Wellington Lopes Assis

O SISTEMA CLIMA URBANO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE NA PERSPECTIVA TÊMPORO-ESPACIAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Geografia.

Área de concentração: Geografia e Análise Ambiental

Orientadora: Profª. Drª. Magda Luzimar de Abreu

Belo Horizonte

Instituto de Geociências da UFMG

Agosto de 2010

A848s Assis, Wellington Lopes
2010 O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial [manuscrito] / Wellington Lopes Assis. – 2010.
xiv, 299 f.: il., fots. (color.), mapas (color.), tabs. (color.)

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2010.
Área de concentração: Geografia e Análise Ambiental.
Orientadora: Magda Luzimar de Abreu.
Bibliografia: f. 218-228.
Inclui anexo e apêndice.

1. Climatologia urbana – Belo Horizonte (MG) – Teses. 2. Ilha de calor urbana – Belo Horizonte (MG) – Teses. 3. Unidades climáticas – Belo Horizonte (MG) – Teses. I. Abreu, Magda Luzimar de. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 551.58(815.1)

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Tese defendida e aprovada, em 11 de agosto de 2010, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Profa. Dra. Magda Luzimar de Abreu

Prof. Dr. Roberto Célio Valadão

Prof. Dr. Carlos Henrique Jardim

Profa. Dra. Eleonora Sad Assis

Prof. Dr. Francisco de Assis Mendonça

Prof. Dr. Edson Soares Fialho

À Zélia Amora pelo seu exemplo de vida e amor incondicional. Aos meus pais e à Edianna, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando nos momentos mais difíceis.

"...A natureza jamais vai deixar de nos surpreender. As teorias de hoje, das quais somos justamente orgulhosos, serão consideradas brincadeira de criança por futuras gerações. Nosso modelos de hoje certamente serão pobres aproximações para os modelos futuros. Assim como nossos antepassados, estaremos sempre buscando compreender o novo. E, a cada passo dessa busca sem fim, compreenderemos um pouco mais sobre nós mesmos e sobre o mundo a nossa volta ..."

Marcelo Gleiser

Agradecimentos

Desculpo-me antecipadamente pela impossibilidade de citar todos os que me ajudaram neste trabalho. Gostaria, no entanto, de agradecer nominalmente algumas pessoas que contribuíram para a elaboração desta tese:

- Inicialmente agradeço a todas aquelas pessoas que me incentivaram deste o início do curso de graduação a descobrir os caminhos da Geografia, assim como o gosto e amor por esta ciência, em especial os professores Carlos Magno Ribeiro e Oswaldo Bueno Amorim Filho;

- À Profª. Magda Luzimar de Abreu pela sua orientação e incentivos, me ajudando a crescer e evoluir durante a elaboração desta tese, a quem também devo o rigor e a objetividade nas análises e o cuidado com a redação final. Como pessoa, me impressionou pelo seu comportamento ético e profissionalismo;

- À Profª. Heloísa Soares Moura da Costa (IGC/UFMG) e ao Prof. Daniel Joseph Hogan (NEPO/Unicamp) pelo convite para participar da Rede Clima, Sub Rede Cidades, como bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial. Sem este auxílio não seria possível me licenciar das atividades acadêmicas do Centro Universitário de Belo Horizonte (Uni-BH) e dedicar-me integralmente à elaboração da tese;

- Agradecimento especial aos alunos do Curso de Geografia e Análise Ambiental do Uni-BH pela paciência e disponibilidade na coleta dos dados, que muitas vezes foram obtidos em horários inoportunos e na ocorrência de chuvas: Adriane Borges Moreira Dias, Adriano Oliveira Bandeira, Antônio Henrique Ferreira Lima, Barbara Cristina Maciel, Beatriz Freitas Gonçalves, Carlos Antônio Santos Gomes, Carlos Ivan Souza Lins, Fábio Jorge Souza, Fabrício Oliveira Castro, Felício Alves Teixeira Júnior, Frederico Augusto Brugnara, Gleiton Aguilar dos Reis, Guilherme Silva Santos, Ivo Augusto Ferraz Assumpção, João Victor Guimarães Castro, Karina Freitas de Andrade, Leonardo Debossan de Oliveira, Leonardo Silva Lacerda, Lucas de Sousa Lara, Mariana Martins Fonseca, Marlon Vinícius Gomes de Souza, Pedro Henriger Lisboa Teixeira, Raphael Damasceno, Rebeca Laís dos Santos Almeida, Renan Denis Guimarães Costa, Rodrigo Marçal da Cruz, Ronizete Alves da Silva, Rosana Lírio Canuto e Talisson de Sousa Lopes. Sem a colaboração desta equipe certamente não chegaria aos objetivos desta tese;

- Agradecimento especial também ao Sr. Guilherme de Carvalho, Sra. Isaura de Oliveira Resende, Sra. Kátia Torido Leite, Sr. Luiz Claúdio Bernardes Eugênio, Sra. Manuela Corrêa, Prof. Ronaldo Peres do Amaral, Prof. Sidney Portilho e Sr. Wilson Taitson, pela concessão do espaço cedido para as leituras e local para guarnição dos equipamentos durante os trabalho de campo;

- À FAPEMIG, através do projeto APQ-2122-5.02-07, intitulado “Mapeamento das unidades climáticas urbanas e ilhas de calor do município de Belo Horizonte – MG”, que permitiu a aquisição dos equipamentos e abrigos meteorológicos utilizados nos trabalhos de campo e a elaboração do capítulo 5 desta tese;

- Aos profissionais do 5º Distrito de Meteorologia (5ºDISME/INMET), Sr. Marco Túlio Silva Araújo, Sr. Jorge Luiz Moreira e Sr. Fúlvio Cupolillo, pelos diversos dados meteorológicos cedidos, inclusive os coletados em horários não sinóticos, que foram essenciais para elaboração desta tese;

- Ao Curso de Geografia e Análise Ambiental do Uni-BH, pela concessão dos dados meteorológicos utilizados no primeiro de segundo trabalhos de campo;

- A Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte S/A (PRODABEL), pela concessão da base digital utilizada na confecção dos mapas hipsométrico, declividade e de uso do solo;

- Aos professores Carlos Fernando Ferreira Lobo e Jorge Batista de Souza, pelo auxílio e tempo dispensado na confecção dos mapas em ambiente SIG;

- Aos professores Roberto Célio Valadão (IGC/UFMG) e Eleonora Sad Assis (FAU/UFMG), pelas observações feitas no exame de qualificação que foram essenciais na reorganização dos procedimentos metodológicos e revisão dos capítulos 1 e 3;

- À Edianna Lúcia Godinho Soares pela revisão gramatical e ortografia desta tese, bem como o incentivo à pesquisa;

- Aos amigos Antônio Cláudio Ferreira Cardoso, Guilherme Taitson Bueno e Valéria Roque de Oliveira Ascenção, pelo auxílio na coleta dos dados meteorológicos durante o primeiro e segundo trabalhos de campo;

- Ao Sr. Ajalmar José da Silva, Presidente da Fundação de Parques Municipais do Município de Belo Horizonte, pela autorização cedida para coleta de dados meteorológicos no Parque Américo Renê Giannetti e Parque das Mangabeiras;

- Ao Sr. André Luiz Funghi Alberto, Chefe do Depto. Ambiental e Operacional do Parque Américo Renné Giannetti, pela concessão do espaço para as leituras e local para guarnição dos equipamentos nos três trabalhos de campo;

- Ao Sr. Lucas Tarbes de Oliveira, Sócio-Proprietário do Estacionamento BH LTDA, pela concessão do espaço para as coletas de dados dos três trabalhos de campo;

- Ao Sr. Ricardo Coutinho Camilo, Gerente Operacional do Terminal Rodoviário de Belo Horizonte, pela concessão do espaço para as coletas de dados do terceiro trabalho de campo;

- Ao Ten. Cel. Miguel Novais Borges, Comandante do 1° Batalhão de Bombeiro Militar, pela concessão do espaço para as coletas de dados do terceiro trabalho de campo;

- A Sra. Maria da Glória Soares, Gerente de Licenciamento da Regional Centro-Sul, pela autorização cedida para coleta de dados no hipercentro de Belo Horizonte;

- Ao Sr. Luiz Gustavo Batista, Diretor Administrativo do Hospital Socor S/A, pela concessão do espaço para as coletas de dados do terceiro trabalho de campo;

- A Sra. Marlene Caldas, Diretora Administrativa do Hospital Vera Cruz S/A, pela concessão do espaço para as coletas de dados do terceiro trabalho de campo;

- Aos professores do Curso de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, Antônio Pereira Magalhães, Bernardo Machado Gontijo e Célio Augusto da Cunha Horta pelos inúmeros incentivos à pesquisa;

- Ao Bom e Onipotente Pai Celeste ao qual devemos tudo e nem sempre agradecemos por tantas graças alcançadas.

Resumo

O município de Belo Horizonte apresenta peculiaridades naturais e sociais que formam um universo de análise extremamente favorável ao estudo do clima urbano. Possui feições geográficas que contribuem não só para diferenciações topo e mesoclimáticas em espaços relativamente próximos, como para a exacerbação de problemas ambientais resultantes dos processos de urbanização e industrialização. Este trabalho teve como objetivo conhecer a evolução do clima belorizontino através do mapeamento das unidades climáticas “naturais” e urbanas. Para reconstituir os climas passados foram utilizados dados meteorológicos de 1910 a 1920. As condições topo e mesoclimáticas atuais foram avaliadas por aferições locais realizadas em três experimentos de campo. No primeiro e segundo experimentos foram distribuídos abrigos meteorológicos ao longo de um transecto longitudinal norte-sul, abarcando tipologias de uso do solo e unidades morfológicas diferenciadas. No terceiro, a coleta foi realizada no hipercentro com intuito de observar as flutuações têmporo-espaciais da ilha de calor no núcleo mais verticalizado e impermeabilizado da cidade. Em todos os experimentos coletaram-se dados horários da temperatura do ar, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos. A análise da evolução dos principais elementos climáticos entre 1911 a 2009 constatou mudanças significativas no comportamento de alguns parâmetros, notadamente a temperatura mínima e umidade relativa. Os dados apontaram para um ligeiro aquecimento da atmosfera local e um decréscimo nos valores hígricos. Os experimentos de campo permitiram identificar três núcleos de aquecimento contínuo: o primeiro engloba o hipercentro e os locais situados na periferia da Regional Centro-Sul; o segundo se estende da região central da Regional Venda Nova até o extremo oeste da Regional Norte, e o terceiro abarca uma pequena área localizada entre as regionais Pampulha e Noroeste. Os resultados também apontaram para um aumento do número e diversidade de topoclimas e mesoclimas, entre as condições atmosféricas observadas no início do século e aquelas registradas pelos trabalhos de campo. De modo geral as ilhas de calor (ICs) coincidiram com os locais mais adensados e impermeabilizados do município. Estas foram registradas tanto no período seco como no chuvoso, sendo que no período seco os gradientes térmicos horizontais foram mais intensos. No entanto, sob atuação de sistemas atmosféricos instáveis, com ocorrência de chuvas e ventos moderados, as ICs desapareciam, diminuindo também as amplitudes térmicas entre os pontos amostrais espalhados na cidade. Por fim, foi elaborada uma proposta de síntese climática para o município de Belo Horizonte, sob a forma de mapa, com a representação das principais unidades climáticas urbanas.

Palavras-chave: clima urbano, unidades climáticas naturais e urbanas, ilha de calor.

Abstract

The city of Belo Horizonte has a natural and social peculiarity that favors the study of the urban climate. The geographic features contribute not only to differentiate the topographic and meso-scale climates in relatively close spaces, but also for the exacerbation of environmental problems that results from urbanization and industrialization. This study aimed to understand the evolution of the climate of Belo Horizonte by mapping its “natural” and urban units. Meteorological dataset from 1910 to 1920 were used to reconstruct past climates. The topo and mesoclimatic conditions were evaluated by measurements taken from three field experiments. In the first and second experiments, meteorological stations were distributed along a longitudinal north-south transect, covering all types of land use and morphological units. In the third experiment, data was collected in the city´s business center. In this case, the objective was to determine the temporal and spatial fluctuations of the heat island in the most sealed, verticalized nucleus of the city. In all experiments air temperature, relative humidity and the wind’s velocity and direction were collected hourly. The analysis of climatic elements among 1911 and 2009 showed significant changes in the behavior of some parameters, especially the minimum temperature and relative humidity. The results presented a heated local atmosphere and a lower relative humidity. Three clusters of continuous heating were identified. The first one encompasses the city´s business center and a number of locations in the outskirts of the South-Central Regional. The second one extends from central Venda Nova’s Regional to the western portion of the Northern Regional. The third one covers a small area located between the Pampulha Regional and Northwestern Regional. The results also pointed out to an increasing and diverse number of topo and meso climates, compared to the atmospheric patterns observed at the beginning of the twentieth century. The heat island matched the sealed places with high-density buildings. They were recorded in both the dry and rainy seasons. In the dry period the horizontal temperature gradients were stronger. However, under the action of unstable weather systems, like rainfall and light winds, the heat island decreased, reducing the temperature variations along the city. Finally, a map that which synthesis the urban climatic units for Belo Horizonte was elaborated.

Key-words: urban climate, natural and urban climatic regions, heat island.

SUMÁRIO

Agradecimentos i
Resumo iii
Abstract iv
Sumário v
Lista de Figuras vii
Lista de Quadros xi
Lista de Tabelas xii
Lista de Abreviaturas e Siglas xiii
Lista de Símbolos xiv

Página

Introdução 1

Objetivos 5
Problematização: Hipóteses e Questões 6
Justificativa 6
Estrutura do Trabalho 8

Capítulo 1 - Aspectos Conceituais do Sistema Clima Urbano 10

1.1. As características do Clima Urbano 10
1.2. Escalas e Hierarquias do Sistema Clima Urbano 13
1.3. Componente Termodinâmico 20
1.4. Componente Hidrometeórico 30
1.5. Componente Físico-Químico 33
1.6. Alguns estudos de casos realizados no Município de Belo Horizonte 35

Capítulo 2 – Materiais e Métodos 40

2.1. Escalas e Unidades Climáticas 43
2.2. Base Cartográfica 44
2.2.1. Mapa Hipsométrico e Modelo Digital de Terreno (MDT) 45
2.2.2. Mapa de Uso do Solo e Mapa de Densidade Demográfica 47
2.3. Elaboração do Mapa das Unidades Climáticas “Naturais 51
2.3.1. Dados Históricos 52
2.3.2. Processos de Interpolação e Confecção dos Cartogramas 53
2.3.3. Unidades Taxonômicas dos Climas “Naturais” 57
2.4. Elaboração do Mapa das Unidades Climáticas Urbanas 59
2.4.1. Experimentos de Campo 60
2.4.2. Equipamentos Utilizados nos Experimentos de Campo 63
2.4.3. Aferições dos Termo-Higrômetros Datalogger 64
2.4.4. Análise Rítmica e Sinótica 69
2.4.5. Unidades Taxonômicas dos Climas Urbanos 70

Capítulo 3 – Localização e os Principais Controladores Climáticos do Município de Belo Horizonte 71

3.1. Fatores Estáticos 71
3.2. Fatores Dinâmicos 77

Capítulo 4 – Os Climas "Naturais" do Município de Belo Horizonte 81

4.1. Breve Histórico 81
4.2. Características Climáticas de Belo Horizonte entre 1910 e 1920 89
4.2.1. Segundo a Classificação Climática de Köppen 90
4.2.2. Segundo a Classificação Climática de Thornthwaite e Mather 97
4.2.3. Segundo a Classificação Climática de Gaussen-Bagnouls 100
4.3. Unidades Climáticas "Naturais" de Belo Horizonte entre 1910 e 1920 103
4.3.1. Clima Tropical de Altitude da Depressão de Belo Horizonte 106
4.3.2. Clima Tropical de Altitude das Serras do Quadrilátero Ferrífero 108
4.4. Breve Histórico sobre a Expansão da Mancha Urbana de Belo Horizonte 111
4.5. Evolução no Comportamento dos Parâmetros Meteorológicos entre 1911 a 2009 114

Capítulo 5 – Os Climas Urbanos do Município de Belo Horizonte 126

5.1. Experimentos de Campo – Análise dos Pontos Amostrais 126
5.1.1. Campo I - Condições Atmosféricas 128
5.1.2. Campo I – Variação Têmporo-Espacial dos Parâmetros Meteorológicos 133
5.1.3. Campo I – Resumo Estatístico dos Dados 142
5.1.4. Campo II - Condições Atmosféricas 154
5.1.5. Campo II – Variação Têmporo-Espacial dos Parâmetros Meteorológicos 158
5.1.6. Campo II – Resumo Estatístico dos Dados 168
5.1.7. Campo III - Condições Atmosféricas 180
5.1.8. Campo III – Variação Têmporo-Espacial dos Parâmetros Meteorológicos 184
5.1.9. Campo III – Resumo Estatístico dos Dados 193
5.2. Unidades Climáticas Urbanas 198

Considerações Finais 208

Referências Bibliográficas 218

Anexos 229

01 - Histórico da Localização das Estações Meteorológicas do 5ºDISME/INMET no Município de Belo Horizonte - MG 230
02 - Escala Eólica Beaufort 231

Apêndices 232

01 – Localização e Características dos Pontos Amostrais dos Campos I e II 233
02 – Localização dos Pontos Amostrais do Campo III 259
03 - Ficha de Campo do Primeiro e Segundo Experimento 275
04 - Ficha de Campo do Terceiro Experimento 276
05 - Especificações Técnicas do Abrigo Meteorológico de Campo 277
06 – Primeira Aferição dos Termo-Higrômetros Datalogger: Temperatura do Ar 282
07 - Primeira Aferição dos Termo-Higrômetros Datalogger: Umidade Relativa 283
08 - Segunda Aferição: Termo-Higrômetro Datalogger TFA & Termômetros Convencionais do 5ºDISME/INMET 284
09 - Dados Resumidos do Campo I (21/08/2008 a 30/08/2008) 285
10 - Dados Resumidos do Campo II (03/03/2009 a 18/03/2009) 288
11 - Dados Resumidos do Campo III (05/06/2009 a 06/06/2009) 294

Lista de Figuras

Figura 1: Representação esquemática da atmosfera urbana, adaptada de Oke (1978 e 2004).. 15

Figura 2: Hierarquia funcional simplificada do Sistema Clima Urbano. 18

Figura 3: Representação simplificada dos efeitos da radiação solar sobre superfícies verticais e horizontais, de acordo com a obstrução da abóbada celeste. 22

Figura 4: Diagrama do perfil de velocidade do vento sobre a superfície urbana (a), rural (b) e oceano (c).…..... 23

Figura 5: Situação de inversão térmica sobre a capital mineira, registrada às 08h25min de uma manhã típica do inverno belorizontino. 34

Figura 6: Recorte espacial utilizado para o mapeamento das unidades climáticas "naturais" e urbanas... 40

Figura 7: Mapa hipsométrico do município de Belo Horizonte - MG.…..... 46

Figura 8: Mapa de uso do solo do município de Belo Horizonte - MG.…..... 49

Figura 9: Mapa de densidade demográfica do município de Belo Horizonte – MG. 50

Figura 10: Métodos de interpolação testados para o mapeamento das unidades climáticas "naturais" do município de Belo Horizonte: IDW (a), KRI (b), RBF (c) e LPI (d).…..... 56

Figura 11: Cartogramas dos parâmetros meteorológicos utilizados no estabelecimento das unidades climáticas "naturais" do município de Belo Horizonte. 58

Figura 12: Localização dos pontos amostrais em Belo Horizonte, referente ao 1º e 2º trabalhos de campo.. 61

Figura 13: Localização dos pontos amostrais no Hipercentro de Belo Horizonte, terceiro trabalhos de campo.…..... 62

Figura 14: Termo-higrômetro datalogger TFA.…..... 63

Figura 15: Abrigo meteorológico de campo.…..... 63

Figura 16: Primeira aferição dos termo-higrômetros datalogger.…..... 65

Figura 17: Segunda aferição dos termo-higrômetros datalogger.…..... 66

Figura 18: Gráfico de dispersão linear entre os dados de temperatura registrados no termo-higrômetro datalogger TFA nº 1 com os termômetros do par psicrométrico padrão do 5ºDISME/INMET.…..... 67

Figura 19: Gráfico de dispersão linear entre os dados de umidade relativa registrados no termo-higrômetro datalogger TFA nº 1 com os termômetros do par psicrométrico padrão do 5ºDISME/INMET.…..... 67

Figura 20: Terceira aferição dos termo-higrômetros datalogger TFA no Instituto de Geociências da UFMG..... 68

Figura 21: Termômetro infravermelho com mira a laser da Instrutemp. 69

Figura 22: Localização do município de Belo Horizonte – MG. 72

Figura 23: Climograma do município de Belo Horizonte - MG..... 73

Figura 24: Modelo digital do terreno (MDT) do município de Belo Horizonte - MG..... 74

Figura 25: Mapa de declividade do município de Belo Horizonte - MG. 76

Figura 26: Atuação da ZCAS no Estado de Minas Gerais em 15 de março de 2009..... 79

Figura 27: Parâmetros meteorológicos coletados no antigo Curral d'El Rey pela equipe do Eng. Samuel Gomes Pereira entre janeiro e abril de 1893. 83

Figura 28: Comportamento térmico e hígrico do município de Belo Horizonte entre 1911 e 1928..... 86

Figura 29: Precipitação e evaporação mensal do município de Belo Horizonte entre 1911 e 1928..... 86

