

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO

**A INFLUÊNCIA DOS FATORES GEOGRÁFICOS NAS
VARIAÇÕES TÉRMICAS E HIGROMÉTRICAS NA ÁREA
URBANA DE CALDAS NOVAS (GO)**

MARILENE RODRIGUES DOS SANTOS PIMENTEL

UBERLÂNDIA/MG
2010

MARILENE RODRIGUES DOS SANTOS PIMENTEL

**A INFLUÊNCIA DOS FATORES GEOGRÁFICOS NAS
VARIAÇÕES TÉRMICAS E HIGROMÉTRICAS NA ÁREA
URBANA DE CALDAS NOVAS (GO)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de concentração: Geografia e Gestão do Território
Orientador: Prof. Dr. Washington Luiz Assunção.

Uberlândia/MG

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

P644i Pimentel, Marilene Rodrigues dos Santos, 1974-
A influência dos fatores geográficos nas variações térmicas e
higrométricas na área urbana de Caldas Novas (GO) / Marilene
Rodrigues dos Santos Pimentel. – 2010.
213 f. : il.

Orientador: Washington Luiz Assunção.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.

1. Geografia urbana – Caldas Novas (GO) – Teses. 2. Higrometria –
Caldas Novas (GO) – Teses. 3. Planejamento urbano – Caldas Novas
(GO) – Teses. I. Assunção, Washington Luiz. II. Universidade Federal
de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 911.375(817.3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Marilene Rodrigues dos Santos Pimentel

**A influência dos fatores geográficos nas variações térmicas e
higrométricas na área urbana de Caldas Novas (GO)**

Prof. Dr. Washington Luiz Assunção (Orientador) – IG/UFU

Prof. Dr. Francisco de Assis Mendonça - UFPR

Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa – IG/UFU

Data: ____ / ____ / 2010

Resultado: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado força e saúde para superar todos os obstáculos surgidos no transcorrer do percurso, pois, houve momentos em que o desânimo e as fragilidades típicas do ser humano prevaleceram, mas, com a fé e a perseverança, superei estes momentos e, consegui atingir o ápice deste trabalho.

Não seria possível atribuir adjetivos capazes de equilatar as contribuições nas suas diversas modalidades, dispensadas por todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho. Contudo, ao nominá-las, não as fareis por ordem de importância ou participação efetiva, pois, todos, indistintamente, tiveram papel primordial na execução desta pesquisa.

Agradeço em especial, ao meu orientador, professor Doutor Washington Luiz Assunção, por sua paciência, incentivo e disponibilidade não apenas de materiais científicos, mas, de sua atenção em todos os momentos da pesquisa. Quando o desânimo se fazia presente de forma mais forte, com seu jeito peculiar de falar sempre encontrava palavras que me davam novo ânimo e, agradeço, acima de tudo, por ter acreditado na minha capacidade e assim ter contribuído para o meu enriquecimento científico e profissional.

Em particular, aos professores e amigos: Doutor Carlos Henrique Jardim, orientador da monografia no curso de especialização – lato sensu em Geografia. Este que jamais mediu esforços para tirar dúvidas ou mesmo dispor de horas valiosas para ler meus escritos e esboçar sua opinião a respeito, pelo empréstimo de materiais (científico e instrumental) de uso particular referentes ao tema abordado. Ao professor Dr. Rildo Aparecido Costa, orientador na graduação que muito colaborou nas conquistas por mim alcançadas. Através dele tive a oportunidade de conhecer o meu orientador da Pós-Graduação. A professora mestre Jaqueline de Oliveira Lima pelo apoio moral e incentivo, não me deixando desanimar.

As Coordenações dos Laboratórios: de Climatologia do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária de Morrinhos; Recursos Hídricos; Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia pelo empréstimo de aparelhos que auxiliaram na coleta de dados, pois, pela falta de recursos financeiros para adquiri-los, inviabilizaria o prosseguimento da pesquisa.

Ao Francisco Alves Pimentel, esposo e amigo que auxiliou em todas as etapas da pesquisa.

Ele que sempre disponibilizou o seu tempo, no auxílio dos trabalhos de campo e as viagens incansáveis a Uberlândia, para que eu pudesse cumprir meus créditos das disciplinas exigidas pelo programa de Pós-Graduação.

À minha filha, Amanda Evellyn, que apesar de demonstrar profundo descontentamento em função das minhas ausências, não apenas física, mas, por não ter um tempo disponível só para ouvi-la, brincar, nunca deixou de torcer pelo meu sucesso.

Aos meus pais, que em suas orações pediram forças para que eu não desistisse deste sonho, que não era só meu, mas, principalmente deles, pois não tiveram a oportunidade de galgar os degraus do saber, por laborar cedo para ajudar no sustento da família. Não mediram esforços para que os filhos não trilhassem os mesmos caminhos árduos e espinhentos.

Aos amigos e alunos: Yohan, Huxley, Rosângela, Edivanyra, Keillany, Aparecida Chiovatto, todos os colaboradores dos trabalhos de campo, pois sem eles seria humanamente impossível concretizar estas fases da pesquisa, portanto, foram de fundamental importância nas coletas de dados. À Marco Antonio Leli que além de ajudar nos trabalhos de campo cedeu material fotográfico.

Em nome do Marcelo Menezes, amigo e colega da graduação, agradeço a todas as pessoas que disponibilizaram suas residências para que servissem de ponto de apoio durante a permanência dos coletores dos dados de campo.

À Prefeitura Municipal de Caldas Novas pelas informações que muito enriqueceram a presente pesquisa. Ao Odair Antonio Silva, Felipe Provenzale e Renato Adriano pelo auxílio na confecção do material cartográfico. E a todos os professores do programa de Pós-Graduação do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, em especial, Samuel do Carmo Lima, Vânia Rosolen e Denise Labrea que muito contribuíram para enriquecer o meu conhecimento.

“Todo o meu saber consiste em saber que nada sei” (Sócrates).

“Tomar consciência dos fatores geográficos e históricos de nossa vida cotidiana é então o primeiro passo para a compreensão do presente, um passo indispensável à toda tentativa de uma previsão do futuro, que deve evitar tanto quanto possível, os perigos da pura utopia”. (GEDDES, 1992:251, apud MENDONÇA, 1994, p. 64)

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi investigar a gênese e as características do campo térmico e higrométrico do ar na cidade de Caldas Novas. A partir de um ponto de vista geográfico, buscou-se compreender a relação do espaço urbano com os elementos climáticos, a partir de uma caracterização topoclimática e microclimática na área em estudo. Envolvendo, portanto, um diagnóstico apoiado no conjunto de informações, essencial na elaboração de possíveis prognósticos. Buscou-se respaldo teórico nos trabalhos desenvolvidos por diversos pesquisadores da área, notadamente em Monteiro (1975) e Mendonça (1994; 2003). A coleta de dados em campo incluiu a instalação de postos fixos e tomadas móveis e foi realizada em duas etapas: a primeira, no inverno, se estendeu entre os dias 21 e 30 de julho de 2008 (transecto móvel) e dias 6 e 7 de setembro do mesmo ano (postos fixos). A segunda etapa foi realizada no verão de 2009, entre 9 e 18 de março (transecto móvel) e entre 21 e 22 de março (postos fixos). A estação meteorológica do INMET, sediada em Morrinhos (GO), foi utilizada como controle local dos elementos climáticos. Os dados produzidos foram analisados de forma comparativa, em sequência cronológica, considerando as condições meteorológicas do dia, associados ao tipo de tempo e às características do espaço. Os resultados permitiram detectar que a área urbana de Caldas Novas nem sempre apresenta temperaturas mais elevadas em relação ao seu entorno rural ou às áreas periféricas à cidade. No espaço interno ocorreram modificações nas variações dos elementos climáticos entre bairros e ruas, ora associadas a fatores urbanos (porte dos edifícios, densidade de ocupação do solo, presença ou não de vegetação etc.), ora a fatores naturais (topografia, orientação das vertentes, sistemas atmosféricos, tipos de tempo etc.). Assim, constatou-se que a estrutura e o arranjo espacial dos bairros consoantes às características locais e de circulação do ar, influenciaram na qualidade ambiental e de conforto térmico da cidade.

PALAVRAS-CHAVE: temperatura do ar, umidade relativa do ar, urbanização, planejamento, qualidade ambiental.

ABSTRACT

The aim of this research was to investigate the genesis and the features of the thermic and hygrometric field of the air in the city of Caldas Novas. From a geographical point of view, it was searched to understand the relation between the urban space with the climatic elements, starting from a topoclimatic and microclimatic characterization in the area of study. It is involving thus a diagnosis supported for the whole of information, essential for the elaboration of possible prognostics. It was searched a theoretical backup in the jobs developed by several researchers of the subject, specially in Monteiro (1975) and Mendonça (1994; 2003). The data collection in field enclosed the installation of fixed stands and mobile taking and it was done in two stages: the first one in the winter, was extended between July 21st and 30th of 2.008 (mobile transect) and September 6th and 7th in the same year (fixed stands). The second stage was realized in the summer of 2.009, between March 9th and 18th (mobile transect) and between March 21st and 22nd (fixed stands). The meteorological station of INMET located in Morrinhos (GO) was used as local controller of the climatic elements. The obtained data were analyzed in a comparative way, in chronological sequence, considering the meteorological of the day, associated to the kind of weather and the space features. The results permitted to detect that the urban area of Caldas Novas not always shows higher temperatures in regard to its rural environment or the peripheric areas to the city. In the internal space occurred modifications in the variations of the climatic elements between districts and streets, sometimes associated to urban features (buildings size, density of soil occupation, presence or not of vegetation, etc.), sometimes to natural factors (topography, orientation of declivity, atmospheric systems, kinds of weather etc.). So, it was verified that the structure and the special arrangement of the consonant districts in the local features and the air circulation influenced in the environmental quality and of thermic well-being of the city.

KEYWORDS: air temperature, relative humidity, urbanization, planning, environmental quality

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Figuras

1. Verticalização da área central de Caldas Novas.....	23
2. Localização da cidade de Caldas Novas-Goiás.....	25
3. Construção próxima a nascente de um córrego na área intra-urbana de Caldas Novas.....	26
4. Deposição de entulho as margens de um córrego em área de preservação no espaço intra-urbano de Caldas Novas.....	26
5. Representação da compartimentação altimétrica tridimensional, sobressaindo fundos de vale no município, em destaque o sítio urbano de Caldas Novas-Goiás.....	28
6. Temperaturas médias mensais de Morrinhos-Goiás (1999-2009).....	32
7. Médias mensais de chuva dos anos 1993-2007 de Caldas Novas-Goiás.....	32
8. Precipitação média anual de Caldas Novas-Goiás.....	34
9. Esquema da circulação, regional, local e topoclimático.....	40
10. Diagrama do conforto humano.....	60
11. Psicrômetro para tomadas de temperatura do ar seco e úmido.....	67
12. Conjunto de aparelhos utilizados durante a coleta de dados: Anemômetro digital para medir a velocidade do vento; termohigrômetro digital, termômetros bimetalico com hastes, bússola e altímetro.....	68
13. Data logger utilizado na pesquisa.....	68
14. Mini-abrigo utilizado para a instalação do data logger.....	68
15. Mini-abrigo meteorológico com termohigrômetro digital portátil instalado.....	69
16. Estação convencional de Morrinhos Goiás (INMET).....	70
17. Conjunto de instrumentos utilizados nas tomadas em campo: data logger, termohigrômetro digital para transecto, termo-anemômetro, termo-higrômetro para postos fixos, bússola, termômetro digital com haste de metal.....	72
18. Localização dos pontos para o levantamento de dados – transecto móvel e postos fixos.....	75
19. Posto de coleta localizado na Cerâmica Jalim.....	76
20. Posto de coleta localizado no Itaiçi.....	76
21. Posto de coleta localizado na Nova Vila.....	77
22. Posto de coleta localizado no Centro.....	77

23.Posto de coleta localizado no Bairro Turista.....	78
24.Posto de coleta localizado no Jardim Belvedere.....	78
25.Posto de coleta localizado no Bairro Turista.....	79
26.Posto de coleta localizado na área de Preservação no Jardim Paraíso.....	79
27.Posto de coleta localizado no Parque das Brisas.....	80
28.Posto de coleta localizado no Jardim Serrano.....	80
29.Posto de coleta localizado no Setor Portal das Águas Quentes.....	81
30.Posto de coleta localizado na Santa Efigênia.....	81
31.Posto de coleta localizado na Vila São José.....	82
32.Carta hipsométrica de Caldas Novas e arredores.....	87
33.Porcentagem de área construída da cidade de Caldas Novas (2008).....	88
34.Modelo esquemático representativo das inter-relações entre os atributos.....	90
35.Imagem de satélite na faixa do infravermelho e carta sinótica, mostrando, respectivamente, os diferentes níveis de temperatura e os principais centros de pressão na América do Sul do dia 21/07/2008.....	97
36.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 21/07/2008.....	100
37.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 22/07/2008.....	109
38.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 23/07/2008.....	113
39.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 24/07/2008.....	115
40.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 25/07/2008.....	119
41.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 26/07/2008.....	122
42.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 27/07/2008.....	125
43.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 28/07/2008.....	127
44.Variação térmica do solo de diferentes revestimentos.....	128
45.Variação da intensidade do vento em diferentes postos de coletas de dados.....	128
46.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 29/07/2008.....	130
47.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 30/07/2008.....	132
48.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 06/09/2008.....	138
49.Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 07/09/2008.....	141
50.Imagem de satélite na faixa do infra-vermelho, mostrando os diferentes níveis de temperatura e carta sinótica representando as condições atmosféricas do dia 09/03/2009.....	144
51.Modelo esquemático mostrando o processo de convecção do ar.....	146

52. Modelo esquemático do processo de radiação.....	148
53. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 09/03/2009.....	155
54. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 10/03/2009.....	157
55. Imagem de satélite na faixa do infra-vermelho e carta sinótica do dia 11/03/2009.....	159
56. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 11/03/2009.....	160
57. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 12/03/2009.....	163
58. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 13/03/2009.....	164
59. Imagem de satélite e carta sinótica do dia 14/03/2009.....	166
60. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 14/03/2009.....	170
61. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 15/03/2009.....	174
62. Variação de temperatura nas diferentes superfícies do solo – 17/03/2009.....	175
63. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 16/03/2009.....	178
64. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 17/03/2009.....	180
65. Imagem de satélite e carta sinótica do dia 22 de março de 2009 destacando a presença da Frente Fria sobre parte do Centro-Oeste e Sudeste brasileiro.....	183
66. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 21/03/2009.....	190
67. Variação dos elementos climáticos de Caldas Novas – 22/03/2009.....	194

Lista de Quadros

QUADRO 1 - Escala de ventos de Beaufort.....	98
QUADRO 2 - Temperatura superficial dos materiais.....	105

Lista de Tabelas

TABELA 1 - Evolução populacional de Caldas Novas.....	36
TABELA 2 - Índice de temperatura e umidade relativa do ar.....	59
TABELA 3 - Dados do transecto móvel do dia 21 de julho de 2008.....	99
TABELA 4 - Dados do transecto móvel do dia 22 de julho de 2008.....	108
TABELA 5 - Dados do transecto móvel do dia 23 de julho de 2008.....	112
TABELA 6 - Dados do transecto móvel do dia 24 de julho de 2008.....	114
TABELA 7 - Dados do transecto móvel do dia 25 de julho de 2008.....	118
TABELA 8 - Dados do transecto móvel do dia 26 de julho de 2008.....	121

TABELA 9 -	Dados do transecto móvel do dia 27 de julho de 2008.....	124
TABELA 10 -	Dados do transecto móvel do dia 28 de julho de 2008.....	126
TABELA 11 -	Dados do transecto móvel do dia 29 de julho de 2008.....	129
TABELA 12 -	Dados do transecto móvel do dia 30 de julho de 2008.....	131
TABELA 13 -	Dados coletados nos postos fixos em 06 de setembro de 2008.....	137
TABELA 14 -	Dados coletados nos postos fixos em 07 de setembro de 2008.....	140
TABELA 15 -	Dados do transecto móvel do dia 09 de março de 2009.....	154
TABELA 16 -	Dados do transecto móvel do dia 10 de março de 2009.....	156
TABELA 17 -	Dados do transecto móvel do dia 11 de março de 2009.....	158
TABELA 18 -	Dados do transecto móvel do dia 12 de março de 2009.....	162
TABELA 19 -	Dados do transecto móvel do dia 13 de março de 2009.....	162
TABELA 20 -	Dados do transecto móvel do dia 14 de março de 2009.....	169
TABELA 21 -	Dados do transecto móvel do dia 15 de março de 2009.....	173
TABELA 22 -	Dados do transecto móvel do dia 16 de março de 2009.....	177
TABELA 23 -	Dados do transecto móvel do dia 17 de março de 2009.....	179
TABELA 24 -	Dados coletados nos postos fixos em 21 de março de 2009.....	189
TABELA 25 -	Dados coletados nos postos fixos em 22 de março de 2009.....	193

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO, JUSTIFICATIVAS, PROBLEMAS E OBJETIVOS	21
1.1 Caracterização Física do Município de Caldas Novas	24
1.1.1 População, localização geográfica e rede hidrográfica	24
1.1.2 Compartimento morfológico	27
1.1.3. Circulação e dinâmica atmosférica/expressão espacial e temporal do clima	29
1.2 Aspectos Históricos, Sócio-econômicos da Cidade de Caldas Novas	33
1.3 Justificativa da Pesquisa	38
1.4 Objetivos.....	41
2 - ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS.....	43
2.1. Referencial teórico.....	43
2.1.1 Conceitos e abordagens sobre clima e análise rítmica	44
2.1.2 Noções da ordem de grandeza escalar em estudos climáticos	48
2.1.3 Clima urbano	51
2.1.4 Planejamento urbano e (des) conforto térmico.....	54
2.2 Procedimentos Metodológicos	61
2.2.1 A teoria e os métodos de coleta das informações (quantitativa e qualitativa).....	61
2.2.2. Coleta de dados e materiais utilizados.....	66
2.2.3 Material cartográfico produzido	72
2.2.4 Definição e caracterização dos postos selecionados para coleta de dados	73
3. A ESTRUTURA URBANA DE CALDAS NOVAS E SEUS REFLEXOS	85
SOBRE O CLIMA.....	85
3.1 Correlações entre a morfologia do espaço intra-urbano e as variações dos elementos climáticos.....	90
3.2 Análise dos Dados da 1ª Etapa do Trabalho de Campo (inverno de 2008).....	95
3.2.1 Experimento I – Segmento temporal (21 a 30 de julho de 2008).....	96
3.2.2 Experimento II – Segmento temporal (06 e 07 de setembro de 2008).....	134
3.3 Análise dos dados da 2ª etapa de trabalho de campo (verão de 2009)	142
3.3.1 Experimento I – Segmento temporal (9 a 18 de março de 2009).....	144

3.3.2 Experimento II – Segmento temporal (21 e 22 de março de 2009).....	182
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	195
REFERÊNCIAS	202
ANEXOS.....	209

INTRODUÇÃO

Ao construir cidades os homens engendram enorme quantidade de novos materiais, equipamentos e seres vivos no ambiente natural originando um novo ambiente. (MENDONÇA, 1994, p. 7)

Atualmente, a eclosão das questões climáticas é um assunto de grande discussão entre os membros da comunidade científica, políticos, ambientalistas e cidadãos comuns. O debate acirrado sobre os problemas ambientais provenientes da ação modeladora do homem está presente nos meios informacionais e, de certa forma vem amadurecendo na sociedade as preocupações quanto ao futuro das condições ambientais do Planeta Terra, mesmo que a divulgação dos problemas não tenha caráter explícito.

Este estudo se concentra nas relações entre a atmosfera e área urbana, espaço geográfico, palco das atividades humanas e interações com a natureza. Monteiro ao tratar dos estudos de climatologia para a geografia das cidades, interpreta que [...] “o universo urbano está amplamente aberto ao que há de mais interdisciplinar. [...] a cidade é, cada vez mais, a morada do Homem” (MENDONÇA, 2003, p.10), portanto, um lugar onde se produz economicamente, onde centralizam serviços, negócios, pessoas, automóveis, edificações etc.

É necessário que o geógrafo busque entender no espaço urbano [...] “o conjunto de relações realizadas através de funções e formas que se apresentam como testemunhos de uma história escrita por processos do passado e do presente” (SANTOS, 1978, p. 122, apud, DANNI, 1987, p. 6). A função urbana e sua morfologia se inter-relacionam e os ritmos constantes de intervenções repercutem nas condições da atmosfera imediata que recobre a cidade, “fruto de processos históricos” (op. cit.), as quais tende a agravar-se de acordo com a intensidade das interferências neste espaço.

Sob esta visão, é importante observar a distribuição da temperatura, umidade relativa do ar e o vento entre os diferentes ambientes, cuja variabilidade desses elementos está intimamente relacionada às alterações urbanas promovidas pela ação modeladora do homem e

aos aspectos geoecológicos do lugar. Leão (2006, p. 11) “evidencia que a prática do desenho urbano tem se dado sem levar em conta os impactos que provoca no ambiente, repercutindo não só no desequilíbrio do meio como também no conforto e salubridade das populações urbanas”.

As cidades são dinâmicas e a estrutura do ambiente urbano tende a mudar. Essas transformações não se restringem a ampliação vertical e horizontal proveniente do crescimento populacional, mas aos costumes dos próprios cidadãos, resultando em maiores alterações na atmosfera. Em consequência, os estudos referentes à qualidade de vida e ambiental ganharam destaque no final do século XX proporcionado pelos efeitos dessas alterações que [...] “irá alterar parcialmente o clima circundante, o clima modificado alterará o caráter do solo e da vegetação vizinha e, por sua vez, a mutação do solo e da vegetação redundará em alterações posteriores do clima local” (DREW, 1989, p.19).

Este trabalho considera, ainda, que a área urbana apresenta condições climáticas diferentes da área rural porque são nestes espaços onde ocorre maior atividade humana. Essas atividades dependendo da intensidade atuam no sistema de forma rápida e negativa por ser susceptível às transformações humanas. Neste sentido, Santos (1991, p.43) apud Monteiro (2003, p. 93),

[...] considerando possíveis repercussões do processo de urbanização sobre o meio ambiente, observou que ela criou em cada local um meio geográfico artificial, nos quais se desenvolve um quadro de vida onde as condições ambientais são ultrajadas, com agravo a saúde física e mental das populações.

É fato notório nas metrópoles brasileiras, que recebiam até os anos de 1980 um grande contingente migratório, estejam perdendo lugar para as cidades menores. Esse processo é preocupante na medida em que essas cidades não possuem uma política voltada para o planejamento urbano (embora haja a possibilidade de rever seus planos de acordo com o crescimento e a dinâmica populacional da cidade).

Caldas Novas, foco dessa pesquisa, é considerada, de acordo com as informações obtidas no REGIC/IBGE (2008), um centro de zona A¹, que polariza as cidades de Rio Quente, Corumbá e Marzagão, influenciada por Goiânia (capital do Estado de Goiás), mas, por ser considerada cidade turística, os efeitos da atividade humana são mais

¹ Subdivisão do Centro de zona – que se refere à cidade de menor porte e com atuação restrita a sua área imediata; exerce funções de gestão elementares. (IBGE/REGIC-2008)

acentuados.

De modo geral, a concentração de edifícios residenciais, comerciais, equipamentos, atividades, circulação de pessoas e automóveis num espaço tão reduzido, altera a atmosfera local e contribui para aumento do contraste da temperatura entre a área urbana e a rural (um dos efeitos dos climas urbanos), pois os diferentes tipos de uso da terra absorvem, transmitem e armazenam energia calorífica em quantidades desiguais. Ainda deve-se considerar a canalização dos córregos, impermeabilização do solo, a falta de arborização, estrutura do traçado urbano e produção de energia artificial. Tudo isso, aliado aos fatores de ordem natural como radiação solar, topografia, orientação e posição do relevo favorece ou dificulta de acordo com Mendonça e Danni-Oliveira, (2007, p. 47) “os fluxos de calor e umidade entre áreas contíguas” [...].

Em outros trabalhos já realizados por Pimentel (2006; 2009) ficou evidente que as áreas que apresentam boas condições ambientais (presença de árvores, espaço pouco impermeabilizado e aberto) resultarão, dependendo das condições atmosféricas e características geográficas do lugar, em valores térmicos menores do que as áreas que favorece a retenção de energia. Incluem-se, neste caso, a impermeabilização do solo, a estrutura das ruas, das residências e materiais utilizados nas construções considerados bons condutores de calor.

Percebe-se desta forma a eficiência da área urbana em potencializar de forma negativa o clima, ao propiciar um excedente térmico associado às práticas humanas. E não se devem generalizar os valores pontuais. Santana (1997, p. 2) destaca que [...] “poucos estudos tomam como base um detalhamento das características do sítio e dos diferentes usos do solo urbano como suporte para a compreensão da formação do clima da cidade, que é derivado destes distintos arranjos espaciais”.

O arranjo espacial intra-urbano resulta em ambiente microclimático, pois cada ambiente, dependendo de suas características, apresentam comportamento térmico diferente das áreas contíguas. A maior ou menor variação de temperatura em determinado espaço tem relação tanto com os aspectos físicos e/ou ainda com a insuficiência da infra-estrutura deste espaço o que, por sua vez, soma-se às baixas condições financeiras da população. Desta forma, são necessários estudos que priorizem as diferenças locais a fim de identificar as causas da variação dos elementos climáticos, seus efeitos e conseqüências e, assim, ter uma postura mais crítica diante do resultado obtido.

O resultado desta pesquisa é fruto de outros trabalhos já realizados na Região sul

de Goiás, cujo interesse surgiu a partir da disciplina de climatologia. A conclusão de que os diferentes espaços intra-urbanos apresentam fatores que diferenciam um espaço de outro, e que existem lugares que se singularizam pelas suas características (PIMENTEL SANTOS & SILVA, 2009), levou a pesquisadora buscar em outro local (agora em Caldas Novas - GO), a correlação entre os diversos fatores geográficos numa realidade distinta da encontrada na cidade de Morrinhos (GO), palco de pesquisa até o momento. O estudo de clima urbano é um assunto que não se esgota diante das mudanças na estrutura sócio-econômica e física das cidades e, ao tratar de uma cidade turística, implica ainda numa rede de investigações específicas para que os resultados sejam satisfatórios.

Durante o reconhecimento de campo para a distribuição dos postos meteorológicos (tanto os fixos quanto os móveis), observou-se que as áreas mais centralizadas encontravam-se relativamente abrigadas nos fundos de vales, enquanto os bairros já existentes e os novos loteamentos se expandiam acompanhando as vertentes. A partir das observações da morfologia, uso da terra e funcionalidade urbana, algumas indagações surgiram: até que ponto as características dos locais escolhidos interferiam no comportamento climático e na qualidade de vida das pessoas ali residentes? O sítio urbano de Caldas Novas, com sua estrutura atual, é capaz de produzir divergências significativas no comportamento térmico entre o espaço urbano e áreas adjacentes? O comportamento térmico deste espaço é de fato influenciado pela morfologia do sítio urbano? Qual a expressividade espacial de um posto localizado na entorno da área urbana, com menor índice de construção e relevo mais dissecado quando comparado a um posto situado na área central de menor altitude?

O relevo de Caldas Novas, considerando a depressão e as colinas baixas por onde se estende a área urbana, circundadas por topos de elevados interflúvios e serras (ver Figura 5 p. 28), por si só já pressupõe a formação de um ambiente climático diferente se comparado ao sítio de uma cidade localizada no topo de uma vertente. Fato semelhante ocorre entre pontos com características diferentes (topografia, altitude, grau de urbanização) no interior da própria cidade. A área urbana e suas funções associado à topografia, tende a suprimir e/ou acentuar algumas “anomalias” climáticas. Percebe-se então, a complexidade de um estudo desta natureza, por isso que a obtenção de respostas mais reveladora sobre o clima da cidade [...] “implica obrigatoriamente em observação complementar fixa e permanente, bem como trabalho de campo com observações móveis e episódicas” (MONTEIRO, 1975, p. 163).

O fato da cidade de Caldas Novas não contar com informações dessa natureza, haja vista que a mesma não dispõe de estações meteorológicas em sua área urbana, orientou a

pesquisa no sentido de se obter tais informações, colhidas durante o inverno de 2008 e verão de 2009. A equipe de trabalho para a coleta de dados em campo envolveu alunos do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás (Unidade de Morrinhos).

Os dados de âmbito regional para auxiliar na compreensão da relação entre o local e o regional foram obtidos de estações meteorológicas de empresas particulares instaladas na área rural e do Instituto Meteorológico (INMET) do município de Morrinhos que dispõe desse serviço. Deve-se frisar que os objetivos deste trabalho não incluem a análise de uma série histórica dada à ausência de estações meteorológicas na área urbana de Caldas Novas e seu entorno, mas, foi importante entender o comportamento das condições atmosféricas regionais durante a pesquisa e em anos anteriores, pois é nessa situação que se encontra a causa ou gênese das condições micro e topoclimáticas verificadas.

Destarte, torna-se fundamental compreender que o espaço urbanizado, de acordo com Monteiro (2003, p. 20),

[...] constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere. [...] o sistema se projeta tanto em escala ascendente para um número infinito de integrações em sistemas superiores, quanto se fraciona, [...] em sistemas inferiores. [...]. As divisões do ponto de vista sistêmico são inconseqüentes, importando predominantemente as relações entre as diferentes partes em que se compõe o sistema para o desenvolvimento das funções organizadoras.

O homem, elemento integrante do sistema, organiza o espaço de acordo com suas necessidades. A funcionalidade urbana e a forma peculiar de ocupação de cada cidade refletem-se tanto na configuração urbana como na estrutura do S.C.U. (Sistema Clima Urbano).

Caldas Novas é uma cidade dinâmica, por ser eminentemente turística apresenta uma base econômica alicerçada por rede hoteleira, comércios e clubes recreativos voltados ao atendimento do turista. Esses e outros fatores têm revertido em oferta de emprego para a população local e até mesmo de outras regiões do país, principalmente os nordestinos, que se concentram nas periferias da cidade. Em muitos casos, ocorre invasões em áreas de preservação ambiental, como veredas e cursos d'água ainda presente no espaço urbano; outros, constroem sem projetos arquitetônicos, onde se formam bairros sem infra-estrutura adequada surgindo vários problemas sócio-ambientais. Além de doenças provenientes de vetores, há mudança nas condições térmicas do lugar, justamente pela forma do traçado desses bairros, material utilizado nessas construções, destruição da vegetação etc.

Essas questões refletem-se na qualidade de vida e ambiental que segundo Burton (1968 p. 473, apud MAZETTO, 2000, p. 22) “a qualidade ambiental não deve estar restrita à natureza ou ecossistema, pois engloba elementos da atividade humana com reflexos diretos na vida do homem”. Oliveira (1983, p. 5-6, apud op. cit) enfatiza que [...] “a qualidade do meio ambiente está diretamente ligada à qualidade de vida, sendo que vida e meio ambiente são inseparáveis e esta interação profunda e contínua [...] devem estar sempre em equilíbrio”. E este equilíbrio vem sendo alterado em virtude das transformações na paisagem.

Aliando essas questões à falta de vontade política, os problemas tendem a agravar-se. E um dos fatores que mais influencia nas variações temporais é a retirada da vegetação primária em detrimento de áreas artificiais (agrossistemas, áreas urbanas etc.), a qual traz modificações no balanço de energia e, conseqüentemente, na temperatura, umidade e vento, mudando a dinâmica da atmosfera. Monteiro (1976, p. 10, apud DANNI, 1987, p. 5) reconhece a atmosfera,

[...] como um recurso vital básico e o clima [...] como um insumidor energético ativando um ambiente por suas variações temporais, e através de suas associações com os demais componentes naturais, ajudando a definir a estrutura do espaço ambiente e sua organização funcional.

Associando o comportamento dos elementos climáticos aos componentes naturais é possível converter essas informações em respostas que sirvam de subsídio para melhorar a qualidade do conforto térmico urbano. Várias dessas questões são perceptíveis na urbe de Caldas Novas e, baseado em outros estudos de mesma linha de pesquisa buscou-se entender a dinâmica no âmbito da Climatologia Urbana na referida cidade.

ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa se define a partir de quatro partes:

Na introdução, buscou-se fazer uma abordagem da problemática relativa ao tema da pesquisa, delimitação da área de estudo e características da estrutura urbana; definição do período de pesquisa e os elementos meteorológico-climáticos a serem observados.

No primeiro capítulo, enfatizaram-se os aspectos físicos e históricos da área de estudo, com destaque para questões climáticas, geomorfológicas, econômicas e sociais.

Procurou-se mostrar o crescimento acelerado da cidade de Caldas Novas e alguns problemas provenientes das transformações impostas no sítio urbano. Nesta etapa, justificou-se a importância do estudo do clima urbano assim como se definiram os objetivos da pesquisa a serem alcançados.

No segundo capítulo, realizou-se um levantamento teórico sobre conceitos relacionados ao clima e seus desdobramentos. Inseriu-se nesta questão, a noção de escala, ritmo climático e conforto térmico, com intuito de subsidiar o investigador durante a análise. Ainda destacaram-se os problemas relacionados ao crescimento acelerado da cidade e o caráter do planejamento urbano, haja vista que [...] “o planejamento, como corpo interdisciplinar moderno, pressupõe muitas formas e estratégias capazes de subsidiar as decisões do poder político” (MONTEIRO, 2003, p. 25). A partir dos conhecimentos adquiridos nas fases anteriores, buscou-se uma metodologia para o desenvolvimento da pesquisa apoiada em várias teorias, com ênfase nas fases metodológicas elaboradas por Mendonça (1994, 2003), baseado na proposta do Sistema Clima Urbano (S.C.U) de Monteiro (1975).

O terceiro capítulo corresponde à descrição da estrutura urbana de Caldas Novas e como sua “(des)organização” influencia (ou não) nos elementos climáticos (ênfase nas variações de temperatura e umidade do ar, como já fora colocado). Além dos aspectos da urbanização, inserem-se nesta questão as características geoecológicas do sítio urbano, que associado à circulação atmosférica pode interferir na variabilidade dos elementos climáticos. Dentro desta etapa, inseriu-se a análise dos dados de campo nos dois episódios temporais (inverno e verão), realizados a partir de dois experimentos, utilizando-se dos transectos móveis e postos fixos.

No capítulo quatro foram esboçadas as conclusões da pesquisa, ao confrontar os resultados obtidos com os objetivos propostos. Também foi discutido o percurso da pesquisa, incluindo a importância da fundamentação teórica e da metodologia empregada, além de algumas recomendações para o planejamento urbano.

1. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO, JUSTIFICATIVAS, PROBLEMAS E OBJETIVOS

O tratamento do clima urbano, como um dos componentes da qualidade ambiente, não poderá ser considerado insignificante para o mundo moderno (MONTEIRO, 2003 p. 14).

A desestruturação na organização das cidades, intensificou-se pela ausência de um planejamento urbano que considere as transformações introduzidas neste espaço no decorrer do tempo e diferenças nas características internas, porque “o processo de produção do espaço urbano é desigual, e isto aparece claramente na paisagem através do uso do solo decorrente do acesso diferenciado da sociedade à propriedade privada da terra [...]” (CARLOS, 1992:122, apud, MENDONÇA, 2003, p. 96). O ritmo acelerado da urbanização exige do poder público um controle mais eficaz em relação ao uso e ocupação do solo.

No Brasil, essa desestruturação ampliou-se a partir do intenso processo de urbanização, principalmente em meados do século XIX. No ano de 1950, já se registrava um notável crescimento das cidades, indício de uma disparidade entre o crescimento da população urbana e a rural. A intensa migração da população do campo para a cidade, originou uma dilatação do espaço urbano e profundas alterações no meio natural.

É explícita a necessidade de novos espaços para o desenvolvimento urbano. Porém, o exacerbado uso e ocupação do solo alteraram além do meio físico, o modo de vida da população ali residente. Os loteamentos surgem cada vez mais distantes da área central e produzem na cidade, espaços vazios, não apenas em decorrência dos valores cobrados, que na maioria das vezes estão acima do poder aquisitivo de quem se dispõe a comprá-los, construir e residir, mas, por aqueles que os adquirem única e exclusivamente para especulação. Com isto, mais áreas são desapropriadas para novos loteamentos e a população de baixa renda cada vez mais desarticuladas do centro. Costa (2008, p. 7) também faz referência a essa questão

expondo o seguinte:

Nas áreas urbanizadas, o processo de uso e ocupação do meio físico é bastante diferenciado, dependendo do seu valor econômico. Assim, evidenciam-se os contrastes entre os bairros ricos e bairros pobres, a ocupação das áreas estáveis ou permissíveis para uso é, ao mesmo tempo, ocupação de áreas de risco (fundo de vales ou vertentes com declives acentuados). Deve-se salientar, também, que grandes incorporadoras transformam espaços considerados de risco em verdadeiras áreas propícias para a ocupação, o que demonstra a força do capital em relação às supostas limitações de uso impostas pelo meio físico.

Esse fato é uma particularidade de cidades que polariza atividades atrativas, como busca de emprego, turismo e lazer. Londrina/PR é um exemplo que se enquadra nesta configuração. Mendonça (1994, p. 268), em estudos realizados nesta cidade (Londrina) constatou também o seguinte:

[...] A expressiva especulação fundiária no âmbito do município gerou um tecido urbano com exacerbada verticalização na área central e inúmeros espaços vazios na área peri-central e periférica, segregação espacial da população e vários processos de favelamentos.

Portanto, o enfoque econômico, sobrepõe o social, desencadeando inúmeras transformações no ambiente urbano, justamente pelo “crescimento desordenado e à ausência quase completa de planejamento na orientação de seu desenvolvimento [...]” (MENDONÇA, 2003, p. 109). Esse crescimento vem ocorrendo em várias cidades brasileiras de porte médio e até cidades pequenas. Caldas Novas é um exemplo, sobretudo pelas construções verticalizadas, concentradas na área central (Figura 1).

A forma inovadora de hospedar (“apart hotel e “flats”) inseriu a cidade entre as mais verticalizadas do estado de Goiás. Com base nesta questão, Paulo (2005) alerta para a ação dos agentes imobiliários que visa melhor aproveitamento nas áreas centrais que oferecem mais infra-estrutura. Esta ação destrói e modifica a estrutura urbana, objetivando o lucro e preocupando-se muito pouco com as questões ambientais, sociais, adensamento dos solos etc. Esses fatos requerem a elaboração e execução de um plano na perspectiva de reorganizar o espaço, haja vista que “o ato de planejar seja a adoção de um conjunto de decisões baseadas em características técnicas do meio ambiente, nas necessidades da sociedade e nos fatores operacionais para uma dada região” (ZUQUETTE, 1991, apud COSTA, 2008, p.5).



Figura 1 – Verticalização da área central de Caldas Novas
Foto: Marco Antonio - 2007

Dados mostram que Caldas Novas está crescendo a uma velocidade considerável, portanto, sua estrutura é alterada com implantação de novos elementos no meio, que moldam e recriam um espaço de forma adensada. A verticalização no dizer de Tomás (1999, p. 8),

[...] impõe à superfície uma rugosidade acentuada, peculiar a essa forma de manifestação do crescimento antrópico. Em determinados pontos urbanos, é comum encontrar corredores de edifícios formando, na definição de Oke (1981) “canyons” urbanos. Estes têm influência na circulação de ar dentro das cidades e, consequentemente, alteram o padrão climático.

Por conseguinte, a alteração introduzida em áreas específicas, induz a produção de microclimas e a urbanização acelerada e desordenada remete ao desconforto térmico, principalmente pela ausência de praças e avenidas arborizadas, ruas amplas etc. Fato observado principalmente no centro da cidade. Todavia, nem todas as áreas verticalizadas induzem ao desconforto, depende da dinâmica do espaço e dos fatores que influem no local. No Bairro Turista (área verticalizada), por exemplo, um dos postos de coleta de dados mostrou-se menos aquecido em relação aos da Vila São José e Santa Efigênia, onde predominam construções térreas. Essa diferença se deve a alguns fatores, sendo o vento, vegetação e posição do relevo determinante na formação da ilha de frescor no Bairro Turista

(vide Capítulo III).

1.1 Caracterização Física do Município de Caldas Novas

1.1.1 População, localização geográfica e rede hidrográfica

Sendo um dos pólos turísticos mais importantes da região Centro-Oeste, a cidade possui uma população de 62.204 habitantes (IBGE, 2007), entretanto absorve uma população flutuante de aproximadamente 1 milhão de pessoas por ano, que buscam nas suas águas termais, diversão e benefícios medicinais.

O município situa-se ao sul do estado de Goiás, pertencente à microregião do Rio Meia Ponte, localizado entre as coordenadas geográficas 17° 28' e 18° 05' S e 48° 27' e 48° 56' W, altitude variando de 527 a 1043 metros, abrange uma área de 1.589,52 km² (IBGE, 2008), com aproximadamente 250 km² de área urbana (Prefeitura Municipal de Caldas Novas).

Caldas Novas dista aproximadamente 170 km de Goiânia (capital do estado) e 270 km de Brasília. Faz divisa com os seguintes municípios: Piracanjuba, Santa Cruz de Goiás e Pires do Rio (quadrante norte); Corumbá e Marzagão (quadrante sul); Ipameri, a leste; Rio Quente e Morrinhos a oeste (Figura 2). Os principais cursos d'água da região são: Rio Piracanjuba, Ribeirão do Bagre, Rio do Peixe e o Rio Corumbá. A área urbana e seu entorno é drenada por vários cursos d'água sendo o Córrego de Caldas o mais importante. Com sua nascente na Serra de Caldas (oeste da área urbana), corta toda a cidade de oeste-leste e deságua no Rio Pirapitinga (fonte de captação para abastecer a cidade) e este no Lago formado pelo Rio Corumbá.

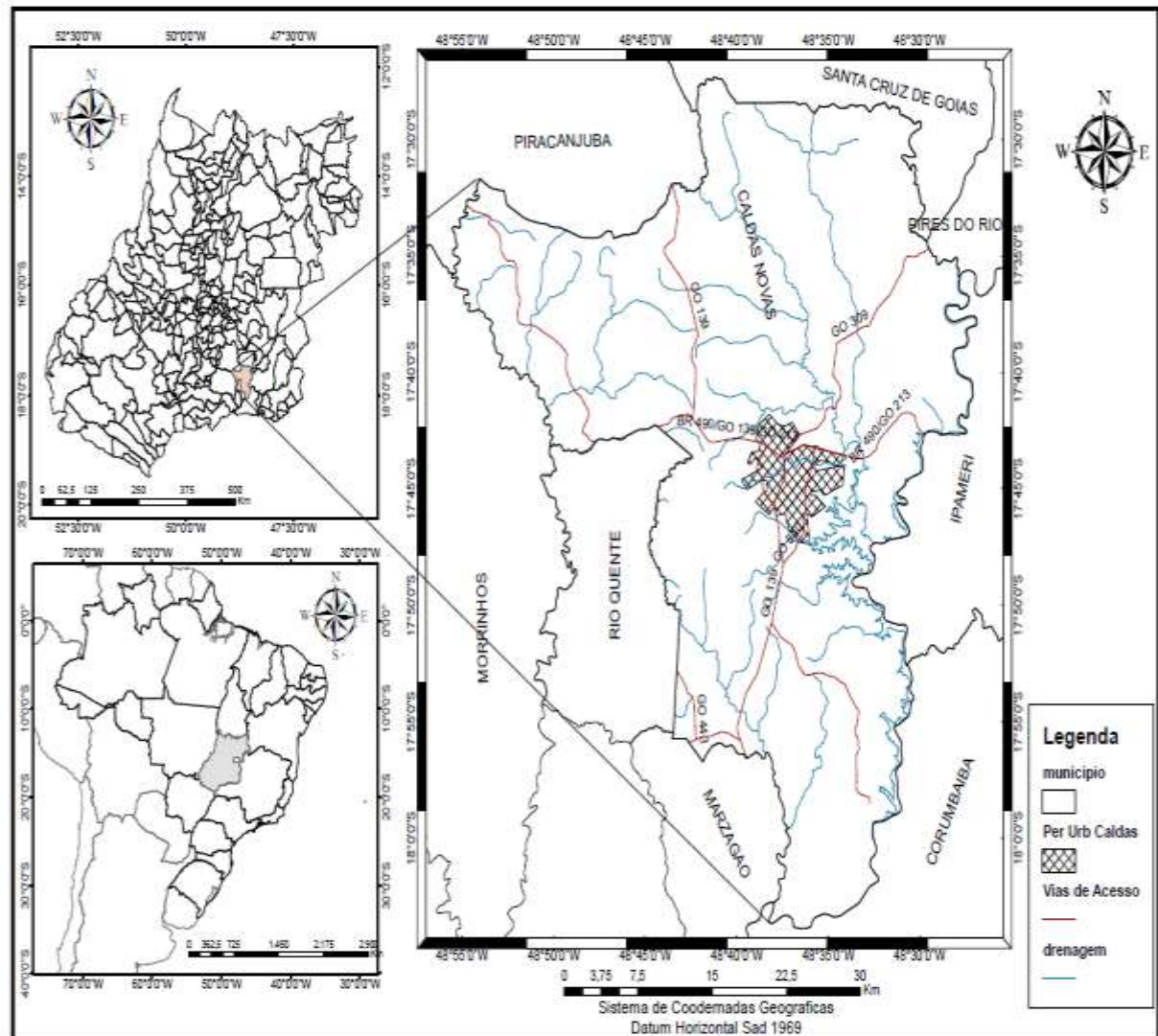


Figura 2 – Mapa de localização da Cidade de Caldas Novas – Goiás.

Fonte: Sieg/Shapfile. Disponível em: www.sieg.go.gov.br

A região do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN) é fonte de recarga do recurso hídrico termal e na própria Serra nasce grande parte da bacia hidrográfica da área urbana. A nascente do Córrego de Caldas ainda encontra-se preservada por localizar-se nesse parque. Diferentemente, as nascentes dos córregos dentro do perímetro urbano não são preservadas e, por vezes, são invadidas por construções em suas margens, principalmente quando os rios são termais, o que potencializa a degradação da mata ciliar, fauna e flora com reflexos negativos na qualidade do ambiente (Figuras 3 e 4). É comum o represamento das águas dos córregos, abertura de loteamentos sem a preocupação dos limites das áreas de preservação permanentes (APPs), despejo de entulhos e das águas de piscina oriundas de vários hotéis construídos próximos ao córrego. Problemas também detectados em outros trabalhos realizados na área urbana como o de Biella (2009).



Figura 3 - Construção próxima a nascente de um córrego na área intra-urbana de Caldas Novas.
Foto: Marilene R. S. Pimentel – fevereiro de 2009



Figura 4 – Deposição de entulho as margens de um córrego em área de preservação no espaço intra-urbano de Caldas Novas.
Foto: Marilene R. S. Pimentel – fevereiro de 2009

1.1.2 Compartimento morfológico

A Serra de Caldas com 1043 metros de altitude é considerada como domo estrutural de Caldas². O município localiza-se no alto Vale do Rio Corumbá, sua área urbana é determinada por uma morfologia de relevo plano e suave ondulado. Entretanto, encontra-se numa depressão, abrigada em alguns momentos das turbulências locais. A figura 5 é um exemplo representativo do clima local, onde está inserida a cidade. No que diz respeito à geologia [...] “Em relação à estruturação geológica local, pode delineá-la como correlacionável aos grupos Paranoá e Araxá” (COSTA, 2008, p. 39). De acordo com Pena (1976, apud op. cit., 2008) todo sul e sudeste de Goiás inserem-se no Planalto Central Goiano, subcompartimentado em níveis topográficos distintos e com características próprias, formado pelos contribuintes da margem direita do Paranaíba e outros rios: Corumbá, Meia Ponte, Rio dos Bois e Turvo.

A predominância de planalto dissecado, de forma suave e vales abertos (forma de “U”) é justificada pela significativa rede de drenagem. De acordo com Almeida (1956) apud Costa (2008, p. 55) a área de Caldas Novas,

[...] integra uma unidade geomorfológica maior, generalizada e denominada depressão periférica goiana. [...] o relevo apresenta-se pouco acentuado, com declividades modestas e vales pouco encaixados, exemplificado pelas altitudes entre 500 e 800 metros que, em menor frequência, colocam em destaque relevos mais altos, como os representados pela Serra de Caldas (1043) e o Morro do Capão (980m).

A variação nas diferentes formas topográficas (depressão, topo, vertentes), aliado a dinâmica atmosférica regional, local e período do ano são fatores importantes para a compreensão das condições climáticas. A alteração dos elementos climáticos está intimamente ligada a esses fatores. Fazendo uma analogia entre os postos pesquisados na área urbana e os localizados em seu entorno, percebe-se que os fundos de vale influenciam nos valores de temperatura e umidade relativa do ar. Por vezes acumulam ar quente e outras vezes ar frio. Estes, quando os ventos mais fortes e frios se deslocam sobre as vertentes e se acumulam nas porções deprimidas do terreno. Nos momentos de calmaria, nas áreas urbanizadas, em algumas situações houve acréscimo na temperatura, enquanto que em outras, houve decréscimo, fatos intrinsecamente ligados à ação da circulação atmosférica regional.

² [...] a feição fisiográfica/estrutural caracterizada pela elevação topográfica isolada no sul goiano, que alcança cotas topográficas superiores a 1000 metros. (COSTA, 2008, p. 39)

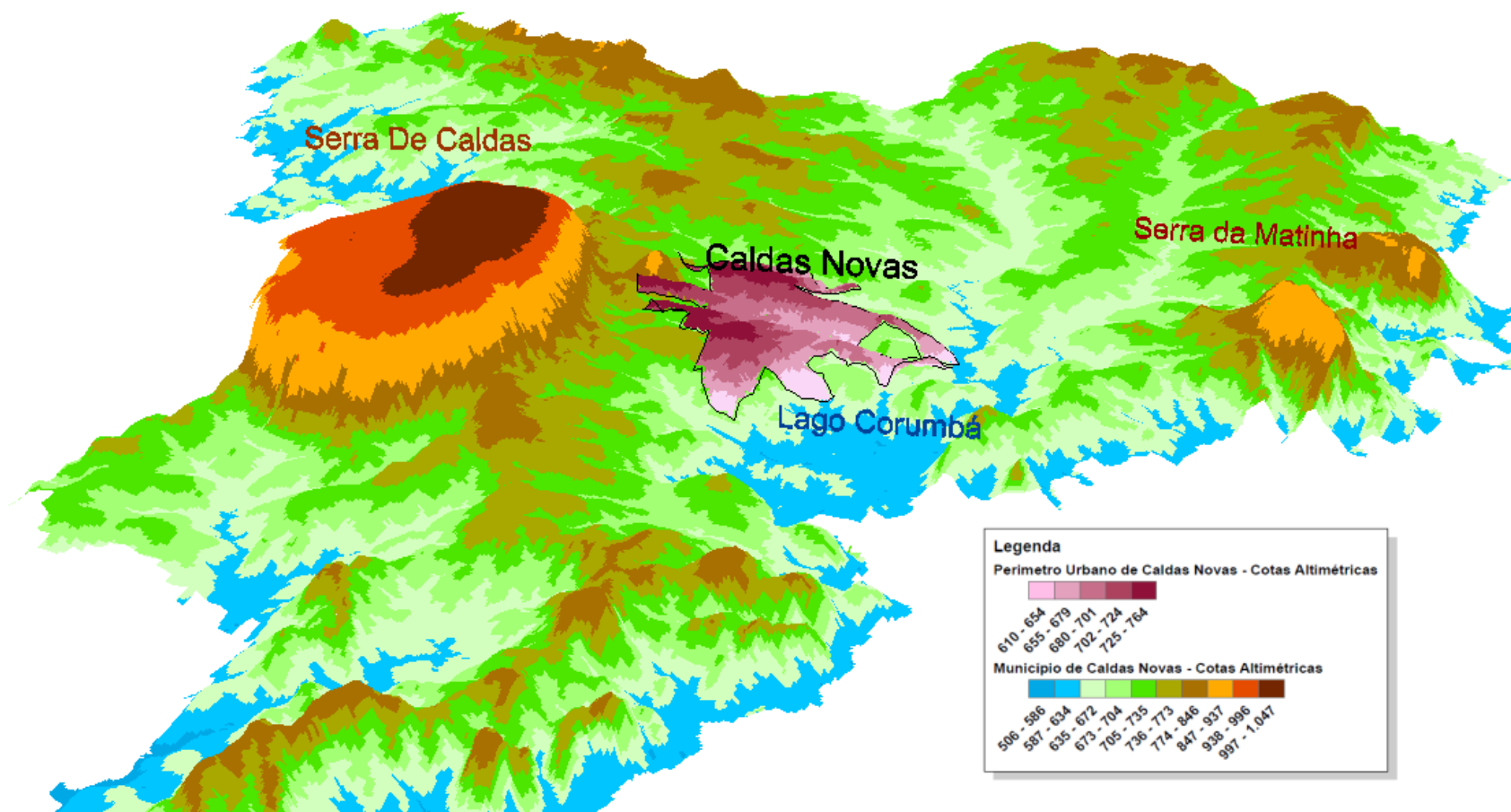


Figura 5 – Representação da compartimentação altimétrica tridimensional, sobressaindo fundos de vale no município, em destaque o sítio urbano de Caldas Novas – Goiás.

Fonte: EMBRAPA – Brasil em relevo - Imagem SRTM

ORGANIZAÇÃO: Marilene Rodrigues dos S. Pimentel

Cartografia digital: Renato A. Martins

Sendo o clima um fenômeno dinâmico, apenas conhecer os fatores geográficos, como o relevo, não é o suficiente para entendê-lo. Portanto, houve a necessidade da interação com os sistemas regionais de circulação atmosférica, buscando, desta forma, durante a pesquisa, relacionar os sistemas atmosféricos atuantes com esses fatores.

1.1.3. Circulação e dinâmica atmosférica/expressão espacial e temporal do clima

A temperatura, umidade e pressão são os elementos fundamentais do clima que, por sua vez, formam os sistemas atmosféricos. Esses sistemas trazem intrínsecas as características atmosféricas da região onde se formaram. Porém, na medida em que se deslocam e interagem com “fatores geográficos regionais e locais” (MENDONÇA, 1994, p. 99), perdem as características de origem. Ainda de acordo com esse autor, dentre as diversas obras que assinalam as principais características da circulação e dinâmica atmosféricas do continente sul-americano, que originam e controlam a movimentação das massas de ar e ainda definem os diferentes tipos climáticos, encontram-se os centros de ação do Anticiclone Migratório Polar, os Anticiclones Semi-fixos do Atlântico e do Pacífico, o sistema de baixas pressões da Amazônia e o Anticiclone dos Açores, além da Depressão do Chaco e da Depressão do Mar de Weddel.

A formação dos tipos climáticos no Brasil Meridional de acordo com Mendonça (1994) recebe influência de quatro sistemas atmosféricos que ao interagir com os fatores geográficos definem os climas no âmbito regional. São eles: Massa Polar Atlântica (MPa), originária do Anticiclone Migratório Polar, Massa Tropical Atlântica (MTa), originária do Anticiclone Semi-fixo do Atlântico, Massa Equatorial Continental (MEc), originária do Anticiclone da Amazônia e Massa Tropical Continental (MTc), originária da Depressão do Chaco. Dentre esses sistemas, o Tropical Atlântico (STa) tem maior participação na formação dos tipos climáticos no Brasil. “Entretanto, SPa exerce grande influência na determinação climática da área” (op. cit. p. 101) pois o [...] “mecanismo de circulação bem como o encadeamento da sucessão dos estados atmosféricos é regulado pelo dinamismo de Frente Polar Atlântica, resultante do choque entre os sistemas inter e extra-tropicais” (MONTEIRO, 1962:31, apud op. cit.).

Monteiro (1951) com o trabalho “Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste” foi um dos pioneiros sobre o estudo do clima do cerrado, organizando-os segundo a

classificação climática internacional de Koppen (1948). Esta região insere-se na classificação Aw, caracterizado como clima das savanas tropicais, relacionada às baixas altitudes, estação seca bem definida e verão chuvoso, próprios de clima semi-úmido.

O Centro-Oeste, para o geógrafo Aziz Ab`Saber (1970) apud Mendonça (2001) pertence ao “Domínio Morfoclimático do Cerrado”. Segundo Mendonça (op. cit.) os sistemas atmosféricos tropicais e equatoriais são os atuantes nessa região, levando a diversidade de tipos de tempo no decorrer do ano, embora haja predomínio de tempo quente e úmido no verão e quente e seco no inverno.

Nimer (1989) ressalta que, no inverno, o anticiclone polar é mais forte e invade esta região com mais frequência transpondo a Cordilheira dos Andes nas latitudes médias. Durante as estações de verão, outono e inverno, o setor norte é atingido pelas chuvas de norte da Convergência de Instabilidade Tropical (CIT), porém, sua frequência é pequena não influenciando de forma muito significativa nos valores térmicos e pluviométricos. Nimer (op. cit. p. 397) considera para o Centro-Oeste três sistemas de circulação determinantes das condições de tempo e de clima: “sistema de circulação estável do anticiclone do Atlântico Sul, o sistema de correntes perturbadas de W a NW das IT³ e o sistema de correntes perturbadas de S a SW da FPA⁴, sucedida pelo anticiclone polar, com tempo 'bom, seco e temperaturas amenas e frias”.

Em Goiás, de acordo com Campos et. al (2002, p. 103-104), junho, mês que indica a estação de inverno, “as temperaturas médias mensais se encontram entre 20 e 26° C, sendo que predominam na maior parte do estado temperaturas entre 20 e 23° C, especialmente nas áreas sul, sudeste e sudoeste”. Para esses autores, a ligeira queda de temperatura neste mês é influenciada pela entrada da massa polar atlântica, pelas peculiaridades latitudinais e relevo. Por encontrar-se na faixa de latitude 15° é possível

³ Entre o final da primavera e o início do outono, a região Centro-Oeste é invadida por ventos de oeste e noroeste trazidos por linhas de instabilidade tropical (IT), [...] o ar em convergência acarreta chuvas e trovoadas, [...] fato comum durante o verão. (NIMER, 1989, p. 394)

⁴ O sistema de correntes perturbadas de S é representado pela invasão do anticiclone polar. A penetração deste anticiclone na Região Centro-Oeste possui comportamento bem distinto conforme se trata do verão ou do inverno. Durante o verão, o aprofundamento e expansão do centro de baixa do interior do continente [...], dificulta ou impede a invasão do anticiclone polar (provocador de chuvas frontais e pós frontais) ao norte da Região centro-oeste. Nesta época a FP, após transpor a cordilheira dos Andes [...], avança para NE, alcançando a Região Centro-Oeste pelo sul e sudeste de Mato Grosso. Aí em contato com a baixa do Chaco, a FPA entra em FL (frontólise, isto é dissipa-se) ou recua como WF (frente quente), mantendo-se, porém, em FG (frontogênese, isto é, em avanço) ao longo do litoral. Só raramente a FPA consegue vencer a barreira imposta pela baixa do Chaco. [...] no verão, as chuvas frontais ficam praticamente ausentes, do centro ao norte da Região Centro-Oeste. (NIMER, 1989, p. 396)

[...] a atuação das frentes frias provenientes do sul do país, as quais penetram no território goiano através [...] das depressões interplanálticas do Rio Paranaíba e à depressão do Pantanal Mato-Grossense.

O ar denso e frio da massa polar atlântica é conduzido através desses eixos e atinge principalmente as áreas sudeste, sul e sudoeste de Goiás, com menor influência nas áreas noroeste, norte e nordeste, o que se deve à presença da massa equatorial continental, que ainda opera nessa região e dificulta a entrada da massa polar atlântica, e o segundo, à presença dos contrafortes do Planalto Central Brasileiro, que atuam como anteparos físicos regionais na contenção dos avanços da massa polar atlântica nessa direção, inibindo sua ação em menores altitudes [...]. (CAMPOS et al. 2002 p. 104-105).

Concomitante ao enfraquecimento da massa polar atlântica durante a estação de primavera, a massa tropical atlântica se fortalece no litoral brasileiro. Assim, os ventos alísios ganham força e passam a atuar no estado influenciando nos valores térmicos, com o aumento generalizado da temperatura na região de Goiás. A influência dessa massa é pequena dada às feições de relevo, exercendo aí o papel de controlador dessas massas, diminuindo a velocidade do vento e perdendo umidade ao interagir com áreas continentais.

O município de Caldas Novas, em zona tropical continental do hemisfério sul, atinge 23° C de temperatura média anual, portanto segue os padrões sazonais típicos da região onde se encontra inserido. As médias mensais entre os anos de 1999 a 2009, da Estação Meteorológica de Morrinhos, distante 59 km de Caldas Novas, apontam 24 °C no verão, época em que ocorrem elevações de temperaturas aliado a alta umidade relativa do ar, ocasionando chuvas. Com a entrada do outono há uma diminuição no volume de chuvas e um declínio gradativo da temperatura. No inverno são registradas as menores temperaturas, (média, 20 °C). Com a mudança desta estação, inicia-se um acréscimo paulatino, culminando com os maiores valores térmicos na primavera, onde essas médias se aproximam dos 26,0 °C (Figura 6). Dentre os resultados apontados, a sequência analisada em Caldas Novas para este trabalho não foi um ano atípico, encontrou-se dentro dos padrões estabelecidos para essa região.

O período seco oscila entre 5 e 6 meses (abril a setembro) e o chuvoso vai de outubro a março, sendo dezembro e janeiro os de maior intensidade pluviométrica (Figura 7). Nesse período é comum a ocorrência de veranicos associados à alta radiação solar e elevado potencial de evaporação. Assim, é a dinâmica atmosférica, em conjunto com aspectos geográficos, que determinam os estados habituais dos tipos de tempo (numa escala local).

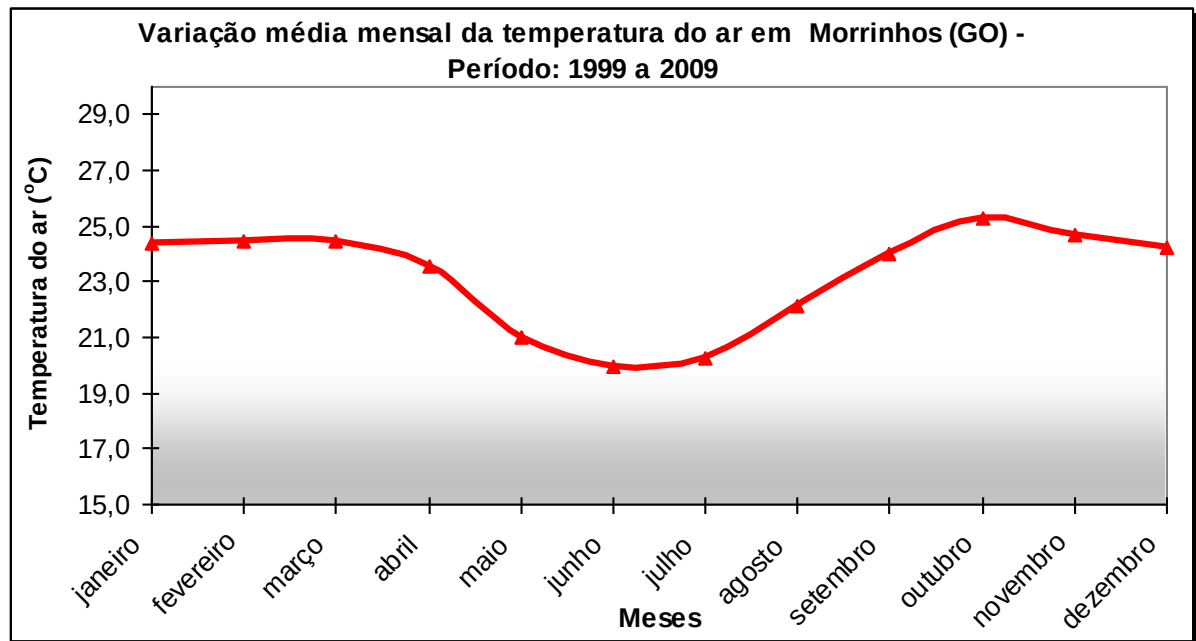


Figura 6 – Médias mensais de temperatura dos anos de 1999 a 2009
 Fonte: INMET de Morrinhos-Goiás

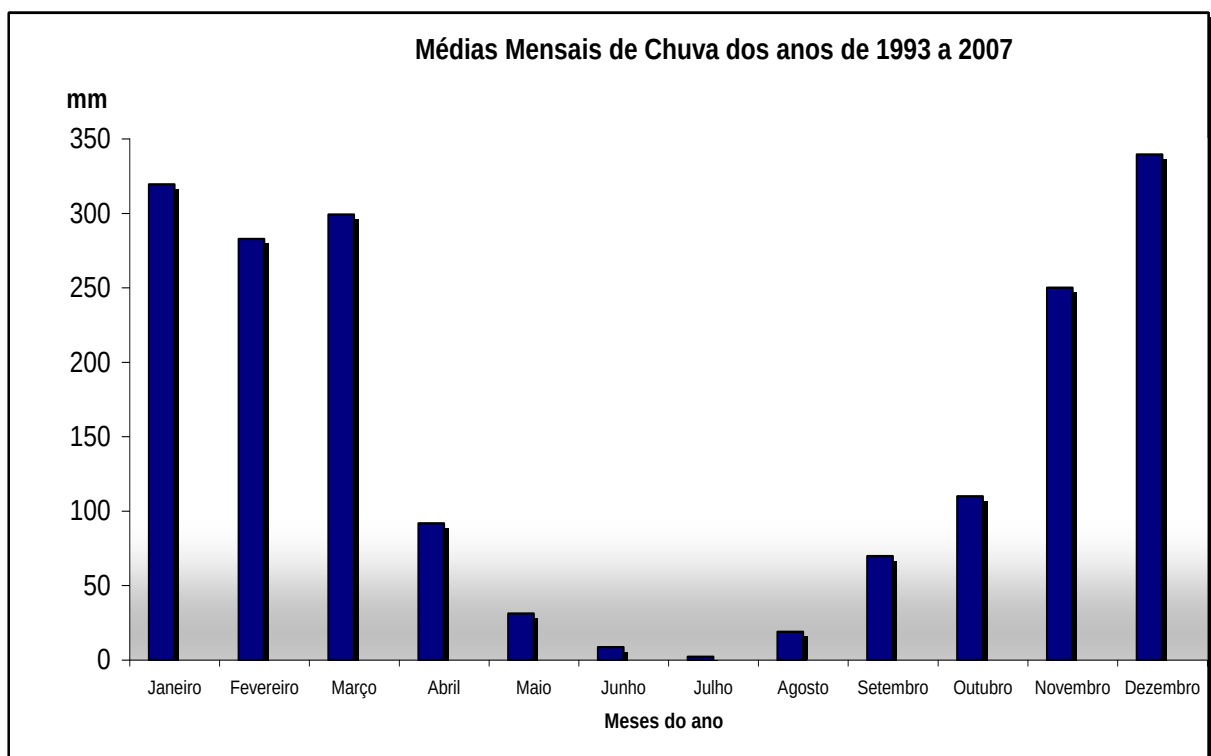


Figura 7 – Médias mensais de chuva dos anos 1993-2007.
 Fonte: Estação Corumbá – UHE de Corumbá, 2007.

Dados da EMBRAPA (1982, apud COSTA, 2008) indicam que a variação da precipitação média anual neste município está entre 1300 a 1700 mm, enquanto na área urbana esse regime pluvial varia entre 1720 e 1750 mm, determinado principalmente pelo orografismo (Figura 8).

A compartimentação do relevo regional tem papel fundamental na variabilidade das médias de precipitação. Assim Del Grossi (1991) verificou a influência das elevações na precipitação. Segundo esta autora, quando as elevações se opõem às massas de ar, o volume de chuva é mais intenso do que o lado oposto desta elevação. Este foi um fato observado na cidade de Caldas Novas na seqüência de verão/2009 (ver Capítulo III), quando, dentre os episódios de chuvas ocorridas nesta seqüência, predominaram as de origem orográfica.

