muito arborizados e, nos resquícios de mata como a área do Bosque Municipal e do Jardim do Bosque, com temperaturas entre 21 e 24°C. As áreas de

temperatura mais elevadas são, principalmente, os arredores da rodovia que corta a cidade, as avenidas pouco arborizadas, a área central e os conjuntos habitacionais, que via de regra, são densamente ocupados e pouco arborizados.

Dar-se-á continuidade a análise mais detalhada do espaço urbano através da caracterização dos pontos 12 a 22, pontos mais representativos do ambiente urbano.



**Figura 481:** Arredores do Ponto 12



**Figura 482:** Arredores do Ponto 13

A Figura 481, apresenta os arredores do ponto 12, bairro densamente ocupado, do tipo conjunto habitacional, com lotes pequenos e construções que ocupam quase a totalidade do lote. Esse bairro também possui uma quantidade significativa de telhados do tipo fibrocimento, notadamente nas extensões feitas nas construções pelos moradores, como já apresentado. Mesmo com vertente orientada para leste e sul, a densidade de construção nessa área, associada ao porte (ainda pequeno) da vegetação arbórea e aos telhados de fibrocimento, garantem que essa área apresente temperatura significativamente aquecida.

O ponto 13, apresentado na Figura 482, tem características de ocupação semelhantes às observadas no ponto 12, já que, também é um bairro do tipo conjunto habitacional, com lotes pequenos, construções que ocupam quase todo o lote, além, de significativa ocorrência de telhados do tipo fibrocimento. Porém, por tratar-se de um bairro mais antigo, o porte da vegetação arbórea é maior. Mesmo que a vertente no ponto 13 esteja voltada para norte, acredita-se que esse bairro não apresente temperatura superior ao ponto 12 (vertente voltada para sul e leste), devido à maior ocorrência de vegetação de porte arbóreo. A forma do relevo nesses dois pontos é similar, pois os dois se encontram na vertente, separados por um fundo de vale com córrego não canalizado,

sendo que, as temperaturas mais elevadas nos dois bairros foram identificadas nas áreas de média e alta vertente, já os locais próximos ao fundo de vale, apresentaram temperaturas menos elevadas.

Os pontos 14,15 e 16, que se localizam a norte da rodovia Euclides da Cunha e, estão localizados, sobre vertentes, parcialmente, voltadas para norte (P14 e P16) e, inteiramente, voltada para norte (P15). Essas áreas são de uso do solo do tipo comercial e de serviços (P14) residencial (P15) e distrito industrial (P16), como pode ser observado nas Figuras 483, 484 e 485. Essas áreas se apresentam aquecidas, com temperatura variando entre 25 a 29,3°C.



**Figura 483:** Arredores do Ponto 14



**Figura 484:** Arredores do Ponto 15



**Figura 485:** Arredores do Ponto 16

Através da Figura 483, observa-se que existe a predominância de telhados de zinco e fibrocimento. A ocupação da região é densa, com construções que utilizam quase todo o terreno, prédios comerciais e de serviços de um pavimento. Essa área se localiza próximo à rodovia, que também apresenta alta temperatura (27 à 28,5°C).

A temperatura da superfície registrada nessa área foi de 26,8 à 28,3°C. Os fatores predominantes para essa região, são os materiais construtivos, notadamente a cobertura das construções, a orientação da vertente e a ausência quase total de vegetação.

O ponto 15, representado pela Figura 484, é caracterizado por ser um bairro de classe média, com terrenos grandes e sem ocorrência de telhados do tipo fibrocimento, entretanto, esse bairro apresenta uma quantidade significativa de solo exposto, pois em janeiro de 2010, foi observado em trabalho de campo, que existem diversas casas sendo construídas na aérea e, alguns terrenos que foram terraplanados, o que favorece a ocorrência do solo exposto. Associado a esse fator, não se observa, uma árvore sequer, nesse bairro. Outro fator importante para que a superfície se apresente aquecida nessa área é a orientação da vertente (norte), o que intensifica a incidência de radiação.

No ponto 16, observa-se uma mistura das características identificadas nos pontos 14 e 15. Como se nota na Figura 485, no ponto 16, distrito industrial, existe uma grande quantidade de solo exposto, muitos prédios com telhados de zinco e fibrocimento, além de alta taxa de solo exposto. Essa área apresenta vertente parcialmente voltada para norte e baixa ocorrência de vegetação arbórea. Mesmo que o distrito industrial apresente baixa taxa de ocupação do solo, fatores como falta de vegetação, telhados de zinco e fibrocimento e alta porcentagem de solo exposto, explicam as altas temperaturas identificadas nessa área.

Pode-se observar também (Figura 469), que em alguns locais do parque industrial II a temperatura é mais baixa (23 a 24°C), porém, essas pequenas áreas são caracterizadas por serem fundos de vale, mais úmidos e vegetados ou áreas próximas a mata localizada no ponto 7.

O ponto 18, localizado no parque industrial III, também apresenta temperatura elevada, sendo que, as áreas já ocupadas apresentam temperatura entre 25 e 28°C, e as áreas ainda não ocupadas, apresentam temperaturas mais baixas entre 22 e 23,5°C. A Figura 486 permite identificar que os fatores predominantes para que a temperatura fosse elevada são: as coberturas das construções, que são, predominantemente de zinco, a alta porcentagem de solo exposto e a ausência quase total de vegetação do tipo arbóreo. A área mais aquecida do parque industrial tem vertente voltada para nordeste, já a área menos aquecida, tem vertente voltada para leste, fatores que se demonstram importantes nessa região, já que a densidade de ocupação não é alta.



**Figura 486:** Arredores do Ponto 18



**Figura 487:** Arredores do Ponto 22

O ponto 22 também apresentou temperatura elevada, entre 27 e 29,5°C. Essa área, localizada no limite do perímetro tem uso do solo do tipo industrial, além de uma grande área de extração de terra, como pode ser observado na Figura 487. Nesse ponto,

a temperatura mais elevada foi registrada no local de extração de terra, pois o solo nesse local fica exposto constantemente, o que ressalta a capacidade do solo exposto em armazenar energia e gerar calor. A segunda área de maior temperatura nesse ponto, também se trata do solo exposto, dentro do pátio da indústria instalada nesse local.

O ponto 17, representado pela Figura 488, apresentou a maior extensão espacial com temperatura mais elevada (28 a 30,5°C). Essa área tem uso do solo do tipo residencial (conjunto habitacional) com lotes pequenos, com construções que ocupam todo o lote, densidade muito alta e ocorrência de telhados do tipo fibrocimento. A vertente dessa área está voltada para sul, sudeste e oeste, e o bairro conta com vegetação arbórea de porte médio. Mesmo com esses dois fatores atenuantes, a alta densidade de ocupação do solo é o fator predominante para o aparecimento desse amplo espaço mais aquecido.

A temperatura do bairro é similar a observada no centro da cidade, ponto 19, entretanto, como no centro existe maior ocorrência de espaços livres de construção com presença de vegetação, a extensão espacial da área com temperatura mais elevada é menor no centro do que no ponto 17, pois, os espaços livres de construção geram a diminuição da temperatura, mesmo que pontual, no centro da cidade, o que não ocorre no ponto 17, pois os espaços livres existentes nessa área não possuem vegetação de porte arbóreo, sendo observada apenas a vegetação rasteira e solo exposto, o que como já descrito, tem maior capacidade de aquecimento (Figura 489).



**Figura 488:** Arredores do Ponto 17

**Figura 489:** Arredores do Ponto 19

**Figura 490:** Arredores do Ponto 20

A Figura 489 apresenta os arredores do ponto 19, no centro da cidade. Nessa região, existe alta densidade de construção, com verticalização na maioria dos casos entre 2 a 4 pavimentos, contudo, ainda são encontrados alguns prédios mais elevados. O uso do solo é, predominantemente, do tipo comercial e de serviços, com baixa incidência do tipo residencial. Nessa área, existe grande quantidade de telhados do tipo

fibrocimento e zinco, baixa ocorrência de vegetação arbórea nas calçadas, ficando a vegetação restrita, quase que exclusivamente, aos espaços livres de construção existentes.

Como o centro da cidade se encontra em uma área mais alta, próxima ao espigão, ocorre uma diversidade em relação à orientação das vertentes, sendo possível observar, vertentes orientadas para norte e nordeste, sul e sudoeste além de oeste.

A temperatura da superfície no centro varia entre 28 e 30,5°C, porém, é possível observar pequenas áreas com temperatura inferior (23,5°C). Essas pequenas manchas de temperaturas mais amenas, correspondem, aos espaços livres de construção que apresentam significativa ocorrência de vegetação arbórea. Do ponto de vista da extensão espacial da temperatura da superfície, é no centro da cidade que se observa a maior área aquecida, entretanto, no ponto 17 a temperatura mais elevada (30,5°C) ocupa um espaço maior do que no centro da cidade, mesmo que, a área mais aquecida nesse bairro seja menor que a observada no centro.

O ponto 20, representado pela Figura 490, está ligado ao centro da cidade, apresentando as mesmas temperaturas (28 a 30,5°C). Nesses bairros, o uso do solo predominante, é do tipo residencial. As construções ocupam quase todo o lote, sendo que, existe um mistura de tipos de cobertura com maior ocorrência de telhas de cerâmica, fibrocimento e laje sem cobertura. Nesses bairros existe vegetação de porte arbóreo, porém com baixa incidência. As vertentes estão voltadas, predominantemente, para norte e sul. Esses dois últimos fatores, associados ao tipo de cobertura, são fatores predominantes para o padrão observado na área, com locais mais aquecidos entre 29,5 e 30,5°C, intercalados por locais menos aquecidos, entre 28 e 29,5°C.

As áreas do centro (P19), do ponto 17 e do ponto 20, são as áreas mais aquecidas dentro do perímetro urbano. A explicação para este fato está relacionada à alta densidade de ocupação do espaço nessas áreas, a ocorrência de telhados de zinco e fibrocimento, a orientação da vertente a ausência de vegetação urbana.

O ponto 21 apresenta as temperaturas mais baixas localizadas no perímetro urbano (19,5 a 21°C). A Figura 491, apresenta os arredores desse ponto, que está localizado no bosque municipal, que além da ampla área de mata remanescente, conta ainda, com mais quatro áreas de mata em seus arredores, duas no jardim do Bosque e outras duas na zona rural.

Nessa área, a vertente está voltada para nordeste e leste, fator que não é determinante em função da alta densidade de vegetação, que através de processos

naturais como evapotranspiração e evaporação, transformam o calor sensível em calor latente, fator que evita o aumento da temperatura, tanto da superfície quanto do ar. Esses processos associados ao albedo da vegetação e a capacidade térmica fazem com que as áreas de mata sejam sempre menos aquecidas.



**Figura 491:** Arredores do Ponto 21

A área do Jardim do bosque, localizada a sul do bosque municipal, por ser um bairro ainda pouco ocupado e com existência de terrenos não utilizados, muitas vezes com solo exposto, faz com que a temperatura da superfície nesse local se eleve, ficando entre 25 e 27,5°C.

Essa caracterização, feita com imagem de 24 de dezembro de 2009, apresenta a temperatura da superfície no período do verão, com chuvas significativas, solo úmido e vegetação verde, o que configura o padrão observado na Figura 469, com ampla diferença térmica entre as áreas urbanas e rurais, sendo que, os locais com maior densidade de ocupação, voltados para o norte e sem vegetação, foram os mais aquecidos.

Já as áreas de mata são os locais menos aquecidos, com zona rural apresentando temperatura intermediária, principalmente, nas proximidades dos fundos de vale. Ressalta-se, entretanto, que a maior temperatura foi observada na zona rural, em áreas de solo exposto e revolvido, que nessa época no ano está sendo preparado para o plantio de culturas temporárias

A seguir será apresentado o padrão observado em 4 de julho de 2010.

## **2. Análise da temperatura da superfície – 4 de julho de 2010**

Como já descrito, o mês de julho de 2010 foi mais seco do que a média climatológica, devido à um período longo de estiagem. O padrão observado em dezembro não se repetiu, pois a vegetação na zona rural passou por um declínio significativo em função da estiagem, e em muitas áreas o solo ficou exposto.

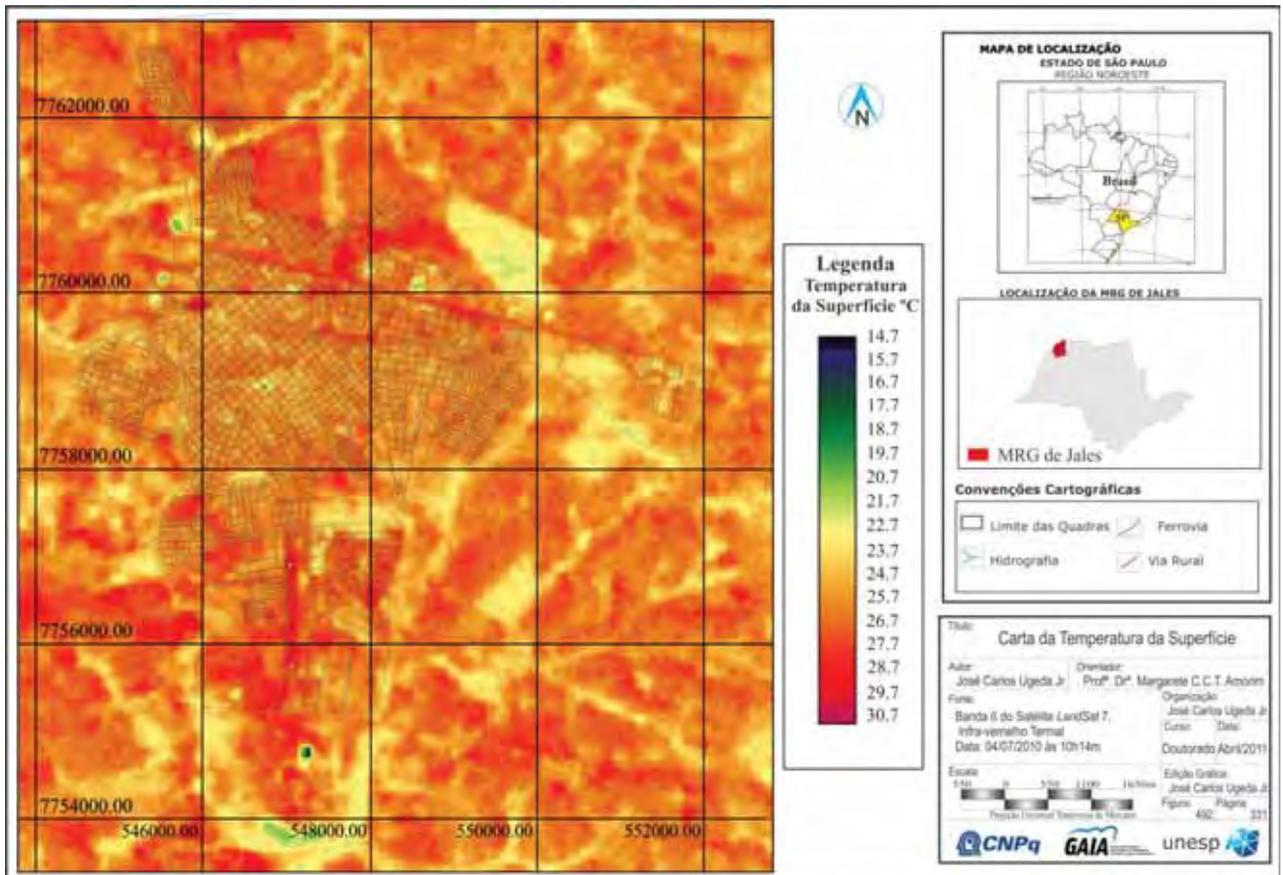
Esse longo período de estiagem, que favoreceu a exposição mais acentuada do solo, contribuiu para a redução de sua inércia térmica, principalmente, devido à redução do albedo e da capacidade térmica, sendo que, o solo passa a armazenar mais energia e por estar exposto e seco, necessita de quantidades menores de energia para se aquecer. A associação desses dois fatores, contribuiu para o padrão observado, que de maneira geral, apresenta o campo mais aquecido do que a cidade, como se observa através da Figura 492. A temperatura variou entre 14,7 e 24,7°C, sendo que, a temperatura predominante na área ficou entre 23 e 30°C.

Percebe-se através desse padrão, que o relevo e a vegetação têm grande importância na configuração da temperatura da superfície, pois as áreas mais frescas foram, primeiramente, as matas, seguidas das áreas de fundo de vale, que são mais úmidas e com mais vegetação do que o restante da região. É possível notar claramente através da Figura 492, o desenho da rede hidrográfica da região, pois se destaca na cor amarela clara, com temperaturas em torno de 23°C.

As áreas de matas ou fundos de vales localizados dentro do perímetro urbano, também se apresentaram menos aquecidos, assim como na zona rural, o que destaca que, para essa época do ano e, principalmente, com estiagem prolongada, o solo exposto tem maior capacidade de aquecimento do que os elementos construtivos urbanos, sendo que a vegetação e a umidade do solo nos fundos de vale são os fatores predominantes para a queda da temperatura da superfície no período da manhã.

A orientação das vertentes também se destaca como fator importante, pois a região norte do mapa, que apresenta predominância de vertentes voltadas para norte, se apresentou mais aquecida do que a região sul do mapa, que apresenta predominância de vertentes voltadas para o sul.

De maneira geral ressalta-se que os fatores mais importantes para as áreas mais aquecidas são o solo exposto e as vertentes orientadas para norte. Já os fatores que explicam as áreas com menor temperatura são a vegetação, a umidade do solo nos fundos de vale e as vertentes voltadas para sul.