Figura 30: Mancha urbana de Belo Horizonte em 1918. 90

Figura 31: Comportamento térmico do município de Belo Horizonte entre 1910 e 1920. 92

Figura 32: Variação anual da temperatura média de Belo Horizonte entre 1910 e 1920..... 92

Figura 33: Precipitação e evaporação média mensal de Belo Horizonte entre 1910 e 1920..... 93

Figura 34: Precipitação anual de Belo Horizonte entre 1910 e 1920..... 93

Figura 35: Umidade relativa média mensal de Belo Horizonte entre 1910 e 1920 94

Figura 36: Direção e Velocidade Média dos Ventos de Belo Horizonte entre 1910 e 1920. 95

Figura 37: Localização do posto meteorológico de Belo Horizonte entre 1910 e 1920..... 95

Figura 38: Precipitação (P), Evapotranspiração Real (ER) e Evapotranspiração Potencial (EP) mensal de Belo Horizonte entre 1910 e 1920..... 98

Figura 39: Balanço hídrico mensal de Belo Horizonte entre 1910 e 1920. 99

Figura 40: Gráfico ombrotérmico de Belo Horizonte entre 1910 e 1920..... 101

Figura 41: Unidades climáticas "naturais" do município de Belo Horizonte: climas locais. 103

Figura 42: Unidades climáticas "naturais" do município de Belo Horizonte: mesoclimas e topoclimas. 104

Figura 43: Evolução da mancha urbana do município de Belo Horizonte entre 1935 e 1995..... 112

Figura 44: Período de funcionamento dos postos e das estações meteorológicas oficiais em Belo Horizonte entre 1910 e 2010.. 114

Figura 45: Localização dos postos e das estações meteorológicas oficiais em Belo Horizonte entre 1910 e 2010.... 115

Figura 46: Comportamento da temperatura média mensal do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009.... 116

Figura 47: Evolução anual da temperatura média de Belo Horizonte entre 1911 e 2009.. 117

Figura 48: Comportamento mensal da temperatura máxima média do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009.... 118

Figura 49: Evolução anual da temperatura máxima média de Belo Horizonte entre 1911 e 2009.... 118

Figura 50: Comportamento mensal da temperatura mínima média do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009.... 119

Figura 51: Evolução anual da temperatura mínima média de Belo Horizonte entre 1911 e 2009.... 119

Figura 52: Comportamento mensal da umidade relativa média do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009.... 120

Figura 53: Evolução anual da umidade relativa média de Belo Horizonte entre 1911 e 2009.... 121

Figura 54: Praça Sete no cruzamento das avenidas Afonso Pena e Amazonas. 122

Figura 55: Comportamento da precipitação acumulada mensal do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009.... 123

Figura 56: Evolução anual da precipitação em Belo Horizonte entre 1911 e 2009.... 124

Figura 57: Comportamento da evaporação total mensal em Belo Horizonte entre 1931 e 1990.... 124

Figura 58: Transecto do 1° e 2° trabalhos de campo utilizado nos gráficos de variação têmporo-espacial.. 127

Figura 59: Participação dos sistemas atmosféricos em Belo Horizonte entre os dias 18/08/2008 e 02/09/2008.... 128

Figura 60: Análise rítmica dos elementos climáticos entre os dias 18/08/2008 e 02/09/2008.... 129

Figura 61: Condições meteorológicas predominante durante o primeiro trabalho de campo, atmosfera estável com céu claro e ventos fracos. 130

Figura 62: Imagens do satélite meteorológico GOES-12 IR de 12GMT do dia 30/08/2008 (a) e das 00GMT do dia 31/08/2008 (b).... 131

Figura 63: Variação temporal e espacial da temperatura do ar durante o 1° trabalho de campo.... 134

Figura 64: Variação temporal e espacial da umidade relativa do ar durante o 1° trabalho de campo.... 139

Figura 65: Variação temporal e espacial da direção e intensidade dos ventos durante o 1°trabalho de campo. 141

Figura 66: Mapa da temperatura média do ar durante o 1°trabalho de campo. 143

Figura 67: Conjunto de mapas com a temperatura média do ar por períodos durante o 1°trabalho de campo. 144

Figura 68: Mapa do desvio padrão médio da temperatura do ar durante o 1°trabalho de campo. 146

Figura 69: Mapa da umidade relativa média do ar durante o 1°trabalho de campo. 148

Figura 70: Conjunto de mapas com a umidade relativa média do ar por períodos durante o 1°trabalho de campo. 149

Figura 71: Mapa do desvio padrão médio da umidade relativa do ar durante o 1°trabalho de campo. 151

Figura 72: Mapa da direção e intensidade média dos ventos durante o 1°trabalho de campo. 153

Figura 73: Participação dos sistemas atmosféricos em Belo Horizonte entre os dias 27/02/2009 e 22/03/2009. 154

Figura 74: Análise rítmica dos elementos climáticos entre os dias 27/02/2009 e 22/03/2009. 155

Figura 75: Precipitação convectiva na regional Barreiro, observada às 18h15min do dia 15/03/2009. 156

Figura 76: Variação temporal e espacial da temperatura do ar durante o 2°trabalho de campo. 159

Figura 77: Variação temporal e espacial da umidade relativa do ar durante o 2°trabalho de campo. 164

Figura 78: Variação temporal e espacial da direção e intensidade dos ventos durante o 2°trabalho de campo. 167

Figura 79: Mapa da temperatura média do ar durante o 2°trabalho de campo. 169

Figura 80: Conjunto de mapas com a temperatura média do ar por períodos durante o 2°trabalho de campo. 170

Figura 81: Mapa do desvio padrão médio da temperatura do ar durante o 2°trabalho de campo. 172

Figura 82: Mapa da umidade relativa média do ar durante o 2°trabalho de campo. 174

Figura 83: Conjunto de mapas com a umidade relativa média do ar por períodos durante o 2°trabalho de campo. 175

Figura 84: Mapa do desvio padrão médio da umidade relativa do ar durante o 2°trabalho de campo. 177

Figura 85: Mapa da direção e intensidade média dos ventos durante o 2°trabalho de campo.. 179

Figura 86: Participação dos sistemas atmosféricos em Belo Horizonte entre os dias 02/06/2009 e 09/06/2009. 180

Figura 87: Análise rítmica dos elementos climáticos entre os dias 02/06/2009 e 09/06/2009. 181

Figura 88: Seqüência de imagens do satélite meteorológico GOES-12 IR do dia 06/06/2009, mostrando a evolução da FF na RMBH nos horários sinóticos de 04h(a), 05h(b), 06h(c) e 07h(d) GMT 182

Figura 89: Conjunto de mapas da temperatura do ar das 12h, 15h, 18h e 21h do dia 05/06/2009 e 00h, 03h, 06h, 09h e 12h do dia 06/06/2009.. 185

Figura 90: Observador verificando a integridade do abrigo meteorológico após ocorrência de forte precipitação na região da Praça Sete, entre 00h58min e 01h14min do dia 06/06/2009. 187

Figura 91: temperatura do ar & temperatura do solo nos pontos 11 e 12 das 12h00min do dia 05/06 até 12h00min do dia 06/06/2009.. 189

Figura 92: Conjunto de mapas da umidade relativa do ar das 12h, 15h, 18h e 21h do dia 05/06/2009 e 00h, 03h, 06h, 09h e 12h do dia 06/06/2009.. 190

Figura 93: Conjunto de mapas da intensidade e direção dos ventos das 12h, 15h, 18h e 21h do dia 05/06/2009 e 00h, 03h, 06h, 09h e 12h do dia 06/06/2009.. 192

Figura 94: Mapa da temperatura média do ar (a) e do desvio padrão (b) do terceiro trabalho de campo. 194

Figura 95: Mapa da umidade relativa do ar (a) e do desvio padrão (b) do terceiro trabalho de campo. 196

Figura 96: Mapa da direção e intensidade média dos ventos no terceiro trabalho de campo. 197

Figura 97: Fluxograma das escalas e hierarquias climáticas sugeridas para as unidades climáticas urbanas do Município de Belo Horizonte. 199

Figura 98: Unidades climáticas urbanas do município de Belo Horizonte. 200

Lista de Quadros

Quadro 1: Sistema clima urbano – articulações dos subsistemas segundo os canais de percepção 13

Quadro 2: Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o Clima Urbano 16

Quadro 3: Roteiro metodológico I: aspectos gerais 42

Quadro 4: Roteiro metodológico II: climas “naturais” 51

Quadro 5: Roteiro metodológico III: climas urbanos 59

Lista de Tabelas

Tabela 1: Variações médias nos elementos climáticos causados pela urbanização. 25

Tabela 2: Limite da concentração de poluentes no ar das cidades 35

Tabela 3: Classes de uso do solo predominante do município de Belo Horizonte..... 48

Tabela 4: Teste para obtenção da temperatura e umidade relativa do ar, em relação à altitude, utilizando a Razão Adiabática Seca (RAS) 54

Tabela 5: Resumo climatológico do município de Belo Horizonte entre 1910 e 1920 91

Tabela 6: Eventos meteorológicos extremos entre 1910 e 1920..... 94

Tabela 7: Evapotranspiração potencial corrigida para cidade de Belo Horizonte (MG) entre 1910 a 1920..... 97

Tabela 8: Balanço hídrico para cidade de Belo Horizonte (MG) entre 1910 a 1920 98

Tabela 9: Unidades climáticas “naturais” do município de Belo Horizonte - MG..... 105

Tabela 10: Aquecimento e resfriamento médio nos núcleos térmicos - campo I 145

Tabela 11: Aquecimento e resfriamento médio nos núcleos térmicos - campo II 171

Tabela 12: Aquecimento e resfriamento nos pontos amostrais – campo III..... 188

Tabela 13: Chave de classificação utilizada para determinar as unidades climáticas urbanas do município de Belo Horizonte..... 198

Lista de Abreviaturas e Siglas

AB – Alta da Bolívia
ASAS – Anticiclone Subtropical Atlântico Sul
ASPA – Anticiclone Subpolar Atlântico Sul
ASTER - Advanced Spacebone Thermal Emission and Reflection Radiometer
AVIRIS - Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer
BC – Baixa do Chaco
CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais
CPTEC – Centro de Previsão e Estudos Climáticos
CBD – Central Business District
DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação
DISME - Distrito de Meteorologia
EPP – Evapotranspiração Potencial
ERS-SAR – ESRIN Remote Sensing Services / Synthetic Aperture Radar
FF – Frente Fria
GOES – Geostationary Operational Environmental Satellite
IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC – Ilha de Calor
ICs – Ilhas de Calor
ICAO - International Civil Aviation Organization
IDW - Inverse Distance Weighting
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOS – Índice de Oscilação Sul
IPCC – Painel Governamental sobre Mudança Climática
KRI - Ordinary Kriging
LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite
LI – Linhas de Instabilidade
LPI - Local Polynomial Interpolation
MDT – Modelo Digital de Terreno
METEOSAT – Meteorological Satellite / Satélite Europeu de Meteorologia
MODIS - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NOAA – Satélite Meteorológico da National Oceanic & Atmospheric Administration
PBH – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
PBL - Planetary Boundary Layer
PCD – Plataforma de Coleta de Dados
PMTCRH - Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos

PRODABEL – Empresa de Processamento de Dados de Belo Horizonte
PS – Partículas em Suspensão
RBI - Radial Basis Functions
RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte
SAD 69 - South American Datum of 1969
SBBH – Designativo aeronáutico para o Aeroporto da Pampulha
SCU – Sistema Clima Urbano
SIG – Sistemas de Informações Geográficas
SIMGE/IGAM - Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais
SPOT - Satellite Pour l'Observation de la Terre
SVF – Sky View Factor
TSM – Temperatura da Superfície do Mar
UBL – Urban Boundary Layer
UCL – Urban Canopy Layer
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
Uni-BH – Centro Universitário de Belo Horizonte
UPs – Unidades de Planejamento
UR – Umidade Relativa
UTM - Universal Transverso de Mercator
WMO – World Meteorological Organization
ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

Lista de Símbolos

Be - Berílio
E – Calor Latente
ºC – Grau Celsius
CO_2 – Dióxido de carbono
Hab/Km^2 – Habitante por quilômetro quadrado
H – Calor Sensível
H_2 – Hidrogênio
H_2SO_4 - Ácido sulfúrico
HC - Hidrocarbonetos
HCl - Ácido hidroclórico
HNO_3 - Ácido nítrico
H/W - Razão entre a altura dos prédios (H – height) e a largura de ruas (W – width)
K(↑) - Fluxo radiativo de curto comprimento de onda ascendente (↑)

K(↓) - Fluxo radiativo de curto comprimento de onda descende (↓)

L(↑) – Fluxo radiativo de longo comprimento de onda ascendente (↑)

L(↓) – Fluxo radiativo de longo comprimento de onda ascendente (↓)

Km^2 = Quilômetro quadrado

m = Metro

m^2 =Metro quadrado

mm =Milímetro

m/s - Metros por segundo

NO – Óxido de Nitrogênio

NO_2 - Dióxido de nitrogênio

O_3- Ozônio

Q* - Balanço energético

ΔQ_A - Termo de advecção ou transporte horizontal de calor

ΔQ_S - Energia armazenada ou liberada pelas superfícies

Q_E - Fluxo turbulento de calor latente

Q_F - Calor produzido pelas atividades humanas

Q_H - Fluxo turbulento de calor sensível

SO_2 – Dióxido de enxofre

r - Coeficiente de correlação

ΔT_{u-r} – Variação entre a temperatura urbana e rural

Wm^{-2} – Watts por metro quadrado

Introdução

Nos últimos anos as questões ambientais tornaram-se temas recorrentes das discussões políticas e econômicas. As relações entre o modelo de desenvolvimento e o meio ambiente vêm sendo profundamente questionadas. A humanidade passou a compartilhar a percepção de que os índices de desenvolvimento econômico e do crescimento urbano-industrial ameaçam ultrapassar a capacidade de suporte do planeta.

O modelo do desenvolvimento sustentável surgiu como um conjunto alternativo de crenças, ideais e valores, num processo de contestação da até então dominante percepção do planeta como uma fronteira aberta de recursos ilimitados. Atualmente, os riscos produzidos pela exploração excessiva se expandem por quase todas as dimensões da vida humana, obrigando-nos a rever a forma como agimos sobre o meio natural, a questionar os hábitos de consumo, as formas de produção material e as próprias relações sociais.

Para Bernardes e Ferreira (2003) o incremento técnico-acumulativo ocorrido no século XX intensificou a exploração da natureza pelo homem, substituindo as restrições naturais pelas restrições impostas pelo espaço modificado, eliminando dessa forma qualquer afirmação sobre determinismo geográfico. As explicações relativas ao desenvolvimento das sociedades encontram-se nos próprios processos nelas gerados.

Até meados do século XX, conforme ressalta Kurz (2001), o complexo econômico-industrial limitou-se a consumir a matéria-prima existente, tendo efeitos destrutivos secundários. Porém, após a Segunda Guerra Mundial, o aumento das forças produtivas, impulsionado pelo progresso científico e técnico, rompeu com todas as proporções históricas. Segundo o autor, o complexo não se limitou a intervir na natureza, mas passou a produzir uma “outra natureza”, na ânsia de se emancipar plenamente da mesma.

Essa outra natureza, materializada nos grandes aglomerados urbano-industriais e nas mais variadas atividades extrativistas, demandou a ocupação e a transformação da superfície terrestre e dos diversos subsistemas que a compõem. A cobertura vegetal, os recursos hídricos e os componentes atmosféricos foram intensamente afetados nesta nova configuração.

Nas últimas décadas a comunidade científica vem alertando à sociedade que as ações antrópicas podem resultar em efeitos de dimensões globais. Hansen (2005) e Flannery (2007) chamam atenção para o fato de que perturbações nos mecanismos de troca de calor

entre a superfície e a atmosfera geram desequilíbrios, alterando a dinâmica do ar e, portanto, as características do clima, tanto em nível local como em outras escalas.

Em determinadas partes do sistema Terra-Atmosfera existem indícios de que o clima do planeta está passando por mudanças, ainda que não haja consenso total sobre as causas que estariam desencadeando esses processos. Podem ser fruto de ações recentes do homem no ambiente (RUDDIMAN, 2005; MARENGO, 2006; IPCC, 2007) ou de ciclos que se repetem naturalmente (PETIT *et al*., 1999; ROE, 2006; MOLION, 2007)[1]. Entretanto, no que se refere às modificações registradas na atualidade, a maioria dos autores alertam para o fato de que tais mudanças ocorrem em ritmo acelerado, fortalecendo a idéia de que as atividades humanas estão acelerando esse processo.

As preocupações em torno das alterações climáticas, oriundas basicamente dos processos de urbanização e industrialização, têm resultado em investigações que permitem relacionar, com certa segurança, os efeitos no clima local. Destacam-se a formação de ilhas de calor, o desconforto térmico, a emissão de poluentes e eventos meteorológicos extremos como principais problemas enfrentados pelos habitantes das cidades. As regiões metropolitanas de grandes dimensões e de considerável diversificação espacial apresentam modificações mais expressivas nos parâmetros meteorológicos.

Estudos sobre mudanças no comportamento dos elementos climáticos começaram a ganhar importância já em meados do século XIX, especialmente nos centros urbanos das latitudes médias. As pesquisas do climatologista amador Luke Howard[2] em 1833, citado por Landsberg (1981), mostraram diferenças significativas nos registros meteorológicos entre a cidade de Londres e seus arredores.

A partir da segunda metade do século XX os estudos em clima urbano se multiplicaram nas cidades industrializadas da Europa Ocidental e América do Norte. Destaque para os trabalhos conduzidos na década de 50 por Munford[3], citado por Duarte e Serra (2003), professor de planejamento urbano na Universidade da Pensilvânia, e de Landsberg, chefe do serviço climático do United States Weather Bureau e professor de Meteorologia nas Universidades da Pensilvânia e Chicago, sobre o clima das cidades em regiões temperadas.

---

[1] Nos últimos milhões de anos, o clima da Terra tem alternado entre eras glaciais e períodos interglaciais. De acordo com Salgado-Labouriau (1994), as oscilações milenares do clima estão associadas às lentas variações da órbita terrestre induzidas pela gravidade de outros planetas. Essas perturbações afetam pouco a energia solar média que atinge a Terra, mas alteram de modo significativo a distribuição geográfica e sazonal dessa energia.

[2] HOWARD, L. *The climate of London deduced from meteorological observations made in the metropolis and at various places around it.* 2d ed. 3 vols. London: J & A. Arch, Cornhill; Longman & Co. 1833.

[3] MUNFORD, L. The natural history of urbanization. In: THOMAS, W. E. (Ed.). *Man's role in changing the face of earth*. Chicago, 1956. p. 382-398.

O trabalho de Tony Chandler (1965)[4], citado por Barry e Chorley (2003), realizado em Londres, foi uma das primeiras pesquisas sobre as condições atmosféricas e caracterização climática de uma metrópole. Seus experimentos apresentaram diferenças expressivas de temperatura e umidade entre o centro da capital britânica e o meio rural circundante, demonstrando que a configuração da ilha de calor segue fielmente o nível de urbanização. Esse estudo destacou também a existência de alterações na composição química da atmosfera e abordou o problema da concentração de poluentes em cidades industrializadas.

As pesquisas realizadas por Tim Oke (1978, 1981, 1999 e 2004), professor do Departamento de Geografia da Universidade da Columbia Britânica, Vancouver, Canadá, tiveram uma contribuição significativa para o desenvolvimento de métodos e análise nos estudos em clima urbano. Elas demonstraram que as modificações no balanço de energia, induzidas principalmente pela massa edificada, pela geometria urbana e pela inércia térmica dos materiais, são fatores-chave para caracterização do ambiente atmosférico nas cidades.

Somente a partir da década de 70 começaram a surgir os primeiros trabalhos em climatologia urbana nas regiões tropicais e subtropicais (MONTEIRO, 1976; TARIFA, 1977; MONTEIRO e TARIFA, 1977; DANNI, 1980; SAMPAIO, 1981 e LOMBARDO, 1985). Nos anos 80 e 90 aconteceram importantes conferências sobre o tema aplicado às baixas latitudes que aproximaram as pesquisas realizadas nos grandes centros mundiais às desenvolvidas em outras partes do mundo. Destaca-se a *Conferência Técnica* realizada na Cidade do México em 1984 sob a tutela da Organização Meteorológica Mundial (WMO).

Segundo Fialho (2002), Duarte e Serra (2003) e Monteiro e Mendonça (2003), esse começo tardio dos trabalhos em climatologia urbana na região tropical pode ser explicado, entre outros motivos, pelos escassos recursos financeiros destinados à pesquisa e formação de pessoal técnico qualificado, além do número insuficiente de postos meteorológicos.

A maioria dos autores da bibliografia consultada considera o clima urbano como um sistema de inter-relações complexas do qual faz parte a cidade com todos os seus atributos e aspectos físicos do espaço em que se insere. Este sistema é produto direto das alterações ocorridas no meio ambiente provocadas pelas atividades humanas.

Determinadas modificações induzem a mudanças no balanço de energia, alterando o comportamento dos parâmetros meteorológicos em nível local, principalmente a temperatura, a umidade relativa, o fluxo dos ventos superficiais e até pequenas distorções no campo pluviométrico. De acordo com o professor David Drew:

[4] CHANDLER, T. J. *The climate of London*. London: Hutchinson University Library Publishers, 1965. 292p.

> As áreas urbano-industriais representam a mais profunda modificação humana da superfície da Terra, da atmosfera e do ecossistema terrestre. Ao contrário dos efeitos da atividade agrícola, os efeitos urbanos são altamente intensivos e localizados. Nas zonas urbanas os fluxos de energia e de massa estão concentrados, sendo a maior parte de energia importada. Com o emprego da energia e da massa há uma reversão para um estado difuso e não-concentrado, cuja expressão é calor e dejetos (DREW, 2002: p.177).