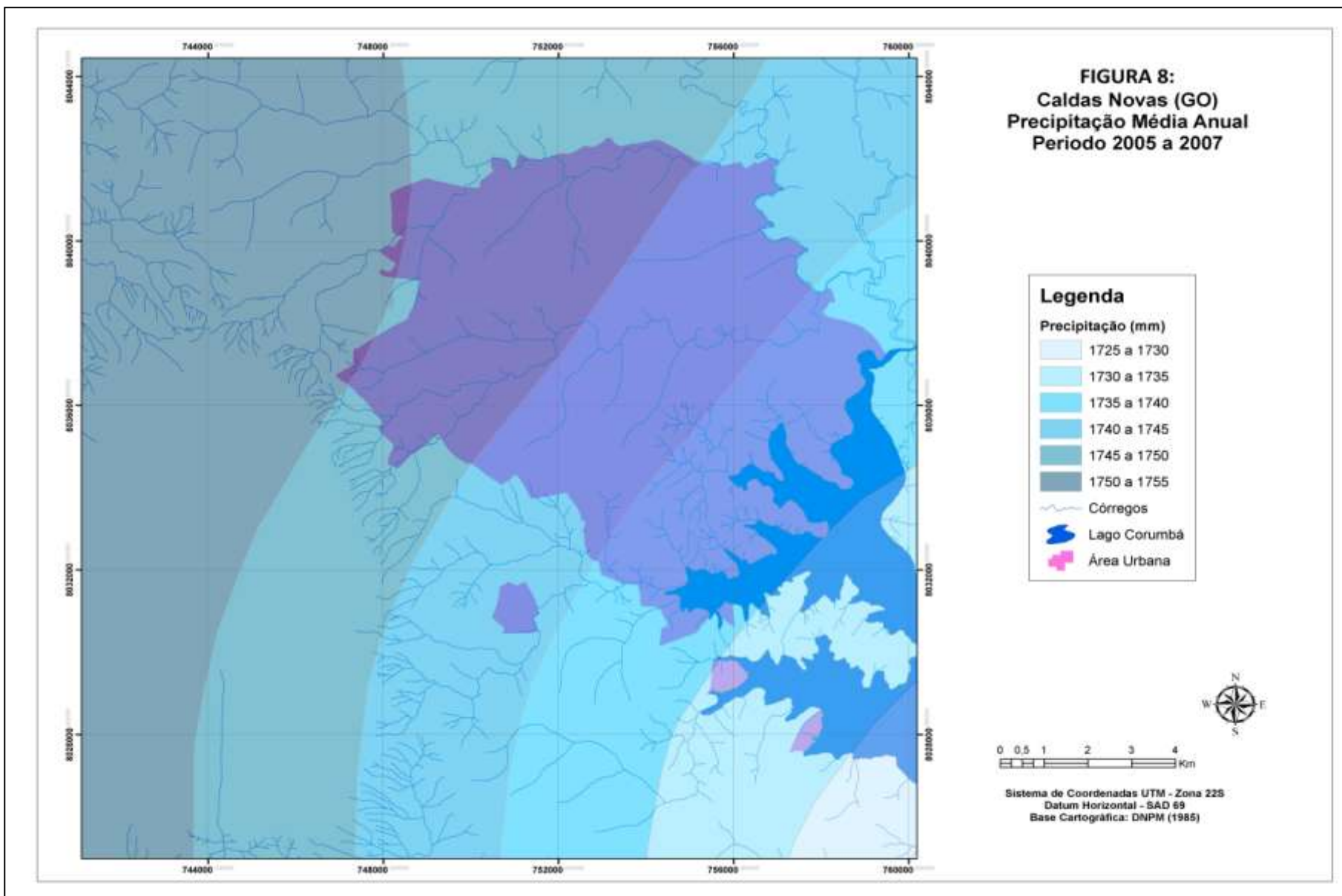
Essa predominância de chuvas a oeste da área urbana provocou diferenciações dos valores de temperatura entre os setores onde estava sendo realizada a pesquisa, ficando as áreas leste e sul mais aquecido por não receber significativa influência dessas condições climáticas, que na sua maioria se restringia ao quadrante oeste.

1.2 Aspectos Históricos, Sócio-econômicos da Cidade de Caldas Novas

Quando o foco do estudo é uma cidade turística requer ainda mais uma análise ampla do conjunto de elementos, seja ele histórico, econômico, social e/ou natural. A análise da interação entre esses elementos permite obter subsídios para um diagnóstico mais arraigado da dinâmica intra-urbana. A região Centro-Oeste de acordo com Paulo (2005, p.3):

[...] tinha suas atividades econômicas direcionadas para o setor agropecuário. Com a expansão da malha viária o aumento do fluxo migratório, e a descoberta de riquezas naturais, como no caso de Caldas Novas que começara a explorar as águas termais, ampliou-se a malha urbana da região Centro-Oeste [...]

A cidade de Caldas Novas tem sua origem em 1722 quando Bartolomeu Bueno da Silva descobriu águas quentes no sopé da Serra de Caldas. Nas nascentes de um ribeirão encontrou vestígios de ouro, o que despertou sua curiosidade, fazendo-o contornar a Serra, deparando com mais fontes termais. Essas águas deram origem à aglomeração de lavradores e fundaram uma localidade com assistência religiosa e administrativa. Esse movimento foi dirigido por Martinho Coelho de Siqueira e seu filho Antônio Coelho de Siqueira.



Martinho descobre fontes excessivamente quentes que ficaram conhecidas como Caldas de Pirapitinga e mais tarde encontra outras fontes termais às margens do Córrego Lavras, recebendo o nome de Caldas Novas, distrito criado pela lei provincial nº 6, de 05-10-1857, subordinado ao município de Morrinhos. Mais tarde em 05-07-1911 foi elevada a categoria de município pela Lei Estadual nº 393, desmembrando de Morrinhos (IBGE, 2008).

Esse bandeirante, a procura de ouro e pedras preciosas ao encontrar as águas termais da Lagoa de Pirapitinga, viu nelas um potencial de aproveitamento econômico e resolveu se fixar na região, por conseguinte, estabelecer-se no lugar onde, posteriormente, constituiu-se o município de Caldas Novas vendo aí o despertar de uma próspera estância hidrotermal. (ALBUQUERQUE, 1996, p. 26, apud COSTA 2008, 77-78).

A procura pelo ouro e águas medicinais, já demonstrava que Caldas Novas tinha um “potencial de aproveitamento econômico”, termo de Albuquerque (op. cit.), principalmente o turismo terapêutico, pela investigação constante da cura de diversas doenças.

A busca pela riqueza e cura medicinal, fez de Caldas uma nova ponte para procura de recursos financeiros. Assim, imigrantes paulistas e mineiros foram se estabelecendo no local e começaram desenvolver o comércio que veio a ganhar destaque com a construção das estradas de ferro, escoadura de produção e pessoas.

Diversos clubes recreativos, a Serra de Caldas, Lagoa Pirapitinga, Lago Corumbá fizeram dessa cidade uma das mais conhecidas e importantes de Goiás, considerada a maior estância hidrotermal do mundo. Essa base econômica favoreceu originalmente a imigração dos paulistas e mineiros como já citado e, recentemente, outros povos como os da região nordeste que se estabeleceram nas áreas periféricas da cidade.

A base econômica que alicerçou Caldas Novas (mineração e posteriormente o turismo medicinal) proporcionou à cidade um maior crescimento populacional que se acentuou com a abertura dos diversos clubes recreativos e por sua vez induziu a prática do turismo, desta vez à procura de diversão. A população da cidade é acrescida

[...] por um contingente populacional flutuante, por volta de 150.000 pessoas/mês, (estimativa realizada pela Agência Goiana de Turismo-AGETUR, para o ano de 2000), considerando o afluxo de pessoas durante o carnaval, férias, semana santa e feriados prolongados, tem-se uma densidade demográfica de 2.051 hab/km², números comparáveis a algumas cidades e até capitais brasileiras como Belo Horizonte, onde não passam de 2.000 hab/km², e Curitiba com 2.500 hab/km², e se equipara a cidades industriais como Osasco, além de ultrapassar, em muito, outras cidades turísticas, que são, no entanto praianas, como Cabo Frio com até 1.000 hab/km² na alta temporada. (COSTA, 2008, p. 89)

Essa dinâmica proporcionou o aumento do comércio local e a instalação de uma rede hoteleira para atender o turista que se desloca de diversas partes do país e até do exterior. O afluxo induziu muitas pessoas a se fixar no local (Caldas Novas) e trazer suas famílias que inicialmente vinha a trabalho ou passeio. Através dos dados populacionais do município observa-se que seu crescimento é bastante superior à média do Brasil e de Goiás. Conforme a tabela 1, o crescimento populacional de Caldas Novas entre 1980 e 2007 foi de 535%. A população passou de 9.800 para 62.204 habitantes, enquanto Goiás cresceu 81% e o país 54,5% no mesmo período.

Comparando os censos de 1980 e 1991, percebe-se que a população do Estado de Goiás apresentou um incremento de 28,8%; enquanto no mesmo período, Caldas Novas apresentou uma taxa de crescimento de 146,5% (Tabela 1).

TABELA 1 - Evolução populacional de Caldas Novas, Goiás e Brasil: 1970 – 2007

CALDAS NOVAS			GOIÁS		BRASIL	
ANO	POPULAÇÃO	CRESCIMENTO (%)	POPULAÇÃO	CRESCIMENTO (%)	POPULAÇÃO	CRESCIMENTO(%)
1970	7.200		2.938.677		93.139.037	
1980	9.800	36.1	3.120.718	6,2	119.002.706	27,8
1991	24.159	146.5	4.018.903	28,8	146.825.475	23,4
1996	38.972	61.3	4.478.143	11.4	156.032.944	6.3
2000	49.660	27.4	5.003.228	11.7	169.799.170	8.8
2007	62.204	25,3	5.647.035	12.9	183.987.291	8.3

Fonte: IBGE, 2009.

Com a busca incessante pela compra de lotes (especulação imobiliária) e apartamentos para temporadas, os empreendimentos de turismo e lazer utilizaram áreas de preservação permanente, diminuindo desta forma os espaços verdes na área urbana da cidade.

O processo de crescimento desordenado e a falta de planejamento para uma cidade turística trazem transtornos não apenas para aqueles residentes na cidade, mas também para quem procura diversão e tranquilidade. Na alta temporada com intenso fluxo de pessoas e automóveis torna o centro de Caldas praticamente intransitável. É perceptível a falta de respeito às leis de trânsito e de fiscalização, que aliado à deficiente estrutura urbana (transporte público, escoamento das águas pluviais etc.) torna a cidade nesta época um “caos”. Durante a coleta dos dados (julho de 2008) em alta temporada, nos horários das 18 e 21 horas, quando os turistas se concentram no centro, era impossível realizar o transecto motorizado dada à dificuldade de trafegar nesse espaço. Na maioria das vezes, após a coleta de dados no

ponto do centro, o percurso até o ponto seguinte era realizado a pé. Neste sentido, Paulo (2005, p. 69) enfatiza que [...] “a exaustão dos terrenos vazios na área central, o comércio intenso e o grande número de pessoas pelas ruas do centro da cidade, culminando na asfixia do trânsito em determinada época do ano, estão fazendo com que a mobilidade nesta área torne inviável”.

Desta forma percebe-se que o crescimento acelerado da cidade, aliado as atividades diversificadas leva as freqüentes transformações e, conseqüentemente, mudanças na qualidade de vida. Inserem-se aqui, as condições climáticas da cidade, aliado também as interferências dos fatores de ordem natural.

As manchas urbanas, normalmente geram condições para alterar o comportamento da baixa troposfera e o balanço de energia⁵, provocando mudanças nos elementos climáticos, notadamente na temperatura e umidade relativa do ar, pois diferentes estruturas produzem diferentes reações. Portanto, parte do consumo de energia (iluminação, utilização de aquecedores e refrigeradores, fogões, fluxo de automóveis, lazer etc.) nessas áreas é convertida em calor e dissipada para o meio ambiente, assim “as aglomerações humanas são pontos de alto poder de geração de entropia [...] cada ser humano é uma célula produtora de entropia” [...], porém, a intensidade do consumo, produção e conversão dessa energia em calor, depende da [...] “população de territórios diferentes e dos diversos segmentos sociais de uma mesma população” [...] (AZEVEDO, 2001, p. 80).

Assim, são questões relativas à cultura de cada povo, status social, dentre outros fatores, que interferirá no meio de forma particularizada. Portanto, as transformações impostas pelo tipo de construção, material utilizado, atividades humanas e influência dos fatores geográficos (relevo, vegetação, orientação de vertentes, cursos d`água) farão com que os elementos climáticos variem no tempo e no espaço. Às vezes, espaços urbanos que sofrem influência dos mesmos sistemas regionais, com densidades demográficas, extensão territorial, uso e ocupação do solo semelhantes, poderão absorver, produzir e dissipar calor com intensidades também similares, e as características de relevo, tanto local quanto aquela associada à micro-feições do terreno (segmentos de vertente com algumas dezenas de metros), tende a ser um fator importante no comportamento desses elementos.

⁵ Conceito usado na climatologia para relacionar o fluxo de radiação líquida à transferência de calor latente e de calor sensível. (AYOADE, 2002, p. 39)

1.3 Justificativa da Pesquisa

Caldas Novas é uma cidade que apresenta um crescimento significativo nos últimos anos. Entre 1991 e 2007, sua população aumentou 38.045 habitantes. Essa expansão populacional implica na necessidade de um planejamento urbano, haja vista que parte da população se aglomeram nas áreas limítrofes da cidade, desencadeando diversos problemas sócio-ambientais, inclusive alterações no comportamento dos elementos climáticas. Os dados produzidos através da pesquisa climatológica podem auxiliar nesse planejamento, utilizando desses resultados como base comparativa em novas pesquisas.

A ação antrópica sobre o meio físico provoca efeitos, particularmente na variação dos elementos climáticos, que muitas vezes só serão sentidos com o passar do tempo e que vão se agravando com o ritmo constante das alterações neste meio. Isso não significa dizer que sejam menos danosos do que aqueles impactos que ocorrem de imediato e que são facilmente detectáveis. A tendência para a busca de soluções, só ocorre quando o impacto atinge um patamar considerável, afetando o homem e suas atividades.

Na busca de discutir a questão do ambiente urbano de Caldas Novas, o estudo do clima surge como uma alternativa para repensar a organização da estrutura da cidade. O crescimento descontrolado e irregular nas últimas três décadas (abertura de novos loteamentos, invasão em áreas de risco, construções verticalizadas etc.) suscitou o interesse pela pesquisa, visando neste estudo à identificação dos problemas e as possíveis soluções, que na concepção de Clarck (1991, p. 228):

O planejamento urbano evoluiu consideravelmente através do tempo respondendo às mudanças de natureza dos problemas urbanos [...] a atenção esteve primeiramente voltada para a superpopulação e saúde, e os controles foram direcionados para a construção e uso do solo na crença de que as melhorias do meio ambiente físico poderiam aliviar os principais problemas sociais das cidades [...] o controle do uso do solo e a disposição da forma dos povoamentos são por si mesmo insuficientes [...] envolve estratégias relacionadas com emprego, moradia, transporte e prestação de serviços.

Levando em consideração a problemática da teorização ambiental, a área foco da pesquisa enquadra-se neste tema proposto, pois apesar de ser considerada cidade de pequeno à médio porte⁶, contempla mecanismos próprios que convergem para a necessidade de ações

⁶ Santos (1993, apud, MENDONÇA, 1994), considera cidade média uma “aglomeração populacional em torno dos 100.000 habitantes”.

preventivas à medida que seus espaços naturais são substituídos por áreas artificiais.

Em termos de escala, a pesquisa oscila entre os níveis microclimático e topoclimático (do espaço imediato ao redor dos pontos de mensuração à escala dos bairros e segmentos das vertentes ao longo dos principais vales que cortam a cidade) e local (influenciados pelos tipos de tempo, repercussão local dos sistemas atmosféricos). Um estudo urbano nestes níveis facilita a compreensão da relação homem/natureza, visto que o homem, ao se organizar no espaço (no caso, área urbana de Caldas Novas), acaba por transformá-lo. Os microclimas e topoclimas de acordo com Jardim (2007, p. 13) são reflexos em grande parte da relação contraditória do homem com a natureza a sua volta (“organização” e “desorganização”). Embora ele [...] “seja um grande produtor de microclimas, isso não quer dizer que tudo que produza seja benéfico para si e/ou para as demais formas de organizações espaciais” (op. cit. p.12). Com este enunciado, fica explícita a necessidade de questionar o ritmo, ou seja, a frequência e a duração em que ocorrem determinados fenômenos que, aliado às condições físicas da cidade, podem influenciar nas atividades humanas.

Embora Lombardo (1985 p. 23) em suas pesquisas defenda que [...] “a distribuição das isotermas nas cidades mostra uma tendência para o aumento da temperatura da periferia em direção ao centro” [...], nem sempre isso ocorre. Cada cidade apresenta características peculiares, concernentes não apenas a estrutura dos setores periféricos, mas também à composição e uso do seu entorno rural, que pode favorecer ou não o aumento da temperatura, não só nesses setores, como também, em todo espaço urbano. Além desses fatores, neste caso, devem-se considerar os aspectos físicos, sobretudo a topografia e os tipos de tempo. Logo, a conclusão da autora aplica-se a alguns dos casos.

A composição e a estrutura do sítio urbano de Caldas Novas tende a dificultar a circulação do ar e dispersão do calor, associado às condições geográficas favoráveis ao acúmulo de energia transformada em calor sensível. Sua localização geográfica (entre as Serras de Caldas e da Matinha) pode influenciar no comportamento térmico da cidade, visto que se encontra num trecho da depressão, dificultando o contato direto com a entrada de massas de ar, formando seu próprio campo térmico e de circulação de ar local (o que, por sua vez, influencia o urbano e intra-urbano) (Figura 9).

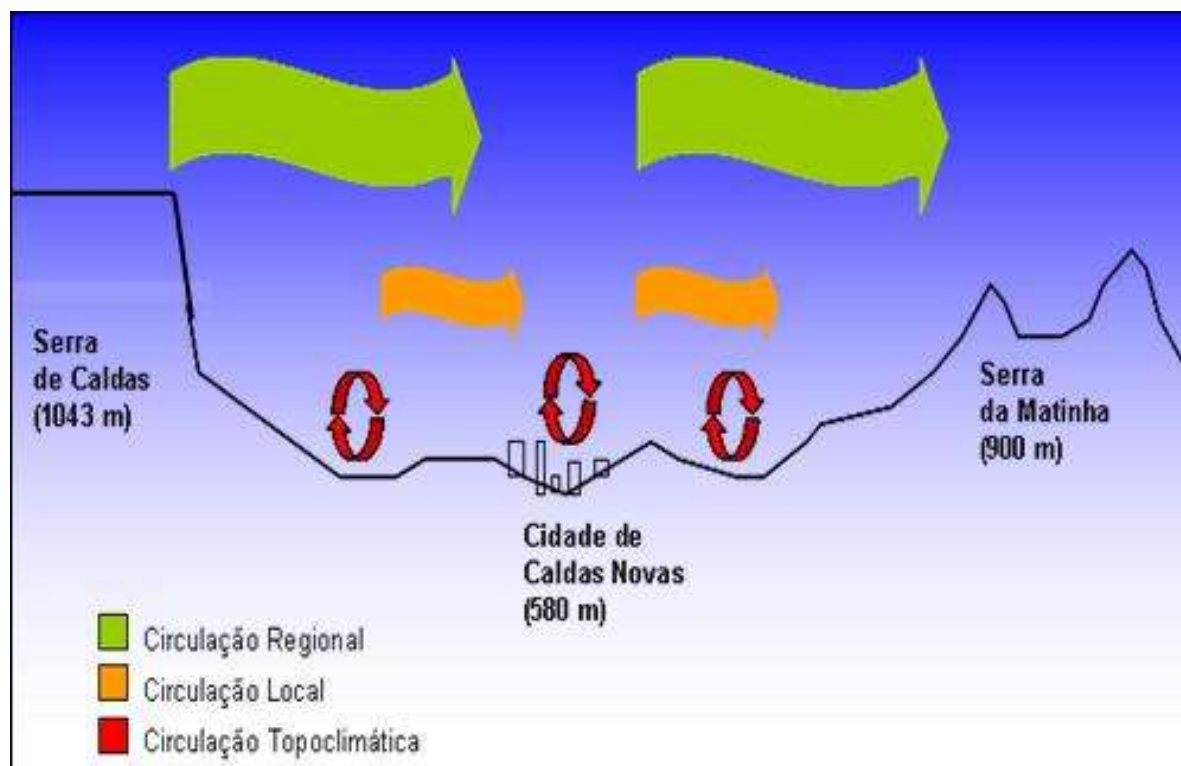


Figura 9 – Esquema da circulação, regional, local e topoclimático.
Organização: Marilene R. S. Pimentel

Assim, a pesquisa justifica-se, ainda, pela importância geográfica que assume nos estudos climáticos, fato observado a partir da intensa urbanização, o que remete à queda da qualidade de vida e à degradação do meio ambiente; na busca de soluções e métodos para rediscutir as questões relativas à urbanização e oferecer os resultados da pesquisa como subsídios ao planejamento urbano. Outros fatores relevantes que direcionam a pesquisa é a carência de trabalhos científicos na área de climatologia realizados na cidade de Caldas Novas (bem como em todo o estado de Goiás), além de enriquecer o acervo de pesquisas geográficas sobre a cidade através do montante de dados climáticos produzidos e, até o momento, inexistentes.

O estudo foi delimitado basicamente pela possibilidade de comparar áreas contrastantes naquilo que se refere aos aspectos ambientais “natural/artificiais”, ainda por ser uma cidade turística, onde os impactos tendem a agravar-se. A escassez da vegetação, vias e praças pouco arborizadas, canalização dos córregos que cortam a cidade, construções em áreas de veredas, construções sobre nascentes de cursos d’água, abertura de novos setores, bairros densamente urbanizados, propiciam o surgimento de “qualidade novas” ou “propriedades emergentes” provenientes desses novos elementos. De acordo com Jardim (2007, p. 6) “As “propriedades novas” ou “emergentes” advêm com relações transformadoras

e não apenas da sobreposição ou justaposição dos elementos num sistema”. Se por um lado as construções proporcionam melhor condição de vida para a população, de outro traz transtornos para o ambiente, justamente pela “negligência do planejamento”⁷ no ato das construções.

A transformação do espaço natural é necessariamente seguida de mudanças nos componentes verticais (entrada e saída de radiação) e horizontais (circulação do ar) do clima. O reflexo dessas interações aparece nas variações de temperatura e umidade do ar. Essas transformações compreendem o processo acelerado de urbanização e as mudanças associadas à funcionalidade urbana, atrelada ao ritmo sazonal do turismo, como é o caso da cidade de Caldas Novas. Tarifa (1981, p. 16) sintetiza essas relações ao considerar a interação entre os controles de superfície e os atributos atmosféricos:

[...] Estando, pois, localizados junto à interface solo-atmosfera (camada limite) qualquer alteração na natureza dessa superfície, tanto espacial como vertical, altera significativamente o modo de propagação da energia, alterando conseqüentemente os resultados das trocas verticais de radiação solar e interferindo nos processos advectivos pelas mudanças que introduz no comportamento do vento. Resultam dessas interferências, alterações nas variações de temperatura e umidade, que nada mais são do que elementos ou variáveis respostas, conseqüentemente funções do balanço de energia por unidade de tempo, dentro de um espaço tridimensional.

A partir das considerações do autor, a atmosfera urbana deve ser compreendida como um corpo tridimensional passível de mudanças e variações internas associadas às mudanças do próprio espaço urbano.

1.4 Objetivos

Ressalta-se que as condições climáticas intra-urbanas, caracterizadas pela interferência humana, requerem estudos mais específicos capazes de identificar no ambiente citadino os fatores que contribuem para uma formação complexa desse ambiente. Diante desta afirmativa, objetiva-se:

⁷ Isso não significa dizer que as edificações não atenderam um parâmetro para a sua execução. O que se questiona é se realmente esses projetos seguem as recomendações legais descritas e solicitadas no estatuto da cidade, como por exemplo, garantir as condições para a concretização de microclimas locais e preservar as áreas verdes e fundos de vale, restringindo à ocupação e construções. “No artigo” 2º, parágrafo IV do capítulo I, descritas na lei 10.257, de 10 de julho de 2001, do referido estatuto, diz que o planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município e do território sob sua área de influência, deve ser feito de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente. (ESTATUTO DA CIDADE, 2005, p. 258).

- Compreender a relação do espaço urbano com os elementos climáticos, seguidas de modificações na estrutura térmica da cidade de Caldas Novas e o seu entorno. Isso inclui verificar a influência dos fatores geográficos como o relevo, altitude e orientação dos vales, aliado à urbanização, na variação dos valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar, intensidade e direção dos ventos e nebulosidade;
- Estabelecer uma comparação do comportamento dos elementos climáticos entre os diferentes bairros escolhidos para a coleta, com o propósito de identificar possíveis diferenças no ritmo de variação desses mesmos elementos (temperatura do ar, umidade relativa do ar e ventos);
- Fornecer um acervo de dados sobre a realidade climática urbana através do levantamento dos dados do quadro geológico e climático colhidos em campo.

Convêm salientar que este trabalho envolve, sobretudo, um diagnóstico fundamentado no conjunto de dados e/ou informações sobre o comportamento dos elementos e fatores climáticos analisados. Os dados e as informações ora produzidos subsidiarão outros trabalhos que, somados a novos dados, levarão a interpretações e possíveis prognósticos. Em face do contínuo crescimento da cidade de Caldas Novas (informações confirmadas nos censos de 1980 a 1991) as alterações no espaço, que predispõe a problemas sócio-ambientais hoje diagnosticados, possivelmente terão um acréscimo (ou não), dependendo da maneira como a cidade será ocupada e/ou planejada daqui por diante.

2 - ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

O impacto direto e imediato no meio consiste na mudança paisagística, substituindo o cenário expressivo da cobertura vegetal pelo casario e ruas, com a aglutinação de um contingente populacional. (CRISTOFOLETTI, 1997, p. 133)

2.1. Referencial teórico

A climatologia tem estreita relação com o comportamento da atmosfera, interações com atividades humanas e superfície da Terra, configurando-se segundo Mendonça & Danni-Oliveira (2007, p. 15) [...] “como pressupostos básicos para a compreensão das diferentes paisagens do Planeta e contribui para uma intervenção mais consciente na organização do espaço” [...]. As diferenças de paisagem guardam relação com os diferentes tipos de clima onde seus elementos (temperatura, umidade e pressão atmosférica) variam no espaço e no tempo em função dos fatores geográficos do clima como a altitude, latitude, continentalidade, maritimidade, vegetação e atividades humanas.

O homem, um ser que se adapta facilmente as diversas condições climáticas, habita e utiliza o espaço das mais variadas formas. Neste sentido, Santos (1996, p.37) aborda a questão do espaço habitado “segundo um ponto de vista biológico, pelo reconhecimento da adaptabilidade do homem como indivíduo, às mais diversas altitudes e latitudes, aos climas mais diversos, às condições naturais mais extremas”. Percebe-se que o modo de vida em uma determinada região apresenta relações diferenciadas, o que leva à compreensão da realidade global, pois em cada cidade, os elementos que a compõem funcionam de forma diferente, uma vez que seu arranjo é particular.

Com a intensificação da urbanização surgem as preocupações sobre a degradação da qualidade de vida e do ambiente, colocando em pauta uma abordagem mais holística sobre esses problemas. Antes mesmo da Revolução Industrial já havia certa preocupação com o contraste entre a atmosfera da cidade e a do campo, ou seja, alterações dos elementos climáticos entre a cidade e entorno eram evidentes, o que levou ao estudo do clima urbano.

A partir da década de 1960, os problemas ambientais, como poluição do ar e inundações se intensificou principalmente nas metrópoles como a grande São Paulo e Rio de Janeiro. Isso levou a uma busca da literatura científica sobre o clima da cidade e uma maior preocupação em expandir a pesquisa no Brasil.

2.1.1 Conceitos e abordagens sobre clima e análise rítmica

Durante as três últimas décadas (1980-2009), o homem vem observando mudanças sensíveis nas escalas microclimáticas e topoclimáticas. O clima urbano representa um quadro de modificações no espaço circunscrito à cidade. As alterações nas sucessões dos estados atmosféricos, como secas intensas e chuvas calamitosas sempre ocorreram e continuarão ocorrendo, em determinados momentos até maiores do que a atual. As secas intensas e as chuvas calamitosas fazem parte dos “desvios” em relação à média e esses desvios, fazem parte do quadro “habitual” do clima. Na concepção de Monteiro (1991, p. 12-13),

[...] a idéia do negativo e do desfavorável ou maléfico dos eventos naturais extremos ou acidentais merece [...] outra reflexão. [...] Um impacto pluvial calamitoso desabado sobre uma cidade poderá, apesar dos negativos, ter contribuído para despoluir uma atmosfera local gravemente afetada [...] Isto, evidentemente depende da intensidade do impacto, geralmente tanto mais “negativo” quanto mais forte.

Apesar de esses fatos terem caráter ocasional e imprevisível, isso requer uma análise mais detalhada para compreender as mudanças na dinâmica climática. Para isso faz-se imperativo obter uma série de informações sobre os elementos pertencentes ao Sistema Clima Urbano (SCU) e os vários conceitos de clima, uma vez que esses conceitos são aperfeiçoados de acordo com as transformações no espaço-tempo, de forma que retrate melhor a realidade estudada.

Hann (1882) apud Monteiro, (1975, p.6), define clima como “o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera sobre cada lugar

da Terra”. Monteiro observa nesta definição insuficiências, primeiramente por corresponder a uma média, destituída de realidade para caracterizar os elementos do clima e em segundo lugar por apresentar caráter estático, artificial, não mencionando o desenvolvimento dos fenômenos no tempo.

Sorre elabora outro conceito, de caráter mais dinâmico e mais próximo da realidade, superando o conceito de Hann, considerado estático e abstrato. Propõe que “o clima é a série de estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual” (SORRE, 1934 apud TARIFA, 2001, p.12), diferentemente do tempo visto como cada um desses estados. Com essa definição sugere um novo modelo aos estudos climáticos ao substituir a média pelo ritmo. A definição de clima proposta por Sorre é aceita por Monteiro (1971, apud TARIFA, 2001, p.12) que “entende a análise rítmica como um processo interativo entre a circulação atmosférica e os elementos do clima, tratados em sua sequência temporal”.

O conceito de clima, de acordo com Sorre (apud MONTEIRO, 1975) deve enfatizar também, dentre outros fatores, o tempo (duração) e a frequência em que ocorrem os fenômenos, pois se têm o ritmo como um dos elementos indispensáveis para a compreensão do clima. Ainda consiste na interação entre os elementos climáticos não desvinculados da ação humana.

Ao estabelecer uma análise sobre o clima, Ayoade (2002, p.2) conclui que este “abrange um maior número de dados do que as condições médias do tempo numa determinada área [...], o clima apresenta uma generalização enquanto o tempo lida com eventos específicos”, pois os fenômenos atmosféricos variam frequentemente. Dessa forma, o tempo também varia diferentemente do clima que requer uma análise mais detalhada sobre o comportamento dos elementos climáticos e da atuação das massas de ar durante um período mais prolongado, destacando diversas características de um lugar como a quantidade de chuva, meses mais quentes, mais frios e a periodicidade em que estes eventos se repetem.

Conti (1996) aponta que não há necessidade de períodos longos de observações de registros climáticos para alcançar um resultado, isso dependerá do objetivo e da ordem de grandeza que será utilizada, às vezes apenas uma avaliação diurna é o suficiente para analisar e obter resultados satisfatórios para explicar determinado fenômeno.

Nas observações sobre o fator tempo (duração) Sorre (apud MONTEIRO, 1975, p.11) afirma que “a significação de uma característica climática depende, realmente, do período do ano em que ocorre; da constância de sua atuação; da violência de sua intervenção”.

Todavia, não é apenas a noção de duração que caracteriza o clima, outras noções básicas como a variabilidade e ritmo, termos vizinhos, porém claramente distintos, são considerados por Sorre (op. cit. p.12, grifo do autor) da seguinte forma:

[...] a primeira – incluindo sutilezas de graus diferentes, desde as variações horárias, pelas diárias, mensais, até as anuais e aquelas de um ano para outro – enfatiza as rupturas na continuidade das situações. Quanto ao ritmo, ele exprime “não mais a distância quantitativa dos valores sucessivos, mas o retorno mais ou menos regular dos mesmos estados”.

Nesse aspecto, o ritmo (sucessão habitual dos tipos de tempo) e sua dinâmica, tornam-se essenciais para a compreensão dos tipos de tempo, pois existem momentos em que prevalecem a situação atmosférica atuante na ocasião em que foram coletados os dados e não apenas a estruturação e localização dos bairros. Em outros instantes, a interação entre esses fatores é que irão determinar as condições térmicas do lugar.

Assim, a sucessão dos estados atmosféricos (tipos de tempo) pode ser observada por meio da interação dos elementos climáticos associado à circulação atmosférica. Sobre esta questão, Monteiro (1971, p. 9, apud MENDONÇA, 2001, p.21) descreve que,

[...] o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diária, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo.

Ainda sobre o ritmo, Monteiro (1971, apud SANT’ANA NETO, 2008, p. 69) expõe claramente a importância do encadeamento dos tipos de tempo, nos seguintes termos:

[...] somente o fundamento do ritmo, analisado a partir do encadeamento dos tipos de tempo, portanto, na escala diária, seria a única estratégia possível de conciliar a compreensão dos mecanismos atmosféricos com as possibilidades de entendimento do papel do clima como fenômeno geográfico e, portanto, de interferência nas atividades humanas na organização do espaço.

Estas idéias pressupõem um caráter qualitativo, mas que possibilita uma analogia com os diversos elementos do espaço geográfico. A interação entre os elementos geográficos leva o autor a propor uma outra questão:

Só a análise rítmica detalhada ao nível de 'tempo', revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores, dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos desta região. (MONTEIRO, 1971, apud, CUNHA & VECCHIA, 2007, 144-145).

Diante dessas considerações, cumpre enfatizar que o ritmo climático está sempre variando e assim exhibe outro padrão de irregularidade, especialmente pela distribuição da chuva, variação da temperatura, acarretando problemas relacionados às secas, inundações, calor intenso, dentre outros. São eventos que refletem no “desvio dos padrões habituais”, é o que Monteiro (2003, p. 53) denomina de disritmias. No dizer deste autor “A idéia de impacto pressupõe conseqüências calamitosas, [...]. São episódios ou eventos restritos no tempo que estão presos ao modo de transmissão de energia, ou seja, ao ritmo de sucessão dos estados atmosféricos”.

Esses eventos variam de região para região, de acordo com as características urbanas e naturais de cada lugar e da influência dos mecanismos da circulação atmosférica regional. Se as cidades do mundo que sofrem com os rigores do inverno e com a ação destruidora dos tornados criam infra-estrutura eficaz para enfrentá-las, no Brasil, pelas constâncias dos aguaceiros em diversas regiões deve-se haver também maior preocupação (MONTEIRO, 2003). Basta estar atento aos impactos pluviais ocorridos nos últimos anos na fachada atlântica brasileira para se certificar desses impactos e da necessidade de um cuidado maior com a cidade. Olhando por esse prisma, é fundamental maior atenção do sítio urbano tanto no aperfeiçoamento da infra-estrutura como na racionalização do uso do solo. Logo, [...] “controlar bem o uso do solo implica em conhecermos as relações de causalidades mais importantes entre este e o meio ambiente resultante, principalmente em seus efeitos sobre os indivíduos usuários do espaço em que vivem” (SAMPAIO, 1981, p. 14).

Quando se pensa em organização da estrutura-urbana há de se considerar as áreas verdes, vistas como “verdadeiras válvulas reguladores do escoamento, pela possibilidade de infiltração em meio à massa de edificações e ruas pavimentadas” (Monteiro, 2003, p. 57). Todo o conjunto de elementos associados à urbanização leva a alternância de ritmos, convergências e divergências que geralmente se repetem em diferentes horários, locais (cidade ou campo), uso do solo (floresta, grama, solo exposto) etc., questões relacionadas ao dinamismo do clima. Neste sentido, Cunha e Vecchia (2007, p. 143), baseados na abordagem da climatologia dinâmica, enfatizam a necessidade de uma “análise coerente dos dados” e para que esta seja feita,

[...] depende, basicamente, das respostas locais colhidas nas variações diárias e horárias das variações dos elementos do clima (medições em superfície, por meio de estações e postos meteorológicos), nas cartas sinóticas do tempo (pressões reduzidas ao nível do mar e, se necessário, as dos principais níveis isobáricos) e nas imagens fornecidas por satélites meteorológicos.

Daí a importância de observações em campo, que complementem os dados obtidos por imagens de satélites e dados de estações meteorológicas. “A observação dos movimentos, repetições e diferenças dos estados do ar dentro da cidade evidenciam sempre uma totalidade de ritmos associados à natureza do espaço e do tempo (cronológico e meteorológico)” (TARIFA, 2001, p.28).

A compreensão do ritmo permite entender a interação entre os controles e atributos e consequentemente compreender as Unidades Climáticas como “diferentes”, com todas as suas transformações do espaço, que podem ser determinadas pelo ritmo de que a sociedade ao longo dos anos vem (re)construindo o espaço onde vive. E assim, observa-se que, [...] “o ritmo é um dos caminhos possíveis para compreender a interação dialética entre os fenômenos físicos, biológicos, humanos e sociais do (no) espaço em um determinado lugar da superfície da terra”. (op. cit. p. 29).

2.1.2 Noções da ordem de grandeza escalar em estudos climáticos

A noção de escala em climatologia facilita a escolha das categorias climáticas, a partir do momento que se tem em mente os objetivos do estudo e a natureza das informações das quais se podem dispor, havendo, portanto a necessidade de hierarquização das ordens de grandeza. Trata-se de usar o tipo de escala de acordo com a realidade da pesquisa, fontes e dados necessários face aos resultados que se pretende alcançar (CONTI, 1996).

Sorre (apud MONTEIRO, 1975 p.14), ao tentar explicar as relações entre o clima local e o regional [...] “esclarece que não considera o clima local como uma fácies do clima regional, acrescentando que eles mantêm as mesmas relações que o indivíduo mantém com a espécie, que não tem existência real”. Pédelaborde (op. cit. grifo do autor) apresenta outra posição no seu compêndio (1959, p. 58) ao atribuir à escala regional o maior interesse para o geógrafo, porque ela realizaria “*o máximo de generalidade compatível com o máximo de verdade concreta*”, enquanto o clima local seria “*um fato accidental que mascara as causas profundas*”.

Diante do confronto entre as diferentes teorias que tentam explicar as mudanças climáticas que ocorrem em diferentes escalas de tempo, especialmente sobre as de tratamento regional e local, Monteiro (1975) (apud MONTEIRO, 1991, p.45) concorda com as idéias de Pédelaborde (1959), sobre escala regional transpondo apenas, em termos geográficos, para a seguinte proposição:

O sistema climático é aquele onde, nas ordens de grandezas taxonômicas superiores (acima do local), a organização espacial dos hólons que o constituem, assegura-lhe um nível de organização fundamental. Se o mesmo raciocínio for retomado para as escalas taxonômicas inferiores, a seqüência parece repetir-se na mesma proporção. Um clima local diversifica-se ao nível de sua compartimentação geoecológica, base mesma da identificação dos mesoclimas, passando a organizar-se no nível dos topoclimas e especializar-se nos microclimas.

Porém, não compartilha com ele quando insiste numa climatologia cujo estudo está logrado a um conhecimento físico puro do clima, e a dificuldade de haver influência do clima sobre o homem. Contudo, aceita as idéias de Sorre, o que serve de apoio a suas abordagens em climatologia. Para Monteiro (op. cit. p.16),

O homem, em grau crescente de escala taxonômica, não só cria as menores como modifica as pequenas e altera as entidades espaciais médias do clima. Isso porque ele age sobre as propriedades extensivas do clima já projetadas no espaço geoecológico, em grau acentuado de associação com os outros elementos da natureza. O que ele não pôde controlar é exatamente a dinâmica intrínseca da atmosfera, de onde emanam os mecanismos geradores da sucessão dos seus estados, associativos, intensivos.

Para que todo esse mecanismo ocorra, é importante ter conhecimento da ligação que existe entre os fluxos energéticos, seja aqueles vinculados à radiação solar, (intensidade da radiação, albedo da superfície, efeito estufa etc.) e, aqueles que se formam na superfície, como massas de ar, frentes e outros.

O fenômeno climático pode ser entendido com mais eficácia ao apoiar-se em uma escala de referência que possibilite maior interação entre a superfície terrestre e a atmosfera. É constituído por elementos de caráter diversos onde se inter-relacionam. De certa forma, o clima local é interferido pela dinâmica das escalas superiores e pelos aspectos ambientais, uma vez que o meio geográfico varia no espaço e no tempo, assim como a dinâmica de sua escala. Neste sentido Ribeiro (1993) aponta que:

O clima é regido por um conjunto integrado de fenômenos que se fundem no tempo

e no espaço, revelando uma unidade ou tipos passíveis de serem medidos em seu tamanho (extensão) e em seu ritmo (duração). O fenômeno climático é constituído por um conjunto de elementos de naturezas diversas e que convivem ao mesmo tempo no mesmo espaço, em regime de trocas energéticas recíprocas e interdependentes. Por isso, a sua abstração racional exige um referencial escalar com possibilidades metodológicas, isto é, uma escala taxonômica como parte da própria metodologia da pesquisa climatológica. A cada nível escalar deve corresponder uma abordagem específica, no sentido da coerência entre extensão e duração do fenômeno climático com as técnicas analíticas, desde a obtenção dos dados, passando pelo seu tratamento estatístico – matemático, até a sua apresentação gráfica e cartográfica.

Monteiro (1999, p. 27) ao retratar Calamidades Pluviais e Inundações nas Metrópoles Brasileiras (escala local) no Estudo Geográfico do Clima conclui que:

Se um clima local é um ponto dentro do regional onde uma conjugação de fatores “especializa” uma certa definição climática nos locais ocupados por cidades, a ocorrência destes “fatores” constitui um espectro bem mais amplo pelas grandes “derivações” introduzidas pelo Homem na edificação urbana.

As alterações no clima não estão presentes apenas na paisagem urbanística, mas em todo quadro geoecológico, através da construção de represas, desmatamento para a prática da agropecuária, fins turísticos etc. De acordo com Assunção (2002, p. 17),

O conhecimento de técnicas apropriadas para o manejo correto dos recursos naturais, a cada dia, torna-se mais importante, como forma de garantir a sobrevivência da espécie humana no planeta Terra. Dentre os vários elementos do quadro natural, o clima constitui um importante recurso para o desenvolvimento das mais variadas formas de vida e, de forma direta, interfere nas atividades humanas. Do mesmo modo, há de se considerar que, em contrapartida, as atividades humanas também agem sobre o clima, e essa influência (que é recíproca) se dá tanto temporal quanto espacialmente, de forma negativa ou positiva, não importando que a ação exercida de um sobre o outro seja em maior ou menor grau.

Desta forma, o homem, como afirma Monteiro (2003, p.38) [...] “antes de degradar o ambiente natural, muitas sociedades humanas, em suas relações econômicas e mesmo sociais, degradam o próprio homem, o que se reflete, sobretudo na cidade”. Assim, nenhuma cidade, seja pequena ou de grande porte, está imune às conseqüências provocadas pela ação antrópica, desorganizando o espaço urbano e seu sistema climático.

Recentemente (pós década de 1980), as médias e pequenas cidades começaram a despertar o interesse pelos pesquisadores visando o estudo do seu ambiente climático, embora, ainda apresentem carência bibliográfica quanto à especificidade deste estudo, [...] “fato que eleva o arcabouço de conceitos produzidos até o presente a uma dimensão de alta

relatividade, pois foram produzidas levando-se em conta, sobretudo, aglomerações urbanas de grande porte e metropolitanas” como afirma Mendonça (2003, p. 96).

Neste estudo, Mendonça (op. cit.) ao relatar as diferentes características presentes entre as duas modalidades (cidade de grande porte e metropolitanas e de porte médio e pequeno) destaca que a última apresenta [...] “consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intra-urbanas; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano”.

2.1.3 Clima urbano

Monteiro com sua tese Teoria e Clima Urbano, foi o incentivador nesta área com novas abordagens metodológicas para este estudo, visando associações entre os elementos do (SCU) Sistema Clima Urbano (ação ecológica natural, fenômeno da urbanização). Assim, o meio natural não é desvinculado do social. “Com esta concepção ele define o clima urbano como “um sistema singular”, abrangendo um fato natural (clima local) e um fato social (a cidade), analisado através de canais de percepção humana.” (GONÇALVES, 2003, p. 77). Monteiro (1975, p. 116) ainda acrescenta que o SCU “abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização [...] não há preocupação em precisar a partir de que grau de urbanização e de que característica geoecológica local se poderia usar o termo clima urbano”. Diante desta afirmação fica explícita a irrelevância da exatidão milimétrica quanto à ordem de grandeza para a definição desse sistema, esta compreensão deve ser buscada a partir dos objetivos propostos.

Dentre os trabalhos que discutem o clima urbano insere-se o de Lombardo (1985, p. 22) a qual destaca que “a cidade apresenta alterações climáticas muito diferenciadas das áreas circunvizinhas. A intensidade da urbanização expressa em termos de espaço físico construído altera significativamente o clima”. Ainda de acordo com a autora o clima urbano é um “mesoclima que está incluído no macroclima e sofre na proximidade do solo influências microclimáticas derivadas dos espaços urbanos”. Ela concorda com Monteiro (1975, 2003) considerando a cidade como parte integrante do espaço regional e suas contradições internas, uma vez que o ambiente urbano se integra tanto em níveis superiores como se dividem em setores, bairros, ruas, casas, ambientes internos etc.

Sob tais perspectivas, Brandão (2003, p. 122), com ênfase em Monteiro (1976),

buscando também entender esta temática explica que,

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

A importância prática dessa assertiva conduz a outro fato importante. Trata-se das “alterações no balanço de energia apontadas por Landsberg (1981, apud, BRANDÃO, 2003, p. 122) como resultante das transformações que o processo de urbanização gera na superfície em relação às propriedades radiativas, térmicas, aerodinâmicas e de umidade”. Referindo-se aos fenômenos urbanos ele acrescenta que “a *ilha de calor* representa o fenômeno mais significativo do clima urbano e sua intensidade depende das condições micro e mesoclimáticas locais de cada cidade”. Como já fora mencionados em outros itens, mas não com as mesmas palavras “é necessário pesquisar o desempenho das diversas edificações e uso do solo, da morfologia, dos materiais de construção, do desmatamento” porque a frequência, o grau de manifestações, a expressividade dos acontecimentos “condicionam a geração do clima urbano” (LANDSBERG, 1981, op. cit.).

Em outro trabalho, Landsberg (1965, apud LOMBARDO 1985, p. 22) [...] “mostra algumas diferenças significativas dos dados climáticos no ambiente urbano e rural, permitindo uma visualização das alterações dos parâmetros físicos produzidos pela ação humana”. Esse pesquisador afirma que essas alterações não ocorrem da mesma forma em todas as cidades, dependem da intensidade do uso do solo, do processo de crescimento da cidade aliado às características geoecológicas locais.

Salvi-Sakamoto (1994) em sua pesquisa sobre as condições climáticas na metrópole paulistana, numa tentativa de compreender a relação dos dados colhidos em campo e a possibilidade de relacionar os valores de temperatura com a configuração do céu⁸ objetivou analisar o ambiente edificado através do conceito de configuração do céu e examinar sua relação com a temperatura do ar. Inicialmente, esta configuração serviu apenas como parâmetro de diferenciação dos pontos no interior dos setores homogêneos, constituindo-se em informação descritiva pontual. Entretanto, no decorrer da pesquisa, por intermédio das revisões bibliográficas e durante a fase interpretativa foi possível analisar os

⁸ A “configuração do céu” é uma medida (ou índice) que revela o quanto de céu disponível existe sobre determinado ponto da superfície terrestre para que se realizem as trocas de energia naquele ponto (OKE, 1981, apud, SALVI-SAKAMOTO, 2001, p. 166)

dados térmicos relacionando-os com a configuração do céu. Nos dois experimentos de campo realizados pela autora constatou que [...] “as relações entre a “configuração do céu” e a temperatura do ar não são diretas, variam de acordo com o horário e que o vento desempenha papel importante naquelas relações” (SALVI - SAKAMOTO, 1994, p. 166).

O clima urbano interfere no lugar onde pessoas vivem e realizam as mais diversas tarefas sendo, portanto, compreendido “[...] pelo estudo dos atributos atmosféricos (temperatura, umidade, qualidade do ar, conforto térmico, enchentes, entre outros) e controles (uso do solo urbano, densidade populacional e de edificações, áreas verdes, favelas, fluxos de veículos)” (TARIFA & ARMANI, 2001, p. 47).

Nesse sentido, o clima tem papel fundamental, o qual não deve ser tratado separadamente das atividades humanas [...] “mas em todas as suas interações com os fatos associados à produção do espaço através das práticas sociais vigentes no cotidiano desta sociedade urbana” (op. cit.). O adensamento humano e urbano e a localização geográfica da área analisada influenciam de certa forma na variação térmica que associada aos sistemas atmosféricos atuantes no momento da pesquisa determina as condições térmicas do lugar.

A respeito das interações, os autores supracitados ainda acrescentam que “o clima e o seu conjunto de interações físicas, biológicas, humanas e sociais fazem parte dessa totalidade e assim devem ser compreendidos” (op. cit. p. 50).

Jardim (2002) reconhece a importância do clima como expressão da relação entre os controles de superfície e atributos atmosféricos, que surge como uma das diversas formas de organização espacial e como parte integrante de uma realidade maior. Percebe-se nesta definição que o autor destaca a importância prática do conceito de clima, podendo auxiliar no planejamento do território e nas tomadas de decisões. Jardim (2007, p. 299) respaldado no trabalho de Monteiro (1975) retoma essa questão e define os “controles” de superfície (relevo, uso do solo etc.) como “tudo aquilo que modifica o comportamento do atributo (ou elemento) a ser avaliado (temperatura do ar, formação de solo etc.)”. Acrescenta ainda que “um mesmo agente pode assumir tanto o papel de controle como de atributo: é o caso da ação do vento na modificação da temperatura ou o papel da topografia e a sua influência na mudança de direção dos ventos”.

Tomás (1999, p. 1) considera a existência de um clima particular, para as áreas ocupadas por núcleos urbanos e que o clima urbano representa as mudanças climáticas ocasionadas pela urbanização advindas da influência do homem sobre o meio, em suas várias

atividades e intervenções. “Um dos maiores impactos do homem sobre o clima acontece em áreas urbanas. Em decorrência, o clima em áreas urbanas torna-se diferente das áreas rurais ou menos urbanizadas circundantes”. Esse autor envolve uma questão importante que é a multidisciplinaridade em estudos urbanos.

A importância de um estudo que envolva os vários campos do conhecimento consiste no fato de que a área urbana contempla hoje grande parte da população mundial (mais de 50% da população), e essa aglomeração de pessoas em busca de emprego, saúde, educação, provoca um crescimento desordenado porque as cidades não estão preparadas financeira e estruturalmente para receber todo esse contingente populacional.

Os autores supracitados, embora não tenham pretensão de fazer das suas metodologias sobre o estudo do clima urbano um receituário, eles apontam questões que levam a verificação climática urbana, que se configuram numa rede de investigações, englobando desde a escala a ser trabalhada (ordem de grandeza), a morfologia urbana e todos os elementos que a ela se associa.

2.1.4 Planejamento urbano e (des) conforto térmico

Em busca de melhor qualidade de vida, as pessoas se aglomeram nas cidades, apropriam-se do espaço, transformam-no através das construções de abrigos (moradia) e atividades desenvolvidas. Esses espaços apresentam contrastes de riqueza e pobreza, onde a falta de infra-estrutura adequada desencadeia problemas sociais e desequilíbrio nos elementos climáticos. Conti (1998) discute essa questão da seguinte forma:

[...] Evoluímos em direção a um mundo urbano, sendo inquestionável o fato de que cada vez mais áreas construídas ocupam espaços antes naturais e desencadeiam profundas mudanças ambientais, através do desmatamento e da impermeabilização do solo, provocando distúrbios no escoamento e no comportamento do clima.

Este é um processo que através da urbanização percebe-se o aprimoramento do sistema econômico e dos meios produtivos. Entretanto, mesmo havendo avanços tecnológicos relativos à urbanização, dificilmente esta traz intrínseca um planejamento capaz de superar as alterações desencadeadas no ambiente urbano e seus desdobramentos. Assim, “Uma metrópole sem planejamento adequado do uso do solo, com ausência de parâmetros adequados de verticalização e ocupação, sobretudo onde ela cresce a uma velocidade rápida e

com poucos recursos técnicos, pode colocar em risco a qualidade de vida dos seus habitantes” (LOMBARDO, 1985, p. 21).

As diferentes formas do uso do solo e estrutura urbana devem ser adaptadas às características do meio (topografia, cobertura do solo, latitude e o clima). Diante da complexidade do espaço urbano, buscou-se elucidar os objetivos e metodologia proposta a partir de bases teóricas relacionado ao planejamento urbano, conforto térmico, qualidade ambiental e, sobretudo, o clima, o que conduzirá a uma visão mais sistêmica do meio.

O crescimento acelerado do tecido urbano e consequentemente da população justificam o interesse pelo estudo do clima. Esse crescimento, de um lado desencadeia aspectos positivos no âmbito dos serviços sociais, econômicos e culturais. Porém, com essas vantagens acompanham muitas vezes o declínio da qualidade ambiental em função do mau planejamento das cidades. Ressaltam-se aqui algumas opiniões formuladas por Harvey (1973, apud MONTEIRO, 2003, p.39) a respeito desse planejamento “[...] defrontamo-nos com uma enorme tarefa, porque não dispomos do tipo de conhecimento que, no sistema total da cidade, permita-nos tomar decisões políticas sábias, mesmo quando motivadas pelos mais altos objetivos sociais”. Ainda nesse sentido, Gonçalves (2003, p. 85), conclui que,

Atualmente, embora estejam em pauta as questões de natureza ambiental e haja uma consciência maior da sociedade para esse fato, as pesquisas sobre os problemas ambientais urbanos estão ainda muito pouco estruturadas e integradas. Tais estudos, pela sua própria complexidade, exigem projetos multidisciplinares abrangendo vários estudos para a análise dos diversos processos envolvidos, dentro de um contexto dinâmico e globalizante.

Essa nota evidencia a necessidade de produzir trabalhos no espaço urbano em diferentes níveis, tendo como metas, expectativas de melhor qualidade de vida para a sociedade. Com isso, é necessário o envolvimento de todo cidadão, incluindo principalmente políticos responsáveis e conscientes do seu dever com a cidade e é a partir desse envolvimento que as teorias e modelos propostos podem ser colocados em prática.

Em relação à qualidade do ambiente urbano, quando se refere ao tipo de clima produzido a partir do processo de urbanização, essa preocupação deve ser ainda mais intensa, porque envolve diversas variáveis que podem provocar uma desorganização do espaço.

Refere-se a essas variáveis como fatores constituintes neste espaço (qualidade do material utilizado nas construções, arranjo do arruamento, rugosidade, asfalto, pouca ou nenhum espaço verde) e ao desenho urbano que não é na maioria das vezes adaptado ao tipo

de clima da região. Essas diferenciações criam microclimas dentro da cidade pelo desempenho térmico de acordo com as várias formas de uso e ocupação do solo. É o que Chandler (1962, apud VIDAL, 1991, p. 31) chama de “coleção de microclimas”.

Então, concentrar várias atividades num só local implica dizer que há também uma produção maior de fontes de calor (PIMENTEL, SANTOS & SILVA, 2009). Sendo assim, a cidade comporta-se como um modificador do clima, originando os climas urbanos.

O homem é um elemento do sistema e com sua capacidade de transformar a estrutura urbana, acaba influenciando na entrada de energia. De acordo com Lombardo (1985, p. 25):

A radiação solar que entra na cidade é menor, [...] devido à grande quantidade de aerossóis. No entanto, ocorre um aumento da radiação emitida pela cidade, no espectro de ondas longas, causada por temperaturas de superfície mais elevadas, como concreto, tijolos, asfalto e outros materiais de construção. Em condições principalmente de calmaria, em que há poucas trocas turbulentas, grande parte da energia irradiada volta à construção urbana através da reemissão radiativa de onda longa pela atmosfera.

O calor intenso ligado à qualidade do ar nas áreas urbanas fragiliza de certa forma, a saúde do homem provocando problemas de coração, circulação e respiração. Segundo Eriksen (1978, apud LOMBARDO, 1985) “este estudo se insere, portanto, como componente básico ligado à questão do conforto térmico”. Para Monteiro (1975, p. 124) este canal de percepção humana, engloba:

[...] as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam, através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a essa 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.

Em outro momento, ele acrescenta que:

[...] a associação da temperatura à umidade fornece o parâmetro básico para a temperatura sensível e para a noção de conforto. Nesse ponto, a climatologia urbana dirige suas informações à bioclimatologia, ou Geografia Médica, não só na caracterização quantitativa como na evolução rítmica do tempo. Do mesmo modo, 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 à qualidade ambiente de modo mais abrangente. (MONTEIRO, 2003, p 48).

Percebe-se então que esta questão é um dilema que vem se arrastando há muito tempo. E é um problema que tende a aumentar, dada às transformações rápidas do espaço natural em artificial. Infelizmente, os profissionais de urbanismo e arquitetura como retratado por Monteiro (1975), não utilizam de parâmetros climáticos essenciais para a criação de espaços urbanos viáveis ao habitar de qualidade. A própria sociedade dominada pelo mundo globalizado e em busca de demonstração de poder aquisitivo e status social segue padrões estéticos das edificações próprias de países com características naturais e sociais diferentes. Dependendo do tipo de material e do padrão arquitetônico compilado de outra região há tendência de um aumento no desconforto térmico criado. As construções das cidades tropicais conforme Jardim (2002, p. 15) “não cumprem o seu papel de dispersoras de calor, principalmente se for considerado o excedente de radiação solar próprios dessa zona climática”.

Este autor revisa essa questão na sua tese de doutorado e acrescenta o enunciado de Landsberg (1986), “o modelo de construções de casas, importado das altas latitudes temperadas do hemisfério norte para os trópicos, abrigam o cidadão das chuvas [...], mas não proporcionam boas condições de conforto térmico aos seus moradores”. Entre os vários fatores que influenciam nas boas condições térmicas estão, de acordo com Jardim (2007, p. 55): “o tamanho e densidade da área construída⁹; a localização e orientação das construções¹⁰; a orientação e a largura das ruas em relação à direção do vento¹¹; as condições de sombreamento oferecidas ao longo das ruas e edifícios e das áreas de park¹²”. A orientação das fachadas dos edifícios, tamanho e localização das janelas¹³, propriedades dos materiais de construção e a cor das superfícies externas¹⁴ também são fatores importantes a serem avaliados.

Outra questão trata-se do uso do solo, relacionado à especulação imobiliária

⁹ Os espaços amplos favorecem a ventilação, já nos espaços pequenos, as trocas com o ambiente diminuem (JARDIM, 2007, p. 55).

¹⁰ Construções muito próximas impedem a livre circulação do ar e a orientação das fachadas principais dos edifícios, frente aos raios solares, implica num desconforto interno para os seus ocupantes no período noturno. (op. cit.).

¹¹ Quando as ruas são perpendiculares à direção dos ventos, a corrente principal de ar flui acima dos edifícios, criando uma circulação secundária no nível das construções e das ruas; quando estas se dispõem em ângulo, o fluxo principal é distribuído entre seus componentes, oferecendo melhores condições para o resfriamento estrutural dos edifícios. (op. cit.).

¹² Dentre outras características, as plantas possuem baixa condutividade térmica, interferem na temperatura do ar por meio da evapotranspiração, reduzem a velocidade dos ventos, filtram a poeira e propiciam sombreamento. (op. cit.).

¹³ Estas possibilitam a luz do dia, ventilação para o conforto fisiológico e resfriamento estrutural do edifício. (op. cit.).

¹⁴ A influência da cor é máxima no telhado e pode implicar em ganho de calor para o ambiente interno. (op. cit.).

intensa, que danifica o espaço, não apenas no que se refere à destruição dos fatores naturais, mas também o social. O ambiente natural é substituído por superfícies artificiais, alterando-se os padrões aerodinâmicos e produzindo impactos entre a atmosfera e a superfície terrestre. Com vista nesses fatos, os estudos sobre planejamento urbano, arquitetura, climatologia etc, assumem papel importante nas áreas urbanas. Sobre essa questão Berte (2000) enfatiza a importância da harmonização entre a edificação e o clima, sendo necessário, conhecer o clima local onde se pretende edificar, e a partir desse conhecimento buscar meios para adequar o edifício ao clima.

BERTE (op. cit., p. 20) apoiado em Monteiro (1976) retrata a questão das componentes termodinâmicas do clima e ressalta que essas componentes, sobretudo, “não só conduzem ao referencial básico para a noção de 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”. O conforto térmico, a qualidade do ar e impactos meteóricos são componentes que afetam toda a população permanentemente, e a intensificação dessas componentes resulta em problemas sócio-ambientais.

O material utilizado nas construções, estruturas das ruas e edificações; maior ou menor concentração de áreas verdes, praças arborizadas influenciam no conforto térmico e na qualidade de vida que depende em parte de um bom planejamento.

Tomás (1999, p. 4) afirma que a “umidade no ar é importante para determinar o conforto físico humano: [...] quando em valores muito altos ou valores muito baixos geram desconforto térmico e problemas de saúde”. Neste sentido Ayoade (1991, p. 64) parafraseia:

Quando o ar é úmido, a evaporação do suor a partir do corpo é limitada e surge a sensação de fadiga, tão comum nos trópicos úmidos. Por outro lado, o ar seco favorece a evaporação do suor do corpo humano, processo este que permite um rápido resfriamento da pele, uma vez que o calor latente é usado na evaporação. Por este motivo, o corpo humano pode suportar melhor temperaturas elevadas do ar se as umidades forem baixas, e suportam menos se elas forem elevadas.

O índice de temperatura e umidade, representado na tabela 2, mostra em parte o enunciado supracitado de Ayoade sobre o conforto humano. Cabe ressaltar que além desses elementos outros fatores também significativos como o vento e radiação influenciam nas condições de conforto térmico.

Tabela 2 – Índice de Temperatura e Umidade relativa do ar

°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
21,1	64	64	65	66	66	67	68	68	69	70
23,9	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
26,7	69	70	71	72	73	75	76	77	78	80
29,4	71	73	74	76	77	79	80	82	83	85
32,2	74	75	77	79	81	82	84	86	88	90
35,0	76	78	80	82	84	86	88	90	92	95
37,8	79	81	83	86	88	90	93	95	97	100
40,6	82	84	87	89	92	95	97	100	102	105

Legenda:

	Sensação de frio		Pequeno desconforto		Grande desconforto
	Nenhum desconforto		Desconforto considerável		Máximo desconforto

Fonte: fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap3/cap3-4

As atividades que se realizam no dia-a-dia, o tipo de vestuário, a intensidade do vento, radiação solar, aclimatação, a temperatura e a umidade relativa do ar etc., como já visto anteriormente, influenciam na sensação do conforto térmico. Mas, determinar que condições ambientais proporciona desconforto térmico é complexo, até mesmo porque os seres humanos tem a capacidade de adaptação em ambientes adversos. Esta questão depende muito das características climáticas de cada região e dos ambientes interno e externo a que se está exposto. “Sabe-se que o homem produz mais, tanto no caso de trabalho físico como intelectual, quando as condições termo-higrométricas do ambiente estão dentro de certos limites” (Frota, 1983, p. 45, apud BERTE, 2000, p. 3). Na percepção de Berte

Os efeitos de um clima não apropriado influem na capacidade do trabalho físico e mental, também na capacidade de recreação, de descanso e de sono, e podem produzir sentimentos de prostração e depressão, afetando não somente indivíduos, mas comunidades inteiras.

Porém, para determinar o conforto ou desconforto térmico, ou seja, chegar a essas situações anteriormente descritas, evidentemente, depende do ritmo e intensidade em que ocorrem as alterações nos elementos do clima proporcionadas em parte pelo grau de alteração no ambiente urbano.

Para ilustrar o índice de conforto humano através da variação da temperatura e umidade relativa do ar, o diagrama abaixo (Figura 10) organizado pela World Meteorological Organization (WMO), representa de forma simplificada essas situações. A área branca do diagrama evidencia as condições de possível conforto térmico (entre 8 e 32°C de temperatura do ar e 30 a 80% de umidade relativa, aproximadamente), sendo que a faixa ideal encontra-se entre 20 e 30°C de temperatura. Acima de 32°C há necessidade de vento para conforto e abaixo de 20°C necessita de sol. Com relação à umidade relativa, abaixo de 30% o ar torna-se muito seco e acima de 80% muito úmido.



Figura 10 – Diagrama representando o conforto humano
Fonte: INMET WMO

Vicente, Tommaselli e Amorim (2002, p. 199) também retratam a questão do conforto térmico e compartilham da mesma idéia dos autores supracitados:

O conceito de conforto térmico envolve aspectos climáticos (temperatura do ar, umidade, radiação, vento), biológicos (resposta do organismo em relação ao ambiente) e psicológicos (satisfação/insatisfação com as condições climáticas externas), pressupondo o equilíbrio energético entre o Homem e o meio.

Com essa definição, os autores deixam clara a importância de observar as diversas variáveis do clima para se obter uma resposta. Não se podem priorizar os valores de temperatura, por exemplo, para designar o conforto ou desconforto, mesmo que esta variável exerça maior influência. Esta deve ser vista em conjunto com outras variáveis, como a maior ou menor intensidade do vento, umidade relativa do ar, intensidade da radiação. Essa questão

é condizente com a afirmação de Tarifa e Armani (2001, p 50) [...] “as trocas de radiação e do vento, externas e internas são fundamentais para se compreender o aquecimento-resfriamento e a qualidade do ar nesses volumes cada vez mais próximos da superfície do solo e dos lugares onde o homem vive, trabalha e produz socialmente”.

Todavia, os reflexos negativos na qualidade de vida das pessoas nos aglomerados urbanos clamam por medidas urgentes e eficazes e as informações oferecidas através de estudos, em particular, o clima, são instrumentos que podem colaborar para efetivar essas medidas.

2.2 Procedimentos Metodológicos

2.2.1 A teoria e os métodos de coleta das informações (quantitativa e qualitativa)

A frequência, duração e intensidade de um determinado fenômeno de acordo com a sucessão dos estados atmosféricos não ocorrem da mesma forma em todos os lugares, porque cada espaço tem a sua particularidade, sendo o ritmo o diferenciador das condições climáticas de um lugar para outro. Portanto, a definição de ritmo segundo Monteiro (1971) como já fora tratado na fundamentação teórica deste trabalho encerra essa questão propondo o estudo do clima pelos seus elementos integrantes (circulação atmosférica e elementos do clima na perspectiva temporal – tempo cronológico e espacial).

A metodologia utilizada na presente pesquisa fundamentou-se em diversas teorias, principalmente na proposta do Sistema Clima Urbano (SCU) de Monteiro (1975) que se constitui na base conceitual e metodológica que alicerçou a construção do método de estudo sobre o clima urbano de cidades de porte médio e pequeno. Mendonça (2003) baseado nessa proposta propôs o roteiro metodológico em quatro fases:

- Definição do universo de análise e do subsistema climático a ser estudado (termodinâmico, impactos hidrometeorológicos e físico-químico);
- Embasamento cartográfico; setorização da cidade em ambientes geográficos diferenciados (análise espacial); levantamento das características climáticas dentro de uma abordagem genética; definição dos pontos de amostragens e periodicidade da coleta de dados em campo;
- Execução do trabalho de campo - mensuração dos elementos climáticos em

diferentes momentos do dia (escala horária), dos meses e do ano;

- Definição e análise das características específicas do clima urbano estudado, formulando sugestões na perspectiva do desenvolvimento e planejamento da cidade.

Monteiro (1976) utiliza a Teoria Geral dos Sistemas para embasar o Sistema do Clima Urbano (S.C.U) como aberto e dinâmico. Assim, consideraram-se as inter-relações entre as partes do sistema apreendidas através de “canais de percepção: o termodinâmico (conforto térmico), o físico-químico (qualidade do ar) e o hidro-meteorológico (impacto meteorológico)” (MONTEIRO, 1976, apud TARIFA, 2001, p.14).

A utilização da metodologia de Mendonça (2003. p.99) mostrou-se essencial para a realização da presente pesquisa por fundamentar-se [...] “de maneira clara, no embasamento cartográfico e no conhecimento geográfico da cidade (e sua setorização, ou divisão em partes com características relativamente homogêneas) como etapa primeira e fundamental do estudo” [...], abordando o clima urbano de cidades de porte médio e pequeno.