A Figura 493: Temperatura do Ar para o dia 4 de julho de 2010 às 10h, confirma a relação existente entre o aquecimento da superfície e o aquecimento do ar, já que, repete o mesmo padrão observado no mapeamento da temperatura da superfície. A Figura 494: Temperatura do Ar para o dia 04 de julho de 2010 às 11h, demonstra mais claramente e com maior fidelidade esse relação, pois, inicialmente o solo recebe a radiação solar, se aquece e emite radiação de ondas longas para a atmosfera. O ar é aquecido através da radiação de ondas longas, emitida pela superfície, portanto, é natural que primeiro o solo se aqueça, para posteriormente aquecer o ar.

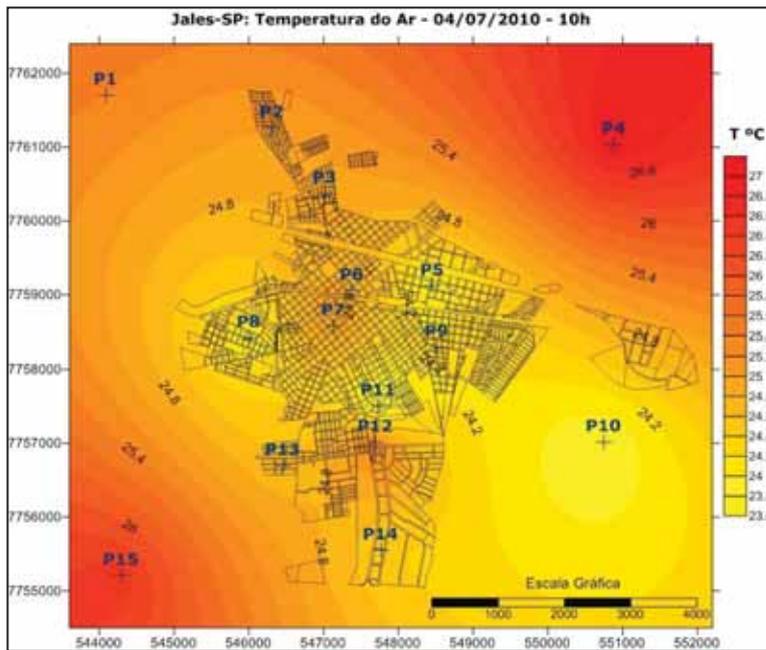


Figura 493: Temperatura do Ar – 04/07/2010 – 10h.

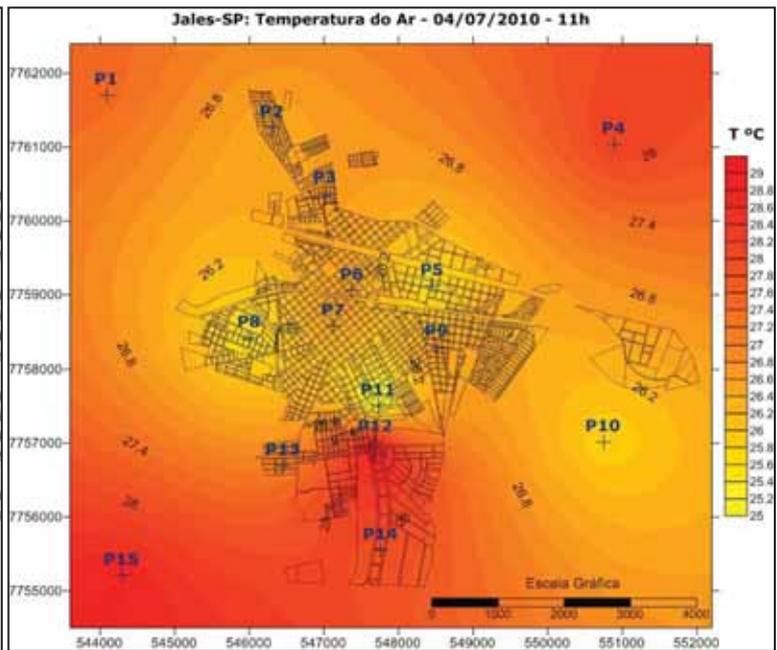


Figura 494: Temperatura do Ar – 04/07/2010 – 11h

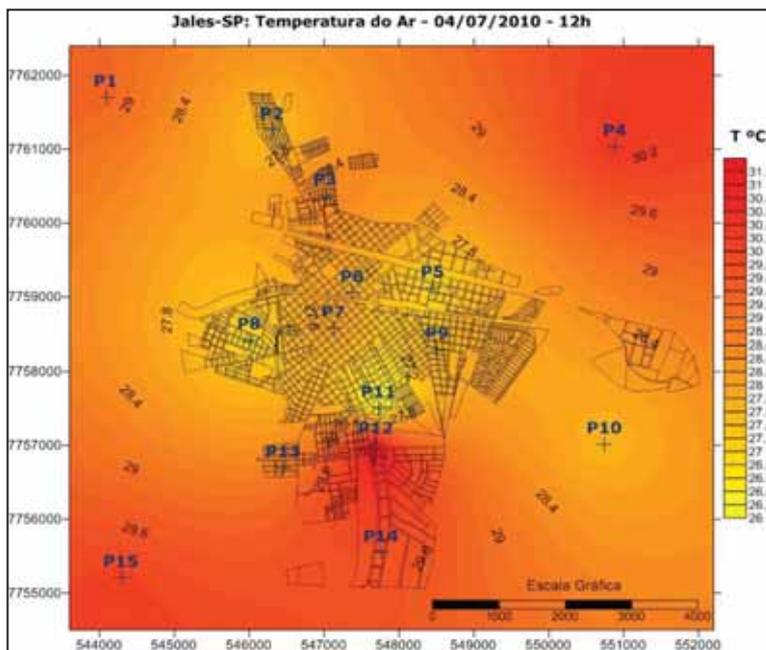


Figura 495: Temperatura do Ar – 04/07/2010 – 12h.

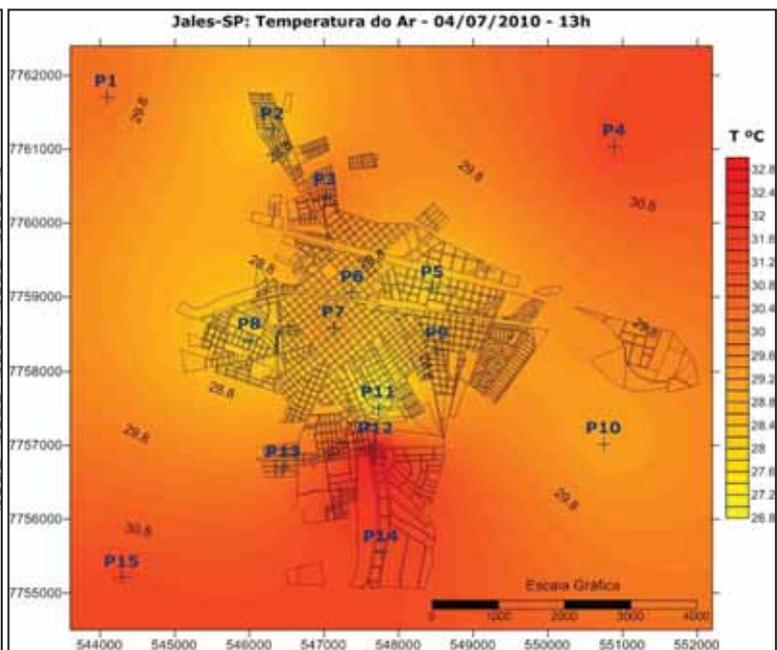


Figura 496: Temperatura do Ar – 04/07/2010 – 13h.

Dessa maneira, é a partir das 12h que a temperatura do ar se equipara a temperatura do solo registrada às 10h14m, 1 hora e 46 minutos mais tarde. Pode se observar através da Figura 495, que as áreas rurais se encontram mais aquecidas do que as áreas urbanas, com exceção do ponto 10, que se localiza no fundo de vale, próximo ao córrego. Já os pontos 1, 4 e 15 demonstram o aquecimento mais intenso do campo.

Dentro do perímetro urbano, observa-se uma área mais aquecida localizada no centro da cidade, entre os pontos 6 e 7. Nessa região, tanto temperatura da superfície, quanto a temperatura do ar se encontravam mais elevadas.

A temperatura mais elevada tanto da superfície quanto do ar, dentro do perímetro urbano, foi registrada entre os pontos 12 e 14, mais precisamente na pista do aeroporto municipal. Essa área é caracterizada por ter pavimentação asfáltica na pista, e dos dois lados, existe a área de segurança com vegetação rasteira. Devido à estiagem prolongada, ocorreu uma diminuição da vegetação rasteira, ficando o solo parcialmente exposto, ou seja, fatores que explicam a alta temperatura registrada nessa área. Esse padrão se repetiu ao longo da rodovia Euclides da Cunha, como pode ser observado através da Figura 492.

A partir das 12h o padrão se manteve, com variação de intensidade, sendo que, a temperatura foi se elevando em função da radiação solar. A Figura 496, Temperatura do ar às 13h, confirma a relação existente entre a temperatura da superfície registrada às 10h14m, sendo que mesmo às 13h, o padrão observado se manteve, contudo, com elevação da temperatura, ficando entre 26,6 e 33°C.

A constatação da relação entre a temperatura da superfície e a temperatura do ar ainda será verificada através da imagem de 20 de julho de 2010, entretanto, sua existência fica evidente, através das imagens apresentadas acima, sendo que o tempo necessário para que essa relação ficasse clara, variou entre 1 e 2 horas, pois, às 11h, o padrão observado ainda não estava definido com total fidelidade. Às 13h o padrão se manteve, porém, com elevação das temperaturas registradas.

Destaca-se que a principal alteração em relação ao modelo observado em dezembro, está relacionada ao aumento significativo da temperatura da superfície da zona rural, pois as áreas urbanas mantiveram o mesmo padrão descrito para janeiro, apenas com diferentes intensidades, sendo que a área central também se encontrava aquecida, assim como os conjuntos habitacionais (P2, P3, P9 e P8). As áreas de mata e fundo de vale próximas aos pontos 3 e 12 continuam menos aquecidas do que o restante da cidade.

Entretanto, o maior destaque é dado para as áreas que apresentam solo exposto, como já mencionado. Devido à diminuição da inércia térmica, essas áreas que, preferencialmente, se localizam no campo, se aquecem com maior eficiência durante o dia, liberando esse calor adquirido no período da noite, alterando dessa forma o balanço de energia observado em períodos menos secos.

Em períodos com precipitação normal, a diferença no balanço de energia entre o campo e a cidade esta baseada na maior absorção de radiação solar pelos materiais construtivos urbanos, fato que, torna a cidade mais aquecida que o campo. Já nos períodos de estiagem prolongada, é o solo exposto e pouco vegetado que absorve com mais eficiência a radiação solar, em detrimento dos materiais construtivos urbanos. Como o solo absorveu mais energia e os processos de evaporação e evapotranspiração sofrem significativa redução nos períodos de estiagem ocorre uma diminuição da transformação do calor sensível em calor latente, ou seja, a energia então se armazena no solo, elevando sua temperatura de maneira mais eficiente do que nos materiais construtivos.

Como o padrão de aquecimento dentro do perímetro urbano se manteve, e a principal diferença foi identificada no padrão de aquecimento da zona rural, para as imagens de 4 de julho e 20 de julho foram apresentadas apenas as informações diferenciadas, não sendo necessário, a repetição do detalhamento de todos os pontos apresentadas para 24 de dezembro de 2009. A seguir, será apresentada a temperatura da superfície para o dia 20 de julho de 2010.

### **3. Análise da temperatura da superfície – 20 de julho de 2010.**

Entre os dias 4 e 20 de julho de 2010, os primeiros sistemas frontais impulsionados pelo JPS conseguiram vencer o bloqueio imposto pela massa tropical atlântica continentalizada, sendo que, apenas no dia 13 o primeiro sistema frontal atingiu o interior paulista, ficando estacionário sobre a área de estudos até o dia 17, (Figura 249), causando aumento de nebulosidade (Figura 250), queda na temperatura e aumento da umidade relativa.

No dia 18 ocorreu a atuação da mPa, já se enfraquecendo e tornando-se mPt, o sistema frontal que ficou estacionário sobre a área de estudos, causou instabilidade atmosférica, e o único episódio de precipitação ocorreu no dia 12 às 23h, devido a esse sistema. A instabilidade e o aumento da umidade, mesmo com pouca chuva, por ele

causado, foi responsável, pela diminuição da temperatura da superfície, como pode ser observada na Figura 497, Temperatura da superfície para o dia 20 de julho de 2010.

Destaca-se que as temperaturas mínimas e máximas foram 2°C mais elevadas no dia 20 se comparado ao dia 4. Entretanto, as temperaturas mais baixas e mais altas foram restritas a pequenas áreas de solo exposto, no caso da máxima, e de mata remanescente no caso da mínima. De modo geral, tanto no campo como na cidade, a temperatura da superfície foi menor no dia 20 do que no dia 4, com exceção, das pequenas áreas onde foram registradas as máximas e as mínimas temperaturas.

Essa redução da temperatura da superfície, mesmo que de baixa intensidade, pode ser explicada, pela instabilidade atmosférica causada pelos sistemas frontais, pela nebulosidade e pelo aumento da velocidade do vento, entretanto, como o único episódio de precipitação foi de apenas 0,8 milímetros, a temperatura não caiu muito.

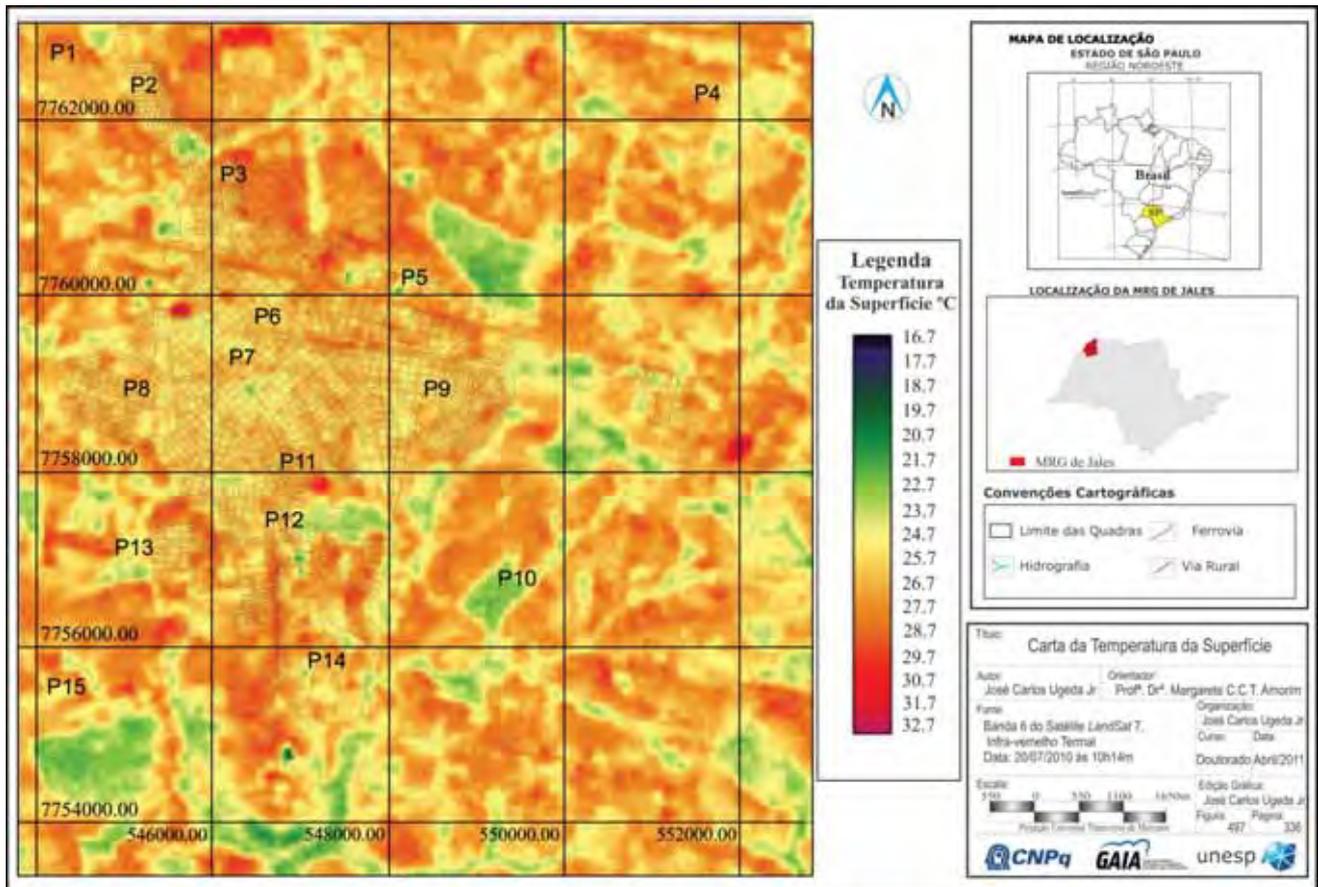
O padrão observado no dia 4 se manteve, sendo que, os fundos de vale e as matas apresentaram as menores temperaturas, e a cidade esteve menos aquecida que o campo. Já nas áreas rurais, os locais de solo exposto apresentaram as temperaturas mais altas, seguidos das vertentes voltadas para norte, e posteriormente, das vertentes voltadas a sul.

Na área urbana, o centro (P7) se manteve mais aquecido, seguido pelos conjuntos habitacionais (P3 e P9), além do ponto 11 que apresenta vertente voltada para norte. A pista do aeroporto também estava mais aquecida, assim como no dia 4.

Faz-se necessário destacar que, as duas áreas que apresentaram as maiores temperaturas, na casa de 32°C, foram áreas de uso rural, porém, próximas a cidade, com formação de cultura de laranja, mas na fase inicial, o que garante o solo exposto, além, de vertentes voltadas para norte. Essas áreas se localizam a leste e a oeste da cidade, e são representadas pelas Figuras 498 e 499.

A temperatura do ar não apresentou variação significativa entre o dia 4 e o dia 20, entretanto, no dia 20 também ocorreu uma ligeira queda, como se observa nas Figuras 500 a 503.