Em geral, o núcleo urbano, intensamente impermeabilizado e verticalizado, é mais quente do que as áreas periféricas à cidade. Esse fenômeno recebe o nome de ilha de calor urbana (ICU), ou simplesmente ilha de calor (IC), termo utilizado pela primeira vez por Manley[5] em 1958 (LÓPEZ GÓMEZ, 1993). O comportamento das isotermas em geral demonstra uma elevação da temperatura, em gradientes variados, da periferia em direção ao centro. O aumento de calor associado à poluição compromete a porção da atmosfera que recobre o tecido urbano, tornando-o estressante para os habitantes que exercem as suas atividades e residem nas áreas mais críticas.

O ar aquecido da cidade e a impermeabilidade do solo repercutem sobre o comportamento da umidade relativa (UR), diminuindo seus valores em relação às áreas rurais. Nas épocas de chuvas, o escoamento superficial nas grandes cidades é feito em sua totalidade pelas redes de esgotos e galerias pluviais, inibindo a evaporação e diminuindo o fornecimento de vapor d'água para a atmosfera. A adição de vapor através da evapotranspiração também é precária, uma vez que as áreas verdes nas cidades são expressivamente menores do que no campo.

Um outro elemento relevante refere-se aos eventos meteorológicos extremos, que nas cidades tropicais, com chuvas típicas de verão, provocam graves problemas de infra-estrutura devido à urbanização desordenada que se verifica (MONTEIRO, 1976). Estudos recentes têm registrado elevações nos totais pluviométricos nas áreas urbanas, principalmente na relação volume/hora, o que seria reflexo do aumento de núcleos de condensação e da convecção térmica sobre as cidades (LOWRY, 1998; PEREIRA FILHO, 2000; ALVES FILHO, 2001; AZEVEDO, 2002).

Percebe-se que as atividades socioeconômicas exercem enorme influência na formação do clima urbano. A intensidade do adensamento humano e edificado e a própria localização geográfica da cidade desempenham fortes influências em tal gênese. Os efeitos destas "perturbações" no clima local sobre o ambiente e, especialmente, sobre as atividades humanas, constituem questões fundamentais para um melhor planejamento urbano e, conseqüentemente, para uma melhoria da qualidade de vida dos citadinos.

---

[5] MANLEY, G. On the frequency of snowfall in metropolitan England. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, London: v.84, issue 359, p.70-72. 1958.

Objetivos

O clima urbano de uma metrópole não pode ser estudado como fenômeno meramente físico, isolado e desprovido do contexto socioeconômico. É necessário relevar toda a sua interação com os elementos associados à produção do espaço, analisando as práticas sociais vigentes no cotidiano dessa sociedade.

Baseando-se neste princípio, busca-se nessa tese de doutorado conhecer as principais formas de interação entre a urbanização e os elementos climáticos no município de Belo Horizonte, identificando os diferentes topoclimas e mesoclimas sobre o tecido urbano. Para tanto, os objetivos e os procedimentos a serem alcançados são:

• Objetivo geral: mapear as unidades climáticas "naturais"[6] e urbanas da cidade, identificando os seus subtipos através da análise dos dados meteorológicos e dos fatores climáticos envolvidos, estáticos e dinâmicos.

• Objetivos específicos: delimitar e analisar as unidades climáticas "naturais" e urbanas em cinco níveis de detalhe:

a) Diferenciar as tipologias climáticas "naturais", levando em consideração o comportamento de alguns parâmetros meteorológicos sob a influência dos principais fatores estáticos locais: altitude, morfologia do terreno e cobertura vegetal;

b) Identificar as unidades climáticas urbanas, onde a diferença no comportamento dos parâmetros meteorológicos estaria associada basicamente aos padrões de uso do solo e atividades vigentes;

c) Avaliar o comportamento térmico, hígrico e anemométrico no município tanto no período seco como no período chuvoso;

d) Avaliar o comportamento térmico, hígrico e anemométrico no hipercentro de Belo Horizonte no período seco;

[6] A expressão "*clima natural*" foi empregada nesta tese para caracterizar o comportamento médio dos principais parâmetros meteorológicos em uma realidade urbana simplificada. No início do século XX o tipo predominante de uso do solo bem como a área impermeabilizada e verticalizada eram insuficientes para provocar profundas modificações no campo térmico, hígrico e anemométrico. A expressão *clima urbano* será usada para descrever o comportamento dos parâmetros meteorológicos sob um tecido urbano complexo, verticalizado e altamente adensado.

e) Analisar a atuação dos principais sistemas atmosféricos, responsáveis pelo padrão da circulação local, na amplificação ou minimização dos bolsões de calor (núcleos de aquecimento) sobre o tecido urbano.

Problematização: Hipóteses e Questões

Devido às características do sítio onde se assenta o município de Belo Horizonte e pelo fato desta cidade estar localizada em uma zona de transição de atuação de sistemas atmosféricos, tropicais e subtropicais, serão testadas as seguintes hipóteses:

1) A altitude e o relevo são os principais controladores climáticos do município de Belo Horizonte;

2) Em períodos de instabilidade atmosférica as precipitações atuam como agentes mitigadores dos bolsões de calor e das diferenciações meso e topoclimáticas.

Levando em consideração que a hipsometria e o uso do solo são fatores-chave na determinação das características básicas dos topoclimas e mesoclimas e que as áreas verdes e os pequenos cursos d'água desempenham um importante papel na umidificação e no arrefecimento atmosférico, serão abordadas, além das hipóteses acima, as seguintes questões:

1) Em condições de estabilidade atmosférica, qual é a configuração do campo térmico e hígrico observada no município durante o período seco (outono-inverno) e período chuvoso (primavera-verão)?

2) As áreas periféricas ao hipercentro de Belo Horizonte são realmente as áreas mais quentes do município?

3) Qual é a real resposta das áreas verdes como amenizadoras dos bolsões de calor; poderíamos caracterizá-las como "núcleos úmidos"?

Justificativa

A cidade de Belo Horizonte foi escolhida para a realização deste projeto em razão de ser ela o centro de uma importante aglomeração urbano-industrial. Apesar de contar com inúmeros

estudos realizados sobre o seu sítio e desenvolvimento econômico, a produção de trabalhos referentes ao clima urbano ainda é muito tímida. Além disso, há lacunas sobre o comportamento do campo térmico e hígrico nas cidades de clima tropical.

As implicações do rápido desenvolvimento econômico da cidade, sua expansão espacial e crescimento demográfico vêm sendo sentidos pelas constantes degradações ambientais, tanto em nível municipal como metropolitano. Um exemplo prático pode ser constatado pela diminuição das áreas verdes nos bairros periféricos e pelo aumento contínuo de particulados e contaminantes na atmosfera belorizontina. A cobertura vegetal, além de ser crucial para a salubridade atmosférica e o equilíbrio climático, é um importante indicador da qualidade de vida e biodiversidade local.

Nos estudos realizados em cidades de latitudes médias, a identificação das ilhas de calor geralmente aplica-se à comparação das temperaturas e índices hígricos observados entre as áreas urbanas e rurais. Em termos conceituais, Oke (1978), Landsberg (1981), Bryson e Ross (1972), Lowry (1998), Lopes-Gomes (1993), Sturman (1998) e Hidore e Oliver (2002), também chamam a atenção para as características do campo térmico e hígrico, mas ressaltam principalmente os processos de trocas energéticas e do balanço de radiação que ocorrem nas cidades em comparação com o meio rural.

Nos experimentos realizados por Assis (2001), observou-se que o comportamento térmico e hígrico do hipercentro de Belo Horizonte possui características diferentes das observadas em cidades temperadas, descritas na literatura especializada. Apesar de não ter alcançado máximas amplitudes, como nos modelos clássicos, a ilha de calor na região central apresentou a menor taxa de resfriamento. Esse comportamento foi sugerido pela análise do desvio padrão e pelo coeficiente de variação da temperatura média do ar, pois não foram utilizados instrumentos para a realização de medições do balanço de radiação.

Esse fato lançou algumas dúvidas e questionamentos sobre a definição e emprego do termo “ilha de calor” em cidades tropicais, especialmente aquelas com características semelhantes às do sítio urbano da capital mineira. A definição do fenômeno “ilha de calor” se relacionaria ao desempenho térmico e hígrico do ar comprometido entre as edificações em relação à atmosfera “livre” das áreas rurais, ou se associaria ao desconforto fisiológico e sensação térmica experimentada pelos citadinos em determinados horários nas áreas extremamente verticalizadas e impermeabilizadas?

O uso das expressões *bolsões de calor*, *núcleos de aquecimento, núcleos térmicos* e núcleos úmidos não seria melhor empregado para o descrever o comportamento da temperatura do ar e umidade relativa dentro de uma mesma realidade urbana?

Em nenhum dos estudos de caso analisados foram cartografadas as unidades climáticas "naturais" e urbanas do município de Belo Horizonte. O estudo que mais se aproximou deste objetivo foi um pequeno mapeamento das áreas de desconforto térmico no bairro Floresta, realizado por Assis e Mendonça (2000), e a produção de alguns cartogramas mostrando a variação têmporo-espacial dos parâmetros meteorológicos na capital mineira, elaborado por Assis (1997, 1999, 2001). Além disso, a discussão teórica sobre as características das ilhas de calor em centros urbanos de clima tropical, como de Belo Horizonte, não foi aprofundada a contento.

A avaliação minuciosa das unidades climáticas naturais e urbanas da capital mineira contribuirá para um melhor entendimento dos processos atmosféricos que são afetados pelo fenômeno da urbanização, gerando uma massa crítica a ser considerada no trabalho dos planejadores e gestores públicos. De acordo com o professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro:

> Num País onde se implantam cidades a partir de decisões políticas e planejamento na prancheta, o lastro de informações sobre nossos climas urbanos poderia ajudar a que progredíssemos no campo do conforto térmico de nossas cidades, um traço cultural que deverá ser uma contribuição do homem situado nos trópicos e consciente dessa condição (MONTEIRO, 1990a, p.17).

O entendimento científico sobre o comportamento dos elementos climáticos nas grandes cidades, em qualquer escala espacial ou temporal, torna-se cada vez mais oportuno. Os planos de desenvolvimento econômico, os projetos de uso racional dos recursos naturais e energia e os diagnósticos ambientais não podem prescindir de informações sobre os parâmetros meteorológicos.

A elaboração deste estudo torna-se plenamente justificável pela sua importância na avaliação dos impactos das estruturas urbanas e das atividades antrópicas sobre o clima local. Os resultados alcançados poderão contribuir na tomada de decisões para futuros planejamentos urbanos e planos diretores.

Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco partes, além da introdução, considerações finais, referência bibliográfica, apêndice e anexo.

O primeiro capítulo traz uma discussão sobre os conceitos básicos do sistema clima urbano como escalas e hierarquias, componente termodinâmico, componente físico-químico e componente hidrometeórico. Descreve sucintamente a utilização de sistemas sensores em climatologia urbana e finaliza com uma breve revisão bibliográfica acerca de alguns estudos realizados sobre o tema no município de Belo Horizonte.

O segundo capítulo descreve os materiais e procedimentos metodológicos utilizados no mapeamento das unidades climáticas “naturais” e urbanas. São apresentadas as etapas de elaboração do material cartográfico, os equipamentos utilizados e as áreas onde foram realizados os trabalhos de campo.

No terceiro capítulo são apresentados os fatores climáticos (estáticos e dinâmicos) e a localização do município de Belo Horizonte. Foram levantados aspectos de seu quadro físico como subsídio ao entendimento do padrão climático local e regional.

No quarto capítulo são apresentadas as principais características dos climas “naturais” de Belo Horizonte entre 1910 a 1920, período em que a urbanização estava restrita a pequenos assentados. Foram descritos os mesoclimas e topoclimas naturais e analisada a evolução histórica dos principais parâmetros meteorológicos entre 1911 a 2009.

No quinto capítulo são analisados os resultados dos três trabalhos de campo e realizada a caracterização e mapeamento das unidades climáticas urbanas.

Nas considerações finais são discutidos os resultados alcançados, relacionando-os com as teorias sobre o tema e verificando até que ponto as hipóteses foram confirmadas e os questionamentos respondidos.

CAPÍTULO 1 - ASPECTOS CONCEITUAIS DO SISTEMA CLIMA URBANO

1.1. As características do clima urbano

As cidades são sistemas complexos, abertos a fluxos de energia e massa, e caracterizados por um contínuo processo de mudança. A concentração de área construída e verticalizada, resultado da rápida expansão do tecido urbano, implica em alterações no comportamento dos parâmetros meteorológicos. Os espaços ocupados por indústrias e comércio, com altos índices de áreas pavimentadas, associados à presença de poluentes, criam condições que alteram as propriedades da baixa troposfera e do clima local.

Para Hidore e Oliver (2002), o clima de uma área urbana é uma modificação substancial de um clima local. No entanto, ainda não é possível estabelecer com exatidão qual o número de habitantes, concentração populacional, grau de impermeabilização ou densidade de edificações em que essa perturbação do clima local se inicia. Fatores naturais como a topografia e drenagem podem atenuar os efeitos da urbanização.

Sobre as cidades, como é apontado por Drew (2002, p.181), paira uma "abóbada climática" própria, dentro da qual os parâmetros meteorológicos como temperatura, umidade, ventos e radiação diferem de certa forma do clima regional dominante. Segundo o autor, nas grandes cidades localizadas em latitudes médias, com um milhão de habitantes ou mais, um domo de poluição situa-se entre 50 a 300 metros acima da superfície, estendendo-se a dezenas de quilômetros sobre o tecido urbano.

De acordo com Oke (1978), Landsberg (1981) e Monteiro (1976), o clima urbano é produto direto de alterações no balanço de energia, massa e movimento na camada-limite planetária (*PBL - Planetary Boundary Layer*)[7], ocasionado pelas mais variadas atividades humanas.

Um dos principais efeitos da alteração do clima sobre as cidades pode ser verificado na comparação dos valores térmicos e hígricos, principalmente entre áreas rurais e urbanas, e na concentração elevada de poluentes e material particulado. Devido às inúmeras modificações em superfície, a cidade produz um aumento de calor, complementada por alterações na ventilação, na umidade e até nas precipitações, que tendem a ser mais concentradas em função do aumento de núcleos de condensação (LANDSBERG, 1981;

[7] Quando se leva em conta o efeito que a superfície terrestre provoca no movimento do ar, é comum dividir a troposfera em duas regiões: *camada-limite planetária* e *atmosfera livre*. A primeira estende-se da superfície do solo até, no máximo, 2 a 3 quilômetros de altura, possuindo 10% da massa atmosférica (VIANELLO e ALVES, 1991). Caracteriza-se por movimentos turbulentos gerados pelo atrito do ar junto à superfície e pelo intenso aquecimento basal, processos que facilitam a troca de vapor d'água e calor entre o solo e a atmosfera. A segunda encontra-se acima da camada-limite e não é influenciada diretamente pelos efeitos da topografia, o escoamento horizontal prevalece sobre o vertical (VAREJÃO-SILVA, 2000).

LOWRY, 1998). Por outro lado, a própria urbanização provoca modificações na composição química da atmosfera, atingindo, freqüentemente, condições adversas.

Lowry (1977), em seus estudos sobre os efeitos locais do clima urbano, expressou a natureza deste através da seguinte equação:

$$M, i, t, x = C, i, t, x + L, i, t, x + U, i, t, x$$

Em que *M* é o valor assumido por uma dada variável climática, no local urbano *x*, no momento *t* e com o tipo de tempo *i*, *C* é a componente regional, *L* a componente local devida aos elementos não urbanos, como relevo, e *U* a componente urbana propriamente dita. Com base nessa equação, Lowry (1977) percebe o clima urbano como produto direto da interação dos fatores morfológicos locais com o meio físico pré-existente.

Uma das barreiras enfrentadas pelos estudiosos em clima urbano é a adoção de metodologias adequadas, ou modelos teóricos acessíveis, capazes de “solucionar” os inúmeros problemas práticos enfrentados em situações de abordagem real. Isso porque, além de se tratar de um fenômeno físico, constitui-se também de um fenômeno urbano, cujas especificidades são objetos de estudos de vários campos de investigação, como Geografia, Arquitetura, Sociologia, Engenharia, entre outros.

Apesar de nos últimos anos ter sido registrado um aumento no número de trabalhos sobre climatologia urbana e fenômenos atmosféricos locais, a maioria destes limitou-se a bons diagnósticos e análises descritivas. Em parte, isto se deve à enorme complexidade envolvida na aplicabilidade destes estudos no planejamento urbano, principalmente nas metrópoles.

Duarte e Serra (2003) afirmam que falta aos estudos de climatologia urbana uma metodologia quantitativa que incorpore as variáveis meteorológicas e urbanas em questão; em especial a compatibilidade entre verticalização, alta densidade ocupacional e manutenção da ventilação entre as edificações.

Para Monteiro e Mendonça (2003) torna-se necessário uma análise mais ampla das perspectivas metodológicas a partir das quais tem-se explorado os problemas, não só em nível ambiental, como também as disritmias na esfera socioeconômica geradas pelo intenso processo de urbanização e industrialização.

Com o objetivo de sistematizar os estudos em climatologia urbana Monteiro (1976), em seu trabalho *Teoria e Clima Urbano*, estabeleceu uma classificação taxonômica das diversas escalas de abordagem, a que chamou *Sistema Clima Urbano* (S.C.U). Neste, existe a preocupação em caracterizar a organização hierárquica do tecido urbano no que concerne a ligação no plano vertical e conexões no plano horizontal:

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

Segundo Monteiro (1976), os equipamentos e a massa edificada criada pela urbanização, integrados aos fatores físicos e dinamizados pelos fluxos urbanos, constitui o '*operando'* do sistema clima urbano. Neste, a estrutura é influenciada por fluxos energéticos da atmosfera, o *'operador'*, incluindo o natural e o construído pelo homem:

> A visão organísmica e as implicações cibernéticas no S.C.U são capazes de refletir a co-participação da natureza e do homem na elaboração do clima da cidade. Essa visão nos habilita à compreensão de que o insumo energético não determina o conjuto-padrão do clima urbano, necessitando da ação transformadora da estrutura (MONTEIRO, 1976, p.124).

Monteiro (1976) deixa claro que a estrutura interna do Sistema Clima Urbano não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (topografia, uso do solo, morfologia do tecido urbano, funções e fatores de larga escala), mas somente por meio da íntima conexão entre elas. A dinâmica e a variabilidade têmporo-espacial possuem um fator bastante considerável. Toda área urbana é um sistema aberto que pode sofrer interferências naturais ou antrópicas nos fluxos de energia.

O S.C.U. é caracterizado por vários graus de hierarquia funcional e diferentes níveis de resolução, estando esses últimos ligados à percepção humana. Dessa forma, seriam estabelecidos *canais de percepção* associados aos principais níveis de resolução dos sistemas, separando, assim, os grandes conjuntos de fenômenos dentro do universo climático:

> Não se trata, aqui de uma redução ao nível de elementos, mas de uma aglutinação em conjuntos que, mantendo associação intrinsecamente atmosférica – composição, comportamento e produção meteórica – são dirigidos à percepção sensorial e comportamental do habitante da cidade (MONTEIRO, 1976, p.125).

Dentro dessa lógica, Monteiro (1976) define os seguintes canais de percepção: o *conforto térmico* (subsistema termodinâmico), a *qualidade do ar* (subsistema físico-químico) e o *impacto meteórico* (subsistema hidromecânico) (QUADRO 1).

QUADRO 1:

Sistema Clima Urbano: articulações dos subsistemas segundo os canais de percepção

Subsistemas Canais / Caracterização	I Termodinâmico Conforto Térmico	II Físico-Químico Qualidade do Ar	III Hidrometeórico Impacto Meteórico
Fonte	Atmosfera Radiação Circulação Horizontal	Atividade urbana Veículos automotores Indústrias Obras-Limpeza	Atmosfera Estados especiais (desvios rítmicos)
Trânsito no Sistema	Intercâmbio de operador e operando	De operando ao operador	Do operador ao operando
Mecanismo de Ação	Transformação no sistema	Difusão através do sistema	Concentração no sistema
Projeção	Interação Núcleo Ambiente	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
Desenvolvimento	Contínuo (permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódio (eventual)
Observação	Meteorológica especial (trabalhos de campo)	Sanitária e meteorologia especial	Meteorológica Hidrológica (trab. de campo)
Correlações disciplinares e tecnológicas	Bioclimatologia Arquitetura Urbanismo	Engenharia sanitária	Engenharia sanitária e infra-estrutura urbana
Produtos	Ilha de Calor Ventilação Aumento de Precipitação	Poluição do ar	Ataques à integridade urbana
Efeitos diretos	Desconforto e redução do desempenho humano	Problemas sanitários, doenças respiratórias, oftalmológicas, etc.	Problemas de circulação e comunicação urbana
Reciclagem adaptativa	Controle do uso do solo Tecnologia de conforto habitacional	Vigilância e controle dos agentes de poluição	Aperfeiçoamento da infra-estrutura urbana e regularização fluvial. Uso do Solo
Responsabilidade	Natureza e Homem	Homem	Natureza

Fonte: MONTEIRO (1976, p.127).

1.2. Escalas e Hierarquias do Sistema Clima Urbano

A necessidade de dispor de um corpo de conceitos e terminologias aplicadas aos estudos climatológicos e meteorológicos levou à criação de categorias espaciais discretas. Com isso, surgiram na literatura especializada termos como *macroclima*, *mesoclima*, *microclima*, *topoclima*, *clima local*, *clima regional*, entre outros.