Neste trabalho, não se teve como primeira finalidade a definição de unidades climáticas, embora se tenha chegado a uma proposta em torno disso. Porém, utilizou-se de alguns atributos adotados por Tarifa & Armani (2001) para explicar as interações entre os fatores sócio-econômicos e ambientais, que é a base da definição das unidades climáticas. Para definir o espaço urbano eles tomam essa realidade como uma totalidade. Considera a relação entre o uso do solo, densidade populacional, áreas verdes, tipos de construções e a temperatura da superfície, do ar, a umidade relativa, ventilação, incidência de radiação solar, configurando uma “rede” de relações que se definem no tempo e no espaço. Danni (1987, p. 52) também retrata essas interações e, ao montar um esquema do sistema urbano de Porto Alegre destaca que esse sistema,

[...] implica num jogo de relações sincrônicas da realidade espacial da cidade, dado pelas observações simultâneas da temperatura e umidade relativa de cada área teste, quando correlacionados com seus diferentes aspectos físicos e de uso do solo.

A metodologia utilizada pelo psicólogo-ambiental David Canter (1977) apud Santana (1997, p. 37-38) também teve colaboração neste trabalho. Ele propõe uma metodologia que surgiu a partir das três esferas de vivência, com o desenho urbano:

- Morfologia urbana – estuda o tecido urbano e seus elementos construídos, formados através de sua evolução, transformações, inter-relações e processos

sociais que os geram;

- Concepções e imagens, dividida em análise visual (observações em campo, interpretação do pesquisador) e percepção do meio ambiente;
- Comportamento ambiental – parte da hipótese de que, de alguma forma, com alguma intensidade, nosso comportamento e nossas ações são influenciadas pelo ambiente físico-espacial que nos cerca.

A partir do conhecimento dessas esferas, fica explícito que fazer uma análise da morfologia urbana é ao mesmo tempo compreender os processos de transformação urbana à medida que se tenta explicar as inter-relações com os diversos elementos do meio. A análise visual leva o observador a tirar conclusões próprias “é uma categoria de análise subjetiva” (Del Rio, 1990: 92, apud SANTANA, 1997) e várias interpretações tendem a ser confirmadas ou mesmo refutadas no decorrer da prática de campo.

Nos vários trabalhos sobre o clima urbano como o do próprio Monteiro (1975), Tarifa (1981), Sampaio (1981), Mendonça (1994), Santana (1997), Tomás (1999), etc. ressaltam a necessidade da interação dos elementos da urbanização com os aspectos geo-ecológicos, e são a partir dessas interações que será possível explicar, no entendimento de Sampaio (1981, p. 4-5) “as prováveis relações entre a Estrutura Urbana – que inclui a variação de temperaturas na cidade”. O autor enfatizando a climatologia como um dos ramos da Geografia Física que estuda os fenômenos da atmosfera em contato com a superfície terrestre, tomou por base as seguintes premissas metodológicas e conceituais:

- 1) a interpretação climatológica do universo de estudo orienta-se para uma visão dinâmica, considerando na matriz espaço e tempo, uma postura sintética que englobe em conjunto os estados do meio atmosférico;
- 2) o espaço é considerado a partir de suas escalas: regional, local e urbana, esta última em suas variações topo, meso e micro climáticas, de modo tal que se permita associar a tais escalas os atributos do clima, conforme os tipos de tempo;
- 3) o tempo é considerado pela interação do conjunto de fatores que caracterizam o estado atmosférico em um dado lugar e momento.

A proposta metodológica buscou apoio em diversos trabalhos porque assim como Del Rio (1990: 67, apud, SANTANA, 1997 p. 37) acredita-se “que existem várias teorias e

propostas metodológicas para os estudos urbanísticos, porém, nenhuma delas é completa e suficiente, todas complementam as metodologias de planejamento urbano”. Principalmente, porque no decorrer da pesquisa e epílogo, às vezes, a metodologia adotada não foi possível ser seguida a fio, levando o pesquisador a usar um novo método (caminho) que se adapte melhor a realidade do local e, caso os resultados forem positivos, posteriormente, possam ser utilizados como complemento a outras metodologias para trabalhos desta natureza.

Embora no procedimento metodológico desta pesquisa, tenha encontrado na metodologia de Mendonça, subsídios para o seu desenvolvimento, haja vista que esta metodologia “pode ser aplicada em qualquer estudo de caso e enfocar qualquer dos três subsistemas do clima urbano” [...] (MENDONÇA, 2003, p. 99), buscou-se em outras teorias já citadas nesse item, a complementaridade necessária para a compreensão dos fenômenos, haja vista que o produto final encerra a questão: entender a dinâmica da atmosfera urbana em sua totalidade, suas interações e reflexos sobre o clima e a sociedade.

Apesar da importância e especificidade das diversas teorias metodológicas citadas, nas quais se buscou entender para melhor aproveitamento no trabalho, percebem-se vários pontos comuns. Ressalta-se que todas aqui tiveram a sua parcela de contribuição no desenvolvimento deste trabalho, como Del Rio (1990) comenta: “todas complementam as metodologias de planejamento urbano”. Entretanto, o apoio maior continuou sendo o método de Mendonça sustentada em Monteiro por trabalhar com cidade média e pequena, mais próxima da realidade deste estudo (escala local e seus desdobramentos), não desmerecendo as demais, como já mencionado, cada uma traz implícita a sua eficácia de acordo com os objetivos propostos.

Outro passo para contextualizar a pesquisa em análise se constituiu num levantamento bibliográfico prévio relativo à temática proposta, explícita na revisão bibliográfica e distendida em todo corpo do texto. De acordo com Mendonça (1994, p. 28)

É então ao sistematizar os conhecimentos prévios sobre a cidade a ser estudada, que o pesquisador adquire as condições elementares para optar com segurança pelo estudo de um dos subsistemas do seu clima urbano. Somente esta análise prévia lhe apontará o subsistema de maior interesse e prioridade para o planejamento da cidade escolhida.

Esta análise prévia é necessária porque mesmo que a cidade apresente características semelhantes, isso não implica dizer que a realidade climática seja igual para todas, como já dito nos parágrafos anteriores e capítulo 1, depende do tamanho da cidade, da

intensidade e frequência das atividades desenvolvidas, das peculiaridades naturais e/ou artificiais e sistemas atmosféricos atuantes. Muitas vezes as condições climáticas encontradas intra-urbanas estão muito próximas ou semelhantes à área rural. Neste sentido Jardim (2007, p. 21) enfatiza que,

[...] mesmo que houvesse um objeto comum em todos esses trabalhos (o “clima urbano”), a própria realidade do fenômeno, muitas vezes passada despercebida pelo próprio autor da obra forçaria o pesquisador a se defrontar com um quadro multifacetado, o que justificaria, em parte, a pluralidade de metodologias empregadas e de resultados obtidos destacados dos trabalhos.

De maneira geral, a organização da metodologia envolveu fichamentos das obras estudadas visando entender os conceitos acerca do tema abordado (conhecimentos necessários para as fases subseqüentes), fundamental para a posterior determinação dos pontos de amostragem distribuídos na cidade.

De posse destes conhecimentos, partiu-se para a fase seguinte: reconhecimento da área de estudo para a delimitação do transecto móvel e posto fixos (análise espacial e temporal) tendo em vista à produção dos dados; busca de documentos em órgãos municipais e privados através dos quais foram elaboradas e organizadas as informações cadastrais, sobre as edificações, loteamentos etc., essenciais à análise e resultados aqui apresentados.

Por intermédio de uma planta urbana (fornecida pela prefeitura municipal de Caldas Novas) foi possível percorrer todos os bairros, marcando os prováveis pontos onde seriam fixados os abrigos e a distância entre cada um. Na ocasião era realizada uma análise detalhada de cada área percorrida para facilitar a escolha dos pontos onde se processariam o monitoramento. Foi um trabalho árduo e cansativo, pois foram necessários vários campos para que a escolha dos postos estivesse de acordo com os critérios pré-estabelecidos (tipologia e densidade do uso do solo), ou seja, pavimentação, verticalização e a topografia de cada lugar, de modo que cobrisse um maior número de áreas diferenciadas e onde uma ou outra variável se destacasse. De início foram estabelecidos 20 pontos, posteriormente reduzidos para 10 de acordo com a disponibilidade dos aparelhos e pessoal para a coleta. A análise do espaço teve como objetivo produzir uma caracterização mais detalhada da realidade urbana como a mencionada por Mendonça (1994).

Sob os ditames metodológicos adotados, a primeira fase teve como caráter fundamental a descrição dos aspectos geocológicos (inclinação do relevo, vegetação, rede hidrográfica) e antrópicos (densidade de construção, áreas verticalizadas, forma de uso e

ocupação do solo) buscando posteriormente a identificação dos locais (5 pontos para o transecto móvel (realizados entre os dias 21 a 30 de julho) e 10 pontos para os postos fixos (6 e 7 de setembro de 2008.)).

A segunda etapa de trabalho foi realizada no verão de 2009, ao longo de um transecto móvel (dias 9 a 18 de março) e postos fixos (dias 21 e 22 de março). Nesta etapa, a cidade encontrava-se fora da temporada de turismo, que é a atividade econômica principal, por isso o tempo gasto para a tomada dos dados ficou abaixo de 25 minutos (tempo previsto), portanto foi possível acrescentar mais dois pontos, contabilizando 7 ao total do transecto móvel. Desta vez contou-se com duas equipes para cobrir uma área maior, agilizar o trabalho e obter mais eficiência quanto à confiabilidade dos dados.

2.2.2. Coleta de dados e materiais utilizados

Caldas Novas é uma área incipiente no que se refere aos estudos climáticos urbanos, principalmente na produção do material (dados de valores de temperatura e umidade relativa do ar) em nível micro e topoclimático, os dados existentes (local e regional) são de fontes particulares e de difícil acesso. Portanto, o acervo de dados coletados na área intra-urbana em diferentes pontos da cidade são fontes primárias, subsídio para outros trabalhos.

A coleta de dados e instalação de uma série de postos fixos envolveu a construção de mini-abrigos meteorológicos e a aquisição de aparelhos, necessários à realização das medidas de temperatura e umidade do ar. Estes aparelhos passaram por uma prévia avaliação e calibração com intuito de verificar a sua adequação a este tipo de pesquisa.

Em princípio pode-se contar com um modelo adaptado de psicrômetro de aspiração (psicrômetro de Assmann), um aparelho relativamente preciso e de rápida mensuração, destinado à tomadas de temperatura do ar seco e úmido. O psicrômetro¹⁵ utilizado na pesquisa é constituído de dois termômetros de mercúrio, um de bulbo seco e outro de bulbo úmido (este, envolto em gaze e mantido constantemente umedecido). Os dois termômetros foram fixados dentro de um cano pvc de 50 mm de diâmetro, sendo que em uma das partes foi cortada em forma de um retângulo, coberta com um plástico resistente e transparente para visualizar os termômetros. Na parte superior há uma ventoinha e na parede

¹⁵ Este aparelho foi construído pelo Professor Dr. Carlos Henrique Jardim, sendo um dos aparelhos utilizados durante a pesquisa na sua tese (JARDIM, 2007), ao redor de uma proposta de síntese climática, considerando o comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas.

do aparelho é fixado uma bateria de 9V. A diferença entre as temperaturas dos termômetros indica indiretamente, através da tabela adequada (depressão psicrométrica), a umidade relativa do ar (Figura 11).

Este instrumento foi utilizado apenas na primeira etapa do trabalho em conjunto com o termohigrômetro digital portátil, cuja finalidade foi medir a capacidade de cada um quanto à eficácia e rapidez de sua estabilização (nível de teste) e ainda num posto fixo devido à falta de instrumentos para cobrir todos os postos escolhidos, que em seguida foi substituído por um termo-higrômetro com vista à homogeneização.

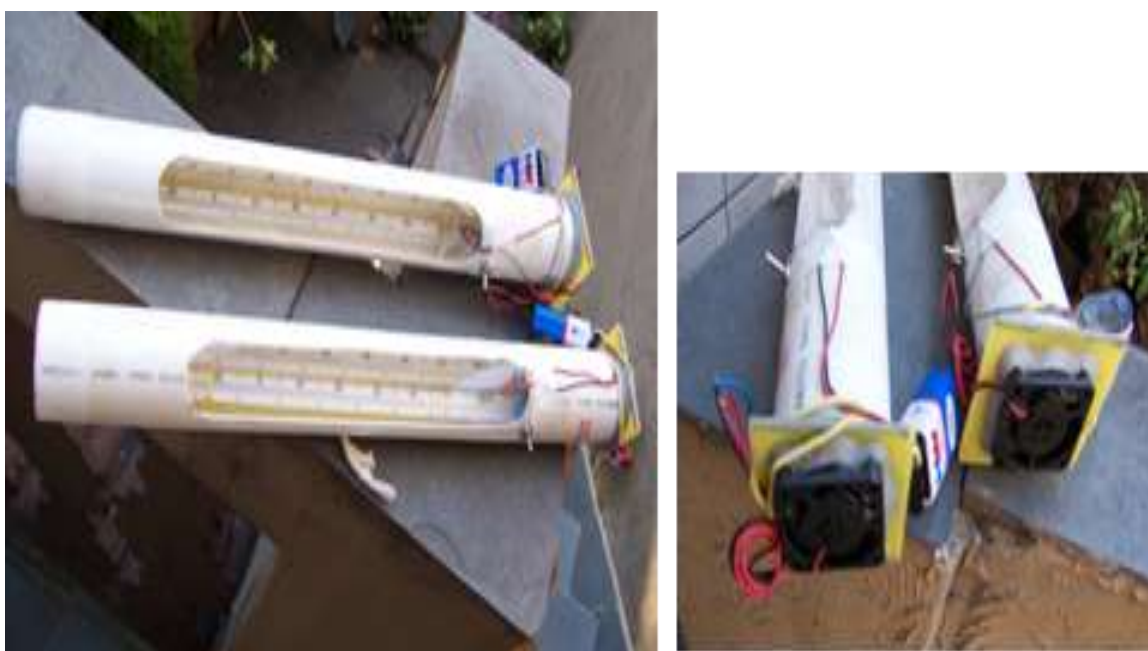


Figura 11 – Psicrômetro de aspiração para tomadas de temperatura do ar seco e úmido.
Foto: Carlos Henrique Jardim

No transecto móvel, na primeira etapa do trabalho (21 a 30 de julho de 2008), utilizou-se o termo-anemômetro digital para medida da velocidade do vento, aparelho cedido pelo Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), aliado à bússola para a determinação da sua direção. Visando medidas mais precisas, segurou-se o aparelho de maneira que o fluxo de ar passasse através da ventoinha de trás para frente mantendo seu eixo dentro de 20° da direção do vento; o termo-higrômetro para tomadas de temperatura e umidade, aparelho cedido pelo Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFU, e os termômetros bimetálicos com haste para penetração em superfícies, utilizada tanto no

transecto móvel quanto nos postos fixos, cedido pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) Unidade de Morrinhos (Figura 12).



Figura 12 - Anemômetro digital para medir a velocidade do vento (à esquerda). termohigrômetro digital (à direita). Em detalhe as ventoinhas. Abaixo, termômetros bimetálicos com hastes, bússola e altímetro.
Foto: Marilene R. S. Pimentel- 10/2008

A coleta de dados nos postos fixos (dias 6 e 7 de setembro de 2008) contou com o apoio de uma unidade data logger - Estação Meteorológica sem fio de 433MHz (Figuras 13 e 14) e do termo-higrômetro digital instalados dentro do mini-abrigo meteorológico (Figura 15), cuja base ficou a 1,40 metros do solo.



Figura 13 – Data logger utilizado na pesquisa.
Foto: Marilene R. S. Pimentel - 04/2008



Figura 14 - Mini-abrigo utilizado para a instalação do data logger
Foto: Marilene R. S Pimentel - 09/2008



Figura 15 – Mini-abrigo meteorológico com termohigrômetro digital portátil instalado.
Foto: Marilene R. S. Pimentel – 09/2008

A importância desse tipo de instrumento (data logger) reside na sua imensa capacidade de armazenamento de dados (mais de 10 mil mensurações) de forma contínua e sem necessidade da presença do observador e, dessa forma, permitir um acompanhamento das variações horárias dos elementos climáticos, durante vários dias seguidos. Tal procedimento é importante, pois os fenômenos climáticos em pauta (ilhas de calor, ventos anabáticos e catabáticos, inversões térmicas, topoclimas urbanos associados a vertentes com diferentes exposições, microclimas etc.) manifestam-se num curto intervalo de tempo.

O modelo de abrigo meteorológico que comportou esse tipo de sensor (data logger) foi cedido e construído pelo prof. Dr. Carlos Henrique Jardim (UFMG), utilizado em pesquisas conduzidas na área urbana de São Paulo.

A construção dos mini-abrigos deu-se a partir da observação do modelo do abrigo meteorológico padrão: fundo aberto, laterais vazadas tipo janelas venezianas, teto com caimento para os lados em forma de duas águas, e abas mais largas que as paredes laterais, para permitir o escoamento do ar pelo vão. O conjunto todo mede 43 cm de altura: o corpo, sobre o qual repousa o telhado, mede 26 x 26 cm de lado e 28cm de altura, mais 15 cm de altura do telhado. A parte interna foi revestida com uma lâmina de 1,0 cm de isopor vazado (inclusive no teto), distante 1,0 cm das paredes laterais, também vazadas. A disposição das paredes de isopor dentro do abrigo se deu de maneira a não coincidir com os furos das paredes de madeira pois, sendo elas também vazadas, a entrada dos raios solares poderia interferir na leitura do aparelho. (JARDIM, 2002, p.25)

Foram realizados vários testes e calibração de acordo com a estação meteorológica oficial utilizada para controle local das variáveis tomadas em campo, neste caso, a estação meteorológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) localizada em Morrinhos – GO, cidade mais próxima de Caldas Novas (Figura 16).

Por adotar duas formas de coleta de dados, transecto móvel e fixo, foi imprescindível formar uma equipe de trabalho, em sua maioria licenciandos do Curso de Geografia. Além dos critérios adotados para cada posto, esteve-se atento aos locais onde houvesse pessoas disponíveis a apoiar o colaborador da pesquisa em alguma necessidade humana. Para isso, o pesquisador solicitou a um morador de cada área escolhida a sua colaboração.

A coleta de dados do transecto móvel foi realizada pela própria pesquisadora e um auxiliar, utilizando por vezes uma motocicleta ou um automóvel, no intuito de agilizar o trabalho (gastar menos tempo). A segunda etapa do transecto foi realizada por duas equipes, devido ao aumento do número de postos, como já fora mencionado.



Figura 16 - Estação convencional, instalada em Morrinhos Goiás pelo INMET.
Foto: Marilene R.S. Pimentel

A escolha dos pontos para a coleta de dados no transecto móvel e fixação dos mini-abrigos meteorológicos (postos fixos), baseou-se nas diferenças topográficas, altitudinais e uso da terra de forma que mostrasse a variabilidade dos elementos climáticos nas escalas topo e microclimáticas.

Durante as coletas, tomou-se o cuidado de afixar os mini-abrigos meteorológicos onde foram colocados os termo-higrômetros, com sua face lateral aberta orientada para o sul, impedindo a incidência direta dos raios solares sobre o aparelho. A confecção deste modelo de abrigo (utilizados nas coletas de dados dos postos fixos) segue o mesmo princípio descrito para o modelo anterior utilizado para o data logger. As diferenças recaem sobre sua dimensão (ligeiramente menores), a localização da face aberta (na lateral) e no tipo de material (totalmente em madeira).

A seleção dos pontos está atrelada à sua representatividade, ou seja, alcançar resultados que contemplem uma área maior com características semelhantes, para generalização de um espaço maior e não apenas ao espaço circunscrito ao ponto de observação. A designação dos horários para a coleta de dados do transecto móvel obedeceu ao horário padrão do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (9, 15 e 21 horas) e o período de menor e maior fluxo de pessoas e automóveis (7, 9, 12 horas e 15, 18, 21 horas). Antes da realização da primeira medida, concedeu-se uma margem de tempo entre 15 a 20 minutos visando estabilização dos aparelhos. Após fixá-lo dentro do mini-abrigo só foi retirado após a última medida a fim de preservar a fidelidade dos dados. Apesar de todas as monitorias, ainda houve necessidade de descartar alguns dados pelos prováveis erros de leitura ou por falhas nos aparelhos.

Além dos valores de temperatura do ar e do solo e umidade relativa do ar foram avaliados, também, outros fatores como a direção do vento e sua intensidade, tendo como parâmetro a Escala da Força de Vento de Beaufort (FORSDYKE, 1975), que permite mensurá-la de forma indireta, através da observação dos movimentos das folhas e pequenos galhos de árvores sem o uso de aparelho específico para esta finalidade. Ressalta-se que os anemômetros foram utilizados, mas não em todos os postos, por falta de aparelhos suficientes. Visualmente, foi avaliado a nebulosidade e o grau de cobertura do céu (em oitavos) e classificação dos tipos de nuvens, tendo por finalidade uma análise dinâmica do sítio urbano no momento das leituras dos dados, informações básicas para definir o tipo de tempo. Aliando a densidade da vegetação, direção e orientação de vertentes.

No verão, foram utilizados os mesmos aparelhos (data logger, termo-higrômetro

digital portátil, termo-anemômetro digital, bússola e termômetro digital com haste de metal, para tomadas de temperatura em superfície) com exceção do termo-higrômetro digital fio quente substituído por outro mais moderno com eficácia e confiabilidade superior (Figura 17).



Figura 17 - Conjunto de instrumentos utilizados nas tomadas em campo.

1) data logger; 2) termo-higrômetro digital para transecto; 3) termo-anemômetro; 4) termo-higrômetro para postos fixos; 5) bússola; 6) termômetro digital com haste de metal.

Foto: Marilene R. S. Pimentel

2.2.3 Material cartográfico produzido

Após a coleta dos dados, foram construídos tabelas (incluiu todas as variáveis: temperatura, umidade, intensidade e direção do vento, nebulosidade) (ver anexos) e gráficos de análise rítmica. Para o tratamento estatístico dos dados utilizou-se o auxílio da informática utilizando o aplicativo computacional Microsoft Excel 2003 e CorelDraw X3. Os gráficos construídos com base na análise rítmica de Monteiro (1991, p. 39),

[...] consiste na montagem de um gráfico de representação simultânea dos elementos do clima em sua variação “diária”, acoplado a representação gráfica da seqüência de alternância dos diferentes sistemas meteorológicos envolvidos na circulação secundária. [...]

A importância do gráfico de análise rítmica incidiu na atuação combinada dos condicionantes atmosféricos (temperatura, umidade, vento, nebulosidade). A construção das tabelas, incluindo todas essas variáveis, facilita a análise e permite a formação de um acervo de dados sobre a área em estudo.

Foi elaborada, uma carta hipsométrica, cuja importância, de acordo com Mendonça (1994), consiste na possibilidade de observação da variação altimétrica e geomorfológica do relevo do sítio urbano, fatores indispensáveis à formação do clima urbano. “Quanto maior for a movimentação e a variação altimétrica do relevo de um determinado sítio urbano, maiores variações em termos de temperatura e umidade, dentre outros, o clima local, urbano e intra-urbano apresentará” (op. cit. p.31).

A carta hipsométrica foi construída através das cartas topográficas do município de Caldas Novas, utilizando a variável visual cor com percepção ordenada para representar as diferenças topográficas da área *in loco*.

O mapa de porcentagem da área construída utilizou-se da planta urbana. O quantitativo de imóveis e áreas livres de cada bairro foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Caldas Novas e, posteriormente, calculado a porcentagem de áreas edificadas e não edificadas, a qual foi dividida em cinco classes: 0 a 20%; 21 a 40%; 41 a 60%; 61 a 80% e 81 a 100% (ver mapa de percentual da área construída, capítulo 3).

A fim de auxiliar a interpretação e análise dos dados buscou-se nas cartas sinópticas fornecidas pelo serviço meteorológico da Marinha Brasileira (www.mar.mil.br) e imagens de satélites da série GOES, produzidas por NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) na faixa do infravermelho obtida através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (www.cptec.inpe.br), informações necessárias à determinação do sistema atmosférico e do tipo de tempo na ocasião da coleta de dados.

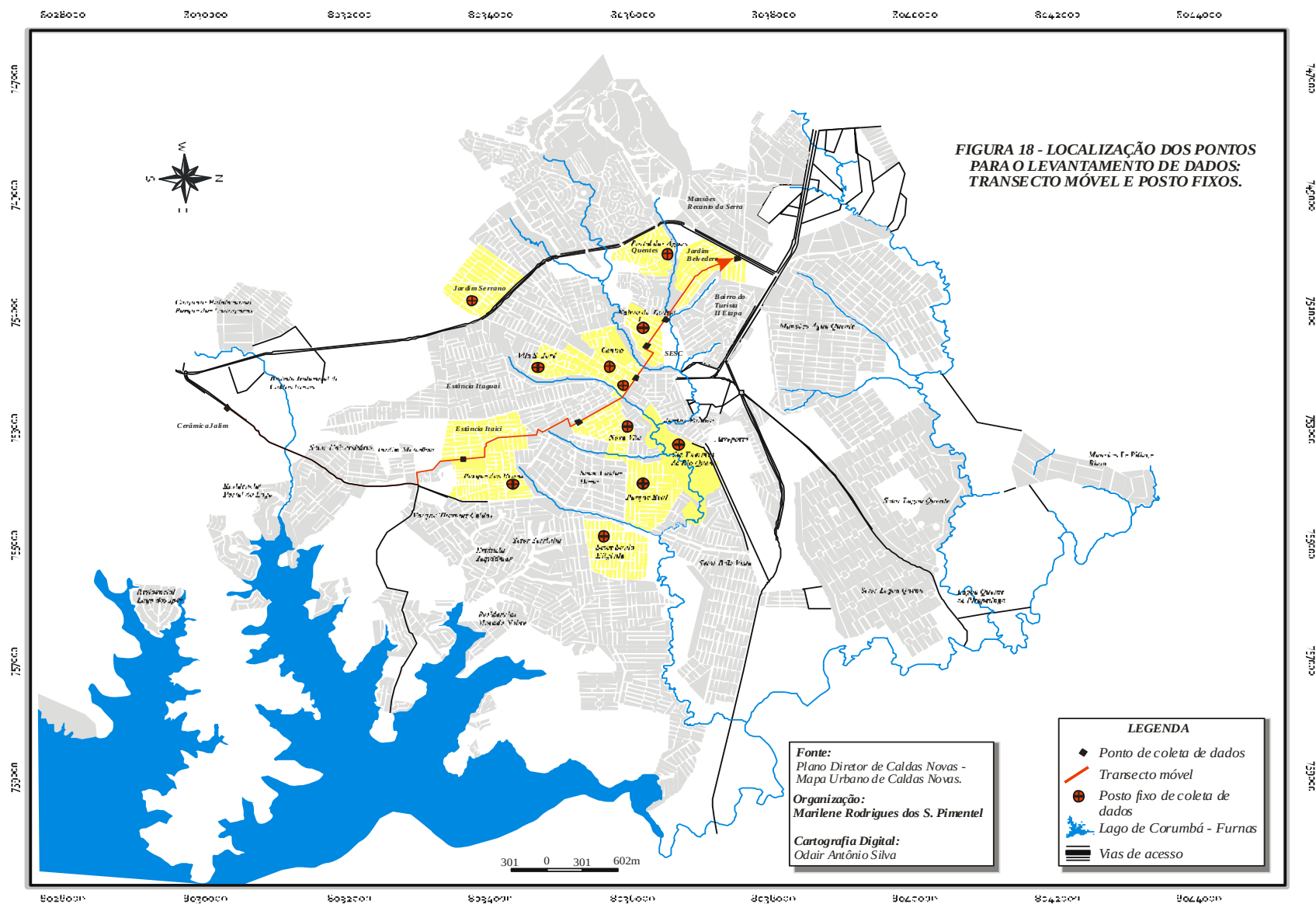
2.2.4 Definição e caracterização dos postos selecionados para coleta de dados

Em relação à análise, tomou-se como ponto de partida o ambiente edificado seguindo a orientação de Monteiro (1990b, apud SALVI-SAKAMOTO, 1994). Esse ambiente [...] “foi classificado de acordo com a altura das edificações e com a disposição dos edifícios”. No caso de Caldas Novas, quanto à altura das edificações, determinaram-se quatro categorias: residências térreas de médio e baixo padrão; predomínio de edifícios acima de três

pavimentos; intermediário com presença de todas essas categorias incluindo áreas comerciais; a quarta categoria inclui setores menos urbanizados, área de depressão e entorno rural (espaços abertos). A área edificada, apesar de não ser tão densa se comparado às grandes metrópoles, no que se refere à disposição dos edifícios, utilizou-se o conceito de “canyon urbano” proposto por Nunez & Oke (1976 e 1977, apud op. cit. p. 167) definindo como,

[...] uma forma de disposição espacial das edificações quando estas estão enfileiradas ao longo de ambos os lados de uma rua. Trata-se de um conjunto de superfícies que determinam um volume de ar em seu interior, sendo limitado pelas paredes das edificações e pelo solo e aberto nas extremidades laterais e superior. Tais superfícies se repetem dentro da cidade e em alguns locais (em geral na área central) podem mesmo ser predominantes.

Através da caracterização de cada ponto de coleta de dados foi possível mostrar as condições em que foram realizadas as tomadas de temperatura e umidade relativa do ar. O levantamento de dados foi realizado através de dois experimentos como já citado: transecto móvel (linha imaginária traçada sobre malha urbana) e postos fixos distribuídos em vários pontos da cidade. A localização dos postos encontra-se traçado na figura 18.



Os pontos do transecto foram distribuídos longitudinais à cidade no sentido sul-noroeste perfazendo um total de 11 km, iniciando-se na Cerâmica Jalim, entorno rural, localizado a sul da área urbana, envolvendo uma faixa de diferentes usos do solo e altimetria (bairros de residenciais térreos, comerciais, verticalização e área aberta). A caracterização dos pontos do transecto, descritos ao lado das respectivas fotos, estão descritas nas figuras 19 a 31.



Foto: Francisco Alves Pimentel - julho de 2008

(Figura 19 - **Cerâmica Jalim**) - Situado a 725 metros de altitude, área de topo, com vertente norte/noroeste, distante 6,6 km em relação ao centro, presença de vegetação herbácea, arbustiva e pastagens, localizado nas proximidades do distrito industrial da cidade e Lago Corumbá.

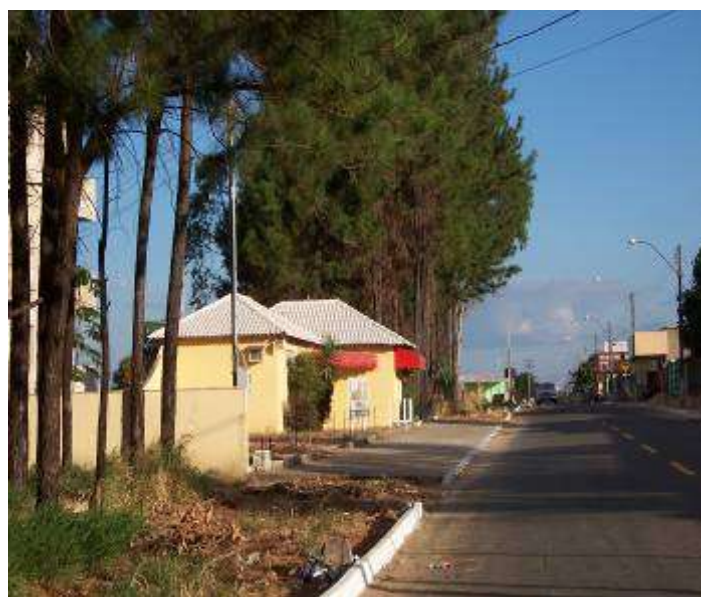


Foto: Francisco Alves Pimentel – julho de 2008.

(Figura 20 – **Itaici** - Uso predominante de residências, algumas áreas abertas destinadas para loteamentos, 61 a 80% de área construída, com 1572 edificações e 455 não edificadas; altitude 718 metros, área plana, ocupação típica de população de renda média.



Foto: Marilene R. S. Pimentel - julho de 2008.

(Figura 21 - **Nova Vila**) - Uso misto: residenciais térreos e comércios de até um pavimento. Enquadra-se na classe de 81 a 100% de área construída - 1374 edificadas (93,5%) e 96 não edificadas (6,5%), altitude aproximada de 695 metros com vertente norte, grande fluxo de automóveis, poucas árvores, ausência de praças nas intermediações das tomadas de temperatura.



Fotos: 1-Marco Antonio, 2007; 2 e 3 - Francisco Alves Pimentel

(Figura 22 - **Centro**) - uso predominante de comércios, serviços, edificações térreas, verticalização com mais de três pavimentos; poucas árvores, altitude aproximada 685 metros. Enquadra-se na classe de 81 a 100%, com 2713 edificações (98%) e 55 não edificada (2%).



Fotos: 1. Marilene R. S. Pimentel - julho de 2008.
2. Francisco Alves Pimentel - julho de 2008.

(Figura 23 - **Bairro Turista**) - As tomadas foram realizadas em dois pontos com características diversas: 1- Uso predominante de edificações com mais de três pavimentos, 96,1% de área construída, com 3316 edificações e 134 não edificadas; área depressiva; altitude aproximada de 680 metros; vertente norte; pouca vegetação no local das tomadas termo-higrométricas. 2 – Inclui presença de curso d'água (Córrego Capão Grosso); altitude 675 metros; espaço mais aberto com edificações mais espaçadas.



(Figura 24 – **Jardim Belvedere**) – Sem uso definido (inclui residências, alguns comércios, edifícios de pavimentos variados), percebe-se várias construções em andamento, porém o ponto onde foram coletados os dados é uma área plana e aberta com presença de arborização espaçadas. Possui 815 edificações e 1024 não edificadas. Enquadra-se, portanto, na categoria 41 a 60% de área construída, sua altitude aproximada é de 728 metros.

Foto: Marilene R. S. Pimentel - julho de 2008.

A segunda forma de coleta de dados foi por intermédio de postos fixos distribuídos nos seguintes setores: Jardim Turista, Santa Efigênia, Vila São José, Parque das Brisas, Parque Real, Centro, Nova Vila; Portal das Águas Quentes, Jardim Serrano e uma área de preservação localizada no Jardim Paraíso. Segue abaixo o ambiente e características predominantes:



(Figura 25 - **Bairro Turista**) - vide caracterização na figura 23 deste mesmo item.



Foto: Marilene R.S. Pimentel



(Figura 26 - **Área de Preservação**) - localizada no Jardim Paraíso - Encontra-se dentro da área urbana, presença de árvores de porte médio e alto, material orgânico (serrapilheira); altitude 660 metros, vertente sudoeste. O ponto recaiu sob a copa de árvores média logo na entrada da área.

1 – Vista panorâmica da área de preservação localizada no Jardim Paraíso.

Fonte: site: earth.google.com, agosto de 2002;

Autor das fotos 2 e 3 - Francisco Alves Pimentel



(Figura 27- **Parque das Brisas**) – Uso predominante de residências térreas, típica de conjunto habitacional. Enquadra-se na categoria de 81 a 100% de área construída, com 754 edificações e 14 não edificadas; altitude aproximada de 700 metros, vertente norte; árvores ao longo das calçadas, muros de placa de cimento.

1. Fotografia aérea extraída do site: earthgoogle.com;
Autor da foto 2 – Francisco Alves Pimentel



(Figura 28 - **Jardim Serrano**) - Próximo a Serra de Caldas, a 737 metros de altitude. Encontra-se entre 21 a 40 % de área construída, espaços abertos com 349 edificações e 1121 não edificadas. Nesta área em determinados momentos o vento é constante e a radiação direta é intensa.

1. Fotografia aérea extraída do site: earthgoogle.com;
Autora da foto 2 - Marilene R. S. Pimentel





(Figura 29 - **Portal das águas Quentes**) – Fundo de vale, aproximadamente 680 metros, predomínio de construções térreas de baixo padrão, com 844 edificações e 4.909 áreas não edificadas, enquadra-se na classe de 0 a 20% de área construída

1 . Fotografia aérea – agosto de 2002, retirada do site; earth.google.com;
Autor da foto 2 - Francisco Alves Pimentel



(Figura 30 -**Santa Efigênia**) – Altitude 680 metros, vertente W/NW, predomínio de prédios residenciais térreos de baixo padrão, 81 a 100% de edificações (2463 edificadas e 201 não edificadas), dispõe de pouco espaço verde.

1- vista panorâmica do Setor Santa Efigênia retirada do site: Earth Google.com;
Autor da foto 2- Francisco Alves Pimentel





1. fotografia aérea - agosto de 2002,
retirada do site: earth google.com;
Autor da foto 2 - Francisco Alves Pimentel

(Figura 31 - Vila São José) – Aglomeração de residências térreas de baixo padrão, 81 a 100% de área construída, com 642 edificações e 90 não edificadas; muros na sua maioria construídos de placa de cimento, um lote com mais de uma residência. Altitude aproximada 715 metros, vertente nordeste.



Além dos postos citados, os setores Nova Vila e Centro, já caracterizados (vide figuras 21 e 22), foram incluídos nesta etapa (porém em outro ponto de observação dentro do setor com características semelhantes) e nas tomadas móveis. Estes postos juntamente com o Bairro do Turista por se destacar quanto à verticalização, adensamento de construções, fluxos de pessoas e automóveis, houve a necessidade de coletas horárias para entender melhor a dinâmica da variação termo-higrométrica. O Parque Real (predomínio de residências térreas de médio e baixo padrão) também fez parte deste evento, porém, sua singularidade com outros postos e ainda a não confiabilidade dos dados, fez com que não fosse utilizado com mais afinco as informações em nível de comparação com os demais.

A partir dos dados obtidos das variações dos elementos climáticos (fase analítica) e a sua relação com as condições meteorológicas do dia (sistema atmosférico atuante e tipos de tempo), aliado às características do ambiente, foi possível proceder a uma análise comparativa entre os setores. Essa análise foi pautada numa comparação horário-diária, para cada um dos segmentos temporais. Tomou-se como indicador da formação dos micro e topoclimas as variações simultâneas de temperatura e umidade relativa do ar entre os postos.

Num segundo momento (fase explicativa ou síntese), buscou-se a causa das variações dos elementos climáticos (relação com a densidade de edificações, relevo, vegetação, dinâmica dos ventos etc.).

Num terceiro momento, como forma de recompor o objeto de estudo, optou-se por apresentar os resultados a partir do cruzamento das bases analíticas com os dados obtidos em campo e sistemas atmosféricos regionais. Esse conjunto de dados permitiu compreender que a diversidade de fenômenos (ventos anabáticos, catabáticos, ilhas de frio, conforto/desconforto) propiciou as discrepâncias de temperatura do ar, umidade, vento dentre outros.

A escolha dos períodos para a coleta de dados (12 dias no verão e 12 no inverno) pode até ser questionada devido ao pequeno intervalo de tempo de observação, porém, cabe ressaltar que quando se trata de pesquisas sobre o clima urbano, principalmente as executadas para fins de planejamento, não há necessidade de períodos longos de observação. Isso depende, sobretudo, dos objetivos da pesquisa, fato já elucidado no item 2.1.1. Tarifa (2001) ao tratar do ritmo e a prática do estudo dos climas em São Paulo, mais especificamente sobre o experimento de campo, reforça o programa de Climatologia Experimental (CLIMEX) aplicado à Região Metropolitana de São Paulo (TARIFA, 1976) cuja abordagem metodológica poderia ser resumida da seguinte forma:

[...] embora utilizando-se de informações meteorológicas colhidas num curto segmento temporal, acompanhadas dos devidos enquadramentos espaciais e temporais e respeitados os alcances dos resultados obtidos em cada nível (regional, local, meso, topo e microclimáticos), tem nos conduzido por aproximações sucessivas a um conhecimento cada vez maior das realidades em análise. Estaríamos, portanto face a uma verdadeira “climatologia experimental onde cada experimento que montássemos para a coleta sucessiva das informações climáticas nos trabalhos de campo nos leva cada vez mais a uma vivência e aprendizado da realidade que estaríamos operando. Este tipo de comportamento é plenamente aceitável dentro de uma perspectiva de análise rítmica em climatologia, pois estaríamos sempre trabalhando com dados reais, respeitando os critérios de amostragem estatística, dentro do espaço urbano ou rural. Sua validade estaria certamente não na análise de uma longa série de observações, mas sim em conduzir cada vez mais à caracterização e diferenciação espacial dos compartimentos do organismo urbano (TARIFA, 2001, p. 15).

A coleta de dados em nível de experimento somada a outros trabalhos ou informações de empresas particulares (no momento são ínfimos, porém a autora pretende dar continuidade na pesquisa, agora em nível de doutorado) proporcionou o entendimento da realidade observada na área de estudo, no caso, Caldas Novas, principalmente porque se passou a conhecer mais de perto a realidade e assim relacionar os diversos elementos presentes no meio com a variabilidade dos elementos climáticos, o que levou a proposição de

algumas alternativas em nível de planejamento.

O desenvolvimento da pesquisa envolveu um total de 10 postos distribuídos em setores diferentes e 7 pontos no transecto móvel, nas seqüências analisadas em 2008 e 2009, como descritos na metodologia. O resumo quantitativo dos pontos escolhidos para a coleta de dados meteorológicos nas duas modalidades (postos fixos e móveis) ocorreu em função de vários fatores: impossibilidade de pessoal disponível para cobrir todos os pontos inicialmente selecionados (20 ao todo) e, instrumental para aferir os dados. Após uma seleção criteriosa das áreas mais representativas, foi possível reduzir o número de postos sem comprometer a percepção dos fatores estruturais do ambiente urbano. No caso do transecto móvel, houve aumento dos pontos na segunda etapa (de 5 para 7). Porém, após a determinação, descrição dos pontos e seleção dos indicadores geoecológicos, mesmo com a redução do número dos pontos mostrou-se adequado aos critérios pré-estabelecidos.

3. A ESTRUTURA URBANA DE CALDAS NOVAS E SEUS REFLEXOS SOBRE O CLIMA

O estudo da cidade exige a necessidade de articular o conceito de espaço; sem isso, nem mesmo saberemos do que vamos tratar. O espaço é uma categoria histórica e, por conseguinte, o seu conceito muda, já que aos modelos se acrescentam novas variáveis no curso do tempo. (SANTOS, 2008, p. 67)

Este capítulo se concentra inicialmente numa breve análise dos problemas ambientais do núcleo urbano de Caldas Novas na perspectiva climática e geográfica, seguida da análise morfológica, estrutural, funcional e interpretação dos dados de cada seguimento, realizadas em condições de tempo distintas (verão/inverno).

As alterações produzidas na atmosfera urbana são reflexos de um processo histórico a partir da interação entre o espaço, meio, estrutura e as conseqüências dessas ações, portanto, o estudo do clima é um dos caminhos para a compreensão da problemática urbana (neste caso, priorizando as condições térmicas), sendo também um canal para subsidiar o planejamento urbano que apesar de toda tecnologia moderna que possa ser empregada na cidade ainda não consegue acompanhar a rápida modificação provocada pelo intenso processo de urbanização.

Estudos recentes mostram que Caldas Novas vem sofrendo um crescimento acelerado, principalmente nas duas últimas décadas (1990 e 2000), [...] “Durante o século XX, houve uma crescente abertura de loteamentos”. Até a década de 1970, foram abertos 19 loteamentos, enquanto em 1980, esse número aumentou para 23, ano em que as águas termais começam realmente a se firmar como atrativo turístico: [...] “Na década de 1990 houve 35 loteamentos abertos e, na década de 2000, 49, mostrando um crescimento desordenado e avantajado do perímetro urbano de Caldas Novas” (COSTA, 2008, p. 101). Esse crescimento permanente da cidade mudou a estrutura, as articulações sociais e espaciais fragmentando e utilizando este espaço de diversas formas, às vezes inadequadas.

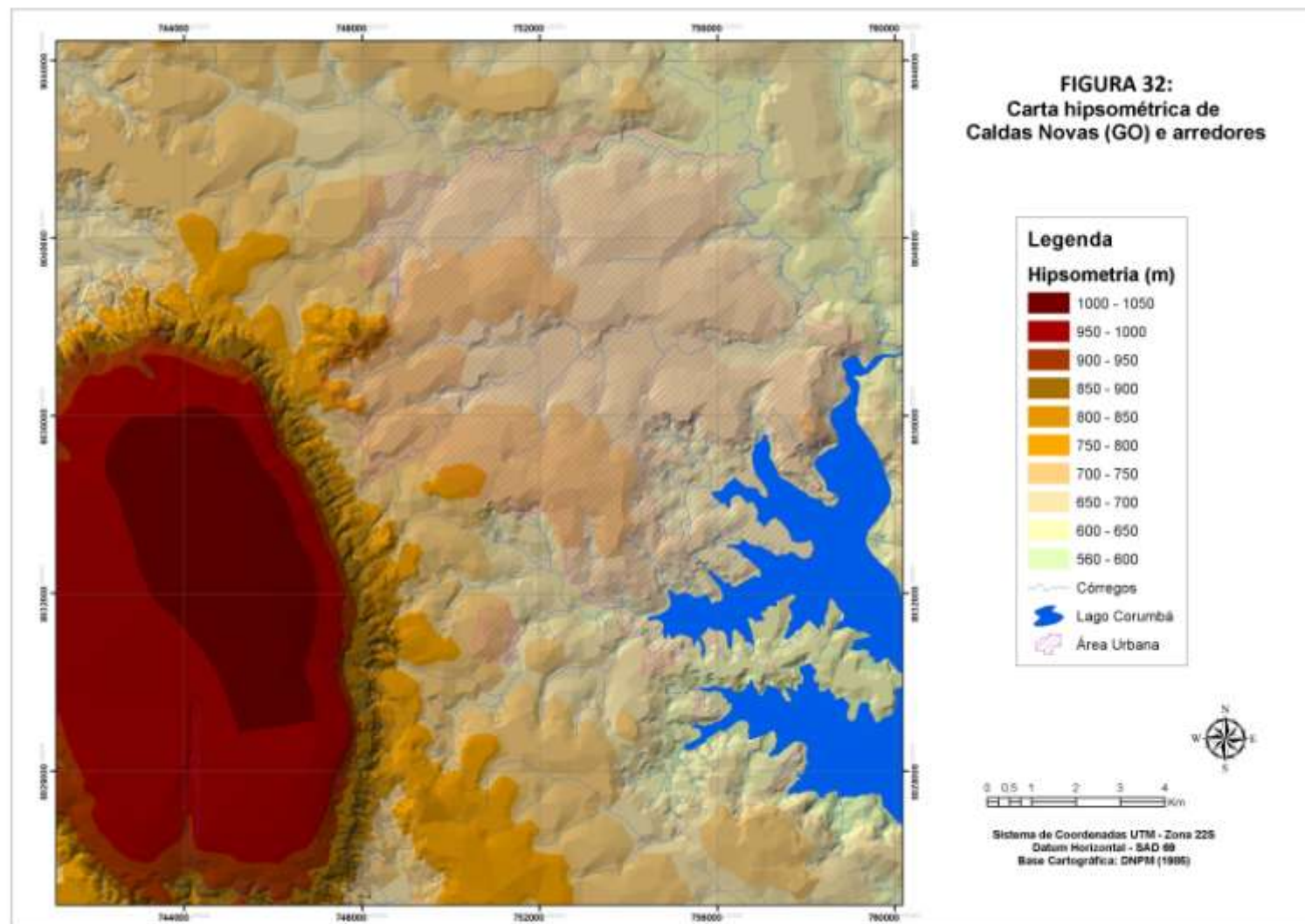
O expressivo uso do solo no perímetro urbano permitiu, entre outras coisas, a diminuição da vegetação, praças mal arborizadas, aumento da verticalização, fluxo de pessoas e circulação de automóveis, principalmente durante a alta temporada. Esse conjunto de transformações impostas ao meio ambiente traduziu-se numa série de preocupações, especialmente no que se refere ao comportamento térmico da cidade de Caldas Novas.

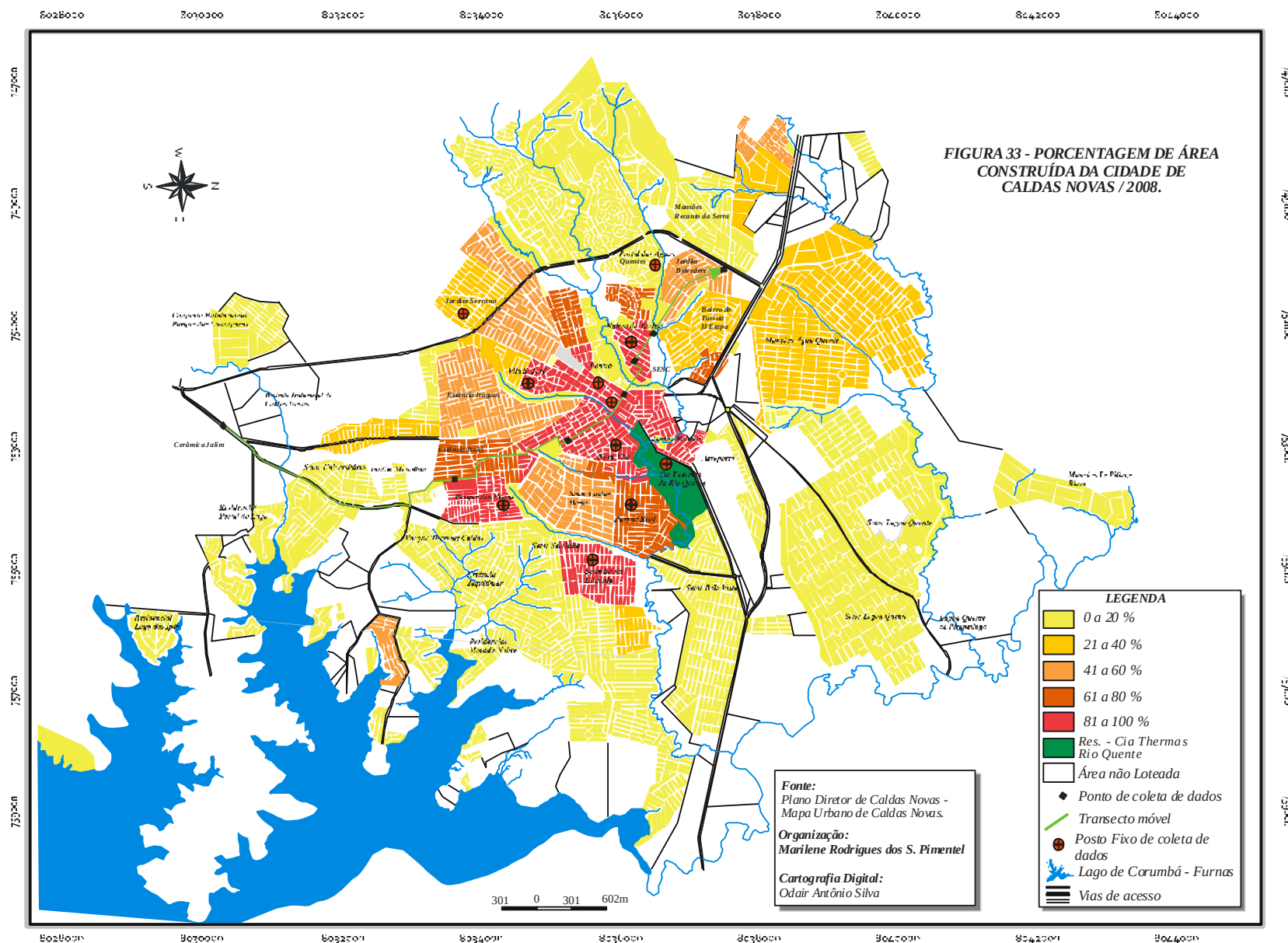
A compreensão do comportamento climático intra e periurbano foi possível através das amostras selecionadas, como as áreas verticalizadas, maior presença de vegetação e corpos d'água, construções térreas residenciais de baixo, médio e alto padrão, além da configuração geométrica do sitio urbano e conhecimento da topografia. Através do mapa hipsométrico (Figura 32) verifica-se que toda a cidade encontra-se quase toda numa depressão possibilitando entender que a dinâmica dos elementos climáticos também são influenciados pela configuração do relevo, fato notório durante a pesquisa e análise dos dados. O capítulo II também faz referência a essa questão, inclusive destacando a formação do seu próprio campo térmico devido a essa especificidade.

Esses elementos favoreceram a análise dos dados e levou à compreensão dos principais fatores que influenciaram nas condições térmicas de cada lugar. O quantitativo de edificações e áreas livres permitiu a confecção do mapa da área construída e nele detectar onde se concentra o maior e menor índice de construções e a partir dele associar os valores de temperatura do ar e umidade relativa (Figura 33).

As feições geográficas do centro urbano (relevo suavemente ondulado), aliado a concentração de clubes com águas termais e comércio tende a favorecer a centralização de áreas verticalizadas (hotéis para atender o turista) e um adensamento maior das edificações (81 a 100% de área construída), geralmente, restritas as partes centrais, porém, os setores mais antigos, como Santa Efigênia, Vila São José e Parque das Brisas, também se enquadram nesse percentual, apesar de se encontrarem mais afastados do centro.

A expansão horizontal da urbanização alcança, no quadrante oeste, o sopé da Serra de Caldas, fato que permite verificar o avanço da cidade em ritmo contínuo e os problemas ambientais dele decorrente. Suas águas termais são consideradas a força motriz da economia e essa atração faz da cidade um pólo turístico muito importante na região e até fora do país. Contudo, o que se questiona não é o crescimento da cidade propriamente dito, mas o uso inadequado do solo que pode resultar em desconforto térmico, visual, de circulação e outros problemas como aqueles referentes ao alto custo de vida e dificuldade técnica de implantar infra-estrutura, como discute Sampaio (1981) para a cidade de Salvador (BA).





A Serra de Caldas, sendo uma área de recarga dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos traz intrínseca a preocupação quanto à degradação do meio, tanto pela poluição e/ou contaminação das fontes desses recursos quanto pela substituição das áreas de cerrado por edificações naquela proximidade. Ainda que atualmente sejam em pequena porcentagem (0 a 20%), os loteamentos já dissiparam grande parte das áreas verdes antes existentes.

Quase 60% da área urbana de Caldas Novas apresentam lençol freático muito superficial, variando de 0 a 5 metros de profundidade (COSTA, 2008). É comum nos meses chuvosos (verão), o afloramento de lençol d'água superficial nas ruas ainda não pavimentadas em alguns bairros próximo a Serra (quadrante oeste da cidade), podendo ser um canal de contaminação do lençol subterrâneo¹⁶. A sensação de conforto térmico nessas proximidades, favorecida pela vegetação e proximidade com corpos d'água é perceptível. Porém, a expansão da mancha urbana e a intensificação das construções nas áreas periféricas, a partir da implantação do asfaltamento de ruas e calçadas, atrairão novos empreendimentos comerciais e serviços, benefícios significativos e necessários para o desenvolvimento da cidade, mas, ao mesmo tempo, motivo de preocupação quanto a possível potencialização dos problemas ambientais e sociais.

Enquanto a cidade expande horizontalmente, nas partes centrais, aumenta o índice de construções verticalizadas, diminuindo ainda mais os espaços ocupados por vegetação. A tendência é acentuar algumas “anomalias” térmicas e higrométricas e afetar a qualidade de vida dos habitantes tanto no item desempenho urbano quanto na saúde dos usuários.

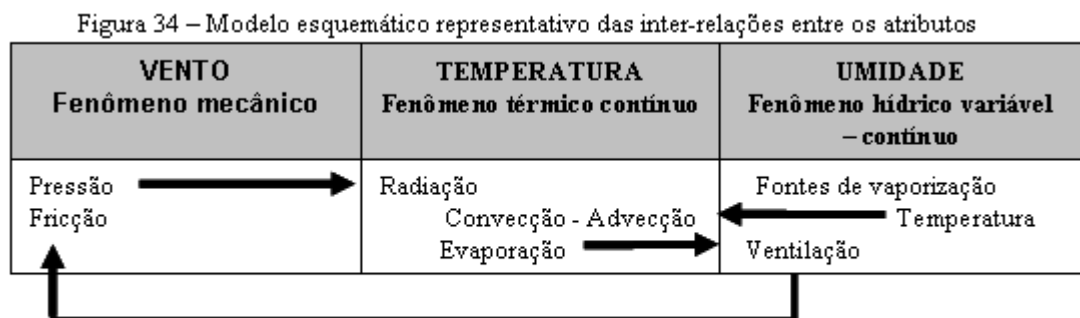
Problemas semelhantes ocorrem nos setores localizados na direção sudeste, próximo ao Lago Corumbá. As várias nascentes ainda existentes no Setor Serrinha, Estância Jequitimar, Residencial Morada Norte, Residencial Lago dos Ipês, tendem a desaparecer a partir da inserção cada vez maior dos elementos associados à urbanização. O Lago Corumbá recebe, de acordo com Costa (2008, p.107), todos os dejetos dos bairros que ocupam as margens dos córregos que atravessam a cidade e “grande parte dos empreendimentos de turismo e lazer também se formou em zonas de preservação permanente, e isso tudo diminuiu a oferta de espaços verdes públicos, na cidade”.

Desta forma [...] “o ambiente urbano, se configura pelo resultado da intervenção humana sobre o espaço natural, e, por definição, está inserido na categoria de Espaço Adaptado, portanto, construído para o viver” (SAMPAIO, 1981, p. 13). Essas transformações

¹⁶ Sobre os problemas decorrentes da superficialidade dos lençóis d'água na cidade de Caldas Novas, recomenda-se a leitura do capítulo 4 do trabalho de Costa (2008)

intensas tanto no ambiente intra-urbano quanto no seu entorno [...] “revelam a inadequação que determinados padrões de uso-do-solo imprimem à estrutura final destes Espaços Adaptados. Geralmente, os requisitos solicitados para um habitat “congruente à necessidade bio-psíquicas do ser humano” não são atendidos (op. cit. p. 14).

Ressalta-se que as discrepâncias dos elementos climáticos não consistem apenas entre área urbana e rural. No interior do sítio urbano como, parques, bairros, avenidas, córregos, prédios, aliado a estrutura e funcionalidade urbana encontram-se condições climáticas diferenciadas (formação de microclimas, topoclimas, ilhas de frio), é o que Mendonça (1994) denomina de bolsões climáticos, como fora verificado durante as análises deste trabalho. E é a partir da análise das interações dos principais atributos: temperatura, umidade relativa e vento (Figura 34) com a estrutura física da cidade, seguindo também o exemplo de Sampaio (1981), que foi possível neste trabalho caracterizar as variações termo-higrométricas e entender o mecanismo de transformação interna da energia térmica na cidade, iniciando-se a partir das informações pertinentes a cada posto de coleta de dados.



Fonte: Cf. MONTEIRO, C. A. – “Apontamento de Aulas”, (1976), apud, Sampaio, 1981.

3.1 Correlações entre a morfologia do espaço intra-urbano e as variações dos elementos climáticos

O Bairro Jardim Serrano encontra-se numa área de topografia plana a 737 metros de altitude no setor oeste da cidade, próximo a Serra de Caldas. Há predominância de ruas não pavimentadas em forma de tabuleiro de xadrez. A grande quantidade de áreas livres (1.121 lotes) e escassa vegetação mostram a não preocupação com os problemas sócio-ambientais. Diferentemente, o Setor Itaici encontra-se numa altitude aproximada de 718 metros, com ruas

pavimentadas e um total de 1.572 edificações, com predomínio residencial e pequeno comércio, além de 455 áreas livres.

Todas as construções do Parque das Brisas, originalmente, seguiam a tipologia construtiva típica de conjuntos habitacionais. Hoje, contudo, os espaços livres estão ocupados por ruas estreitas, lotes pequenos, poucas áreas livres (14 lotes) com 754 construções. Na Vila São José, Santa Efigênia e Parque Real predominam residências térreas com, respectivamente, 88, 92 e 70% de área construída. Suas ruas são estreitas, asfaltadas e no caso da Vila São José, os muros das residências são construídos em grande parte com placas de cimento, o que lhe confere um maior potencial de aquecimento durante o dia.

O Centro encontra-se quase totalmente edificado com 98% de ocupação, as edificações são intercaladas por edifícios altos, sobrados, casas térreas e comércio. É importante destacar os córregos que cortam as ruas e avenidas, o que justifica em parte a baixa temperatura encontrada em alguns pontos na área central alcançando, em determinados momentos, até 2,0 °C a menos numa distância de aproximadamente 40 metros. Além da presença do Córrego Caldas, a vegetação e canalização do vento, influenciaram nos valores térmicos deste ponto. Outro fator importante é a topografia. Nas depressões, geralmente ocorre um maior acúmulo de ar frio, principalmente durante o inverno, o que acaba condicionando a redução da temperatura do ar. Todo esse conjunto de fatores caracteriza uma fraca ilha de frescor revelando, segundo Mendonça (1994), a importância dos espaços verdes intra-urbanos (formação de efeito oásis, efeito park).

No mapa da área construída (vide figura 33, p. 88) mostra a existência de espaços vazios nas áreas periféricas, enquanto nos setores mais centralizados de Caldas Novas estão entre 80 a 100% de área edificada. O espaço “natural” vem sendo substituído à medida que a cidade se desenvolve economicamente e/ou são ocupadas face ao grande crescimento populacional. Um exemplo são as aberturas de novos loteamentos e construções em locais inadequados.

Os bairros mais antigos como Vila São José, Parque das Brisas, incluindo o Centro, já não contemplam muitas áreas livres e, em decorrência da implantação de novos clubes, comércio, hotéis etc., principalmente na área central, há um aumento do índice de materiais impermeáveis como o asfalto e o concreto. A intensificação de superfícies pavimentadas e a qualidade do recobrimento dessa superfície tende aumentar ou minimizar a radiação absorvida e refletida por esses materiais. As áreas verdes também fazem parte desse processo porque absorve radiação solar e promove a evapotranspiração [...] “diminuindo as

temperaturas superficiais e aumentando a umidade do meio nas regiões quentes” (SANTANA, 1997, p. 60).

Sabe-se que os materiais que compõem a estrutura urbana apresentam comportamento diferente com relação à radiação solar. Seu [...] “albedo varia de acordo com a cor e constituição que o corpo apresenta” (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.35). Segundo Santana (1997, p. 63),

O concreto, por exemplo, requer 2200KJ (calor específico volumétrico; quantidade de calor necessária para elevar em uma unidade a temperatura de um corpo de volume unitário) para elevar 1°C a temperatura de 1m³ de material, enquanto que a água do mar necessita de 4190KJ. Portanto, o mar precisa de quase o dobro do calor que um volume igual de concreto para obter o mesmo aumento de temperatura.

Assim, a radiação solar ao atingir uma superfície, parte é absorvida e outra refletida e a intensidade com que esses eventos acontecem depende da característica de cada superfície. A inclinação dos raios solares também influencia no albedo, quanto maior a inclinação, maior quantidade de luz refletida. A cor (clara ou escura), o tipo de material utilizado nas edificações e sua textura, superfícies líquidas e vegetação influenciam na proporção de aquecimento e resfriamento. Áreas com maior quantidade de vegetação tendem a amenizar a temperatura do ar porque,

[...] a vegetação em relação à radiação atua como filtro das radiações absorvidas pelo solo e pelas superfícies construídas, refrescando os ambientes próximos, uma vez que as folhagens das árvores atuam como anteparos protetores das superfícies que se localizam imediatamente abaixo e nas proximidades (ROMERO, 1988; p. 97 apud, SANTANA, op. cit. p. 61).

Quanto à importância deste elemento dentro do balanço de energia e corroborando com esta afirmativa, Mendonça (2003, p. 110) também faz referência ao seu desempenho da seguinte forma: [...] “a vegetação, enquanto fator climático, manifesta sua influência em todas as escalas de grandezas climáticas, tendo implicações desde a formação do questionável efeito-estufa planetário até a derivação de ambientes micro-climáticos naturais, rurais ou urbanos”.

Diferentemente, os espaços construídos e pavimentados tendem a elevar a temperatura e diminuir a umidade. Santana (op.cit. p.59) faz atribuição a esta questão e afirma que [...] “áreas pavimentadas, além de reter uma quantidade considerável de calor na camada do ar próxima à superfície, irradiam e reflete grandes quantidades de calor para as áreas

circunvizinhas e para o interior das edificações”. Então, essa razão de aquecimento ou resfriamento depende da capacidade de reflexão, absorção e transmissão da radiação pelos diferentes materiais.

Além dos bairros citados, a Nova Vila enquadra-se na classe de 81 a 100%, poucas árvores nas calçadas, ausência de praças arborizadas, que aliado a outros atributos pode ser considerado fator de risco porque tendem a alterar a temperatura e umidade relativa do ar e com isso causar desconforto térmico. Esse fato vai depender da frequência dos acontecimentos e intensidade deste fenômeno como já fora abordado. Porém, surge a seguinte dúvida: até que ponto esse aumento térmico interfere de fato no modo de vida das pessoas? Para uma conclusão mais efetiva, necessitaria de um estudo mais aprofundado no que se refere ao conforto térmico. Logo, porque, 1,0 °C a mais ou a menos, não vai impedir que as pessoas continuem desempenhando suas atividades diárias apesar da sensação de desconforto provocado pelo calor intenso ou frio. Isso é um fato questionável, porque o que é considerado condição de desconforto ou conforto para uma parcela da população, às vezes para outros não é, depende de vários fatores como idade, sexo, massa corporal, etc. Além desses, segundo Berte (2000, p. 56) [...] “Outras variáveis que intervêm na sensação de conforto são aquelas que regulam os intercâmbios térmicos e pertencem ao espaço habitado: a temperatura média radiante, a temperatura, velocidade do ar e umidade do ar” (ver item 2.1.4).

O Bairro Turista com 96% de área construída não apresentou na maioria dos dados coletados valores térmicos muito elevados. Em alguns pontos, blocos densos de edifícios altos, alguns dispostos em “canyons” com orientações e extensões variadas, produzem significativas áreas sombreadas. Deve-se mencionar, também, a presença do córrego do Capão Grosso que forma a Lagoa do Clube SESC (Serviço Social do Comércio). A presença da vegetação e corpos d’água, aliado à canalização dos ventos, reduz a temperatura nessa área apesar da densa edificação.

A área de reserva florestal pertencente à Companhia Thermas do Rio Quente, localizada nas proximidades do Jardim Paraíso e Aeroporto Internacional de Caldas Novas, é um diferencial, porque, além das nascentes existentes, recebe como afluentes os córregos Aguão e Açude, na margem direita do Córrego Caldas. A presença do Cerrado de médio e alto porte, solo recoberto por serrapilheira e sombreado, apesar de bastante antropizado (é comum focos de queimada no período de inverno), modificou os valores de temperatura e umidade em determinado horário do dia e estação do ano.

A coleta de dados realizadas no inverno (dias 6 e 7 de setembro de 2008) nesta

área de preservação apresentaram valores semelhantes ou maiores em relação às áreas edificadas. Nesta época a vegetação encontrava-se seca, intensificada ainda mais pela queimada ocorrida nos dias próximos. Com isso, as copas das árvores não forneciam sombreamento e, parte da radiação solar incidia de forma direta no solo. A vegetação seca quase não influenciou no declínio dos valores de temperatura. Na realidade seu comportamento térmico foi semelhante às superfícies recobertas por solo exposto, asfalto ou concreto. Nessa linha de raciocínio, Gouvêa (2002, p. 58-59, apud JARDIM, 2007, p. 129) num trabalho realizado em Brasília e arredores, durante os meses de agosto e setembro (meses caracterizados secos na área de cerrado) [...] “constatou para os valores de temperatura medidos junto à base de superfícies gramadas [...] uma diferença maior entre a úmida e seca às 12 h no sol, estando mais quente a seca 14,4 °C” [...]. Os valores chegaram a alcançar em outro momento 17,6 °C nas mesmas condições de tempo e período de coleta. Gouvêa atribui esse fato [...] “a maior capacidade de a vegetação viçosa criar sombras” [...] e defende a necessidade [...] “em termos de conforto, de se terem ambientes vegetados umedecidos”.

É perceptível a importância da presença de vegetação no núcleo urbano. No dizer de Tomás, quando esse elemento se faz presente de forma pontual ou às vezes até inexistente, influencia na umidade relativa do ar através da diminuição da evapotranspiração.

A diminuição da evapotranspiração [...] pode ser entendida como redução da área foliar existente no núcleo urbano. Isso favorece diretamente um aquecimento mais acentuado, não só pela menor taxa de transpiração decorrente da ausência de folhagem, como também pelo fato dessa ausência permitir maior incidência direta do sol na superfície (TOMÁS, 1999, p 14)

Diferentemente do verão (21 e 22 de março de 2009) os valores térmicos neste mesmo ponto (área de reserva florestal) apresentaram-se inferiores aos dos postos das áreas edificadas. Nesta época, o dossel das árvores aparecia exuberante, fornecendo maior sombreamento, além da sua proximidade com o córrego, no sentido de criar um importante efeito oásis e efeito park.