Destaca-se que, nesse período a relação entre a temperatura da superfície e a temperatura do ar também se manteve, sendo que o tempo de resposta foi o mesmo, entre 1 a 2 horas. Às 12h o padrão observado na Figura 502, Temperatura do ar às 12h, corresponde à observação da Figura 497, Temperatura da superfície. Destaca-se que às 13h, o padrão se manteve, apenas com variação de intensidade.





Figuras 498 e 499: Áreas mais aquecidas no dia 20 de Julho de 2010

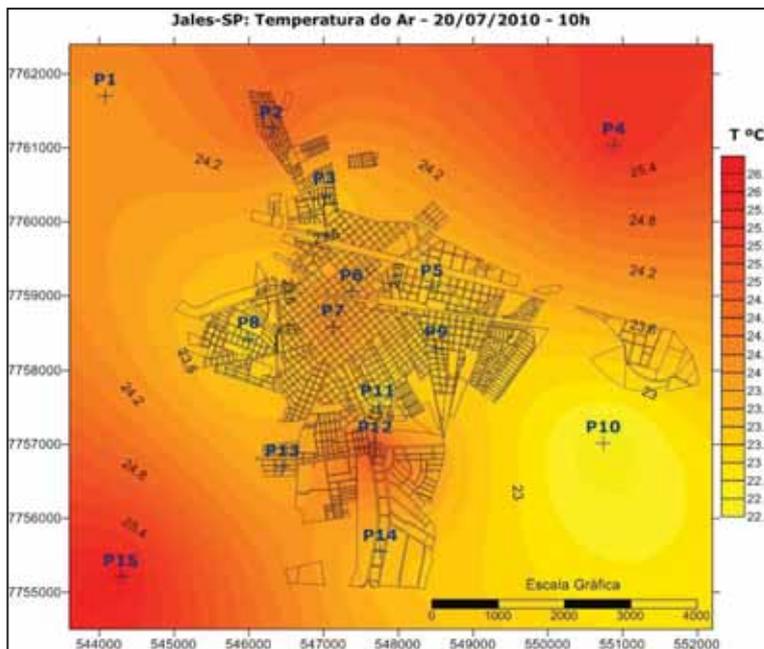


Figura 500: Temperatura do Ar – 20/07/2010 – 10h.

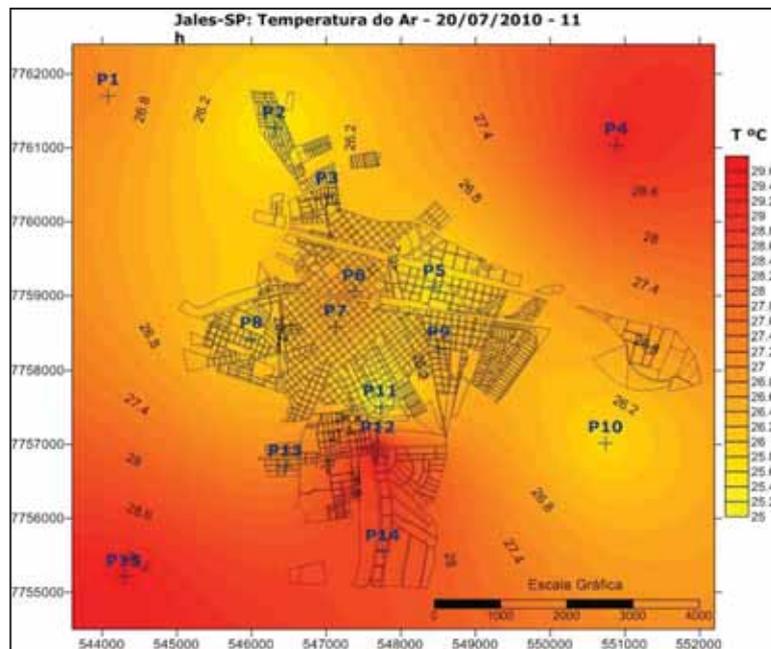


Figura 501: Temperatura do Ar – 20/07/2010 – 11h.

Observa-se através das Figuras 500 e 503, que a temperatura da superfície e também do ar é maior no campo do que na cidade, sendo que, nos pontos 1, 4 e 15 as temperaturas, tanto do ar como da superfície são mais elevadas. O ponto 1 apresentou temperatura da superfície às 10h14m de 28,9°C, já a temperatura do ar às 12h foi de 29,2°C. A temperatura da superfície no ponto 4 foi 30,1°C, e a temperatura da superfície às 12h foi de 30,6. O ponto 15 apresentou temperatura da superfície de 29,9°C e temperatura do ar de 30,2°C.

No ponto 10, observa-se uma significativa diminuição da temperatura da superfície e também do ar. Esse fato é explicado devido à localização dessa área,

próxima ao fundo de vale, com algumas represas e muita vegetação ao redor da construção, onde foi instalada a mini estação meteorológica, como se observa através da Figura 504. A temperatura da superfície nesse ponto foi 27,8°C e a temperatura do ar às 12h foi 27,9°C.

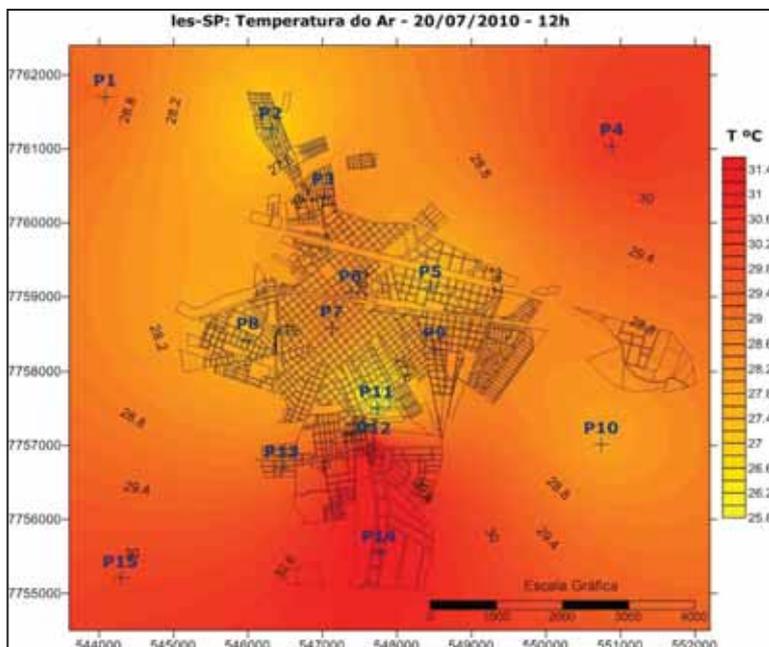


Figura 502: Temperatura do Ar – 20/07/2010 – 12h.

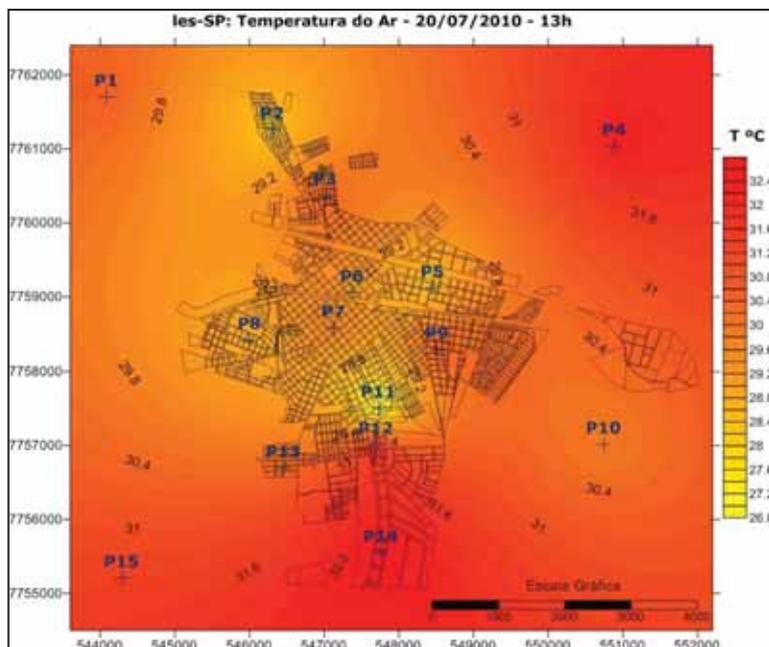


Figura 503: Temperatura do Ar – 20/07/2010 – 13h.



Figura 504: Arredores do Ponto 10

Nas áreas urbanas, os dados da temperatura da superfície e da temperatura do ar também são correspondentes, sendo que, a temperatura da superfície registrada no ponto 2 às 10h14m foi 26,7°C, e às 12h esse mesmo ponto, apresentou temperatura do ar de

26,8°C, portanto, 1 hora e 45 minutos após a aquisição do valor da temperatura da superfície ocorreu à equiparação com o valor da temperatura do ar.

No ponto 3, a temperatura da superfície foi de 28,7°C, já a temperatura do ar às 12h foi de 28,6°C. Como já mencionado, esse local se apresentou mais aquecido do que o ponto 2, em função da orientação da vertente, voltada para sul no ponto 2 e para norte no ponto 3.

A temperatura da superfície registrada no ponto 5, foi de 26,9°C, e a temperatura do ar às 12h foi de 27,1°C. Já nos pontos 6 (centro residencial) e 7 (centro comercial) a temperatura da superfície foi 27,9 e 28,1°C, e a temperatura do ar às 12h foi 28,4 e 28,5°C, respectivamente. O aquecimento com maior velocidade da área central está relacionado à maior densidade de ocupação do solo, entretanto, mesmo que às 12h a temperatura do ar esteja maior do que a registrada na superfície às 10h14m, essa diferença não é significativa, pois o padrão se manteve, e o tempo de resposta entre o aquecimento da superfície e o aquecimento do ar não é homogêneo, e está relacionada às características de uso e ocupação do solo.

No ponto 8, a temperatura da superfície foi 27,2°C e a temperatura do ar às 12h foi de 27,5°C. No ponto 9 a temperatura da superfície foi de 28,4°C e a temperatura do ar às 12h foi 28,7°C. No ponto 11, a temperatura da superfície foi de 25,9°C, já a temperatura do ar foi 25,7°C. No ponto 12, a temperatura da superfície foi 30,7°C e a temperatura do ar 31,2°C. No ponto 13, a temperatura da superfície foi de 28,9°C, já a temperatura do ar foi 29,1°C. No ponto 14, a temperatura da superfície foi de 30,1°C e a temperatura do ar foi de 31,3°C.

Essas diferenças mais significativas entre a temperatura da superfície registrada às 10h14m e a temperatura do ar registrado às 12h, estão relacionado ao uso do solo industrial e a alta porcentagem de solo exposto nessa área, o que permitiu que o ar se aquecesse com maior velocidade, se comparado ao restante da área entre 11h e 12h. Às 11h, a temperatura do ar no ponto 14 foi de 28,4°C, inferior aos 30,1°C registrado na superfície, e mesmo que às 12h, a temperatura do ar tenha apresentado diferença de 1,2°C em relação a temperatura da superfície, essa diferença ocorreu dentro do período de aquecimento de 1 a 2 horas, como já mencionado.

A Tabela 10 apresenta os dados da temperatura da superfície para o dia 20 de julho às 10h14m e da temperatura do ar às 10h, 11h, 12h e 13h do mesmo dia.

Os dados e os mapas apresentados tanto para o dia 4 de julho quanto para o dia 20, demonstram claramente a relação existente entre a temperatura da superfície e a

temperatura do ar, sendo que, o tempo de resposta para os dois dias foi de uma a duas horas.

Deve-se destacar apenas que para se confirmar a relação apresentada, faz-se necessário que o leitor avalie a temperatura nos pontos (1 a 15) destacados nas imagens, isso porque, as cartas de temperatura da superfície foram construídas a partir de dados contínuos, já a carta de temperatura do ar foi construída a partir de dados discretos. Por esse motivo é que, nas áreas de mata e fundos de vale, facilmente observáveis na carta de temperatura da superfície, não aparecem na carta de temperatura do ar. Isso ocorre, porque não é possível instalar as mini-estações meteorológicas nesses locais, por falta de infraestrutura. Porém, o ponto 10, que se localiza próximo ao fundo de vale, demonstra que a relação entre as duas temperaturas também é fiel nessas áreas.

Como a espacialização dos dados discretos é feita através de interpolação, (nesse trabalho feita através do *software Surfer*), é natural que a precisão dos dados seja menor, quanto maior for a distância dos pontos de registro. Nesse sentido, o fundo de vale existente entre os pontos 2 e 3, não aparece claramente nas cartas de temperatura do ar, entretanto, ele é destacado com clareza na carta de temperatura da superfície, por ter sido gerado a partir de dados contínuos, e também nas cartas de temperatura do ar feitas a partir dos transectos móveis, por se tratar de dados discretos e sequenciais, ou seja, são pontuais, mas seguem a sequência da rota percorrida. Esses fatores destacam a importância da utilização dessas metodologias, devido à relação de complementaridade existente entre elas, fator que permite o aprofundamento do conhecimento das características do clima urbano.

**Tabela 10:** Temperatura da Superfície e temperatura do ar

Pontos	Temperatura da superfície 10h14m	Temperatura do ar 10h	Temperatura do ar 11h	Temperatura do ar 12h	Temperatura do ar 13h
P1	28,9	24,1	27,2	29,2	30,6
P2	26,8	24,8	25,4	26,8	28,2
P3	28,7	23,4	26,3	28,6	30,4
P4	30,1	25,8	29,3	30,6	32,3
P5	26,9	23,3	25,4	27,1	28,4
P6	27,9	24	26,9	28,4	29,1
P7	28,1	24,1	26,7	28,5	29,7
P8	27,2	23	25,9	27,5	28,7
P9	28,4	23,3	26,6	28,7	30,5
P10	27,8	22,4	25,8	27,9	29,9
P11	25,9	23	24,9	25,7	26,7
P12	30,7	25,1	29,2	31,3	31,3
P13	28,9	23,7	27,3	29,1	30,3
P14	30,1	23,4	28,4	31,3	32,5
P15	29,9	26,1	29,5	30,2	31,4

Como a Tabela 10 apresenta os dados da temperatura tanto do ar como da superfície nos pontos onde as estações meteorológicas foram instaladas, ela comprova, deste modo, a correlação existente entre os dados registrados pelas duas metodologias, tanto em relação ao tempo de resposta quanto aos valores absolutos registrados.

Portanto, destaca-se que o padrão de aquecimento se manteve, com áreas mais aquecidas localizadas sobre vertentes voltadas para norte, ou com alta densidade de ocupação, associado à ausência de vegetação urbana, já as áreas menos aquecidas foram identificadas sobre as vertentes voltadas para sul, principalmente nos fundos de vale ou áreas de mata remanescentes.



**Capítulo 9:**  
**Clima e qualidade ambiental urbana.**

## Capítulo 9:

### 1. Clima e qualidade ambiental urbana.

Através da discussão apresentada no capítulo 1 e da caracterização do clima urbano de Jales, apresentada nos capítulos 6, 7 e 8, fica claro a relação existente entre o clima urbano e a qualidade ambiental. Entretanto, para reafirmar essa relação, será apresentado nesse capítulo a carta de qualidade ambiental, disponível em Ugeda Junior (2007), com a finalidade de se realizar a sobreposição dessa carta com as ilhas de calor identificadas na Cidade de Jales.

O objetivo desse cruzamento é identificar se as alterações climáticas registradas em Jales ocorrem nas mesmas áreas onde foram identificados problemas ambientais, pois, em tese existe uma relação clara entre eles, porém, se faz necessário a apresentação de dados que confirmem essa relação.

Para que esse objetivo fosse alcançado, utilizou-se da carta de qualidade ambiental, elaborada através dos indicadores: uso do solo, ocupação do solo, densidade populacional, poluição atmosférica, ocorrência de enchentes, vegetação urbana, e espaços livres de edificação.

Esses indicadores foram mapeados e, foram identificadas áreas que apresentassem problemas em relação a cada um deles. Os problemas mapeados foram: ocorrência de usos incompatíveis do solo na mesma área, densidade de ocupação do solo superior a 80%, densidade populacional superior a 800 habitantes por setor censitário, ocorrência potencial de poluição atmosférica, ocorrência de enchentes, ausência de vegetação urbana e ausência de espaços livres de edificação.

Para a elaboração da carta de qualidade ambiental foi realizada a sobreposição destes sete indicadores ambientais. Tais indicadores fazem referência a aspectos ambientais negativos, tais como: ausência de vegetação ou ocorrência de poluição. Devem-se, assim, ser ressaltadas algumas características utilizadas para a organização dessa carta.

Em relação ao uso do solo, consideraram-se áreas com problemas, aquelas onde existe a mistura de usos incompatíveis. Tais áreas foram definidas em função da existência de usos industriais, comerciais e de serviços próximos ao uso residencial. Essa opção foi tomada, pois não se pretende preconizar uma cidade imaginária. Como já apresentado na Carta de Atenas, a cidade têm quatro funções básicas: habitação,

trabalho, circulação e recreação. Entretanto, atualmente, as características necessárias ao trabalho e à intensificação da circulação, em especial, do automóvel particular, podem gerar problemas que afetam a qualidade ambiental. Nesse sentido, definiram-se as áreas com problemas em relação ao uso do solo. Assim, identificou-se na cidade de Jales, locais onde existem usos incompatíveis do solo, em relação ao uso residencial.

Essa opção foi feita por se levar em consideração que a queda da qualidade ambiental, em relação ao uso do solo, ocorre, especialmente, quando são gerados incômodos à população. Assim, a existência de usos do solo do tipo industrial, comercial e de serviços em locais da cidade definidos pelo zoneamento urbano para esses fins, sem que haja uso residencial em suas proximidades, não gera, a princípio, queda na qualidade ambiental. A única ressalva que se faz, é a necessidade da existência de um sistema contínuo de vegetação, tanto para minimizar problemas de poluição sonora e do ar, quanto para isolar esses locais de seus bairros adjacentes, fazendo-se, assim, com que os possíveis problemas gerados não afetem a população de seus arredores.