O objetivo principal desses termos é facilitar a compreensão e mapeamento dos processos que ocorrem entre a superfície e a atmosfera. Mas, independente do suporte teórico-metodológico empregado na justificativa de utilização dessas terminologias, os limites e a transição entre as unidades climáticas serão sempre arbitrárias e artificiais, pois os fenômenos atmosféricos são, por natureza, contínuos e indivisíveis.

Percebe-se que os esforços para a espacialização e enquadramento taxonômico exato dos fenômenos atmosféricos, é, por si só, uma tarefa complexa. Certos problemas são também comuns em outras áreas do conhecimento que utilizam tais ferramentas, como a Botânica, Geologia e Pedologia. Para Henderson-Sellers (1986), Hidore e Oliver (2002) e Barry e Chorley (2003), as principais dificuldades neste processo estão relacionadas ao alto grau de generalização e subjetividade empregados nos métodos de classificação e hierarquização.

Segundo Monteiro (1990d), o clima urbano abrange tanto os condicionantes da circulação atmosférica de mesoescala, com exportações de resíduos para fora, quanto as modificações em nível local, mais facilmente detectada. Os mesmos fenômenos que caracterizam o mesoclima urbano existem em miniatura por toda a cidade, como pequenas ilhas de calor e frescor, áreas de desconforto térmico, bolsões de poluição atmosférica e diferenças locais no fluxo de ventos.

Para facilitar os estudos em climatologia urbana, Oke (1978) propõe uma divisão para a camada limite em duas partes principais (FIG.1):

- **Camada de Cobertura Urbana** (UCL - *Urban Canopy Layer)*: é a porção da atmosfera que se estende desde o solo até aproximadamente o nível médio da altura das edificações dentro do tecido urbano, compreendendo o volume de ar entre os edifícios. A UCL é fortemente afetada pelas condições envolventes, sendo caracterizada como escala topoclimática.

- **Camada Limite Urbana** (UBL - *Urban Boundary Layer)*: é a porção da atmosfera que está acima da UCL e dentro da camada-limite planetária, sendo uma camada de escala mesoclimática. Grande parte de suas características são determinadas pelo tecido urbano.

De acordo com Oke (1978 e 2004), as interações entre a superfície e as edificações devem exibir na escala do local/urbano os vários *'layers'* em que se subdivide o clima da camada-limite planetária, de modo que a completa estruturação vertical da atmosfera urbana engloba todos os níveis que se definem sobre a cidade.

Essa estruturação permite a diferenciação entre os processos que ocorrem na micro e na topoescala, englobando a totalidade da *camada de cobertura urbana*, e aqueles atuantes na mesoescala, que se situam acima das edificações. Os estudos de observação para a caracterização climática do tecido urbano geralmente seguem este padrão de estruturação, mas não necessariamente com os mesmos parâmetros propostos por Tim Oke.



FIGURA 1: Representação esquemática da atmosfera urbana, adaptada de Oke (1978 e 2004). As dimensões horizontais e verticais das unidades climáticas são variáveis nesta perspectiva.

Mendonça (1995) aponta que os espaços caracterizados como UCL e UBL podem não se manifestar da mesma maneira e com a mesma intensidade em cidades de menor porte. Para o autor, a inexistência de grandes periferias e subúrbios nas cidades pequenas impede a formação de ambientes de transição entre o rural e o urbano.

Os termos *topoclima* e *clima local* surgem com muita freqüência na literatura, sobretudo de origem geográfica. De acordo com Alcoforado (1999), Mendonça (1995), Lopes (1998) e Oke (2004), essas designações generalizam-se para descrever o clima de áreas homogêneas quanto à ocupação do solo ou condições topográficas. As dimensões típicas do topoclima variam muito, de dezenas a centenas de metros, principalmente em função da morfologia e da complexidade do tecido urbano.

Monteiro (1976) elaborou um quadro relacionando as unidades climáticas com as diferentes ordens de grandeza taxonômica e as unidades de urbanização (QUADRO 2). O autor fez uma adaptação da proposta de Tricart e Calilleux (1956)[8], utilizada para a sistematização e representação cartográfica das unidades geomorfológicas. A sua intenção na confecção deste quadro limita-se tão somente a esclarecer dois pontos:

> a) o escalonamento das unidades entre si, mesmo mediante a aceitação da terminologia (o que está contido dentro de quê);
>
> b) a possibilidade de relacionar também o modo escalonado, as unidades de urbanização, desde a habitação até a região urbana (MONTEIRO, 1976, p.110).

[8] TRICART, J; CAILLEUX, A. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. *Annales de Géographie*, LXV: p.162-186. 1956.

QUADRO 2:

Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o Clima Urbano:

Ordens de grandeza (Cailleux & Tricart)	Escalas de tratamento	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem		
				Meios de observação	Fatores de organização	Técnicas de análise
II	1:45.000.000 1:10.000.000	Zonal	-	Satélites Nefanálise	Latitude Centro de ação atmosférica	Caracterização geral comparativa
III	1:5.000.000 1:2.000.000	Regional	-	Cartas sinóticas Sondagens aerológicas	Sistemas meteorológicos (Circulação secundária)	Redes Transectos
IV	1:1.000.000 1:500.000	Sub-Regional (fácies)	Megalópole grande área metropolitana	Rede meteorológica de superfície	Fatores geográficos regionais	Mapeamento sistemático
V	1:250.000 1:100.000	Local	Área metropolitana	Posto meteorológico Rede complementar	Integração geoecológica Ação antrópica	Análise espacial
VI	1:50.000 1:25.000	Mesoclima	Cidade grande Bairro ou subúrbio de metrópole	Registros móveis (episódicos)	Urbanismo	Especiais
-	1:10.000 1:5.000	Topoclima	Pequena cidade Fácies de bairro/subúrbio de cidade	(detalhe)	Arquitetura	-
-	1:2.000	Microclima	Grande edificação habitação setor de habitação	Bateria de instrumentos especiais	Habitação	-

Fonte: adaptado de MONTEIRO (1976, p.109).

Critchfield (1983), Hidore e Oliver (2002) e Andrade (2005) procuram definir de forma mais precisa as dimensões típicas para cada uma das categorias de análise climática sem, no entanto, estabelecer limites rígidos dessas dimensões, a saber:

- **Microclima**: condições atmosféricas associadas à influência direta de elementos urbanos individuais e dos seus arranjos primários como ruas, praças, pequenos jardins, edifícios e suas partes mais elementares; restringe-se à *camada de cobertura urbana (UCL)*. As dimensões horizontais e verticais podem variar de 1m a 100m.

- **Clima local / topoclima**: descrevem regiões com características microclimáticas semelhantes. Essa organização pode corresponder a um tipo específico de uso e ocupação no tecido urbano, como bairro, parque, ou condições topográficas específicas, vale, colina, etc. As dimensões horizontais podem variar de 100m até 10.000m e a extensão vertical pode chegar aos 1000m de altitude.

- **Mesoclima**: corresponde à influência integrada da cidade, compreendendo vários climas locais, essencialmente ao nível da *camada limite urbana (UBL)*. São considerados efeitos de mesoescala os fenômenos extra-urbanos como sistemas de brisas, barreiras topográficas, linhas de instabilidades locais. Apresenta dimensões espaciais aproximadas ou superiores à da própria cidade. Pode estender-se horizontalmente de 100m até 20.000m e verticalmente pode exceder os 6.000m de altitude.

- **Macroclima**: é a maior área de investigação em climatologia. Compreende os estudos das grandes células de circulação e sistemas atmosféricos de larga escala. As dimensões horizontais extrapolam os 20.000m, abrangendo frequentemente áreas continentais. Verticalmente podem exceder facilmente altitudes de 20.000m.

Como não existem limites rígidos entre as dimensões espaciais das unidades climáticas a transição horizontal e vertical entre as escalas é definida de forma arbitrária. Normalmente são utilizados balizadores relacionados a algum componente geo-ecológico (feições topográficas, hipsometria, uso do solo, etc), ou o comportamento médio dos parâmetros meteorológicos (isotermas, isohigras, isoietas, etc.), para auxiliar a espacialização e a transição entre as categorias.

Na literatura consultada, alguns autores consideram o termo *mesoclima* como sinônimo de clima regional (BARRY e CHORLEY, 2003; VIANELLO e ALVES, 1999; HIDORE e OLIVER, 2002; AYOADE, 1991; LANDSBERG, 1981). Para outros, essa terminologia pode ser inserida numa subdivisão do clima local (MONTEIRO, 1976; MENDONÇA, 1995; TARIFA e ARMANI, 2001a, b; FIALHO, 2002; MACHADO e AZEVEDO, 2006).

Nos estudos de cunho meteorológico a *escala local* abarca, em muitos casos, a cidade como um todo. Entretanto, Oke (2004) e Alcoforado (1999) afirmam que um clima local engloba um mosaico de microclimas, que se repetem com alguma regularidade, e idealmente, corresponde a uma unidade climo-topológica.

Para Voogt e Oke (1997), a escala de análise dos parâmetros meteorológicos em áreas urbanas depende do tipo de experimento e dos elementos superficiais que estão sendo investigados. Esses autores definiram seis tipos de categorias superficiais, de acordo com as estruturas a serem avaliadas, a saber:

- *Complete*: todas as superfícies são investigadas;
- *Ground-level*: são avaliadas ruas, calçamentos, vegetação e pisos;

- *Roof-toop*: os topos das edificações são investigados;
- *Bird's-eye view*: são avaliados os topos das edificações, ruas e o topo da vegetação;
- *Surface*: são estudados os processos que ocorrem na camada de ar atmosférico distante cerca de 1,50m do solo;
- *Zero-plane displacement*: são investigados os processos que atuam paralelo ao nível do solo.

De acordo com Mendonça (1995, p.14) e Brandão (1996, p.24), apesar de existir certo consenso quanto as escalas superiores de abordagem em climatologia e meteorologia, a exata posição do sistema clima urbano dentro da hierarquia de grandezas climáticas está em aberto. Não há concordância entre as diferentes abrangências espaciais do fenômeno.

Na tentativa de simplificar e organizar as definições citadas na bibliografia consultada confeccionou-se um pequeno fluxograma com as diversas escalas de análises e hierarquia funcional relacionadas ao sistema clima urbano (FIG.2).

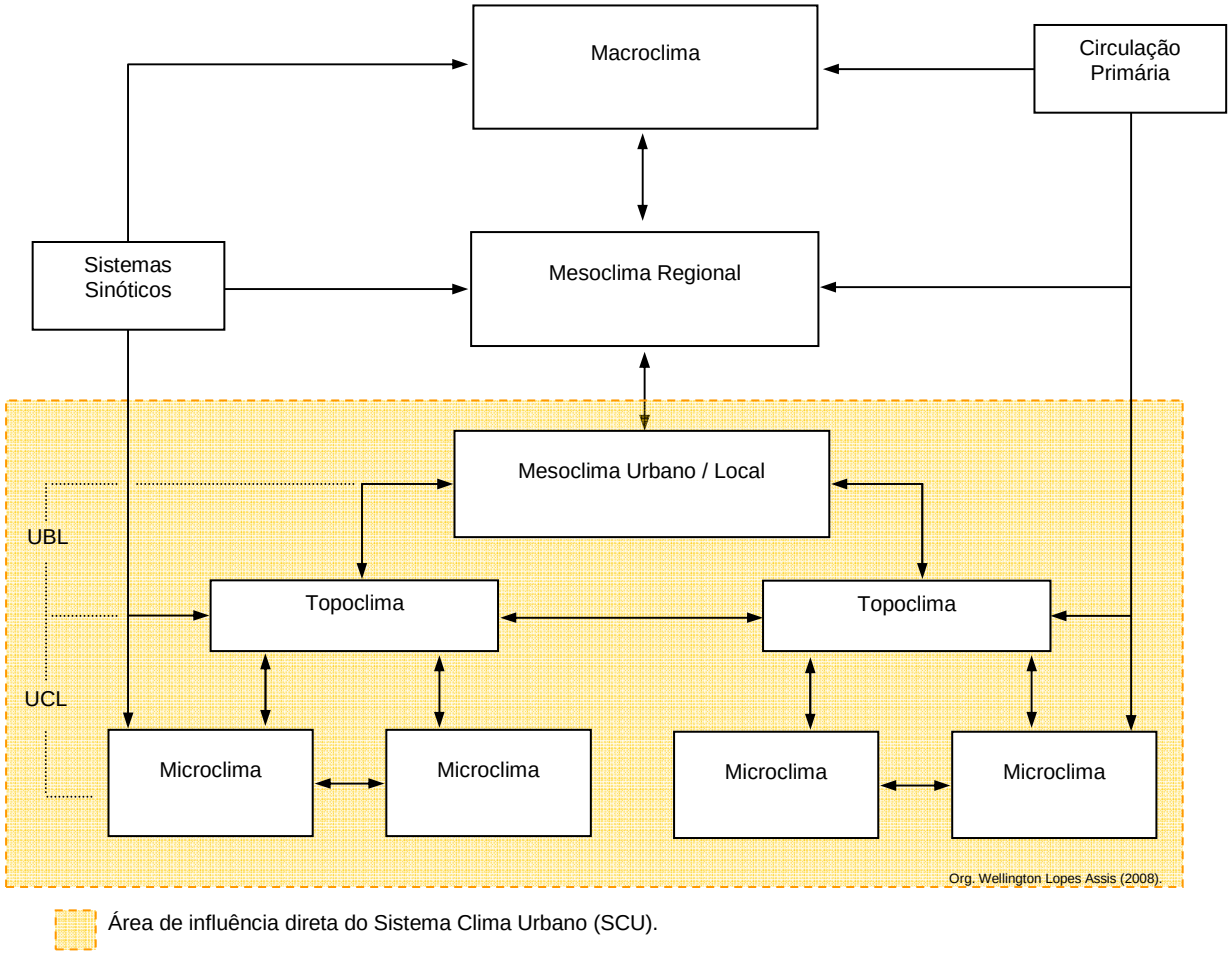


FIGURA 2: Hierarquia funcional simplificada do Sistema Clima Urbano. As setas representam o intercâmbio contínuo de energia e massa entre as diversas escalas de análise.

Conforme exposto, o clima de uma cidade admite uma visão sistêmica com vários graus de hierarquia funcional e diferentes níveis de resolução. Portanto, não seria correto assumir a existência de um único clima urbano, mas de um conjunto de mesoclimas e topoclimas que apresentam um padrão térmico e hígrico organizado, efeito de uma multiplicidade de microclimas que caracteriza o espaço urbano.

1.3. Componente Termodinâmico

O componente termodinâmico é um dos principais elementos dentro do *Sistema Clima Urbano*, abarcando toda a sua estrutura. É o "referencial básico" (MONTEIRO, 1976, p.126), transformado no meio urbano e que pressupõe uma produção de enorme importância no balanço de energia líquida atuante no sistema. As características de uso do solo, bem como a morfologia urbana e suas funções, influenciam no processo de produção e transformação de calor nas cidades.

As atividades humanas associadas ao fluxo natural de energia produzem certas modificações no balanço de radiação, gerando porções de áreas urbanas onde a temperatura é mais elevada do que as áreas circunvizinhas, chamadas *ilhas de calor* ou *bolsões de calor*. Esse padrão térmico sugere a existência de uma cidade quente rodeada pelo campo mais fresco e que corresponde a uma integração da totalidade dos microclimas originados pela urbanização.

Para mensurar a intensidade ou amplitude da ilha de calor tornou-se comum o uso da expressão ΔT_{u-r}. Esta representa a máxima diferença (ΔT) de temperatura entre as áreas urbanizadas (u) e rurais (r) ou pode caracterizar a diferença de temperatura entre as áreas densamente ocupadas do tecido urbano e locais mais arborizados e ventilados.

Segundo Yap e Oke (1974), Nunez e Oke (1977), Oke (1978) e Voogt e Oke (1997), esse padrão térmico é criado por alterações nas principais entradas e saídas de energia do SCU devido à geometria urbana e modificações nos fluxos turbulentos de calor sensível[9], latente[10], e armazenado. Fatores como diminuição na velocidade do vento, impermeabilização do solo, material particulado em suspensão e escassez de áreas verdes também influenciam no comportamento térmico e hígrico.

Oke (1978, p.241) descreve o balanço energético (Q^*) de um volume de ar em meio urbano, expresso em watts por metro quadrado (Wm^{-2}), pelas seguintes equações:

$$(1)\ Q^* + Q_F = Q_H + Q_E + \Delta Q_S + \Delta Q_A$$

$$(2)\ Q^* = K\downarrow + K\uparrow + L\downarrow + L\uparrow$$

[9] O calor perdido para o ambiente através das trocas secas (condução, convecção e radiação) é denominado de *calor sensível* (H) (BARRY e CHORLEY, 2003). Este é determinado pela diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente.

[10] O *calor latente* (E) é a energia utilizada nas chamadas trocas úmidas, ou seja, é o calor perdido para o ambiente nos processos de mudança de estado da água (BARRY e CHORLEY, 2003).

Na primeira equação (1), Q_F representa o calor produzido pelas atividades humanas, Q_E é o fluxo turbulento de calor latente, Q_H constitui o fluxo turbulento de calor sensível, ΔQ_S é a energia armazenada ou liberada pelas superfícies e ΔQ_A o termo de advecção ou transporte horizontal de calor. Na segunda equação (2), *K* e *L* correspondem aos fluxos radiativos de curto e longo comprimento de onda respectivamente, descendentes (↓) ou ascendentes (↑) na atmosfera urbana.

Para Oke (1978), Monteiro (1990c) e Voogt e Oke (1997), os principais fatores que resultariam na formação de ilhas de calor ou bolsões de calor dentro das cidades são:

- A geometria e o desenho urbano;
- Tipo de cobertura do solo e material de construção;
- A redução na velocidade dos ventos;
- Emissão de calor pelas atividades antrópicas;
- Redução na taxa da evapotranspiração;
- A poluição atmosférica e presença excessiva de material particulado.

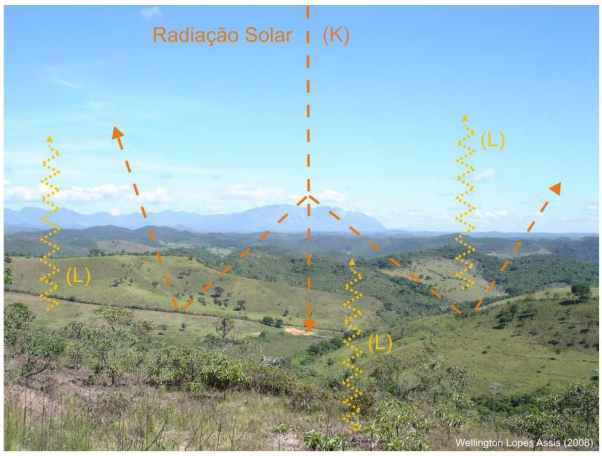
A geometria das edificações e a morfologia urbana[11], impedem que haja uma perda brusca de energia, fazendo com que o resfriamento atmosférico da camada-limite próxima ao solo seja de menor intensidade. As avenidas e ruas margeadas de paredões verticais, próximos entre si e apresentando uma alta obstrução da abóbada celeste, medida pelo *fator de visão do céu*[12], favorecem a troca de energia entre a massa edificada, desacelerando a dissipação radioativa (OKE, 1981).

De modo geral, a perda de calor no meio rural é maior no período noturno em relação ao meio urbano em função das características da cobertura do solo (FIG.3a). Nestes locais, observa-se uma menor absorção de ondas curtas (*K*) durante o dia e uma emissividade de energia em ondas longas (*L*) mais eficaz à noite (OKE, 1978). A cobertura vegetal age como isolante térmico do solo, dificultando a absorção de energia por este. Ainda segundo Oke (1978), o aumento da absorção da radiação solar (*K*) em áreas rurais ou com vegetação é devido, principalmente, à maior área de absorção e ao baixo albedo de algumas superfícies.

[11] A morfologia urbana pode ser expressa mais facilmente pela razão H/W, ou seja, a razão entre a altura dos prédios (H – height) e a largura de ruas (W – width) que os separam (OKE, 1981). Quanto mais baixo o valor, menos denso, ou mais aberta é determinada área. Uma razão H/W igual a 1 significa que a altura de um edifício é igual à distância que o separa da rua, avenida ou outro interposto urbano.

[12] O fator de visão do céu, *Sky View Factor* (SVF), é a proporção da abóbada celeste vista de um determinado ponto à superfície, em relação à superfície potencialmente disponível (OKE, 1981). Tem o valor 1 quando não existe qualquer obstáculo que limite a visão do céu e tende para 0 à medida que se interpõem mais obstáculos que ocultam parcialmente a abóbada celeste.