O Setor Nova Vila expõe-se a intensa radiação solar, estando assentado sobre uma vertente voltada para o quadrante norte, muito inclinada, a 695 metros de altitude, totalmente pavimentada (93,5% de área construída). Durante a coleta de dados do transecto móvel (verão e inverno), genericamente, esta área, juntamente com o Itaiçi (vertente norte a 718 metros) e Centro (685 metros, superfície pouco inclinada) conferiram valores térmicos mais elevados do que os postos do Bairro Turista e Belvedere (superfícies horizontais, podendo ser

caracterizada como área de depressão se comparado às áreas do seu entorno), SESC (depressão – convergência de ar) e Cerâmica Jalim (topo com vertente norte). A variação da inclinação das vertentes e sua orientação, associada à variação altimétrica, desempenhou um [...] “importante papel na distribuição da energia calorífica-luminosa das mesmas” (MENDONÇA, 1994, p. 33). Nesse contexto, Geiger (1990: 382 apud op. cit.) destacou que [...] “o clima das encostas, ou clima das exposições, é determinado em primeiro lugar pelo fato de as superfícies inclinadas receberem, da radiação solar direta, mais ou menos calor do que a superfície horizontal”. Assim, a exposição do relevo, considerado fator topoclimático, condiciona ou não a radiação solar direta. Os terrenos de meia-encosta voltados para o norte recebem mais energia do que os voltados para o sul. Já nos fundos de vales ocorre um maior acúmulo de ar frio, principalmente durante o inverno, o que acaba condicionando a redução da temperatura do solo também nessa área.

Cabe ressaltar que a variação termo-higrométrica do ar depende do dia, horário, intensidade e regularidade do vento. A ocorrência eventual de temperaturas menores no ponto localizado no setor Nova Vila está associada, principalmente, ao fator vento, este quando intenso e com incursões de norte ou sul, ou seja, sentido do arruamento, aliado ainda à predominância de edificações térreas e trânsito livre, favorecia a circulação do ar e, conseqüentemente, assegurando um menor valor térmico, conforme pode ser constatado nas análises a seguir, a partir do cruzamento dos dados.

3.2 Análise dos Dados da 1ª Etapa do Trabalho de Campo (inverno de 2008)

De posse dos dados de temperatura, umidade relativa do ar, vento, nebulosidade, tipo de nuvem, buscou-se verificar o comportamento térmico dos diferentes ambientes, sob determinadas condições de circulação atmosférica e trabalhar com as médias horárias, os valores de máxima e mínima diária e horária, amplitude diária de cada local onde foram coletados os dados e comparar essas ocorrências com as características físicas pertinente a cada um deles. A discussão dos dados teve por base valores com maiores divergências térmicas encontradas nos pontos e dias em que estas ocorreram, com ênfase naqueles que apresentaram discrepâncias mais expressivas naquilo que se refere às variações termo-higrométricas do ar. Os dias e horários que apresentaram situações análogas não foram referenciados.

3.2.1 Experimento I – Segmento temporal (21 a 30 de julho de 2008)

Esta seqüência cronológica refere-se às observações nos pontos do transecto móvel distribuído longitudinal à malha urbana no sentido sul-noroeste, dispostos a partir do distrito industrial de Caldas Novas, mais especificamente a partir da Cerâmica Jalim, estendendo-se pelos setores Itaiaci, Nova Vila, Centro e Bairro Turista.

A coleta de dados como já relatado na metodologia realizou-se em diferentes horários (7, 9, 12, 15, 18 e 21 horas) sob condições de tempo estável, o que possibilitou identificar os principais fatores urbanos e locais para a compreensão do comportamento do clima de Caldas Novas e entender que as diferenças de temperatura e umidade relativa associam-se não apenas ao tipo de ocupação da terra, densidade de arborização, mas à exposição de vertentes e altitude como relata Anunciação e Sant’Anna Neto (2002) ao analisar o clima urbano de Campo Grande e, Pimentel e Santos (2006) ao avaliar a Estrutura térmica da cidade de Morrinhos - Goiás.

O segmento temporal evidencia domínio geral do sistema de alta pressão ou anticiclônico, originado por uma extensa massa de ar descendente. A formação desse sistema pode ser compreendida genericamente da seguinte forma: o movimento descendente do ar, a partir dos centros de alta pressão, se aquece e diminui a umidade evaporando as gotículas de água presentes no ar. Estas condições tornam a atmosfera estável e dificultam a formação de nuvens.

Com a atuação da massa polar atlântica (mPa) durante o inverno, há um decréscimo nos valores de temperatura com tendência a homogeneização térmica (os valores de temperatura nos diferentes postos mostram-se muito próximos uns dos outros), associado a um resfriamento geral do ar, tempo estável, seco, com frequentes calmarias. Entretanto, nos meses representativos do inverno, é comum ocorrer temperaturas elevadas, e em decorrência desse fato, as temperaturas médias do inverno são pouco representativas. O ar polar é geralmente mais seco do que o ar tropical. De acordo com Mendonça (2007), quando o centro¹⁷ migratório polar encontra-se com intensidade expressiva, a mPa desenvolve podendo até mesmo ultrapassar a linha do Equador.

Nessas condições, “sua atuação sobre a Amazônia provoca a ocorrência do

¹⁷ Os centros de ação constituem-se em extensas zonas de alta ou de baixa pressão atmosférica que dão origem aos movimentos da atmosfera, portanto, aos fluxos de ventos predominantes a aos diferentes tipos de tempo. (MENDONÇA, 2007, p. 95).

fenômeno conhecido regionalmente por friagem”. [...] Ao atingir a latitude do rio do Prata, a MPA subdividi-se em dois grandes ramos. Um deles adentra o continente aproveitando a calha natural do relevo formada pelos rios do Prata, Paraguai, Paraná etc. É a esse ramo que se associam a queda térmica de inverno, o interior do Brasil, e os reduzidos índices de umidade do ar e de pluviosidade observados no centro do continente, nessa época do ano. (MENDONÇA, 2007, p. 111)

As frentes frias nesta sequência (21 a 30 de julho de 2008) estiveram restritas mais ao sul e parte do sudeste do Brasil, não ultrapassando o Estado de São Paulo. A ZCIT¹⁸ (Zona de Convergência Intertropical) estava fraca a moderada; a área de atuação restringia-se mais ao hemisfério norte e no território nacional, especificamente, na Amazônia, facilitada pela evapotranspiração da floresta (Figura 35).

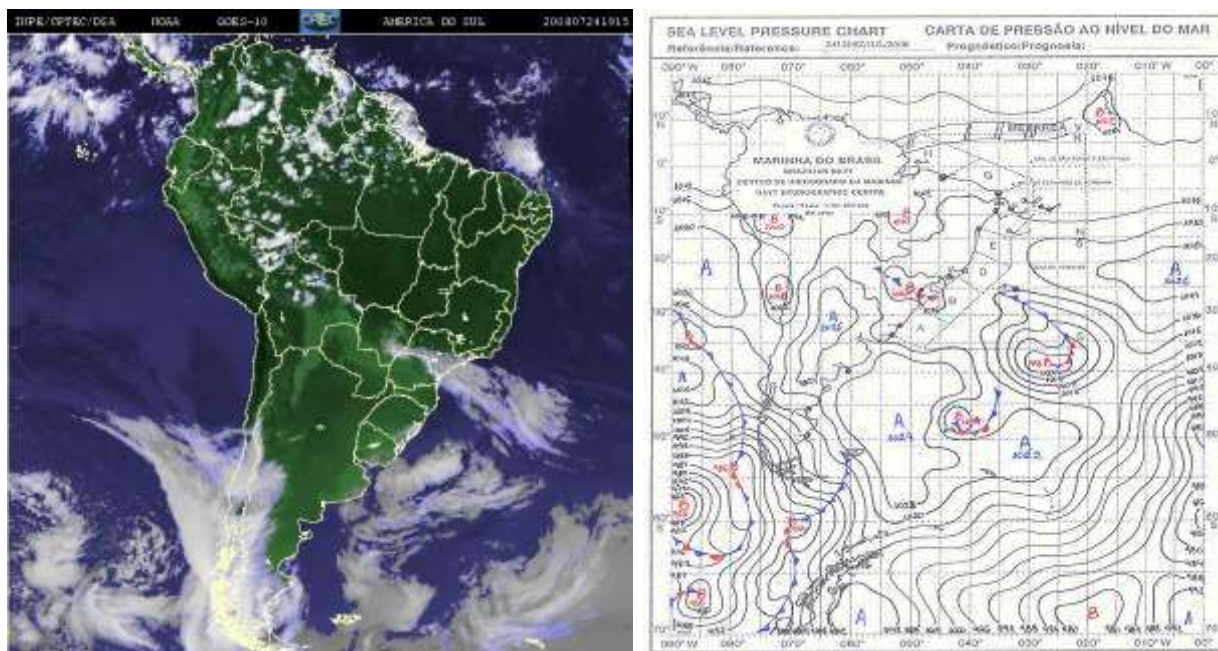


Figura 35 - Imagem de satélite (esquerda) na faixa do infravermelho e carta sinótica (direita), mostrando, respectivamente, o dinamismo das massas de ar e os principais centros de pressão na América do Sul (Fonte: www.cptec.inpe.br; www.mar.mil.br).

Quase todo o Brasil estava sob influência do Sistema Tropical Atlântico (STA). As condições atmosféricas em que foram colhidos os dados encontravam-se sob o domínio deste sistema, ora associado ao anticiclone tropical atlântico, ora ao polar atlântico tropicalizado ou em vias de tropicalização.

Nesta etapa, a área apresentava condições de tempo estável. O vento oscilou de 0

¹⁸ Zona ou faixa de transição para a qual convergem os ventos dos hemisférios norte e sul. Esta zona é mais bem definida sobre os oceanos e se apresenta como uma faixa cuja característica é a ocorrência de grande concentração de nebulosidade (BARROS, 1991).

a 12,2 m/s (rajadas), predomínio de norte e oeste, com intensidade maior no dia 21 de julho nos horários entre 12 e 15 horas. Registraram-se temperaturas elevadas no período da tarde (ao redor de 30,0 °C) e na parte da manhã entre 11,0 e 16,0 °C. Os valores de umidade relativa do ar mostraram-se elevados, considerando a estação do ano (em torno de 40% nos horários mais quentes do dia).

21/07/2008 - Às 9 horas observou-se que as temperaturas pouco oscilaram. O setor Nova Vila se destacou, apresentando 63% de umidade e temperatura de 20,9 °C (1,5 °C mais elevado do que o Itaici). Essa diferenciação induz a várias explicações, a começar pela posição geográfica em que a vertente da Nova Vila se encontra (norte), favorecida pela incidência direta dos raios solares durante todo o dia, além das características de uso da terra, totalmente impermeabilizada e sem vegetação. Apesar de o vento estar fraco no momento da pesquisa, força (1 a 2) de acordo com a escala de Beaufort (Quadro 1), a direção noroeste indicava sua trajetória da parte mais urbanizada da cidade para a menos urbanizada, favorecendo o transporte de calor por advecção, [...] “processo pelo qual o calor é propagado pelo movimento “horizontal” de massas de ar” (Barros, 1991, p.20). Na medida em que o ar aquecido se eleva verticalmente, o ar mais frio circundante o substitui transferindo essa propriedade.

Quadro 1 - Escala de ventos de Beaufort

Tipo	Nome	Velocidade (km/h)	Consequências visíveis
00	CALMARIA	0 a 1	Ausência de vento, fumaça eleva-se verticalmente
01	ARAGEM	1 a 6	Cata-ventos imóveis; a fumaça é levada pelo vento
02	BRISA LIGEIRA	7 a 12	Cata-ventos se movem; folhas se movem levemente
03	BRISA SUAVE	13 a 18	Folhas e ramagens se movem
04	VENTO MODERADO	19 a 26	Pequenos galhos balançam e a poeira é levantada do chão
05	VENTO FRESCO	27 a 35	Arbustos se agitam e formam-se pequenas ondas nos lagos
06	VENTO FORTE	36 a 44	Galhos mais grossos são agitados
07	TEMPESTADE MODERADA	45 a 55	As árvores balançam e é difícil caminhar contra o vento
08	TEMPESTADE	56 a 66	Ramos das árvores se quebram
09	TEMPESTADE FORTE	67 a 77	Pequenos danos às casas; telhas são atiradas
10	TEMPESTADE TOTAL	78 a 90	Árvores são arrancadas e as casas sofrem grandes danos
11	VENTO TEMPESTUOSO	91 a 104	Destruições generalizadas. É muito raro
12	FURACÃO	Acima de 105	Construções são arrasadas e a vegetação é destruída

Fonte: Forsdyke, 1975

O Setor Itaici é uma área urbanizada, porém, menos densa. Contempla, ainda, muitos lotes baldios e um percentual maior de vegetação o que lhe confere menores valores de temperatura do ar (19,4 °C) e maior umidade (72%) em relação à Nova Vila com 20,9 °C e 63%, respectivamente, neste mesmo horário (9 horas). A influência da urbanização e orientação do relevo influenciou nesta discrepância.

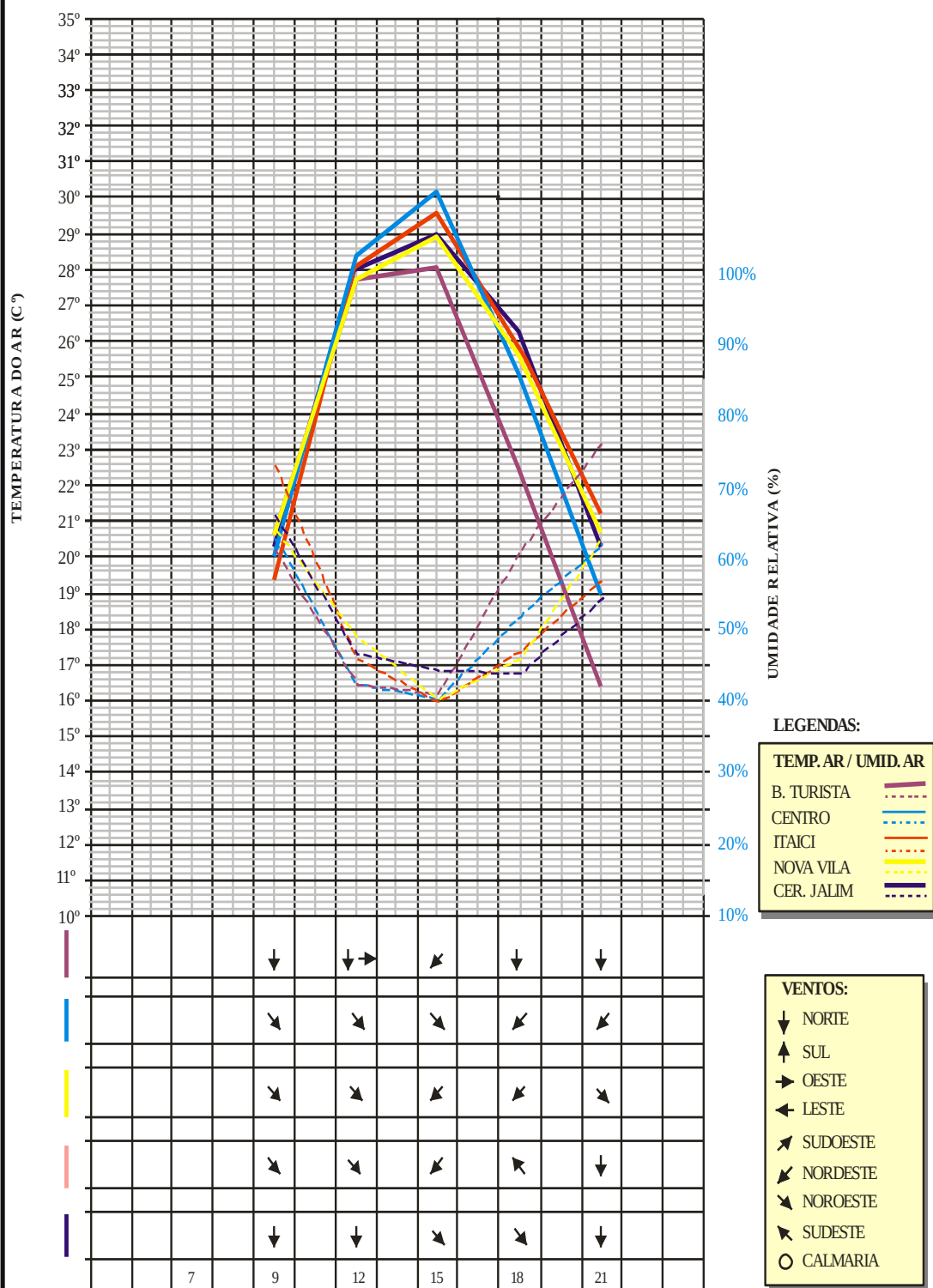
A Cerâmica Jalim, apesar de localizar-se no seu entorno com um quantitativo maior de vegetação (herbácea e arbustiva seca e poucas folhagens) não se mostrou menos aquecido do que o próprio Itaici e Centro (20,0 °C), fato comum em todos os horários. Isso justifica o que Mendonça (1994, p. 107) ressalta sobre os efeitos das diferentes superfícies no balanço de energia e, por conseguinte, nos valores de temperatura. Na sua concepção essas superfícies, além de reagir de maneira distinta ao processo radiativo, também apresenta variação de albedo que, por sua vez, influencia nas características da temperatura da camada de ar: [...] “Os solos agrícolas, cobertos ou nus e secos ou úmidos, possuem diferenças notáveis de balanço de energia e influem diretamente na caracterização do ar sobre os mesmos; a sua coloração e porosidade/compactação também exercem importante influência”.

Às 12 horas, conforme a tabela 3 e figura 36, todos os pontos registraram temperaturas aproximadas. Apesar de o Bairro Turista ser uma área verticalizada e receber incidência direta do sol, este permaneceu ligeiramente mais frio em relação ao Centro (0,8 °C a menos). Analisando de perto suas características locais, observou-se que o vento era canalizado, vindo das direções norte e/ou noroeste, drenando ar mais frio proveniente de áreas menos urbanizadas com presença de vegetação e corpos d’água. Bernatzky (1982) apud Assis (1990), considerando o desempenho de áreas verdes em climas tropicais, é vista como controladora do clima urbano e influencia o meio de várias formas: refrigera o ar, aumenta a umidade relativa do ar, serve como suprimento de ar fresco, produção de oxigênio etc.

Tabela 3 - Dados do transecto móvel do dia 21 de julho de 2008

Ponto Coleta	Alt. (m)	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	Sem dados		20,1	65	28,1	46	29,1	44	26,2	44	20,0	54	9,1	21
Itaici	718			19,4	72	28,1	45	29,6	40	25,7	47	21,0	57	10,2	32
Nova Vila	695			20,9	63	27,8	48	29,0	40	25,5	46	20,5	62	8,4	23
Centro	685			20,0	62	28,5	42	30,2	40	24,9	52	18,7	62	10,2	22
B. Turista	680			20,6	60	27,7	42	28,1	41	22,3	61	16,1	76	7,5	35
Média				20,1	64	28,0	45	29,2	41	24,9	50	19,3	62	9,1	27

FIGURA 36: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 21/07/08



Em relação à influência da Serra de Caldas, a desobstrução do Bairro Turista sugere que o vento acompanhava o contorno da serra ao impor uma re-orientação na sua trajetória, favorecendo os quadrantes norte e oeste. Chegou-se a essa conclusão porque a direção sul em relação a esse ponto é uma área mais livre de construções e raras vezes o ar se deslocava desta direção.

Observou-se que a estabilidade do vento é maior no interior urbano devido à rugosidade. O atrito com as edificações, em função da sua altura, o espaçamento entre as construções, ruas e densidade urbana diminui a intensidade do vento, embora, sob outras circunstâncias, possa favorecer a sua canalização (“canyons”). Segundo Gómez et al. (1993, p.26), num estudo acerca da formação de ilhas de calor em Madri, relata que

[...] en el interior de la ciudad, hasta unos 40 metros en general, las velocidades y direcciones varían mucho según el trazado de las calles, el volumen y la altura de las casas. Hay calma en el fondo de espacios cerrados, en cambio es notable la intensidad del viento cuando se canaliza por las vías orientadas en la misma dirección: se forman remolinos en los cruces con calles perpendiculares y en éstas, vórtices de eje horizontal.

No Bairro Turista, durante o transecto, foi observada essa característica. A canalização do vento se mantinha quase constante mesmo com intensidades pequenas nas ruas que formavam “canyons”. Na concepção de Santana (1997, p.52) [...] “uma superfície do solo rugosa provoca um deslocamento das massas de ar de forma turbulenta. A turbulência aumenta as trocas térmicas por convecção de toda estrutura urbana com sua atmosfera”. É importante lembrar, segundo Forsdyke (1975), que [...] “o ar é um mau condutor de calor e o intercâmbio de temperatura do ar deveria ser efetivo somente para poucos centímetros acima da superfície do solo, não fosse pelo vento e pela turbulência que distribui o esfriamento até maiores alturas [...] dependendo da profundidade do vento”.

Ainda no dia 21 no horário das 15 horas, o referido bairro por estar abrigado neste horário da incidência direta dos raios solares (sombreamento dos prédios), apesar das construções verticalizadas que incitam a um maior aquecimento devido à má circulação do ar em determinado momento, apresentou a menor temperatura (28,1 °C), em relação aos demais postos, com uma diferença negativa de 2,1 °C em relação ao Centro. Essa situação se repetiu às 18 e 21 horas com 3,9 °C menos elevada se comparado ao entorno rural (Cerâmica Jalim) e aproximadamente 3,0 °C em relação às áreas centrais.

A Cerâmica Jalim localiza-se a 725 metros de altitude (o ponto mais elevado do transecto móvel), recebe influência solar durante todo o dia, por isto acumula energia desde as

primeiras horas da manhã. Durante o dia, áreas pavimentadas e solos expostos tornam-se mais quentes que áreas com vegetação quando, à noite, a situação se inverte, o que explica a variação térmica ocorrida entre estes pontos.

No horário das 7 horas do dia 21/07, durante o transecto, não foram realizadas as coletas. Nos demais dias, neste horário, o Bairro Turista registrou as menores temperaturas (variou de 11,5 a 15,0 °C), com maior discrepância para a Nova Vila (13,3 a 17,5 °C), diferenças de 1,8 e 2,5 °C, respectivamente. Provavelmente, essa variação ocorreu em função da orientação dos prédios em relação ao movimento aparente do sol. O Bairro Turista, por localizar-se próximo a áreas com vegetação, corpos d'água e permanecer abrigado da incidência direta dos raios do sol, exceto no horário das 12 horas, apontou essa predominância cujas características foram explicitadas anteriormente. No horário das 9 horas esse posto perdia essa característica, ficando o setor Itaici com as menores temperaturas, sendo os mais aquecidos o Centro e Nova Vila.

Às 12 horas, o posto da Cerâmica Jalim mostrou-se mais frio em relação aos demais. O vento, aliado à condição topográfica, favorecia o resfriamento desse setor. Nesse horário, os pontos centrais apresentavam situações de calmaria, proporcionando maior acúmulo de energia.

22/07/2008 – Marcado pela ausência de nuvens, situação de calmaria, alternando-se com rajadas de vento (0 a 2 m/s) e influenciado pelo Sistema Tropical Atlântico, os valores térmicos oscilaram em média entre 15,8 e 28,7 °C (para a temperatura mínima e máxima) e entre 41 e 70% de umidade relativa.

Nas primeiras horas da manhã (7 horas) o posto localizado no Centro a 685 metros de altitude registrou 15,7 °C para a temperatura do ar e 72% de umidade. O Bairro Turista a 680 metros ficou com 14,3 °C de temperatura e 77% de umidade. Neste mesmo horário, os postos Itaici e Nova Vila, localizados em altitude superior (718 e 695 metros respectivamente), registraram temperaturas maiores: 16,5 e 16,8 °C e menor umidade: em torno de 65%. Caracterizando, portanto, uma diferenciação térmica de 2,5 °C. A Cerâmica Jalim, situado em patamar superior de altitude e localizada no entorno à área urbana, atingiu 15,5 °C e 73% de umidade.

Às 9 horas, as diferenças de temperatura entre os postos (Cerâmica Jalim, Itaici, Nova Vila e Bairro Turista) não ultrapassou 1,5 °C. Contudo, no Centro foi verificado um

aumento mais significativo (25,4 °C), ou seja, 5,2 °C a mais em relação ao Itaici (20,2 °C), uma área menos urbanizada, com um quantitativo maior de lotes baldios e presença de vegetação. Neste horário, a radiação solar ainda não aparece tão intensa, se comparado aos horários das 14 e 15 horas¹⁹. Portanto, os postos Cerâmica Jalim, Itaici e Nova Vila, cuja vertente preferencial é o quadrante norte, não recebia neste momento (9 horas) forte radiação o que resultaria num aquecimento superficial maior. Outro elemento a acrescentar é o vento, aparecendo como uma leve brisa (0,4 a 1,3 m/s do quadrante norte): [...] “A ventilação é vista como um instrumento de controle do clima local, considerando a dinâmica dos ventos a partir da relação entre o sentido dominante dos ventos e a estrutura do recinto urbano”. (CARLO, 1999, apud MENDONÇA & ASSIS, 2003, p. 47).

Dependendo das condições do tempo, a tendência da área central (localizada numa altitude menor, cuja característica aproxima-se mais às áreas de depressão, ou seja, superfície horizontal, sem orientação preferencial, densamente construída e pavimentada) é armazenar o calor, tanto de origem antropogênica quanto aquele resultante da interação das superfícies com a radiação solar, causando certo desconforto térmico. Neste horário (9 horas) a circulação do ar nos postos localizados no Centro e Bairro Turista caracterizava-se por calmaria (não havia vento para dissipar o calor) e, grande parte dos materiais utilizados nas construções, no revestimento do solo e pavimentação das vias de circulação apresenta baixo albedo e maior emissividade, transmitindo grande parte do calor produzido (calor sensível) para a camada de ar adjacente e para o próprio ambiente. Verificou-se, também, um ligeiro aquecimento na Cerâmica Jalim. Embora não se tenha observado, a ocorrência de nevoeiros, relativamente comum nessa época, sugere a formação de orvalho e, portanto, a liberação de calor latente, contribuindo para o aquecimento do ambiente.

Em um dia claro, sem nuvens, como aquele em que foi realizado as tomadas de campo, [...] “a maioria da energia da luz que vem do sol pode passar pela atmosfera sem ser absorvida pelos gases contidos nela” (FERREIRA 2006, p. 22-23), sendo absorvida, transmitida ou refletida, dependendo do uso e ocupação do solo. Entretanto, as diferenças térmicas não se relacionam apenas com a ausência das nuvens, o tipo de material utilizado nas edificações aliado ao aumento da luz incidente do sol e o vento influenciavam nesta variação. O vento, segundo Assis (1990) apud Mendonça e Assis (2003, p. 47) possui [...] “um papel

¹⁹ A temperatura do ar junto à superfície do solo varia cada 24 horas em consequência das variações de radiação. O aquecimento da superfície ocorre sempre que o fluxo de radiação líquida é positivo e atinge os maiores valores após o meio dia, em torno das 14 horas, nas regiões interiores e das 15 horas, em áreas costeiras. Os máximos diários ocorrem mais tarde no inverno. O resfriamento noturno é contínuo até a madrugada, sendo favorecido pela atmosfera seca que favorece a perda de calor. (CONTI, 1996, p. 5)

importante na dispersão de poluentes na atmosfera e, quando há uma deficiência da ventilação, outros elementos do clima, tais como a temperatura do ar e precipitação são alterados”.

Cabe salientar que o tipo de cobertura das edificações é também um dos principais responsáveis pelo calor produzido não somente na parte interna como no seu entorno. Este calor de acordo com Amorim et al. (2009) é determinado pelas variáveis de albedo (reflectância) e emissividade dos materiais. O albedo representa a porção da radiação solar incidente, que é refletida pelo material, enquanto a emissividade determina o desempenho térmico caracterizado pela temperatura superficial.

As edificações nas áreas urbanas utilizam para a sua construção vários tipos de materiais que favorecem ou não maior acúmulo de calor. Em geral, é comum o uso de materiais metálicos nas coberturas das construções. No centro de Caldas Novas, principalmente no comércio, o uso desse material é mais perceptível. Já nos bairros de população de baixa renda é comum a utilização de fibrocimento (para a cobertura de telhado) e placas de concreto (principalmente nas construções dos muros). A classe média e alta geralmente faz uso de telhas cerâmicas. De acordo com as informações obtidas no Centro Cerâmico do Brasil – CCB, [...] “cerâmicas de cores escuras absorvem muito mais calor que as de cores claras [...] Por outro lado, para uma mesma cor feita em duas versões: uma brilhante e outra fosca, a versão brilhante é a que mais reflete e, portanto a mais fresca no que se refere ao conforto no interior das edificações” (SANTANA, 1997, p. 60).

Em relação às propriedades físicas, os materiais de cobertura apresentam diferentes respostas térmicas. Ferreira e Prado (2003) apud Amorim et al. (2009), elaboram um conjunto de informações sobre a temperatura superficial de alguns materiais utilizados nas construções (Quadro 2).

Quadro 2 - Temperatura superficial dos materiais (ASTM E 1980-98⁴)

Material	Albedo (a)	Emissividade (e)	Temperatura superficial (°C)	Diferença de temperatura entre o ar e o material
Cerâmica vermelha		0,53	36,8	-0,1
Cerâmica branca		0,54	36,2	-0,6
Fibrocimento		0,34	47,1	10,3
Alumínio s/pintura		0,57	69,4	32,6
Alumínio cores claras		0,40-0,47	40,1-43,3	De +3,2 a +6,5
Alumínio cores escuras		0,26-0,38	45,0-51,4	De +8,1 a + 14,5
Aço galvanizado sem pintura		0,57	57,9	21,1

Fonte: Ferreira e Prado, 2003 apud Amorim et al 2009.

Como exemplo prático das respostas térmicas desses materiais, pode-se citar a pesquisa realizada em Morrinhos, também no Estado de Goiás, por Pimentel, Santos & Silva (2009). Durante as tomadas realizadas no ambiente interno e externo das residências foram notórias as variações de temperatura do ar entre as residências construídas de tijolos e coberta de telha de cerâmica para aquelas cujas paredes eram construídas com placas de cimento e coberta de telhas de amianto. A diferença em média das tomadas simultâneas entre o ambiente interno e externo chegou a 2,5 °C (mais quente na porção interna para aquelas cobertas com telhas de amianto e paredes com placas de cimento). Em outra residência, usando os dois tipos de materiais, a diferença entre um cômodo e outro foi de 1,5 °C, mais quente para aquele cômodo construído de placa de cimento. Durante o verão, os valores térmicos foram bem acentuados, tanto no período diurno quanto noturno. Porém, no inverno, a tendência é de calor mais intenso no período diurno e frio à noite. Esse exemplo demonstra claramente a influência na variação dos elementos climáticos a partir do tipo de material utilizado na sua construção.

A espessura das paredes das residências também influi na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada. Em relação a essa questão, Jardim (2007, p. 125) explica o seguinte:

A mesma propriedade associada à capacidade térmica, “heat capacity ou thermal capacity” (capacidade de uma substância absorver calor e variar a sua temperatura em relação à sua densidade) explica porque as antigas casas coloniais, com paredes espessas, eram mais confortáveis (do ponto de vista térmico) do que as casas de hoje, com paredes finas e, portanto, de baixa capacidade térmica e elevada taxa de condução de calor. Ao transferir parte do calor para o ambiente interno da casa, o seu interior se aquece.

Retornando a análise dos dados em Caldas Novas, às 7 horas o Centro e o Bairro Turista apresentaram 15,7 e 14,3 °C de temperatura, 72 e 77% de umidade, ou seja, mais frio

e mais úmido do que o Itaiçi (16,5 °C e 65%) e Nova Vila (16,8 °C e 65%). No horário seguinte (9 horas) ocorreu o contrário, ficando agora o Centro com 25,4 °C e 50% de umidade, Bairro Turista com 21,7 °C e 54% de umidade, contra 20,2 °C e 55% no Itaiçi e 20,4 °C e 54% no bairro Nova Vila. Essa mudança nos valores entre os horários também foi verificado na Cerâmica Jalim (entorno rural). Isto aponta para o fato de que, após as 7 horas da manhã, o ar frio acumulado na depressão foi rapidamente substituído por ar quente e no entorno ao posto da Cerâmica Jalim, devido à superfície ser recoberta por vegetação seca (com predominância de materiais de calor específico baixo) comportou-se semelhante à área urbanizada, se aquecendo rápido e transferindo este aquecimento para a camada de ar sobrejacente (isto para o horário das 9 horas).

Os maiores valores de temperaturas foram registrados no Centro (29,5 °C), às 12 horas, e Nova Vila, setor mais centralizado, (29,6 °C) no horário das 15 horas. Neste mesmo horário, a Cerâmica Jalim (ponto mais elevado do transecto) e Bairro Turista (ponto menos elevado) registraram as menores temperaturas, 27,6 e 28,1 °C, respectivamente. Portanto, uma diferença positiva de 2,0 °C entre Nova Vila e Cerâmica Jalim (mais frio) e de 1,5 °C a mais no setor Nova Vila em relação ao Bairro Turista.

As condições climáticas verificadas nos postos mais centralizados em relação àqueles espaços abertos ou com maior presença de vegetação (Cerâmica Jalim) adveio com a influência da urbanização bem como da forma como esse espaço é ocupado. A variação nos valores de temperatura e umidade, ora mais influenciada pelo vento ora pela intensidade da radiação solar direta ou difusa, que de acordo com a orientação do relevo pode receber maior ou menor radiação.

Os registros de temperatura da superfície do solo às 15 horas sob as mesmas condições de tempo calmo, vento de 0 a 1,2 m/s, apontaram para o solo exposto, seco e arenoso, 41,6 °C (Cerâmica Jalim) e o solo recoberto por asfalto, medida tomada à sombra, 33,2 °C (Bairro Turista), enquanto no asfalto sob a incidência de radiação direta, 42 °C (Nova Vila). A temperatura do ar nesse mesmo horário e postos foram de 27,6, 28,1 e 29,6 °C, respectivamente. Portanto, uma diferença máxima de 2,0 °C para a temperatura do ar, como anteriormente citado, e de 8,8 °C para os solos. Logo, verifica-se que as diferenças de temperatura do ar da área verticalizada (Bairro Turista) em relação aos valores de temperatura do asfalto, abrigado da radiação direta (sombreamento) foi de 5,1 °C. Nesta mesma tomada, ao comparar a temperatura do ar do posto localizado no entorno rural (Cerâmica Jalim) com a do solo exposto obteve diferença de 14,0 °C, enquanto a diferença da temperatura do asfalto

sujeita a maior radiação direta (Nova Vila), em relação à temperatura do ar, foi de 12,4 °C.

A radiação direta absorvida pelo solo e transformada em calor sensível influencia na elevação da temperatura do ar e diminuição da umidade (o potencial evaporativo do ar quente é maior do que o do ar frio, daí a diminuição nos valores de umidade relativa do ar na medida em que o ar se aquece). O solo atua como um depósito de calor para a atmosfera, uma vez que sua camada superficial durante o dia ensolarado absorve calor, liberando-o à noite. A condutividade térmica e a capacidade calorífica do solo influenciam na razão do seu aquecimento superficial, porém,

A capacidade de calor de um solo varia com sua umidade. Em se tratando de solos secos, os solos minerais possuem uma capacidade calorífica maior que os solos orgânicos, devido à baixa densidade destes últimos. Em condições de campo, os solos orgânicos e de textura fina, apresentam maior capacidade calorífica em relação a solos grosseiros, pois retêm maior quantidade de água. O fluxo de calor no solo é determinado pelo seu gradiente de temperatura e condutividade térmica. [...]. A Relação entre a condutividade térmica do solo e as respectivas variações são inversamente proporcionais (tomados os outros parâmetros constantes), ou seja, quanto maior a condutividade térmica do solo, menores são as variações de temperatura da superfície e mais efetivo é o seu papel como reservatório de calor. (PEREIRA, 2006, p. 42).

Nota-se que “as propriedades termodinâmicas dos materiais que compõem o tecido urbano”, através das construções, áreas verdes, impermeabilização do solo exercem, de acordo com Jardim (2007, p. 125), influência [...] “na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para a atmosfera, condicionando, até certo ponto, a temperatura nesses ambientes microclimáticos e topoclimáticos”.

Visto que a capacidade de reflexão da radiação solar do asfalto é de 5 a 10%, este absorve mais energia, transformando em calor, enquanto o solo arenoso reflete em média 25 a 35% (ZANUTTO, 1977 apud FERREIRA, 2006). Assim na interpretação de Jardim (op. cit. p. 124)

A maior capacidade de reflexão da areia seca (e, por analogia, do solo seco e arenoso, também) poderia ser traduzida num menor aquecimento. Entretanto, a elevada taxa de condução de calor (mais do que na areia úmida, solo úmido e na massa vegetal), anula ou minimiza essa propriedade.

Verificou-se neste dia e horário (15 horas) que a temperatura do ar na Cerâmica Jalim registrou o menor valor (27,6 °C). Neste caso, a elevada taxa de condução de calor do solo exposto (seco e arenoso) não influenciou em quase nada no aumento da temperatura, isto

porque o ar é um mal condutor de calor.

A temperatura do ar e da superfície do solo (asfalto à sombra) no Bairro Turista registrou, respectivamente (28,1 e 33,2 °C), portanto, o ar esteve mais aquecido e o solo mais frio do que a Cerâmica Jalim com 27,6 °C para a temperatura do ar e 41,6 °C para o solo exposto. Neste caso, a temperatura do ar pode ter sido influenciada tanto pela urbanização, quanto pelo movimento horizontal do ar (advecção), haja vista que o vento, apesar de fraco apresentou-se constante e com diferentes direções (oeste/leste). Quando soprava de origem oeste, trazia ar quente da Serra (neste dia e horário, pois havia ocasiões em que predominava ar frio), quando recebia nesse momento maior radiação solar, e ao se deslocar do quadrante leste, transportava calor produzido na área mais densamente construída.

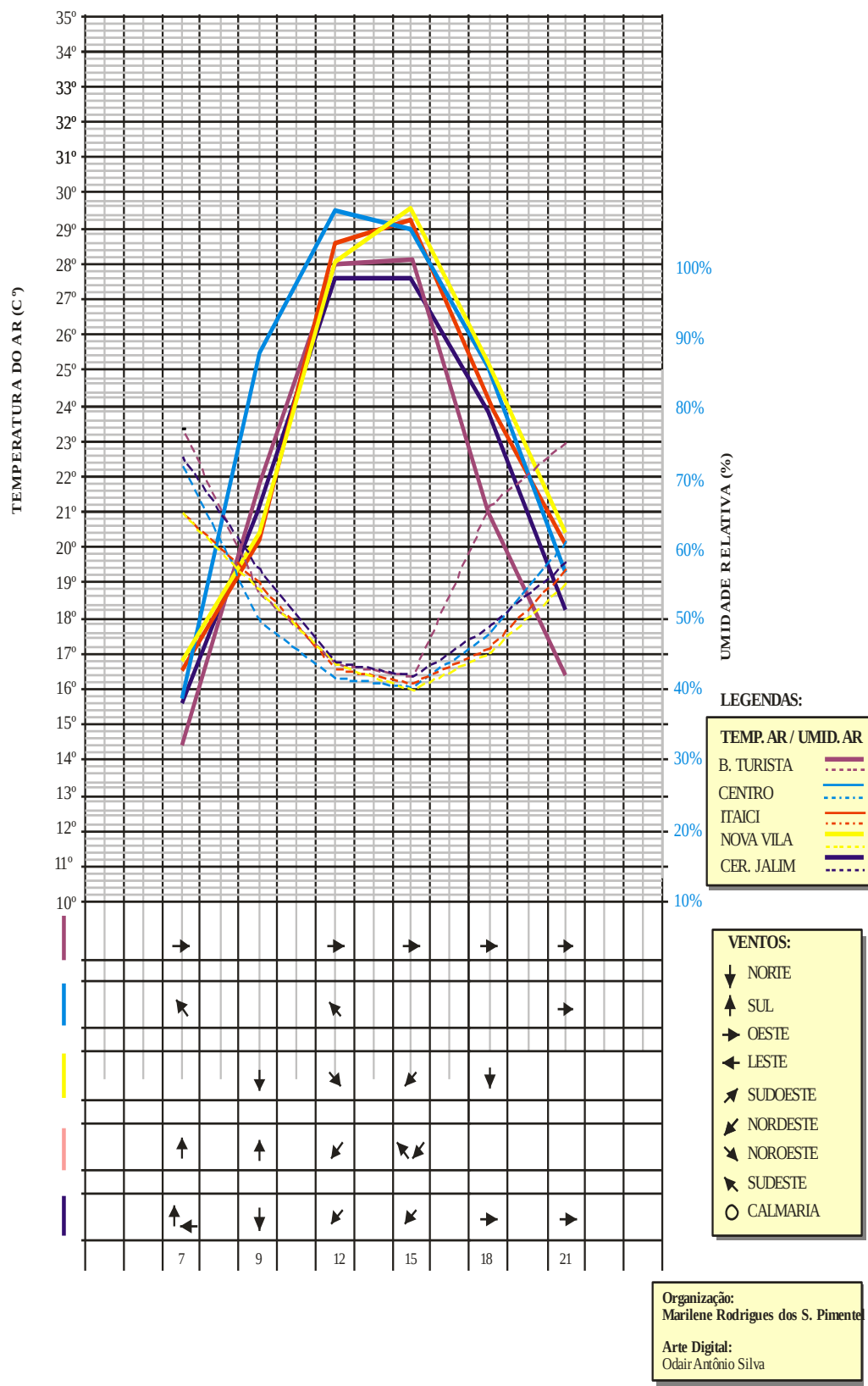
A tabela 4 e a figura 37 representam as condições térmicas e higrométricas no dia 22 de julho de 2008.

Tabela 4 - Dados do transecto móvel do dia 22 de julho de 2008

Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	15,5	73	21,0	57	27,6	44	27,6	42	23,7	49	18,1	58	12,1	31
Itaici	718	16,5	65	20,2	55	28,6	43	29,2	41	24,1	46	20,1	57	12,7	24
Nova Vila	695	16,8	65	20,4	54	28,0	44	29,6	40	25,3	45	20,3	55	12,8	25
Centro	685	15,7	72	25,4	50	29,5	42	29,0	41	25,2	48	19,2	61	13,8	31
B. Turista	680	14,3	77	21,7	54	27,9	44	28,1	42	20,9	66	16,5	75	13,8	35
Média		15,8	70	21,7	54	28,3	43	28,7	41	23,8	50,8	18,8	61	12,9	31

23/07/2008 - Os valores de temperatura entre todos os postos nos horários das 7 e 9 horas tenderam a baixar, se comparado ao dia anterior. Em condições de estabilidade, céu limpo, vento calmo, os valores de temperatura e umidade relativa do ar entre os postos Cerâmica Jalim, Itaici e Nova Vila estiveram muito próximos, registrando 14,8 °C e 70%, 15,6 °C e 67%, 15,7 °C e 67%, respectivamente. O Centro e o Bairro Turista, numa altitude aproximada de 680 metros registraram os menores valores de temperatura, 12,8 e 12,0 °C e maiores umidade 75 e 83%. Portanto, uma diferença de temperatura de 2,8 °C e 3,6 °C em relação ao ponto localizado no setor Itaici, a uma altitude de 718 metros. A cerâmica Jalim, ligeiramente mais fria do que o Itaici e Nova Vila, retratam, mesmo de forma menos intensa, a influência da circulação local, situação verificada nos dias 24, 25, 26, 28 e 30.

FIGURA 37: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 22/07/08



Verificou-se no horário das 7 horas que a temperatura do ar nos postos Centro e Bairro Turista baixou aproximadamente 2,9 e 2,3 °C do dia 22 para o dia 23. Esse valor acentuou-se ainda mais nos dias 24 e 25, alcançando 11,9 °C no Centro e 11,5 °C no Bairro Turista. A Cerâmica Jalim (entorno rural) também acompanhou essa tendência, passando de 15,5 °C para 11,5 °C no dia 25. Ressalta-se que a proximidade com a massa de ar polar influenciou nessa variação de temperatura e, embora o inverno esteja sujeito a máximas diárias elevadas (pode-se verificar por meio das diferenças das amplitudes diárias, muito mais pronunciada no inverno do que no verão), é uma estação marcada pela predominância de temperaturas “amenas”, uma vez que a latitude desfavorece fortes declínios da temperatura. Entretanto, o declínio da temperatura com a radiação noturna favorecida pela (quase) ausência de nebulosidade, situação muito freqüente no inverno, marcada por tempo estável e baixos valores de umidade relativa do ar, favoreceu a forte perda de radiação (calor) por emissividade noturna. As superfícies, nessas condições, resfriaram-se mais rapidamente do que o ar, retirando calor deste (balanço negativo de radiação). A camada de ar em contato com a superfície mais fria resfria-se também, ao mesmo tempo em que se torna mais densa e drena para as porções mais baixas do terreno, caracterizando uma situação semelhante à inversão térmica, normalmente acompanhada pela formação de nevoeiros, orvalho e, com menos freqüência, por geada.

A intensificação desse resfriamento noturno influenciou também nos demais postos. Assim, o fato do Centro e Bairro Turista apresentarem temperaturas inferiores aos demais é reflexo tanto das condições do tempo, própria do inverno, quanto das suas características. Por localizarem-se em área deprimida há maior acúmulo de ar frio, decorrentes da formação de ventos catabáticos. Devem-se destacar, também, as condições de tempo calmo, quando a irradiação é mais significativa (a forte turbulência do ar dissipa a camada de inversão), uma vez que no inverno as massas de ar dos vales pouco se aquecem e ali se acumulam ar frio podendo ou não formar nevoeiros, depende do grau de resfriamento e quantidade de água presente no ar.

Foi comum a ocorrência de nevoeiro nas proximidades do Lago Corumbá. Segundo Blair e Fite (1964, p. 131) [...] “a umidade proveniente da água por evaporação, se junta ao ar frio, tornando-o saturado e provocando condensação. Disso resulta um nevoeiro que tem início junto à superfície da água e se vai estendendo para cima”. À medida que a terra começa a se aquecer propiciando aumento da temperatura, começa a se dissipar, por isso que a partir das 9 horas os postos que amanheceram mais frios rapidamente se aqueceram,

diminuindo as diferenças térmicas entre eles.

Se às 7 horas havia certa discrepância térmica entre os postos localizados em altitudes diferentes, às 9 horas os valores apresentavam comportamentos análogos, variando de 18,0 °C (Itaici) a 18,7 °C (Cerâmica Jalim). O Centro que até o momento registrava uma das menores temperaturas, juntamente com o Bairro Turista, agora transpareceu mais aquecido (21 °C). Isso ocorreu também no horário das 12 horas, registrando 28,3 °C, ou seja, 1,7 °C mais elevado do que a Cerâmica, 1,4 °C a mais que o Turista e 1,1 °C maior do que o Itaici e Nova Vila. Às 15 horas o Centro esteve novamente entre os mais aquecidos.

As 18 e 21 horas, o Bairro Turista, assim como nos horários anteriores, continuou menos aquecido, registrando 20,3 e 15,1 °C. Percebe-se que no horário das 7 horas da manhã este posto juntamente com o Centro foram aqueles em que apresentaram as menores temperaturas, diferença entre si de apenas 0,8 °C. Às 18 horas essa diferença aumentou para 3,7 °C. A forte perda de radiação noturna reflete-se nos valores de temperatura e umidade, e estes dois postos (Centro e Bairro Turista) aparecem menos aquecidos pelos motivos já explicados nos parágrafos anteriores. Durante os dez dias do transecto móvel, o Bairro Turista registrou as menores temperaturas, acentuando ainda mais essa diferença nos horários das 18 e 21 horas. Às 18 horas, esse ponto, em média, registrou 3,3 °C a menos em relação aos postos com maiores temperaturas. Às 21 horas essa média aumentou para 4,9 °C.

No que concerne às variações de temperatura do solo entre superfícies distintas foram anotadas diferenças mínimas e máximas de 18,7 e 28,1 °C para o solo sob relva (portanto uma diferença de 9,4 °C) e de 17,6 e 33,3 °C para o asfalto (diferença de 15,7 °C). Neste caso averiguou-se que o solo sob relva, mesmo seco apresentou comportamento térmico diferente do asfalto, haja vista que a medida foi tomada num local com relva alta (aproximadamente 40 cm). Porém, se comparado a ambientes com vegetação verde e mais exuberante e também ao ar, as superfícies de asfalto representam bons condutores de calor pelo menos no que se refere à camada mais superficial. Isso se reflete num maior aquecimento no período diurno perdendo calor muito rápido à noite. A intensificação desta ocorrência tende a um balanço de radiação negativo (isto, porém, não aconteceu neste seguimento). Nas condições citadas anteriormente [...] “quando ocorre condução de calor do ar para a superfície [...] a temperatura da superfície torna-se mais baixa que a do ar e estabelece-se uma situação de inversão térmica” (JARDIM, 2007, p. 126), ocorrendo o inverso durante o dia, sob condições de balanço de radiação positivo.

Ao investigar os valores de temperatura e umidade do ar do Bairro Turista e

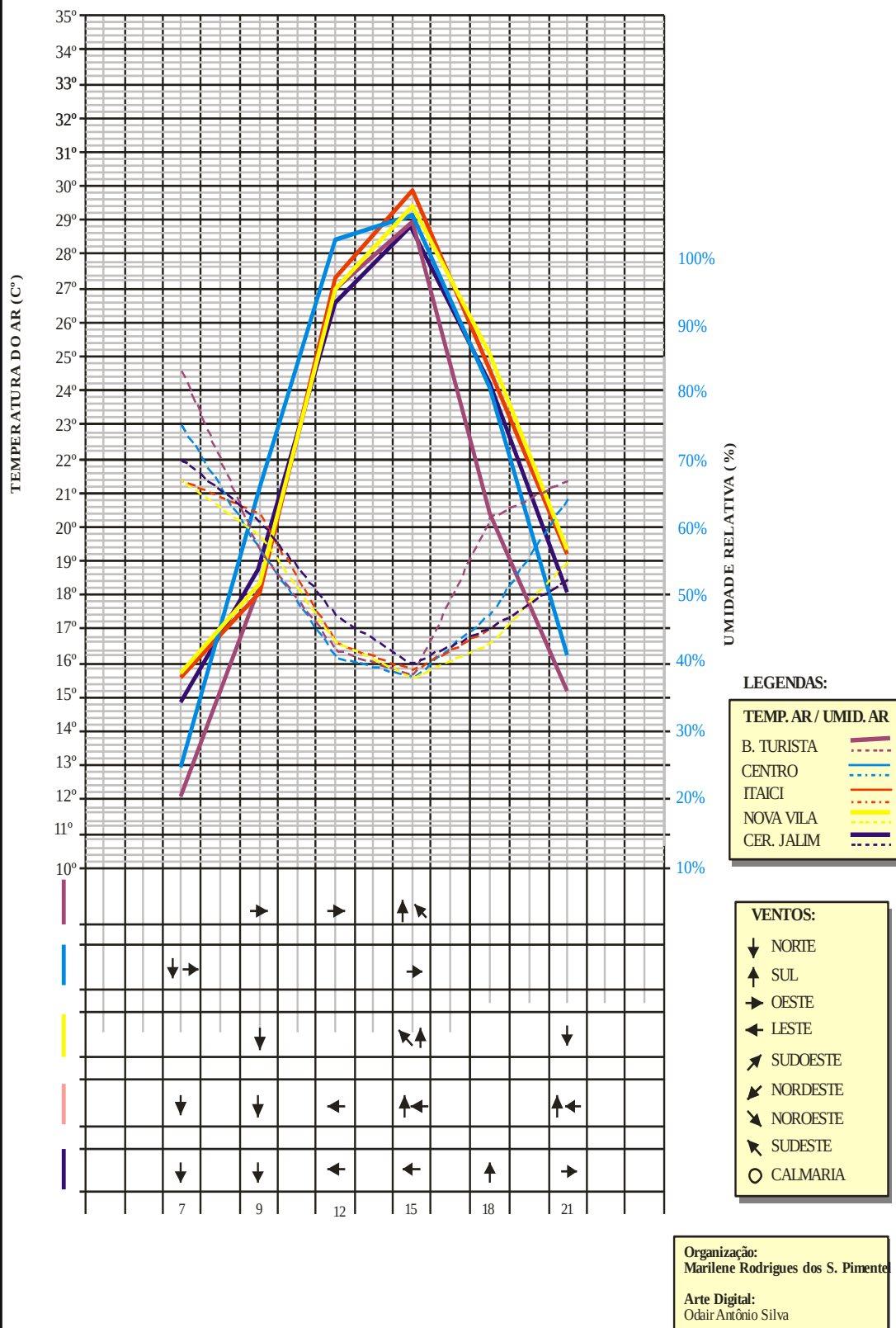
comparar com os postos também localizados na área urbana, notam-se diferenças térmicas e higrométricas marcantes devido às características já descritas em outros momentos. Cabe destacar que este Bairro por ser uma área verticalizada esperava-se maiores contrastes quanto aos valores dos elementos climáticos analisados (entre esse posto e àqueles mais centralizados, com altitudes aproximadas). No entanto, tais contrastes são reduzidos. Além do sombreamento dos edifícios, a direção e intensidade do vento, posição topográfica, aliado ainda ao pequeno fragmento de vegetação presente naquelas imediações e curso d'água, auxiliaram nesta resposta térmica e higrométrica do ar, características que favoreceram maior controle microclimático, originando por vezes, ilhas de frescor.

As condições meteorológicas de céu claro e ventos fracos acentuaram o calor nas áreas com expressiva urbanização, haja vista que as propriedades térmicas dos materiais acondicionam energia. A retirada da vegetação em detrimento da pavimentação reduziu a evaporação e a rugosidade favoreceu a fricção do ar amortizando sua velocidade e, conseqüentemente, a sua capacidade de troca de calor. Já em direção ao entorno urbano rural, a temperatura tendeu a declinar, dependendo do horário e condições de tempo meteorológico (Tabela 5 e Figura 38).

Tabela 5 – Dados do transecto móvel do dia 23 de julho de 2008

Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	14,8	70	18,7	61	26,6	47	28,9	40	24,1	45	17,9	52	14,1	30
Itaici	718	15,6	67	18,0	62	27,2	43	29,8	39	24,5	45	19,0	52	14,2	28
Nova Vila	695	15,7	67	18,2	59	27,2	43	29,4	38	25,0	43	19,4	55	13,7	29
Centro	685	12,8	75	21,0	57	28,3	41	29,1	38	24,0	47	16,0	64	16,3	37
B. Turista	680	12,0	83	18,1	57	26,9	42	28,9	38	20,3	61	15,1	67	16,9	45
Média		14,2	72	18,8	59	27,2	43	29,2	39	23,6	48	17,5	58	15,0	34

FIGURA 38: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 23/07/08



24/07/2008 - A coleta de dados de temperatura do ar seco, umidade relativa do ar e de superfície do solo foram tomadas sob as mesmas condições de tempo dos dias anteriores (domínio geral do sistema de alta pressão). Um diferencial foi a maior quantidade de nevoeiro no período da manhã e forte aquecimento a partir das 9 horas. A situação de calmaria do dia 23 induz a uma maior perda de radiação, refletindo nos valores térmicos da manhã do dia 24 (menos 1,8 °C na média, no horário das 7 horas). Como o sítio urbano de Caldas Novas encontra-se genericamente numa área deprimida, a situação geral de calmaria permitiu que as condições térmicas fossem influenciadas tanto pela circulação local quanto pela urbanização.

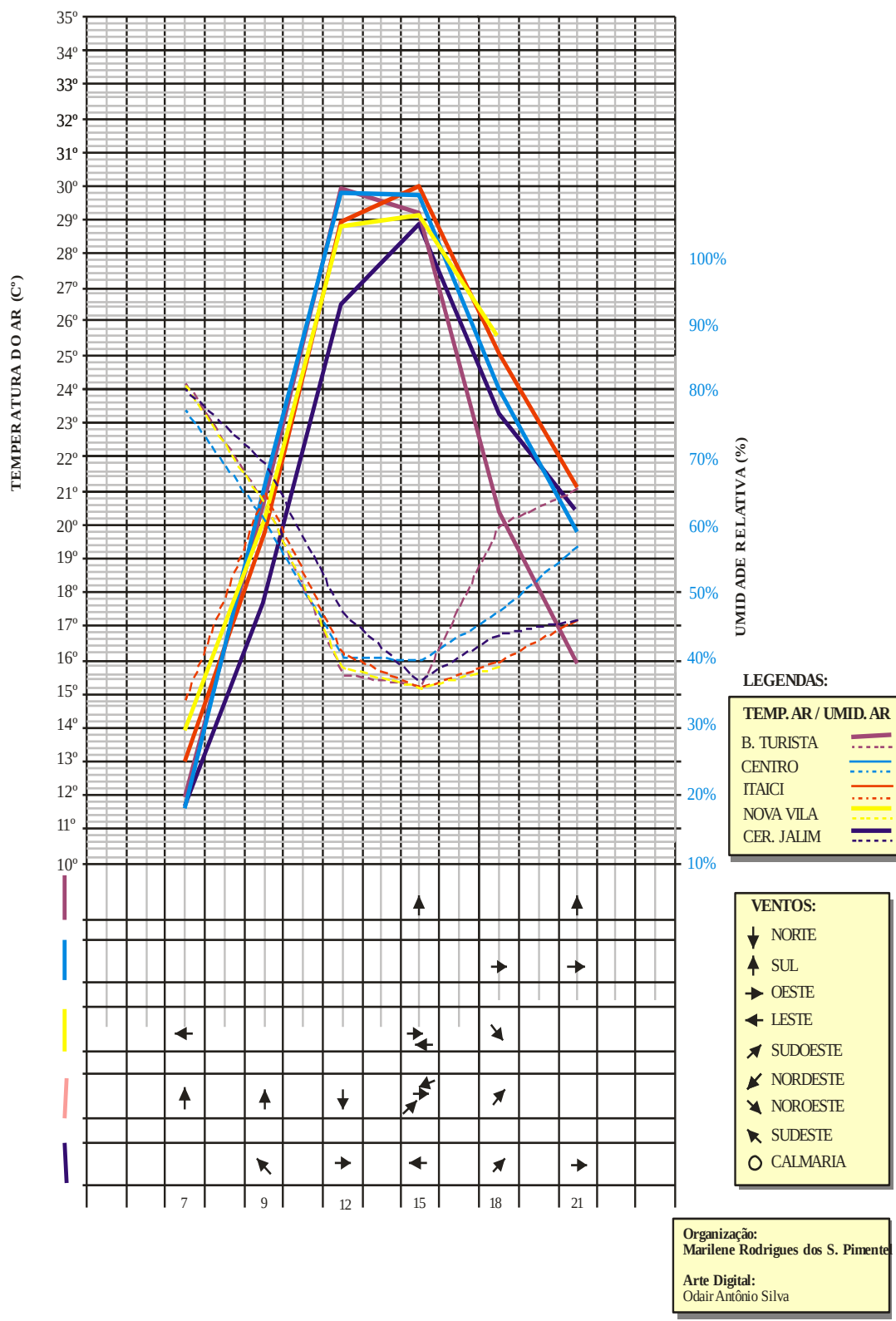
Observa-se na tabela 6 seguida da figura 39 que até o horário das 9 horas a temperatura sofreu uma redução e a umidade apareceu mais elevada se comparado ao dia 23, devido à forte perda de calor noturno, especialmente nos postos com altitudes menores, Centro e o Bairro Turista, alimentados pelo fluxo de ar frio descendente e ali aprisionados em virtude da sua alta densidade.

Tabela 6 - Dados do transecto móvel do dia 24 de julho de 2008

Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	11,7	80	17,7	69	26,5	47	29,0	37	23,3	44	20,5	46	17,3	43
Itaici	718	13,0	74	19,6	65	29,0	41	30,1	36	25,1	40	21,1	46	17,1	38
Nova Vila	695	13,9	81	20,1	63	28,8	39	29,2	36	25,6	39	22,2	46	15,3	45
Centro	685	11,5	77	21,2	61	29,8	40	29,8	40	24,1	47	19,8	57	18,3	37
B. Turista	680	11,9	81	20,6	63	30,0	38	29,2	36	20,4	60	15,9	65	17,3	45
Média		12,4	79	19,8	64	28,8	41	29,5	37	23,7	46	19,9	52	17,1	42

A posição geográfica da cidade de Caldas Novas em relação ao seu entorno, desfavorece a circulação de ventos locais, permitindo um acréscimo nos valores de temperatura. E, como as condições do tempo eram estáveis, com vento fraco (de 0,0 m/s a rajadas de 1,5 m/s), não houve influência nas variações de temperatura no interior da cidade (pelo menos a 1,50 metros acima da superfície, nível onde foram coletados os dados) o que explica a proximidade dos valores de temperatura entre os postos, salvo aquele do entorno que apareceu mais frio em todos os horários (às 12 horas registrou 3,5 °C a menos do que o Bairro Turista e aproximadamente 3 °C em relação aos demais).

FIGURA 39: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 24/07/08



Conjugado ao fato de Caldas Novas ser circundada de Serras, a tendência é dificultar a entrada das massas de ar atmosférica (regional e local). A rugosidade urbana predispõe a alteração do fluxo de vento nos níveis inferiores (ventos de superfície), formando seu próprio campo térmico (ver capítulo I, item 1.1.3).

Os ventos ao nível do solo (topoclimas e microclimas) sofrem efeitos da rugosidade urbana (estrutura das ruas, edificações verticalizadas, compactação das residências etc.) que influencia tanto na sua intensidade quanto na direção. Nessas circunstâncias, há o estabelecimento de um maior gradiente horizontal de temperatura.

Ainda deve-se associar a compactação das edificações com o fluxo de pessoas e automóveis, uso de refrigeradores, aquecedores de água e fornos das lanchonetes, restaurantes e similares, considerados fontes geradoras e transmissoras de calor. A influência desses elementos ainda é ínfima se consideradas às grandes cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, mas, já é motivo de preocupação em Caldas Novas, principalmente no período de alta temporada (meses de férias escolar) e feriados prolongados. Neste contexto, Oliveira (1991, p. 38-41, apud MENDONÇA, 1994, p. 59) ao realizar um trabalho sobre a poluição do ar e alterações climáticas na cidade de São Paulo faz a seguinte consideração:

Ao observar a compactação das edificações das cidades tropicais, [...] a confinamento das construções “*minimiza a penetração excessiva da radiação solar, já que as formas geométricas tornam o teto das edificações mais importante do que as paredes em termos de reflexão de energia e transferência de massa para a atmosfera*” provocando: aumento de calor da superfície, menor difusão da luz e alteração na circulação do ar. Considerou ainda o papel dos equipamentos de refrigeração do ar que aquecem o ambiente externo das edificações, e o intenso tráfego de veículos na área central paulistana, “*cujos tetos atingem temperatura superiores a 50 graus Celsius que, associados à fumaça quente do cano de descarga, revelam-se como uma das maiores fontes transmissoras de calor para o espaço*”.

Assim, também em Caldas Novas, resguardadas as devidas proporções, a configuração geométrica das edificações, o acúmulo de pessoas nos bares, lanchonetes e restaurantes aliados ao ambiente reduzido com janelas e portas de dimensões pequenas, dificulta a livre circulação do ar; o fluxo de automóveis nas ruas do Centro e pessoas nas calçadas afeta o conforto humano, com tendência ao aumento da sensação de calor. A produção de calor antropogênico, de acordo com Jardim (2007, p. 133) [...] “guardam uma estreita relação com ambientes microclimáticos”.

No centro da Cidade, próximo a Igreja matriz, entre as Avenidas Bento de Godoy e Alcalino Santos, local onde se faziam as tomadas do transecto móvel era comum,

principalmente nos finais de semana, aglomerações de pessoas e automóveis atraídos pelo som mecânico, e bem próximo dali, a praça localizada na Avenida Alcalino Santos, onde está instalado um parque de diversões, converge grande público, principalmente das 18 às 21 horas.

Esse agrupamento de pessoas produziu certo efeito nos valores de temperatura reforçando a tendência para o aquecimento. É o que Jardim (2007, p. 134) caracteriza “como “amplificação” do fenômeno (retroação positiva ou reforço da tendência ao aquecimento) motivada, essencialmente, pelo metabolismo humano”. Ainda de acordo com esse autor.

[...] a produção de calor metabólico é sempre positiva, diferente dos demais componentes como o balanço entre ondas curtas e longas, calor latente, calor sensível, as trocas de calor com a superfície por condução, as variações no armazenamento de energia e as variações associadas ao transporte advectivo de calor, que podem ser tanto positivas quanto negativas.

Sobre a questão do calor antropogênico, Berte (2000, p. 44) referindo-se a remoção de calor do corpo por correntes aéreas de convecção afirma que o calor deve ser inicialmente conduzido para o ar e, a seguir, transportado pelas correntes de convecção. Uma pequena quantidade de convecção ocorre quase sempre ao redor do corpo, devido à tendência do ar adjacente à pele elevar-se ao ser aquecido. Neste contexto, de acordo com Santana (1997, p. 46) [...] “torna-se necessário a existência de meios que facilitem as trocas térmicas entre homem e meio ambiente de forma natural, pelo uso adequado de vestimenta, por um tipo correto de habitação e pela criação de espaços urbanos confortáveis”.

Na mesma seqüência, sob as mesmas condições de tempo e sem a aglomeração de pessoas e automóveis, a temperatura mostrou-se menos elevada e a sensação de conforto em função da maior facilidade da circulação do ar, mesmo com intensidade baixa, era perceptível.

25/07/2008 - Sob condições atmosféricas análogas ao dia anterior, nos horários das 7 e 9 horas houve forte presença de nevoeiro acumulado nas partes baixas da cidade e no Lago Corumbá. Às 7, 9, 12 e 15 horas, todos os postos apresentaram temperaturas ligeiramente menores do que as do dia anterior (exceto o Bairro Turista). Contudo, às 18 e 21 horas, os valores foram superiores se comparados aos mesmos horários do dia 24. Ressalte-se que às 21 horas foi registrada uma diferença de temperatura de 6,4 °C, diferença entre a Cerâmica Jalim e o Bairro Turista. Caso semelhante ocorreu entre esses postos, porém, com menor intensidade no dia 24, fato já elucidado (Tabela 7 e Figura 40). As condições de tempo aliado

à umidade relativa que se apresentava elevada para essa época do ano (aproximadamente 65% no horário das 21 horas) foram favoráveis para a formação de nevoeiros de radiação ou de superfície. Barros (1991, p. 102) faz referência a esse fenômeno da seguinte forma:

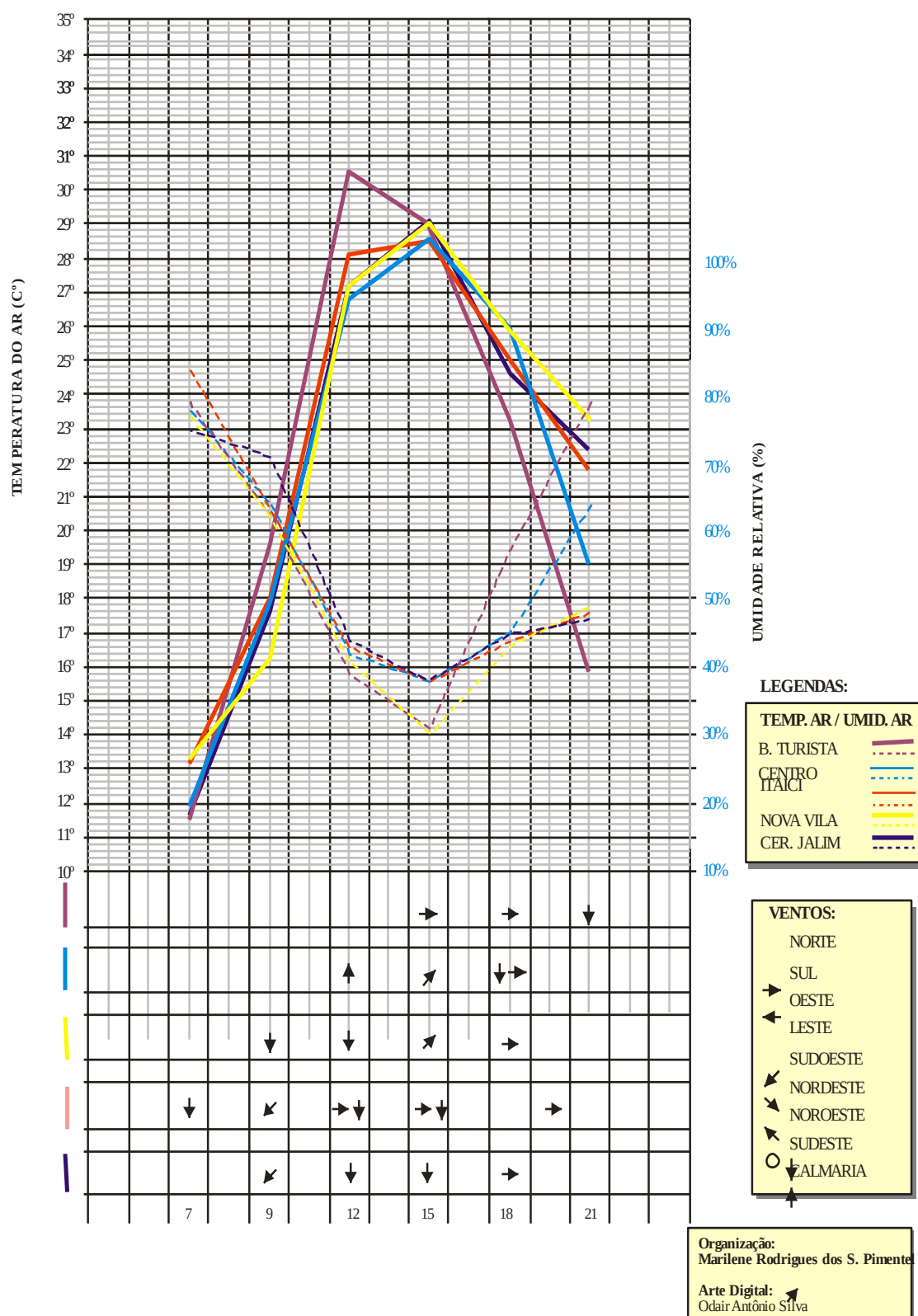
Devido ao ar frio “descer a encosta” o nevoeiro de radiação é mais espesso no fundo dos vales. [...] se dissipa com o aquecimento diurno, mormente, quando associado a um vento forte (turbulência). Ao se misturar com fumaça ele vem a formar o chamado smog que leva normalmente tempo bem maior para ser dissipado.