Quanto à ocupação do solo, utilizaram-se, para a elaboração da carta de qualidade ambiental, apenas as áreas caracterizadas com taxas de ocupação entre 80 e 100%, pois, mais uma vez, considerou-se a realidade dos municípios brasileiros. Devido, principalmente, à falta de recursos financeiros, acredita-se que seja impossível que o poder público execute ações no sentido de manter a ocupação do solo abaixo de 80%.

Considerou-se, nesse sentido, apenas os bairros onde essa taxa de ocupação foi superior a 80%, como áreas com queda na qualidade ambiental.

Cabe ao poder público tomar medidas para manter o atual nível de ocupação nessas áreas, sem permitir um maior adensamento, e, sempre que possível criar espaços livres de construção e fomentar sua arborização.

Nas áreas em que a ocupação se apresenta abaixo de 80%, o poder público deve, principalmente, criar leis que impeçam que sua ocupação ultrapasse esse patamar, evitando, dessa forma, queda na qualidade ambiental.

A ausência de espaços livres de edificação foi considerada na carta de qualidade ambiental, a partir de seus raios de influência. As áreas de influência foram geradas através das sugestões de índices urbanísticos para espaços livres, criado por Jantzen (1973), apud Nucci (1996).

No que se refere à densidade demográfica foram consideradas as áreas onde, o número de habitantes é igual ou maior que 800 habitantes, por setor censitário. Essa divisão é utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. Considera-se, que acima desse número, os problemas ambientais surgem, principalmente, pelo adensamento urbano, seja por meio de edifícios ou de delimitações de lotes de tamanho reduzido, e são principalmente, essas duas características que geram queda na qualidade ambiental.

Quanto à poluição, foram utilizadas para a elaboração da carta de qualidade ambiental, todas as áreas onde foram encontrados problemas.

Em relação à vegetação urbana foram utilizadas todas as áreas onde foram identificadas a ausência de vegetação.

Quanto às enchentes, também foram utilizadas para a elaboração da carta de qualidade ambiental, todas as áreas onde foram identificados problemas.

Esses três últimos indicadores foram considerados na íntegra, uma vez que, por si só, geram queda na qualidade ambiental, independentes da localização. Sua proximidade a bairros residenciais apenas intensifica o problema.

Dessa maneira, a carta de qualidade ambiental foi elaborada por meio da sobreposição dos indicadores apresentados, sendo que foram considerados todos os indicadores como tendo o mesmo peso, em relação à queda da qualidade ambiental. Essa decisão foi tomada, principalmente, pela característica subjetiva de cada um deles, pois, para algumas pessoas, as enchentes podem significar maiores problemas do que a ausência de vegetação.

Através da sobreposição dos indicadores, notou-se que, apesar de terem sido utilizados sete indicadores, a sobreposição máxima encontrada para a cidade de Jales na mesma área foi a de cinco indicadores. Isso significa dizer que, em nenhuma área foram observados seis ou sete problemas concomitantes. Essa é uma característica positiva encontrada.

Ao se analisar a carta de qualidade ambiental, Figura 505, tem-se as áreas com pior qualidade ambiental, onde existe a sobreposição de cinco indicadores negativos, apresentadas na cor roxa. Estão localizadas no quadrilátero central, no bairro número 1, no Conjunto Habitacional Paulo VI (nº 71), na Vila Maria (nº 72) no Jardim Aclimação (nº 57), no Jardim Samambaia (nº 58), no jardim Ana Cristina (nº 59) e no Jardim Santo Expedito (nº 61).

As segundas áreas de menor qualidade ambiental, apresentadas na cor vermelha escura, foram identificadas em diversos bairros da cidade. Nessas áreas, existe a sobreposição de quatro indicadores negativos, sendo que, os problemas não são tão graves quanto nas primeiras.

As terceiras áreas de menor qualidade ambiental, apresentadas na cor vermelha clara, também foram identificadas em diversos bairros da cidade, sendo que, nelas existe a sobreposição de três indicadores.

As áreas onde foram identificados apenas dois indicadores ambientais estão representadas na cor amarela escura. Nessas áreas, os problemas são menores, pois foram identificados apenas dois indicadores negativos atuando conjuntamente.

As áreas onde foi identificado apenas um indicador ambiental estão representadas na cor amarela clara. Nessas áreas, os problemas são menores que em todas as outras, pois existe a ocorrência de apenas um indicador ambiental negativo atuando.

As áreas onde não foi identificado nenhum indicador ambiental negativo não foram preenchidas com cor alguma. Essas áreas estão localizadas, especialmente, em glebas ainda não loteadas. Nesse sentido, o poder público deve aumentar o rigor na aprovação dos loteamentos, impedindo a existência de usos incompatíveis, o adensamento demasiado e exigindo que a legislação seja cumprida, especialmente, em relação aos espaços livres de edificação, além de efetivar, de fato, os espaços deixados pelos loteadores, construindo também um sistema de verde urbano nessas áreas.

A figura 505 apresenta a carta de qualidade ambiental, sendo que, o que mais interessa nesse momento é identificar se ocorre a sobreposição das ilhas de calor, aos problemas apresentados nessa carta. Para tanto, são apresentadas também, algumas cartas de temperatura da superfície, mais representativas dos padrões observados no verão e no inverno de 2010. A partir da identificação desses padrões foram mapeadas as áreas onde as ilhas de calor ocorreram. Esse mapeamento é apresentado na Figura 510.

As Figuras 506 a 509 apresentam os padrões mais comumente observados na cidade de Jales, e além desses exemplos, foi realizada a análise de todos os horários do mês de janeiro e de julho, através dos dados coletados por estações fixas e também pelo transecto móvel. O objetivo dessa análise foi identificar quais áreas da cidade de Jales apresentam a formação de ilhas de calor.

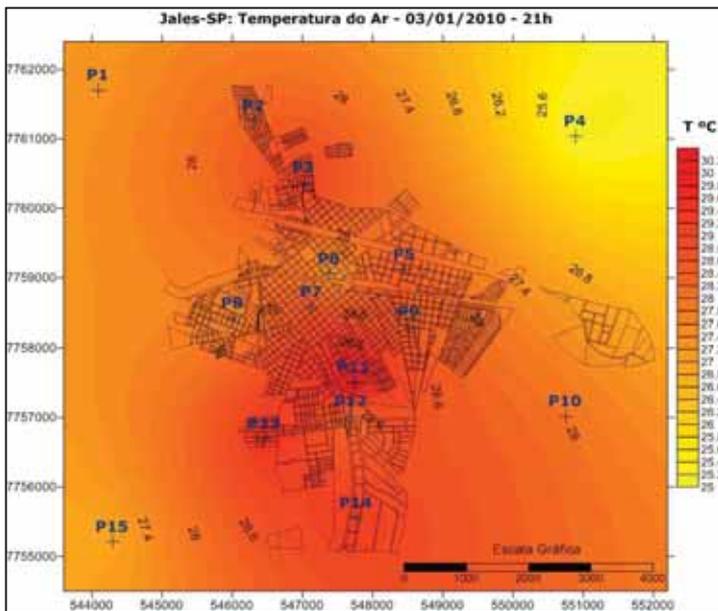
Capítulo 9: Clima e qualidade ambiental urbana



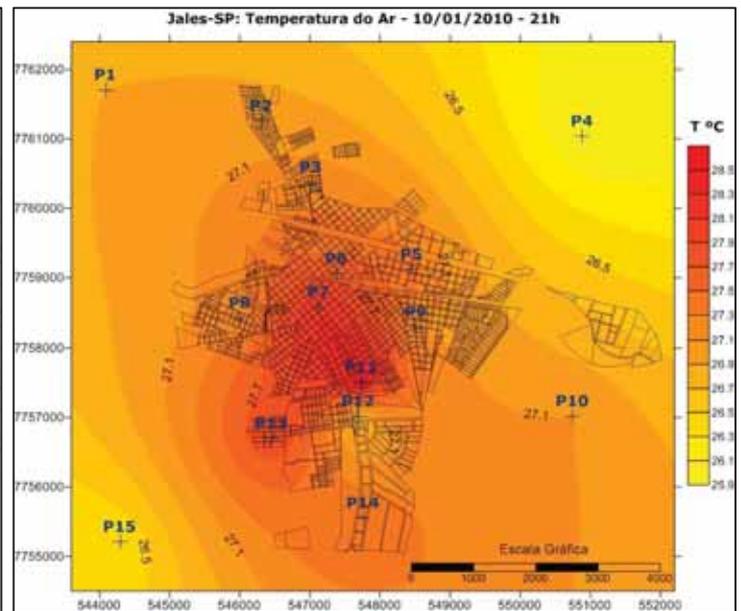
A Figura 510: Carta de Qualidade Ambiental e Ilhas de calor, demonstra a sobreposição desses elementos e as ilhas de calor apresentadas foram as que ocorreram com maior incidência no período analisado, através dos dados registrados pelas estações fixas e transectos móveis, sendo que, elas não necessariamente ocorreram ao mesmo tempo, pelo contrário, as ilhas de calor apresentadas foram observadas sob atuação de diferentes sistemas sinóticos, fator que lhes causaram alterações significativas.

A Figura 506 apresenta a temperatura do ar para o dia 3 de janeiro de 2010. Nesse dia a diferença térmica foi de 5,4°C, com temperatura variando entre 25 e 30,4°C. Através dessa figura, foi possível notar uma ilha de calor no ponto 3, outra no ponto 11 e a terceira no ponto 13, se estendendo até ao ponto 14. O ponto 7 apresentou-se aquecido, porém, não configurando uma ilha de calor.

A Figura 507 apresenta a temperatura do ar para o dia 10 de janeiro às 21h. Nesse dia foi possível observar a formação de uma única ilha de calor, que se localizou entre o ponto 7 (centro) estendendo-se ao ponto 11, e com menor intensidade no ponto 13. A diferença térmica foi de 2,8°C, com temperatura variando entre 25,9 e 25,7°C.



**Figura 506:** Temperatura do Ar – 3/1/2010 – 21h

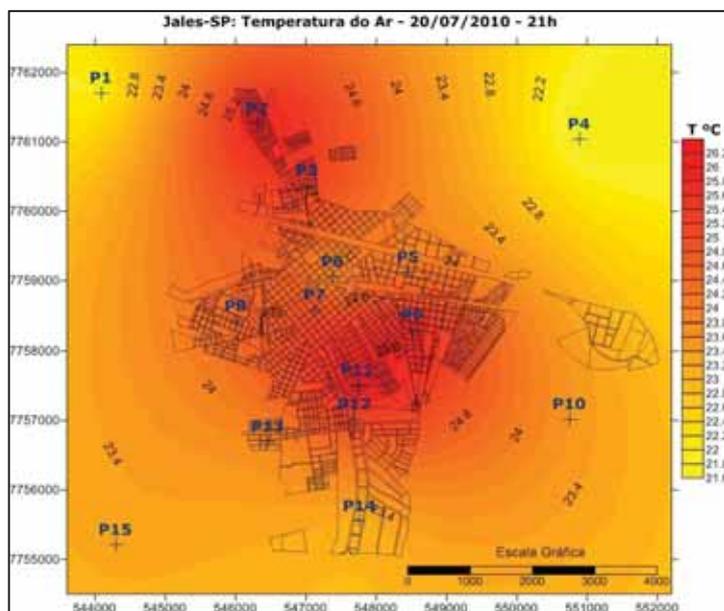


**Figura 507:** Temperatura do Ar – 10/1/2010 – 21h

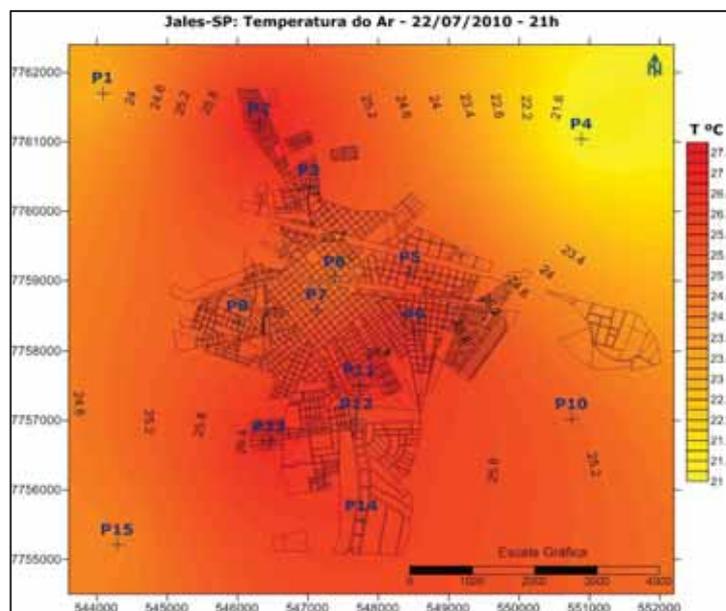
A Figura 508 apresenta a temperatura do ar para o dia 20 de julho às 21h, que apresentava diferença térmica de 4,8°C, com temperatura variando entre 21,6 e 26,4°C. Nesse dia se observou a formação de uma ilha de calor entre os pontos 2 e 3, e outra entre os pontos 12 e 9, estendendo-se até o ponto 7 com menor intensidade.

A figura 509 apresenta a temperatura do ar para o dia 22 de julho às 21h. Nesse horário a diferença térmica foi de 6,6°C. Nesse dia, foi possível observar a formação de

uma ilha de calor no ponto 2 e outra entre os pontos 13 e 9, estendendo-se a sul, até o ponto 14.



**Figura 508:** Temperatura do Ar – 20/7/2010 – 21h



**Figura 509:** Temperatura do Ar – 22/7/2010 – 21h

Essas quatro figuras demonstram de maneira sintética, as configurações das ilhas de calor que se manifestaram com maior ocorrência. Destaca-se que elas são apresentadas para exemplificar e até certa medida confirmar, os dados que comprovem o mapeamento das ilhas de calor apresentado na Figura 510. Porém, para a elaboração da Figura 510 foi realizada uma exaustiva análise de todos os dados apresentados nesse trabalho, sendo que esse mapeamento deve ser entendido como um mapeamento de síntese, que apresenta os padrões de maior ocorrência no verão e no inverno.

Através da Figura 510 observam-se oito locais onde foram identificadas ilhas de calor em diferentes situações sinóticas. As ilhas de calor de maior ocorrência estão localizadas próximas aos pontos 2, 3, 7, 11,13, 14, a leste do ponto 9 e a nordeste do ponto 6.

A ilha de calor registrada no ponto 2 teve intensidade relativamente menor, do que a observada no ponto 3. Essas duas áreas são formadas por conjuntos habitacionais, com alta densidade de ocupação, com lotes pequenos, construções que, geralmente, ocupam todo o lote, significativa ocorrência de telhados do tipo fibrocimento e vegetação urbana insuficiente. A explicação para o fato da ilha de calor observada no ponto 3 ser mais intensa do que a observada no ponto 2 está relacionada a orientação da vertente, já que o ponto 2 tem vertente voltada para sul e o ponto 3 para norte, fator que confere, maior disponibilidade de energia solar para este último ponto, intensificando sua capacidade de aquecimento.

Capítulo 9: Clima e qualidade ambiental urbana



Essas duas ilhas de calor surgem, principalmente, em função da alta densidade de ocupação do solo como pode ser observado nas Figuras 24 e 25. Esse problema deveria ter sido considerado previamente, pois após a ocupação, é demasiadamente complexo, tanto legalmente, quanto financeiramente realizar a redução os padrões de ocupação.

Nesse sentido, acredita-se que, para minimizar as ilhas de calor identificadas nesses dois bairros, a principal ação deva ser a criação de um sistema contínuo de vegetação urbana, de modo que, em frente de todas as construções exista vegetação de porte arbóreo. Associado a isso, os espaços livres de construção existentes no bairro devem ser implantados, com alta porcentagem de solo permeável e amplamente arborizados. Esses espaços devem estar interligados entre si pela vegetação das vias.

Nesses dois bairros existem áreas de segurança para linhas de transmissão de energia. Essas áreas não são arborizadas e possuem cobertura do solo do tipo rasteira (gramado), mas que em alguns momentos apresentam solo exposto. Nessas áreas, deveriam realizar-se estudos para se identificar a possibilidade de se implantar vegetação de porte menor, como árvores frutíferas de pequeno porte, por exemplo.

É importante que a vegetação seja planejada nesses dois bairros, levando-se em consideração, a direção predominante dos ventos, pois dessa forma é possível criar corredores de ventilação com potencial para minimizar as ilhas de calor identificadas.

Outro elemento muito importante nesses bairros é a implantação de benefícios econômicos, como descontos no IPTU, por exemplo, para os moradores que efetuarem a substituição das telhas de fibrocimento por telhas de cerâmica. Essa mesma ferramenta poderia ser aplicada aos moradores dos bairros de baixa renda, para solucionar problemas do tipo de cobertura, falta de vegetação e áreas permeáveis. Dessa forma, a população de mais baixa renda, poderia ter desconto progressivo no IPTU, desde que atendesse aos critérios propostos.

As propostas relacionados às ilhas de calor nos pontos 1 e 2, além de outros bairros de baixa renda, com alta densidade de ocupação, como será visto adiante, são medidas mitigadoras, já que esse tipo de problema dificilmente será sanado, pois é impraticável diminuir a densidade de ocupação das áreas já implantadas. Entretanto, nos novos loteamentos a serem implantados, sejam eles do tipo conjuntos habitacionais, bairros de classe média ou alta, o Poder Público deve lançar mão de medidas preventivas, principalmente, evitando alta densidade de ocupação nesses espaços.