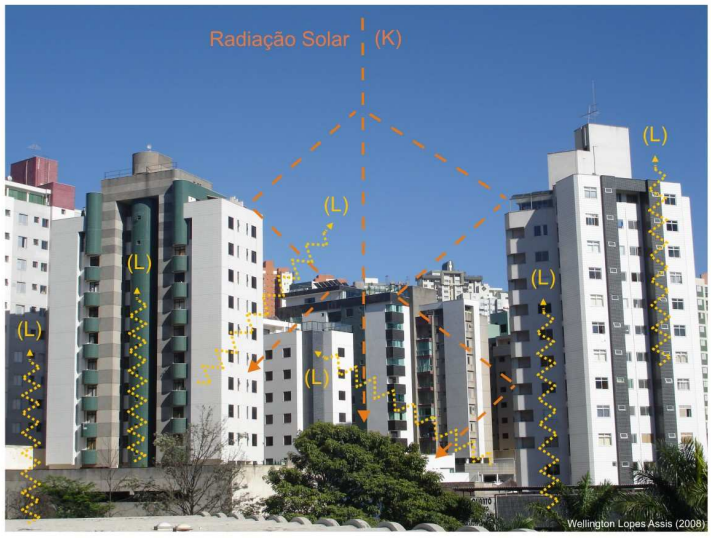
Já as superfícies urbanas emitem a energia que foi acumulada durante o dia, sob a forma de fluxo de radiação de ondas longas (*L*), mais lentamente no período noturno (FIG.3b e 3c). Parte da radiação que é emanada por uma superfície qualquer é absorvida por outra próxima, num processo contínuo, até que não haja mais obstrução no caminho da radiação que está sendo dissipada em direção ao espaço.



a) Campo cerrado, sem obstrução da abóbada celeste.



b) Pequenos edifícios, média obstrução da abóbada celeste.



c) Grandes edifícios, elevada obstrução da abóbada celeste.

FIGURA 3: Representação simplificada dos efeitos da radiação solar sobre superfícies verticais e horizontais, de acordo com a obstrução da abóbada celeste. As setas de cor laranja representam o fluxo de radiação em ondas curtas *(K)* e as setas amarelas o fluxo de radiação em ondas longas *(L)*. Adaptado de Hidore e Oliver (2002).

Hasenack e Flores (1994) relacionaram o ângulo de obstrução horizontal da abóbada celeste e o comportamento térmico ao longo do dia em seis locais distintos da área urbana de Porto Alegre (RS). Analisaram as temperaturas máximas e mínimas, a amplitude térmica e o horário de maior resfriamento. Foi observado que a obstrução do horizonte exerceu grande influência sobre a temperatura. Nos locais onde o fator de visão do céu era menor registrou-se um maior retardamento no resfriamento noturno.

Com relação aos ventos, os experimentos de Nunez e Oke (1977) comprovaram que o ambiente interior aos *canyons urbanos* tende a apresentar atenuações e modificações na circulação atmosférica, tanto para brisas intra-urbanas, que dependem de um ambiente termicamente estável, como para os fluxos de escala superior acima da camada de cobertura urbana (UCL). Esses autores avaliaram o impacto dos fluxos de ar, paralelos às paredes dos *canyons*, no transporte de calor por advecção dentro da cidade.

De acordo com as características físicas do sítio urbano e a rugosidade, relação que combina a porosidade[13], com a variação na altura das edificações, pode-se estimular a formação de bolsões de calor e locais mais áridos sobre a cidade (OLIVEIRA, 1988; STURMAN, 1998). A velocidade do vento no tecido urbano é geralmente menor (FIG.4); isto induz a uma diminuição na perda de calor e, conseqüentemente, redução nas transferências de energia por advecção (ΔQ_A) (YAP e OKE, 1974; NUNEZ e OKE, 1977). Esta situação intensifica a turbulência mecânica do ar próximo ao solo, transferindo uma parte do calor para cima e ao mesmo tempo, diminuindo o escoamento zonal[14], (OKE, 1978 e 2004).

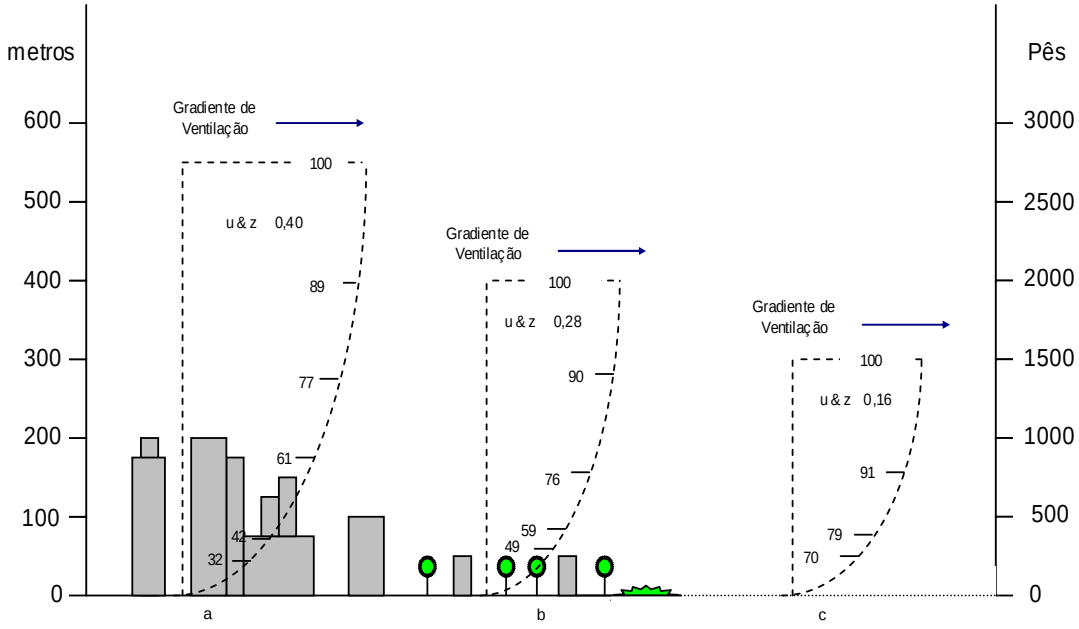


FIGURA 4: Diagrama do perfil de velocidade do vento sobre a superfície urbana (a), rural (b) e oceano (c). Em cada caso, a velocidade do vento (u) está relacionada a altitude (z), utilizando um índice de aproximação. Os valores são percentuais do gradiente de velocidade do vento no topo da camada limite. Fonte: Adaptado de HENDERSON-SELLERS, A. 1986. p.291.

[13] Porosidade é a maior ou menor permeabilidade de uma estrutura urbana à passagem dos ventos, expressa através da relação entre espaços abertos e espaços confinados. É definida a partir do índice de ocupação, existência de espaços vazios, largura das vias de acesso e estrutura de parcelamento (VILLAS BOAS, 1983).

[14] Segundo Oke (1978), estudos realizados em cidades de latitudes médias com um milhão de habitantes demonstraram que a velocidade do vento para obstruir a formação de ilhas de calor está em torno de 10m/s.

Para uma proporção *H/W* próxima a 0, Nakamura e Oke (1988)[15], citado por Machado e Azevedo (2006), observaram uma redução na ordem de 2/3 no fluxo de ar acima das edificações. Na escala de um *canyon*, as circulações atmosféricas geradas em seu interior podem estar em oposição devido à ocorrência de vórtices que tendem a ser mais bem definidos tanto quanto o eixo do fluxo externo for ortogonal ao *canyon* (NUNEZ e OKE, 1977; MACHADO e AZEVEDO, 2006).

Unger (1998) investigou o clima urbano de Szeged (Hungria) enfocando a influência do campo anemométrico sobre a intensidade da ilha de calor. Durante três anos foram coletados dados de temperatura, velocidade e direção dos ventos. Os resultados demonstraram que, em condições de estabilidade atmosférica, desenvolveram-se intensas ilhas de calor, todas registraram amplitudes (ΔT_{u-r}) acima de 3,0ºC. Somente na presença de ventos superiores a 6,2 m/s houve amenização dos bolsões térmicos.

As características de determinados materiais empregados nas habitações, como concreto, asfalto, tijolos, entre outros, podem favorecer uma maior absorção da radiação de ondas curtas (*K*), funcionando durante o dia como grandes reservatórios de energia. O balanço de radiação local apresentará valores diferenciados de acordo com as características de uso do solo e a emissividade dos materiais que recobre a superfície. Segundo Voogt e Oke (1997) e Oke (2004), se considerarmos o fluxo de calor latente (Q_E) e calor sensível (Q_H), áreas mais edificadas e/ou industriais, por apresentarem baixa evapotranspiração e baixo albedo, tendem a ter maior participação na emissão de radiação em ondas longas (*L*), induzindo a uma elevação da temperatura do ar nestes locais. Para os autores, a quantidade de radiação solar absorvida pela cidade é que vai determinar o seu efeito sobre o clima urbano.

Nos estudos realizados por Xavier e Gouveia (1992) e Silva e Ribeiro (2005), problemas relacionados a ganhos térmicos também foram verificados em conjuntos habitacionais populares. De maneira geral, essas moradias são implantadas em áreas periféricas, muitas vezes visando o imediatismo e nem sempre se adaptam às condições climáticas e ambientais. Os materiais empregados são baratos e de baixa qualidade, e muitos deles não possuem um desempenho térmico adaptado às condições locais.

Nos experimentos realizados em cidades de latitudes médias foi constatado que em todos os elementos climáticos existe algum tipo de alteração provocado pela urbanização (BRYSON E ROSS, 1972, p.52; BARRY E CHORLEY, 2003, p.347). Por exemplo, a radiação global que alcança as cidades sofre uma redução entre 15% a 20%, afetando em

[15] NAKAMURA, Y; OKE, T. R. Wind, temperature and stability conditions in an E – W oriented urban canyon. *Atmospheric Enviroment*, n.22, 1988. p.2691-2700.

especial o comprimento de onda ultravioleta, que tem sua participação diminuída de 5% durante o verão e 30% no inverno (TAB.1).

TABELA 1:

Variações médias nos elementos climáticos causados pela urbanização. Dados observados em cidades de latitudes médias no hemisfério Norte.

Elemento	Comparação com a zona rural	
Composição Atmosférica	Dióxido de Carbono (CO_2)	2 x mais
	Dióxido de Enxofre (SO_2)	200 x mais
	Óxidos Nitrosos (NOx)	10 x mais
	Monóxido de Carbono (CO)	200 x mais
	Hidrocarbonos	20 x mais
	Material Particulado	3 a 7 x mais
Radiação	Global	15% a 20% menos
	Ultravioleta (inverno)	30% menos
	Ultravioleta (verão)	5% menos
Temperatura	Média anual	0,5ºC a 1,0ºC mais
	Média mínima (inverno)	1,0ºC a 2,0ºC mais
Umidade Relativa	Inverno	2% menos
	Verão	8% menos
Velocidade dos Ventos	Média anual	20% a 30% menos
	Ventos extremos	10% a 20% menos
	Calmaria	5% a 20% mais
Contaminantes	Núcleo de condensação e partículas	10 vezes mais
	Misturas gasosas	5 a 25 vezes mais
Precipitação	Total	5% a 10% mais
	Com menos de 5mm	10% mais
	Neve	5% menos
Nebulosidade	Coberto	5% a 10% mais
	Neblina (inverno)	100% mais
	Neblina (verão)	30% mais

Fonte: Adaptado de Bryson e Ross (1972, p.52) e Barry e Chorley (2003, p.347).

Nas áreas rurais e arborizadas, parte da energia ganha é utilizada na evaporação da água superficial e infiltrada no solo, e também na evapotranspiração da vegetação, favorecendo um menor acúmulo de energia nessas áreas. Em geral, a vegetação tende a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, minimizando condições de extremos térmicos e hígricos (OMETTO, 1981). O próprio processo de fotossíntese, responsável pela ciclagem de oxigênio e gás carbônico, auxilia na umidificação atmosférica.

As áreas verdes desempenham um importante papel no balanço energético entre a camada-limite planetária e a superfície terrestre, além de funcionarem como um filtro natural na retenção de particulados e na minimização de ruídos. Em geral, a vegetação absorve uma maior quantidade de radiação solar e irradia uma quantidade menor de calor do que qualquer superfície construída. A energia absorvida pelas folhas é utilizada em processos metabólicos, enquanto que para outros materiais, especialmente os utilizados nas edificações, toda energia absorvida é transformada em *calor sensível* (H).

Yaakov *et al*. (1998) realizaram trabalhos em Tel-Aviv (Israel) quantificando a influência de um pequeno parque arborizado (Gan-Meir) sobre os parâmetros climáticos. Os resultados demonstraram que durante o período diurno e noturno o parque funcionou como uma *ilha de frescor* em meio a zona urbanizada. As diferenças térmicas de Gan-Meir em relação ao centro de Tel-Aviv ficaram acima de 3,0ºC, apresentando uma variação de 20% na umidade relativa. Concluíram que o controle da radiação solar através do sombreamento pelas copas das árvores contribui de forma significativa no estabelecimento dos microclimas.

O capeamento do solo urbano por materiais impermeáveis, associado à canalização do escoamento pluvial, reduz o resfriamento basal por processos de transformação do calor sensível em calor latente, fazendo com que haja um acúmulo maior de energia no ambiente urbano. As temperaturas nestes locais ultrapassam os valores médios, e os valores de umidade relativa atingem índices críticos. Em dias extremamente quentes, o desconforto térmico associado à umidade relativa baixa provoca nos habitantes sensação de clima de deserto artificial (LANDSBERG, 1981).

Oke (1978) chama a atenção para outros efeitos biológicos que a ilha de calor pode trazer. Segundo o autor, o aquecimento urbano é responsável pela brotação e florescimento precoce de flores e árvores na cidade; por uma estação de crescimento geralmente mais longa e pela atração de alguns pássaros para o habitat urbano termalmente mais favorável.

Para Andrade (2005) e Monteiro e Mendonça (2003), do ponto de vista econômico a ilha de calor é benéfica ao reduzir a necessidade de aquecimento no inverno em cidades localizadas nas latitudes médias, porém é extremamente desvantajosa nas cidades tropicais, pois exige uma maior demanda de ar condicionado no verão e pode acelerar o processo de intemperismo dos prédios.

Além dos fatores acima citados, as características morfológicas do sítio urbano já o predispõem a um determinado desempenho térmico e hígrico (MONTEIRO, 1990d). Diferenças morfométricas no terreno podem gerar variabilidades microclimáticas em um curto espaço. Ocupações em encostas, talvegues, várzeas, entre outros elementos geomorfológicos, acarretam modificações diferenciadas nos parâmetros meteorológicos.

É importante ressaltar que o próprio efetivo demográfico e suas atividades cotidianas adicionam calor sensível ao ambiente urbano. O tráfego de veículos e pedestres, associado a outras fontes, colabora para a formação ou mesmo para a intensificação da ilha de calor, exacerbando o contraste térmico entre o meio rural e o meio urbano.

Sistemas atmosféricos de escala sinótica podem contribuir para a amenização ou mesmo eliminação de bolsões de calor dentro da urbe. Em geral, quando a cidade está sob a ação de ventos regionais, as áreas mais aquecidas tendem a desaparecer ou pelo menos enfraquecer, uma vez que a advecção e a turbulência homogeneizam a temperatura através da mistura do ar (MONTEIRO e SEZERINO, 1990; ENDLICHER *et al.,* 1988; MONTÁVEZ *et al.*, 1998; FIALHO, 2002; ANDRADE, 2005).

Técnicas de sensoriamento remoto têm sido utilizadas para o mapeamento da temperatura superficial em áreas metropolitanas, onde as medidas extensivas e repetitivas proporcionam uma visão de conjunto. Equipamentos acoplados em plataformas terrestres, aéreas e espaciais configuram-se como recurso importante para a análise do comportamento dos parâmetros meteorológicos no tecido urbano. Alguns desses sensores são capazes de fornecer imagens radiométricas infravermelhas dos alvos, que posteriormente são tratadas e convertidas em temperaturas superficiais.

A maior limitação na utilização de imagens infravermelhas em climatologia urbana reside na dificuldade de estudos seqüenciais: nem sempre as condições atmosféricas são favoráveis. Os principais obstáculos na aquisição de dados são: presença de nuvens, material particulado e elevada quantidade de vapor d'água em suspensão (VOOGT e OKE, 1998 e 2003; NICHOL, 2005; ALCOFORADO *et al.*, 2005; TEZA e BAPTISTA, 2005). Entretanto, na atuação de sistemas atmosféricos estáveis, como os anticiclones subtropicais e polares, que apresentem fracos movimentos subsidentes e baixa velocidade do vento, as imagens termais constituem um importante recurso na localização e avaliação das dimensões espaciais da ilha de calor superficial.

Matson *et al.* (1978)[16], citado por Lombardo (1985), utilizaram imagens do satélite meteorológico NOAA-5 no canal infravermelho para detectar mais de cinqüenta ilhas de calor no oeste e nordeste dos Estados Unidos sob condições de sistemas atmosféricos estáveis. Através das informações, os autores puderam selecionar as cidades que apresentavam variações entre a temperatura rural e urbana no intervalo de 2,6ºC a 6,5ºC. Destacaram-se no estudo as cidades de St. Louis, Baltimore e Washington DC.

Em função da complexidade da geometria das formas urbanas e do posicionamento do sensor em relação à superfície imageada, Roth *et al.* (1989) levantaram quatro questões fundamentais sobre o significado das informações obtidas remotamente por satélite, a saber:

[16] MATSON, M.; McCLAIN, E. P.; McGINNIS, D. F.; PRITCHARD, J. A. Satellite detection of urban heat islands. *Monthly Weather Review*, 106(2), p.1725-1734. 1978.

a. Quais são efetivamente as características da superfície urbana captada pelos sistemas sensores no canal térmico?
b. Qual é a relação entre a temperatura radiométrica superficial observada remotamente e a temperatura verdadeira da interface urbana atmosférica?
c. Como a ilha de calor urbana superficial pode estar relacionada à ilha atmosférica de calor?
d. Como o sensoriamento térmico das superfícies urbanas pode contribuir para o modelamento climático?

Voogt e Oke (1997, 1998), com o objetivo de esclarecer as questões sobre a utilização de imagens térmicas e sistemas sensores nos estudos em clima urbano, realizaram uma série de experimentos de campo sob diversos tipos de ocupação de solo, trazendo uma visão mais realista e completa sobre o que é a geometria urbana e quais são as faces desta superfície que são efetivamente vistas pelo sensor. Os autores utilizaram radiômetros portáteis e sensores infravermelhos acoplados a aeronaves, automóveis e sobre vias urbanas. Este experimento forneceu um panorama do grau de precisão da temperatura superficial obtida via satélite.

Lopes (1998) utilizou imagens de satélites para verificar que variáveis topoclimáticas são responsáveis pelas oscilações térmicas na região Sul de Lisboa (Portugal), principalmente sobre a atuação dos anticiclones noturnos. O experimento utilizou imagens multiespectrais (SPOT) na escala de 1:100.000 com 25m de resolução espacial. Estas foram obtidas em duas campanhas, novembro de 1992 e janeiro de 1993. Os resultados demonstraram que as temperaturas noturnas nos vales impermeabilizados e ocupados por edificações foram, em média 1,0ºC menor do que em todas as outras áreas localizadas em porções topográficas mais elevadas e planas.

Abbate *et al*. (1998) estudaram o microclima de Roma utilizando técnicas de sensoriamento remoto de três multisensores (Landsat TM, ERS-SAR e SPOT), em variações multitemporais e sazonais. Obtiveram imagens termais superficiais da cidade demonstrando em determinados períodos gradientes térmicos acima de 10,0ºC entre a zona mais urbanizada e o entorno rural.

Nichol (2005) avaliou as relações entre as temperaturas superficiais, obtidas por imagens termais, e a morfologia urbana em diferentes períodos do dia em Hong Kong. As imagens termais obtidas pelo satélite ASTER no período noturno foram comparadas com as imagens termais diurnas obtidas dezenove dias antes pelo sensor ETM+ do satélite LANDSAT. Além disso, utilizaram-se radiômetros infravermelhos em contato direto com a superfície para

estimar a radiação de ondas longas dada a emissividade e sondas térmicas instaladas a 1m da superfície para medidas da temperatura do ar. O efeito da ilha de calor foi facilmente identificado, apresentando temperaturas superficiais elevadas tanto de dia como de noite. Segundo os autores, a comparação das imagens termais obtidas do satélite ASTER com os dados locais derivados da emissividade atmosférica indicou uma alta correlação.

No Brasil, destaca-se o trabalho pioneiro realizado pela geógrafa Magda Adelaide Lombardo (1985) sobre o clima urbano na cidade de São Paulo. Neste, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto, que serviram tanto para o mapeamento e classificação do uso do solo, como para a construção de imagens termográficas da metrópole. A autora selecionou 18 amostras de diferentes usos do solo a partir das quais estimou a emissividade da superfície. Foram utilizadas imagens dos satélites LANDSAT-3, NOAA-7 e NOAA-8. Os resultados mostraram que a cidade apresentou, em alguns momentos, um ΔT_{u-r} superior a 10ºC (temperatura superficial dos alvos), sendo que a área de pico da ilha de calor coincidiu com as áreas de maior concentração de edifícios e indústrias, mostrando uma forte correlação entre a IC e uso do solo. Pode-se dizer que a Ilha de calor na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) repetiu, em muitos aspectos, as características observadas em várias cidades de latitude média.

Bias *et al.* (2003) mapearam a ilha de calor no município de Sobradinho, Distrito Federal (DF), pelo uso de sensoriamento remoto. Sobre três áreas amostrais foram selecionadas imagens do satélite LANDSAT-5, canal termal, e imagens de alta resolução espacial do satélite IKONOS. As informações contidas na banda 6 do LANDSAT-5 foram convertidas em temperatura superficial (ºC), permitindo a identificação das variações térmicas intra-urbanas sobre as imagens IKONOS. Os resultados mostraram que as superfícies mais homogêneas em termos de ocupação do solo ao nível da UCL apresentaram variações térmicas menores, na ordem de 1,0ºC. As áreas com tipo de ocupação bem diversificada apresentaram amplitudes térmicas de 4,0ºC até 9,0ºC. Os autores ressaltam a importância da integração de dados de sensores termais com os hiperespaciais para a compreensão da dinâmica térmica intra-urbana e seus arredores.