O forte resfriamento da superfície terrestre e, conseqüentemente, do ar, levou a formação de nevoeiro com maior intensidade na madrugada, se estendendo pelo período da manhã, desta vez permanecendo nos baixos níveis da cidade por mais tempo do que os dias anteriores, inibindo a entrada direta da radiação solar, mantendo o estrato de ar frio sobre a superfície. Até o horário das 12 horas no sopé da Serra de Caldas e no Lago Corumbá ainda era visível uma delgada camada de nevoeiro que parecia misturar-se a fumaças. Uma das razões dessa permanência maior próximo junto à superfície deu-se em função do tempo estável. Em todos os horários, o vento mostrou-se calmo, com rajadas de 3,2 m/s (quadrante oeste) com irregularidades de fluxo de ar se comparada a outras situações. Isso também resultou em valores térmicos mais elevados a partir das 18 horas, se comparado ao dia anterior, refletindo também nas condições climáticas do dia seguinte.

Tabela 7 - Dados do transecto móvel do dia 25 de julho de 2008

Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	11,5	74	17,5	71	27,2	44	29,1	38	24,6	44	22,4	47	17,7	36
Itaici	718	13,2	84	18,0	63	28,1	43	28,5	38	25,0	44	21,9	48	15,3	46
Nova Vila	695	13,3	77	16,3	62	27,2	41	29,0	30	26,0	43	23,2	49	15,7	47
Centro	685	11,9	78	17,8	63	26,8	42	28,6	38	26,0	45	19,0	64	16,7	40
B. Turista	680	11,5	79	19,5	62	30,6	39	29,0	31	23,2	57	16,0	79	19,1	48
Média		12,3	78	17,8	64	28,0	42	28,8	35	25,0	47	20,5	57	16,9	43

FIGURA 40: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 25/07/08



26/07/2008 – Durante as observações simultâneas das condições do tempo, mostraram que às 7 horas havia uma concentração de nevoeiro mais espesso e generalizado, que se dissipou rapidamente, não havendo mais vestígios no horário das 9 horas. Nesta ocasião, as condições atmosféricas eram semelhantes às do dia anterior. Todavia, na parte da tarde (após 13 horas), surgiram algumas nuvens estratificadas, o que se refletiu nos valores térmicos, resultando em temperaturas mais elevadas, as maiores desta sequência temporal. O vento não excedeu 3,4 m/s (rajadas), embora se mostrasse mais constante, apesar da baixa intensidade e de fluxos descontínuos (cabe lembrar que o vento transporta tanto o ar quente quanto o ar frio de uma área para outra). Se nos dias seco, com ventos de baixa intensidade e sem nuvens as superfícies perdem calor constantemente e de forma rápida, a presença de uma camada de nuvens restringe a radiação recebida e refletida tornando a noite menos fria. Os valores de temperatura dos horários das 18 e 21 horas reforçam esta explicação.

A amplitude diurna da temperatura sofreu uma redução em média de 2,2 °C influenciada pela cobertura de nuvens, mesmo em pequena quantidade (aproximadamente 3/8) refletiu nos valores da temperatura (amplitude média de 16,9 °C no dia 25 e 14,7 °C, dia 26). A variação da temperatura na superfície foi menor nos dias com vento do que nos dias sem vento (ou com ventos de intensidade muito baixa). De acordo com Ayoade (1991, p. 62),

As nuvens reduzem a insolação sobre a superfície durante o dia e aumentam a radiação descendente do céu a noite. [...] quanto menos vapor d'água maior será a quantia de radiação (ou melhor, reirradiação) que emana da superfície terrestre e que poderá escapar para o espaço.

Contraditoriamente do que se poderia esperar, a Cerâmica Jalim a 725 metros (o posto de altitude maior desse seguimento) deveria apresentar temperatura menor. Porém, em vários horários ele se colocou entre os mais aquecidos, alcançando 9,0 °C de diferença entre este posto com 26,6 °C e Bairro Turista, 17,6 °C, a maior diferença de temperatura desta sequência. O solo exposto e seco na Cerâmica Jalim registrava 25,5 °C, portanto mais frio do que o ar o que indica um forte balanço negativo de radiação (Tabela 8 e Figura 41).

Outra questão importante a ser considerada é a qualidade térmica do vento e sua direção. No Bairro Turista, sua predominância era do quadrante oeste (ar frio) procedente da Serra de Caldas, acompanhava a depressão do Córrego e, desta forma, influenciando nos valores térmicos. Na Cerâmica Jalim, predominavam ventos do quadrante norte, área urbanizada, o que confirma a alteração na qualidade do ar (mais quente). Assim constata-se que [...] “a alteração provocada pela urbanização no balanço de energia e conseqüente criação

de um ambiente atmosférico particular também se manifesta em áreas urbanas de porte inferior às metrópolis” [...] como retrata Mendonça (1994, p. 72) ao discutir o clima urbano de Londrina.

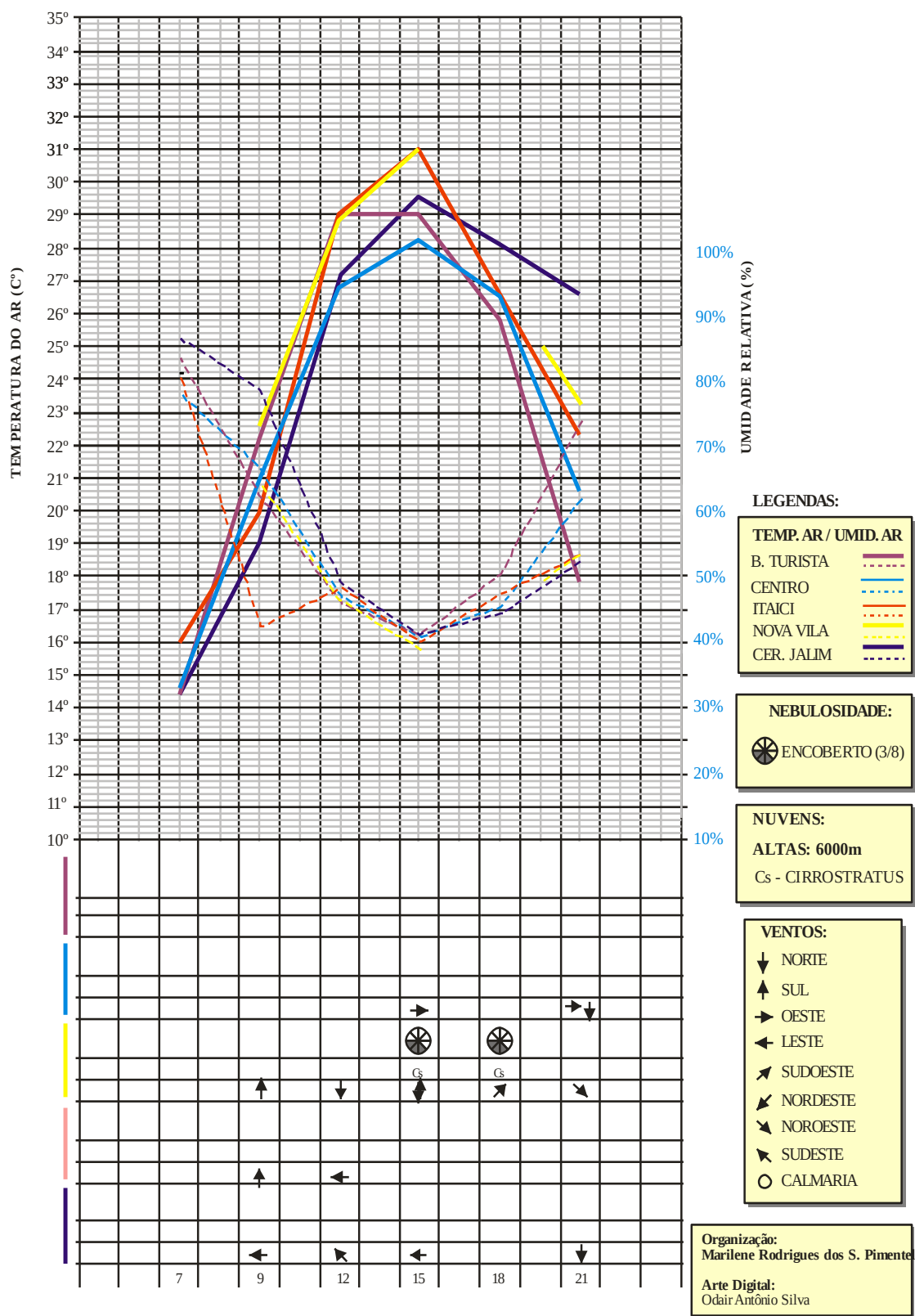
Tabela 8 - Dados do transecto móvel do dia 26 de julho de 2008

Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	14,3	86	19,0	78	27,3	49	29,6	41	28,1	44	26,6	51	15,3	45
Itaici	718	16,0	81	19,9	72	29,0	48	31,1	40	26,6	47	22,2	53	15,1	41
Nova Vila	695	16,5	80	22,5	64	28,9	45	31,0	39	26,9	45	22,5	53	14,5	41
Centro	685	14,6	77	20,8	65	26,9	47	28,3	40	26,5	45	20,5	60	13,7	37
B. Turista	680	14,3	82	22,2	62	29,0	46	29,0	45	25,8	49	17,6	72	14,7	37
Média		15,1	81	21,0	68	28,2	47	29,8	41	26,8	46	21,9	58	14,7	40

27/07/2008 - As coletas foram ainda efetuadas sob condições de tempo estável, com presença de nevoeiro de fraca intensidade (horário das 7 horas). O vento com rajadas entre 0,1 a 0,9 m/s com direção oeste, mostrou-se presente somente na Cerâmica Jalim. Nos demais postos, o vento permaneceu inerte. Essa variação do vento refletiu-se nos valores de temperatura registrando 14,3 °C na Cerâmica Jalim e 16,5 °C na Nova Vila, sendo que o Centro e Bairro Turista apresentaram valores análogos aos da Cerâmica (14,6 e 14,3 °C), devido ao ar frio oriundo das porções mais elevadas do terreno, acumulado nas partes mais baixas, como já relatadas em várias outras situações desse seguimento temporal.

A partir das 9 horas, novamente na Cerâmica Jalim, o vento mostrou-se mais intenso, variou de 0,4 a 2,5 m/s, direção leste, sua temperatura chegou a 19,0 °C, enquanto na Nova Vila, alcançou 22,5 °C com vento calmo (de situações de calmaria a rajadas de 1,7 m/s com direção leste). Às 12 horas o vento atingiu 3,3 m/s (Cerâmica Jalim) e nos demais dias variou entre 0,6 a 7,0 m/s. Percebe-se que a variação da intensidade e direção do vento influenciou nos valores de temperaturas, ou seja, houve uma oscilação maior entre um posto e outro.

FIGURA 41: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 26/07/08



Nestas condições observaram-se no horário das 15 horas, temperaturas elevadas, ao redor de 30 °C nos postos localizados mais na área urbanizada (Itaici, Nova Vila e Centro), sob condições de ventos com fraca intensidade. O Itaici e Nova Vila proporcionados pela orientação da sua vertente (quadrante norte) recebiam incidência solar na maior parte do dia e, ao entrar em contato com os materiais impermeáveis, sofre forte aquecimento na superfície do solo (39,2 °C para o asfalto) tornando-se superior à do ar, transferindo parte desse calor (predominantemente na forma de calor sensível) primeiramente por contato e posteriormente por convecção e advecção para a camada de ar sobrejacente, refletindo-se no aumento dos valores de temperaturas do ar e diminuição da umidade (30,5 °C e 43% no Centro).

O Bairro Turista, apesar da verticalização, registrou 27,5 °C, ou seja, 3,0 °C a menos em relação ao Centro que marcava neste momento 30,5 °C. Percebe-se a forte influência do vento nestas variações de temperatura que registrava 2,5 m/s (direção norte).

Nos horários das 9 e 12 horas havia poucas nuvens cirruscumulus e cirrustratus, com recobrimento médio de 2/8, indício de tempo bom. Todavia, a partir das 13 horas, a nebulosidade aumentou (2/8 a 4/8), refletindo-se nos valores de umidade (ligeiramente mais úmido do que o dia 26), mas, como essas nuvens não estavam seguidas de nuvens baixas e não eram espessas, não culminou em precipitação, mantendo a situação de estabilidade. Às 18 e 21 horas o vento não ultrapassou 1,0 m/s e, com isto, os valores térmicos entre os postos pouco variaram, com exceção do Bairro Turista que registrou uma diferença de temperatura de 4,1 °C.

Nestas condições de tempo observaram-se temperaturas bastante elevadas e, genericamente, valores de umidades baixas, apesar do mês de julho ser mais freqüente temperaturas baixas devido a conseqüente secura do ar, “dinâmica pertinente a esta estação”. Houve um forte aquecimento diurno e queda de temperatura significativa no início da noite.

O rápido resfriamento da terra pela radiação terrestre leva ao resfriamento do ar a partir do contato com o solo, mas como o aquecimento do dia anterior foi muito forte e a condutibilidade do ar é pobre e sua perda de calor é lenta, não houve maiores intercâmbios entre o ar e o solo, principalmente porque o vento não se mostrou constante e na maior parte do tempo apresentava-se calmo. Esse é mais um fator que levou a Cerâmica Jalim, nas primeiras horas da manhã, apresentar temperaturas ligeiramente mais elevadas (17,0 °C) do que aqueles com maior índice de área construída (16,5 °C no Itaici e 16,8 °C, Nova Vila). A maior diferença foi em relação ao Centro (14,1 °C) e Bairro Turista (14,5 °C) (Tabela 9 e Figura 42).

Tabela 9 - Dados do transecto móvel do dia 27 de julho de 2008

Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	17,0	68	21,1	62	27,0	54	29,1	46	26,0	50	21,5	59	12,1	22
Itaici	718	16,5	70	22,3	61	29,0	40	29,9	45	24,8	51	21,5	60	13,4	30
Nova Vila	695	16,8	71	21,4	60	28,0	51	29,8	44	25,5	51	21,7	59	13,0	27
Centro	685	14,1	75	22,0	60	27,7	49	30,5	43	25,1	52	21,4	62	16,4	32
B. Turista	680	14,5	81	20,7	60	25,8	52	27,5	46	25,3	53	17,4	74	13,0	35
Média		15,8	73	21,5	61	27,5	49	29,4	45	25,3	51	20,7	63	13,6	29

28/07/2008 - Às 7 horas foi verificada a maior quantidade de nuvens desde o início desta sequência temporal, aproximadamente 5/8, que se assemelhava a nevoeiro, mas que logo se dissipou e após as 12 horas o céu encontrava-se totalmente límpido. Durante todo o dia, o vento esteve frequente, sendo que às 12 horas sua intensidade variou de 0,0 a 4,5 m/s. No horário das 15 horas aumentou essa intensidade atingindo 6,8 m/s (rajadas), havendo um decréscimo (0,0 a 1,5 m/s) nos horários das 18 e 21 horas. O vento, nos horários das 7 horas da manhã e às 18 e 21 horas, durante os dias da pesquisa apresentou intensidade menor do que os demais horários, o que justifica a pequena variação termo-higrométrica do ar. A procedência do vento, assim como a sua intensidade foi diversificada, porém, com predomínio dos quadrantes norte e sul.

Com relação aos valores térmicos foi pouco expressivo tanto entre os pontos de coleta, quanto de um dia para outro. A diferença mais acentuada ocorreu entre o Bairro Turista e o Centro no horário das 18 horas indicando, respectivamente, 20,8 °C e 68% e 25,2 °C e 50%. Portanto, diferença de 4,4 °C na temperatura e 18% na umidade. No horário das 12 horas a Cerâmica Jalim com 25,9 °C e 52% e o Itaici com 28,6 °C e 47% apresentaram maior contraste (diferença de 2,7 °C na temperatura e 5% na umidade). Observando a média da temperatura entre os dias 27 e 28, verificaram-se valores muito próximos, com pequeno declínio para o dia 28. A amplitude diária no dia 27 foi de 13,6 °C para a temperatura do ar e 29% para a umidade relativa, enquanto o dia 28 ficou com 12,3 °C e 37% (diferença de 1,3 °C e 8% entre um dia e outro) (Tabela 10 e Figura 43). A semelhança entre os valores dos pontos pesquisados está associada, neste caso, principalmente à influência das características dos sistemas macroescalares sobre as microescalares.

FIGURA 42: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 27/07/08

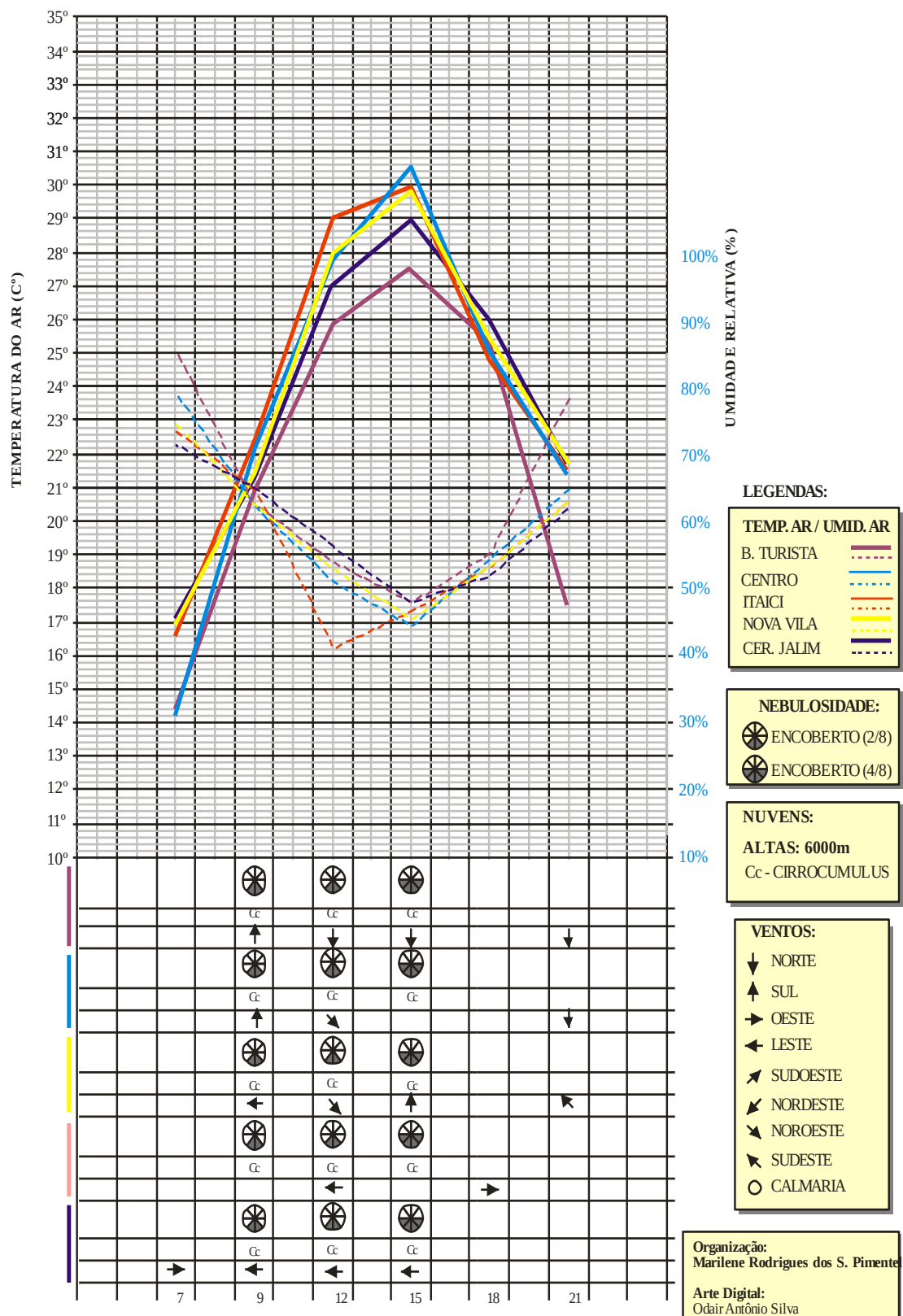


Tabela 10- Dados do transecto móvel do dia 28 de julho de 2008

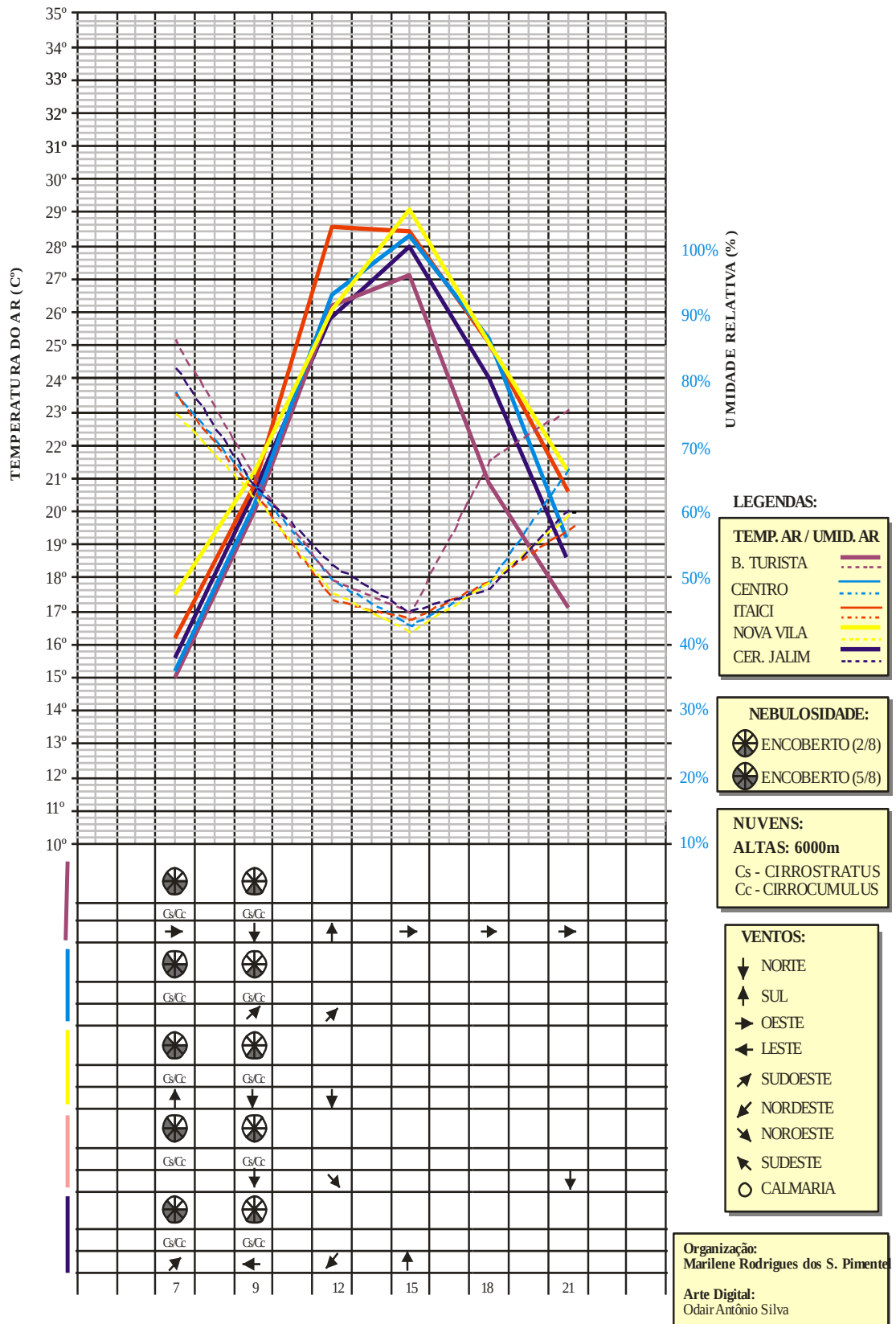
Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	15,7	82	20,6	64	25,9	52	28,0	45	24,0	49	18,5	61	12,3	37
Itaici	718	16,3	78	20,8	63	28,6	47	28,4	44	25,0	50	20,5	58	12,3	34
Nova Vila	695	17,5	75	21,2	62	26,1	48	29,1	42	25,0	49	21,2	60	11,6	33
Centro	685	15,3	78	20,2	64	26,5	50	28,4	42	25,2	50	19,1	67	13,1	36
B. Turista	680	15,0	86	20,0	65	26,2	50	27,2	45	20,8	68	17,1	76	12,2	43
Média		16,0	80	20,6	64	26,7	49	28,2	44	24,0	53	19,3	64	12,3	37

29/07/2008 - A circulação atmosférica regional foi caracterizada pelo Sistema Tropical Atlântico que influenciou os tipos de tempo durante a pesquisa nesse seguimento temporal. No período do levantamento dos dados, os solos rurais encontravam-se seco o que propiciava altas temperaturas, acusando no horário das 15 horas, 28,1 °C no solo a relva, 35,9 °C no asfalto e 35,8 °C solo nu e a temperatura do ar em 28,1 °C. Às 21 horas, o solo sob relva registrou 24,0 °C, o solo exposto com 21,1 °C, o asfalto com 21,2 °C, enquanto a temperatura do ar marcou 17,9 °C.

Nota-se que tanto o solo exposto quanto o asfalto aquecem mais rápido durante o dia, alcançando seu maior pico entre os horários das 14 e 15 horas e resfria muito rápido à noite. Já o solo com cobertura morta (relva seca e serrapilheira), seu aquecimento e resfriamento apresentou-se de forma mais lenta devido à influencia do capim e pequenos arbustos que, apesar de seco, serviram de empecilho frente às trocas de radiação direta. O ganho e a perda ocorreram no solo ao nível da relva de forma mais lenta e menos intensa do que o solo exposto e o asfalto (Figura 44). A amplitude térmica diária do asfalto foi de 17,7 °C, solo exposto com 18,4 °C, enquanto no solo sob relva foi de 7,6 °C.

Às 7 horas sob condições de calmaria, o vento não passou de 0,5 m/s, direção leste. O Lago Corumbá, localizado a sudeste da área urbana, estava coberto por nevoeiro, que logo foi dissipado dado ao aumento na entrada da radiação solar e intensificação do vento a partir das 9 horas (alcançando rajadas de 2,5 m/s do quadrante norte da área urbana). Às 12 e 15 horas os ventos passaram a soprar mais forte atingindo 5,2 e 5,6 m/s, respectivamente. Entretanto, às 18 e 21 horas apresentaram baixas velocidades não ultrapassando 1,5 m/s (Figura 45).

FIGURA 43: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 28/07/08



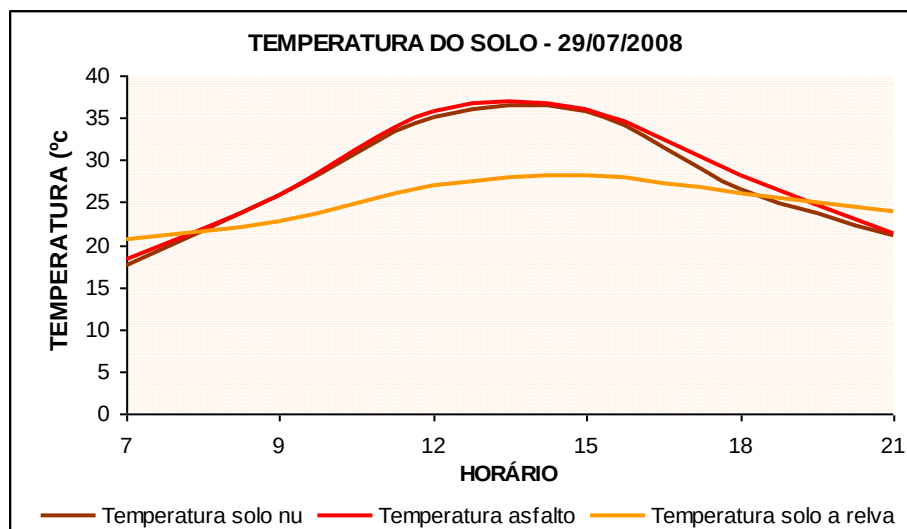


Figura 44 - Gráfico representando a variação térmica do solo de diferentes revestimentos.

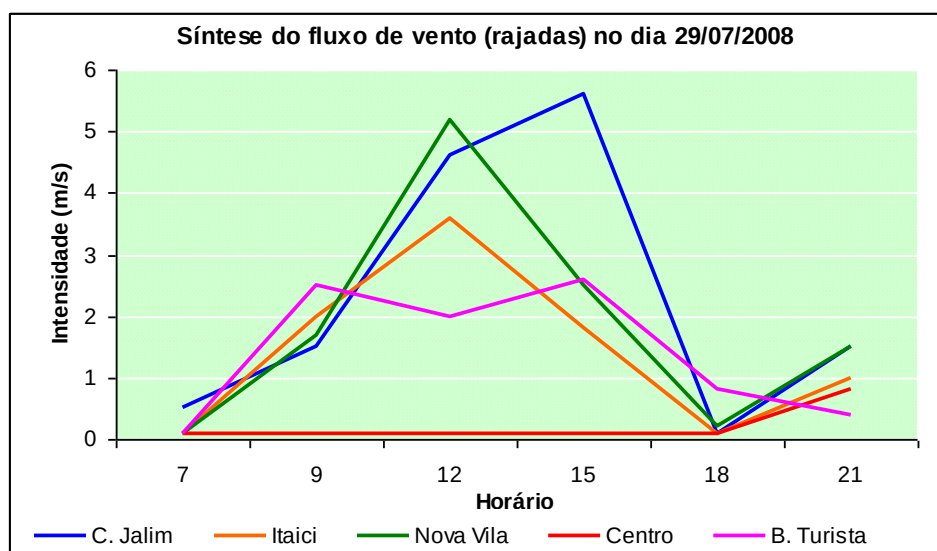


Figura 45 - Variação da intensidade do vento em diferentes postos de coletas de dados.

Às 7 horas, as diferenças máximas de temperaturas do ar entre os postos (Nova Vila e Turista) foram de 1,9 °C e às 9 horas não ultrapassou 1,0 °C. Às 12 horas essa diferença aumentou para 1,9 °C entre Itaici e Centro, às 15 horas foi de 2,0 °C entre Itaici e Turista, às 18 horas, 4,5 °C (Centro e Turista) e às 21 horas foi de 4,6 °C (Nova Vila e Turista). Como mostra a tabela 11 e figura 46.

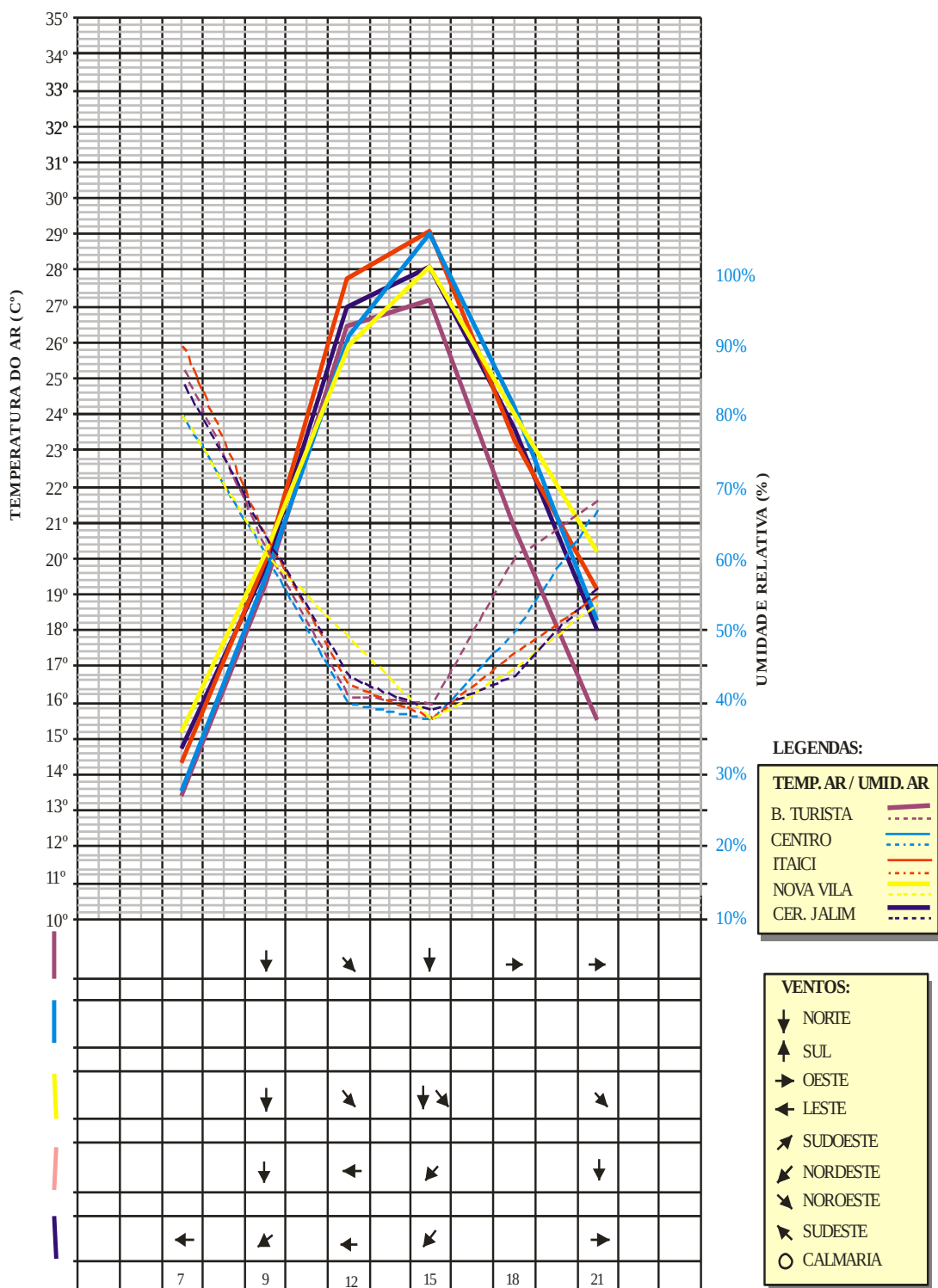
Tabela 11 - Dados do transecto móvel do dia 29 de julho de 2008

Ponto Coleta	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	14,7	85	19,7	63	27,0	44	28,1	39	23,6	44	17,9	56	13,4	46
Itaici	718	14,3	90	19,9	63	27,8	43	29,1	38	23,3	47	19,1	55	14,8	68
Nova Vila	695	15,2	80	20,1	61	25,9	49	28,1	38	24,0	45	20,1	54	12,9	58
Centro	685	13,5	80	19,4	60	26,1	40	29,0	38	25,2	50	19,1	67	15,5	58
B. Turista	680	13,3	87	19,2	62	26,4	41	27,1	40	20,7	60	15,5	68	13,8	47
Média		14,2	84	19,7	62	26,6	43	28,3	39	23,4	49	18,3	60	14,1	55

À medida que houve intensificação do vento (cabe salientar que esse aumento ocorreu nos valores das rajadas, nos horários das 12 e 15 horas, porque o dia todo se mostrou sem vento constante, o que proporcionou uma sensação de calor maior do que nos dias anteriores) a variação de temperatura do ar foi menor, visto que no início da noite (18 horas) e 21 horas, a situação de calmaria proporcionou maior oscilação, como retratado no parágrafo anterior. Cabe lembrar que essas diferenças ocorreram neste caso, entre um bairro de altitude maior e urbanizado, com orientação da vertente de norte em relação a um localizado numa altitude menor (caracterizado como depressão local). Os postos incluídos nesta categoria se apresentaram genericamente menos aquecidos, decorrentes tanto da posição geográfica, quanto pela exposição das vertentes das áreas próximas (onde predominam as faces de exposição sul). Por ali também se deslocavam correntes de ar ao nível das superfícies menos aquecidas, vindo de norte e oeste.

Quando se faz referência ao vento, sob a maior ou menor influência na variação da temperatura do ar, de acordo com sua frequência e intensidade, não implica dizer que existe uma regra, ou seja, se estiver calmo, maior variação da temperatura e, caso apresente turbulência, menor será a diferença térmica do ar entre os postos. Em outras ocasiões, o aumento da intensidade do vento, ao invés de diminuir a diferença na amplitude térmica entre um posto e outro, fez aumentar. Esta questão depende muito dos fatores que estão envolvidos no momento da coleta de dados.

FIGURA 46: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 29/07/08



Organização:
Marilene Rodrigues dos S. Pimenta

Arte Digital:
Odair Antônio Silva

No Bairro Turista, horário das 7 horas da manhã, por exemplo, o vento estava praticamente inerte, atestando somente a presença de uma brisa suave, cuja diferença foi de 1,9 °C entre este bairro e Nova Vila (se seguisse uma regra essa diferença seria maior) uma vez comparada à situação dos horários das 18 e 21 horas, cujo vento alcançou 1,5 m/s. Ressalta-se que essa comparação foi realizada entre o Bairro Turista que se apresentou mais frio em todos os horários pelos motivos já explicados e o Nova Vila, numa altitude maior com vertente orientada para norte. Outra questão a enfatizar é que neste horário (7 horas) os postos ainda estão sobre o efeito do resfriamento noturno e o Centro e Bairro Turista, caracterizados aqui como área de depressão, com o ar acumulado proveniente do fluxo de ar frio que escoava vertente abaixo durante a noite, pela sua posição de abrigo, manteve o ar aprisionado por mais tempo, explicando a maior diferença térmica entre eles e os demais postos.

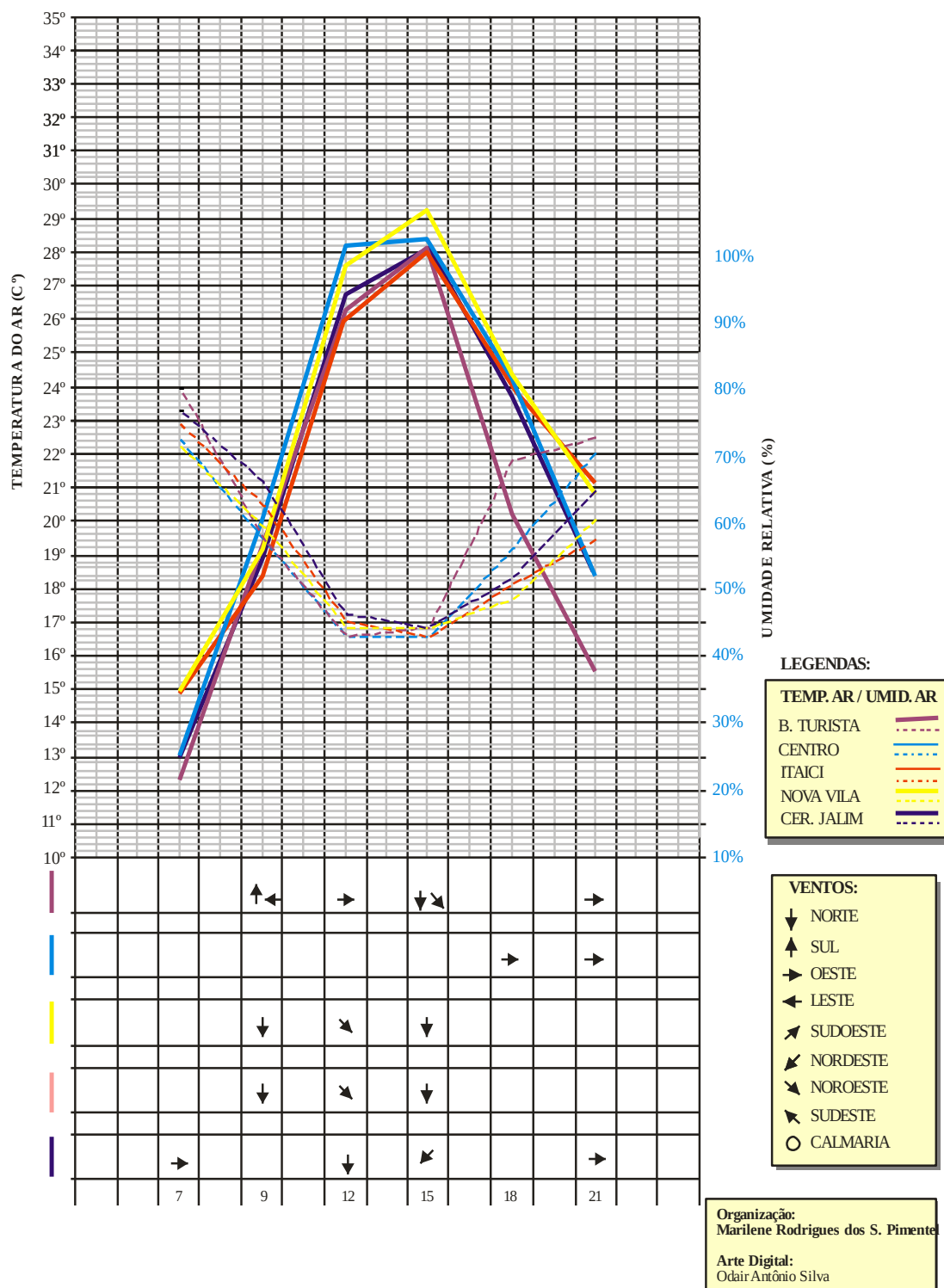
As condições de tempo intra-urbana neste dia proporcionaram uma sensação de calor maior do que os dias anteriores. Cabe destacar que [...] “o conforto humano é determinado mais pela umidade do que pela temperatura” (Ayoade, 1991, p. 59). Quanto maior a umidade do ar menor é a evaporação do suor do corpo e com isso têm-se a sensação de “fadiga”, certo desconforto fisiológico. Essa característica é perceptível em locais com presença de corpos hídricos. Em Caldas Novas, nas margens do Lago Corumbá, por exemplo, a sensação de calor é mais intensa do que em outros locais mais distantes. É comum essa sensação nas margens de grandes rios, praias etc. O fato é que o calor específico da água é superior ao da terra.

30/07/2008 - Conforme tabela 12 e figura 47, as características termo-higrométricas arroladas em todos os horários, neste dia, assim como o vento, apresentaram variações pouco expressivas, semelhantes às variações do dia 20/07/2008.

Tabela 12 - Dados do transecto móvel do dia 30 de julho de 2008

Ponto Coleta	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	13,1	72	18,8	63	26,7	44	28,0	43	23,7	50	18,3	62	14,9	29
Itaici	718	14,9	71	18,4	60	26,0	44	28,0	42	24,0	49	21,1	55	13,1	29
Nova Vila	695	14,9	68	19,1	57	27,5	43	29,2	42	24,4	47	20,8	58	14,3	26
Centro	685	13,0	69	21,1	54	28,2	42	28,4	42	24,0	54	18,3	66	15,4	27
B. Turista	680	12,3	75	19,2	55	26,2	42	28,1	42	20,1	66	16,2	68	15,8	33
Média		13,6	71	19,3	58	26,9	43	28,3	42	23,2	53	18,9	62	14,7	29

FIGURA 47: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 30/07/08



21 a 30/07/2008 - Durante todos os dias no horário das 15 horas (exceto no dia 25), as áreas centrais apresentaram-se mais aquecidas quando comparadas às áreas periféricas. A diferença chegou a 3,0 °C entre o Centro e o Bairro Turista no dia 27 de julho.

Houve uma alternância de pontos com os maiores valores térmicos às 18 horas, sendo a Cerâmica, Centro e Nova Vila os mais destacados. O Bairro Turista tanto neste horário quanto às 21 horas foi o menos aquecido. A Nova Vila às 18 e 21 horas registrou os maiores valores o que se refletiu, também, no seu maior aquecimento às 7 horas da manhã do dia seguinte quando comparado aos demais. Isso decorre das próprias características da urbanização associado à densidade elevada e impermeabilização dos terrenos propícios ao armazenamento de calor.

No horário das 7 horas, os postos localizados em altitudes menores (Centro e Bairro Turista) apresentaram os menores valores térmicos, invertendo-se a partir das 9 horas. A cerâmica Jalim a 725 metros também apareceu menos aquecido. Entretanto, no Bairro Turista houve uma variação nesses valores, com registros de temperaturas menores mesmo nos horários de máxima radiação solar (a partir das 12 horas). Neste, os ventos de origem norte e noroeste provavelmente trouxeram o frescor das áreas com maior presença de vegetação e nascentes onde se encontra o Parque Estadual da Serra de Caldas. Às 15 horas em condições de calmaria, com céu limpo, os postos localizados numa altitude menor e áreas com presença de vegetação foram menos aquecidos em relação às áreas mais densamente edificadas e solo impermeabilizado.

O Bairro Turista registrou as menores temperaturas nos horários das 7 horas (7 episódios), 15 horas (5 episódios), 18 horas (9 episódios) e 21 horas (10 episódios) e no horário das 9 e 12 horas (3 episódios), sendo superado pelo Itaici e Cerâmica Jalim com quatro episódios cada um nos respectivos horários.

Verificando esse mesmo posto (Bairro turista) na análise do seguimento realizado no verão (9 a 18 de março de 2009) a sua participação não excedeu a 2 episódios nos horários das 9 e 15 horas e 1 episódio nos horários das 7 e 12 horas. Enquanto as 18 e 21 horas não registrou temperaturas menores que os demais postos durante os 10 dias de coleta.

Voltando ao seguimento do dia 21 a 30/07/2008, o posto Nova Vila no horário das 9 e 18 horas (4 episódios), 7 e 21 horas (6 episódios) foi o posto com maior número de registro de temperaturas mais elevadas. O Centro foi o mais aquecido às 9 e 18 horas (4 episódios), 12 horas (3 episódios) e 15 horas (2 episódios).

Com relação às maiores temperaturas houve, além de uma heterogeneidade no número de postos com temperaturas mais elevadas, ou seja, a participação de todos os postos com registros de máximas, sobressaindo-se alguns, como por exemplo, o Centro (5 episódios às 15 e 21 horas), 3 episódios às 9 horas e 2 episódios às 7 horas. A Nova Vila, 4 episódios às 18 horas e Itaici 4 episódios às 12 horas, porém com menor número de registro se comparado com os postos onde foram assinalados as menores temperaturas, como referenciado anteriormente.

Estes dados reforçam as características da urbanização, haja vista que os dois primeiros postos (Nova Vila e Centro) com maiores valores térmicos são os mais centralizados e, portanto, apresentam os fatores negativos do adensamento urbano. Apesar de o posto Itaici localizar-se numa área de transição (setor situado entre as áreas urbanas e rurais), o que resultaria num menor aquecimento, apresentou temperaturas muito elevadas, influenciada pelas áreas contíguas, bastante adensadas e/ou desprovidas de mecanismos controladores dos elementos responsáveis pelo maior ou menor aquecimento, como é o caso da ausência de vegetação. Porque a capacidade de uma área com maior presença de vegetação de alimentar condições microclimáticas diminui com a escassez da vegetação. Outro fator é sua topografia, apesar de o ponto onde foram coletados os dados ser aparentemente plana, em direção a área mais urbanizada, sua vertente é de norte e por localiza-se a sudeste da área mais urbanizada começa a receber radiação desde as primeiras horas da manhã.

3.2.2 Experimento II – Segmento temporal (06 e 07 de setembro de 2008)

06/09/2008 - Durante o experimento do dia 06 de setembro, a região Centro-Oeste se encontrava sob a influência do Sistema Tropical Atlântico, cujas características de alta pressão e fraca mobilidade, dificultavam a aproximação do Sistema Frontal Atlântico. As elevadas temperaturas evidenciam uma situação pré-frontal. A alta amplitude térmica é comum nesta época do ano. A baixa umidade do ar facilita a perda e ganho de radiação, daí o forte aquecimento diurno e resfriamento noturno. As temperaturas excessivamente elevadas nessa ocasião em especial, estão ligadas à entrada de ar quente de origem continental dada a proximidade do eixo de baixa pressão que acompanham as Frentes frias, já nas proximidades do Estado de Goiás.

O vento local apresentou velocidade inferior a 6,0 m/s, embora aumentasse no

período vespertino (durante a manhã, mantiveram-se as condições de calmaria). A temperatura e umidade relativa do ar entre os postos fixos oscilaram entre 18,6 °C e 42% a 42,4 °C e 15% às 7 e 14 horas, respectivamente.

O céu durante a parte da manhã esteve claro, aumentando a nebulosidade a partir das 13 horas. Em alguns postos e horários o céu ficou totalmente encoberto (8/8), a direção do vento teve uma ligeira mudança de norte (vindo de áreas mais densas em construções) para sul (menos densas). Isso proporcionou a redução da temperatura em relação ao horário anterior.

Às 7 e 8 horas o setor Portal das Águas Quentes, localizado a 680 metros de altitude, registrou 18,6 °C e 19,9 °C, respectivamente, portanto, mais frio do que todos os postos (o Bairro Turista, com altitude aproximada, registrou 22,0 e 25,7 °C, portanto, diferenças de 3,4 e 5,8 °C). Por encontrar-se em área deprimida o resfriamento é afetado pelo escoamento de ar frio das vertentes (ventos catabáticos). Nessas condições, o ar da bacia torna-se “prisoneiro” em virtude da sua densidade elevada e condições topográficas.

Ressalta-se que o Bairro Turista se destaca pela maior densidade de edificações com mais de três andares, área totalmente construída e pavimentada. Esta particularidade vem de encontro ao que Luke Howard em estudo pioneiro sobre o clima de Londres, em 1818 no centro da cidade, enfatiza a respeito das áreas verticalizadas:

[...] os edifícios funcionam como “labirinto de refletores” (Lowry, 1967). Nesse sentido, a rugosidade urbana, associada à grande condutibilidade térmica dos materiais, como o concreto, causam efeitos de reflexão da radiação muito complexos. Essas superfícies aquecidas, interagindo com o ar, proporcionam um sistema altamente eficiente para aquecer grandes volumes de ar. Por outro lado, a geometria dos prédios funciona como um obstáculo para o vento, modificando o seu fluxo natural e dificultando também a dispersão do calor. (LOMBARDO, 1985 p 24)

Portanto, na área urbana se deve observar também a orientação e layout das ruas e avenidas, pois dependendo da sua configuração influencia na circulação do ar e expõe diretamente os edifícios aos raios solares. Para Santana (1997, p.57) [...] “a orientação das ruas determina a quantidade de sombreamento de luz, radiação, movimento do ar, intensidade de ventilação na cidade, duração da umidade relativa do ar”.

O setor Nova Vila possui ruas estreitas, movimento constante de automóveis e pessoas, construções aglomeradas, dividindo o espaço entre comércio e residências. Todo esse conjunto de elementos inseridos no meio suprime o ar fresco e o material utilizado nas

construções com capacidade de acumular calor acaba por influenciar na temperatura do ar seco e umidade relativa. Tanto que este local apresentou uma diferença térmica de 4,1 °C a mais e menor umidade relativa do ar 25% em relação ao Portal das Águas Quentes no horário das 8 horas, uma área de construções menos densa.

Às 14 horas o setor Santa Efigênia registrou 42,4 °C e o Jardim Serrano 39,0 °C (diferença de 3,4 °C). Às 15 horas na Vila São José foi registrado 42,1 °C e no Bairro Turista 36,7 °C (diferença de 5,4 °C). Das 18 às 21 horas, os valores térmicos entre os postos foram aproximados com diferença máxima de 2,0 °C. Durante a noite o posto do Bairro Turista registrou de modo geral temperaturas mais elevadas do que os demais. Esses postos apresentaram características distintas e a compreensão dessas anomalias está associada ao tipo de ocupação do solo, presença ou não de vegetação, exposição de vertente e altitude.

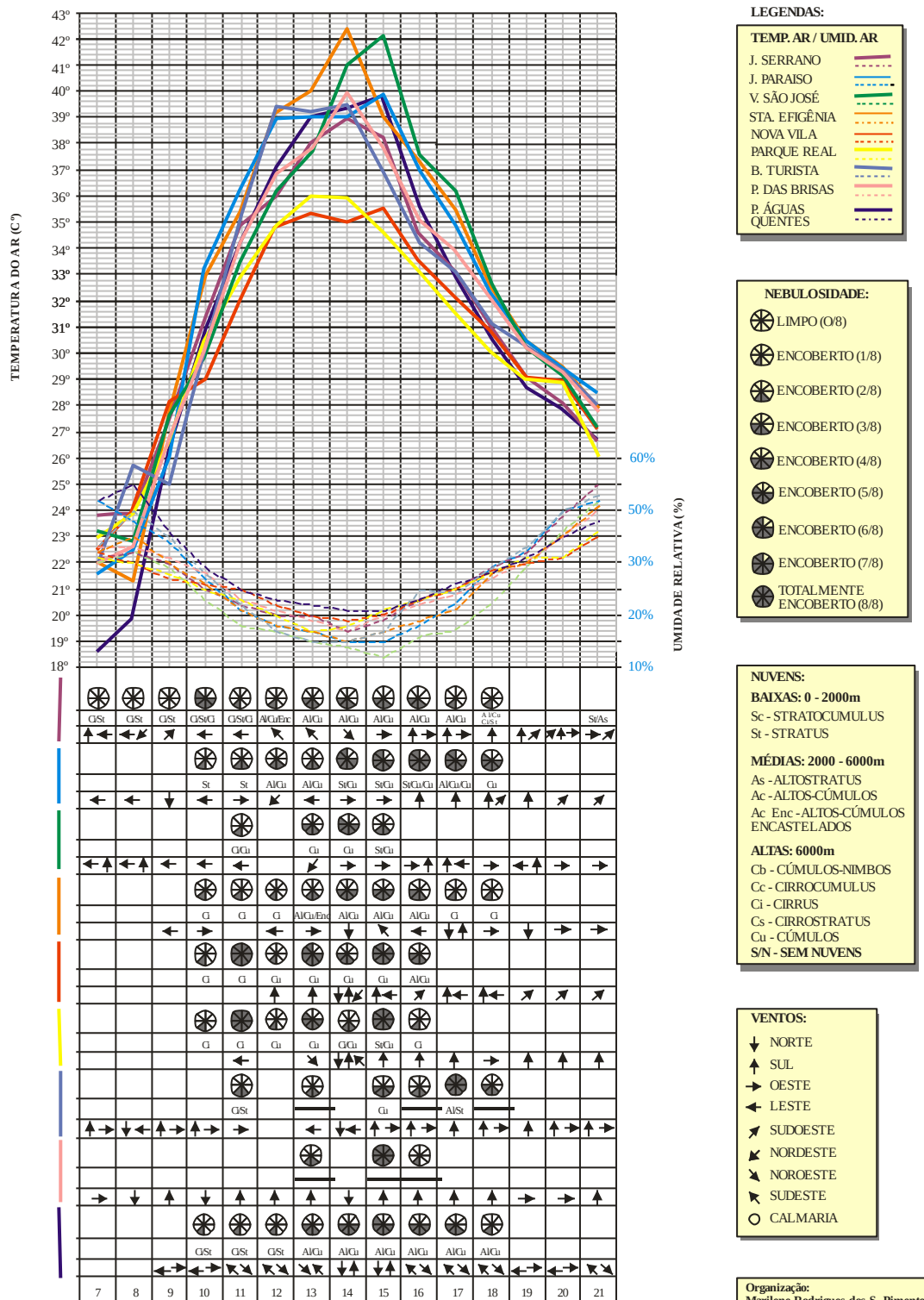
Durante as tomadas de temperatura junto à superfície do solo do dia em análise houve predomínio de nuvens Cirrus e Altostratus, prenúncio de uma nova frente fria, ventos de velocidade de 1,0 m/s pela manhã e 6,0 m/s à tarde, intercalados, em alguns momentos, por situações de calmaria. A partir das 14 horas percebeu-se que as condições do tempo começaram a mudar: o vento soprava mais forte e constante atingindo 6,0 m/s, aumentou a nebulosidade e as diferenças de temperatura entre os horários diminuíram.

As condições de tempo verificadas até as 14 horas (tempo estável, quente, com nebulosidade crescente - 2/8 para 8/8 no final da tarde), indicavam mudanças nas condições do tempo, decorrente da aproximação do Sistema Frontal. Essas mudanças refletiram-se nos valores térmicos que se apresentaram menos elevados no dia seguinte. A amplitude térmica do setor Portal das Águas Quentes foi de 21,2 °C e de 21,1 °C no setor Santa Efigênia. Enquanto no dia 7 esse valor baixou, respectivamente, para 13,0 °C e 16,3 °C. A tabela 13 e a figura 48 evidenciam algumas situações descritas no texto.

Tabela 13 – Dados coletados nos postos fixos em 06 de setembro de 2008

Local Horas	Águas Quentes		Nova Vila		Parque Real		Jd. Paraíso		Jd. Serrano		Sta. Efigênia		B. Turista		Pq. Brisas		São José		Centro		Média	
	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
07:00	18,6	42	22,5	32	23,0	31	21,6	42	23,8	31	22,0	32	22,0	33	22,0	33	23,2	42	20,0	66	21,9	39
08:00	19,9	45	24,0	30	23,9	30	22,5	38	23,9	32	21,3	35	25,7	40	22,6	33	22,8	38	21,2	64	22,8	39
09:00	26,6	36	28,2	27	26,5	28	26,0	34	27,4	30	27,9	30	25,0	35	26,7	31	27,7	34	21,7	62	26,4	35
10:00	30,9	29	29,0	26	30,5	25	33,2	27	31,4	25	32,9	26	30,0	28	30,0	28	29,8	27	24,3	56	30,2	30
11:00	34,3	25	32,0	25	32,9	23	36,3	21	34,8	22	35,4	21	35,3	22	34,1	23	33,6	21	27,2	50	33,6	25
12:00	37,1	23	34,8	22	34,9	20	39,0	18	36,0	20	39,1	18	39,4	17	36,8	21	36,1	18	34,5	28	36,8	21
13:00	39,0	22	35,3	20	36,0	17	39,0	17	38,0	20	40,0	17	39,2	15	37,8	19	37,7	17	36,0	27	37,8	19
14:00	39,3	21	35,0	19	35,9	18	39,0	15	39,0	17	42,4	15	39,5	15	39,9	17	41,0	15	36,6	25	38,8	18
15:00	39,8	21	35,5	20	34,5	21	39,9	15	38,2	19	38,9	17	36,7	17	37,7	20	42,1	15	36,6	26	38,0	17
16:00	35,5	23	33,5	23	33,0	23	36,8	18	34,5	23	37,2	19	34,1	25	35,0	22	37,5	18	33,8	31	35,1	23
17:00	32,7	26	32,0	25	31,5	25	34,7	22	33,0	25	35,3	21	33,0	24	33,9	24	36,1	22	32,9	32	33,5	25
18:00	30,5	28	30,8	28	30,0	28	32,2	29	30,9	29	32,4	28	31,8	29	32,0	27	32,5	29	31,8	35	31,5	29
19:00	28,5	31	29,0	30	29,0	31	30,4	32	29,0	32	30,3	30	30,2	33	30,2	30	30,1	32	30,6	38	29,7	32
20:00	27,8	35	28,9	31	28,9	31	29,3	40	28,0	39	29,4	35	29,3	40	29,1	35	29,1	40	29,4	42	28,9	37
21:00	26,6	38	27,0	35	26,0	36	28,4	42	26,6	45	27,8	41	27,9	43	27,7	40	27,0	42	27,8	46	27,3	41
Média	31,1	30	30,5	26	30,4	26	32,6	27	31,6	26	32,8	26	31,9	28	31,7	27	32,4	27	29,6	42	31,5	28
Máxima	39,8	45	35,5	35	36,0	36	39,9	42	39,0	45	42,4	41	39,5	43	39,9	40	42,1	42	36,6	66	39,1	44
Mínima	18,6	21	22,5	19	23,0	17	21,6	15	23,8	17	21,3	15	22,0	15	22,0	17	22,8	15	20,0	25	21,8	18
Amplitude	21,2	24	13,0	16	13,0	19	18,3	27	15,2	28	21,1	26	17,5	28	17,9	23	19,3	27	16,6	41	17,3	26

FIGURA48: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 06/09/08



07/09/2008 - Às 7 horas, no posto Santa Efigênia a temperatura e umidade relativa do ar foram de 20,8 °C e 60%. No horário das 15 horas atingiu 37,1 °C e 25%. Uma diferença de 0,5 °C para a mínima e 5,3 °C para a máxima, do dia 06 para o dia 07, resultado do prenúncio da entrada do novo sistema atmosférico. Se no dia anterior o céu no horário da tarde já se apresentava coberto por nuvens, manteve-se ainda parcialmente encoberto durante parte da manhã deste dia, se desfazendo no período da tarde.

No posto de coleta localizado numa reserva florestal próximo ao Jardim Paraíso, foram realizadas medidas de temperatura do ar e do solo em nível da relva. A vegetação encontrava-se bastante alterada, predominando árvores em formação aberta, de pequeno e médio porte, desprovidas de folhagem (predominância de espécies decíduas), sobre solo com pouca matéria orgânica. No dia 6 de setembro os valores de temperatura do ar tomados nesse local variaram entre 21,6 a 39,9 °C (amplitude de 18,3 °C) e entre 24,8 a 28,1 °C no solo (3,3 °C de amplitude) (Tabela 14 e Figura 49).

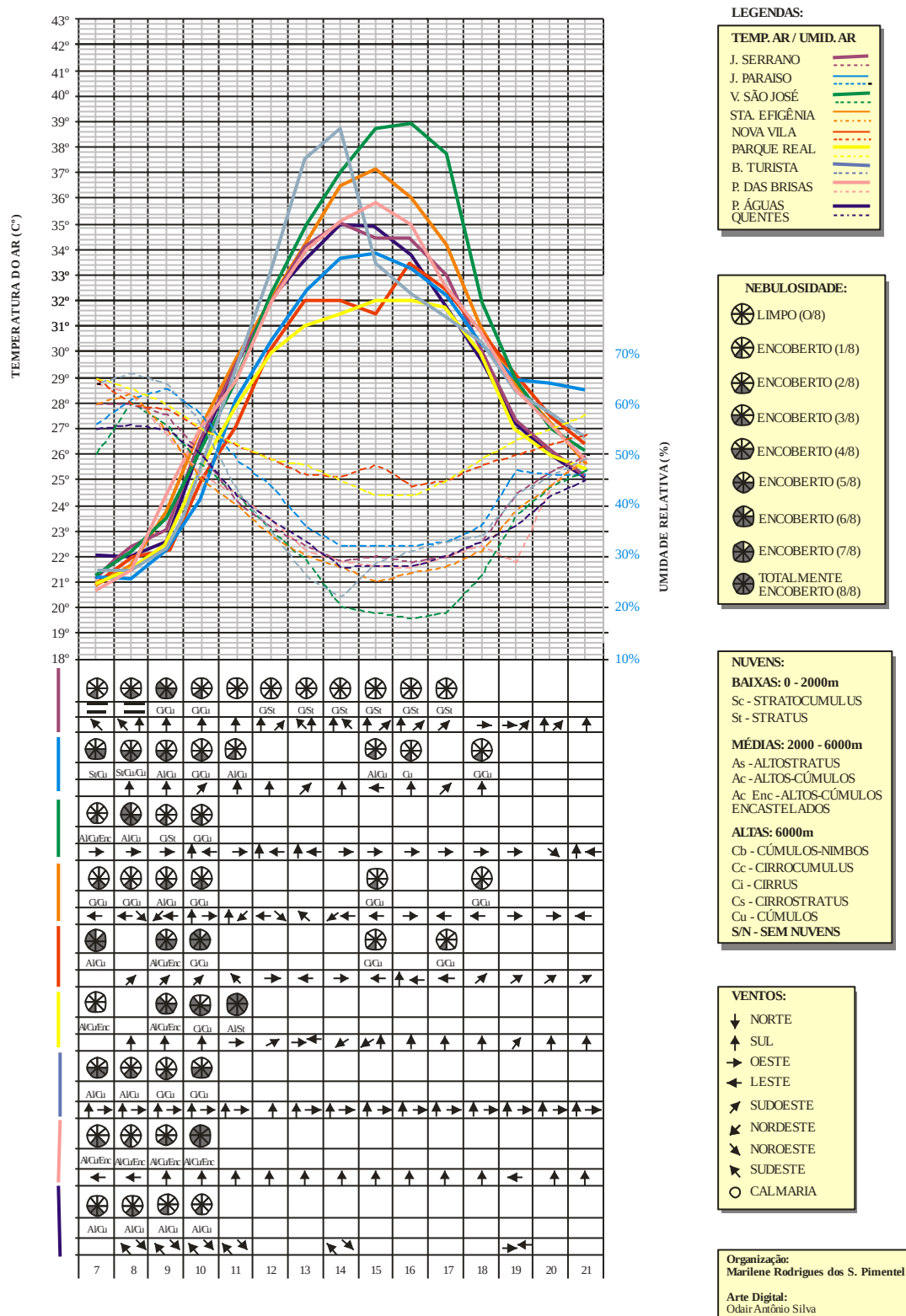
No dia 7 o posto foi colocado numa área pouco mais densa de vegetação, nessa mesma reserva, e constatou-se uma variação de valores térmicos até significativos entre 21,1 a 33,9 °C (amplitude de 12,8 °C). No solo essa variação foi de 22,6 a 24,9 °C (2,3 °C mais frio do que o dia anterior). Mesmo ocorrendo baixa na temperatura do ar durante esse dia (se comparado ao dia anterior), não foi o suficiente para atingir o interior dessa reserva, devido à rugosidade do dossel florestal. Essa diferença de temperatura do solo e do ar guarda relação com a mudança do posto de um local mais seco e aberto para um mais verde e fechado e não pela interferência da mudança das condições do tempo.

A pesquisa realizada por Pimentel & Santos (2006) na cidade de Morrinhos (GO), numa reserva florestal, ratifica esta afirmação. Com a entrada de uma frente fria durante a pesquisa no final da tarde de verão do dia 4 de março de 2006, todos os postos oscilaram em média 9,5 a 10,7 °C na área urbana e 12,8 °C no entorno rural, enquanto na área de remanescente de floresta oscilou apenas 2,5 °C: [...] “Isso confirma a capacidade e a influência das áreas verdes em manter condições microclimáticas não apenas interna como também às áreas adjacentes, diminuindo sua capacidade à medida que é retirada a vegetação” (PIMENTEL & SANTOS, op. cit, p. 85).