A ilha de calor registrada a nordeste do ponto 6 está relacionada a intensificação da ocupação do solo. Nessa área ocorre também uma mistura de usos do solo (comercial, de serviços e residencial) com intensificação do trânsito. Nessa região, ocorre também ausência de vegetação urbana, ausência de espaços livres de construção e vertentes voltadas para o norte.

No ponto 6 existe um amplo espaço ainda não ocupado, que deveria ser destinado à construção de um parque urbano arborizado e com solo permeável. O poder público deve também intensificar a arborização das vias, principalmente das avenidas, marginais da rodovia e áreas de segurança da rodovia e da ferrovia.

Nessa área, por haver uma mistura de usos do solo, e trânsito intenso, a verticalização deve ser evitada, pois ela dificulta a circulação atmosférica local, o que pode intensificar a ilha de calor registrada, além de que, intensifica o fluxo de radiação tanto de ondas longas quanto de ondas curtas, fator que tem alta capacidade de intensificar essa ilha de calor.

A ilha de calor identificada no ponto 7 (centro comercial) apresentou o maior número de ocorrência, além, da maior intensidade. Essa ilha de calor está relacionada à intensificação da ocupação do solo, a predominância de usos do solo do tipo comercial e de serviços, a alta porcentagem de construções com cobertura do tipo fibrocimento, verticalização, ausência de vegetação urbana, sendo ainda que, em alguns pontos dessa área a vertente está voltada para norte. A intensificação do trânsito e do calor antropogênico gerado nessa área pelas atividades humanas, destacando-se o uso de aparelhos de ar condicionado, também causam significativa influências.

Esses fatores estão relacionados a erros urbanísticos cometidos ao longo da história da cidade. O mais recente deles, foi o processo de reforma da avenida Francisco Jalles, no centro. Nesse processo todas as árvores do canteiro central foram cortadas e em seu local foram plantadas palmeiras. As palmeiras não têm a mesma capacidade de sombreamento que tinha as árvores que foram cortadas, pois sua copa é significativamente mais reduzida. Outro erro cometido nessa reforma foi à substituição do piso das calçadas, que era de pedras portuguesas, por lajotas de fibrocimento. Como já mencionado, essa mudança não se justifica e é considerada equivocada, pois além de não proporcionar infiltração significativa, já que a água dos telhados está canalizada para a rua, esse tipo de material tem albedo menor do que as pedras portuguesas, e provavelmente irá intensificar a ilha de calor identificada no centro.

Dessa maneira o centro da cidade é a área com maior restrição para a implantação de medidas mitigadoras, pois não existem espaços livres que possam ser transformados em parques, não há interesse de se controlar o adensamento por parte do Poder Público, tampouco, por parte dos empresários que atuam na área, além de que, as ações executadas nos processos de reforma, acabaram sendo equivocadas e com potencial para intensificar a ilha de calor registrada.

Dessa maneira, o Poder Público deveria propor leis que padronizassem o uso de materiais construtivos mais adequados, como para os telhados e calçamento, evitando os materiais de fibrocimento.

A arborização das vias no centro da cidade é altamente recomendada, pois ela tem a capacidade de minimizar a ilha de calor identificada, e aumentar a umidade do ar, fatores que contribuem para o conforto térmico. Porém, os empresários que atuam nessa área também são contra a arborização nas calçadas, pois acreditam que isso atrapalharia seus negócios.

Em função desses elementos, acredita-se que a principal ação a ser realizada no centro da cidade, são processos de sensibilização da população e dos empresários para que seja possível apresentar todos os benefícios dessas ações, e exemplos de outros locais, onde, a arborização e o uso comercial e de serviços foram associados e trouxeram melhorias, inclusive estéticas, tornando o centro da cidade mais atraente aos consumidores.

A ilha de calor identificada ao norte do ponto 11 ocorreu sobre uma ampla área de uso do solo do tipo residencial, com diferentes padrões. Essa área é marcada por intensificação da ocupação do solo, alta densidade populacional, baixa ocorrência de vegetação urbana, ausência de espaços livres de construção, vertentes voltadas para leste, sul e pequenas áreas com vertente voltada para norte. Essa região é cortada por uma importante via de ligação da cidade, o que provoca uma intensificação do trânsito.

Nessa área a principal proposta está relacionada à implantação do sistema contínuo de vegetação, e a implantação e melhoria dos espaços livres de construção, existentes nesses bairros, que por serem poucos, devem apresentar alta taxa de vegetação arbórea, o que não ocorre.

A ilha de calor localizada a leste do ponto 9, está sobre uma área de bairros residenciais do tipo conjuntos habitacionais, com intensa ocupação do solo, lotes pequenos, construções que ocupam todo o lote, ausência de vegetação urbana, espaços livres de construção não implantados e sem vegetação de porte arbóreo, com solo

exposto. Para que se evite a repetição, as ações a serem realizadas nessa área são as mesmas sugeridas para os pontos 2 e 3.

No ponto 13, a ilha de calor identificada, está relacionada, principalmente, a alta porcentagem de telhados do tipo fibrocimento. Essa área é caracterizada por uso do solo do tipo residencial, com densidade de ocupação média, ausência de espaços livres de construção, porém, significativa ocorrência de vegetação arbórea. A vertente dessa área esta voltada predominantemente para leste e sul.

Nesse local, a principal recomendação é o incentivo financeiro no IPTU para que os proprietários realizem a troca dos telhados de fibrocimento por telhas de cerâmica de preferência de cores claras, associado à arborização das vias e dos espaços existentes dentro dos lotes. Como no interior desse bairro não existe espaços livres de construção, o poder público deveria desapropriar ao menos uma área para a efetivação de um espaço livre arborizado.

A ilha de calor identificada no ponto 14 foi registrada com maior ocorrência no inverno, apresentando magnitude alta. Nessa área o uso do solo é do tipo industrial, comercial e de serviços, cortada por uma importante via arterial, sendo uma das entradas da cidade. Ocorreu nesse local alta porcentagem de solo exposto no inverno, devido à estiagem prolongada, geração de calor antropogênico e poluição potencial.

A ilha de calor identificada no ponto 14 está relacionada ao uso do solo, pois se trata do distrito industrial. As atividades desenvolvidas nessa área irão sempre interferir na configuração do seu clima, portanto, é muito importante que medidas mitigadoras sejam realizadas para minimizar essa influência.

As principais propostas são: implantação do sistema contínuo de vegetação, inclusive pelos seus benefícios estéticos, incentivos ao uso de materiais construtivos mais adequados, manutenção de baixa densidade de ocupação da área, sendo necessária, a arborização dos espaços não ocupados dentro dos lotes, e que se evite a ocorrência de solo exposto, principalmente no período do inverno.

A partir do exposto e da figura 510, pode se afirmar que as ilhas de calor ocorrem, predominantemente, em áreas que já apresentavam problemas ambientais, o que comprova a relação existente entre a metodologia vinculada ao planejamento da paisagem, e a caracterização do clima urbano realizado em Jales.

Essa relação ocorre principalmente porque o diagnóstico ambiental realizado pela metodologia vinculada ao planejamento da paisagem (Figura 505) foi elaborado através de indicadores que são importantes para a configuração do clima urbano, como

o uso do solo, a ocupação do solo, a vegetação urbana, a densidade populacional, a poluição atmosférica potencial, e os espaços livres de edificação. Esses elementos contribuem com a configuração do clima urbano e, portanto, para as medidas de reordenamento da paisagem, propostas pela metodologia vinculada ao planejamento da paisagem que tem sua importância garantida para a minimização dos efeitos provocados pelo clima urbano.

As propostas apresentadas a seguir, foram embasadas na metodologia vinculada ao planejamento da paisagem e está vinculada ao reordenamento territorial, com objetivo de gerar melhorias na qualidade ambiental da área. Essas propostas têm como base o diagnóstico ambiental apresentado por Ugeda Junior, 2007, bem como os princípios do planejamento da paisagem. Portanto, como abordado por Nucci, (1996, p. 187) “[...] quer se propor um melhor ordenamento da paisagem, utilizando-se principalmente dos benefícios que a vegetação pode fornecer para a melhoria da qualidade ambiental[...]”.

## **2. Propostas de reordenamento territorial.**

A identificação das ilhas de calor relacionadas ao diagnóstico ambiental, e as propostas apresentadas para os locais onde elas foram identificadas, deram origem a propostas gerais de reordenamento territorial, que serão apresentadas a seguir.

## **3. Sistema contínuo de vegetação**

A primeira proposta apresentada trata da criação de um sistema contínuo de vegetação urbana, onde as áreas destinadas ao sistema de espaços livres de edificação com predominância de vegetação estejam conectadas à cidade e também entre si, através da vegetação das vias públicas.

Como apresentado por Palomo (2003):

La ciudad debe incorporar las áreas verdes como parte de su propio tejido, y no como un bien que hay que buscar lejos de él. Y se trata de proponer una dotación que solucione, en cantidad, calidad, distribución y accesibilidad de espacios verdes y libres, los requerimientos que tiene la ciudad. (Palomo, 2003 p. 21)

Uma saída para a inserção dos espaços livres de edificação no tecido da cidade, segundo Palomo (2003), ou mais precisamente no corpo da cidade, como uma área existente de fato, é a criação de um sistema de vegetação contínuo. Este pode ser entendido, como um sistema onde a vegetação das vias é contínua, interligando os

espaços livres de edificação, além de servir de barreiras verdes, em áreas onde existem problemas ambientais.

Ao se projetar um sistema de verde contínuo, deve-se atentar para o fato da disposição da vegetação, pois como explicita Mascaró:

Os agrupamentos arbóreos maciços podem ter várias funções: barreiras ambientais, definições do espaço ou acontecimento espacial (função ornamental) em um grande espaço aberto, como um parque, por exemplo. Esses maciços ocasionarão diferentes efeitos de acordo com sua composição homogênia ou heterogênia [...]. (MASCARÓ, 2005 p.27)

Essas preocupações devem sempre estar presentes nos processos de planejamento da vegetação, pois a disposição da vegetação, seu porte e espécie geram efeitos diferentes, de acordo com cada finalidade específica. A vegetação urbana pode ser utilizada para criar barreiras ambientais, como filtros ecológicos, ou para canalizar ou direcionar a circulação atmosférica. Enfim, são diversas as finalidades que a vegetação urbana oferece. Propõe-se, então, a criação, na cidade de Jales, de um sistema de vegetação adequado a cada característica encontrada na área.

Os parques industriais devem ser cercados por uma barreira de vegetação, pois, dessa maneira ocorrerá um isolamento dessas áreas, e a poluição atmosférica e sonora geradas pelas atividades aí existentes serão minimizadas.

Nos bairros residenciais, a vegetação deve ser utilizada para canalizar a ventilação, melhorando, assim, as condições de temperatura dessas áreas.

Nos corredores de ligação, a vegetação pode ser utilizada para minimizar os impactos gerados pela circulação de veículos, melhorando também as condições climáticas para os pedestres.,

Enfim, a vegetação desempenha diversos papéis no meio ambiente urbano e deve ser utilizada nos processos de planejamento. Deve-se tentar alcançar sempre, nesses processos, o que é definido pelo Planejamento Verde, que pode ser conceituado como:

[...] Se trata como ya se apuntado de una nueva manera de enfocar el urbanismo, o un nuevo urbanismo para el siglo XXI: una planificación vinculada a los valores y recursos naturales ecológicos, ambientales y paisajísticos de la ciudad [...]. La planificación verde es una ordenación que no se propone únicamente urbanizar, sino que plantea un modelo de ordenación complementaria al urbanismo oficial, pues reconoce lo que la ciudad necesita: ser compensada con una gama de recursos para la vida de sus habitantes. Es necesario descartar la tentación tecnocrática en la planificación de la ciudad y, por ello, este modo de corrección es racional, tanto en sus vertientes cualitativas como cuantitativas. Se trata de un planeamiento comprometido con el interés común, una postura ética. (PALOMO, 2003 p. 19)

O planejamento verde tem como objetivo uma alternativa ao planejamento tradicional e incorpora muitas técnicas utilizadas pelo planejamento da paisagem. Ele pode ser mais um aliado, na luta por processos mais justos de planejamento, que considerem as características ambientais e os benefícios trazidos pela vegetação.

#### **4. Implantação dos espaços livres de construção não efetivados**

A implantação dos espaços livres de edificação não efetivamente ocupados se apresenta como uma das condições necessárias para a melhoria da qualidade ambiental da cidade de Jales, haja vista, que a existência apenas legal de tais espaços, além de não apresentar melhoria na qualidade ambiental, gera sua queda.

A situação mais rotineira encontrada durante os trabalhos de campo descreve um espaço que tem potencial para melhoria da qualidade ambiental desperdiçado, pois, quando esses espaços não são efetivamente implantados, eles se encontram abandonados, gerando diversos problemas à população residente ao seu redor. O fator que mais se destacou em relação ao clima urbano, foi o de que muitos desses espaços não ocupados apresentavam solo exposto, fator que tem alta capacidade de interferir na temperatura do ar, por apresentar baixa capacidade térmica.

Dessa forma, é imperativa a implantação dos espaços livres de edificação existentes apenas legalmente, porém, não efetivados de fato, para a melhoria da qualidade ambiental na cidade de Jales.

Os processos de implantação desses espaços devem considerar o conjunto de áreas existentes em um bairro ou local da cidade, pois, dessa maneira, tais espaços podem ser complementares, gerando um verdadeiro sistema de espaços livres de edificação. Pode-se, pensar, inclusive, em formas de interligá-los, privilegiando-se os meios de locomoção não motorizados, como ciclovias ou pistas para caminhada, sempre bem arborizadas.

Destaca-se que em 2011 a prefeitura municipal de São Paulo, implantou uma ciclovia, apenas aos domingos, interligando 4 parques urbanos paulistanos, com aproximadamente 40 quilômetros de extensão. Essa iniciativa, mesmo que ainda tímida, por ser pouco extensa e funcionar apenas aos domingos, se apresenta como importante contribuição para que haja um ‘repensar’ sobre os modelos de circulação no espaço urbano.

Dois exemplos que podem ser citados são os sistemas de espaços livres de edificação do Conjunto Habitacional José Antonio Caparroz Bogas e do Jardim do Bosque, onde a maioria das áreas não foi efetivamente, implantada, e, se pensadas em conjunto, podem deixar de ser parques de bairros, tornando-se parques distritais ou setoriais, com maior abrangência na cidade, desde que sejam pensadas em conjunto, com finalidades complementares.

### **5. Melhoria dos espaços livres de edificação efetivamente implantados**

As melhorias nos espaços livres de edificação efetivamente implantados são necessárias para a cidade de Jales, pois, grande parte dos espaços existentes encontram-se abandonados.

Os espaços livres de edificação devem ter como principal componente da paisagem a vegetação, ser bem arborizados e contar com alto percentual de solo permeável, pois, dessa maneira, sua atuação na melhoria da qualidade ambiental é potencializada. O Poder Público deve garantir que os espaços livres de construção existentes na área sejam implantados de fato e que a vegetação seja a principal componente desses espaços

### **6. Combate à poluição e às enchentes**

O combate à poluição deve-se dar, principalmente, por meio da implantação de um sistema contínuo de vegetação, planejado com diversas finalidades, como o isolamento, através de um cinturão verde, dos Parques Industriais, e também da intensificação da arborização das vias de ligação, onde existe tráfego intenso. Assim, a vegetação se torna um filtro para os poluentes atmosféricos, além de diminuir a poluição sonora e visual, como também na arborização dos bairros residenciais, pois nessas áreas a vegetação pode contribuir para a melhoria do conforto térmico.

No que se refere às enchentes, a vegetação urbana pode contribuir com o aumento da infiltração da água da chuva, diminuindo, assim, o escoamento superficial.

Para essa finalidade, além da vegetação das vias, é de extrema importância que se garanta a existência de um bom número de espaços livres de edificação efetivamente implantados, com altos percentuais de solo permeável.

Uma das áreas que se apresentam com alta relevância para se tornar um espaço livre de construção é a área localizada na Avenida João Amadeu, com a Rua Airton Senna da Silva. Ela pode se tornar uma área de amortização das enchentes ocorridas no

Jardim Santo Expedito, além da área localizada na Avenida João Amadeu, entre as Ruas Aurélio Fernandes Faria e a Estrada Municipal. Nessa área poderia ser implantado um parque urbano, com vegetação abundante e alta taxa de solo permeável, principalmente por ter ocorrido nela o rompimento da galeria que gerou o desabamento e a destruição de casas. Nessa região foi identificada uma ilha de calor de alta magnitude, sendo que um parque urbano bem arborizado dentro do bairro seria um importante elemento para a melhoria do clima local.

Porém, se o poder público permitir que essa área seja ocupada, e que seu solo seja impermeabilizado, as atividades ali desenvolvidas, permanecerão sempre, com risco de inundações e a ilha de calor ali localizada, provavelmente, será intensificada. Dessa forma o mais indicado é que o Poder Público Municipal implante nesse local um parque urbano arborizado, e associado a essa ação deve-se dificultar o adensamento nos Jardins Ana Cristina, Aclimação, Estados Unidos e no Parque Industrial II, além de se promover o plantio de árvores nessas áreas e na área de segurança da rodovia e ferrovia que atravessam a cidade.

## **7. Ocupação do solo e densidade populacional**

Disciplinar a ocupação e a densidade demográfica é condição indispensável para que se obtenham boa qualidade ambiental nos centros urbanos. A primeira devido aos padrões de ocupação, que afetam o balanço energético no ambiente urbano. Altas taxas de ocupação referentes tanto à porcentagem de áreas ocupada nos bairros, quanto à porcentagem do espaço intra-lote têm influências profundas na qualidade ambiental.

Este trabalho não tem como objetivo analisar o uso realizado dentro dos lotes; entretanto, se reconhece que é de extrema importância que o poder público fiscalize os gabaritos de construção, em especial o coeficiente de aproveitamento e a taxa de ocupação máxima, garantindo, em cada lote, áreas permeáveis, com a finalidade de aumentar a infiltração da água do solo, diminuindo, assim, o escoamento superficial.