Baptista (2004) realizou o mapeamento do fluxo de CO_2 e de domos urbanos nas proximidades do Distrito Federal utilizando duas cenas do sensor hiperespectral AVIRIS e uma do Hyperion. Foi desenvolvido um índice espectral, o ICO_2, para mapear o teor de dióxido de carbono na coluna de ar atmosférico. Do sensor AVIRIS adotaram-se cenas dos municípios de São João D'Aliança e Niquelândia, ambas no Estado de Goiás, e do Hyperion, uma cena do Distrito Federal. Os resultados mostraram que há uma concentração elevada de CO_2 atmosférico em alvos urbanos e uma menor concentração deste gás nas

áreas periféricas e rurais. A visualização tridimensional das informações obtidas pelo índice ICO_2 mostrou nitidamente a baixa concentração de CO_2 sobre a depressão do Parque Nacional (DF) e uma alta concentração de poluentes representada pelos domos nas áreas urbanas.

Mendonça e Dubreuil (2005) analisaram o clima urbano da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), em situação de inverno, a partir da temperatura superficial do solo, obtida por satélite, e da temperatura do ar, coletada a 1,5m. Foram utilizados dados de quatro estações meteorológicas da RMC e uma imagem LANDSAT-7 ETM+. Os resultados mostraram que a mancha urbana aparece, em geral, mais quente do que a zona rural vizinha e, de maneira mais detalhada, evidenciam uma clara diferenciação de temperaturas no interior da aglomeração urbana. Esta diferenciação reflete a diversidade da organização do espaço urbano e do uso do solo e, uma vez associado ao processo radioativo, evidenciam também a formação de ilhas de calor alternadas com ilhas de frescor tanto em intra-aglomeração quanto nos espaços periurbanos.

Souza e Baptista (2006) mapearam as ilhas de calor na Região Metropolitana de São Paulo avaliando a influência do tamanho do *pixel* na determinação da temperatura de superfície em sensores remotos termais, os sistemas ASTER e MODIS. A imagem ASTER apresentou uma variação de temperatura na faixa de 12,0ºC, as regiões mais quentes da RMSP encontram-se na zona industrial e ao longo das marginais. A imagem MODIS também apresentou uma variação térmica superficial na faixa de 12,0ºC, porém as regiões com a temperatura mais elevada estão nas áreas centrais de toda a região metropolitana. Os autores concluíram que apesar da menor resolução espacial do sensor MODIS, foi mais fácil identificar e mapear as isotermas da temperatura superficial do que na imagem ASTER, de maior resolução espacial. Ainda segundo os autores, esse comportamento deve-se principalmente ao tamanho do pixel: quanto menor esse elemento maior a influência da rugosidade urbana e maiores serão os ruídos na imagem, resultando em uma menor precisão na construção de isotermas.

1.4. Componente Hidrometeórico

Embora o teor de umidade relativa do ar seja menor dentro do tecido urbano, especialmente em áreas desprovidas de vegetação ou lâminas d'água, alguns estudos apontaram para um aumento nos totais pluviométricos em cidades de porte metropolitano (AZEVEDO, 2002; LANDSBERG, 1981; LOWRY, 1998; THIELEN e GADIAN, 1997). Porém, nem sempre é possível estabelecer uma relação direta entre urbanização e aumento nas chuvas, pois

fatores como topografia e sistemas sinóticos influenciam esse parâmetro a ponto de minimizar, ou mesmo anular, os efeitos antrópicos.

No meio científico há um consenso de que sobre as cidades são criados padrões de circulação atmosférica específicos, responsáveis por alterações nas características das precipitações, tanto nos totais acumulados como na distribuição espacial. Essas mudanças variam muito, de acordo com o porte da cidade, das funções urbanas desempenhadas e dos ritmos atmosféricos associados a estas transformações.

De acordo com Monteiro (1980), Landsberg (1981), Hidore e Oliver (2002) e Barry e Chorley (2003), o aumento nos totais pluviométricos em áreas urbanas está relacionado aos seguintes fatores:

- Presença constante de particulados e aerossóis, assegurando uma abundância de núcleos de condensação;
- Convecção térmica desencadeada pela ilha de calor, induzindo uma maior flutuabilidade na parcela de ar;
- Turbulência mecânica criada pelo efeito de fricção das edificações sobre o fluxo de ar, auxiliada pela rugosidade da superfície urbana;
- Acréscimo de vapor d'água devido aos vários processos de combustão.

Estudos realizados em cidades de latitudes médias têm registrado elevações nos totais pluviométricos nas áreas urbanas (YOSHINO[17], 1975, citado em THIELEN e GADIAN, 1997), principalmente na relação volume/hora. Essas características estariam associadas, em grande parte, à elevação do nível de material particulado e aumento das atividades convectivas.

Thielen e Gadian (1997) demonstraram num estudo numérico que a combinação de brisa marítima, topografia e ilha de calor, tem influência no início e desenvolvimento das tempestades convectivas. Analisando a topografia e a distribuição espacial dos bolsões de calor, constataram um aumento e prolongação da convecção sobre áreas urbanizadas.

O estudo dos impactos pluviais concentrados nas cidades tropicais tem se destacado pela importância das consequências sociais e econômicas, decorrentes da precariedade ou mesmo da falta de adequação da infra-estrutura urbana ao ambiente natural onde está

[17] YOSHINO, M. M. Climate in a small area. In: *An introduction to local meteorology*. University of Tokyo, Press, Tokyo, 1975.

localizado o sítio urbano. A maioria deles refere-se à ocorrência de enchentes e deslizamentos de massa sob situações de eventos meteorológicos extremos.

As anomalias na precipitação foram verificadas na cidade do México por Jauregui e Romales (1996), relacionando o efeito urbano com as instabilidades convectivas. Os autores analisaram os totais pluviométricos mensais e observaram que a intensidade da chuva aumentou de forma significativa nas últimas décadas. Concluíram que esse acréscimo no acumulado de chuvas deve-se à existência da ilha de calor urbana.

No Brasil, o trabalho de Monteiro (1980) foi um dos primeiros a avaliar qualitativamente os impactos das precipitações no ambiente urbano. O autor selecionou dezessete episódios de chuva no período de 1961 a 1970, com sensível produção de inundações na Região Metropolitana de São Paulo. A partir da apreciação de dez casos mais significativos, escolhidos entre aqueles que maiores prejuízos trouxeram para a vida da cidade, o autor põe em evidência o aumento de inundações em função do processo de urbanização. A área central da cidade é uma das mais afetadas, em decorrência da crescente impermeabilização do solo e deficiência da drenagem urbana.

Costa e Mattos (1998) estudaram a influência da estrutura urbana sobre o comportamento da ilha de calor urbana durante épocas chuvosas e menos chuvosas na cidade de Belém (PA), indicando a existência de ilhas de calor com intensidade de até 4,5ºC. A grande variação térmica sazonal apresentada nos experimentos deve-se basicamente ao aumento da nebulosidade e das precipitações durante a estação chuvosa, tornando os contrastes térmicos entre os diferentes locais estudados praticamente desprezíveis.

Pereira Filho (2000), analisando os totais horários de precipitação no mês de fevereiro de 1998, entre as 15h e 20h, na área de abrangência do radar meteorológico de São Paulo, observou quantidades até quatro vezes superiores sobre a região metropolitana. Este comportamento foi atribuído ao aquecimento urbano e à injeção de umidade pela brisa marítima.

Azevedo (2002) efetuou mapeamentos da distribuição dos totais diários de precipitação na região metropolitana de São Paulo e arredores, colhendo evidências indiretas de que há intensificação da precipitação nos dias úteis devido às atividades urbanas. Segundo o autor, a freqüência das precipitações acima de 20mm seria da ordem de 40% maior nos dias úteis, em relação aos feriados e fins de semana. Porém, este aumento não ocorreria exatamente sobre o centro da metrópole, pois as isoietas representativas de tal variação positiva estariam mais evidenciadas à sudoeste da área metropolitana.

Filho e Ribeiro (2007) trabalhando com mapeamentos de núcleos de precipitação em diferentes intervalos de tempo na Região Metropolitana de São Paulo, realizados a partir de dados do radar meteorológico e de dados de superfície, verificaram que, a despeito da configuração aparentemente caótica da distribuição das chuvas, sobretudo nos episódios convectivos, predominou um padrão de circulação local que privilegiou a concentração pluvial sobre a porção mais urbanizada da Região Metropolitana. Constatou-se uma forte interação entre a ilha de calor urbana e a brisa oceânica na dinâmica pluvial da RMSP.

1.5. Componente Físico-Químico

Outro elemento importante do Sistema Clima Urbano é a qualidade físico-química da atmosfera, referenciada muitas vezes pelo termo poluição[18]. Como no caso da ilha de calor, as alterações nesse componente apresentam certo número de implicações biológicas, econômicas e meteorológicas. As propriedades físico-químicas da baixa troposfera são expressas em termos qualitativos, quantitativos e variação têmporo-espacial.

Os processos urbano-industriais liberam poluentes primários, como partículas em suspensão (PS)[19] e óxido de nitrogênio (NO), e também poluentes secundários, como o dióxido de enxofre (SO_2) e hidrocarbonetos (HC), formados por combinações físico-químicas entre os diferentes elementos durante seu percurso pela atmosfera (BRANCO & MURGEL, 1995). Também é comum a presença de compostos nocivos gerados na queima de combustíveis fósseis, tais como a clorina, o ácido hidroclórico (HCl), o ácido sulfúrico (H_2SO_4), o ozônio (O_3), berílio (Be) e sulfetos (AYOADE, 1991).

Devido à ação da luz solar direta, algumas das substâncias acima citadas, especialmente os hidrocarbonetos, são capazes de ter sua composição alterada por reações fotoquímicas, formando novos elementos na atmosfera. As reações entre o dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2) e o hidrogênio (H_2), presente na atmosfera sob a forma de vapor de água, produzem a chamada *chuva ácida*[20] (DREW, 2002). Essa, assim como a geada, neve e neblina ficam carregadas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) ou ácido nítrico (HNO_3). Ao caírem na superfície, alteram a composição química do solo e das águas e atacam estruturas metálicas, monumentos e edificações.

---

[18] Poluição é um termo genérico relacionado à introdução na atmosfera de quaisquer substâncias diferentes dos seus constituintes naturais, sejam esses gasosos, líquidos ou sólidos (ART, 2001). Os gases emitidos pelas atividades vulcânicas e pelos processos biológicos, e toda uma classe de particulados inorgânicos e orgânicos, não são classificados como poluentes, pois ocorrem naturalmente no meio ambiente.

[19] Partículas minúsculas, menores que 10^{-3}mm de diâmetro, que ficam em suspensão na atmosfera, tais como: cinzas vulcânicas, poeira, sais, partículas orgânicas, esporos, pólen, bactérias, etc (ART, 2001). Funcionam como núcleos higroscópicos acelerando os processos de condensação do vapor d'água.

[20] Mesmo sem interferências antrópicas o dióxido de carbono (CO_2) existente naturalmente no ar torna a chuva ligeiramente ácida, atingindo um pH em torno de 5,6 (ART, 2001).

A configuração de ilhas de calor nos grandes centros urbanos favorece um maior acúmulo de elementos nocivos, devido ao gradiente barométrico formado entre o centro e a periferia da cidade. Os poluentes são carregados pela circulação e logo dispersos sobre o entorno do núcleo urbano. Em condições de atmosfera estável ou de *inversão térmica*[21], esse processo poderá ser contínuo, favorecendo a formação de um domo de poluente, conforme ilustra a figura 5.



FIGURA 5: Situação de inversão térmica sobre a capital mineira, registrada às 08h25min de uma manhã típica do inverno belorizontino.

São inúmeros os casos de comprometimento da saúde humana ocasionados pelos altos índices de poluentes e particulados em áreas urbanas. As doenças mais comuns são enfisema pulmonar, câncer, deficiências cardiorrespiratórias e certas dermatites alérgicas (EPSTEIN e ROGERS, 2004). Em níveis menos perigosos, essas substâncias nocivas causam irritação nos olhos e nos brônquios. Entretanto, esses impactos afetam de forma desproporcional e desigual os grupos minoritários no interior das cidades, particularmente crianças e idosos.

Landsberg (1981) apresenta uma tabela contendo os limiares[22] de concentração de certas substâncias que podem, se ultrapassadas, resultar em danos a saúde humana (TAB.2):

[21] Segundo Varejão-Silva (2000), a inversão térmica é uma condição meteorológica que ocorre quando uma camada de ar quente se sobrepõe a uma camada de ar frio. Esse processo inibe o movimento ascendente do ar, uma vez que, o ar abaixo dessa camada fica mais frio, portanto, mais pesado, fazendo com que os poluentes se mantenham próximos da superfície.

[22] No Brasil, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é o órgão responsável pela normatizacão do limite de emissão poluentes, que são específicos para cada setor. Alguns limites já foram determinados, como no caso da emissão de gases por automotores, ciclomotores, motociclos e veículos similares, estabelecido pela resolução CONAMA nº 297 de 26 de fevereiro de 2002.

TABELA 2:

Limite da concentração de poluentes no ar das cidades.

Constituintes	Partes por milhão (ppm)
Monóxido de Carbono (CO)	10,0 – 30,0 (100,0)*
Dióxido de Carbono (CO_2)	50,0 – 400,0
Dióxido de Enxofre (SO_2)	0,1 – 2,0 (3,0)*
Óxidos de Nitrogênio (NO_2)	1,0 – 6,0 (25)*
Ácido Sulfúrico (H_2SO_4)	0,1 – 7,0 (3,0)*
Ácido Clorídrico (HCL)	1,0 – 4,0 (5,0)*
Aerossóis	Miligramas por metro cúbico

*Limiar das concentrações de riscos.

Fonte: LANDESBERG (1981, p.98).

Dados da Fundação Nacional de Saúde (1998) mostram que a exposição é condição indispensável para que a saúde individual, ou coletiva, seja afetada pelas modificações nas propriedades físico-químicas do ar atmosférico. Os efeitos podem variar em função do tipo, magnitude, nível de risco, nível de exposição, situação de saúde da pessoa, idade, formação genética, entre outros fatores.

1.6. Alguns estudos de casos realizados no município de Belo Horizonte

Ao longo dos seus 111 anos o município de Belo Horizonte foi tema de diversos trabalhos relacionados à economia, demografia, arquitetura, urbanismo e aspectos do seu quadro físico, como geologia, geomorfologia, hidrologia, vegetação e clima. Por motivos óbvios, não se pretende, aqui, esgotar esta farta bibliografia, ficando este trabalho restrito a algumas monografias, dissertações e artigos que tiveram como tema central o clima urbano do município.

Apesar de terem sido produzidos alguns estudos sobre a caracterização do clima de Belo Horizonte, lidando principalmente com a variabilidade anual do comportamento médio da temperatura e da precipitação, poucos abordaram diretamente a questão da ilha de calor e do conforto térmico como objeto principal de pesquisa. Entre estes trabalhos destacam-se os de Giovannini (1930), Cavalcanti (1948), Rodrigues (1966), Corrieri (1978), Mól (1984), Moreira (1990) e Ferreira (1996).

Alguns deles, porém, apontaram indícios para a tendência de aquecimento do clima urbano de Belo Horizonte, como os trabalhos de Ribeiro e Mól (1985) e Assis e Gontijo (1996). Este último constatou alterações em alguns parâmetros climáticos, feitas através da análise das

Normais Climatológicas de 1931 a 1960 e de 1961 a 1990, como o aumento da temperatura média anual em 0,4ºC.

Ribeiro e Mól (1985) realizaram estudos visando a constatação de possíveis mudanças climáticas sobre o clima local, analisando principalmente o comportamento da temperatura e da precipitação entre 1937 a 1982. No trabalho, foram apontados alguns sinais de elevação da temperatura, especialmente durante o inverno, bem como pequenas alterações nos picos de precipitação. Os autores, em suas referências bibliográficas, recordam que, até pouco tempo atrás, o clima de Belo Horizonte, segundo a classificação de Köppen, era considerado do tipo Cwa (RODRIGUES, 1966). A mudança de classificação, a partir de análises recentes, pode ser atribuída aos efeitos de degradação do meio ambiente e da configuração de ilhas de calor em todo o tecido urbano.

O estudo de Assis (1990) abordou de perto a problemática da ilha de calor e do conforto térmico sobre a cidade de Belo Horizonte. Neste, foram realizados alguns estudos exploratórios sobre o comportamento térmico da cidade nos períodos críticos de verão e inverno. O objetivo do trabalho era analisar o efeito amenizador de áreas verdes para fins de planejamento urbano, utilizando-se, para isto, de imagens de satélite no canal termal. Realizaram-se trabalhos de campo em alguns pontos da cidade para obtenção de dados sobre a temperatura, umidade relativa, direção dos ventos e insolação. Estes foram confrontados com as informações obtidas nos postos oficiais de observação meteorológica da cidade (5ºDISME/INMET, Aeroporto, etc). Apesar de todos os esforços, não se obtiveram resultados satisfatórios, principalmente em função da falta de aparelhagem necessária (psicrômetros, abrigos, etc), e da indisponibilidade de pessoal para a coleta dos dados.

Assis (1997) realizou estudos preliminares visando à obtenção de informações sobre as diferenciações topoclimáticas dentro do município. Foram avaliadas as condições atmosféricas locais através da temperatura, umidade relativa, ventos e nebulosidade. Estes foram comparados com os postos de observações oficiais (5ºDISME/INMET e CDTN), indicando no período as possíveis mudanças no comportamento termo-hígrico e alterações na circulação atmosférica local, bem como suposições sobre conforto térmico intraurbano. O experimento constituiu-se de uma série de 9 pontos de observação ao longo do “transecto” longitudinal norte-sul. Utilizaram-se os dados do Aeroporto de Confins, localizado a aproximadamente 40 km de Belo Horizonte, como referência rural, na comparação com os dados obtidos no transecto. Como o trabalho de campo foi realizado somente uma vez no período, ele serviu apenas para detectar as variações e diferenças topoclimáticas encontradas nos pontos do espaço focalizado ao longo de 24 horas.

Assis e Abreu (1998) obtiveram medidas em horários sinóticos de vários parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, umidade relativa, nebulosidade e direção e intensidade do vento) durante um dia de primavera. Apesar da passagem de um sistema frontal durante a coleta dos dados, que acarretou em precipitações generalizadas em todo município, observou-se a presença de temperaturas mais altas no centro da cidade e nos bairros Caiçaras e Barreiro. Este estudo indicou a presença de valores diferenciados da temperatura do ar, que pode estar associada à distribuição espacial da mancha urbana.

Santos (1999) abordou o clima de Belo Horizonte em sua dissertação de mestrado, analisando os atributos da forma urbana mais significativos na alteração das condições de conforto térmico em uma fração urbana. Os trabalhos de campo foram realizados ao longo da avenida Afonso Pena, indo da praça Sete até o Parque das Mangabeiras. Pôde-se perceber que a verticalização, associada ao adensamento das construções, e a excessiva impermeabilização do solo foram fatores que influenciaram de forma significativa o desempenho térmico e hígrico. Entretanto, a autora não “retira” o efeito da topografia e altitude em seus resultados.

Assis e Mendonça (2000) analisaram a influência da estrutura urbana sobre as condições do clima local em Belo Horizonte, a partir de um estudo de caso no bairro Floresta. De acordo com as medições de campo e os resultados, verificou-se que o bairro apresentou uma grande amplitude térmica, iniciando o dia com temperaturas amenas e alta umidade relativa, chegando ao meio-dia com condições para o *stress* térmico e o ar mais seco. Como resultado final da pesquisa, confeccionou-se um mapa-síntese que engloba as áreas que devem ser protegidas ou melhoradas arquitetonicamente, o que contribuiria para amenizar a relação ocupação & sítio e possibilitaria ações de planejamento urbano para melhorar as condições de conforto térmico no bairro Floresta.

Assis (2001) avaliou as condições topoclimáticas no município de Belo Horizonte através de aferições locais realizadas em dois trabalhos de campo. No primeiro experimento, foram distribuídos os abrigos meteorológicos ao longo de um transecto longitudinal norte-sul, abarcando tipologias de uso e ocupação do solo e unidades morfológicas diferenciadas. No segundo experimento, a coleta dos dados foi realizada no hipercentro da cidade, observando-se assim as flutuações horárias da ilha de calor. Confirmaram-se as suposições dos modelos teóricos, que alegam que a excessiva impermeabilização do solo, a verticalização, o adensamento das edificações e a arborização deficitária influenciam de forma significativa o desempenho térmico e hígrico da baixa atmosfera. Porém, os resultados apontaram que a configuração da ilha de calor no município difere daquelas

observadas nos modelos clássicos, onde o hipercentro é mais quente e menos úmido em relação às áreas periféricas.

Em sua tese de doutorado, Assis (2003) apresentou um procedimento de simulação física em modelo reduzido do fenômeno ilha de calor numa área urbana da cidade de Belo Horizonte integrado à abordagem de trabalho de campo. O objetivo era mostrar a capacidade do modelo empregado em reproduzir fatos do mundo real, conferindo-lhe uma capacidade preditiva. Os modelos foram ensaiados em uma câmara fria e os sensores foram calibrados para reproduzir as experiências descritas por Oke (1981). Levantaram-se dados em campo sobre o comportamento térmico, hígrico e anemométrico durante 24 horas na área de estudo, sob condições atmosféricas estáveis. Os resultados mostraram que a área construída permaneceu mais aquecida do que as áreas abertas e que grandes áreas livres inseridas em áreas verticalizadas reduziram o efeito da ilha de calor. Segundo a autora, a boa correlação entre os resultados encontrados demonstrou que a simulação física pode ser utilizada na avaliação dos impactos das estruturas urbanas sobre o clima natural.