Tabela 14 – Dados coletados nos postos fixos em 07 de setembro de 2008

Local Horas	Águas Quentes		Nova Vila		Parque Real		Jd. Paraíso		Jd. Serrano		Sta. Efigênia		B. Turista		Pq. Brisas		São José		Centro		Média	
	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
07:00	22,1	55	21,0	65	21,0	65	21,2	56	21,2	60	20,8	60	21,5	64	20,7	64	24,3	50	19,8	68	21,4	61
08:00	22,0	56	22,0	60	21,5	63	21,1	61	22,4	60	21,6	62	21,5	66	21,5	62	22,1	60	23,1	60	21,9	61
09:00	22,6	55	22,3	59	22,5	60	22,1	63	23,0	58	23,7	55	22,2	64	24,4	54	23,5	56	25	56	23,1	58
10:00	26,3	50	25,0	55	25,5	55	24,2	58	26,1	50	26,9	45	24,9	56	26,9	46	26,1	48	27,5	48	25,9	51
11:00	29,3	42	27,0	52	27,8	52	28,0	49	29,6	41	29,8	40	29,3	43	28,8	42	28,9	42	30,8	41	28,9	44
12:00	32,1	37	30,0	49	30,0	49	30,4	44	31,8	36	31,9	34	33	35	31,8	37	32,2	35	29,9	44	31,3	40
13:00	33,6	33	32,0	46	31,0	48	32,4	36	34,1	32	34,2	30	37,5	26	33,9	31	35,0	29	31,1	41	33,5	35
14:00	35,0	28	32,0	46	31,5	45	33,7	32	35,1	29	36,5	28	38,7	22	35,1	29	37,0	20	32,4	37	34,7	32
15:00	34,9	28	31,5	48	32,0	42	33,9	32	34,4	30	37,1	25	33,4	29	35,9	28	38,7	19	33,0	37	34,5	32
16:00	33,8	28	33,5	44	32,0	42	33,3	32	34,5	29	36,0	27	32,2	31	35	28	38,9	18	32,4	37	34,2	32
17:00	31,7	30	32,5	45	31,8	45	32,2	33	33,0	30	34,2	28	31,4	33	32,6	30	37,7	19	31,4	38	32,9	33
18:00	29,6	33	30,8	48	30,0	49	30,4	36	30,1	33	31,0	31	30,4	34	30,9	32	32,1	26	30,4	39	30,6	36
19:00	27,2	38	28,5	50	27,0	53	28,9	47	27,4	42	28,7	39	28,5	42	28,6	39	29,0	38	28,7	45	28,3	43
20:00	26,0	42	27,5	52	26,0	55	28,8	46	26,1	47	27,1	44	27,6	46	27,1	44	27,0	44	27,3	48	27,1	47
21:00	25,1	45	26,4	54	25,5	58	28,6	46	25,2	50	25,6	50	26,7	49	25,8	50	26,2	47	25,9	51	26,1	50
Média	28,8	40	28,1	51	25,5	52	28,6	45	28,9	42	29,7	40	29,3	43	29,3	41	30,6	37	28,6	46	28,7	44
Máxima	35,0	56	33,5	65	32,0	65	33,9	63	35,1	60	37,1	62	38,7	66	35,9	64	38,9	60	33,0	68	35,3	63
Mínima	22,0	28	21,0	44	21,0	42	21,1	32	21,2	29	20,8	25	21,5	22	20,7	28	22,1	18	19,8	37	21,1	31
Amplitude	13,0	28	12,5	21	11	23	12,8	31	13,9	31	16,3	37	17,2	44	15,2	36	16,8	42	13,2	31	14,2	32

FIGURA 49: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 07/09/08



Percebe-se a importância da presença de vegetação para inibir os elevados contrastes térmicos e, ao mesmo tempo, elevar a inércia termal do ambiente. A simples mudança do local da coleta, agora com vegetação mais exuberante, apontou 3,2 °C a menos em relação ao valor do dia anterior. O ponto da coleta do dia anterior facilitou a incidência de radiação solar direta devido a pouca folhagem e madeira secas de cor clara. Essa situação é semelhante àquela descrita por Jardim, (2007, p.138) que ao comparar uma área com vegetação arbórea com predomínio de espécies semi-decíduas com as áreas de pasto ao redor diz o seguinte:

[...] além de facilitar a incidência de radiação solar direta, há um acréscimo de radiação difusa (e que deve ser adicionada a radiação solar direta), decorrente da cor clara da madeira aparentemente seca e da disposição aberta dos troncos e galhos das árvores desprovidas das folhagens. Este último age como se fosse uma “armadilha térmica” ou anteparo frente à saída da radiação [...].

Ressalte-se que o gramado seco, relva seca, pouco ou nada influencia no comportamento térmico da camada de ar sobrejacente. Os solos secos e nus se aquecem mais rápido transferindo calor para o ar (a maior parte desse calor na forma de calor sensível), por isso a temperatura mostrou-se mais elevada do que aquela registrada sobre áreas com mais vegetação e maior quantidade de material orgânico.

3.3 Análise dos dados da 2ª etapa de trabalho de campo (verão de 2009)

Para melhor compreensão das variações térmicas na cidade de Caldas Novas, buscou-se realizar uma segunda etapa de campo, desta vez durante o verão, mantendo os postos de coleta de dados da primeira etapa (inverno/2008).

No território brasileiro, durante o verão, atua quatro massas de ar, sendo três quentes e úmidas: Equatorial Continental (mEc), Equatorial Atlântica (mEa), Tropical Atlântica (mTa) e uma seca, a Tropical Continental (mTc). O predomínio das massas úmidas e quentes neste território provoca precipitação. Ainda é influenciado pela massa Polar Atlântica (mPa), com menor intensidade no verão o que se traduz em ligeiras quedas de temperatura e maior pluviosidade, diferentemente do inverno que atinge freqüentemente o Brasil propiciando temperaturas baixas no sul, sudeste e centro-oeste.

Geralmente o ar polar alcança o território brasileiro com pouca intensidade, por isso nesta época do ano faz calor na maior parte do tempo. A amplitude térmica é baixa,

independente da atuação da mEc e de mPa. A umidade do ar é muito alta, denunciada pela forte presença de nuvens (4/8 - 8/8) e chuvas por todo o território brasileiro. A já elevada inércia termal do ar é aumentada sob as condições de uma atmosfera úmida, associado ao elevado calor específico da água, o que contribui de forma decisiva na redução das amplitudes térmicas diárias.

A dinâmica do tempo é um fato a ser considerado em trabalhos desta natureza, portanto, remete à necessidade de tomada de dados mais freqüentes para entender certas situações, haja vista que o ritmo na cidade de Caldas Novas e entorno é apontado pela diferença de aquecimento e resfriamento detectados entre os diferentes postos, ainda que esta variação não apresente contrastes térmicos muito elevados como nas metrópoles onde as ilhas de calor ocorrem com freqüência quando comparado a cidades de porte médio ou pequeno.

O balanço desigual de energia proporcionada pelas características urbanas se reflete nos valores de temperatura. Essa variação de acordo com Garcia (1990) apud Jardim (2007, p. 140), deve-se a vários fatores:

[...] maior armazenamento de energia durante o dia nas cidades e na sua liberação contínua, mesmo depois do pôr-do-sol, capaz de compensar o déficit noturno de radiação; produção de calor antropogênico, diminuição das fontes de evaporação em detrimento da expansão da malha urbana; menor perda de calor sensível devido à redução na velocidade do vento; aumento da absorção da radiação solar, associado às características de albedo e incremento na área de exposição das edificações.

O excedente de calor armazenado na cidade tem relação com o material constituinte dos edifícios, sendo maior nessas áreas do que nos bosques e superfícies de cultivo. Porém, esse armazenamento de energia é maior durante o dia, equilibrando o déficit de radiação noturna, uma vez que as trocas turbulentas do ar são menores.

Para a compreensão dos aspectos locais, primeiramente buscou-se entender a dinâmica atmosférica no momento da pesquisa e relacionar o sistema atuante com as informações obtidas em campo. O resultado provém das relações dos controles de superfície com os elementos atmosféricos, pois não se deve analisar uma variável isolada dos outros elementos, mas fazer uma inter-relação entre os dados espaciais, temporais e escalares.

Apesar de a coleta ter sido realizada no final do verão, os valores térmicos e higrométricos do ar ainda mantiveram-se elevados com média entre 22,5 a 31,8 °C para a temperatura do ar e 54 a 82% para a umidade relativa do ar, que estão dentro das médias anuais para a região sul de Goiás.

3.3.1 Experimento I – Segmento temporal (9 a 18 de março de 2009)

Nesta seqüência observou-se que as condições gerais atmosféricas foram dominadas pela ação de três sistemas atmosféricos: o norte e nordeste do Brasil estavam dominados pela ZCIT (Zona de Convergência Intertropical)²⁰ e seu desdobramento em massa Equatorial Continental²¹; no sul e sudeste, as condições de tempo encontravam-se sob a influência do Sistema Frontal Atlântico (SFA) trazendo o ar polar frio (SPA) na sua retaguarda; e o Sistema Tropical Atlântico na porção oriental do território brasileiro (Figura 50). Deve-se acrescentar a ocorrência de chuvas convectivas (chuvas muito fortes, de grande intensidade num curto intervalo de tempo), associada ao forte aquecimento basal das massas de ar, relativamente comum nesta época do ano, já que a posição da Terra em seu movimento de translação favorece a recepção de radiação solar pelo hemisfério sul.

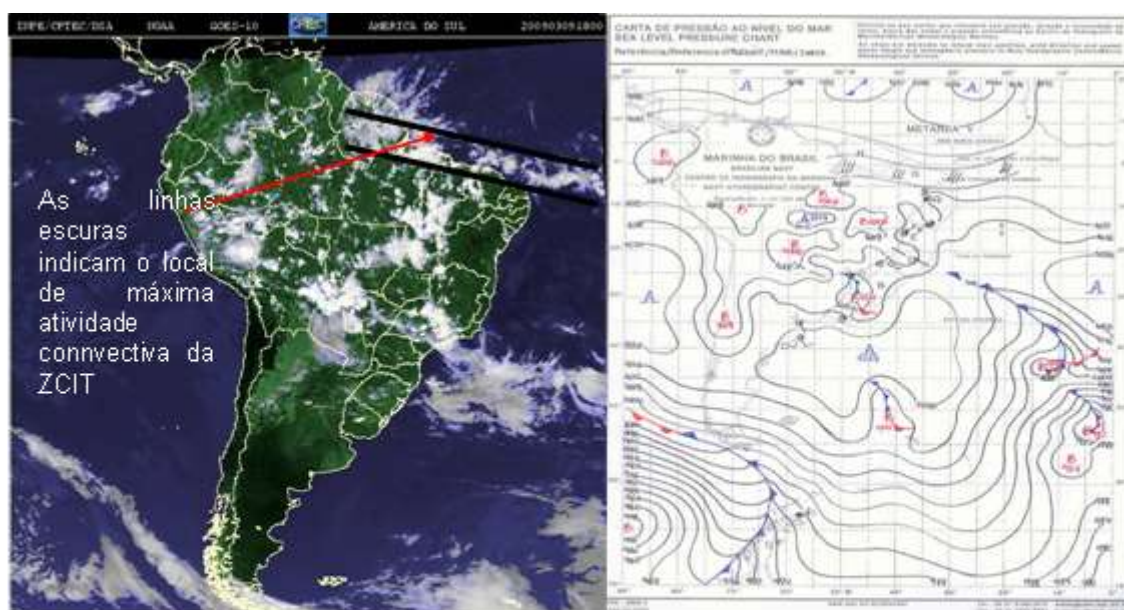


Figura 50 - Imagem de satélite na faixa do infra-vermelho, mostrando os diferentes níveis de temperatura – dia 09/03/2009 e carta sinótica representando as condições atmosféricas do dia 09/03/2009

Fonte: www.mar.mil.br, www.cptec.inpe.br

²⁰ A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuando nos trópicos, ela é parte integrante da circulação geral da atmosfera. Dentro desta circulação geral da atmosfera, existem três cinturões de ventos que são observados em cada hemisfério do planeta Terra. (LEANDERSON MARCOS, 1999/2)

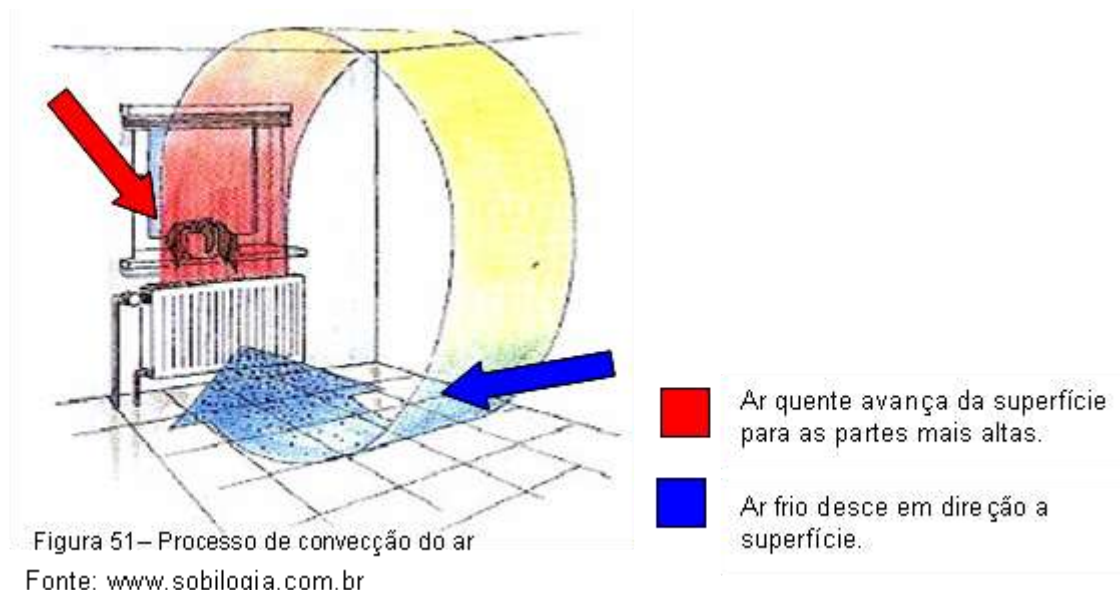
²¹ [...] “essa massa se forma sobre o continente aquecido onde dominam as calmas e ventos do regime depressionário, sobre tudo no verão”. Nesta época, o continente é um centro quente para o qual afluem de norte e leste os ventos oceânicos oriundos na massa Ea (Equatorial Atlântica) mais fria, vindo constituir, em terra, a massa Ec (Equatorial Continental). Na depressão térmica produz-se acentuada ascensão, que dada a falta de subsidência, empresta-lhe um caráter de instabilidade convectiva. Isto permite que a umidade específica se distribua mais uniformemente com a altura. Por se tratar da massa constituída de ventos oceânicos, e sujeita a freqüente condensação, a umidade relativa é elevada, sendo característica a formação de grandes cúmulos-nimbos e precipitação abundante. (NIMER, 1989, p. 10)

09/03/2009 - O forte aquecimento registrado neste dia, de acordo com os dados de campo (34,3 °C às 15 horas), estava associado à entrada do ar quente equatorial (mEc) em função da calha de baixas pressões que se formou ao longo do eixo da frente fria que se aproximava.

Considerando a dinâmica do dia e confrontando as informações de ordem quantitativa (valores de temperatura e umidade) e qualitativa (circulação do vento regional e local), foi possível apontar algumas questões relevantes. Observou-se que a intensidade do vento variou de acordo com as características de cada posto e horário. Seu maior valor alcançou 2,8 m/s (rajada) no horário das 12 horas no posto Belvedere, uma área aberta e distante do centro. Neste caso, essa parcela de ar apresentou-se mais aquecida do que às circunvizinhas, uma vez que a temperatura neste posto (30,8 °C) não se mostrou menor do que nos postos mais centralizados: 29,9 °C no SESC; 29,7 °C - Bairro Turista; 29,5 °C – Itaiçi.

A radiação solar direta armazena calor nas edificações e superfícies, que é difundida para o meio por intermédio dos processos de radiação, convecção e condução. A presença do vento, mesmo com pequena intensidade, porém constante, favoreceu o processo de convecção térmica, ou seja, a transferência de calor através de movimentos verticais do ar aquecida de baixo para cima. Com a incidência direta da radiação solar e limpidez do céu (horário das 15 horas) o calor produzido pela superfície causou instabilidade do ar sobrejacente forçando sua ascensão por correntes de convecção.

O ar ao entrar em contato com a superfície mais quente, se aquece e sobe porque se torna mais leve (diminui sua densidade) em relação ao ar circundante. À medida que a temperatura do ar circundante começa a mudar com a altitude, a corrente de ar aquecida se expande, resfria, se torna denso e desce para a posição original, propiciando o movimento (troca). Esse processo é semelhante a um aquecedor de ar (Figura 51), colocado sobre a superfície onde a circulação do ar (mais quente e mais frio) forma as correntes ascendentes e descendentes designadas de “correntes convectivas” (térmicas). Diferentemente, se o aquecedor fosse colocado no teto, o ambiente não iria aquecer porque o ar quente manter-se-ia em altitudes mais elevadas e o ar frio sobre a superfície.



No período da manhã, o céu encontrava-se nublado, com chuva fina a leste da área urbana e em alguns pontos localizados na cidade, mas que logo se dissipou. A presença de nuvens (neste caso, cúmulos e estratos) intercepta parte da radiação solar que entra, de modo que essa radiação alcança a superfície de forma difusa. Nesta situação os contrastes térmicos são pequenos. Com a redução considerável da nebulosidade a partir das 12 horas, favoreceu-se a entrada de radiação com conseqüente aumento da temperatura (a amplitude térmica chegou a 10,6 °C no centro da cidade). A transmissão, absorção e reflexão vão depender do uso e ocupação do solo. Assim, a variação dos valores de temperatura (conseqüência direta do aporte de radiação solar) não se restringe a ausência ou presença de nuvens, mas também ao tipo de material utilizado nas edificações e dinâmica dos ventos, um dos fatores que mais influenciou nos valores térmicos registrados.

O Bairro Turista no horário das 7 horas registrava 24,7 °C (2,9 °C a mais em relação a um posto distante do centro – o Belvedere). Neste horário o céu encontrava-se totalmente encoberto e sem vento e, como este posto localiza-se em área deprimida, fica abrigado da turbulência local e regional e o ar sendo estável permanece num nível mais elevado o que lhe confere maior temperatura do ar no nível da superfície.

O fato do Bairro Turista, neste horário, apresentar-se mais aquecido do que outros postos remete ainda a questão da irradiação, processo de transmissão de calor através de ondas eletromagnéticas (ondas de calor): um dia muito quente acumula maior quantidade de calor principalmente devido ao material utilizado nas construções, asfalto e concreto. A radiação absorvida, transformada em radiação térmica (calor) por esses materiais, provoca

aquecimento que, depois de aquecido, tanto emite como reflete radiação. O material de cor escura como o asfalto aquece mais rapidamente do que superfícies claras e espelhadas porque além de absorver também emite radiação. Esse processo é semelhante a uma panela de fundo escuro colocada em um fogão com chama acesa: a superfície da panela absorve por contato e, ao mesmo tempo, reflete parte da radiação absorvida e transmitida na forma de calor (Figura 52).

É importante salientar que a radiação solar incidente (ondas curtas) é a mesma para qualquer lugar (postos de coleta). O que se diferencia é a proporção de energia absorvida²², transmitida, armazenada e emitida, pois estas dependem das características de cobertura da superfície (presença de vegetação, solo nu - seco e/ou úmido) e tipo de material utilizado nas edificações (ferro, cimento, vidro, pedra, asfalto etc.). Esses materiais,

[...] apresentam propriedades de armazenamento e de condução de calor distintas daquelas encontradas no solo e nos vegetais [...] Segundo Garcia (1990) de 70 a 80% do input radiante de todas as superfícies é dissipado no ar por meio de transferência turbulenta e o restante, de 20 a 30% (contra 5 a 15% nas superfícies de cultivo, bosques e pradarias), é armazenado pelos materiais dos edifícios (JARDIM, 2002, p. 92)

²² A absorção é um processo de interação por meio do qual a energia radiante é transformada em um outro tipo de energia, geralmente, calor (FERREIRA, 2006, p. 21).

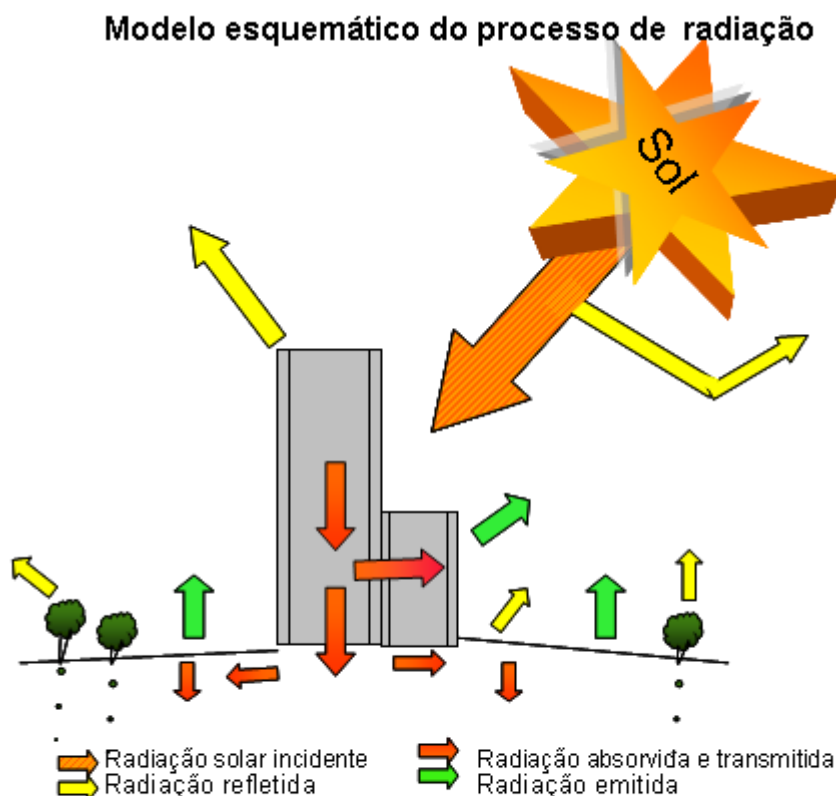


Figura 52: Interação da radiação solar com diferentes elementos na superfície
Elaboração: Marilene R. S. Pimentel

Quando a radiação incide sobre uma superfície opaca, parte dela é refletida e outra absorvida. Superfícies cobertas de neve ou nuvens têm albedo²³ muito alto, solos escuros e florestas apresentam baixo albedo, por refletir pouca radiação visível. Os materiais usados nas edificações, com significativa capacidade térmica, armazenam calor durante o dia e evita que a edificação perca com facilidade para o exterior no período noturno, o que remete a uma retenção maior de energia favorecido por esses materiais.

Sabe-se que as superfícies sólidas e expostas ao sol aquecem e resfriam mais rapidamente do que as superfícies líquidas. Claro que esse processo depende também da capacidade que a matéria tem de absorver e armazenar a energia. Então, porque esse posto (Bairro Turista) em vários dias amanheceu mais aquecido do que os demais postos também localizados na área urbana? E porque nos demais horários manteve-se mais frio? Um dos fatores é a capacidade térmica do ambiente (inércia termal) que de acordo com Papst (1999, p. 1 e 8) [...] “inércia térmica é a capacidade de uma edificação de armazenar e liberar calor ou

²³ O albedo de uma superfície é a relação da energia refletida sobre a incidente, expressa a fração de radiação visível refletida pela superfície. Ou ainda a porcentagem de energia solar refletida por qualquer superfície (FERREIRA, 2006, p. 19-37).

ainda o produto da densidade por espessura e pelo calor específico (c) do material”.

O calor específico define a quantidade de calor necessária para elevar em um grau a temperatura de um componente, por unidade de massa. [...] segundo Yannas e Maldonado (1995), a diferença de capacidade de armazenamento de calor entre materiais é revelada quando se analisa a capacidade calorífica volumétrica. [...] capacidade de o material armazenar energia térmica. (PAPST, 1999, p. 1 e 8).

A não incidência dos ventos no horário de 7 horas, neste posto (Bairro Turista), também influenciou no aquecimento porque os ventos [...] “apresentam uma considerável variação entre a atmosfera superior e a inferior [...] o vento é sempre mais forte no cimo de edifícios do que no terreno circundante” (FORSDYKE, 1975, p. 36). Isso acontece porque próximo à superfície, o fluxo de ar é diminuído pela fricção (rugosidade do terreno).

No posto SESC de altitude inferior (675 metros) ao posto Bairro Turista (680 metros), a temperatura no horário das 7 horas aferia 22,9 °C (1,8 °C a menos do que o Bairro Turista). Num posto mais afastado do centro (localizado no Jardim Belvedere) registrava temperatura igual a 21,8 °C (2,9 °C a menos do que o Bairro Turista). O resfriamento desses postos deve-se a fatores diversos: baixada SESC – ar frio acumulado, proporcionado pela descida de ar frio (ventos catabáticos) aliado a presença de vegetação densa e curso d’água; Jardim Belvedere – área livre sujeita a influência local.

Com a diminuição da nebulosidade (a partir das 12 horas), o Bairro Turista que nas primeiras horas da manhã estava mais aquecido, sofreu redução nos valores de temperatura. Percebe-se que o vento de direção norte canalizou e passou a ser constante. Este fator, aliado à sombra produzida pelos edifícios, favoreceu o resfriamento da temperatura do ar, semelhante ao ocorrido durante a etapa de campo no inverno de 2008. À noite, porém, pelas características deste posto (material utilizado nas construções, grau de obstrução do céu, topografia e diminuição do vento) a perda de energia não ocorreu de forma tão intensa como nos postos mais abertos (ruas amplas, construções térreas e espaçadas) o que favoreceu a retenção de calor, refletindo esses valores no horário das 7 horas, como já fora descrito anteriormente.

De acordo com Oliveira (1987, p. 47) [...] “a porosidade dos edifícios pode mudar substancialmente os padrões de velocidade dos ventos nas estruturas urbanas”. Quanto mais agregado estiverem os edifícios, maior é a dificuldade da circulação do vento em nível da rua. Mendonça (1994, p. 37) ao abordar a direção e velocidade de ventos de superfície enfatiza que,

Os ventos desempenham importantíssimo papel na definição climática em todas as escalas da abordagem climatológica. A identificação da dinâmica da movimentação do ar regional e local quando do estudo de climas ao nível da meso, topo e micro escala é fundamental para o conhecimento dos mesmos dentro de uma abordagem dinâmica.

Isso remete a busca de um melhor planejamento na forma de dispor os edifícios no ato da sua construção, a largura das ruas e presença de espaços vazios (praças arborizadas).

O posto no Bairro Turista onde foram coletados os dados sofria o efeito aerodinâmico de canalização do ar, onde a corrente de ar escoava por um canal a céu aberto formado pelas construções (GANDEMER/GUYOT, 1980 apud SANTANA, 1997). Essa canalização geralmente ocorria com mais frequência no período diurno.

Quando a coleta de dados é feita externa às edificações que se enquadravam neste efeito aerodinâmico, percebe-se que o ar circula livremente entre os corredores e, desta forma, só as primeiras unidades recebem mais ventilação. Diferentemente, se as unidades fossem intercaladas como explica Olgyay (1968) apud Santana (1997) receberia melhor ventilação. Situação semelhante ocorreu em Morrinhos (GO), ao fazer uma análise entre o setor Vila Bela, composta de residenciais térreos, mas que se enquadra no efeito aerodinâmico de canalização e os Setores Sol Nascente e Vila Mutirão. Apesar desses setores não serem construídas estrategicamente (intercaladas) a distância entre uma residência, e outra devido às divisões dos quintais, possibilitou receber melhor influência das correntes de ar (PIMENTEL, SANTOS & SILVA, 2009). Na rua e calçadas de acordo com Santana (1997, p. 56)

A melhor ventilação [...] é alcançada quando estas são paralelas à direção dos ventos predominantes durante as horas da tarde (quando a temperatura urbana alcança o seu máximo). Entretanto, se os edifícios estão muito perto uns dos outros e suas fachadas dão para as ruas, o potencial de ventilação do edifício está comprometido.

O papel da vegetação como regulador das amplitudes termo-higrométricas também é essencial para gerar um melhor conforto térmico da população urbana. Praças bem arborizadas, árvores ao longo das avenidas e calçadas, além de embelezar a cidade, propiciam ambientes microclimáticos naturais. O sombreamento, a umidade relativa do ar, a radiação, intensidade da ventilação vai depender da forma de como está estruturada a cidade, aliado é claro às características “naturais” do lugar, como a disposição do relevo, orientação das vertentes, presença ou não de vegetação etc.

O que se percebe em Caldas Novas, principalmente na área central, é a escassez

de vegetação, como também, a falta de praças amplas e arborizadas. Nas intermediações das Avenidas Coronel Bento de Godoy e Alcalino Santos onde se concentram a maior parte dos turistas no final da tarde, principalmente nos meses de temporada (julho e dezembro), apresenta degradação ambiental decorrente não apenas da ausência de áreas verdes, mas da circulação de automóveis, elevado índice de construção (80 a 100%) e acumulação de pessoas em pequenos espaços, como nos bares, lanchonetes e comércio (formal e ambulante) que invadem as calçadas onde deveria estar livre para a circulação de pedestres, forçando-os a dividirem o espaço com veículos. Seguindo o raciocínio de Mendonça (1994, p. 266) [...] “A rápida degradação do ambiente [...] e da qualidade de vida no seu conjunto, comprovam a insensatez das instâncias de poder que privilegiaram o progresso econômico em detrimento do social.”

É de fundamental importância que os projetos dos arquitetos e planejadores urbanos utilizem os resultados dos estudos meteorológicos e climatológicos para melhor definir a estruturação das edificações, geometria das ruas e avenidas. Concomitante a inserção de praças, jardins e parques são necessários o conhecimento sobre outros aspectos naturais como a orientação da vertente (que favorece ou não a circulação do ar, maior ou menor incidência de radiação solar), topografia (topo, entalhamento dos vales) etc.

De acordo com o gradiente vertical de variação da temperatura do ar, a temperatura diminui em cerca de 0,65 °C, em média, a cada 100 metros de variação da altitude. Assim, levando-se em consideração o posto Cerâmica Jalim pela sua altitude de 725 metros, deveria apresentar valores menores. No entanto, no horário das 15 horas (dias 9, 11, 15), seus valores de temperatura eram iguais ou superiores aos dos postos com menor altitude. Neste caso, não se trata de inversão térmica. Sua vertente, exposta a orientação norte, recebe maior radiação durante todo o dia o que favoreceu esse aquecimento (32,4 °C no dia 9; 34,5 °C no dia 11 e 30,2 °C dia 15) contra (30,3 °C no Bairro Turista e 31,2 °C e 28,9 °C no Centro, nesses mesmos dias e horário). Os processos de advecção e convecção de ar (circulação local) contribuíram. O ar em movimento tanto traz quanto retira calor, isso explica a alternância de valores (dias mais quentes e dias mais frios na Cerâmica Jalim).

A condição de resfriamento verificada nos postos em determinado horário e dia relacionam-se a fatores diversos: no posto Cerâmica Jalim deve-se à proximidade em relação às condições de circulação local, como já fora explicado no parágrafo anterior, além de estar afastado da cidade; o posto do Itaiçi deve-se à urbanização com ruas largas, construções térreas com um pavimento e áreas verdes; o posto da Nova Vila, além de inserir-se na

caracterização anterior, encontra-se com sua vertente voltada para norte, o que favorece a entrada de radiação solar direta e, conseqüentemente, a produção de calor sensível. É bom esclarecer que as condições de resfriamento e aquecimento entre os postos citados não ocorreu em todos os dias, nos mesmos horários e postos, a dinâmica dessas variações dependeu das condições locais, intensidade, direção do vento, radiação, nebulosidade etc.

Quanto à umidade relativa do ar, a variação desta transcorreu de forma inversa à variação da temperatura, isto é, os maiores valores foram registrados no período da manhã (88% no posto SESC e 87% na Cerâmica Jalim e Belvedere), com sensível redução nos horários mais quentes do dia (43% Bairro Turista e 45% no Centro às 15 horas, com amplitude térmica diária alcançando valor máximo de 41%).

Conforme a tabela 15, com exceção das 7 horas da manhã, nos demais horários, no centro da cidade, foi observada temperaturas mais elevadas em relação às áreas periféricas (postos mais distantes do centro), retrato das características predominantes da área urbana (índice de construção e material utilizado), associado à convecção térmica do ar, à escala topo e microclimática. A diferença de temperatura no horário das 15 horas foi de 2,9 °C entre o centro e entorno (posto Belvedere). Neste dia e horário, além da velocidade do vento ser pequena ao nível da rua, ocorreu o efeito de obstrução pelas próprias edificações e terreno dificultando as trocas térmicas por convecção e advecção, em escala micro e topoclimática, implicando em menores valores de temperatura do ambiente.

A substituição de áreas verdes por asfalto, concreto, quintais impermeabilizados, ruas estreitas, terrenos pequenos, aumenta o albedo e contribui para aquecer os espaços por acumular calor [...] “devido às propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes agravados pela ausência da vegetação com seu papel fundamental da interceptação da radiação solar direta e difusa refletida por pisos e paredes” (SANTANA, 1997, p. 108).

Concreto e asfalto retém e irradiam calor em quantidades consideráveis, fazendo com que nas áreas onde há presença predominante desses elementos as temperaturas tendam a ser mais elevadas e umidades menores. Já as florestas e solos escuros, de acordo com Ferreira (2006), possuem albedo menor porque refletem menos radiação visível, ou seja, há um maior poder de absorção. Essa energia absorvida promove a evapotranspiração, diminuindo a temperatura e aumento da umidade.

[...] a existência ou não de áreas verdes tem papel importante na qualidade do espaço urbano, pois quanto maiores os índices de áreas verdes na estrutura urbana, menores os ganhos térmicos dessas áreas e, conseqüentemente, temperaturas menos elevadas

no espaço urbano; às 15 horas, quando a intensidade de radiação solar direta é menor que o calor cedido por convecção, período considerado pico de maior aquecimento da temperatura do ar, as zonas de maior massa edificada cedem calor por convecção mais rapidamente e em maior quantidade, elevando a temperatura do ar [...] (FERREIRA, 2006, p.57)

Essa necessidade de manter áreas verdes para um melhor conforto térmico é um fato comprovado em diversos trabalhos realizados inclusive por Pimentel & Santos (2006); Pimentel, Santos e Silva (2009) na cidade de Morrinhos – GO. Em geral a cidade de Caldas Novas – GO, (altitude aproximada de 580 a 740 metros), apresenta valores térmicos mais elevados do que Morrinhos (740 a 827 m) dados, principalmente às características de altitude e topografia, pois se encontra abrigada em área deprimida, dificultando a dispersão do calor. Analisando os postos distribuídos na área urbana de cada cidade com características adversas, conclui-se que as peculiaridades do espaço intra-urbano, estão relacionadas à capacidade que cada um tem de modificar a energia proveniente do sol na forma de ondas curtas (energia luminosa) para ondas longas (energia calorífica ou térmica) e em seguida conservá-la.

O posto Bairro Turista, pelas suas características (área verticalizada) leva-se a pensar em valores mais elevados ou semelhantes ao Centro, porém isso não ocorreu. Em todos os horários, com exceção das 7 horas, suas temperaturas estiveram sempre abaixo das obtidas no Centro (4,0 °C a menos no horário das 15 horas no dia 09/03/2009), formando neste caso ilha de frescor decorrente do sombreamento dos prédios e da dinâmica dos ventos (N/W) que convergiam da Serra de Caldas acompanhando o entalhamento do Córrego Capão Grosso. Nos demais dias essa diferença de temperatura permaneceu, atingindo 4,6 °C no dia 11/03/2009. Nem sempre as áreas verticalizadas são sinônimas de desconforto, o maior ou menor aquecimento depende do grau de influência dos controles e atributos.

Considerando todos os pontos de observação, a temperatura média diária variou entre 23,0 e 31,6 °C com amplitude média de 8,6 °C e a umidade 47 a 83% com 37% de amplitude. A amplitude diária da temperatura do posto Bairro Turista foi de 5,9 °C de temperatura e 36% de umidade relativa do ar, mantendo-se mais frio do que o Centro com 10,6 °C de amplitude diária, como já fora mencionada.

Comparando os valores de umidade relativa do ar entre o Centro da cidade e o posto da Cerâmica Jalim verifica-se que a variação foi pequena. A maior diferença foi registrada no horário das 12 horas (22%) podendo ser explicado pela sua localização: próxima a corpos d'água (Lago Corumbá), presença de vegetação, área rural, altitude relativamente elevada, aliado ainda à direção e intensidade do vento que trouxe a umidade do lago

contribuindo para essa maior diferença. A tabela 15 e figura 53 mostram a dinâmica dos elementos climáticos no dia 09/03/2009.

Tabela 15 – Dados do transecto móvel do dia 09 de março de 2009

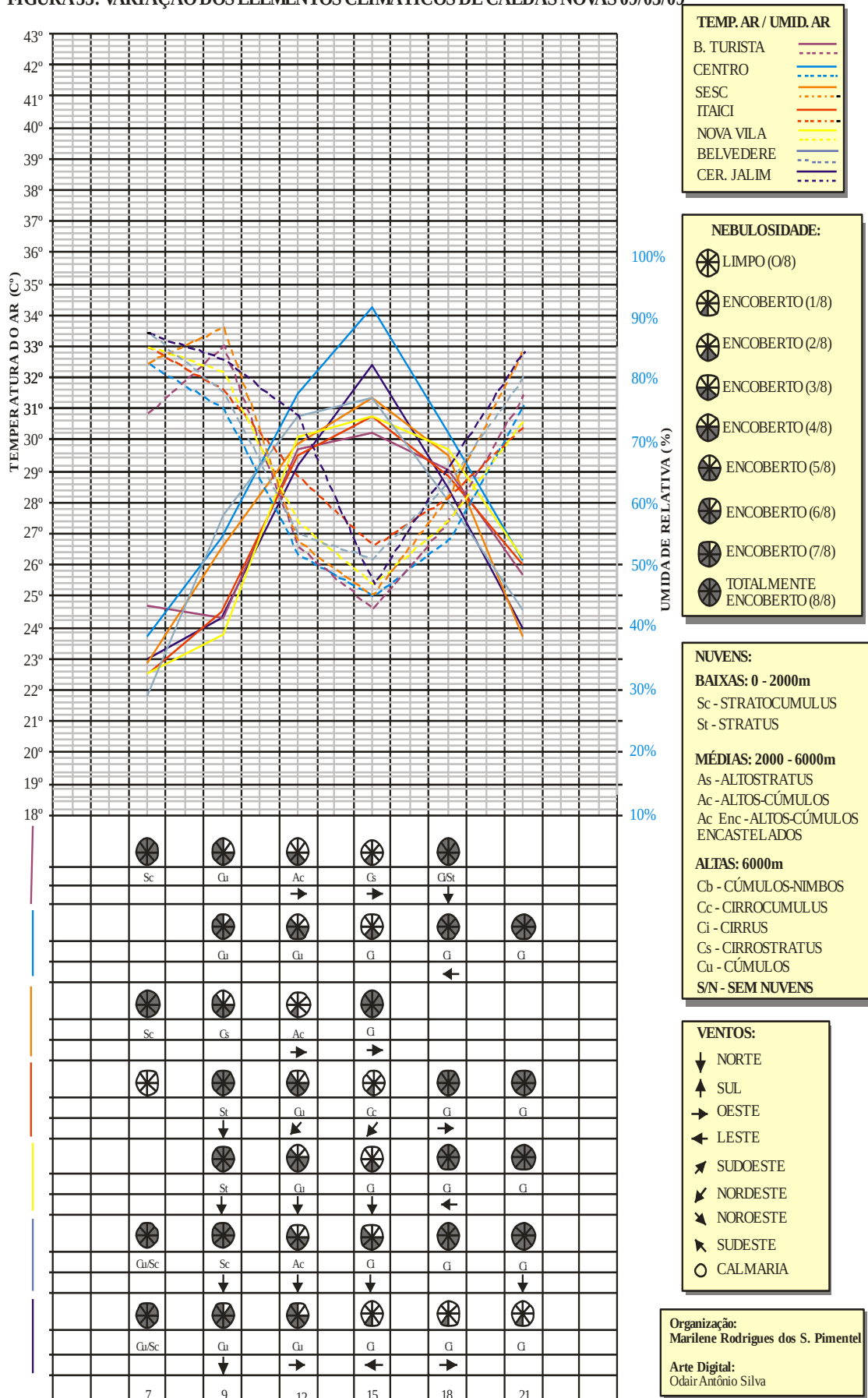
Ponto Coleta	Alt. (m)	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	23,0	87	24,3	83	29,2	74	32,4	47	28,5	65	24,0	84	9,4	40
Itaici	718	22,6	85	24,6	78	29,5	64	30,8	53	28,9	61	26,1	72	8,2	32
Nova Vila	695	22,6	85	23,8	81	30,2	57	30,8	47	29,7	57	26,2	73	8,2	38
Centro	685	23,7	82	26,9	75	31,5	52	34,3	45	30,3	54	26,2	75	10,6	37
B. Turista	680	24,7	74	24,4	85	29,7	53	30,3	43	29,1	57	25,7	77	5,9	36
SESC	675	22,9	82	26,6	88	29,9	54	31,4	45	29,5	61	23,8	84	8,5	41
Belvedere	728	21,8	87	27,5	78	30,8	55	31,4	51	28,1	63	24,6	80	9,6	36
Média		23,0	83	25,4	81	30,1	58	31,6	47	29,2	60	25,2	78	8,6	37

10/03/2009 - Percebe-se pelos valores de temperatura descritos na tabela 16 e figura 54, que este dia amanheceu mais frio com céu totalmente encoberto (8/8). Porém, a partir das 9 horas, a nebulosidade dissipou-se, o que contribuiu para um maior aquecimento decorrente da maior incidência de radiação solar direta.

No horário das 12 horas, o céu agora se encontrava parcialmente encoberto, formando um halo sobre a cidade (presença de nuvens altoestratus), e ventos mais intensos e constantes (3,3 m/s). Às 15 horas essa situação se intensificou: um vento frio com rajadas de W/NW de intensidade 6,7 m/s se deslocava do lado da Serra de Caldas. Verificou-se que sobre a Serra havia ocorrência de chuva orográfica provocada pela massa de ar carregada de umidade associada à influência orográfica (massa de ar ascendente, resfria, atinge o ponto de saturação, aumenta a umidade relativa do ar, condensa e precipita a barlavento), não ocorrendo muitas vezes precipitação a sotavento. Contudo, sua influência foi determinante para provocar diminuição no valor de temperatura e aumento da umidade relativa do ar do posto Belvedere localizado no entorno da Serra de Caldas (24,4 °C para a temperatura e 83% de umidade às 15 horas). Enquanto nos demais postos afastados (área mais central) mantinham-se mais aquecidos, com 32 °C no centro, 31,5 °C no posto Nova Vila e 31,7 °C no Itaici, não sendo influenciadas pelas condições climáticas predominantes na Serra dadas a distância e rugosidade da área central.

FIGURA53: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 09/03/09

LEGENDAS:



Nessas condições de tempo, as diferenças de temperatura do ar entre o Centro (32°C) e o posto Belvedere (24,4°C), um posto com maior presença de vegetação e influenciado pelas condições climáticas da Serra de Caldas, chegou a um contraste térmico de 7,6 °C no horário das 15 horas. (vide tabela 16 e figura 54). Nos dias 11 e 12 esse contraste se manteve (5,9 °C e 7,1 °C) respectivamente.

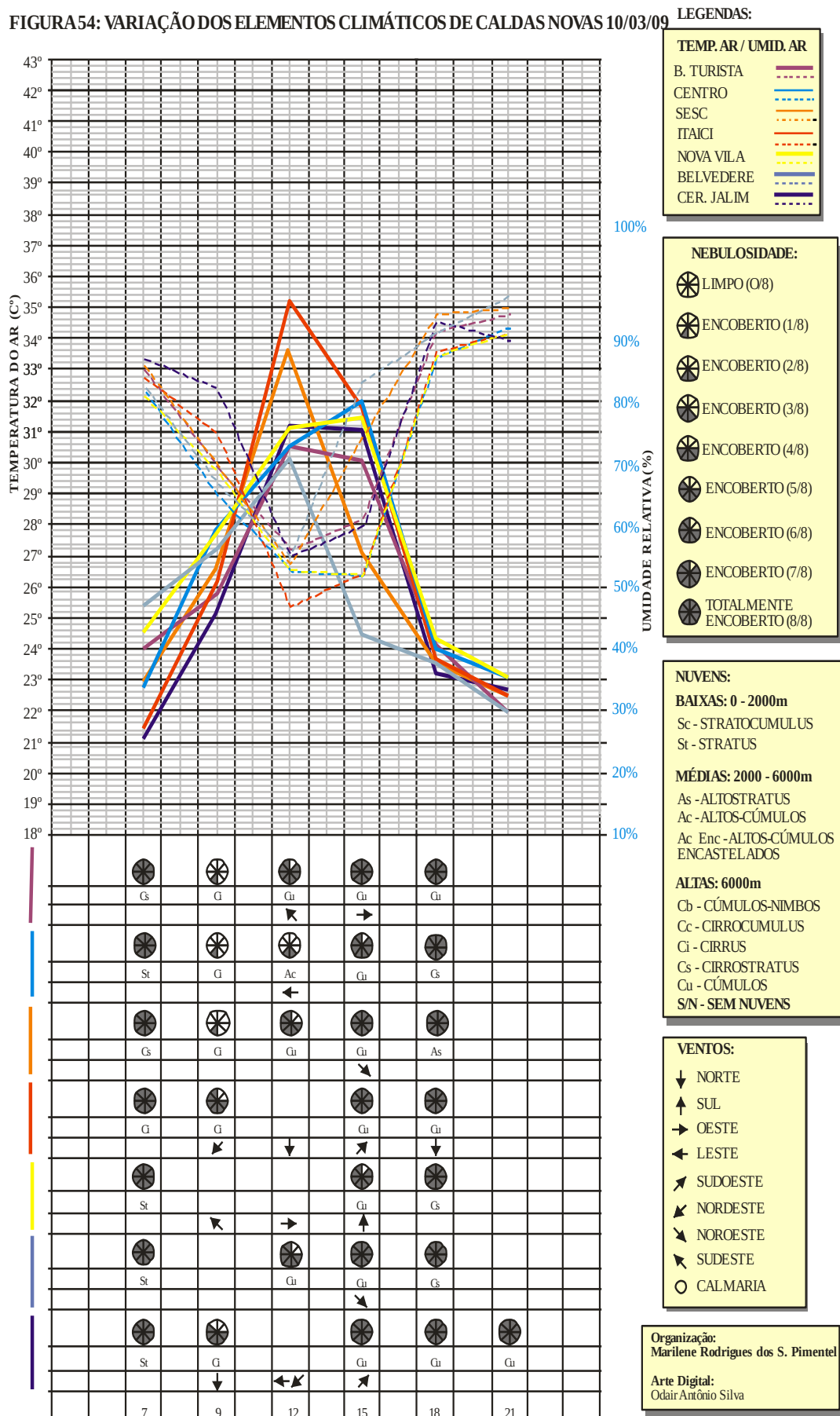
Tabela 16 – Dados do transecto móvel do dia 10 de março de 2009

Ponto Coleta	Alt. (m)	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	21,1	87	25,1	82	31,2	55	31	60	23,2	93	22,7	90	10,1	38
Itaici	718	21,3	84	26,1	75	35,2	47	31,7	52	23,7	88	22,5	91	13,9	44
Nova Vila	695	24,5	81	27,7	69	31,1	53	31,5	52	24,3	87	23,1	91	8,4	39
Centro	685	22,7	82	27,9	65	30,5	53	32,0	52	24,0	87	23,1	92	9,3	40
B. Turista	680	24,0	85	25,7	70	30,5	56	30,0	61	24,1	91	22,0	97	8,5	41
SESC	675	23,0	86	26,6	70	33,6	54	27,0	74	23,5	94	22,5	95	11,1	41
Belvedere	728	25,3	83	27,2	67	30,1	55	24,4	83	23,5	91	22,0	97	8,1	42
Média		23,1	84	26,6	71	31,7	53	29,7	55	23,8	90	22,6	93	9,9	41

O aquecimento basal das massas de ar provocou chuva forte na área urbana às 16 horas levando à diminuição da temperatura do ar. A média dos valores de temperatura do horário das 18 horas retrata bem essa mudança de 23,8 °C para 29,2 °C do dia 09/03/2009, embora sem incidência de chuva. Entre 15 e 18 horas a temperatura chegou a baixar 8,0 °C (área central), enquanto no dia anterior essa variação atingiu apenas 4,0 °C. A amplitude diária de temperatura de 13,9 °C no posto Itaici, mostra a forte incidência da radiação solar neste dia, principalmente porque a vertente voltada para norte induz ao aquecimento. A grande amplitude térmica relaciona-se às propriedades térmicas dos materiais urbanos, pois absorvem e liberam calor rapidamente durante o intervalo relativamente curto de um dia.

11/03/2009 - As características locais do dia (céu totalmente encoberto durante todo período, intensidade do vento variando de 0,0 a 5,0 m/s de sentido norte/noroeste) mostram que a temperatura manteve-se elevada mesmo com o céu encoberto, indicando que a influência das características locais como vento fraco e quente, estrutura das ruas e edificações interferem na variação dos valores térmicos. Outro fator é a associação com a Massa Equatorial Continental com constante presença de nebulosidade, aliado ao forte aquecimento diurno. Porém, no verão, de acordo com López (2001), durante a noite a entrada das brisas marinhas de sudeste mantém a temperatura mais tênue.

FIGURA54: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 10/03/09



Semelhante ao dia 09/03/2009, o posto Cerâmica Jalim nos horários das 9, 12 e 15 horas do dia 11/03/2009 encontrava-se com valores térmicos mais elevados (26,1, 32,4, 34,5 °C, respectivamente) em relação aos postos localizados nas áreas centrais. Esse aquecimento não tem relação com a incidência da radiação solar como ocorreu no dia 9 graças a sua ausência. O aquecimento diurno nas áreas de altitudes menores da cidade favoreceu a subida de ar ao longo das encostas (vento anabático ou brisa de vale)²⁴, o que pode ter influenciado também nos valores de temperatura na Cerâmica Jalim (725 metros), aliado ainda a sua topografia (topo) sujeita a influência local. Já no posto Itaici com vertente norte, no horário em que a superfície começou a aquecer de forma mais expressiva (9 horas) e de maior aquecimento (12 e 15 horas), seus valores foram inferiores aos do dia anterior (dia 10/03 com amplitude diária de 13,9 °C e dia 11 com 6,9 °C, ou seja, 7,0 °C a menos) do que os postos localizados na área central (Nova Vila e Centro). Esse fato foi atribuído a influência da radiação e aos controles de superfície no aquecimento do ar.

Verificou-se nebulosidade alta durante todo o dia seguida de chuva leve às 9, 15 e 21 horas sob ação da Zona de Convergência Intertropical, ligada a mEc ou sistema de baixa pressão da Amazônia. A influência dessa massa nos controles de superfície e modificação da temperatura do ar nos postos localizados a sul do transecto foi menor do que a oeste, devido à canalização do ar. Isso pode ser notada pelo valor de amplitude térmica diária entre os postos: Bairro Turista (5,1 °C), SESC (5,9 °C) e Belvedere (5,2 °C) localizados no quadrante noroeste, próximo a Serra de Caldas onde predomina a direção do vento. A tabela 17 e as figuras 55 e 56 revelam a variação dos elementos climáticos ocorridos neste dia.

Tabela 17 - Dados do transecto móvel do dia 11 de março de 2009

Ponto	Alt. (m)	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	24,0	85	26,1	83	32,4	57	34,5	47	27,2	75	25,1	84	10,5	38
Itaici	718	25,6	83	23,5	88	28,5	64	30,4	57	27,1	68	26,0	78	6,9	31
Nova Vila	695	23,6	87	25,0	86	29,2	56	34,6	47	27,7	67	26,4	79	11,0	40
Centro	685	24,1	84	25,5	82	30,5	54	31,2	41	28,2	67	26,6	78	7,1	43
B. Turista	680	24,9	80	23,8	87	28,3	60	30,0	53	27,2	71	27,0	78	5,1	34
SESC	675	24,5	84	24,2	87	28,8	61	30,1	57	26,4	77	25,6	84	5,9	30
Belvedere	728	24,2	85	23,0	89	29,4	67	28,7	65	26,4	74	24,2	91	5,2	24
Média		24,4	84	24,4	86	29,6	60	31,4	52	27,2	71	25,8	82	7,1	34

²⁴ O aquecimento do fundo de vale e de suas encostas, durante o dia, faz com que o ar aquecido comece a subir lentamente ao longo das encostas. As superfícies isobáricas curvam-se para cima, sobre o vale, e o ar flui para os lados. Com uma topografia favorável, pode-se desenvolver forte brisa subindo o vale durante o dia. (BLAIR E FITE, 1964, p. 153)

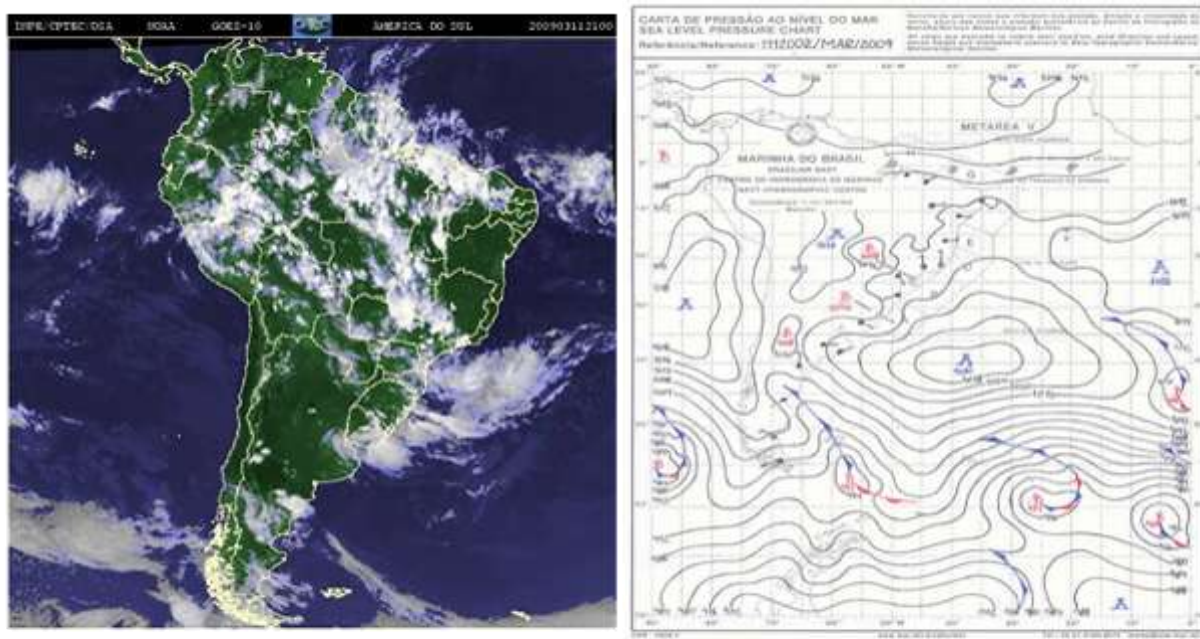


Figura 55 – Imagem de satélite na faixa do infra-vermelho e carta sinótica do dia 11/03/2009

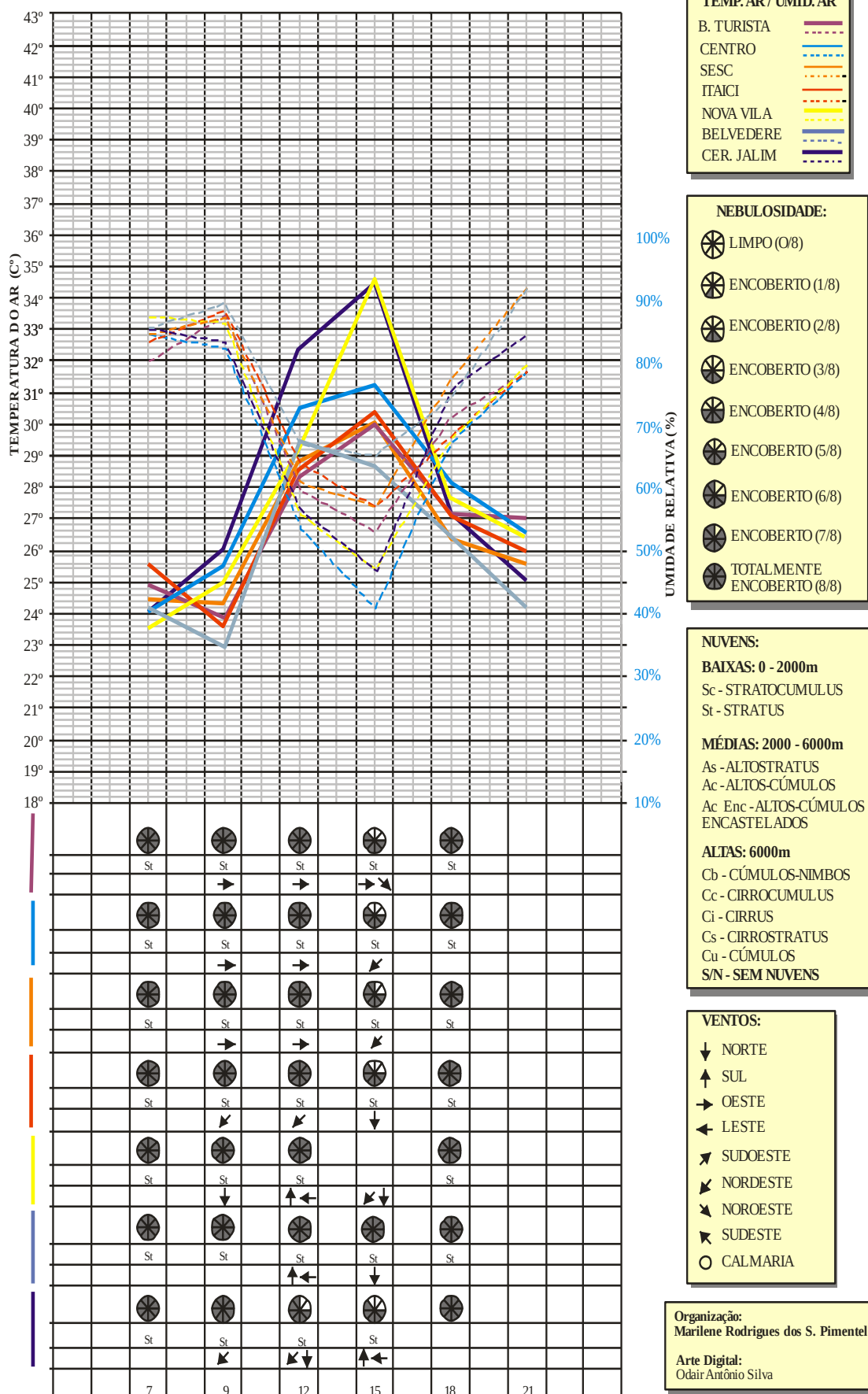
Fonte: www.mar.mil.br, www.cptec.inpe.br

12/03/2009 - Caracterizou-se de modo geral pela manhã fria, tarde quente e noite fria, novamente, se comparado às condições do dia anterior. A ocorrência de chuva nas intermediações da área urbana no final da tarde e noite do dia 11/03 contribuíram para amenizar a temperatura na manhã do dia 12.

O posto Bairro Turista, até o momento, dada a sua condição de abrigo, favoreceu a estabilidade atmosférica. Seu aquecimento no período da manhã (7 horas - entre todos os postos, esse se apresentava mais aquecido, chegando a 2,9 °C a mais em relação aos demais) é favorecido pela má dispersão de calor. Esse posto passa a receber boas condições de ventilação a partir das 9 horas quando o vento soprava de oeste/noroeste seguindo a orientação do vale e canalizando entre as edificações. Porém, a menor temperatura (22,0 °C) registrada na manhã do dia 12/03 é reflexo da precipitação ocorrida à noite e do resfriamento do ar ligado a formação de brisas de montanha que é explicado de acordo com Blair & Fite (1964, p. 153) da seguinte forma:

[...] o ar nas encostas montanhosas ou nos platôs pode se resfriar à noite mais rapidamente que o ar livre [...], ou mais ainda que o ar do fundo de vales. O ar mais frio e denso desce as encostas na direção dos vales, sob a ação da gravidade [...] o movimento de descida resulta em aquecimento dinâmico e a perda de densidade faz, também, retardar o seu fluxo [...] o ar frio pode ser coletado em bolsões nos vales e produzir inversões de temperatura, de modo tal que, pela manhã, o fundo dos vales esteja mais frio que as encostas das quais o ar frio foi deslocado.

FIGURA 56: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 11/03/09



No horário das 9 horas essa situação se inverteu, o posto Bairro Turista mostrou-se mais aquecido (25,3 °C) do que a cerâmica Jalim (23,5 °C), o Itaici (24,3 °C) e Nova Vila (24,8 °C), localizados a sul em relação ao centro da cidade, com altitude maior e vertente voltada para o quadrante norte. Esses postos por não receberem incidência direta da radiação solar, já que o céu estava encoberto (8/8), permaneceram com temperaturas menores. Do Centro em direção a Serra (norte/noroeste) o céu apresentava menor quantidade de nuvens (3/8). Alguns pontos abertos facilitaram a entrada da radiação, mantendo os postos localizados nesta faixa mais aquecidos (27,0 °C no Centro, 26,1 °C no SESC e 26,3 °C no posto Belvedere). A partir das 12 horas todos os postos apontaram aumentos nos valores de temperatura (tendência à homogeneização), condições de tempo associadas à estabilidade (sem turbulência do ar) com poucas nuvens (cirrostratos, altostratos).

Esta estabilidade modificou-se com a mudança nas condições do tempo. O aquecimento forte entre 12 e 15 horas favoreceu a formação de nuvens cúmulos, aumento na turbulência do ar, ocorrendo precipitação nas primeiras horas do dia 13/03 em forma de “pancadas”, estendendo-se até 12 horas. Foi verificada, também, instabilidade atmosférica motivada pela orografia, dada pela presença de nuvens lenticulares, nas proximidades da Serra de Caldas. Essas condições de tempo são provenientes da interação entre correntes convectivas verticais em função do aquecimento do solo (42,5 °C para o asfalto e 42,3 °C para o solo nu) e advecção de ar mais frio associado à circulação superior atmosférica.

A amplitude diária do ar entre os postos Bairro Turista (11,0 °C), SESC (11,3 °C) e posto Belvedere (7,6 °C), retratam o aquecimento do dia 12, principalmente se comparado à amplitude diária do dia 11/03, quando os mesmos postos registraram, respectivamente, 5,1, 5,9 e 5,2 °C (Tabela 18 e Figura 57). Verificou-se que o aquecimento elevado durante o dia provoca o movimento ascendente do ar com drenagem de calor da superfície subjacente (transferência convectiva e advectiva de calor sensível) para outras áreas. À medida que o dia tornou-se mais aquecido, a diferença entre a máxima temperatura do dia e a mínima da noite foi mais significativa (dias quentes e noites mais frias).

Tabela 18 - Dados do transecto móvel do dia 12 de março de 2009

Ponto	Alt. (m)	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	23,0	87	23,5	84	30,7	64	32,0	56	26,8	69	23,8	81,2	9,0	31
Itaici	718	23,3	90	24,3	80	31,8	61	33,5	54	26,5	68	26,1	74	10,2	36
Nova Vila	695	22,5	90	24,8	72	32,5	56	33,8	48	26,8	64	23,8	81	11,3	42
Centro	680	24,3	85	27,0	70	30,9	61	34,4	48	27,4	65	24,5	80	10,1	37
B. Turista	685	22,0	82	25,3	80	32,5	58	33,4	51	27,7	63	24,4	77	11,4	31
SESC	675	22,8	90	26,1	72	32,2	55	34,1	51	25,9	71	25,5	79	11,3	39
Belvedere	728	22,9	86	26,3	72	30,5	67	29,9	58	25,2	75	23,5	88	7,6	30
Média		23,0	87	25,8	76	31,6	60	33,0	52	26,6	68	24,5	80	10,1	35

13/03/2009 – A temperatura do ar assinalada pela manhã (média de 21,9 °C), acompanhou o declínio iniciado a noite (12/03) e aumento na umidade elevada (96% às 07 horas da manhã e 52% às 15 horas). Até as 12 horas, o céu permaneceu encoberto, com chuva fina e constante, vento de intensidade 3,9 m/s. A partir das 15 horas as condições do tempo se estabilizaram, com decréscimo da nebulosidade (8/8 para 1/8), havendo maior incidência da radiação e, conseqüentemente, elevação da temperatura (Tabela 19 e Figura 58).