O adensamento urbano mal planejado apresenta inúmeras características negativas, que acabam por gerar queda na qualidade ambiental e na qualidade de vida dos cidadãos. A intensificação da ocupação do solo e o aumento da densidade demográfica implicam na intensificação do tráfego, e ampliação das construções, em especial a verticalização, o que acaba por gerar situações desagradáveis, como aumento da poluição sonora e do ar, alteração no clima, e desconforto térmico, que têm inúmeros impactos psicológicos nos moradores dessas áreas.

Nesse sentido, o poder público deve criar instrumentos ou tornar mais rígidos os já existentes, no sentido de se evitarem altas taxas de ocupação do solo, especialmente acima de 80% do espaço dos bairros e 70% do espaço do lote. Devem ser tomadas medidas, também, em relação à densidade demográfica, impedindo principalmente a verticalização em bairros onde a densidade se apresenta acima de 800 pessoas por setor censitário.

## **8. Uso do solo**

Em relação ao uso do solo, a principal medida a ser tomada é a realização dos Estudos de Impactos de Vizinhança – EIV – especialmente onde existem misturas de usos potencialmente incompatíveis. A mistura de usos que garante a quebra da monotonia urbana e gera a diversidade deve ser realizada, tomando-se os devidos cuidados com a existência de usos incompatíveis, principalmente quando existe na área o uso do tipo residencial.

Uma boa saída para esse tipo de problema é direcionar os usos do tipo industrial para os Parques Industriais II e III, além, de não permitir loteamentos com finalidades residenciais nas proximidades dessas áreas, criando-se um espaço de uso especializado para finalidades potencialmente impactantes, em detrimento do Parque Industrial I, pois, em seus arredores, existem muitos bairros residenciais. No Parque Industrial I deve ser fomentada a instalação de usos do tipo comercial e de serviços, mas analisando principalmente se essas atividades causam algum tipo de impacto à população residente nos bairros adjacentes.

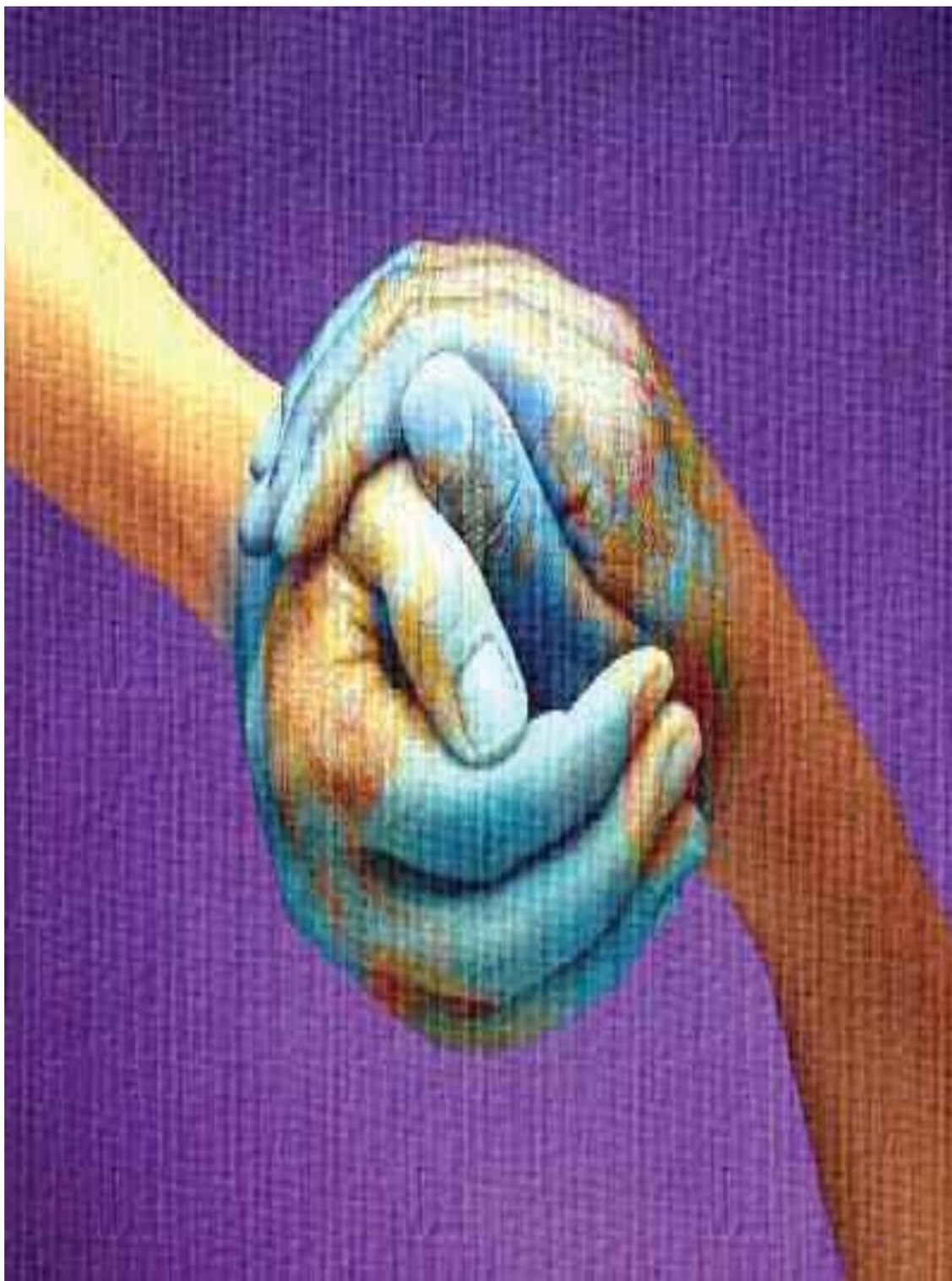
Caso exista essa possibilidade, a atividade deve ser transferida para os Parques Industriais II e III, em especial para o Parque III, por ser mais afastado dos bairros residenciais. Porém, desde que não se permita a implantação desse tipo de uso, o último a ser considerado seria o Jardim São Gabriel. Entre o Jardim São Gabriel e o Parque Industrial III poderia ser criado um espaço livre de construção densamente vegetado, com a finalidade de isolar esse bairro do Parque Industrial.

Os problemas referentes ao uso do solo surgem devido à falta de atenção por parte do poder público, em relação aos impactos inerentes às atividades que estão sendo desenvolvidas nele. Essa falta de atenção pode ser sanada através dos EIVs, e quando forem diagnosticados impactos potenciais, as atividades instaladas devem estar distantes dos bairros residenciais, especialmente no Distrito Industrial III. Dentro dos EIVs deve

ser contemplada as ações mitigadoras e compensatórias para se evitar queda da qualidade ambiental em função da implantação de novos empreendimentos.

As propostas apresentadas são referentes aos principais problemas identificados através do diagnóstico ambiental de Jales-SP (Figura 505), com o objetivo de gerar melhorias na qualidade ambiental urbana. Essas propostas devem servir como base, ou ponto de partida, para uma ampla discussão na cidade acerca da qualidade ambiental; entretanto, deve ser garantida a participação popular, e elucidadas todas as ações que o poder público venha a exercer em relação à melhoria da qualidade ambiental.

Fica claro que as propostas vinculadas ao planejamento da paisagem têm alta capacidade em minimizar os problemas identificados em relação ao clima urbano, pois estão relacionadas ao melhor disciplinamento do uso do solo, associado aos benefícios que a vegetação pode trazer para a melhoria da qualidade ambiental urbana.



## Considerações finais

Conclui-se que a cidade de Jales apresentou diferenças térmicas e higrométricas entre o espaço intra-urbano e, em comparação com seu entorno rural que permitiu constatar a existência de um clima urbano específico para a localidade. Como o clima urbano envolve o clima de um dado local e sua urbanização, foi possível identificar áreas que, pelas suas características se apresentaram mais aquecidas do que seu entorno, dando origem a ilhas de calor. Identificaram-se também áreas menos aquecidas, que formaram as ilhas frescas. Diferenças na umidade relativa também foram verificadas, sendo que, foram constatadas as formações de ilhas úmidas e ilhas secas.

Além das diferenças térmicas e higrométricas entre a área urbana e seu entorno rural próximo, foram diagnosticadas diferenças intra-urbanas significativas. Foi possível constatar alguns episódios com diferenças de 10°C, entretanto, destaca-se que o mês de janeiro foi um mês com precipitação acima do normal, como destacado pelo CPTEC, fato que, causou uma diminuição da magnitude das diferenças registradas devido a intensa instabilidade atmosférica no período.

O mês de julho apresentou maior estabilidade atmosférica, por esse motivo as diferenças térmicas e higrométricas foram mais significativas do que no mês de Janeiro.

Destaca-se a área centro-norte, como área densamente construída, porém, bem arborizada, e que apresentou as temperaturas mais amenas, e as áreas a leste, sul, oeste, e em alguns episódios os conjuntos habitacionais Arapuã e JACB, como áreas de temperaturas mais elevadas.

As diferenças térmicas registradas estão relacionadas ao padrão das construções, ao tamanho dos lotes e ao tipo de cobertura, existência ou ausência de vegetação arbórea, orientação das vertentes, densidade de ocupação e tipos de uso do solo. Destaca-se também a relação com a hipsometria, sendo que, as maiores temperaturas foram encontradas nas vertentes e áreas do espigão como é centro da cidade.

Em linhas gerais, observou-se a repetição do padrão centro-periferia em episódios de calmaria, tanto no mês de janeiro como no mês de julho. Esse padrão foi caracterizado por aquecimento mais intenso no centro da cidade e em áreas densamente ocupadas, próximas ao centro, formando uma ilha de calor e, queda da temperatura afastando-se do centro em direção a periferia.

Nesse padrão, a zona rural apresentou-se menos aquecida do que as áreas urbanas. A umidade relativa apresentou a mesma configuração observada para a

temperatura, com formação de ilhas secas no centro da cidade, nos conjuntos habitacionais, nos bairros densamente ocupados e no Parque Industrial I. A maior intensidade das ilhas de calor foi observada no horário das 21h. Nesse padrão notou-se também o aquecimento mais intenso de bairros residenciais do tipo conjuntos habitacionais, como o jardim Arapuã, JACB e Conjunto Habitacional Dercilio J. de Carvalho. Acredita-se que isso ocorreu devido à intensa ocupação dessas áreas, que são compostas por lotes pequenos com baixa densidade de vegetação, além de apresentarem significativa ocorrência de telhados do tipo fibrocimento.

Em julho, devido à estiagem prolongada, o padrão centro periferia foi observado apenas no período noturno. Isso ocorreu em função da diminuição da vegetação acompanhado do aumento do percentual de solo exposto. O solo exposto apresenta albedo menor do que o solo coberto por vegetação e menor do que os materiais construtivos urbanos. Por esse motivo, em julho, o campo se apresentou mais aquecido que a cidade durante o dia. Porém, como o campo tem uma velocidade de ganho e perda de calor maior do que a cidade, durante a noite ele se resfria mais rapidamente. Dessa maneira, em todas as noites de julho foram registradas ilhas de calor de forte magnitude.

Entretanto, em episódios de instabilidade atmosférica as características térmicas e higrométricas se alteraram, principalmente, em função da precipitação, e da direção e velocidade dos ventos, fatores que em alguns episódios fizeram com a área central estivesse menos aquecida do que a zona rural. Foram identificadas ilhas frescas e ilhas úmidas no centro da cidade, especialmente no ponto 6 (centro residencial), fato que pode ser explicado devido a maior intensidade da precipitação nessa área se comparada com a área rural. Entretanto, essas características só foram identificadas em episódios de instabilidade atmosférica.

Destaca-se que o ponto 6, mesmo fazendo parte do centro da cidade, mas de uso residencial, apresentou temperaturas inferiores às observadas no ponto 7 (centro comercial), isso ocorreu principalmente em função da densidade de ocupação, que é menor no ponto 6 se comparado ao ponto 7, e a vegetação arbórea, que é mais intensa no ponto 6 se comparado ao ponto 7. Ressalta-se ainda, que o poder público municipal realizou o corte de todas as árvores do canteiro central da avenida Francisco Jalles, e as substituíram por palmeiras que possuem uma copa pouco significativa, em um recente processo de reforma urbana.

O piso das calçadas, que era de pedras portuguesas, também foi substituído, por bloquetes de cimento poroso, que é considerado mais adequado para áreas sujeitas a

inundações, porém, tem maior capacidade de aquecimento. Tendo em vista que, apenas o piso das calçadas foi substituído, e que a área do centro não apresenta problemas de enchentes, entende-se que esse tipo de piso não é o mais adequado para a área onde foi instalado, e que a reforma não levou em consideração o aspecto climático.

Ressalta-se por fim que o centro comercial (P7), que apresenta a formação de ilhas de calor tende a se tornar mais aquecido em função do modelo de planejamento realizado, pois, ele não considera os aspectos ambientais do local onde se encontra.

A partir da identificação dos espaços mais aquecidos, através da temperatura da superfície e da temperatura do ar, além das inferências feitas com relação aos elementos geo-ambientais e urbanos, foram propostas medidas de reordenamento territorial para a solução ou minimização dos problemas identificados.

De maneira pontual, considera-se importante o estímulo ao uso de materiais construtivos mais adequados a realidade climática tropical, pois a importação de modelos de climas temperados tanto em relação aos materiais utilizados, quanto aos tipos de construções, certamente criará situações desconfortáveis aos cidadãos, ou demandará maior gasto energético para o condicionamento interno do ar.

Especificamente, torna-se importante que o Poder Público crie vantagens econômicas, como por exemplo, desconto no IPTU, para construções populares que não utilizem, ou que substitua as telhas de fibrocimento por telhas de cerâmica de cores claras.

Nesse sentido o Poder Público deve cumprir sua responsabilidade de disciplinar o uso e a ocupação do solo, sendo de extrema importância, a fiscalização de obras para que seja respeitado os gabaritos de construções e as áreas permeáveis dentro dos lotes.

É importante que se defina a densidade máxima permitida, para que os novos loteamentos não repitam os erros cometidos em alguns bairros, notadamente em conjuntos habitacionais, feitos ou pelo próprio Estado, ou financiados por ele.

De maneira mais ampla, se torna cada vez mais importante a implantação de um sistema contínuo de vegetação nas cidades tropicais, pois o efeito do sombreamento tem alto potencial para criar climas mais confortáveis, além de que, a vegetação urbana pode atuar como regulador térmico ao transformar calor sensível em calor latente através da evapotranspiração. A vegetação contribui ainda com o aumento de umidade e, portanto, com a minimização das ilhas secas registradas.

O sistema contínuo de vegetação preconizado nesse trabalho faz referência à vegetação contínua das vias públicas, sendo que todas as construções sejam dotadas de

árvores em suas calçadas. Esse sistema deve ser planejado em sua função, forma e tipos de espécie. Ele deve também integrar os espaços livres de construção ao tecido urbano.

Destaca-se que as diferenças térmicas registradas na cidade de Jales, apresentam a formação de ilhas de calor de alta magnitude, sendo que em diversos episódios foram registradas diferenças de 10°C, e a diferença máxima registrada foi de 14,2°C. Esses dados demonstram a importância de ações para a minimização dos problemas identificados, pois, a cidade de Jales, que é considerada de porte médio, com aproximadamente 50 mil habitantes, apresenta alterações térmicas e higrométricas que podem ser comparadas aos grandes centros urbanos.

Os problemas apresentados assim como suas causas demonstram a relação existente entre qualidade ambiental e planejamento urbano, pois todos os problemas identificados estão relacionados de maneira mais ou menos intensa, às características que poderiam ter sido previstas e minimizadas pelos processos de planejamento.

Todos os fatores debatidos destacam a importância de se considerar os aspectos ambientais nos processos de planejamento urbano. Faz-se necessário a criação de novos paradigmas para o planejamento, que tenham como preocupação primária, a qualidade de vida dos cidadãos.



**Bibliografia**

ADAS, M. **Panorama geográfico do Brasil**. Contradições, impasses e desafios socioespaciais. 4ed. São Paulo: Moderna, 2004, P. 456.

ALCOFORADO, M. and ANDRADE, H. 2006: **Nocturnal urban heat island in Lisbon (Portugal): main features and modeling attempts**. Theoretical and Applied Climatology 84, 151–60, doi: 10.1007/s00704-005-0152-flux data. Boundary Layer Meteorology, in press.

AMORIM, M.C.C.T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. São Paulo, 2000. 378p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciência Humanas – USP.

\_\_\_\_\_. **Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódios de Inverno**. Geosul, UFSC - Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.

ANDRADE, H. **O Clima Urbano – natureza, escalas de análises e aplicabilidade**. Revista Finisterra, nº 80, 2005, p.67-91

BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.

BERTRAND G. **Paisagem e Geografia Física Global: Esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra, São Paulo, v.13 p. 1-13, 1971

BRANDÃO, A. M. de P. M. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. São Paulo, 1996. 362p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

BRYSON, R. A., ROSS, J. E. **The climate of the city. Urbanization and environment**, Belmont: Duxbury Press, 1972.

CAMPOS FILHO, C. M. **Cidades Brasileiras: seu controle ou o caos**. São Paulo. Nobel 2ª ed, 1992.

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo**: São Paulo: Contexto, 1991. 147p.

CAVALHEIRO, F. **Urbanização e alterações ambientais**. In: TAUKE, S. M. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. São Paulo: UNESP, FAPESP, SRT, FUNDUNESP, 1991. p. 88-99.

CHANDLER, T. J. **London's urban climate**. Geographical Journal, v. 128, p. 279-302, 1962.

\_\_\_\_\_. **The climate of London**. London: Hutchison of London, 1965. 287p.

\_\_\_\_\_. **Urban climates: Inventory and Prospects**, W. M. O. Symposium on Urban Climates and Building Climatology, Brussels, October, 1968.