Assis e Pereira (2004) e Assis e Pinto (2006) estudaram as interações entre a urbanização e os parâmetros meteorológicos nos bairros Estoril e Buritis, localizados na região Oeste do município de Belo Horizonte, durante o período seco. Como subsídio à análise dos dados e escolha dos pontos amostrais, foram confeccionados um modelo digital de elevação e um mapa de uso do solo. Abrigos meteorológicos foram distribuídos conforme as diferenciações na impermeabilização, volumetria, densidade, vegetação e morfologia do terreno. Coletaram-se dados da temperatura do ar, umidade relativa, nebulosidade, direção e intensidade dos ventos, fluxo de veículos e pedestres. Os resultados demonstraram que o efeito da ilha de calor configurou-se preferencialmente nas porções Norte e Centro-Sul da região, caracterizados por altos índices de verticalização e impermeabilização, e nas imediações da Av. Mário Werneck. Constatou-se também que o Parque Aggeo Pio Sobrinho é uma importante fonte de umidade para a região, favorecendo e amenizando ganhos térmicos observados no seu entorno.

Vilela (2007) analisou os impactos gerados pela intensa verticalização no comportamento térmico e hígrico na região do Belvedere III. O estudo foi desenvolvido através do estabelecimento de uma relação empírica entre os parâmetros climáticos (variáveis de temperatura e umidade relativa) e os parâmetros urbanísticos (massa construída e fator de visão do céu), avaliada em cenários diferentes (existente em 2006 e futuro). Os resultados apontaram para uma tendência de ocorrer mudanças significativas nas variáveis climáticas nos locais onde o adensamento e a verticalização são mais vigorosos, o que pode acarretar,

segundo a autora, um aumento no consumo de energia e uma série de problemas de saúde para a população, que vão além do desconforto térmico.

De modo geral houve um aumento no número de estudos sobre o clima urbano em Belo Horizonte a partir da década de 90, quase todos oriundos do Instituto de Geociências e da Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG. Entretanto, a maioria destes trabalhos descreveu o comportamento médio dos parâmetros meteorológicos na camada de cobertura urbana utilizando dados de curtos períodos de tempo (24 horas) e sob condições sinóticas estáveis. Além disso, a quantidade de pontos amostrais empregados nestas pesquisas foi insuficiente para representar o comportamento médio da atmosfera local, tendo em vista a elevada amplitude topográfica e a multiplicidade de uso do solo observados na capital mineira.

Com relação aos procedimentos metodológicos, as pesquisas sobre o clima em Belo Horizonte podem ser divididas em dois grupos. No primeiro encontram-se os estudos que analisaram o clima local utilizando técnicas estatísticas para estabelecer padrões e identificar os desvios (oscilações) em relação ao comportamento médio. No segundo grupo estão as pesquisas que adentraram a cidade e compararam as medidas tomadas em áreas urbanas e em áreas arborizadas, empregando abrigos meteorológicos de campo distribuídos em frações pré-estabelecidas no município. Apesar deste avanço, são necessárias mais estudos que possam subsidiar a tomada de decisão dos planejadores e gestores urbanos.

CAPÍTULO 2 – MATERIAIS E MÉTODOS

A caracterização e a espacialização de unidades topo e mesoclimáticas em uma cidade de porte metropolitano como Belo Horizonte, com aproximadamente 331Km^2 e 2,4 milhões de habitantes (IBGE, 2009), representam um grande desafio. Tais informações sejam quantitativas ou qualitativas, alfanuméricas ou espaciais, necessitam de constantes atualizações. Neste contexto, o uso de técnicas e a aplicação de metodologias de sistemas de informações geográficas tornam-se bastante oportunas face à intenção de atualização permanente das informações obtidas nos trabalhos de campo.

Em função da complexidade, multiplicidade e dimensões espaciais observadas na RMBH optou-se por utilizar o limite administrativo do município de Belo Horizonte como "fronteira" externa para o mapeamento das unidades climáticas "naturais" e urbanas (FIG.6). Entretanto, ressalta-se que esta "fronteira" é artificial. Existe uma continuidade das tipologias climáticas cartografadas para os municípios limítrofes.

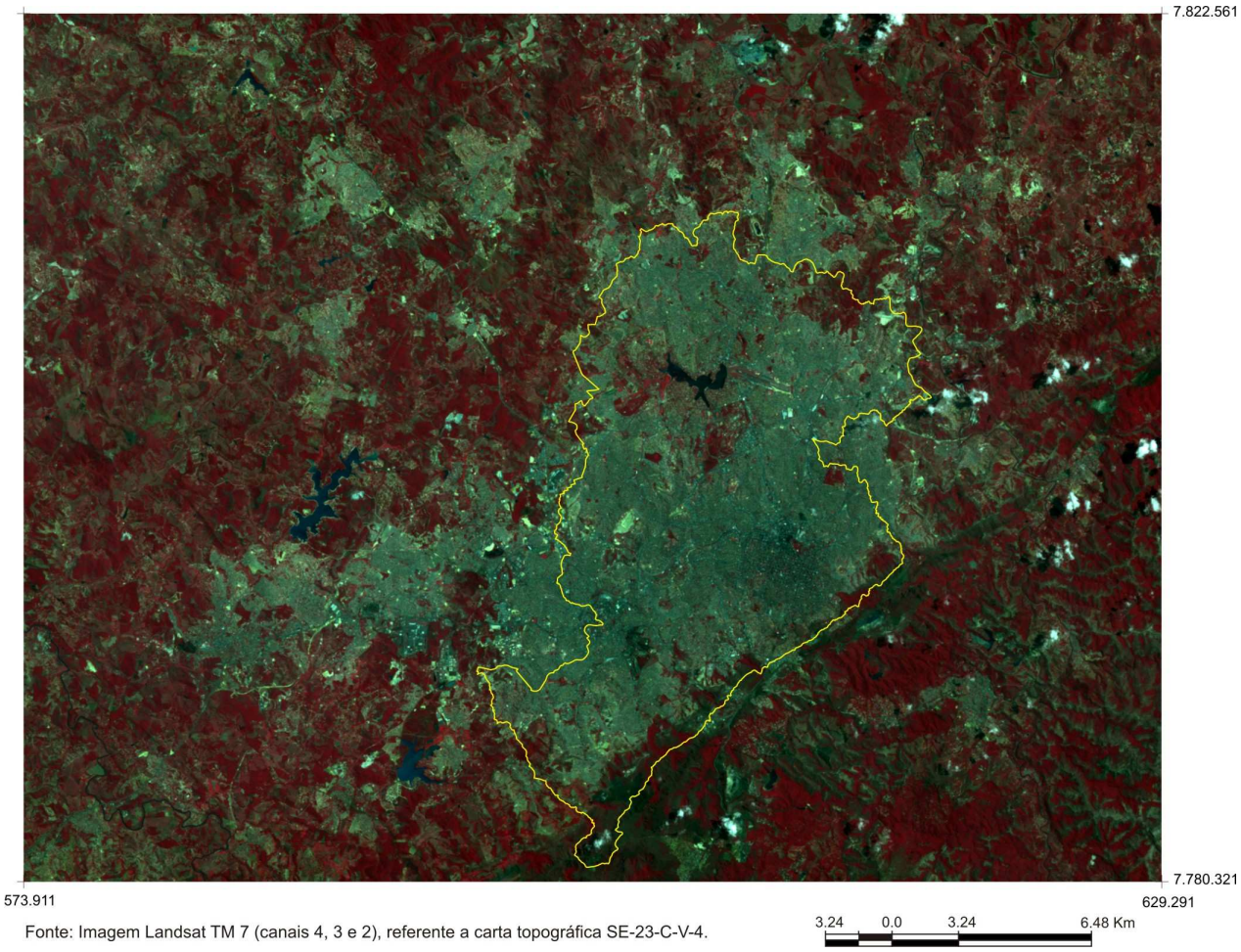


FIGURA 6: Recorte espacial utilizado para o mapeamento das unidades climáticas "naturais" e urbanas.

Foi elaborado um roteiro metodológico com o objetivo de mapear e caracterizar as unidades climáticas “naturais” e urbanas do município (Quadro 3). Para atingir este propósito, analisaram-se os modelos teóricos (teoria) e diversos procedimentos metodológicos utilizados recentemente nas pesquisas em climatologia urbana (modelos empíricos), tentando, com isso, avaliar as condições de aplicabilidade de um destes para realidade prática do estudo proposto.

A metodologia (método) adotada foi desenvolvida e inspirada nos trabalhos realizados por MONTEIRO (1976), MONTEIRO e SEZERINO (1990), BRANDÃO (1996), TARIFA e ARMANI (2001a, b) e FIALHO (2002), envolvendo escalas de organização climática do nível local até o regional.

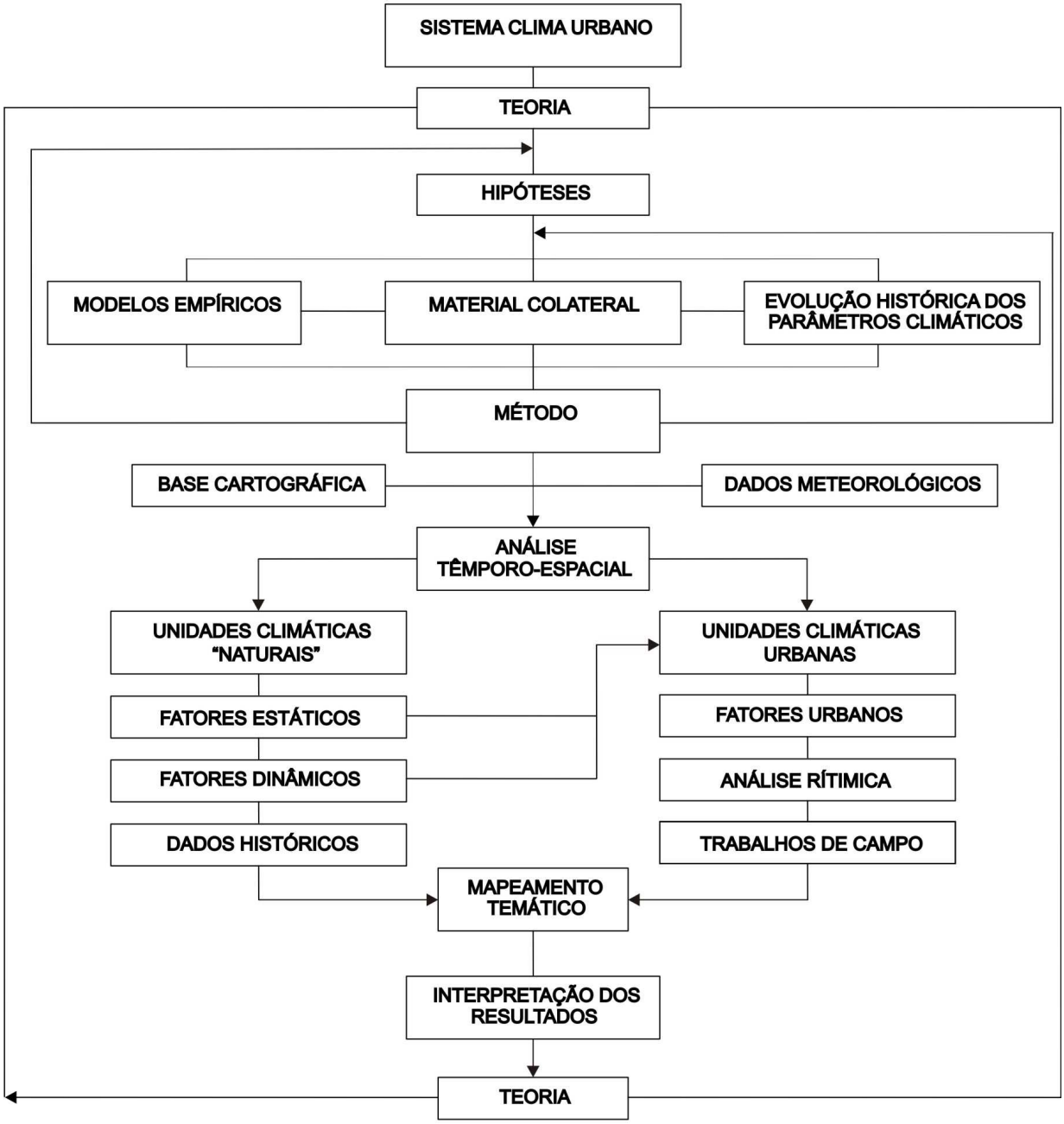
Constam no escopo teórico-metodológico deste trabalho levantamentos bibliográficos (material colateral) acerca da evolução histórica e econômica do município de Belo Horizonte e de seus principais atributos geo-ecológicos: fatores estáticos (hipsometria, morfologia do terreno, vegetação, rede de drenagem e uso do solo) e fatores dinâmicos relacionados à circulação atmosférica. Dessa forma, a estrutura do sistema clima urbano proposta para a capital mineira está pautada nas características naturais e nos elementos antrópicos de seu sítio.

Para o mapeamento das unidades climáticas foram utilizados dados meteorológicos do 5º Distrito de Meteorologia (5ºDISME/INMET), da Estação Meteorológica da Pampulha (INMET/UFMG), do Aeroporto da Pampulha (SBBH), do Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (SIMGE/IGAM/INPE-CPTEC) e informações obtidas nos trabalhos de campo.

A partir da apreciação dos modelos teóricos e empíricos observados na literatura consultada, subsidiada pela análise da evolução histórica dos principais parâmetros meteorológicos entre 1911 a 2009 e trabalhos de campo, formularam-se as hipóteses sobre a configuração do Sistema Clima Urbano de Belo Horizonte.

É importante ressaltar que estas unidades estão associadas intimamente à modelização cartográfica (mapeamento temático). A inter-relação entre os parâmetros meteorológicos e os fatores geo-ecológicos do sítio urbano determinou as dimensões espaciais de cada categoria. A análise rítmica (MONTEIRO, 1969 e 1971) foi empregada na avaliação diária dos dados meteorológicos e na caracterização dos sistemas atmosféricos que atuaram durante os trabalhos de campo.

QUADRO 3: Roteiro Metodológico I: Aspectos Gerais



Org. Wellington Lopes Assis (2008)

2.1. Escalas e Unidades Climáticas

Sabe-se que não é possível encontrar dois tipos climáticos idênticos no globo. Entretanto, é factível definir regiões ou áreas onde o comportamento dos parâmetros meteorológicos seja relativamente homogêneo. Esta uniformidade caracteriza uma região ou unidade climática.

Em função de a atmosfera ser um "contínuo" e de não possuir limites físicos concretos, as dimensões espaciais e a transição entre as unidades climáticas foi definida de forma arbitrária. Utilizou-se, para tanto, balizadores relacionados a algum componente geo-ecológico ou ao comportamento médio dos parâmetros meteorológicos. Os fluxos de energia estabelecidos pelas diferentes superfícies e a configuração topográfica definem a ordem de grandeza destas unidades. Optou-se pelas seguintes categorias:

- **Topoclima**: caracteriza locais com comportamentos microclimáticos parecidos ao nível da *camada de cobertura urbana* (UCL). Podem estar associados a um tipo de uso do solo (área residencial, área comercial, área industrial, parque, bairro, etc) ou a condições topográficas específicas (divisor de água, vale, colina, vertente, etc). As dimensões espaciais variam de 100m até 10.000m na horizontal e podem chegar aos 1000m de altitude.

- **Mesoclima**: caracteriza vários topoclimas, essencialmente ao nível da *camada limite urbana* (UBL), e corresponde à influência integrada dos bairros. São consideradas a atuação de barreiras topográficas, grandes bairros, avenidas e distritos industriais. Pode estender-se horizontalmente de 1000m até 20.000m e verticalmente exceder os 3.000m de altitude.

- **Clima local**: abarca vários mesoclimas entre a *camada limite urbana* (UBL) e a *camada-limite planetária* (PBL)[23] Corresponde à influência das duas principais unidades geomorfológicas do município, Serras do Quadrilátero Ferrífero e Depressão de Belo Horizonte, ou ao comportamento atmosférico integrado de grandes porções do tecido urbano. Pode estender-se horizontalmente de 5000m até 20.000m e verticalmente exceder os 3.000m de altitude.

Apesar de não terem sido mapeadas as unidades microclimáticas, devido à variedade e multiplicidade das edificações e elementos urbanos individuais, sabe-se que cada ponto de observação utilizado nos trabalhos de campo responde pela situação atmosférica direta e imediata em torno deste ponto. A extrapolação das condições meteorológicas observadas

[23] PBL – Planetary Boundary Layer (OKE, 2004).

em cada amostra para uma área maior, ou seja, o estabelecimento de padrões de homogeneidade foi conseguido através da análise e interpolação estatística[24].

2.2. Base Cartográfica

Qualquer pesquisa sobre o clima urbano requer inicialmente uma caracterização detalhada dos fatores estáticos e dinâmicos que controlam o comportamento da camada-limite planetária. Dentre estes se destacam a hipsometria, a morfologia do terreno, a cobertura vegetal, a rede de drenagem, a circulação atmosférica, o tipo de uso do solo, a densidade demográfica e a caracterização das principais fontes de emissão de calor no tecido urbano.

Para o mapeamento das unidades climáticas naturais e urbanas do município foi necessária a confecção de uma base cartográfica que permitisse visualizar e combinar os fatores acima citados com as alterações antrópicas observadas. Estas informações também serviram de base para a escolha dos pontos amostrais e plotagem dos parâmetros meteorológicos obtidos em campo. Como principais ferramentas destacam-se o mapa hipsométrico, o modelo digital de terreno, o mapa de uso do solo e o mapa de densidade demográfica.

A base cartográfica utilizada, em especial as informações topográficas e as divisões administrativas das regionais e bairros, foi elaborada a partir dos dados produzidos pela Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte S.A. (PRODABEL, 2001 e 2002) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1979a e 1979b). Utilizaram-se cartas topográficas e plantas cadastrais produzidas por esses órgãos nas escala de: 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000 e 1:50.000. Todas as informações encontram-se georeferenciadas em coordenadas planas no sistema de projeção Universal Transverso de Mercator (UTM) com as seguintes características:

- Meridiano central de -45º Greenwich, articulação na folha SE-23-Z-C-VI-3;
- Sistema geodésico SAD 69 (South American Datum of 1969);
- Datum horizontal vértice Chuá (MG);
- Datum altimétrico[25] marégrafo Imbituba (SC).

[24] A interpolação é o procedimento pelo qual se estimam valores de uma variável em área interior aos pontos de amostragem disponíveis, permitindo representar em mapa, de forma contínua, o comportamento de variáveis selecionadas pontualmente (ANDRIOTTI, 2003).

[25] Datum Altimétrico: ponto fixo fundamental, solidamente materializado, cuja altitude foi determinada em relação ao nível médio do mar (OLIVEIRA, 1980). É utilizado como ponto de partida e referências às altitudes determinadas nos nivelamentos topográficos.

Foram utilizados os softwares *ArcGis 9.2* e *MapInfo 8.5* para confecção do MDT e de todos os mapas temáticos, incluindo os cartogramas das unidades climáticas naturais e urbanas. Para elaboração dos gráficos com variação temporal e espacial dos parâmetros meteorológicos obtidos em campo foi utilizado o software *Surfer 8.0*.

2.2.1. Mapa Hipsométrico e Modelo Digital de Terreno (MDT)

O mapa hipsométrico e o modelo digital de terreno foram de fundamental importância para a espacialização das unidades climáticas, pois o comportamento da temperatura, da umidade relativa e dos ventos é influenciado diretamente pela altitude e morfologia do terreno.

Primeiramente foi corrigida a hipsometria e acrescentadas algumas curvas de nível na base digital elaborada pela PRODABEL (2001), utilizando neste processo o software MapInfo 8.5. Existiam pequenos erros topológicos em algumas cotas altimétricas e em determinadas partes do arquivo faltava a isoípsa com seu valor. Esta base possui curvas de nível em intervalos contínuos de 5 em 5 metros, a menor com 675m e a maior com 1510m, apresentando uma amplitude de 835m.

O segundo passo foi criar uma base de dados topográficos em malha triangular, arquivos do tipo .*tin (triangular irregular network)*, no software ArcGis 9.2. Esta base possibilitou gerar o MDT e outros cartogramas. Para cada um dos vértices (nós) dos triângulos foram armazenadas as coordenadas de localização (x, y) e o atributo z, representando a altitude ou algum dos parâmetros meteorológicos coletados em campo. Neste procedimento, unem-se os pontos de maneira a formar uma triangulação e só depois se realiza a interpolação para obtenção das isolinhas.

Para Rocha (2007), os modelos gerados em malha triangular facilitam a incorporação de descontinuidade do terreno como linhas de estrutura (divisores e talvegues), breaklines (estradas, trilhas) e áreas planas (platôs, superfície de lagos), sem a necessidade de grandes quantidades de dados.

Na terceira etapa elaborou-se o mapa hipsométrico (FIG.7) e o modelo digital de terreno (FIG.22) no software ArcGis 9.2[26]. Após realização de alguns testes, optou-se por utilizar o método matemático de Krigagem. Segundo Andriotti (2003), este método permite estimar melhor um valor desconhecido *Z*, por uma combinação de *n* valores conhecidos, além de fornecer uma estimativa que obedece a um critério de minimização de variância de erro.

[26] Utilizou-se o aplicativo ArcSene do software ArcGis 9.2 para gerar o modelo digital de terreno (MDT).