Tabela 19 – Dados do transecto móvel do dia 13 de março de 2009

Ponto	Alt. (m)	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	23,4	93	21,9	98	28,7	77	30,1	66	27,8	71	23,5	83	6,7	27
Itaici	718	21,1	92	23,1	92	31,4	67	30,3	67	27,7	72	25,3	82	10,3	25
Nova Vila	695	21,9	95	23,0	90	28,8	66	33,2	53	28,9	69	25,7	74	11,3	42
Centro	680	22,6	93	23,2	88	27,7	67	29,4	67	28,6	68	25,8	74,8	6,8	26
B. Turista	685	21,7	94	23,7	84	28,5	63	31,3	59	28,3	69	25,0	77	9,6	35
SESC	675	21,3	96	25,6	90	30,1	65	31,9	59	27,0	76	22,6	90	10,6	37
Belvedere	728	21,2	96	25,1	82	29,3	63	33,6	52	26,8	76	23,5	81	12,4	44
Média		21,9	94	23,7	89	29,2	67	31,4	60	27,9	72	24,5	80	9,5	34

FIGURA 57: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 12/03/09

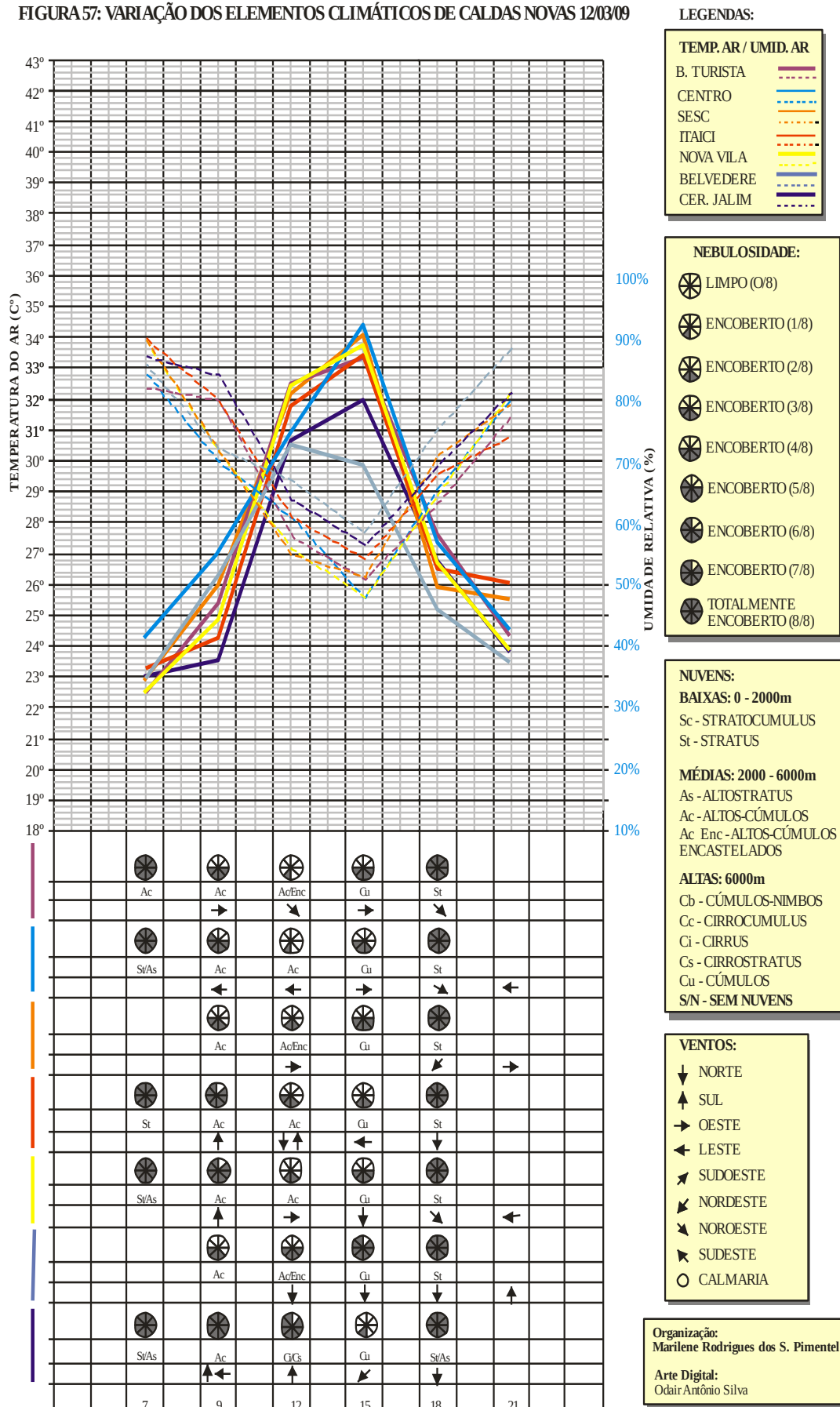
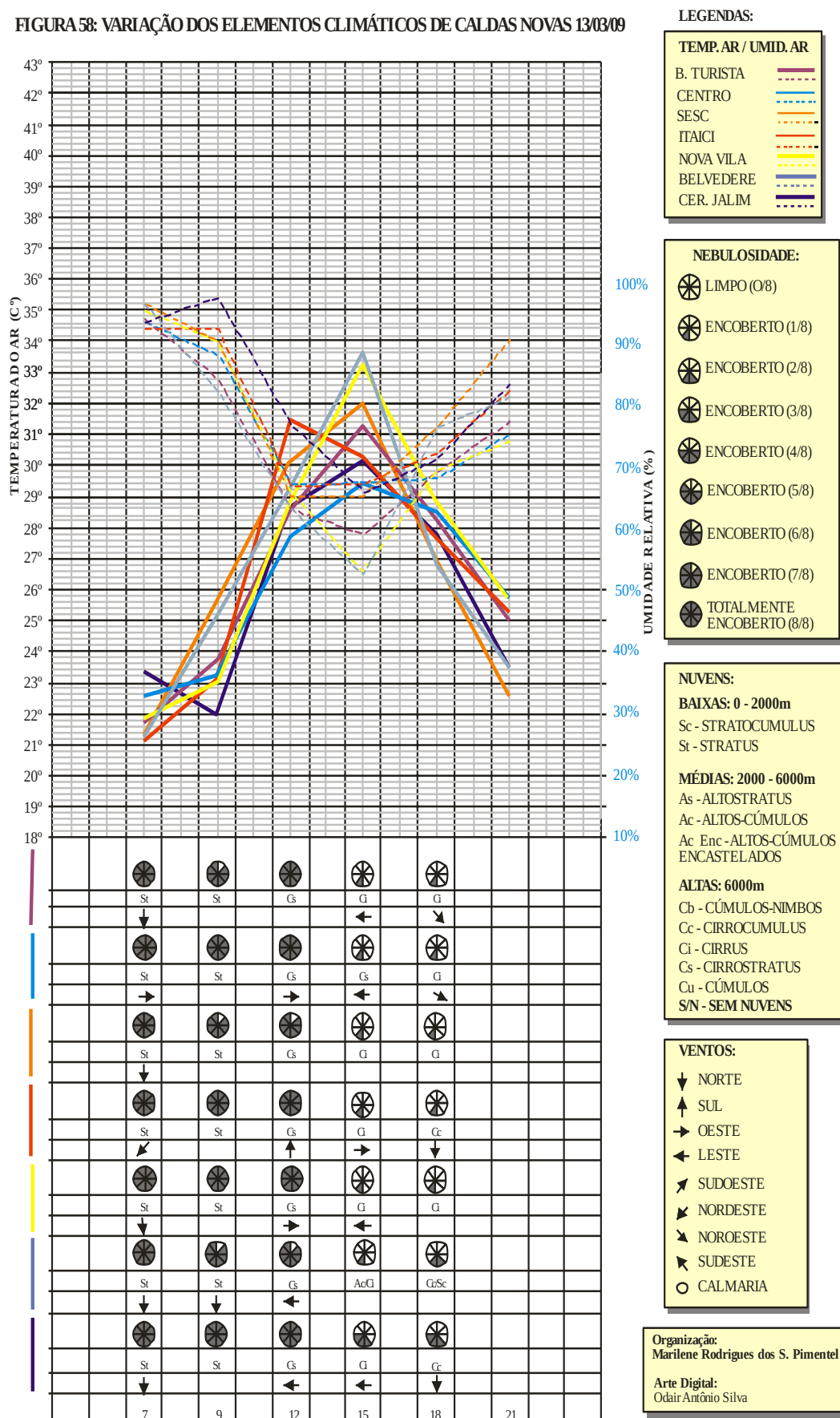


FIGURA 58: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 13/03/09



14/03/2009 - Até o momento, verificaram-se forte influência do sistema de baixa pressão²⁵ da Amazônia, caracterizado como dias quentes, úmidos e vento constante o que proporcionou a formação de nuvens e conseqüentemente, chuvas. Durante o verão as superfícies continentais se aquecem [...] “mais rapidamente que os oceanos, formando vários centros de baixas pressões relativas, que favorecem o deslocamento do ar marítimo para o seu interior, gerando as monções de verão” (MENDONÇA, 2007, p. 79). Ainda de acordo com esse autor, o expressivo aumento de temperatura do continente em relação ao oceano favorece o desenvolvimento de [...] “um centro de baixas pressões na latitude da faixa de altas pressões subtropicais no hemisfério sul. Desta forma, a depressão do Chaco se individualiza como um centro de baixas pressões de origem térmica” [...]. Com isso, há uma atração de ar quente e úmido proveniente do [...] “anticiclone semifixo do Atlântico, nessa época do ano posicionado mais próximo do continente, e o centro de ação da Amazônia, com maior deslocamento em direção ao sul”. (op. cit. p. 99).

A situação atmosférica deste dia indicava a intensificação de um sistema frontal, porque os elementos climáticos oscilaram muito e de forma rápida. Observa-se a proximidade de uma frente polar atlântica (FPA), embora a sua ação não tenha trazido maiores conseqüências para território brasileiro, haja vista seu rápido deslocamento e desvio para o Atlântico, culminando com sua rápida dissipação. As suas características termo-higrométricas de origem foram fortemente modificadas à medida que avançava continente adentro.

Observou-se ainda que a Zona de Convergência Intertropical apresentava-se fraca e, com isso, a ascensão de massas de ar quente e úmida foi pouco significativa. Neste dia, a região centro-oeste do Brasil, especificamente no Estado de Goiás, o céu esteve claro, com poucas nuvens, temperaturas elevadas durante todo o dia, com aumento da nebulosidade só a partir das 16 horas (Figura 59).

A conclusão quanto à intensificação do sistema frontal deu-se em virtude das mudanças nas variáveis meteorológicas num intervalo de tempo relativamente curto. Essa dinâmica da atmosfera e sua interação com a superfície resultaram nas alterações dos valores termo-higrométricos do ar também em nível da superfície. No dia 13 a média de temperatura entre os postos de coleta nos horários das 9 e 15 horas foi de 23,7 e 31,4°C, enquanto no dia

²⁵ [...] “As depressões barométricas, ciclônicas ou centros de ação negativos definem-se por constituírem áreas de baixas pressões circundadas por altas pressões, que atraem o ar produzido nas áreas de baixas pressões e em torno das quais o movimento do ar se desenvolve para a direita, no hemisfério Sul, e para a esquerda, no hemisfério Norte. São áreas que estão associadas a processos de convergência em superfície e de ascendência das massas de ar, onde geralmente o vapor d’água se condensa, formando nuvens e dando origem a precipitações (MENDONÇA, 2007, p. 89).

14 chegou a 28 e 33,8°C nestes mesmos horários. A umidade relativa do ar variou em média de 89% no horário das 9 horas e 60% às 15 horas, passando para 67 e 48% no dia seguinte (14/03/2009). O vento e a nebulosidade também sofreram variações significativas.

Partindo desse conjunto de informações no nível regional é possível compreender a realidade climática do espaço urbano a partir da interação dos elementos com fatores climáticos (considerando aí as variações nos níveis locais, topoclimáticas e microclimáticas). Portanto, as condições atmosféricas regionais influenciaram também nos valores termohigrométricos entre os postos de coleta de dados, visto que no dia 14 estabeleceram-se valores térmicos mais elevados e de menor umidade relativa se comparados àqueles do dia 13.

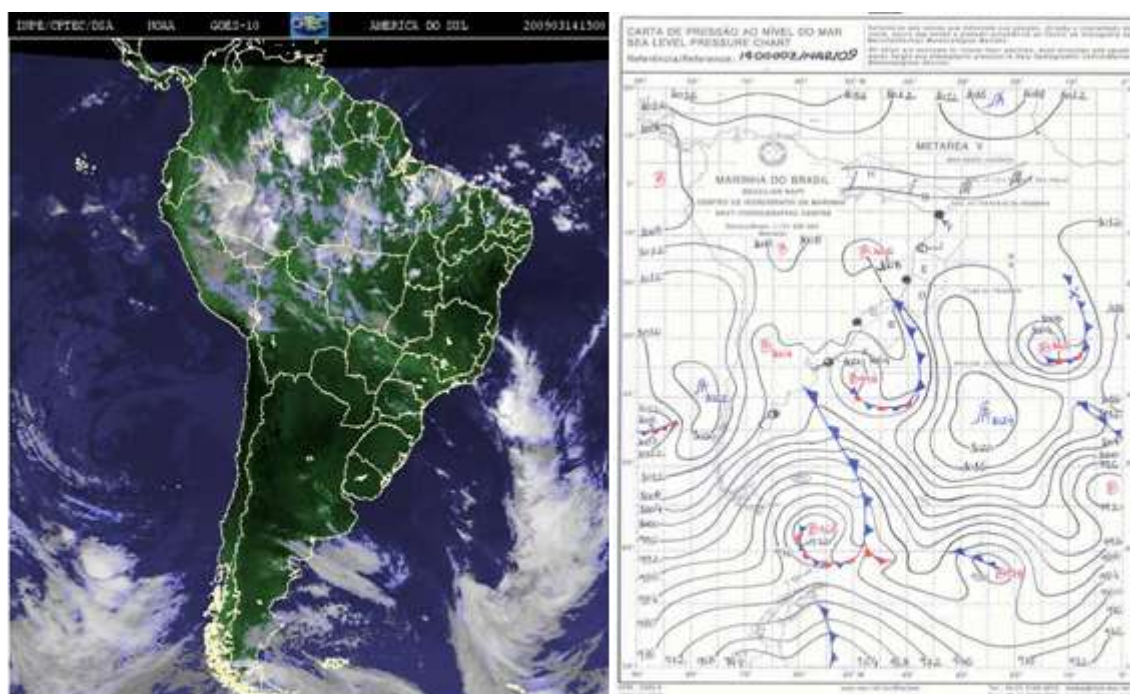


Figura 59 - Imagem de satélite (esquerda) na faixa do infravermelho e carta sinótica (direita), mostrando, respectivamente, os diferentes níveis de temperatura e os principais centros de alta (A) e baixa (B) pressão na América do Sul.

Fonte: www.cptec.inpe.br; www.mar.mil.br

Cabe lembrar que no dia 13, desde as primeiras horas da manhã, havia condições de instabilidade²⁶, com céu totalmente encoberto e chuva forte que se estendeu até o horário das 9 horas, havendo um decréscimo na nebulosidade só a partir das 15 horas. Vento fraco,

²⁶ [...] “Em ar instável, o aquecimento desigual causa correntes convectivas, e as parcelas do ar, aquecidas, começam a subir. Com isso, o ar resfria-se, e as nuvens provavelmente irão se formar na região da convecção. [...] Algumas nuvens que se formam com a instabilidade estão associadas com trovoadas, pancadas de chuva, granizo e rajadas de vento. Entre os locais de ar ascendente, cria-se também a subsidência – a descida das parcelas de ar resfriadas. Quando existe subsidência, as nuvens normalmente não aparecem” (FERREIRA, 2006, p. 59).

porém constante, principalmente no horário das 7 e 15 horas. Às 21 horas o céu encontrava-se totalmente limpo estendendo essa condição até o dia seguinte (14/03/2009), refletindo-se, também, nos valores de temperatura e umidade relativa do ar.

Em todos os horários do dia 14, os pontos mostraram-se mais aquecidos em relação aos valores registrados no dia anterior. No horário das 9 horas, o Bairro Turista e a Cerâmica Jalim foram os menos aquecidos, registrando, respectivamente, 27,1 e 25,3 °C. Porém, ao comparar com os dados do dia 13, foram registrados 1,7 e 5,2 °C a mais. As condições de escassa nebulosidade e de ventos fracos, aliado aos controles climáticos urbanos, provocaram alterações no balanço de radiação solar e o vento fraco, aliado à rugosidade da cidade, dificultou as trocas aerodinâmicas e, com isso, houve um aumento de calor. Esse aquecimento foi mais significativo entre os postos Itaiçi, Nova Vila e Centro e os horários das 12 horas e 15 horas foram os mais expressivos. Às 12 horas o Nova Vila registrou 37,8 °C contra 30,7 °C na Cerâmica Jalim, ou seja, 7,1 °C mais elevado. Na cerâmica Jalim a 725 metros, o vento registrava 1,3 m/s e uma fina camada de nuvens (1/8) do tipo alto cumulus o cobria, enquanto no Nova Vila o vento encontrava-se praticamente inerte com algumas fracas rajadas de 0,5 m/s. Esse fato, aliado a sua topografia, favoreceu essa condição de aquecimento (vide Tabela 20).

Assim sendo, observa-se que o aumento da temperatura entre os postos foi, em grande parte, determinado pela inclinação e direção da vertente e sua densidade de ocupação: quanto mais próximos aos bairros densamente urbanizados e, quanto mais inclinado e exposto para o norte era o ponto de coleta, maior a temperatura (lembrar que a trajetória aparente do sol em relação ao hemisfério sul, beneficia as vertentes de exposição norte). Portanto, a Cerâmica Jalim registrou 30,7 °C e 71%, Itaiçi 33,1 °C e 50%, Nova Vila 37,8 °C e 50%. O ponto localizado no Centro por ser uma área mais plana, numa altitude de 685 metros, já apareceu um pouco menos aquecido com 33,1°C e 46%, o Bairro Turista a 680 metros com 31,8 °C e 50%, SESC a 675 metros com 31,3 °C e 45% e o posto Belvedere com 31,4 °C e 55%, este se encontrando numa área aberta com um quantitativo maior de vegetação e avenida ampla que facilita a circulação do ar.

Considerando as escalas topo e microclimáticas, quando se trata de planejamento para as construções é importante identificar a correta posição das janelas, portas e fachadas das residências, uma vez que construídas de forma incorreta pode comprometer o conforto térmico no interior da residência. A incidência do fluxo radiativo sobre as paredes da residência será bem maior se construído sobre uma vertente inclinada e voltada para a direção

norte e menos intenso se construído no mesmo local com direção sul. Embora não tenha sido construída uma carta de declividade, percebe-se que na área urbana de Caldas Novas a declividade é bastante acentuada, principalmente nas porções sul e oeste. Dentre os pontos selecionados para a pesquisa apenas o Centro e o Bairro Turista (áreas mais verticalizadas) são mais planas. Essa característica produz um sombreamento dos edifícios e árvores muito mais expressivo que aquelas inclinadas e voltadas para norte no mesmo local (MENDONÇA, 1994).

De acordo com Mendonça (1994) conhecer a dinâmica dos ventos é importante para a definição climática tanto na abordagem regional quanto nas escalas topo e microclimáticas. E na cidade de Caldas Novas, além da influência do relevo na variação dos elementos climáticos urbanos, o vento desempenhou um papel fundamental nesta variação. Percebe-se que os locais mais livres de construções ou avenidas que favoreciam a canalização do vento apresentaram, pontualmente, dependendo da sua direção e intensidade, menor variação na temperatura. Veja que no horário das 12 horas o Nova Vila registrava 37,8 °C e, às 15 horas, marcava 34,9 °C, ou seja, 2,9 °C a menos. Visto que a radiação solar nesse horário alcança seu valor mais elevado (12 horas), todos os pontos também se apresentaram com valores de temperaturas maiores do que aqueles no horário das 12 horas (com exceção do Nova Vila). O fato é que todos os pontos dispostos na mesma posição (vertente norte) neste horário (15 horas) tiveram a mesma variação de temperatura em torno de 34,5 °C, mas um dos itens cruciais para que o Nova Vila neste horário registrasse menor temperatura do que às 12 horas esteve relacionado a intensidade do vento que registrava naquele momento 2,4 m/s, enquanto às 12 horas registrava apenas rajadas de 0,5 m/s seguido de calmaria.

Sabe-se que a superfície da terra perde calor por radiação durante o dia, e quanto maior a temperatura maior é sua capacidade de perder esse calor. Quando a terra começa a perder mais radiação terrestre do que ganhar radiação solar começa o resfriamento. E essa dinâmica é mais intensa quando o céu está limpo (e essa mesma limpidez do céu também favorece maior absorção da radiação solar, aquecendo o ambiente, dependendo do período do dia e das condições do tempo no horário das medidas).

Após as 15 horas houve maior formação de nuvens (cumulus, altocumulus, cirrocumulus, estratuscumulus) alcançando 6/8 às 18 horas, o que limitou a perda da radiação terrestre refletindo-se, também, nos valores de temperatura que ainda encontravam-se muito elevados neste horário (18 horas) se comparado aos dias e horários sem nuvens ou com menor quantidade.

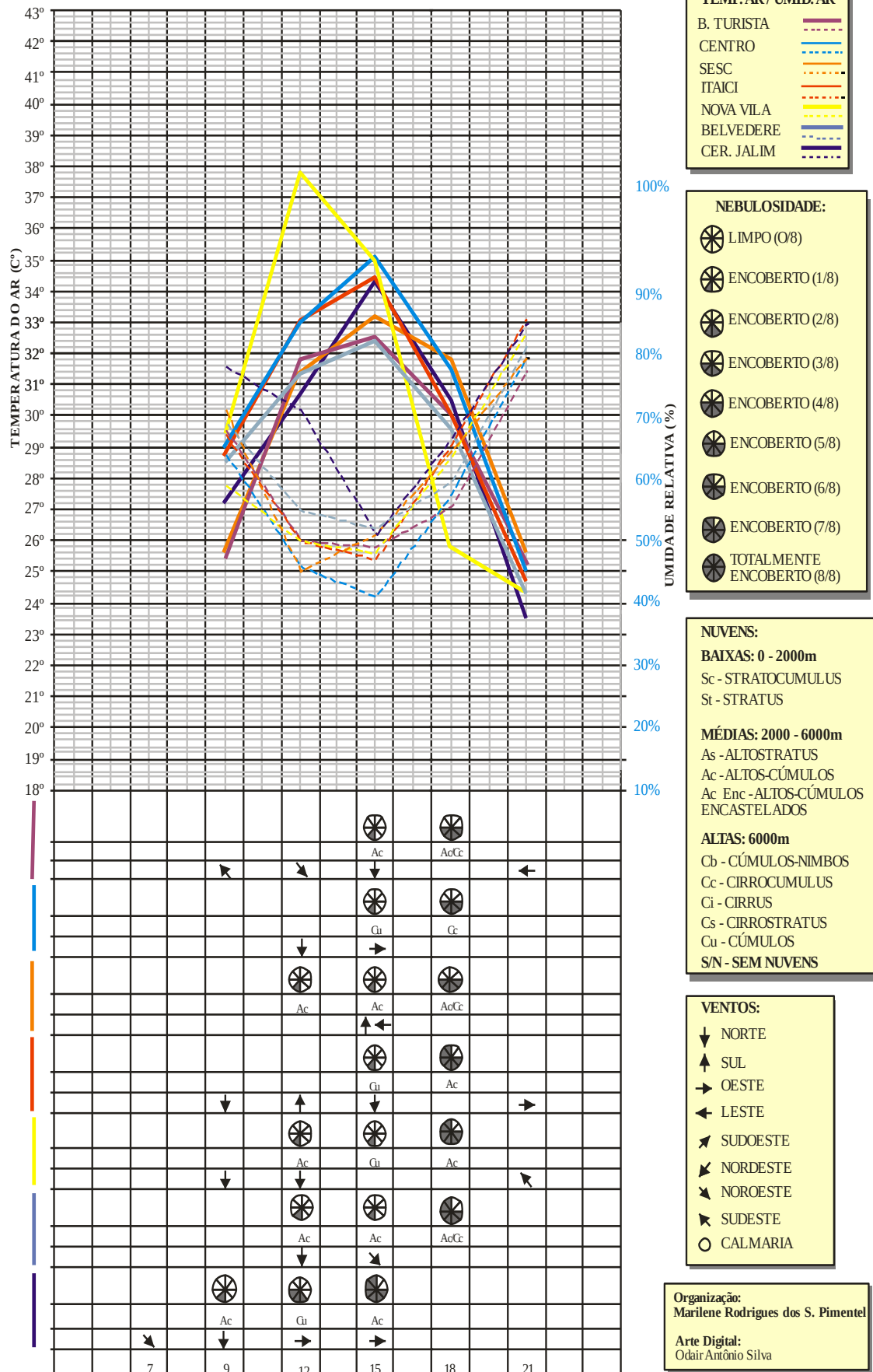
Entre o horário das 15 e 18 horas os pontos de coleta perderam em média 2,7 °C (com exceção do Nova Vila que baixou de 34,9 para 25,7 °C, ou seja 9,2 °C). Apesar de ser uma área que se enquadra na categoria entre 81 a 100% de área construída, composta de residenciais térreos e comércio, o ponto onde foi coletado os dados é uma avenida ampla que favorece a livre circulação do ar e, portanto, com maior capacidade de resfriamento, apesar da sua vertente (norte) favorecer uma incidência de radiação solar (Tabela 20 e Figura 60).

Esse aquecimento do dia 14 refletiu-se também na capacidade evaporativa do ar. A umidade relativa do ar registrada no dia 13, no horário das 9 horas e 15 horas, por exemplo, foram de 89 e 60%, (cabe lembrar que havia chuva), enquanto no dia 14 foram 67 e 48% (sem chuva), respectivamente, embora ainda elevada dada às condições do tempo porque [...] “o ar quente pode suportar mais vapor do que o ar frio” (Forsdyke, 1975, p.16) e, por isso, a sensação de desconforto, “fadiga”.

Tabela 20 - Dados do transecto móvel do dia 14 de março de 2009

Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta	(m)	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	s/d	s/d	27,1	78	30,7	71	34,3	51	30,4	66	23,4	84	10,9	33
Itaici	718			28,7	67	33,1	50	34,4	47	29,9	65	24,6	85	9,8	38
Nova Vila	695			29,4	59	37,8	50	34,9	48	25,7	63	24,3	83	10,6	35
Centro	685			28,9	64	33,1	46	35,1	41	31,4	57	24,9	79	10,2	38
B. Turista	680			25,3	68	31,8	50	32,5	49	30,0	55	25,2	79	7,3	30
SESC	675			s/d	s/d	31,3	45	33,2	51	31,8	64	25,5	79	7,7	34
Belvedere	728			28,4	69	31,4	55	32,4	52	29,5	59	24,2	81	8,2	29
Média				28,0	67	32,7	52	33,8	48	29,8	61	24,6	81	9,2	34

FIGURA 60: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 14/03/09



15/03/2009 – Embora o nevoeiro de radiação ocorra com maior frequência durante o outono e inverno, as condições do tempo do dia 14/03/2009 (noite calma, céu limpo) favoreceram o seu surgimento na manhã do dia 15, acumulando-se nas partes periféricas (arredores) e sobre o Lago Corumbá. Ressalte-se que [...] “o nevoeiro é mais freqüente no campo e em parques do que nas áreas construídas, já que o aquecimento das casas mantém as cidades mais quentes” (FORSDYKE, 1975, p.73). O lago e os vales são áreas deprimidas, portanto, favorecem a formação de nevoeiro. Independente de ter cidade por perto ou não, a formação de nevoeiro irá ocorrer preferencialmente nesses lugares.

Apoiando-se no fato de que as condições do tempo em qualquer lugar do mundo, na mesma região ou mesmo nas cidades podem mudar de um dia para outro ou, até mesmo, de uma hora para outra hora, assim também pode ocorrer entre bairros dentro de uma mesma cidade, quando se verifica condições térmicas diferentes, dependendo das condições atmosféricas e características do lugar como já retratado em outras ocasiões. E nessas mudanças uma ou outra variável acaba se destacando.

No dia 14/03/2009, o comportamento térmico foi diferente do dia 15 porque às 7 horas da manhã do dia 15, além da presença de nevoeiro, o céu encontrava-se encoberto (8/8), com estratus e cirrustratus e vento calmo com rajadas de 0,7 m/s. Os pontos das extremidades do transecto móvel, a Cerâmica Jalim (725 metros) e o Posto Belvedere (728 metros) registraram os menores valores de temperatura e maior umidade (21,3 °C – 93% e 22,4 °C – 88%), e é nessas extremidades onde a maior formação de nuvens era observável. A Nova Vila registrou maior valor de temperatura e menor umidade (25 °C e 82%).

Essa condição de nebulosidade persistiu durante todo o dia. As nuvens cirrustratus foram se tornando mais compactas, formando altostratus, cúmulus e posteriormente, nimbostratus resultando em precipitação às 14 horas, originária principalmente do lado da Serra de Caldas Novas. É o que meteorologistas denominam de “instabilidade orográfica”, como constatado no dia 12.

As nuvens convectivas que resultaram em precipitação podem ter sido consequência dos ventos anabáticos, vento local formado [...] “ao longo de uma montanha ou serras, com os fluxos de baixo para cima, nas encostas desses relevos”. Durante o dia ao haver um aquecimento em um dos lados da serra (no caso aqui se retrata a Serra de Caldas Novas) “o ar adjacente às encostas é aquecido, causando sua ascensão, ocasionando o vento anabático” (FERREIRA, 2006, p. 86).

O Bairro Turista que se mostrou mais frio durante o inverno, considerando a formação de “efeito park”, não mostrou de forma preponderante essa característica no verão. No dia 14 esse ponto registrou 25,3 °C no horário das 9 horas e no dia 15 neste mesmo horário subiu para 28,2 °C, o maior valor registrado nesse horário. Visto que durante a estação de inverno, o vento neste posto mostrava-se constante, direção oeste/noroeste, no verão a situação era de calmaria e a direção do vento não mostrava predominância, culminando no aumento de temperatura.

No horário das 12 horas, as nuvens cirrustratus, altostratus e cumulus, resultado do aquecimento cobriam o céu da cidade (variou de 3/8 a 7/8) resultando em pancadas de chuva às 14 horas. Todos os postos apresentaram temperaturas elevadas, média de 32,3 °C. Em razão dessa precipitação, no horário seguinte houve uma ligeira queda nos valores térmicos alcançando uma média de 30,0 °C, ou seja, 2,3 °C a menos do que aquele do horário das 12 horas. O centro com 28,9 °C e o Posto Belvedere com 28,7 °C registraram os menores valores desse horário (15 horas) e o da Nova Vila com 31,5 °C permaneceu como o mais aquecido (Tabela 21 e Figura 61). O Centro mostrou-se com temperatura menor neste horário porque havia chovido mais forte apenas neste ponto, minutos antes, enquanto nos demais, o sol já incidia. No posto Belvedere o vento foi o responsável por conferir menor valor (destaca-se que nesse local o vento é sempre constante e parece acompanhar o contorno da serra de Caldas Novas e dispersar-se nesse local).

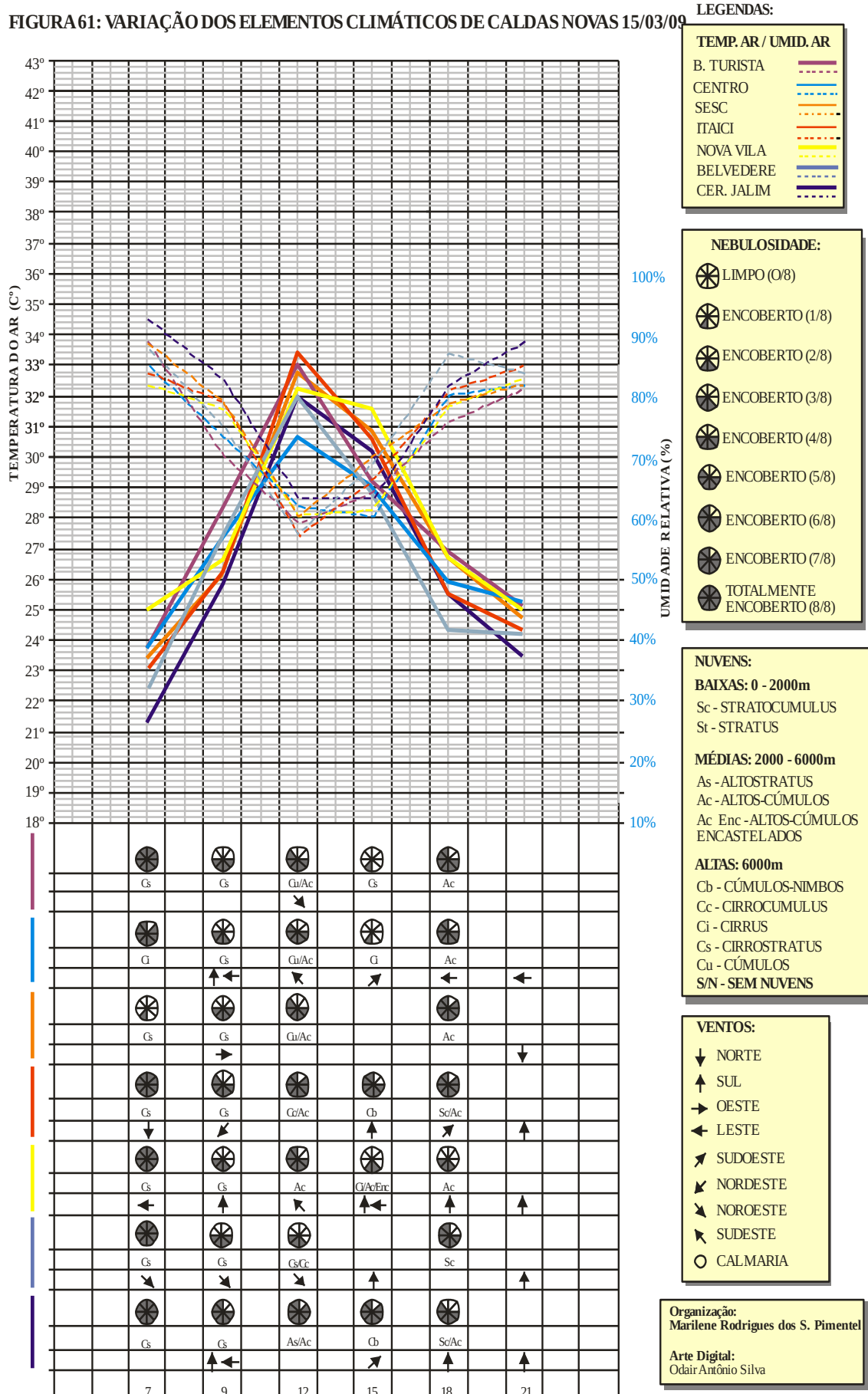
A chuva favoreceu a diminuição dos valores de temperatura no horário das 18 horas (média de 25,9 °C), se comparado ao dia anterior sem chuva (média de 29,8 °C). Novamente, as extremidades do transecto com relevo mais elevado, vento constante e maior incidência de chuva, apareceu menos aquecido do que os postos localizados no interior do sítio urbano. Neste caso, ocorre o gradiente térmico positivo, ou seja, a temperatura decresce com a altitude na vertical.

Tabela 21 - Dados do transecto móvel do dia 15 de março de 2009

Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta	(m)	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	21,3	93	25,8	83	32,0	63	30,2	63	25,5	82	23,6	89	10,7	30
Itaici	718	23,0	84	26,1	79	33,4	57	30,5	66	25,5	81	24,3	85	10,4	28
Nova Vila	695	25,0	82	26,6	78	32,2	60	31,5	61	26,7	78	25,0	83	7,2	23
Centro	685	23,8	85	27,6	73	30,6	62	28,9	60	25,9	80	25,3	82	6,8	25
B. Turista	680	23,7	89	28,2	70	33,0	59	29,1	64	26,9	76	25,1	81	9,3	30
SESC	675	23,3	89	26,0	79	32,7	60	30,8	70	26,7	79	24,7	82	9,4	29
Belvedere	728	22,4	88	27,4	75	31,9	57	28,7	69	24,3	87	24,2	84	9,5	31
Média		23,2	87	26,8	77	32,3	60	30,0	65	25,9	80	24,6	84	9,0	28

A precipitação dos dias anteriores tornou os solos da área rural mais úmido que, aliado a vegetação mais exuberante nesta época do ano, apresentaram maior inércia termal em relação à área urbana. Os solos ao nível da relva sofreram pequena variação (25,5 a 28,9 °C), enquanto os solos cobertos por asfalto variaram de 24,5 a 40,3 °C e o solo nu entre 24,4 a 38,8 °C, ou seja, apresentaram maior oscilação diária. O solo nu apareceu bem próximo ao asfalto, visto que o solo arenoso tem maior facilidade de filtrar a água que cai sobre ele, (Figura 62). Numa ocasião (19/01/1993) em Londrina no PR, de acordo com Mendonça (1994), favorecido pelo tipo de tempo, decorrente do avanço e domínio do SPa, ao comparar as diferentes superfícies (solo nu, gramado e cobertura morta) foi atestada pequena variação na área rural. Cabe lembrar que o solo desta região é predominantemente Terra Roxa Estruturada e quando [...] “se encontram nus e úmidos a inércia termal apresentará índices mais elevados devido ao fluxo de calor latente ser mais intenso que o de calor sensível” (MENDONÇA, 1994, p. 132).

FIGURA 61: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 15/03/09



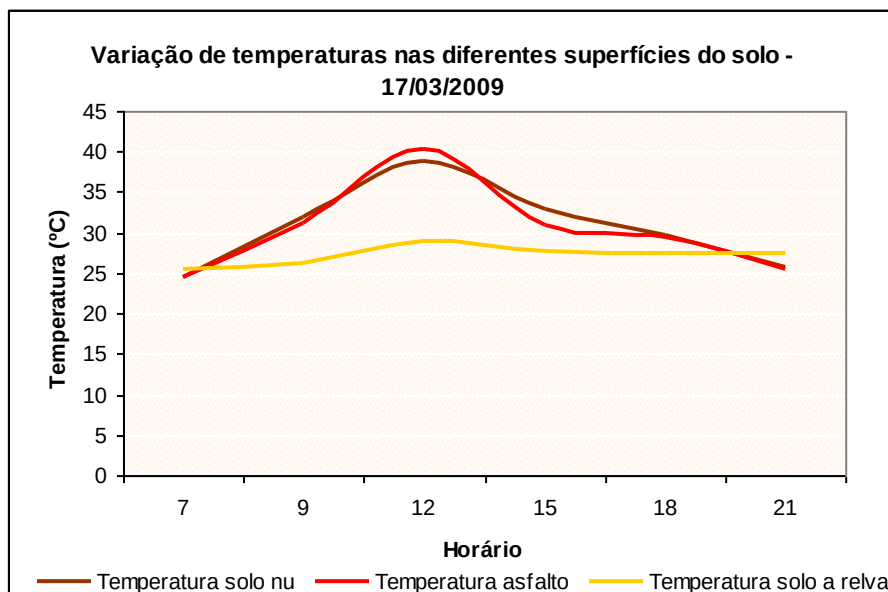


Figura 62 – temperatura do solo nu, asfalto e relva

A cidade de Caldas Novas por ser talhada por vários cursos d'água, aliada a pavimentação, já se verifica, ainda que seja de forma pouco intensa, inundações nas ruas e alguns transtornos para os moradores durante as chuvas de verão. Basta lembrar o episódio ocorrido em 2005 quando a chuva destruiu um trecho da GO-213 a 3 km da cidade de Caldas Novas que desabou com a cheia do Ribeirão Jacuba depois do rompimento de um bueiro, incluindo vítimas fatais. Residências também foram atingidas pelas águas de córregos e ribeirões, situadas próximas desses cursos d'água na área urbana. O problema relacionado ao campo termodinâmico aqui retratado é apenas uma das questões ambientais pesquisadas e que mais despertou interesse no momento, haja vista a ausência de estudos ao redor dessa questão, o que não quer dizer que os problemas relacionados ao campo “hidrometeorológico” não requeiram atenção. É nítida, por exemplo, que a implantação de novos elementos no espaço urbano e modificação na dinâmica dos elementos naturais (canalização dos cursos d'água), trazem prejuízos a sociedade, merecendo estudos nesse campo.

16/03/2009 - Às 7 horas da manhã, a situação de calmaria proporcionou entre os postos certa homogeneidade nos valores de temperatura. No horário das 9 horas a cerâmica Jalim, Itaiçi, Nova Vila, SESC e Posto Belvedere registraram uma temperatura ao redor de 27 °C. Porém o Centro e o Bairro Turista, os pontos mais centrais, marcaram 29,3 e 24,3 °C (maior e menor valor). No Centro havia apenas uma pequena camada de nuvem cirrus (1/8), sem vento, e no Bairro Turista, com o céu limpo e vento de 1,3 m/s de direção noroeste, aliado a topografia

(área plana, caracterizada aqui como depressão), pode ter contribuído para esse valor, porque essa área ainda encontrava-se sob efeito do ar frio acumulado durante a noite, proveniente dos ventos catabáticos.

Percebe-se que a Ilha de Frescor Urbana verificada na área urbana pode ser momentânea (durante o inverno eram mais duradouras no Bairro Turista e setor Portal das Águas Quentes) e dependeu de fato da intensidade e direção do vento, do sombreamento dos prédios no momento das leituras dos dados, da vegetação nas intermediações e até da nebulosidade. O Bairro Turista que se encontrava mais frio no horário das 9 horas, às 12 horas registrou a maior temperatura (33,5 °C), sem vento e céu coberto por 4/8 de nuvens cúmulus. Nova Vila, que costumeiramente aparecia mais aquecido, registrou 29,1 °C. O vento de sul (área rural) que variava entre 1,2 a 3,5 m/s interferiu nesse valor.

Desta forma verifica-se que a diversidade de variações dos elementos climáticos encontradas até o momento e formação/intensificação da ilha de frescor ou bolsões quentes, depende de vários fatores locais, aglomeração da população num pequeno espaço, produção de calor antropogênico (como foi relatado em algumas situações de inverno), da afluência das edificações, impermeabilização do solo, forma geométrica das ruas, acúmulo de calor proporcionado pelo tipo de material utilizado nas construções, espaços verdes, topografia e principalmente o domínio do vento, que tem capacidade tanto de dispersar calor quanto de intensificar.

Às 15 horas, o Bairro Turista (área densamente construída) e a Cerâmica Jalim (entorno rural) registraram 31,9 e 30,2 °C respectivamente, portanto, mais frios do que o Itaici (34,7 °C), Nova Vila (32,6 °C), Centro (35,1 °C), SESC (33,5 °C) e Posto Belvedere (32,7 °C). A diferença entre o Bairro Turista e o Centro que registrava neste mesmo horário 35,1 °C foi de 3,2 °C. Mesmo os espaços que concentram um quantitativo maior de pessoas, automóveis, adensamento de construções e verticalização podem registrar temperaturas com valores adversos. Um exemplo é o Bairro Turista que, além da presença de verticalização mais intensa (esse fator tanto amplia a área de recepção de luz solar quanto confere maior sombreamento, dependendo da justaposição dos edifícios), o vento de 1,6 m/s (norte) proporcionou a este ponto uma temperatura mais baixa do que o Centro, também densamente construída, mas que apresentava no momento situação de calmaria, (Tabela 22 e Figura 63).

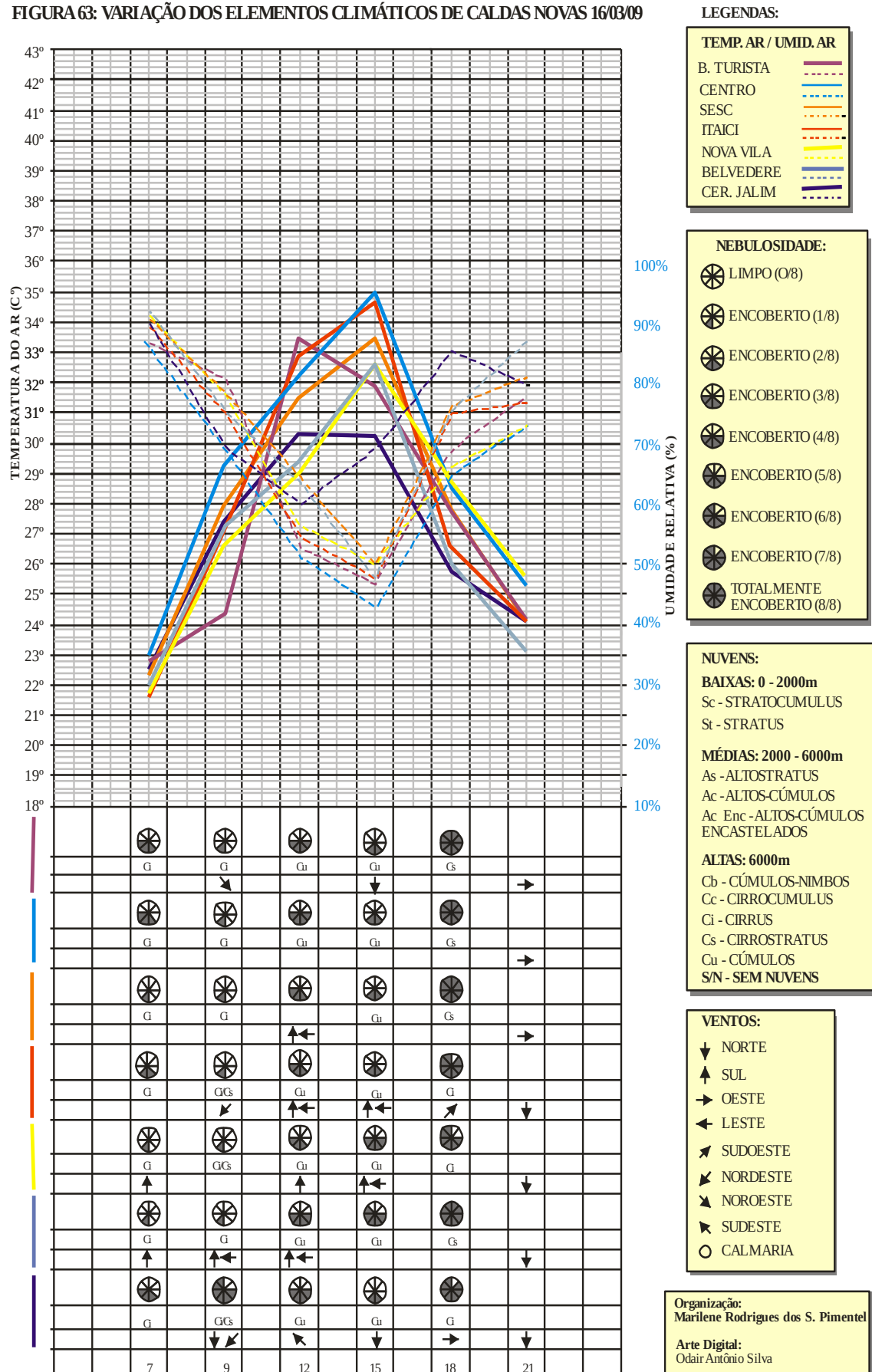
Tabela 22 - Dados do transecto móvel do dia 16 de março de 2009

Ponto	Alt.	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
Coleta	(m)	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	22,4	91	27,4	70	30,3	60	30,2	69	25,8	85	24,1	80	7,9	31
Itaici	718	21,5	90	27,0	76	32,9	55	34,7	48	26,7	75	24,2	77	13,2	42
Nova Vila	695	21,7	92	26,7	79	29,1	57	32,6	50	28,8	66	25,6	73	10,9	42
Centro	685	22,9	87	29,3	69	32,3	51	35,1	43	28,6	65	25,3	73	12,2	44
B. Turista	680	22,8	87	24,3	81	33,5	53	31,9	47	27,8	69	24,2	78	10,7	40
SESC	675	22,3	91	27,9	79	31,5	65	33,5	50	27,9	76	24,1	81	11,2	41
Belvedere	728	21,9	93	27,1	76	29,4	64	32,7	48	26,1	75	23,1	87	10,8	45
Média		22,2	90	27,1	76	31,3	58	33,0	51	27,4	73	24,4	78	11,0	41

Apesar da ocorrência de chuva (fina) em alguns pontos isolados na área urbana a partir das 15 horas, os valores térmicos às 18 horas ainda permaneceram muito elevados, nebulosidade (7/8 a 8/8), sem vento. Às 21 horas a intensidade do vento variou de 0,6 a 4,8 m/s de direção norte e oeste, sendo as extremidades do transecto os pontos onde recebiam maior ventilação.

17/03/2009 - Com forte nebulosidade durante todo o dia, a variação dos elementos climáticos foi menos acentuada. A média de temperatura no horário das 9 horas entre os pontos de coleta foi de 24,5 °C, portanto menor do que o dia 16 que registrou 27,1 °C. Essa diferença na média persistiu nos horários das 12, 15 e 18 horas, registrando, respectivamente, 26,3 °C, 27,7 °C e 25,4 °C, contra 31,3 °C, 33 °C e 27,4 °C do dia 16, com vento fraco e pouca nebulosidade até o horário das 15 horas. A maior temperatura registrada no dia 17 às 9 horas em situação de calmaria (sem vento no momento da leitura) foi de 25,8 °C no SESC a 775 metros, ponto localizado próximo ao Bairro Turista, Avenida Ministro Elias Bufaiçal, que dá acesso à rodovia GO 139. As extremidades do transecto registraram ao redor de 23,0 °C com vento constante variando de 1,2 a 2,4 m/s e o Centro com 25,0 °C, vento calmo e rajadas de 0,8 a 2,8 m/s. As medidas foram tomadas sob condições de céu encoberto (8/8), vento variando de 0,0 a 4,3 m/s o que contribuiu para amenizar a temperatura desse dia. Às 12 e 15 horas o Nova Vila registrou os maiores valores, 27,7 e 29,6 °C. A Cerâmica Jalim, às 12 horas, posto localizado no entorno a 725 metros, registrou 24,1 °C. Às 15 horas o Posto Belvedere a 728 metros, com vento constante e rajadas de 4,1 m/s de sudeste, manteve-se mais frio com 26,3°C.

FIGURA 63: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 16/03/09



A amplitude térmica deste dia entre os postos sofreu pouca variação, média de 5,3 °C e no dia 16 a média foi de 11,0 °C (5,7 °C a mais na média). Portanto, os tipos de tempo do dia 17/03/2009 foram assinalados por um decréscimo na temperatura (média de 22,4 a 27,7 °C) e aumento na umidade (média de 72 a 89%), com mais representatividade nas extremidades do transecto. Sendo que no dia 14/03/2009 a temperatura média máxima alcançou 33,8 °C em condições de tempo calmo e pouca nebulosidade (Tabela 23 e Figura 64).

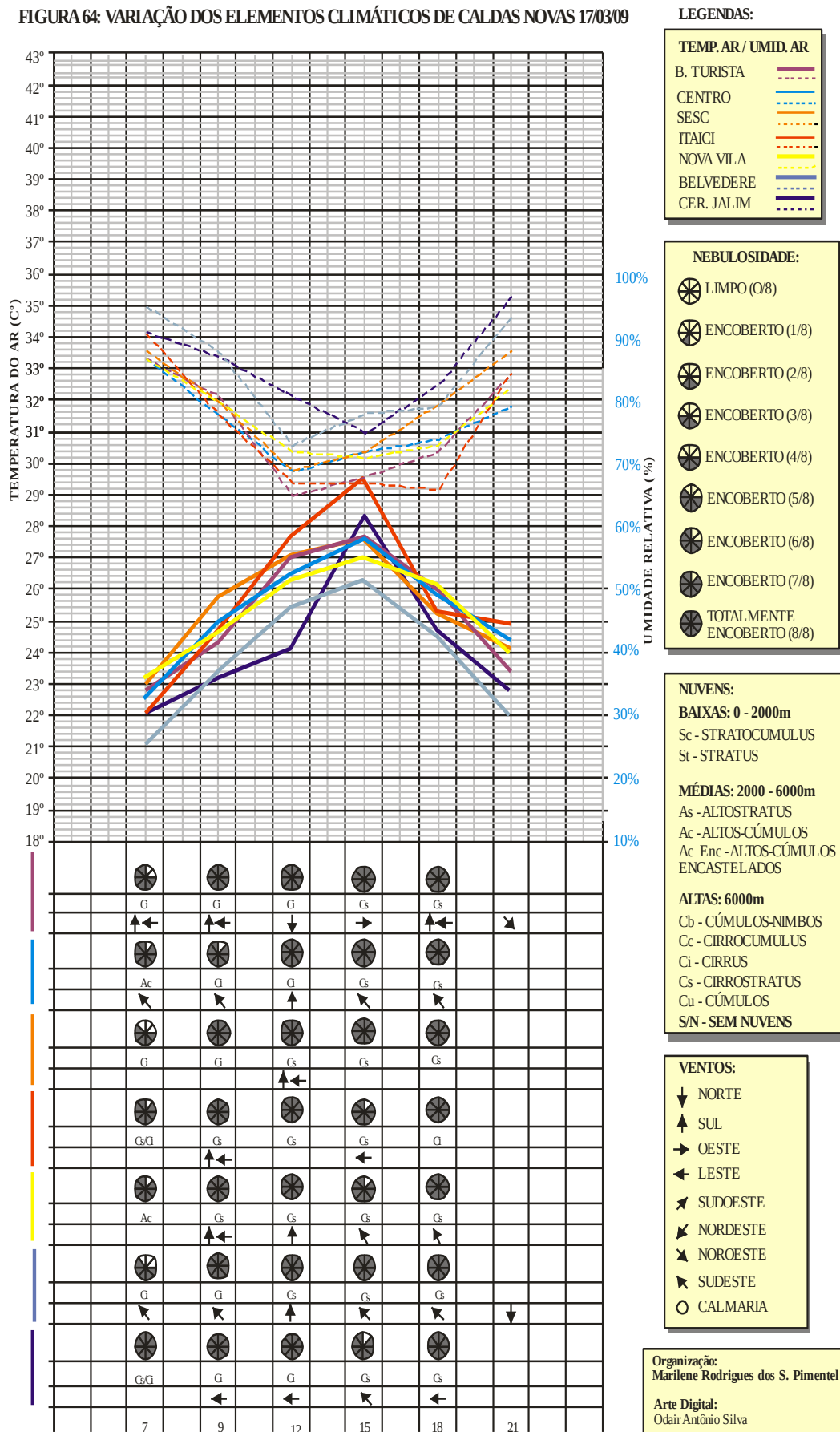
Tabela 23 - Dados do transecto móvel do dia 17 de março de 2009

Ponto Coleta	Alt. (m)	07:00 h		09:00 h		12:00 h		15:00 h		18:00 h		21:00 h		Amplitude Diária	
		Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
C. Jalim	725	22,1	91	23,2	87	24,1	81	28,3	75	24,7	82	22,8	96	6,2	21
Itaici	718	22,1	91	24,8	78	27,7	67	29,6	67	25,3	76	24,9	84	7,5	24
Nova Vila	695	23,2	87	24,7	80	26,3	72	27,0	71	26,2	73	24,0	82	3,8	16
Centro	685	22,5	87	25,0	78	26,5	69	27,6	72	25,8	74	24,4	79	5,1	18
B. Turista	680	22,8	87	24,4	81	27,0	65	27,7	68	26,0	72	23,4	84	4,9	22
SESC	675	22,9	88	25,8	80	27,0	69	27,6	72	25,2	79	24,2	88	4,7	19
Belvedere	728	21,1	95	23,4	88	25,5	73	26,3	78	24,5	79	22,0	93	5,2	73
Média		22,4	89	24,5	82	26,3	71	27,7	72	25,4	76	23,7	87	5,3	28

No dia 18/03/2009 as condições de tempo foram semelhantes ao dia 17 e, neste caso, não houve necessidade de caracterizá-lo.

Diante dos resultados obtidos, as condições térmicas de Caldas Novas refletem a interação de vários fatores, principalmente a ação dos sistemas atmosféricos e das condições topo e microclimáticas (estas, tanto de ordem natural quanto antropogênicas). Os espaços verdes, pavimentação, tipo de material utilizado nas residências, aglomeração dos edifícios, pessoas, automóveis contribuem para a construção de um ambiente urbano degradado que [...] “nada mais é que um testemunho direto da (des)organização do espaço devido à maior atenção dispensada à produção e reprodução econômica da cidade moderna e contemporânea” (MENDONÇA, 1994, p.57).

FIGURA 64: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 17/03/09



A necessidade de toda a caracterização dos pontos de coleta e sua relação com a variação dos elementos climáticos em diferentes dias e horários foi necessária para perceber que a criação de novos ambientes urbanos estabelece um novo arsenal para a cidade, porém, encerra a identificação de uma série de problemas relativos ao impacto sobre a natureza e, portanto, sobre a sociedade. Embora as diferenças térmicas entre os pontos de coletas (bairros) em Caldas Novas, não sejam tão significativas a ponto de impedir a concretização cabal de suas atividades diárias, a falta de praças arborizadas, ambientes bem ventilados, avenidas amplas, parques recreativos intra-urbanos que apresentem não só a função de embelezar a cidade como ocorreu até o século XIX, origina desconforto térmico e descontentamento com a cidade.

Os bairros mais verticalizados de Caldas Novas são favorecidos pela configuração do centro da cidade devido à disposição do vale. A expansão horizontal da cidade ocorre em direção às partes mais elevadas, principalmente o quadrante oeste onde se localiza a Serra de Caldas. A disposição da cidade sobre um relevo com essa particularidade propiciou um ambiente urbano com uma capacidade maior de acumular calor, facilitado tanto pelos elementos que compõem o ambiente urbano quanto pela dificuldade da incidência direta do fluxo de vento em nível regional. Por outro lado há no interior da cidade, dependendo das condições do tempo, um maior acúmulo de ar frio nos bairros de menor altitude o que lhe confere maior conforto térmico, pelo menos no período da manhã. Nesse prisma, de acordo com Tomás (1999, p. 58) [...] “o plano horizontal deve ser observado conjuntamente com o plano vertical [...] Somente assim, é possível aliar morfologia, meio/espço construído e dinâmica temporal”. De forma geral, quase toda a cidade encontra-se em área deprimida em relação às áreas adjacentes, destarte, a exemplo da conformação da bacia paulistana, mas não na mesma intensidade e frequência, já que se trata de outra realidade, o que expõe Caldas Novas a processos termodinâmicos próprios.

As áreas pericentrais incluem bairros de classe média e baixa, carentes de ruas amplas, arborização de ruas e espaços verdes, podendo influenciar na variação de temperatura do ar. Todo o período apresentou irregularidade quanto aos postos com maior ou menor variação dos elementos climáticos. Porém, o Bairro Turista, SESC e as extremidades do transecto apareceram menos aquecidas, e a Nova Vila, seguida do Centro, Itaiçi, registrou as maiores temperaturas. Quanto à precipitação, a tendência foi se concentrar mais a oeste da cidade, nas proximidades da Serra de Caldas, o que favoreceu, em alguns momentos, a temperatura dos postos localizados nesse quadrante.

O vento predominou dos quadrantes norte e oeste com menor incidência de leste e sul, resultado da influência do relevo que favorecia a canalização através dos vales dos córregos que nascem na Serra e cortam a cidade. O fluxo de vento originário do quadrante oeste influenciou na ocorrência de Ilhas de frescor nos arredores do posto Bairro Turista, local de expressiva urbanização vertical. Os ventos predominantes dos quadrantes leste e sul, dependendo do horário, influenciaram na menor variação positiva de temperatura.

Observou-se uma variação nos tipos de tempo, alternando entre dias muito quentes e outros menos. Os dias 10, 12 e 16 apresentaram uma amplitude diária de temperatura maior do que os outros postos (média entre 9,9 a 11,0 °C). Os dias 9, 11 e 14 foram caracterizados com tardes muito quentes, ao redor de 35,0 °C, apesar da média da amplitude térmica não demonstrar isso e a umidade relativa do ar bastante reduzida (ao redor de 40% no horário das 15 horas). Os dias 13, 15 e 17 apareceram menos aquecidos, proporcionado pela incidência da chuva e principalmente aumento do fluxo de vento. Nestes dias a umidade apareceu elevada até mesmo no horário das 15 horas (ao redor de 60%).

Os dias representativos de março do ano de 2009 selecionado para a pesquisa se caracterizaram por dias com altas temperaturas, precipitação ainda muito elevada, mas com decréscimo a partir do mês de abril, e umidade relativa em torno de 50 a 90%. A intensidade do vento foi variada (0,0 a 6,7 m/s) predominando os quadrantes norte/oeste sujeito as variações de leste/sul.

3.3.2 Experimento II – Segmento temporal (21 e 22 de março de 2009)

As condições atmosféricas dessa seqüência foram semelhantes a anterior, tendo a ação da frente fria denunciada pela ocorrência de ventos fortes e constantes, associada à advecção de ar frio (ação do Sistema Frontal ou genericamente “Frente Fria”; o Sistema Polar Atlântico vêm na sua retaguarda). As nuvens altocumulus, stratocumulus, cumulus e cumulonimbus predominantes marcaram a proximidade da frente, resultando em trovoadas e precipitação forte no dia 22/03/2009 a partir das 21 horas. Essas condições estenderam-se até o dia seguinte (Figura 65).

A imagem de satélite do dia 22 de março de 2009, às 20 h e 45 min, horário de Brasília, representa a ação da Frente Fria. As nuvens formam uma faixa de nebulosidade que se estende do Paraguai aos estados Paraná, São Paulo, sul de Minas Gerais e parte do Centro-

Oeste brasileiro. O sistema frontal divide a massa de ar quente (Sistema Tropical Atlântico) que atinge parte dos Estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (porção norte-nordeste do Brasil), enquanto a área escura ao sul da frente fria, mais precisamente entre Rio Grande do Sul, Argentina e Uruguai, determina o domínio da massa de ar fria (Sistema Polar Atlântico). Observa-se na carta sinótica o deslocamento da massa de ar fria da área de alta pressão representadas pela letra A, para a de baixa pressão representada pela letra B, uma região de ar mais quente e úmido.

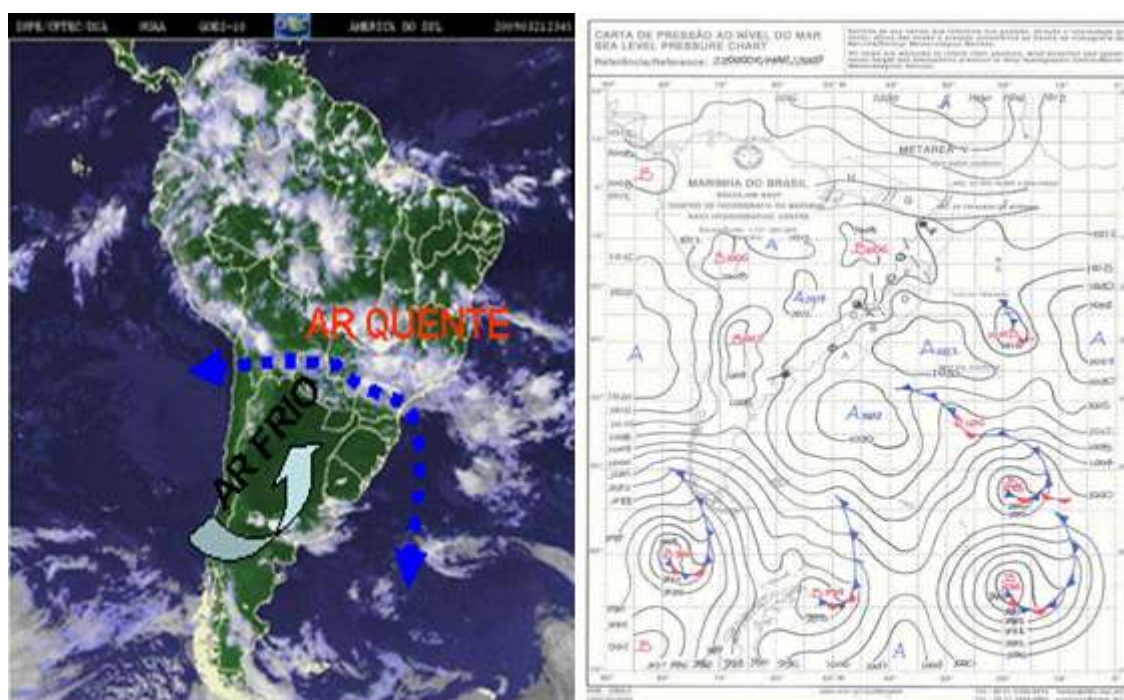


Figura 65 - Imagem de Satélite GOES- 10, canal Infravermelho do dia 22 de março de 2009 das 20 h e 45 min (horário de Brasília), obtida no site do INPE (www.cptec.inpe.br), e carta sinótica fornecida pelo serviço meteorológica da Marinha Brasileira (www.mar.mil.br). As duas figuras evidenciam as condições da atmosfera, destacando a presença da Frente Fria sobre parte do centro-oeste e sudeste brasileiro.

Tudo indica que as tomadas de temperatura em Caldas Novas foram realizadas pouco antes da passagem da Frente Fria, sob condições Pré-Frontais, devido a alta temperatura registrada no dia 21. As linhas de instabilidade pré-frontal, assim denominada por Ferreira (2006), se forma a partir da rápida subida de ar quente causando o aparecimento de nuvens cumuliformes, acompanhadas de desenvolvimento de trovoadas, aumento na intensidade do vento e precipitação.

21/03/2009 - A Vila São José tem como principais controles climáticos a aglomeração das residências num espaço reduzido (encontra-se entre 81 a 100% de área construída). Placas de cimento utilizadas nas construções dos muros dividem as edificações, além de pavimentação das ruas e quintais: pressupostos para que ocorra maior aquecimento e, portanto, emissividade térmica. Sua localização entre sul e sudoeste da área mais centralizada, com altitude de 715 metros, esteve mais exposta a maior fluxo de vento vindos de nordeste com força 2 (de acordo com a escala de Beaufort- vide quadro 1, p. 98) em direção a vertente onde se localiza. Este fato contribuiu para que os valores de temperatura sofressem redução. Já no Parque das Brisas, com altitude aproximada de 700 metros, vertente norte, pouco inclinada, vento no período matutino com predomínio das direções norte e noroeste, apresentava condições para manutenção de valores de temperatura abaixo dos demais postos. O que não foi verificado. Este posto apresentou-se mais aquecido do que a Vila São José, haja vista que o vento estava fraco, registrando apenas algumas fracas rajadas (força 1), aumentando sua intensidade no período da tarde (força 1 a 2), vindos de sul e sudeste. Essa situação de relativa calmaria, aliada a direção do vento, manteve o Parque das Brisas mais aquecido (média de 29,6 °C) do que a Vila São José (média de 28,2 °C). Variação positiva de 1,4 °C para esse posto.

Com relação à nebulosidade, verificou-se um índice elevado de cobertura do céu, com presença de vários tipos de nuvens (cirrostratus, altostratus, cumulus, altocumulus, estratus etc.) que aliado ao forte aquecimento diurno se traduziu numa amplitude térmica diária baixa: a Vila São José, neste dia, registrou amplitude de 8,8 °C, enquanto que no dia 6 setembro do ano de 2008 registrou 19,3°C, comum para essa época do ano. De acordo com López (2001) esse alto índice de nebulosidade, tão comum durante o verão e primavera, reflete-se diretamente na insolação (obstrução parcial de insolação) cuja duração é pequena. Entretanto, [...] “estas condições não permitem uma dissipação fácil e rápida do calor retido em superfície durante o período noturno”.

Todos os postos registraram elevadas temperaturas durante todo o dia, sendo os Setores Portal das Águas Quentes, Vila São José e reserva próximo ao Jardim Paraíso, onde foi fixado um posto de coleta, foram os que apresentaram os menores valores. O Portal das Águas Quentes, com baixo índice de construção (0 a 20%), altitude de 680 metros, caracterizado genericamente como área de depressão, com significativa arborização, quintais não impermeabilizados, registrou nas primeiras horas da manhã as menores temperaturas e maiores valores de umidade relativa do ar (deve-se acrescentar a isso, o efeito do resfriamento noturno). A tendência desse posto, devido a sua orientação (vale direcionado para o quadrante

norte), é acumular calor durante o dia (neste caso, a vegetação aparece em grande quantidade contribuindo para amenizar o calor excessivo). Durante a noite, o resfriamento pelo processo da radiação terrestre implica em certa homogeneidade no campo térmico. Observa-se na tabela 24 que os horários da manhã (7, 8 e 9 horas) e da noite (19, 20 e 21 horas), o Portal das Águas Quentes registrou as menores temperaturas, e entre os horários das 13 às 17 horas esteve entre os mais aquecidos. Cabe enfatizar que durante todo o dia neste posto de coleta o vento estava fraco e não indicava direção predominante. Por outro lado, em determinados horários e dias como visto na análise durante o inverno, esteve entre os mais frios, formando em alguns momentos ilha de frescor.

O Portal das Águas Quentes registrou às 7 horas da manhã 20,9 °C e 76%, às 8 horas 22,5 °C e 86% e às 9 horas 26,2 °C e 70%. Nesses horários predominaram situação de calmaria. Enquanto o Bairro Turista, com altitude aproximada, vento fraco soprando de leste da área mais urbanizada, registrou, respectivamente, 26,0 °C e 65%, 27,1 °C e 63% e, 27,7 °C e 60%. Portanto, mais quente e menos úmido do que o posto Portal das Águas Quentes. Ressalta-se que para essa coleta diária, o posto Bairro Turista foi assentado numa área mais adensada e verticalizada. Durante todo o dia o abrigo meteorológico manteve-se quase que exclusivamente exposto ao sol (tomando o cuidado, evidentemente, para que o aparelho não recebesse insolação direta). As sombras dos prédios não incidiam diretamente sobre o abrigo e a intensidade e direção do vento acabava por sofrer variações devido à geometria dos prédios (altura e proximidade entre eles).

No horário das 13 horas todos os postos de coleta registraram aumento nos valores de temperatura. A principal razão foi atribuída à diminuição na nebulosidade e circulação dos ventos. Entre o horário das 12 e 13 horas houve maior variação de temperatura se comparado a outros horários, sendo o Bairro Turista, Santa Efigênia e Portal das Águas Quentes os mais aquecidos, registrando 37, 35,7 e 34,8 °C, respectivamente. Entre esses horários acusaram aumentos de 6,9, 3,3 e 2,5 °C, sofrendo um decréscimo nesse valor das 13 para as 14 horas de 5,8, 2,4 e 1,6 °C, com vento fraco, porém, constante. Os dois primeiros postos incluídos entre 81 a 100% de área construída, apresentam baixa inércia termal, pois os materiais utilizados nas edificações transferem grande quantidade de calor para o ambiente interior durante o período diurno, dificultando, até certo ponto, a perda de calor durante a noite para o ambiente externo. Segundo Straaten (1967) apud Papst (1999, p.18) [...] “o desempenho térmico de uma edificação não é somente determinada pela massa das paredes, mas também pelo fluxo de calor proveniente da cobertura”. Assim, se o ambiente externo

desses postos já apresentava temperaturas muito elevadas, a tendência no interior da residência é, também, permanecer mais aquecido, haja vista que os materiais, neste caso, atuam como bons condutores de calor.

Durante o período diurno, no que diz respeito às variações de temperatura, percebe-se uma discrepância acentuada entre os ambientes, principalmente após o horário das 9 horas. O Portal das Águas Quentes e a reserva florestal, por exemplo, apresentou de um modo geral um ambiente bioclimático mais agradável. Porém, após [...] “o por-do-sol, com a irradiação térmica dos ambientes ocorrendo ao longo da noite, a tendência é de equalização das condições higrotérmicas até o nascer-do-sol no dia seguinte” (ASSIS, 2003, p.150).