CHRISTOFOLETTI, A., BECKER, B. K., VIDOCICH, F.R., GEIGER, P. P. **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo – Rio de Janeiro: Hucitec, 1995. 397p.

CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista**. São Paulo: IGEOG/USP, 1975. 82p.

\_\_\_\_\_. **Crescimento urbano e mudanças climáticas**. Jornal O Estado de São Paulo - Suplemento cultural, 107, ano 3. São Paulo, 19/11/1978.

CRUZ, J. C. L. **Características térmicas da camada intra-urbana em Rio Claro (SP)**. Rio Claro, 1995. 189p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

- DANNI, I. M. **Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em Janeiro de 1982: contribuição ao estudo do clima urbano.** São Paulo, 1987. 129p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- DROR, Y. **The planning process: a facet design.** In: FALUDI, Andreas (org.) **A reader in planning theory.** Oxford: Pergamon Press, 1973. p. 323 – 343.
- FIALHO, E.S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Caso de Viçosa, na zona da mata mineira.** São Paulo, 2009. Tese. (Doutorado em Geografia) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- FORATTINI, O. P. **Ecologia, Epidemiologia e Sociedade:** São Paulo: Artes Médicas: Editora da Universidade de São Paulo, 1992.
- GARCÍA, F. F. **Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación.** Madrid: Editorial síntesis, S.A., 1996. 285p.
- GARTLAND, Lisa. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** Tradução: Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248p.
- GOMEZ, A. L., GARCIA, F. F. **La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano.** *Estudios Geográficos*, 45, n.174, p.5-34, enero-marzo 1984
- GONÇALVES, N. M. S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador-Bahia.** 1992. 268 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- GRAZIANO NETO, F. **Questão agrária e ecologia crítica da moderna agricultura.** 2.ed. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- GREGORY, K. J. **A natureza da geografia física.** Tradução de Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil S/A, 1985.
- GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (org). **Geomorfologia e Meio Ambiente:** 3ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. 372p
- \_\_\_\_\_. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 4ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 472p.
- \_\_\_\_\_. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** 3ª. ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2005. 416p.
- HANN J. V. **Handbuch der Klimatologie.** 1ª.ed. Stuttgart. 1883.
- JARDIM, C. H. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas.** Tese (Doutorado em Geografia)–Instituto de Geociências da UNICAMP, Campinas, 2007.
- JOHNSON, D. B. **Urban modification of diurnal temperature cycles in Birmingham,** U. K. *Journal of climatology.* v. 5, p. 221-225, 1985.
- LANDSBERG, H. E. **The climate of towns.** In THOMAS, W. E., ec. *Mans role in changing the face of earth.* P. 584-606.
- \_\_\_\_\_. **Meteorological observations in urban areas.** *Meteorological Monographs,* v. 11, n. 33, p. 91-99, october 1970.
- \_\_\_\_\_. **The urban climate.** New York: Academia Press, 1981. 276p.
- LOCATEL, C. D. **O Desenvolvimento da Fruticultura e a Dinâmica da Agropecuária na Região de**

**Jales-SP.** 2000, 272p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

\_\_\_\_\_. **Qualidade ambiental e planejamento urbano: considerações e método.** São Paulo, 1995. Tese (Título de Livre Docência em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

LOWRY, W. P. **Empirical estimation of urban effects on climat: a problem analysis.** Journal of applied meteorology, v. 16, p. 129-135, fev. 1977.

MARX, K. **O capital.** Coleção Os economistas. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

\_\_\_\_\_. **Contribuição para a Crítica da Economia Política.** São Paulo: Mandacaru, 1989.

\_\_\_\_\_. **Manuscritos econômico-filosóficos e outros textos escolhidos.** Coleção. Os Pensadores. Rio de Janeiro: Abril Cultural, 1974.

\_\_\_\_\_. **Manuscritos Econômicos Filosóficos.** Lisboa: Edições 70, 1975.

MASCARÓ, L. **Ambiência urbana.** Porto Alegre: +4 Editora, 2ª Ed. 2004, 197p.

MASCARÓ, L. MASCARÓ, J. **Vegetação Urbana.** Porto Alegre: +4 Editora, 2ª Ed. 2005, 203p.

MENDONÇA, F. de A. **O clima e o planejamento urbano de cidade de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e aplicação à cidade de Londrina, PR.** São Paulo, 1994. 322P. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. **O clima no planejamento da cidade: Um desafio aos urbanistas na defesa da qualidade ambiental.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 3, 1998, Salvador. *Anais...CD-Rom.* Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1998.

\_\_\_\_\_. **Clima e planejamento urbano em Londrina: proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico.** In: MONTEIRO, C. A. de F. e MENDONÇA, F de A. (org). **Clima Urbano:** São Paulo: Contexto, 2003. P. 93-120.

MONBEIG, P. **Pioneiros e Fazendeiros de São Paulo:** São Paulo: HUCITEC, 1984.

MONTEIRO, A. **O clima urbano do Porto: contribuição para a definição das estratégias de planejamento e ordenamento do território.** Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1997. 485p.

MONTEIRO C. A. de F. **A frente polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil:** contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo: IGEOG/USP, 1969. 68p. (Série Teses e Monografias, 1).

\_\_\_\_\_. **A dinâmica e as chuvas no estado de São Paulo.** São Paulo: IGEOG/USP, 1973. 129p. (Estudo geográfico em forma de Atlas).

\_\_\_\_\_. **O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo:** problemas e perspectivas. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 54p. (Série Teses e Monografias, 28).

\_\_\_\_\_. **Teoria e Clima Urbano.** São Paulo, IGEOG/USP, 1976, 181p.

\_\_\_\_\_. **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico.** Florianópolis: UFSC, 1991. 241p.

- \_\_\_\_\_. **O clima urbano do Porto: contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território.** Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1997. 485p.
- MONTEIRO, C. A. de F. e MENDONÇA, F de A. (org). **Clima Urbano:** São Paulo: Contexto, 2003. 192p.
- MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: ABES, 1999. 353p.
- NARDOQUE, S. **Apropriação Capitalista da Terra e a Formação da Pequena Propriedade em Jales-SP.** 2002, 304p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- \_\_\_\_\_. **Renda da Terra e Produção do Espaço Urbano em Jales – SP.** 2007. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro.
- NIMER, E. Clima. **Geografia do Brasil:** Região Sudeste. Rio de Janeiro: IBGE, v.3, p. 51-89, 1977.
- NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento: um estudo de planejamento da paisagem do distrito de Santa Cecília (MSP).** São Paulo, 1996. 229p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_. **Metodologia para Determinação da Qualidade Ambiental Urbana.** Revista do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas FFLCH-USP, n. 12. São Paulo: Humanitas, p. 209-224. 1998.
- OKE, T. R., MAXWELL, G.B. Urban heat island dynamics en Montreal and Vancouver. **Atmospheric Environment**, v.9, p.191-200, 1975.
- OKE, T. R. **Boundary Layer Climates.** London: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.
- \_\_\_\_\_. **Climat impacts of urbanization.** In: Interations of energy and climate. Procceding. Dordrecht/Holanda: D. Heider Publishing Company, p.339-361, 1980.
- \_\_\_\_\_. **The energetic basis of the urban heat island.** *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, v.108, n. 455, p. 1-24, jan. 1981.
- \_\_\_\_\_. **The micrometeorology of the urban forest.** London, p.330 – 349, 1989.
- Oke, T.R., Johnson G.T., Steyan D.G. and Watson. I.D. **Simulation of surface urban heat islands under ideal conditions at night. Part 2: Diagnosis of Causation.** *Boundary Layer Meteorology*. n° 56, p. 339-358, 1991.
- OZBEKHAN, H. **Rumo a uma Teoria Geral de Planejamento.** Simpósio sobre "previsões de longo prazo e planejamento", realizada em Bellagio (Lago de Como). 1968.
- Palmer, C.E. **On high-level cyclones originating in the tropics.** *Transactions of Americam Geophysics Union*, 32, p. 683-695, 1951.
- PALOMO, P. J. S. **La Planificaciòn Verde em las Ciudades:** Barcelona: Gustavo Gili, 2003. 326p.
- PEDELABORDE, P. **Introduction a l'etude scientifique du Climat.** Paris, Societé d'Editiòn d'Enseignement Supérieur, 1970
- PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas.** São Paulo, 1997. 272p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no estado de São Paulo**: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. São Paulo, 1995. 201p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SANTOS, J. W. M. C. **O clima urbano de Maringá: ensaio metodológico para cidades de porte médio e pequeno**. São Paulo, 1996. 172p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SANTOS, M. **Manual de geografia urbana**. 2.ed. São Paulo: Hucitec, 1989. 214p.

\_\_\_\_\_. **Por uma economia política da cidade**. São Paulo: Hucitec, Educ, 1994. 145p.

\_\_\_\_\_. **A urbanização brasileira**. 3.ed. São Paulo: Hucitec, 1993. 155p.

\_\_\_\_\_. **Território e Sociedade: entrevista com Milton Santos**. Entrevistadores: Odette Seabra, Monica de Carvalho, José Correia Leite. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2000.

\_\_\_\_\_. **A natureza do Espaço: técnica e tempo. razão e emoção**. São Paulo: Edusp, 2002. 384p.

SHMID, J. A. **The environmental impact of urbanization**. In MANNER, I. R. AND MARVIM, W. (Orgs). **Perspectives on environment**. Washington: Mikesell Editors, Association of American Geographer, nº 13, 1974.

SILVA, J. A. da. **Direito Urbanístico Brasileiro**: 2ª ed. rev. At. 2ª tiragem. São Paulo MALHEIROS EDITORES, 1997. 421p.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a Cidade: uma introdução ao planejamento e à gestão urbanos**. BERTRAND BRASIL, Rio de Janeiro. 2002.

SORRE, M. **Fundamentos biológicos de la geografía humana: ensayos de una ecología del hombre**. Barnacelona. Juventd, 1955. 344p.

SOTCHAVA, V. **O estudo de geossistema**. Tradução de MONTEIRO, C. A. de F. e ROMARIZ, D. A. *Série Métodos em Questão*, 16, São Paulo: IGEOG/USP, 1977.

SPENCER, H. **Autobiography**. New York. MacMillan, vol. 2, p.56.

TOLEDO, A. H. P. de; CAVALCANTI, M. (org). **Planejamento Urbano em Debate**. CORTEZ & SOARES, São Paulo. 1978.

UGEDA JUNIOR, J.C. **Qualidade Ambiental e Planejamento da Paisagem na Cidade de Jales-SP**. Presidente Prudente-SP. 2007, 206p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

WANNER, H.; HERTIG, J. A. **Studies of urban climates and air pollution in Switzerland**. Journal of climate and applied meteorology. New York, v. 23, n. 12, p. 1614–1625, 1984.

Sites.

BRASIL, (Centro de Hidrografia da Marinha). Cartas Sinóticas. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>.

BRASIL, (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos [CPTEC], vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [INPE]). Disponível em: < <http://www.cptec.inpe.br/> >

BRASIL, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). IBGE – **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 18/04/2007.

BRASIL, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). IBGE – **Cidades@** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 18/04/2007.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Médias Mensais da Temperatura: Estação experimental de viticultura tropical, Jales-SP.** Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/meteorologia/jales-mensais.html>> Acesso em: 10/04/2007

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Mapeamento e estimativa da área urbana do Brasil.** Disponível em: <<http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br/index.html>>

Fundo das Nações Unidas para População (UNFA). **Relatório Sobre a População Mundial.** Disponível em: <[http://www.unfpa.org.br/novo/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11&Itemid=13](http://www.unfpa.org.br/novo/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=13)>

METSUL METEOROLOGIA. **Satélite da NASA ajuda a explicar enchentes no Rio de Janeiro.** Disponível em: <[http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php?cod\\_subsecao=29&cod\\_texto=503](http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php?cod_subsecao=29&cod_texto=503)>. Acesso em: 15/01/2007

Prefeitura Municipal de Jales. Disponível em <<http://www.jales.sp.gov.br>>. Acesso em 15/03/2007

United States Geological Survey. Disponível em: <<http://www.usgs.gov/>>



Anexo I:  
Direção predominante do vento mensal.

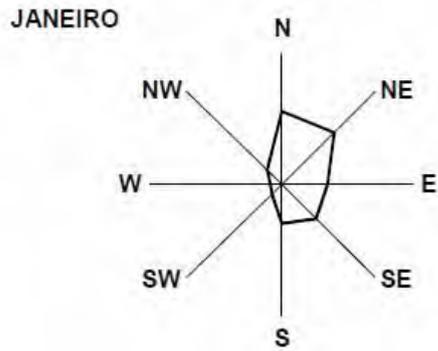


Figura 2 – Direção dos ventos no mês de janeiro. Jales, SP, 2004 a 2007.

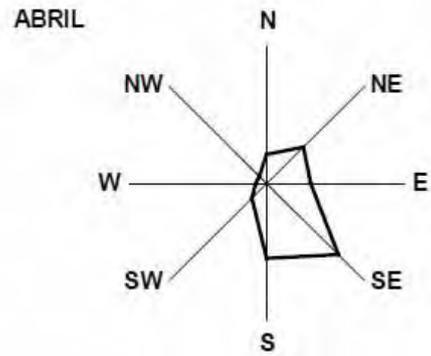


Figura 5 – Direção dos ventos no mês de abril. Jales, SP, 2004 a 2007.

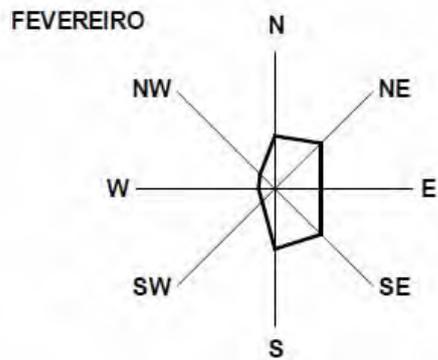


Figura 3 – Direção dos ventos no mês de fevereiro. Jales, SP, 2004 a 2007.

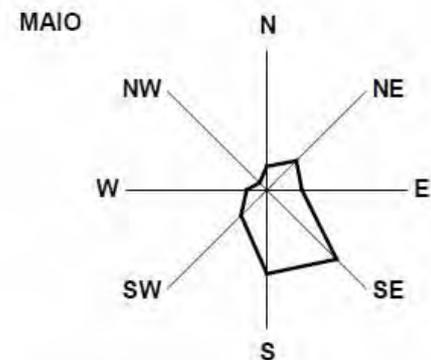


Figura 6 – Direção dos ventos no mês de maio. Jales, SP, 2004 a 2007.

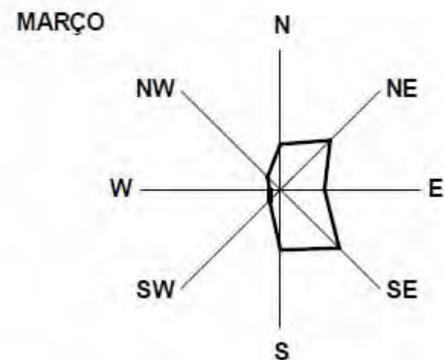


Figura 4 – Direção dos ventos no mês de março. Jales, SP, 2004 a 2007.

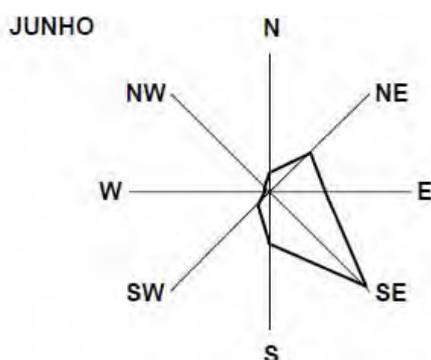


Figura 7 – Direção dos ventos no mês de junho. Jales, SP, 2004 a 2007.

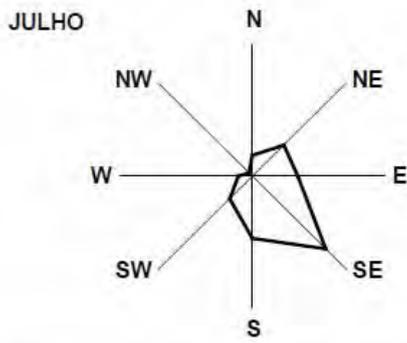


Figura 8 – Direção dos ventos no mês de julho. Jales, SP, 2004 a 2007.

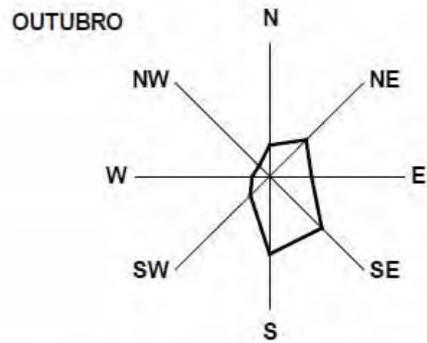


Figura 11 – Direção dos ventos no mês de outubro. Jales, SP, 2004 a 2007.

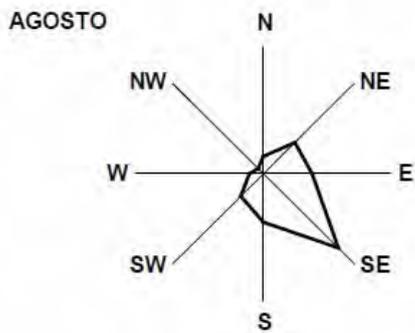


Figura 9 – Direção dos ventos no mês de agosto. Jales, SP, 2004 a 2007.

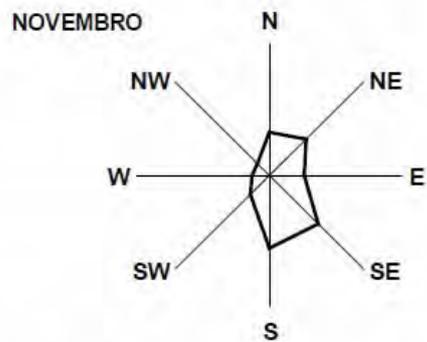


Figura 12 – Direção dos ventos no mês de novembro. Jales, SP, 2004 a 2007.

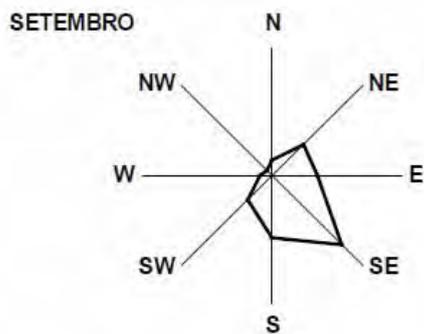


Figura 10 – Direção dos ventos no mês de setembro. Jales, SP, 2004 a 2007.

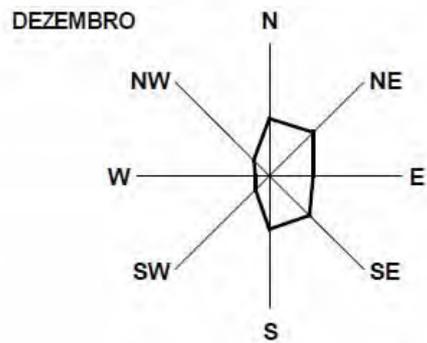


Figura 13 – Direção dos ventos no mês de dezembro. Jales, SP, 2004 a 2007.

Anexo II:  
Direção predominante do vento durante o dia e a noite

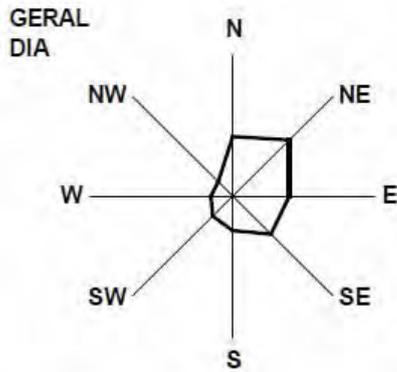


Figura 14 - Direção dos ventos no período diurno. Jales, SP, 2004 a 2007.

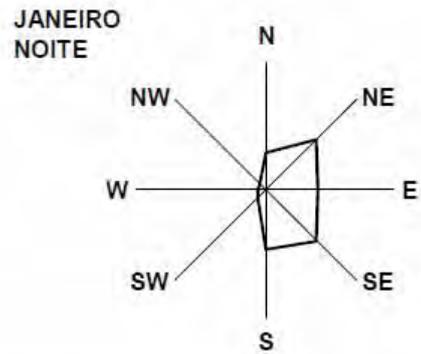


Figura 17 - Direções dos ventos noturnos durante o mês de janeiro. Jales, SP, 2004 a 2007.

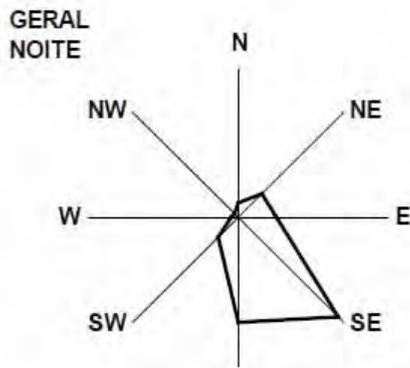


Figura 15 - Direção dos ventos no período noturno. Jales, SP, 2004 a 2007.

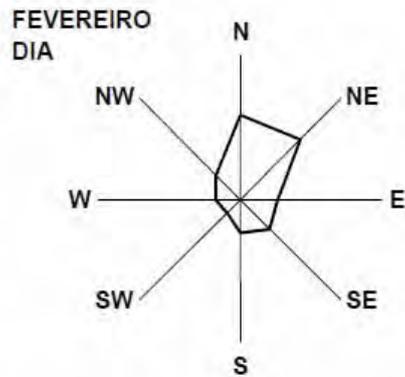


Figura 18 - Direção dos ventos diurnos durante o mês de fevereiro. Jales, SP, 2004 a 2007.

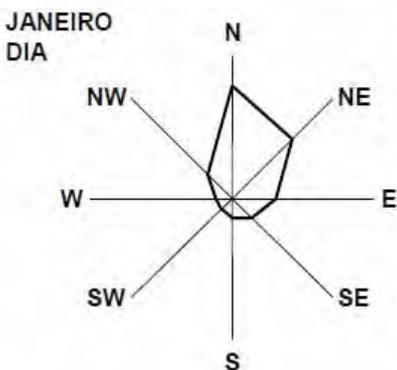


Figura 16 - Direções dos ventos diurnos durante o mês de janeiro. Jales, SP, 2004 a 2007.

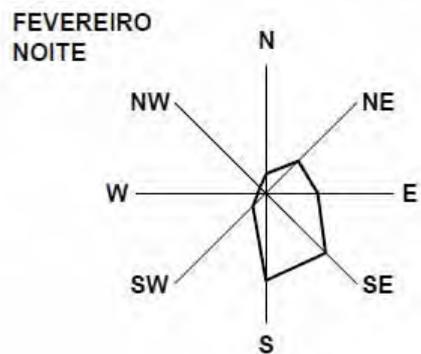


Figura 19 - Direção dos ventos noturnos durante o mês de fevereiro. Jales, SP, 2004 a 2007.

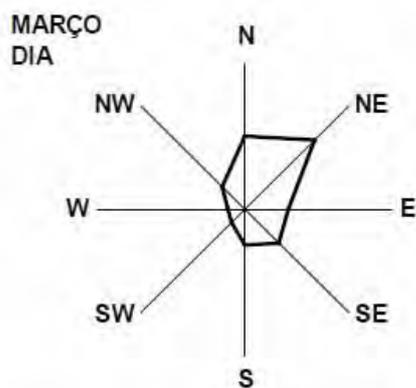


Figura 20 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de março. Jales, SP, 2004 a 2007.

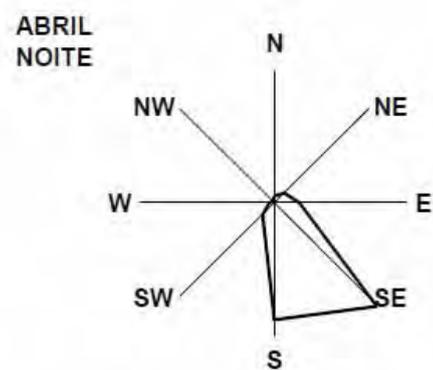


Figura 23 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de abril. Jales, SP, 2004 a 2007.

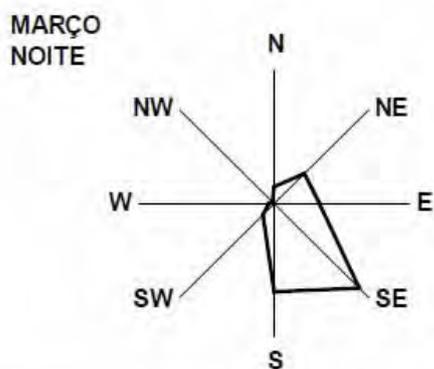


Figura 21 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de março. Jales, SP, 2004 a 2007.

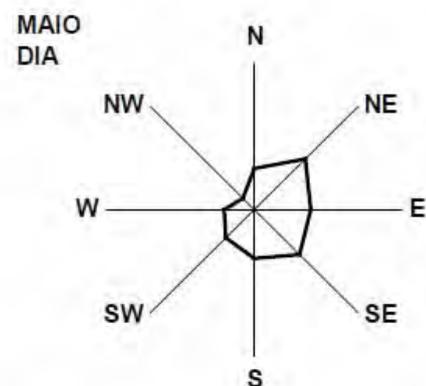


Figura 24 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de maio. Jales, SP, 2004 a 2007.

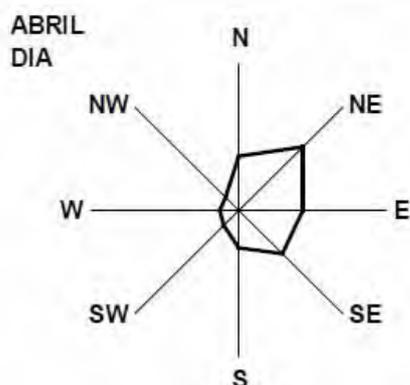


Figura 22 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de abril. Jales, SP, 2004 a 2007.

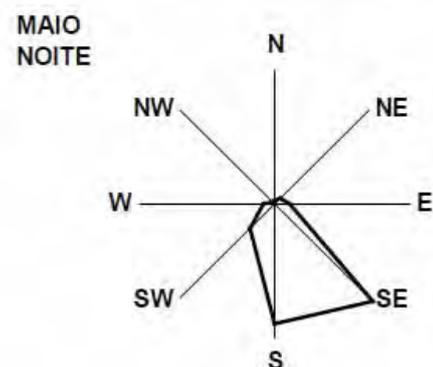


Figura 25 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de maio. Jales, SP, 2004 a 2007.

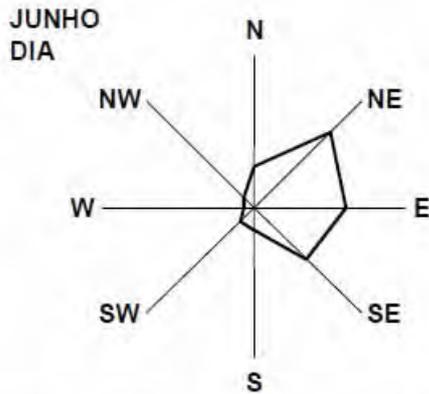


Figura 26 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de junho. Jales, SP, 2004 a 2007.

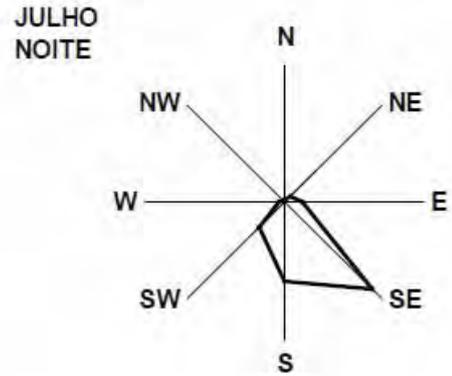


Figura 29 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de julho. Jales, SP, 2004 a 2007.

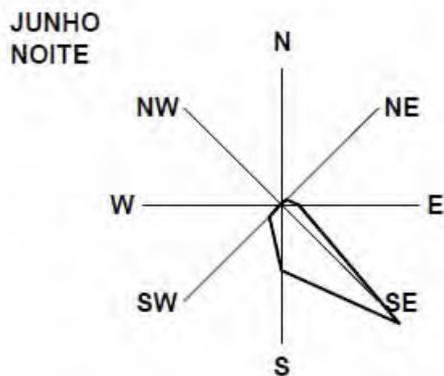


Figura 27 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de junho. Jales, SP, 2004 a 2007.

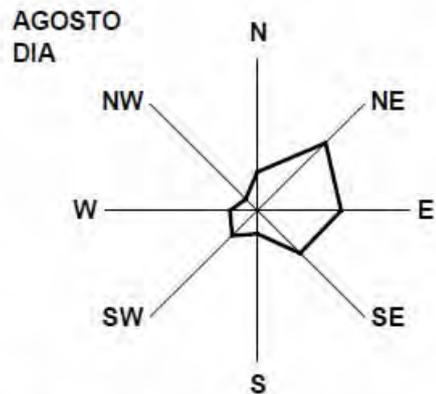


Figura 30 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de agosto. Jales, SP, 2004 a 2007.

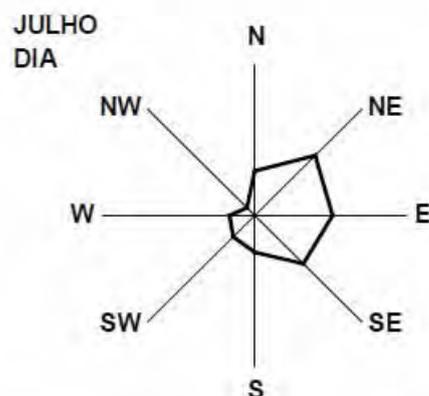


Figura 28 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de julho. Jales, SP, 2004 a 2007.

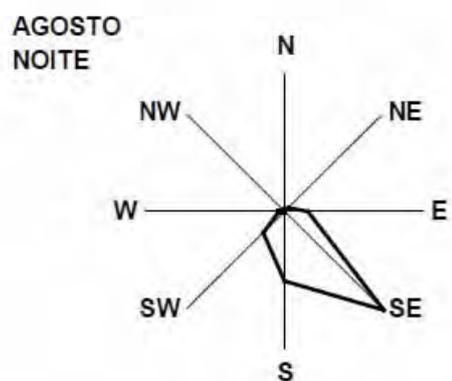


Figura 31 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de agosto. Jales, SP, 2004 a 2007.

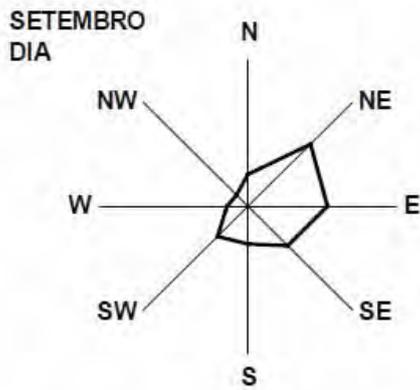


Figura 32 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de setembro. Jales, SP, 2004 a 2007.

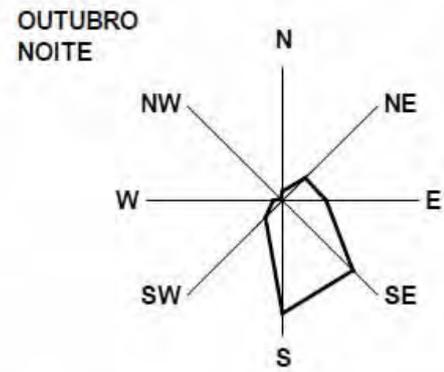


Figura 35 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de outubro. Jales, SP, 2004 a 2007.

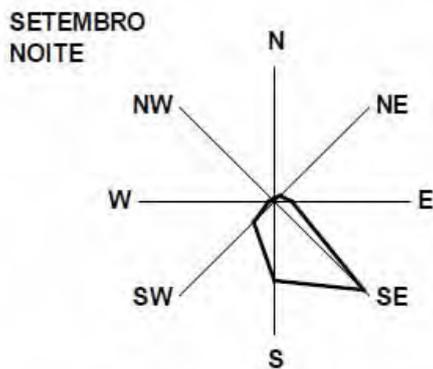


Figura 33 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de setembro. Jales, SP, 2004 a 2007.

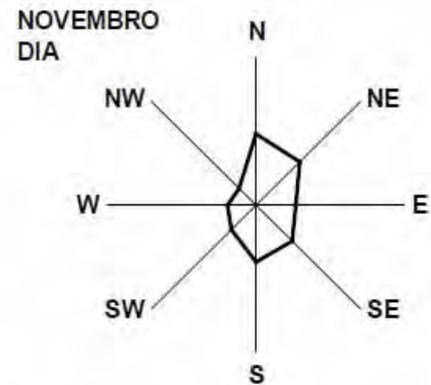


Figura 36 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de novembro. Jales, SP, 2004 a 2007.

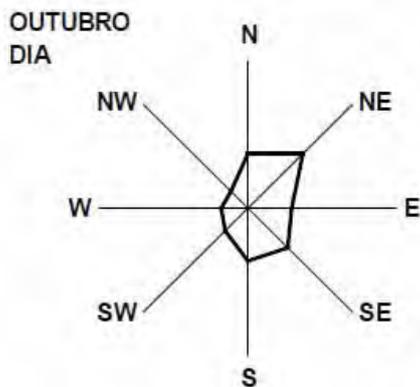


Figura 34 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de outubro. Jales, SP, 2004 a 2007.

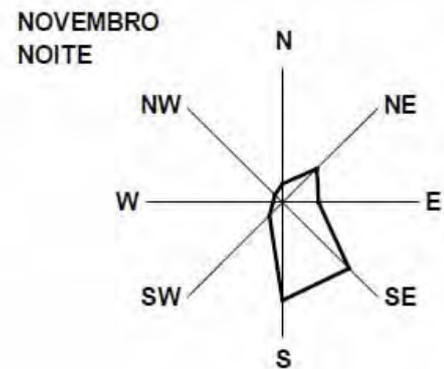


Figura 37 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de novembro. Jales, SP, 2004 a 2007.

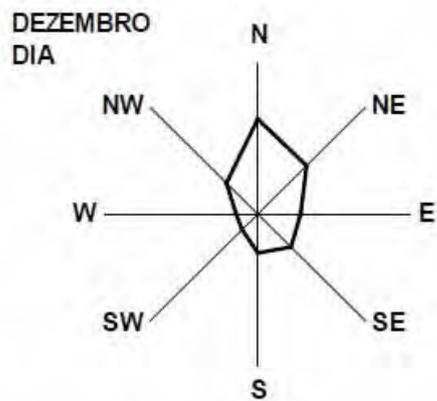


Figura 38 – Direção dos ventos diurnos durante o mês de dezembro. Jales, SP, 2004 a 2007.

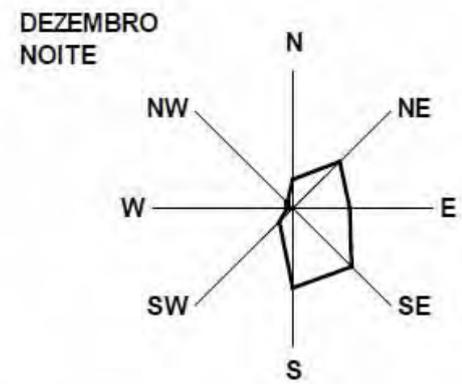


Figura 39 – Direção dos ventos noturnos durante o mês de dezembro. Jales, SP, 2004 a 2007.