Embora não tivesse como objetivo avaliar os dois ambientes (interno e externo às residências), em uma ocasião, à noite, no intervalo entre as medidas no transecto móvel, no ambiente interno de uma lanchonete, tomou-se algumas medidas e esta esteve 4,0 °C mais aquecida do que o ambiente externo. O calor dos fornos, o aglomerado de pessoas e a falta de janelas amplas controlavam a temperatura desse espaço, comprometendo a qualidade térmica desse ambiente interior. Esse é um problema que pode ser controlado pelo planejamento urbano e pelos projetos de obras dos edifícios seguindo as legislações urbanas e o código de obras. De acordo com Assis (2003, p. 146), [...] “embora se reconheça a importância da consideração do clima no planejamento urbano, constata-se que muito pouco do conhecimento disponível da climatologia urbana é usado no planejamento das cidades”. Oke (1984, apud op. cit.) [...] “aponta que parte do problema está na natureza da pesquisa em climatologia urbana, essencialmente descritiva, e na sua dificuldade em traduzir seus resultados em subsídios e ferramentas úteis para a aplicação em planejamento”.

O Jardim Serrano, inserido entre 21 a 40% de área construída, com contingente maior de vegetação (alguns fragmentos de mata secundária), pouco pavimentada, registrava valores térmicos muito elevados desde as 8 horas da manhã (já registrava 28,2 °C) até as 17 horas (ainda marcava 32,9 °C). Esse posto, situado a 737 metros, localizado ao lado da Serra de Caldas, manteve, durante todo o dia condições de calmaria, com rajadas de vento com força 1 vindos de nordeste e sudeste (soprava da área urbana). Diferentemente, nos postos com menor altitude e mais densamente urbanizados, o vento soprava mais frequentemente e com intensidade maior (força 2) o que indicava a formação de ventos locais em nível da superfície.

Sobre esse posto o céu esteve encoberto (8/8), predominando no período da manhã stratus e altostratus. A tarde houve um pequeno decréscimo na nebulosidade, com

nuvens variadas (cumulus, stratocumulus, cirrostratus, cirrocumulus, altocumulus) e vento fraco soprando de sudeste. A temperatura máxima nesse posto ocorreu por volta das 13 horas com registro de 34,6 °C e umidade mínima de 38%, muito baixa para essa época do ano. Em setembro de 2008, quando realizada medida nesse mesmo posto, ele apareceu igualmente aquecido, mesmo com intensidade maior do vento, alcançando força 5, porém com predominância de sul, sudoeste e oeste (área menos urbanizada e entrono rural).

Supõe-se que a Serra de Caldas e a área mais densamente urbanizada, serviram como controle do fluxo de vento sobre o Jardim Serrano. Mesmo numa altitude elevada, a incidência do vento foi pequena e pouco interferiu nos padrões térmicos desse posto. Quando o vento soprava de nordeste, sudeste, como foi o caso do dia 21 de março de 2009, a rugosidade peculiar da área urbana, o atrito com as edificações, arborização, favoreceu a diminuição da velocidade do vento ao mesmo tempo em que alterava seu perfil térmico, ou seja, o vento foi interceptado pelo relevo e pelos elementos que compõem a estrutura urbana e ganhava calor ao entrar em contato com superfícies mais aquecidas, transportando-a para o Jardim Serrano. Quando vindo da Serra, esta servia como barreira ou circulava num nível muito alto, influenciando pouco nos valores térmicos do Jardim Serrano. A temperatura ainda pode ter sido influenciada pelo solo desnudo e vegetação seca nesta época do ano. Durante todo o dia este posto esteve sujeito à incidência direta da radiação solar.

O posto localizado na reserva florestal pertencente à Companhia Thermas Club do Rio Quente, nas proximidades do Jardim Paraíso, a 660 metros de altitude esteve menos aquecido, com média de 27,6 °C contra 29,6 e 29,5 °C nos postos Parque das Brisas e Jardim Serrano, respectivamente. A vegetação, por meio do sombreamento e produção de calor latente pelo processo de evapotranspiração, a orientação da vertente sudoeste e a baixa altitude em relação aos demais postos distribuídos pelo sitio urbano favoreceram o resfriamento.

Nesta época do ano, diferente do inverno, as folhas das árvores estavam verdes e frondosas (apesar de que o local onde foram coletados os dados não era uma área muito adensada), favorecendo maior sombreamento e, conseqüentemente, menor variação na temperatura, como pode ser observada no valor da amplitude térmica: 7,2 °C contra 14,0 °C no Portal das Águas quentes e 12,3 °C na Santa Efigênia, (Tabela 24 e Figura 66).

A umidade relativa do ar na reserva florestal (Jardim Paraíso) esteve em média entre 58% nos horários de máxima radiação solar (13 às 15 horas) e 89% às 21 horas, portanto

mais úmido do que as áreas edificadas e com pouca vegetação. O Bairro Turista, por exemplo, uma área verticalizada, registrou, nos mesmos horários, média de 40 e 68% (algo próximo a 20% de diferença). A umidade [...] “é determinante para o conforto térmico [...] Ela age como agente regulador térmico, absorvendo tanto a radiação solar como a radiação terrestre [...] atua sobre a capacidade de evaporação e evapotranspiração dos elementos do meio” (TOMÁS, 1999, p. 12). Assim, as transformações impostas pelo homem em busca de um habitat mais moderno e modelos de cidade mais sofisticadas, acabam por preconizar o fim de espaços não impermeabilizados. A impermeabilização da área urbana interfere na capacidade evaporativa [...] “e quanto menor é a quantidade de água disponível na superfície, menor é a evaporação o que, conseqüentemente, diminui a umidade no ar” (op. cit.).

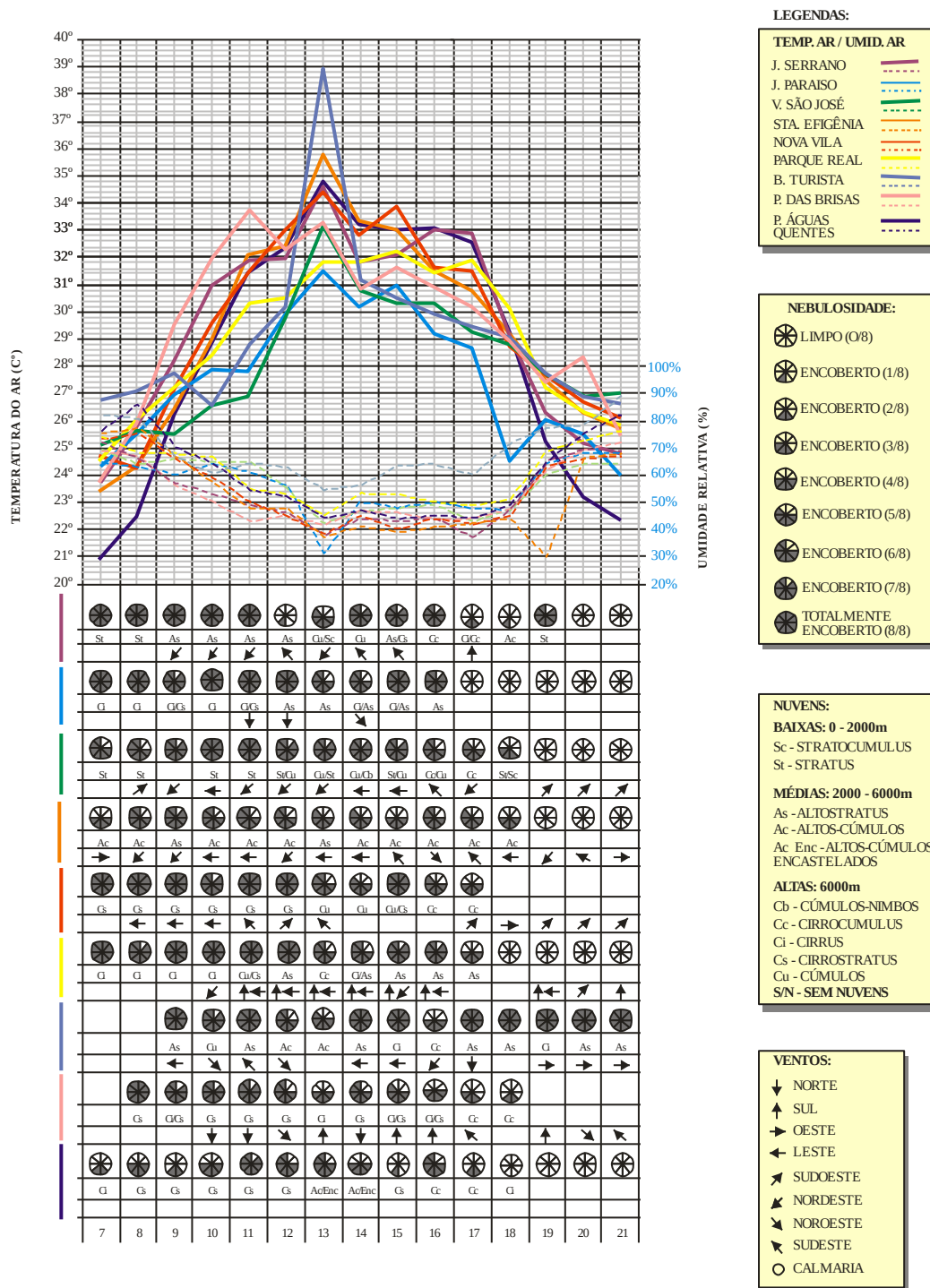
As áreas verdes em Caldas Novas são pouco representativas. Há deficiência de reservas florestais, praças bem arborizadas, árvores no transcurso das avenidas e, principalmente, nos bairros mais antigos e área central onde se concentra o maior contingente de população flutuante em busca de lazer. Os espaços verdes geralmente estão presentes nos quintais dos bairros de classe baixa e na forma de pequenos canteiros no interior dos clubes da cidade. Aparece de forma mais expressiva nos arredores da Lagoa do SESC, formada a partir do córrego de Caldas, nas proximidades do aeroporto Internacional, e da reserva florestal onde foi instalado um posto de coleta de dados, e algumas manchas de mata ciliar que acompanham os córregos que cortam a cidade, sendo mais significativo nos bairros afastados do centro por onde cruzam esses córregos. Destaca-se, ainda, a presença de algumas veredas em conjunto com as matas ciliares ao longo dos cursos d’água.

De maneira geral, as áreas verdes intra-urbanas são reguladoras termohigrométricas do ar. Sua presença tanto mantém o ambiente mais frio, quanto conserva o calor. Notou-se que a reserva localizada no Jardim Paraíso, por exemplo, é uma área fortemente arborizada, porém, a temperatura do ar nos dois primeiros horários de medidas (7 e 8 horas da manhã) e da noite (20 horas) não se revelou menos aquecido. No decorrer do dia houve pouca variação nos valores térmicos, pelos motivos já citados, diferente das áreas fortemente pavimentadas.

Tabela 24 – Dados coletados nos postos fixos em 21 de março de 2009

Local	Águas Quentes		Nova Vila		Parque Real		Jd. Paraíso		Jd. Serrano		Sta. Efigênia		B. Turista		Pq. Brisas		São José		Média	
Horas	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
07:00	20,9	76	23,8	77	24,5	74	24,3	82	23,7	72	23,4	75	26,8	65	25,1	69	24,3	69	24,2	73
08:00	22,5	86	24,3	75	26,0	68	25,5	81	25,7	66	24,3	77	27,1	63	25,7	67	25,7	64	25,2	72
09:00	26,2	70	27,1	66	27,2	68	26,9	67	28,2	57	26,4	67	27,7	60	29,4	56	25,1	66	27,2	64
10:00	28,8	64	29,5	59	28,4	67	27,9	61	30,9	53	28,8	57	26,5	64	31,9	50	26,5	65	28,8	60
11:00	31,4	55	31,5	50	30,3	55	27,8	64	31,9	49	32,1	48	28,7	61	33,6	43	26,9	65	30,5	54
12:00	32,3	52	33,1	45	30,5	53	29,8	63	32,0	46	32,4	48	30,1	56	32,3	45	29,7	55	31,4	51
13:00	34,8	44	34,4	38	31,8	45	31,5	55	34,6	38	35,7	37	37,0	31	33,2	42	33,1	42	34,2	41
14:00	33,2	47	32,8	45	31,8	53	30,2	56	31,8	44	33,3	41	31,2	50	30,8	47	30,8	47	31,8	48
15:00	33,0	44	33,8	40	32,2	53	30,9	63	32,1	43	33,0	39	30,5	48	31,6	46	30,3	48	31,9	47
16:00	33,1	45	31,6	44	31,5	50	29,2	64	33,0	44	31,5	41	29,9	50	30,9	44	30,3	49	31,2	48
17:00	32,6	44	31,5	42	31,9	49	28,7	60	32,9	37	30,8	42	29,5	48	30,2	44	29,3	43	30,8	45
18:00	29,3	49	28,7	45	30,2	51	24,5	71	29,1	47	29,2	44	29,0	47	28,9	47	28,8	47	28,6	50
19:00	25,1	65	27,6	63	27,2	69	26,0	77	26,3	65	27,4	59	27,7	64	27,4	62	27,7	60	26,9	62
20:00	23,2	75	26,7	66	26,8	73	26,5	78	25,2	69	26,3	66	26,9	68	28,3	69	26,9	64	26,3	70
21:00	22,4	82	26,1	67	25,8	76	24,0	89	24,8	69	25,7	68	26,6	68	25,4	72	27,0	64	25,3	73
Média	28,6	60	29,5	55	29,1	60	27,6	69	29,5	53	29,4	52	29,1	56	29,6	54	28,2	57	29,0	57
Máxima	34,8	86	34,4	77	32,2	76	31,5	89	34,6	72	35,7	77	37,0	68	33,2	72	33,1	69	34,0	76
Mínima	20,9	44	23,8	38	24,5	45	24,3	55	23,7	38	23,4	37	26,0	31	25,1	42	24,3	42	24,0	41
Amplitude	14	42	10,6	39	7,7	31	7,2	34	10,9	35	12,3	38	10,2	37	8,5	30	8,8	27	10,0	35

FIGURA 66: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 21/03/09



22/03/2009 - A circulação do ar, automóveis e pessoas, arborização, área densamente construída induz a diversificação térmica. Fatores como o relevo por meio da [...] “variação da altitude e a variação latitudinal, levam à heterogeneidade”, enquanto o mecanismo atmosférico (fator dinâmico) [...] “atua no sentido de criar uma uniformidade regional [...] Todos os fatores climáticos estáticos como o relevo, agem sobre o clima de determinada região em interação com os sistemas regionais de circulação atmosférica” (NIMER 1989, p. 393). Tudo indica que o Sistema regional teve mais atuação nas condições térmicas da cidade do que as próprias características desta. O baixo contraste térmico entre os postos mais centralizados e aqueles localizados nas extremidades da cidade está associado a fatores de ordem topo e microclimáticos. Se os postos centrais apresentaram em alguns momentos relativa homogeneidade térmica, isso se deve às características relativamente semelhantes entre os postos: elevado índice de construções, pouca disponibilidade de áreas verdes etc.

Fazendo uma comparação entre os postos de características mais dissonantes (os de maior massa vegetal, menor índice de área construída, com os mais densamente construídos e pavimentos), no período noturno, entre os horários das 19 às 21 horas, constatou-se que alguns apresentam valores de umidade relativa mais elevada e menor temperatura. Neste caso, o Portal das Águas Quentes esteve, nesses horários, mais frios do que o posto da reserva nas proximidades do Jardim Paraíso. O vale drenando o ar frio, a área livre do Portal das Águas Quentes favoreceu a troca de ar, enquanto a vegetação adensada característica da reserva no Jardim Paraíso dificultou a movimentação do ar e perda da radiação terrestre, mantendo o ar quente por mais tempo.

De acordo com os dados, todos os postos sofreram um decréscimo nos valores térmicos do dia 21 para o dia 22, sendo que o Jardim Paraíso com alto índice de vegetação, registrou menor valor térmico (média diária de 26,6 °C). A Vila São José, embora contivesse elementos urbanos que proporcionavam maior acúmulo de calor, sua média de temperatura diária foi de 27,3 °C, portanto menor do que o Jardim Serrano com 28,9 °C, localizado numa cota altimétrica maior, mais distante do centro e sujeito a maior ação dos ventos, (Tabela 25 e Figura 67).

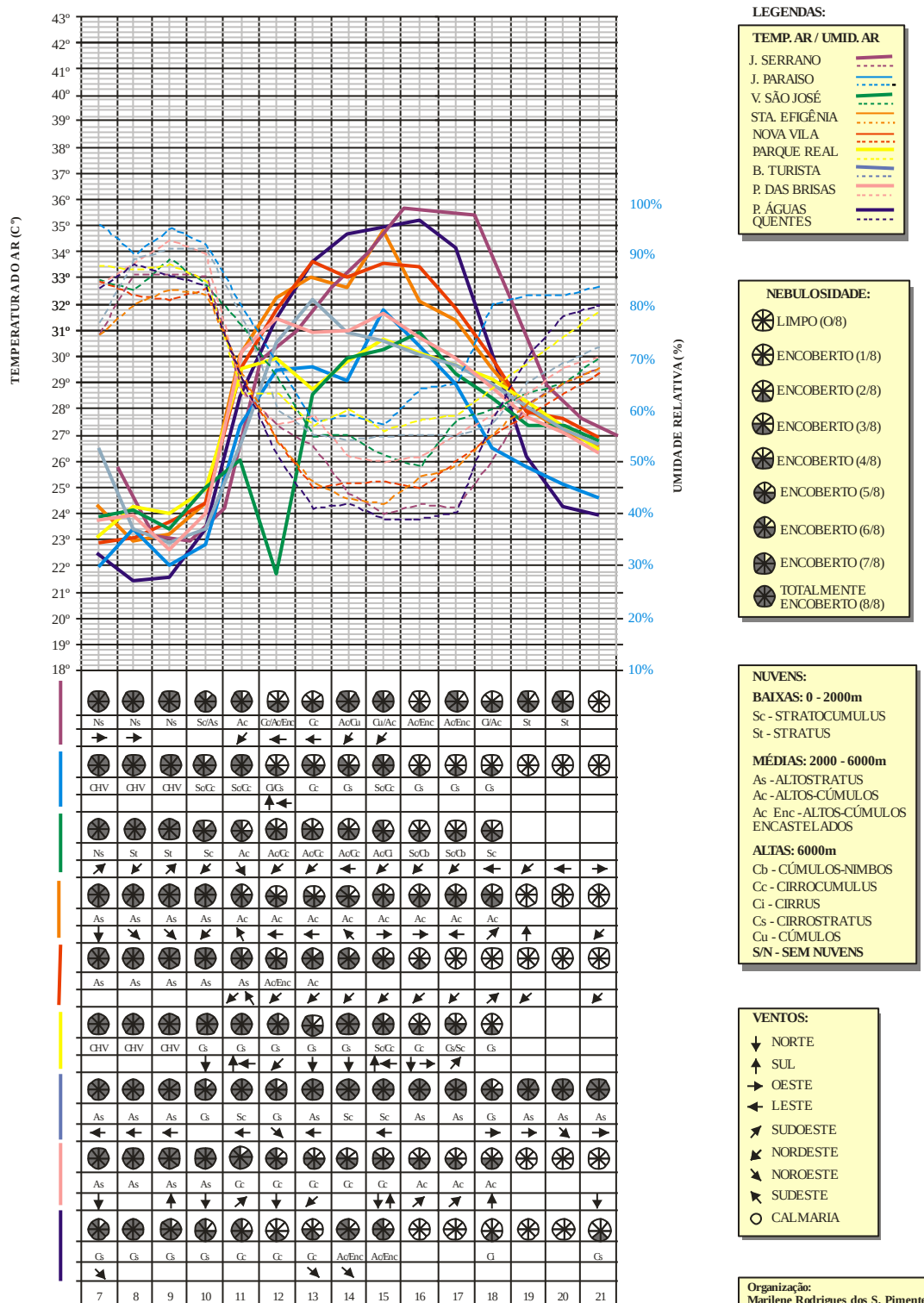
Os ambientes diferenciados de Caldas Novas atestam condições térmicas relacionadas tanto à composição física do sítio urbano quanto aquelas propiciadas pelos materiais das edificações. A topografia, exposição de vertentes, vegetação, dinâmica dos ventos, aglomeração das edificações etc. foram fatores expressivos, que atuaram de forma conjugada, na diferenciação climática urbana e intra-urbana de Caldas Novas.

Genericamente, a cidade de Caldas Novas em relação sua área circunvizinha, encontra-se na depressão do Rio Corumbá. Porém, analisando separadamente cada posto de coleta, percebe-se que a área mais centralizada, localizada numa altitude menor, acumulou tanto ar quente quanto ar frio, dependendo das características da circulação do vento. Quando este estava fraco, a área mais urbanizada encontrava-se ora mais aquecida, ora mais fria, dependendo do sistema atmosférico atuante e, conseqüentemente, do tipo de tempo no momento da pesquisa, assim como da direção e intensidade dos ventos.

Tabela 25 – Dados coletados nos postos fixos em 22 de março de 2009

Local Horas	Águas Quentes		Nova Vila		Parque Real		Jd. Paraíso		Jd. Serrano		Sta. Efigênia		B. Turista		Pq. Brisas		São José		Média	
	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
07:00	22,6	83	23,0	85	23,1	88	22,0	96	24,6	74	24,3	74	26,5	76	23,8	84	23,9	85	23,8	83
08:00	21,5	88	23,2	82	24,3	87	23,5	90	22,4	86	23,0	80	23,5	89	24,0	88	24,2	83	23,3	86
09:00	21,7	86	23,8	81	24,1	88	22,1	95	22,2	86	23,3	83	22,9	91	22,6	93	23,5	89	22,9	88
10:00	23,5	84	24,5	83	25,0	85	22,9	92	23,5	86	24,4	82	23,5	91	24,0	90	25,0	84	24,0	86
11:00	28,6	66	29,7	66	29,6	63	27,4	80	29,1	64	30,2	67	26,7	78	30,2	63	26,1	76	28,6	69
12:00	31,4	51	31,8	54	29,9	63	29,5	69	30,2	57	32,3	54	30,5	60	31,5	57	27,8	66	29,9	59
13:00	33,6	41	33,7	45	28,8	57	29,6	58	31,9	53	33,1	46	32,1	55	30,9	59	28,5	55	31,4	52
14:00	34,7	42	33,1	46	29,8	60	29,1	59	33,1	44	32,6	43	30,9	54	31,0	51	30,0	55	31,6	50
15:00	35,0	39	33,6	46	30,7	56	31,8	57	34,9	40	34,8	42	30,6	55	31,6	50	30,3	51	32,6	49
16:00	35,2	39	33,4	45	30,2	58	30,4	64	34,7	42	32,1	47	30,1	55	30,8	51	30,9	49	32,0	50
17:00	34,2	40	32,0	50	29,6	59	29,0	65	34,6	41	31,4	49	29,7	55	30,0	55	29,3	58	31,1	53
18:00	30,3	58	29,9	55	29,2	64	26,5	80	31,3	50	29,5	55	29,0	57	28,8	59	28,5	60	29,2	60
19:00	26,0	70	27,9	59	28,4	69	25,8	82	28,0	61	28,1	61	28,2	65	27,7	63	27,4	63	27,5	66
20:00	24,3	78	27,7	63	27,4	74	25,1	82	26,8	65	27,3	65	27,3	69	27,1	68	27,4	65	26,7	70
21:00	24,0	80	26,9	67	26,3	79	24,6	84	26,3	68	26,6	68	26,7	72	26,4	70	26,8	70	26,1	73
Média	28,4	63	28,9	62	27,8	70	26,6	77	28,9	61	28,9	61	27,9	68	28,0	67	26,9	67	28,0	66
Máxima	35,2	88	33,7	85	30,7	88	31,8	95	34,9	86	34,8	83	32,1	91	31,6	93	30,9	89	32,6	88
Mínima	21,5	39	23,0	45	23,1	56	22,0	57	22,2	40	23,0	42	22,9	54	22,6	50	23,5	49	22,9	48
Amplitude	13,7	49	10,6	40	7,6	32	9,8	38	12,7	46	11,8	41	9,2	37	9,0	43	7,4	40	9,7	40

FIGURA 67: VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE CALDAS NOVAS 22/03/09



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acentuado avanço populacional do campo para as cidades deflagrou uma série de impactos negativos no meio e, por conseguinte, na vida da população nelas residentes, pois a forma de uso e ocupação do solo traz implícito o problema gerado por uma ocupação desequilibrada e perversa sob o ponto de vista social. Os problemas ambientais não afetam apenas uma parcela da população, todos são vulneráveis a eles. E a camada social menos capitalizada é maior em relação à minoria abastada e que possuem condições financeiras para “driblar” alguns desses obstáculos, como a refrigeração artificial do interior das edificações.

Os impactos ocorridos no meio intra-urbano advêm com a forma de ocupação do espaço transformado e do ritmo de ocupação e transformação, pois a velocidade e voracidade com que os espaços são degradados para a inserção do aglomerado urbano, determinam invariavelmente a asfixia dos recursos naturais, sobretudo dos recursos hídricos e vegetais que são expurgados e poluídos inviabilizando futuramente o seu aproveitamento e utilização.

Caldas Novas não se exime deste cenário, pois as transformações impostas pela acelerada urbanização, aliada ao planejamento inadequado, expõe seus recursos naturais a vários impactos provenientes das diversas atividades humanas, resultando no aumento da temperatura, diminuição da umidade do ar e más condições de dispersão de poluentes atmosféricos. Atualmente, as médias e pequenas cidades demonstram a necessidade de estudos pelos seus ambientes degradados e inserção cada vez maior de novos elementos no espaço.

Referente ao comportamento do clima urbano de Caldas Novas, os resultados obtidos através das análises dos dados termo-higrométricos coletados em campo ressaltam a necessidade de um planejamento estratégico quanto da adequação do espaço já construído, bem como de um melhor estudo para a abertura de novos loteamentos, pois a expansão vertical e horizontal da malha urbana adentra áreas de fragilidade ambiental.

De acordo com as características físico-estruturais do sítio urbano foram perceptíveis as distorções nos padrões termo-higrométricos nos diferentes espaços urbanos e entorno rural, indícios da interferência antrópica, resultando na alteração dos valores dos elementos climáticos pesquisados. Diante desta constatação, reforça ainda a necessidade de aplicação de medidas a curto, médio e longo prazo, para que os problemas hoje detectados possam ser corrigidos ou evitados, caso contrário, o que se observará é a geração de um espaço desconfortável, inibindo ou até mesmo inviabilizando a presença de turistas, principal ator da economia local, além da deterioração dos padrões de vida da população.

A análise dos dados possibilitou expor algumas considerações sobre o comportamento do clima de Caldas Novas. Observou-se que a área urbana nem sempre apresenta temperaturas maiores em relação ao seu entorno. No espaço interno ocorrem modificações dos elementos climáticos entre bairros e ruas, ora associadas ao tipo de uso da terra, ora a topografia e à produção de calor antropogênica. A estrutura da cidade (altura dos prédios, localização geográfica, presença de arborização, asfalto e concreto etc.) influencia na variação dos elementos climáticos.

O centro da cidade implica em um balanço irregular de energia refletindo nos valores de temperatura do ar. Isso tem relação com a diminuição dos corpos d'água e vegetação em detrimento da urbanização, o que confere maior armazenamento de energia durante o dia. A radiação solar absorvida aumenta a partir das características do material construtivo e seu poder de absorção. A variação da temperatura deve-se também a capacidade de reflexão da radiação solar de uma determinada superfície (albedo) cujo valor vai depender do tipo de solo, forma de relevo, vegetação, água, quantidade e tipo de nuvens, grau de urbanização e inclinação dos raios solares.

A amplitude térmica verificada nos postos ilustra esse aspecto melhor do que quando se comparava os postos entre si. No período da manhã os valores de temperatura mostraram-se relativamente homogêneos. Por outro lado foi no período da tarde que se registraram as maiores diferenças de temperatura, haja vista as diferenças quanto à situação topográfica, características das edificações, funções urbanas, presença ou não de áreas verdes, ventilação etc.

É indiscutível a interferência do clima regional sobre o urbano. Entretanto, a radiação, a forma característica do sítio urbano e a vegetação são fatores que o condicionam. As áreas verdes e parques são exemplos cabais da ação moderadora de temperaturas urbanas. Isto foi constatado nos gradientes térmicos coletados em áreas com essas características.

No decorrer das tomadas durante transecto móvel de 21 a 30 de julho de 2008, os postos Portal das Águas Quentes e Bairro Turista apresentaram ilha de frio. O primeiro se caracteriza pela presença de vegetação, edificações esparsas, baixa altitude e topografia deprimida. O segundo, pela presença de edificações com mais de três andares, altitudes pouco elevadas, presença de vegetação e corpos d'água no seu entorno que, aliado ao vento constante de origem oeste/noroeste manteve-se mais frio durante toda pesquisa.

A variação de temperatura esteve fortemente ligada à ação dos ventos, dependendo da velocidade e direção, no sentido de intensificar ou amenizar os valores térmicos. Para o planejamento construtivo é importante observar as direções predominantes dos ventos e a incidência direta da radiação solar, evitando a exposição a esta radiação nos horários de maior pico, principalmente nas edificações verticais com diversos pavimentos. Corpos d'água presentes na linha do transecto demonstraram uma diferenciação nos valores térmicos, visto que nos locais onde estes se faziam presentes, aliado também à vegetação nas suas margens, verificando-se menores valores e ratificando sua importância dentro do espaço urbano. O aquecimento foi maior nas áreas fortemente ocupadas como os bairros: Santa Efigênia, Vila São José e parte do Centro com elevadas densidade de construção e pequena quantidade de vegetação.

Percebe-se então que o comportamento dos elementos climáticos nesta cidade é influenciado tanto pelo entorno rural quanto pela própria cidade. Porém, ficou evidente que algumas anomalias ocorrem de forma pontual, dependendo do período do dia, do ano e das características topográficas urbanas (altitude, topografia, estrutura das ruas e edificações). Neste caso, aliado à topografia, por encontrar-se em posição de relativo abrigo (vale do rio Corumbá).

Após a realização de todas as etapas foi possível ponderar a validade da metodologia utilizada durante a pesquisa, desde as dificuldades encontradas até a possibilidade de dar continuidade a essa linha de estudos, agora num nível mais complexo.

As metodologias aplicadas considerando as interações entre os diversos elementos do meio e com base numa visão dinâmica do universo de estudo, mostraram-se satisfatórias, respondeu às questões formuladas no início da pesquisa, além de possibilitar a identificação dos diferentes ambientes climáticos intra-urbanos de acordo com os objetivos estabelecidos.

Apesar do monitoramento constante dos equipamentos onde se encontravam instalado e das orientações à equipe que auxiliavam na coleta de dados, tomou-se o cuidado de

adotar como parâmetros a estação meteorológica oficial de Morrinhos (INMET) e estações particulares (Estação Corumbá – UHE).

O tempo selecionado para a coleta de dados, envolvendo o período seco e chuvoso, subdividido em escalas diárias e horárias, foi satisfatório porque possibilitou identificar entre os bairros escolhidos para a análise aqueles que apresentam maior ou menor capacidade de manter ou produzir calor, dados a sua estrutura e aspectos geográficos. Possibilitou ainda entender até que ponto os elementos climáticos são influenciados pela urbanização (escalas micro, topo e mesoclimáticos) ou, ainda mais, pelo sistema atmosférico (escala regional).

A partir da técnica do trabalho de campo realizado em vários dias seguidos foi possível perceber, tanto empiricamente quanto através dos dados coletados, as mudanças das condições do tempo de cada dia pesquisado e, juntamente com as imagens de satélite, alcançar um resultado mais satisfatório.

Categoricamente, o referencial teórico constituiu-se num aspecto essencial para o desenvolvimento de toda a pesquisa, uma vez que as discussões sobre determinado conceito na visão de diferentes autores possibilitou superar as várias dificuldades de entendimento sobre o assunto e relacionar o resultado obtido com a teoria (especificamente, as obras de Monteiro e Mendonça serviram de base para a realização deste trabalho).

Quanto ao processo de elaboração da coleta de dados, a maior dificuldade encontrada foi a formação de uma equipe de pessoas dispostas a auxiliar na coleta de dados dos postos fixos e a montagem da estrutura para este fim (envolveu a disponibilidade do morador de cada setor escolhido em colaborar de alguma forma na pesquisa). No transecto móvel, o maior empecilho foi o trânsito intenso e lento durante a alta temporada em Caldas Novas para as tomadas móveis num tempo pré-determinado (em torno de 25 minutos). Outro aspecto foi a tabulação dos dados, confecção de gráficos e mapas que, além de dispor de tempo, envolveram gastos substanciais²⁷.

O quantitativo de dados foi satisfatório para alcançar o resultado obtido e possibilitou entender melhor a dinâmica do espaço urbano de Caldas Novas e seu reflexo sobre o clima. Ainda é pequeno o conhecimento sobre o clima urbano, pois se necessita de várias outras leituras para se chegar a um possível prognóstico, pretensão para o doutorado,

²⁷ Cabe lembrar que não se obteve nenhum financiamento durante a realização desta pesquisa. A instituição, por meio do laboratório de climatologia e recursos hídricos, auxiliou com o fornecimento de alguns aparelhos para a tomada dos dados. A pesquisa contou, fundamentalmente, com recursos próprios para o seu desenvolvimento.

quando será possível construir um documento cartográfico de síntese e trabalhar de forma mais refinada a idéia de “unidades climáticas”.

De posse da hipsometria do local, observou-se que os postos distribuídos nos fundos de vales e com cobertura vegetal mais intensa (como foi o caso do Portal das Águas Quentes) apareceram mais frios formando ilhas de frio com maior frequência na estação de inverno. No verão as áreas mais elevadas como é o caso Jardim Serrano, genericamente, estiveram mais aquecidas. Da mesma forma, as vertentes expostas para norte apresentaram temperatura maior em quase todas as tomadas. Porém, a intensidade e direção do vento foi um dos fatores importantes que determinou esse maior ou menor aquecimento.

As altas temperaturas encontradas no sítio urbano de Caldas Novas estão vinculadas tanto às particularidades geográficas de cada ambiente quanto ao tipo de uso e ocupação do solo (adensamento urbano, impermeabilização e ausência de áreas verdes). A maior ou menor variação dos elementos climáticos depende do grau de urbanização e capacidade de produzir calor e expandir para seu entorno, aliado à intensidade da influência do sistema atmosférico. Tudo isto pode deflagrar, aprofundar ou não, certos fenômenos climáticos como canalização dos ventos, ilhas térmicas (ilhas de frescor e ilhas de calor) e escoamento de ar frio para as porções deprimidas do terreno.

A ampliação da malha urbana impele a impermeabilização cada vez maior do solo e isso dificulta a infiltração da água das chuvas, ocasionando erosões, inundações, entupimentos de bueiros, desorganizando mesmo que de forma transitória a cidade.

Diante de um planeta com dimensões e recursos finitos, torna-se cada vez mais necessário planejar a ação humana. Destarte se faz necessário à implantação de medidas para o melhor desenvolvimento da cidade, incluindo restrições ao processo de verticalização, (neste caso, construir unidades intercaladas e num local onde favoreça a livre circulação do ar), pois a própria estrutura física onde se localiza a cidade desfavorece essa dinâmica e, conseqüentemente, dependendo do grau da verticalização e do local da construção, a tendência é acentuar o desconforto térmico, haja vista que esse processo está em fase emergente.

A introdução de áreas verdes, calçadas intercaladas (gramado/concreto), avenidas e passeios mais amplos (para facilitar o fluxo de veículos e pedestres), arborização nas calçadas e espaços abertos são elementos indispensáveis à qualidade ambiental urbana.

Outro ponto fundamental, quando se refere ao conforto térmico nas residências, é

o seu recuo frontal (não construir nos limites entre as calçadas e o lote) e quintais não impermeabilizados. Evitar construções às margens dos córregos que cortam a cidade, pois a vegetação ali presente funciona como atenuador da temperatura do ar. Os resquícios de mata ciliar podem não ser considerados por alguns pesquisadores expressivos para o conforto humano, porque necessitaria de uma área muito maior de vegetação ou vários parques urbanos para interferir de fato nessa variação. Mas o fato tem relação não somente com a atenuação da temperatura e aumento da umidade, servem como habitat para os animais que ainda persistem no local, além de intercalar com as edificações dando um ar de beleza a cidade.

Quanto à implantação de loteamentos deve-se considerar a posição do sol, verificando os horários em que o sol incide de forma mais direta nas residências e a dinâmica dos ventos. Outra questão é o material adequado para as construções (edificações e revestimentos do solo) em regiões de clima tropical. Portanto, a implantação de apenas uma medida de prevenção visando o conforto térmico torna-se ínfimo, havendo tanto a necessidade de utilização de materiais reflexivos que dificultem a absorção de calor no interior do edifício, refletindo para o meio externo, quanto à implantação de fatores externos, como a presença de arborização e espaços abertos que facilitem o fluxo do ar.

A especulação imobiliária de Caldas Novas é um fator que dificulta a implantação de áreas verdes, porém, pelo seu porte pequeno e com tendência ao crescimento, cabem medidas de planejamento urbano urgente, principalmente a ser aplicadas nos novos loteamentos para evitar ou amenizar os problemas ambientais que também é um problema social como relatou Mendonça no II Congresso de Geografia da Saúde realizado em Uberlândia em 2009. Ninguém fala dos problemas para os peixes e aves, por exemplo, mas para o homem e a sociedade. *“Atualmente quando se refere ao ambiente não se fala só de relação pobreza e riqueza, às vezes estão mais relacionadas a um ou a outro. Mais do que a pobreza é o modo de vida da população, inserindo-se neste contexto a falta de conhecimento”* (apontamentos de Mendonça numa das palestras no referido evento).

Todas as investigações aqui descritas não determinam um epílogo nas questões climáticas do espaço estudado, mas, produz uma gama de questionamentos que conduz a novas pesquisas, haja vista que “o clima urbano é uma modificação substancial de um clima local, não sendo possível ainda decidir sobre que ponto de concentração populacional ou densidade de edificações essa notável mudança principia” (MONTEIRO, 1975, p. 60).

Durante o estudo percebeu-se a necessidade de um estudo que abrangesse o conhecimento do uso do solo das áreas rurais em comunhão com o sítio urbano para facilitar a

análise e compreensão das condições climáticas da área urbana. Outro fator seria a utilização de uma série de termógrafos digitais instalados na área rural e urbana (em locais de características díspares) com registro contínuo em uma série longa. A preocupação quanto à continuidade da pesquisa deu-se pela intensificação das alterações no espaço urbano por intermédio da implantação de novos elementos no meio para atender tanto ao turista que se desloca de outras regiões e/ou até fora do país, quanto ao atendimento das cidades vizinhas, como Corumbáiba, Marzagão, Rio Quente e outras.

O ritmo em que a cidade se desenvolve não consegue ser acompanhado pelo gerenciamento municipal em virtude dos problemas tenderem a surgir e agravar-se. Assim, o planejamento com metas eficazes é um forte subsídio a ser implantado.

O Clima Urbano é considerado por Monteiro (op. cit. p. 149) enquanto “um sistema adaptativo, pressupondo estratégias que conduzam o crescimento urbano guiado por decisões efetivas que permitam um curso harmonioso do sistema”. Ainda segundo esse autor, “as decisões, para serem bem tomadas, implicam numa ação planejada, onde os prós e os contras sejam bem analisados e os cursos alternativos de ação, guiados por metas que, necessariamente, envolvem problemas no modo de escolha e responsabilidade moral” (op. cit. 149-150).

Indubitavelmente, os dados coletados refletem tanto as características do ambiente intra-urbano quanto às condições atreladas à circulação geral da atmosfera. As questões climáticas em qualquer escala de análise requer profícuo estudo de todas as suas nuances, pois a dinamicidade climática oscila em frações de tempo muito curto, ou muito longo, dependendo do grau de alterações no meio e da influência do sistema atmosférico. Portanto, seria no mínimo precipitado afirmar de forma cabal os resultados aqui obtidos, haja vista que a característica peculiar da área core pesquisada, incita a desenvolver novos trabalhos, abordando outros elementos e percorrendo novos caminhos, para que através de uma somatória de fatos congruentes ou dissonantes se possa concluir de forma mais tácita, quem mais influencia sobre o clima da cidade de Caldas Novas.

REFERÊNCIAS

ANUNCIAÇÃO, Vicentina S. da & SANT'ANNA NETO, João Lima. O clima urbano da cidade de Campo Grande – MS. In: SANT'ANNA NETO, João Lima, (Org.). **Os Climas das Cidades Brasileiras: São Luis (MA), Aracaju (SE), Campo Grande (MS), Petrópolis (RJ), Sorocaba (SP), Penápolis (SP) e Presidente Prudente (SP)**. Presidente Prudente: [s.n], 2002, 227 p. p. 61-87.

ASSIS, Eleonora Sad de. **Mecanismos de desenho urbano apropriados à atenuação da ilha de calor: análise de desempenho de áreas verdes urbanas em clima tropical**. 168 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ/ Rio de Janeiro, 1990.

ASSIS, Eleonora Sad de. Métodos preditivos da Climatologia como subsídios ao planejamento urbano: aplicação em conforto térmico. **Terra Livre**, São Paulo, n 20, p 146-158. ano 19-vol. I, jan/jul 2003.

ASSUNÇÃO, Washington Luiz. **Climatologia da cafeicultura irrigada no município de Araguari (MG)**. 281 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP/Presidente Prudente/SP, 2002.

AZEVEDO, Tarik Rezende de. O fluxo de calor gerado pelas atividades humanas. IN: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP, 2001. 199 p. p.71-93.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991, 319 p.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 319 p.

BARROS, Geraldo Luiz Miranda de. **Meteorologia para navegantes**. 3 ed. Rio de Janeiro: Marítimas, 1991. 186 p.

BERTE, Victor Aramis. **Acondicionamento térmico natural: análise de caso na cidade de**

Uberlândia-MG. 180 f. Dissertação (mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP/São Paulo, 2000.

BIELA, Carlos Alberto. **A degradação ambiental como consequência do crescimento urbano sem planejamento no município de Caldas Novas – GO.** XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Viçosa/MG, 2009.

BLAIR, Thomas A.; FITE, Robert C. **Meteorologia.** Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1964.

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003, 192 p. p. 121-153.

Brasil em relevo. **Campinas: EMBRAPA, monitoramento por satélite, 2005.** Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 28 de setembro de 2009.

CAMPOS, Alfredo Borges de; et al. Análise do comportamento espacial e temporal das temperaturas e pluviosidades no Estado de Goiás. In: ALMEIDA, Maria Geralda de (Org.). **Abordagens geográficas de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade.** Goiânia: IESA, 2002, 260 p. p. 91-118.

CPTEC-Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 15 de agosto de 2009.

CLARK, David. **Introdução à geografia urbana.** 2 ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 1991.

CONTI, José Bueno. **As escalas do clima.** São Paulo: Departamento de Geografia FFLCH/USP, 1996.

CONTI, José Bueno. **Clima e meio ambiente.** 4 ed. São Paulo: Atual, 1998.

COSTA, Rildo Aparecido. **Zoneamento ambiental da área de expansão urbana de Caldas Novas-GO: procedimentos e aplicações.** 216 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, UFU/ Uberlândia/MG, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização tropical. In: **Natureza e sociedade de hoje.** São Paulo: HUCITEC, 1997, p. 127-138.

CUNHA, Davi Gasparini Fernandes; VECCHIA, Francisco. As abordagens clássica e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática. **Revista Ciência e Natura**, UFSM 29-(1): 137-149, 2007.

DANNI, Inês Moresco. **Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em janeiro de 1982: contribuição ao estudo do Clima Urbano.** 129 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Filosofia Letras e Ciências Humanas, USP/ São Paulo, 1987.

DEFESA, Ministério da. Marinha do Brasil. Disponível em: <http://www.mar.mil.br>. Acesso 10 de maio de 2009.

DEL GROSSI, S. R. **As características regionais da natureza. De Uberabinha à Uberlândia: os caminhos da natureza, 1991.** Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, USP/ São Paulo, 1991.

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento.** São Paulo: Pini, 1990.

DREW, David. **Processos interativos: homem-meio ambiente.** 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

ESTATUTO DA CIDADE, guia para implementação pelos municípios e cidadãos: Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. 3 ed. Brasília: Instituto Polis, 2005. 273 p.

FERREIRA, Artur Gonçalves. **Meteorologia Prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 188 p.

FORSDYKE, A.G. **Previsão do Tempo e Clima.** São Paulo: Melhoramentos, 1975. 159 p.

GÓMEZ, Antonio Lopez et.al. El clima urbano de Madrid y su entorno. IN: GÓMEZ, A. L. (coord)) **El clima de las ciudades españolas.** Madrid: Cátedra, 1993.

GONÇALVES, Neide Maria Santos. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MONTEIRO, Carlos A. de F.; MENDONÇA, Francisco (Org.). **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003, 192 p. p. 69-91.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível no site: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 12 de agosto de 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Censo Demográfico de 2007. Disponível no site: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 de setembro de 2007.

JARDIM, C. H. **O clima na bacia do rio Aricanduva, na cidade de São Paulo (SP). Aspectos da gênese e dinâmica do clima urbano.** 262 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP/ São Paulo, 2002.

JARDIM, Carlos Henrique. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas.** 316 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, UNICAMP/Campinas, 2007.

LEÃO, Marlon. **Desempenho térmico em habitações populares para regiões de clima tropical: estudo de caso em Cuiabá – MT.** 102 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, UFMT/Cuiabá, 2006.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985. 244 p.

LÓPEZ, Carlota Camachos. O vento. IN: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP, 2001. 199 p.p. 112-126.

MARCOS, Leanderson. **Meteorologia Sinótica**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1999/2. Disponível em: <http://www.master.iag.usp.br>. Acesso em 05 de novembro de 2009.

MAZETTO, Francisco de Assis Penteado. Qualidade de vida, qualidade ambiental e meio ambiente urbano: breve comparação de conceitos. IN: **Sociedade e Natureza**. Revista do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, n 24, p. 21-31. jul./dez. 2000.

MENDONÇA, Francisco. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno. Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR**. 299 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP/ São Paulo, 1994.

_____. **Clima e criminalidade: ensaio analítico da correlação entre a temperatura do ar e a incidência da criminalidade urbana**. Editora da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – Paraná, 2001.

_____. Clima e planejamento urbano em Londrina – proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico. In: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. de F. (Org). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, 192 p.p. 93-120.

_____; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MENDONÇA, Roxane Sidney Resende de; ASSIS, Eleonora Sad de. **Conforto térmico urbano: estudo de caso do bairro Floresta de Belo Horizonte, MG. Ambiente construído**. Vol. 3 n 3 p. 45-63 jul/set. 2003. Disponível no www.seer.ufrgs.br.

MONTEIRO, CARLOS. A. F. **Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste Brasileiro**. Revista Brasileira de Geografia, ano XIII (1): 4-46, 1951.

_____. **Análise rítmica em climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. Climatologia, São Paulo, n 01, p. 1-21, 1971.

_____. **Teoria e clima urbano**. 219 f. Tese (livre docência) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP/São Paul, 1975.

_____. **Clima e Excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991. 241 p.

_____. O estudo geográfico do clima. In: **Cadernos Geográficos/ UFSC/ Centro de Filosofia e Ciências Humanas/ Departamento de Geociências nº 1.** Florianópolis: Imprensa Universitária, 1999, p. 7-38.

_____. Teoria e clima urbano - um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, Carlos A. de F.; MENDONÇA, Francisco (Org.). **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003, 192 p. p.9-68.

NIMMER, Edmon. **Climatologia do Brasil.** 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421 p.

OLIVEIRA, P. M. de Paiva. Indicações para o planejamento e o desenho da forma urbana apropriada à região tropical de clima quente e úmido. In: I Congresso Brasileiro de Tropicologia, 1987, Recife. **Anais...** Recife, 1987.

PAPST, Ana Lúcia. **Uso de inércia térmica no clima subtropical. Estudo de caso em Florianópolis – SC.** 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

PAULO, Renata Ferreira Calado de. **O turismo e a dinâmica intra-urbana de Caldas Novas (GO): uma análise da expansão e reestruturação do complexo hoteleiro.** 162 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), UFU, Uberlândia-MG, 2005.

PEREIRA, Luana de Carvalho. **Caracterização do balanço de energia no vale do Curaçá-Bahia.** 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências/Geofísica) - Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006,

PIMENTEL, Marilene R. S. & SANTOS, Eliane L. dos. **Estrutura térmica na cidade de Morrinhos-GO: análise episódica restrita ao verão e inverno – 2006.** 101 f. Monografia (Licenciatura em Geografia), UEG/Morrinhos, 2006.

_____; SANTOS, Flávia de Oliveira; SILVA, Rúbia Gonzaga. **O Clima como indicador de qualidade ambiental no espaço urbano de Morrinhos – Goiás – Brasil.** In: Encontro de Geógrafos de América Latina, 2009, Montevideo, Uruguay. **Anais...** Montevideo: UFU/ Instituto de Geografia, 2009.

RIBEIRO, Antônio Giacomini. As escalas do clima. In: **Boletim de Geografia Teorética**, 23, [S.l.] [s.n.], 1993.

SALVI SAKAMOTO, Luiza Luciana. **Relações entre a temperatura do ar e a “configuração do céu” na área central da metrópole paulistana: análise de dois episódios diários.** 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP/ São Paulo, 1994.

_____. Os microclimas e a “configuração do céu” na área central. IN: TARIFA, José Roberto & AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: Geousp, 2001. 199 p. p.165-187.

SAMPAIO, A. Heliódório Lima. **Correlações entre uso do solo e ilhas de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP/ São Paulo, 1981.

SANTANA, Andréa Maria Sobreira de. **O desenho urbano e a Climatologia em Fortaleza**. 168 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas USP/São Paulo, 1997.

SANT’ANNA NETO, João Lima. Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. Revista da ANPEGE, v. 4, p. 61-88, 2008.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado**. 4 ed. São Paulo: HUCITEC, 1996.

_____. **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico-informacional**. 5 ed. São Paulo: EDUSP, 176 p. 2008.

TARIFA, J.R. **Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos, SP**. Geografia, v.2, 59-80. São Paulo, 1976.

_____. **A análise topo e microclimática e o trabalho de campo: O caso de São José dos Campos**. Climatologia, São Paulo, vol. 13, p.1-25, 1981.

_____. O ritmo e a prática do estudo dos climas de São Paulo (1970-2000). In: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP, 2001. 199 p. p. 11-33.

_____; ARMANI, Gustavo. Os climas urbanos. IN: TARIFA, José Roberto & AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: Geousp, 2001.199 p. p. 47-70.

TECNOLOGIA, Ministério da Ciência e Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: www.cptec.inpe.br. Acesso em 10 de maio de 2009.

TOMÁS, Denis Dorighello. **Comportamento da umidade relativa do ar em centros urbanos: o exemplo da metrópole de São Paulo**. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP/São Paulo, 1999.

VICENTE, Andréa Koga; José Tadeu Garcia TOMMASELLI; AMORIM, Margarete C. de Costa Trindade. Conforto Térmico em Presidente Prudente-SP. IN: SANT'ANA NETO, João Lima (Org). **Os Climas das Cidades Brasileiras: São Luis (MA), Aracaju (SE), Campo Grande (MS), Petrópolis (RJ), Sorocaba (SP), Penápolis (SP) e Presidente Prudente (SP).** Presidente Prudente: UNESP, 2002. 227 p. p.197- 227.

VIDAL, R. **Influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade de Natal-RN.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – UnB/Brasília: 1991.

ANEXOS

Anexo 1 - Dados coletados em campo no dia 21 de março de 2009 (Postos fixos), direção e velocidade do vento, tipo e cobertura de nuvens

Local	Aguas Quentes		Nova Vila		Parque Real		Jd. Paraíso		Jd. Serrano		Sta. Efigênia		B. Turista		Pq. Brisas		São José		Centro	
Horas	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens
	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C
07:00	Aus	ci - 2	aus	cs-8	Aus	ci-8	Aus	ci-8	Aus	st-8	W-1	ac-4	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	st-6	Aus	cs-8
08:00	Aus	cs - 4	E-1	cs-8	Aus	ci-7	Aus	ci-8	Aus	st-8	NE-1	ac-6	Aus	Aus	Aus	cs-8	SW-1	st-6	E-1	cCs-8
09:00	Aus	cs - 2	E-2	cs-8	Aus	ci-8	Aus	ci/cs-7	NE-1	as-8	NE-1	as-7	E-2	as-8	Aus	ci/cs-7	NE-2	st-7	E-2	cs-8
10:00	Aus	cs - 4	E-3	cs-7	NE-0 a 2	ci-8	Aus	ci-8	NE-0 a 1	as-8	E-2	ac-6	NW-2	cu-7	N-1	cs-7	E-2	st-8	E-3	cs-7
11:00	Aus	cs - 7	SE-2	cs-8	s/d -0 a 3	Cu /cs-8	N-0 a 1	ci/cs-8	NE-0 a 1	as-8	E-2	ac-6	SE-2	as-8	Aus	cs-7	EE-2	st-8	SW-2	cs-8
12:00	Aus	cs - 6	SW-1	cs-8	s/d- 0 a 2	As-8	N-0 a 1	as-8	SE-1 a 2	as-7	NE-3	ac-6	NW-2	ac-6	Aus	cs-6	NE-2	st/cu-7	SW-1	cs-8
13:00	Aus	Ac enc - 6	SE-1	cu-6	s/d- 0 a 1	cc-6	Aus	as-6	NE-0 a 1	cu/sc-5	E-0 a 3	Aas-5	Aus	ac-5	S-1	ci-4	NE-2 a 3	cu/st-7	SE-1	cu-6
14:00	Aus	Ac enc- 4	Aus	cu-5	s/d- 0 a 1	Ci/as-6	NW-0 a 1	ci/as-6	SE-0 a 1	cu -7	E-2	ac-5	E-1	as-8	N-2	Cs-6	E-2	cu-7	Aus	cu-5
15:00	Aus	cs - 1	Aus	cu/cs-8	S/NE	As-7	Aus	ci/as-8	SE- 0 a 1	as/cs-7	SE-2	ac-4	E-1	ci-8	S-2	ci/cs-5	E-2	st/cu-7	Aus	cu/cs-8
16:00	Aus	cc - 6	Aus	cc-5	s/d-0 a 1	As-7	Aus	ci/as-7	Aus	cc-7	NW- 2	ac-6	NE-1	cc-4	S-1	ci/cs-4	SE-1	cc/cu-6	Aus	cc-5
17:00	Aus	cc - 2	SW-2	cc-4	Aus	As-4	Aus	Aus	S-0 a 1	ci/cc-2	SE-1	ac-5	N-2	as-8	SE-2	cc-3	NE-1	cc-5	SW-2	cc-4
18:00	Aus	Aus	W-1	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	ac-1	E-2	ac-4	Aus	as-8	Aus	cc-2	Aus	st/sc-3	W-1	Aus
19:00	Aus	Aus	SW-1	Aus	s/d-0 a 1	Aus	Aus	Aus	Aus	st-7	NE-1	Aus	W-1	ci-8	Aus	Aus	SW-2	Aus	SW-1	Aus
20:00	Aus	Aus	SW-1	Aus	SW-0 a 1	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	SE-1	Aus	W-2	as-8	NW-1	Aus	SW-2	Aus	SW-1	Aus
21:00	Aus	Aus	SW-1	Aus	S-0 a 1	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	W-1	Aus	W-1	as-8	Aus	Aus	SW-1	Aus	SW-1	Aus

Aus: ausente; D/V: direção/velocidade; T/C: tipo/cobertura; s/d: sem direção; ventos: velocidade em m/s e direção (N=norte, E=leste, S=sul, w=oeste)

Sw=sudoeste, SE=sudeste, NW=noroeste, NE=nordeste

ci-cirrus, cs-cirrustratus, cc-cirrucumulus, cu-cumulus, ac-altostratus, st-stratus, ac enc- altocumulus encastelado

Anexo 2 - Dados coletados em campo no dia 22 de março de 2009 (Postos fixos), direção e velocidade do vento, tipo e cobertura de nuvens

Local	Aguas Quentes		Nova Vila		Parque Real		Jd. Paraíso		Jd. Serrano		Sta. Efigênia		B. Turista		Pq. Brisas		São José		Centro	
Horas	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens	Vento	Nuvens
	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C
07:00	NW-2	cs-7	Aus	as-8	Aus	chuva	Aus	chuva	W-0 a 1	ns-8	N-1	as-8	E-1	as-8	N-1	as-8	SW-3	ns-8	Aus	as-8
08:00	Aus	cs-8	Aus	as-8	Aus	chuva	Aus	chuva	W-0 a 1	ns-8	NW-1	as-8	E-1	as-8	Aus	as-8	NE-1	st-8	Aus	as-8
09:00	Aus	cs-7	Aus	as-8	Aus	chuva	Aus	chuva	Aus	ns-8	NW-1	as-8	E-1	as-8	S-1	as-8	SW-1	st-8	Aus	as-8
10:00	Aus	cs-6	Aus	as-8	N-2	cs-8	Aus	st-7	Aus	sc/as-7	NE-2	as-8	Aus	cs-7	Aus	as-8	NE-1	sc-7	Aus	as-8
11:00	Aus	cc-6	NE/SE-2	as-7	s/d-0 a 2	cs-8	Aus	st-8	NE-0 a 1	ac-7	SE-1	ac-6	E-1	sc-8	SW-1	cc-7	NW-2	ac-6	NE/SE-2	as-7
12:00	Aus	cc-2	NE-2	ac enc-5	NE-0 a 2	cs-7	s/d-0 a 1	cs-3	E-1 a 2	cc/ac enc-4	E-1	ac-5	NW-2	cs-7	N-1	cc-6	NE-2	ac/cc-5	NE-2	ac enc-5
13:00	SE-2	cc-3	NE-2	ac-7	N-2 a 3	cs-6	Aus	cc-5	E-1 a 2	cc-4	E-1	ac-5	E-2	as-8	NE-1	cc-5	NE-3	ac/cc-5	NE-2	ac-7
14:00	Aus	ac enc-6	NE-2	ac-7	N-2	cs-8	Aus	cs-5	NE-1 a 2	ac/cu-7	SE-1	ac-6	Aus	sc-8	Aus	cc-5	E-1	ac/cc-5	NE-1	ac-7
15:00	Aus	ac enc-6	NE-1	ac-5	s/d-0 a 1	sc/cc-7	Aus	sc/cc-7	NE-1 a 2	cu/ac-7	W-1	ac-5	E-1	sc-8	N/S-2	cc-5	NE-1	ac/ci-6	NE-1	ac-5
16:00	Aus	Aus	NE-1	Aus	NW-0 a 1	cc-3	Aus	sc-2	Aus	ac enc-2	W-1	ac-4	Aus	as-8	SW-2	ac-4	NE-2	sc-2	NE-1	ac-2
17:00	Aus	Aus	NE-1	Aus	SW-2	cs/sc-5	Aus	cs-2	Aus	ac enc-6	E-1	ac-5	Aus	as-8	SW-2	ac-3	NE-1	sc/cb-4	NE-1	Aus
18:00	Aus	ci-2	SW-3	Aus	Aus	cs-2	Aus	cs-2	Aus	ci/ac-4	SW-1	ac-5	W-1	cs-6	S-1	ac-4	E-1	sc-5	SW-3	Aus
19:00	Aus	Aus	NE-1	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	st-6	Aus	Aus	W-1	as-8	s/d-2	Aus	S-1	Aus	NE-1	Aus
20:00	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	st-6	E-1	Aus	NW-2	as-8	s/d-2	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
21:00	Aus	cs-2	NE-1 a 2	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	W-2	as-8	N-1	Aus	NE-3	Aus	NE-1 a 2	Aus

Aus: ausente; D/V: direção/velocidade; T/C: tipo/cobertura; s/d: sem direção; ventos: velocidade em m/s e direção (N=norte, E=leste, S=sul, w=oeste)

Sw=sudoeste, SE=sudeste, NW=noroeste, NE=nordeste

ci-cirrus, cs-cirrustratus, cc-cirrucumulus, cu-cumulus, ac-altostratus, st-stratus, ac enc- altocumulus encastelado, sc-stratocumulus, ns-nimbustratus

Anexo 3 - Dados coletados em campo no dia 06 de setembro de 2008 (Postos fixos), direção e velocidade do vento, tipo e cobertura de nuvens

Local	Aguas Quentes		Nova Vila		Parque Real		Jd. Paraíso		Jd. Serrano		Sta. Efigênia		B. Turista		Pq. Brisas		São José	
Hora	Vento	Nuven	Vento	Nuven	Vento	Nuven	Vento	Nuven	Vento	Nuven	Vento	Nuven	Vento	Nuven	Vento	Nuven	Vento	Nuven
	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C
07:00	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	E-1	Aus	SE-0 a 1	Aus	Aus	cs-1	S/W-1	Aus	W-1	Aus	E/S-2	Aus
08:00	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	E-1	Aus	E/NE-0 a 1	Aus	Aus	cs-1	N/E-1	Aus	N-1	Aus	E/S-1	Aus
09:00	E/W-0 a 1	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	N-1	Aus	SW-1	Aus	E-1	cs-1	S/W-1	Aus	S-2	Aus	E-1	Aus
10:00	E/W-0 a 1	CS-1	Aus	ci-1	Aus	ci-1	E-2	st-1	E-1 a 2	cs/ci-5	W-1	ci-1	S/W-2	Aus	N-1	Aus	E-2	Aus
11:00	SE/NW-0 a 1	cs-1	Aus	ci-8	Aus	ci-8	W-1	st-2	E-1 a 2	cs/ci-1	Aus	ci-1	W-1	Aus	S-1	Aus	E-1	cc-1
12:00	SE/NW-0 a 1	cs-1	S-2	cu-1	Aus	cu-1	NE-2	ac-2	SE-2	ac-1	E-2	ci-1	Aus	Aus	S-1	Aus	Aus	Aus
13:00	NW/SE-1	ac-3	S-2	cu-6	Aus	cu-5	E-2	ac-2	SE-1	ac-3	W-2	ac enc-2	E-2	ac enc-2	S-2	ac enc-2	NE-1	cu-3
14:00	N/S-3	ac-4	N/S/NE-2	cu-3	N/S/SE-2	cc-2	W-3	sc-6	NW-1 a 2	ac-3	N-2	ac-4	N/E-4	Aus	N-2	Aus	W-3	cu-5
15:00	N/S-3	ac-5	S/D-1	cu-7	S-2	sc-8	W-1	sc-6	W-3 a 4	sc-3	SE-1	ac-4	S/W-1	cu-4	S-2	ac enc-8	W-3	sc-2
16:00	SE/NW-3	ac-4	SW-1	ac-3	S-3	ci-1	S-4	sc/cu-7	S/W-3 a 4	sc-1	E-4	ac-3	S/W-3	ac enc-2	S-2	ac enc-1	W/S-3	sc-8
17:00	SE/NW-3	ac-3	S/D-1	Aus	S-1	Aus	S-3	ac/cu-6	S/W-2	sc-1	S/N-2	ci-1	S-2	as-8	S-1	Aus	S/D-2	Aus
18:00	SE/NW-3	ac-1	S/D-2	Aus	W-3	Aus	S/SW-5	cu-5	S-2	ac/cs-1	W-2	ci-1	S/W-1	ac enc-3	S-2	Aus	W-3	cc-1
19:00	W/E-0 a 1	Aus	SW-2	Aus	S-2	Aus	S-2	Aus	S/SW-2 a 3	Aus	N-1	Aus	S-2	Aus	W-1	Aus	E/S-2	Aus
20:00	W/E-0 a 1	Aus	SW-3	Aus	S-1	Aus	SW-4	Aus	SW/W/S-4 a 5	Aus	W-4	Aus	S/W-4	Aus	W-2	Aus	W-4	Aus
21:00	SE/NW-3	Aus	SW-3	Aus	S-5	Aus	SW-4	Aus	W/SW-4	Aus	W-3	Aus	S/W-6	Aus	S-2	Aus	W-5	Aus

Aus: ausente; D/V: direção/velocidade; T/C: tipo/cobertura; s/d: sem direção; ventos: velocidade em m/s e direção (N=norte, E=leste, S=sul, w=oeste

Sw=sudoeste, SE=sudeste, NW=noroeste, NE=nordeste

ci-cirrus, cs-cirrustratus, cc-cirrucumulus, cu-cumulus, ac-altostratus, st-stratus, ac enc- altocumulus encastelado, sc-stratocumulus.

Anexo 4 - Dados coletados em campo no dia 07 de setembro de 2008 (Postos fixos), direção e velocidade do vento, tipo e cobertura de nuvens

Local	Aguas Quentes		Nova Vila		Parque Real		Jd. Paraíso		Jd. Serrano		Sta. Efigênia		B. Turista		Pq. Brisas		São José	
Hora s	Vento	Nuven s	Vento	Nuven s	Vento	Nuven s	Vento	Nuven s	Vento	Nuven s	Vento	Nuven s	Vento	Nuven s	Vento	Nuven s	Vento	Nuven s
	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C	D/V	T/C
07:00	Aus.	ac-3	Aus	ac-7	Aus	ac enc-1	Aus	sc-4	SE-2	sc-1	E-1	cc-2	S/W-2	ac-4	E-1	ac enc-2	W-1	ac enc-1
08:00	SE/NW-2	ac-2	SW-3	Aus	S-2	Aus	S-1	sc/cu-4	SE/S-2	cc-2	E/NW-1	cc-1	S/W-1	ac-2	E-1	ac enc-1	W-2	ac-6
09:00	SE/NW-2	ac-2	SW-1	ac enc-5	S-1	ac em-5	S-1	ac-3	S-1	cc-1	NE/E-2	ac-2	S/W-1	cc-2	S-1	ac enc-2	W-1	cs-1
10:00	SE/NW-3	ac-1	SW-2	cc-7	S-2	cc-5	SW-1	cc-2	S-1 A 2	cc-1	S/W-1	cc-2	S/W-1	cc-4	S-2	ac enc-8	S/D-2	cc-1
11:00	SE/NW-3	ac-	SE-2	Aus	W-2	As-8	S-1	ac-1	S-0 A 1	Aus	S/NE-2	cs-1	S/W-2	Aus.	S-2	Aus.	W-3	Aus
12:00	Aus.	Aus	W-2	Aus	SW-2	Aus	S-1	Aus	S/SW-1 A 2	Aus	E/NW-3	cs-1	S-3	Aus.	S-2	Aus.	S/D-3	Aus
13:00	Aus.	Aus	E-2	Aus	W/E-2	Aus	SW-1	Aus	SE/S-2	Aus	SE-1	cs-1	S/W-3	Aus.	S-2	Aus.	S/D-2	Aus
14:00	SE/NW-2	Aus	W-2	Aus	NE-1	Aus	S-1	Aus	S/SE-1	Aus	NE/E-1	cs-1	S/W-2	Aus.	S-1	Aus.	W-2	Aus
15:00	Aus.	Aus	E-2	Aus	NE/S-2	Aus	E-2	ac-5	S/SW-1	Aus	E-1	cc-1	S/W-1	Aus.	S-1	Aus.	W-2	Aus
16:00	Aus	Aus	s/d-1	Aus	S-2	Aus	S-2	cu-5	S/SW-1	Aus	W-2	cs-1	S-1	Aus.	S-2	Aus.	W-2	Aus
17:00	Aus	Aus	E-2	Aus	S-2	Aus	SW-2	Aus	SW-1	Aus	E-2	cs-1	S/W-1	Aus.	S-1	Aus.	W-2	Aus
18:00	Aus	Aus	SW-1	Aus	S-1	Aus	S-2	cc-1	W-1	Aus	E-1	cc-1	S/W-1	Aus.	S-1	Aus.	W-2	Aus
19:00	W/E-2	Aus	SW-3	Aus	SW-3	Aus	Aus	Aus	W/SW-4	Aus	W-3	Aus	S/W-3	Aus.	E-2	Aus.	W-4	Aus
20:00	Aus.	Aus	SW-3	Aus	S-3	Aus	Aus	Aus	S-SW-6	Aus	W-2	Aus	S/W-2	Aus.	S-1	Aus.	NW-4	Aus
21:00	Aus.	Aus	SW-3	Aus	S-3	Aus	Aus	Aus	S-3	Aus	E-2	Aus	S/W-5	Aus.	S-2	Aus.	s/d-3	Aus

Aus: ausente; D/V: direção/velocidade; T/C: tipo/cobertura; s/d: sem direção; ventos: velocidade em m/s e direção (N=norte, E=leste, S=sul, w=oeste

Sw=sudoeste, SE=sudeste, NW=noroeste, NE=nordeste

cs-cirrustratus, cc-cirrucumulus, cu-cumulus, ac-altostratus, ac enc- altocumulus encastelado, sc-stratocumulus.