Dos seis métodos disponíveis no software ArcGis 9.2 para classificação e estabelecimento dos intervalos das classes altimétricas, a quebra natural foi o que melhor representou as principais unidades topográficas. Ao todo foram estabelecidas oito classes hipsométricas.

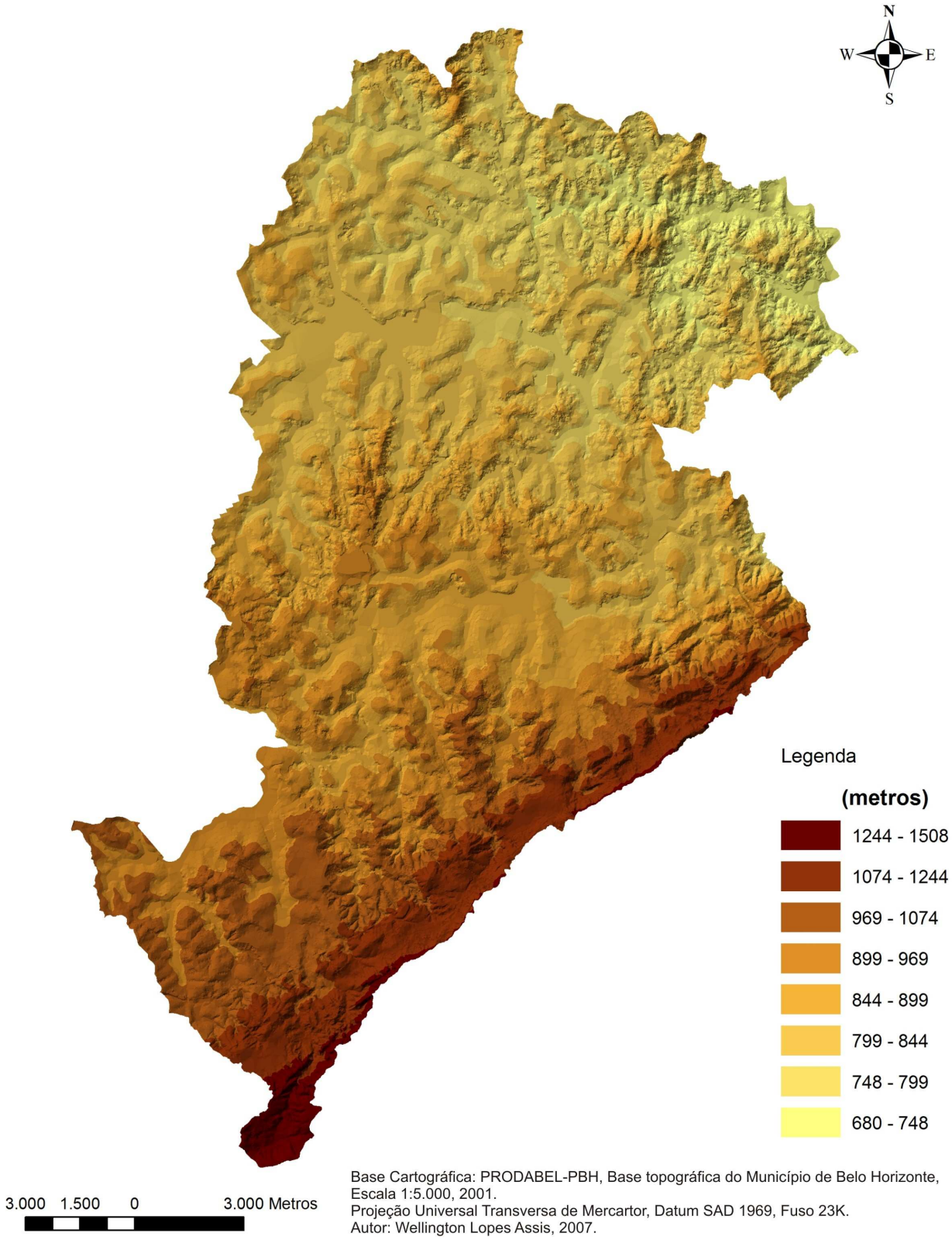


FIGURA 7: Mapa hipsométrico do município de Belo Horizonte - MG.

2.2.2. Mapa de Uso do Solo e Mapa de Densidade Demográfica

A maioria dos estudos sobre clima urbano tem como ferramentas cartográficas básicas um mapa de uso do solo e um mapa de densidade demográfica. São documentos imprescindíveis na determinação dos pontos amostrais, para coleta dos parâmetros meteorológicos obtidos em campo, e na delimitação das unidades topo e mesoclimáticas (MONTEIRO, 1990c, ASSIS, 1999).

Para a elaboração do mapa de uso do solo, optou-se por utilizar a metodologia já consolidada de interpretação visual de fotografias aéreas e imagens de satélite de alta resolução espacial, considerando que ambos os produtos aparentam ser equivalentes em termos de conteúdo informativo (CREPANI *et al.*; ROCHA, 2007).

Segundo Avery e Berlin (1992), a fotointerpretação pode ser entendida como uma metodologia que utiliza técnicas na análise de imagens e que permite a obtenção de informações sobre esta. É o ato de examinar imagens com o propósito de identificar objetos e julgar o seu significado. Este processo envolve três etapas distintas: a fotoleitura ou fotorreconhecimento, a fotoanálise e a fotointerpretação.

A fotoleitura consiste numa interpretação preliminar para familiaridade e reconhecimento inicial de objetos e feições presentes nas imagens. Na fotoanálise os objetos e feições identificados são avaliados e ordenados dentro do contexto em que estão inseridos; isto pressupõe conhecimento técnico e a experiência do fotointérprete. A fotointerpretação propriamente dita é a fase em que o intérprete utiliza os raciocínios lógico, dedutivo e indutivo, para compreender e explicar os objetos identificados nas duas etapas anteriores.

De acordo com Kurkdjian (1986), as características mais importantes para a interpretação e espacialização dos tipos de uso do solo através de fotografias aéreas e imagens de satélite são: forma, tamanho, sombra, tonalidade/cor, padrão, textura, localização e relação de aspectos. Dependendo dos objetivos do estudo proposto, cada um desses elementos assume uma importância maior ou menor junto aos outros, sendo fundamental para este procedimento a escala dos dados utilizados, uma vez que esta vai possibilitar também uma maior ou menor generalização dos objetos que estão sendo analisados. Neste trabalho foram utilizados a forma, o tamanho, o padrão e a textura como principais elementos de diferenciação no estabelecimento das classes.

Em função da complexidade e da variedade dos tipos de uso do solo observadas no município de Belo Horizonte, e levando em consideração que um dos objetivos deste estudo

foi delimitar e caracterizar as unidades topoclimáticas e mesoclimáticas urbanas, optou-se por classificar a tipologia predominante para cada quadra (ou polígono), georeferenciada a partir da base cartográfica elaborada pela PRODABEL (2006).

O mapa oficial com as zonas de uso e ocupação do solo, baseado na Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo do Município de Belo Horizonte[27], foi utilizado apenas como uma primeira aproximação, tendo em vista a identificação de algumas discrepâncias entre o real e o legal - o que é determinado no zoneamento nem sempre é observado *in situ*.

O processo de classificação foi realizado em duas etapas. Na primeira foram utilizadas imagens de alta resolução do satélite QuickBird[28] e fotografias aéreas do município nas escala de 1:2.000 e 1.8.000. Na segunda etapa foram visitados alguns locais que durante o processo de fotointerpretação geraram dúvidas em relação ao tipo de uso do solo predominante. Destinou-se uma cor e um código numérico para cada classe (TAB.3); esse processo facilitou a elaboração do mapa temático (FIG.8) no software MapInfo 8.5. Ao todo foram adotadas 11 classes de uso do solo, a saber:

TABELA 3: Classes de uso do solo predominante do município de Belo Horizonte.

Tipo de Uso	Cor	Código
Área Residencial até 2 pavimentos	Bege	1
Área Residencial de 3 até 7 pavimentos	Amarelo	2
Área Residencial de 8 até 16 pavimentos	Laranja	3
Área Comercial e Serviços até 2 pavimentos	Rosa Claro	4
Área Comercial e Serviços de 3 até 7 pavimentos	Rosa	5
Área Comercial e Serviços de 8 até 16 pavimentos	Vermelho	6
Área Verde / Horto Florestal / Parques / Praças	Verde	7
Área Não Urbanizada	Marrom	8
Área Industrial / Mineração	Cinza	9
Área de Uso Especial	Azul-Céu	10
Aglomerados / Vilas	Verde Brilhante	11

O mapa de densidade demográfica (FIG.9) foi confeccionado através dos dados populacionais e a área de cada setor censitário[29] do município de Belo Horizonte, ano 2000. Segundo o IBGE (2000), para que não houvesse discrepâncias entre os setores as dimensões territoriais destes deveriam variar de acordo com a densidade demográfica das unidades de planejamento (UPs), número de quarteirões, morfologia urbana, entre outros.

[27] Lei n.º 8.137, de 21 de dezembro de 2000: contém normas para a execução de parcelamentos do solo (loteamento e desmembramento), para obras de edificações e para a localização de uso e o funcionamento de atividades (BELO HORIZONTE, 2000).
[28] Disponível no site Google Earth: http://earth.google.com/download-earth.html.
[29] Setor Censitário é a unidade territorial oficial de coleta dos dados demográficos, definido pelo Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia através de limites físicos identificados em áreas contínuas e respeitando a divisão político-administrativa do Brasil. O Território Nacional foi dividido em 215.811 setores para a realização do Censo Demográfico de 2000, 2563 só para o município de Belo Horizonte (IBGE, 2000).

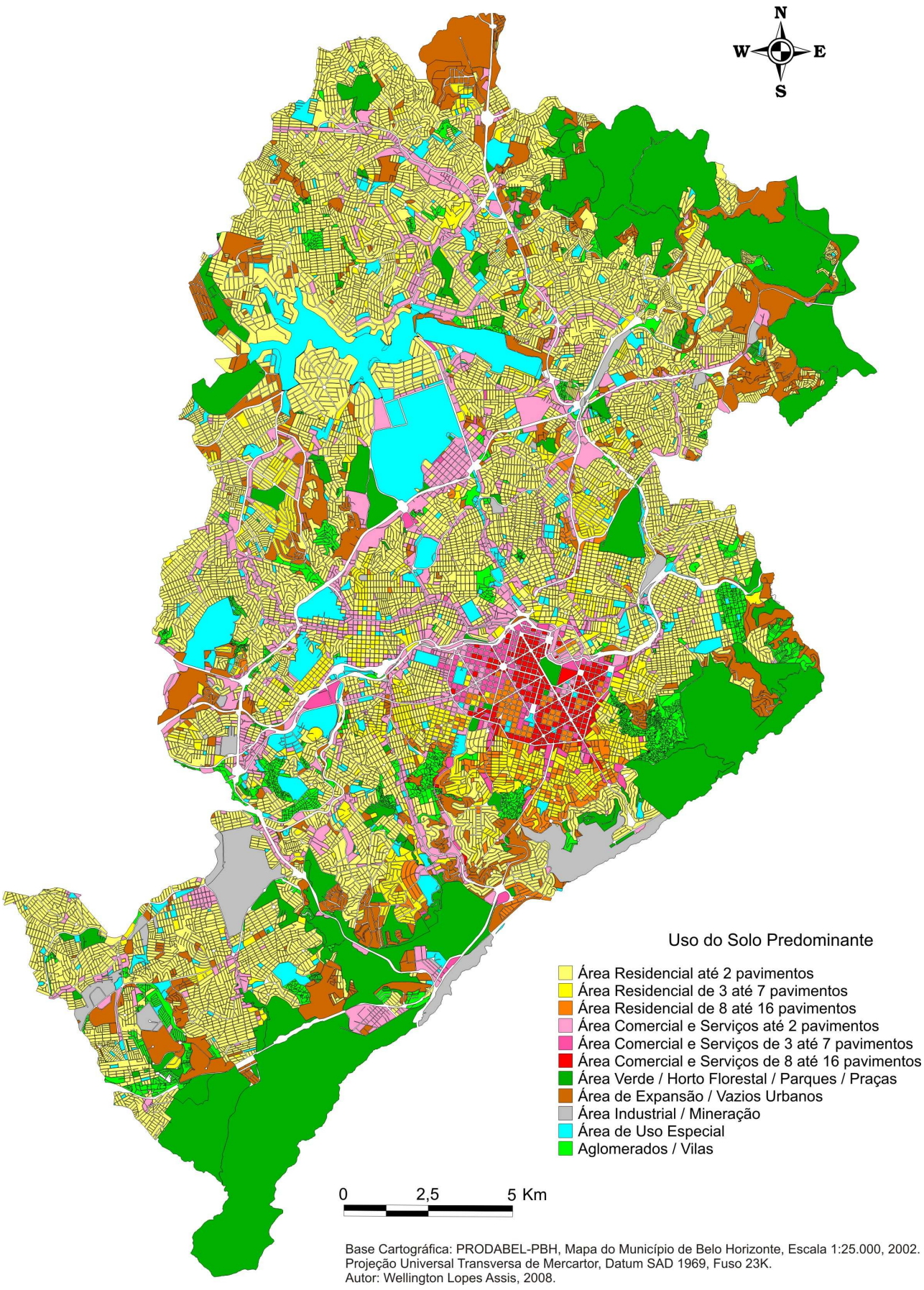


FIGURA 8: Mapa de uso do solo do município de Belo Horizonte - MG.

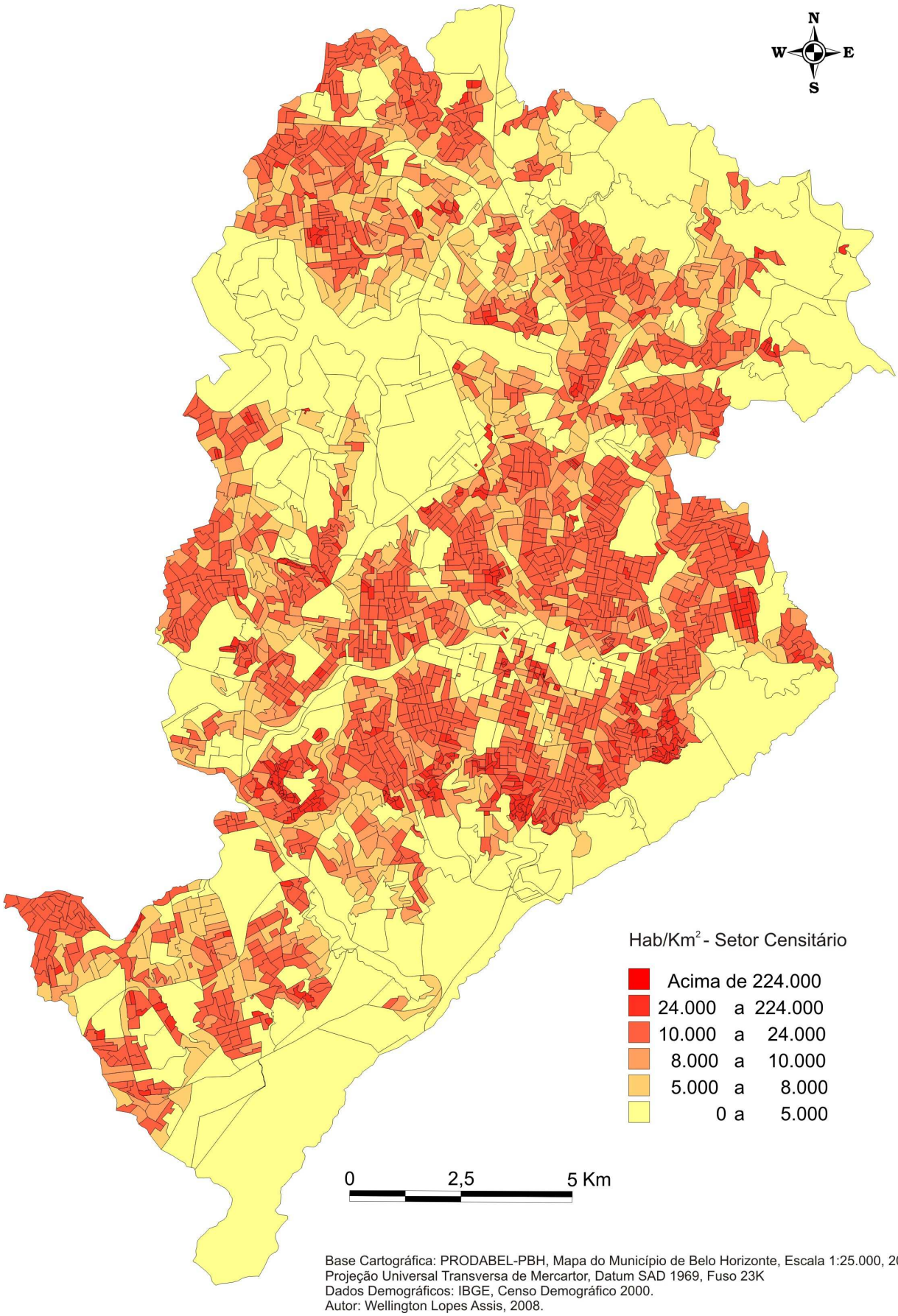


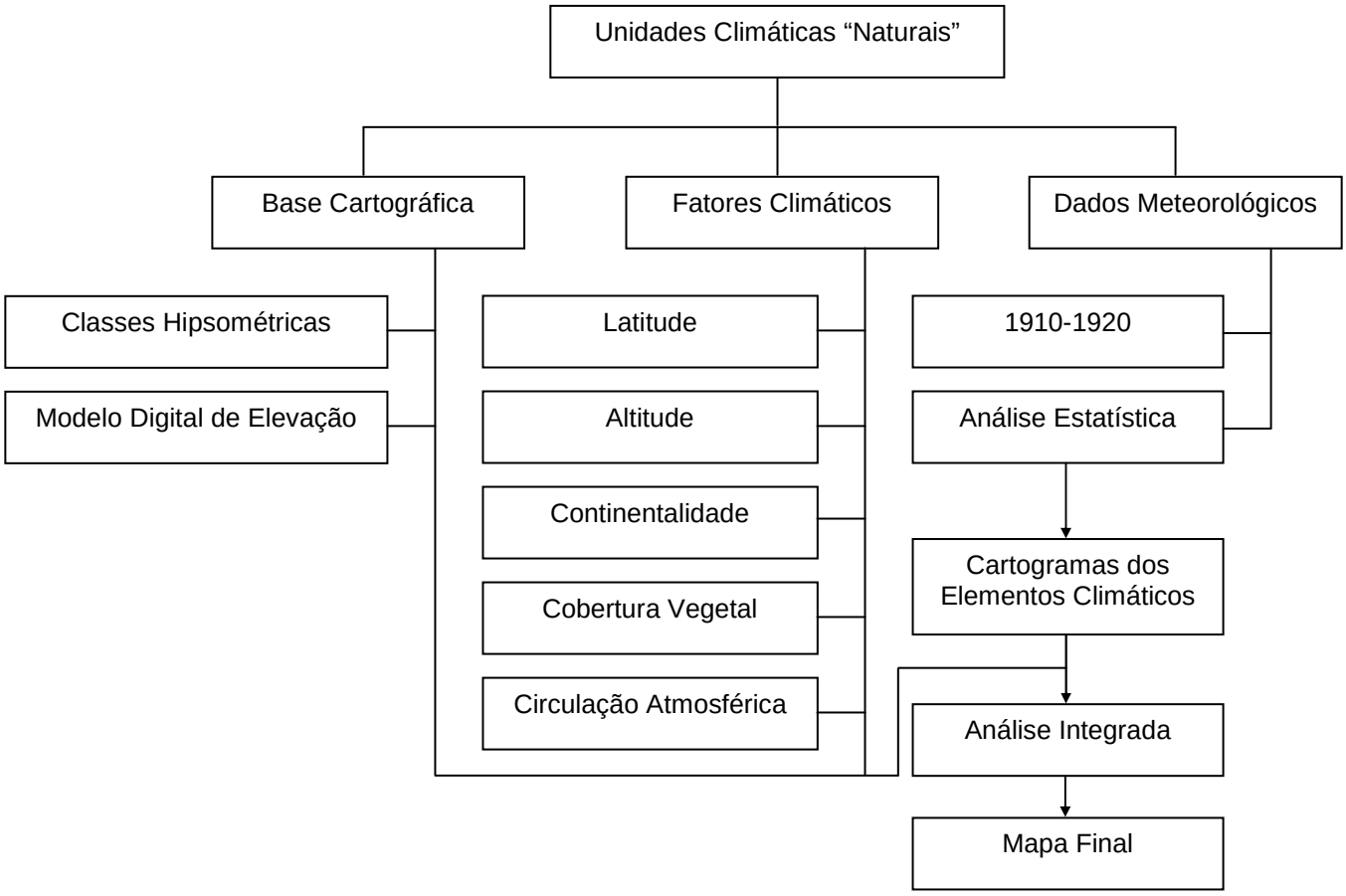
FIGURA 9: Mapa de densidade demográfica do município de Belo Horizonte – MG. Elaborado a partir dos setores censitários definidos pelo IBGE (2000).

2.3. Elaboração do Mapa das Unidades Climáticas “Naturais”

O mapeamento das unidades climáticas “naturais” do município de Belo Horizonte foi desenvolvido com o objetivo de visualizar o comportamento médio de alguns parâmetros meteorológicos em uma realidade urbana simplificada. Para tanto, foi necessário abstrair as profundas modificações geoecológicas ocorridas em seu sítio no pós-guerra, decorrentes do acelerado processo de urbanização e industrialização.

Os limites das unidades climáticas foram definidos conjugando-se informações de controle climático local e homogeneidade estatística dos parâmetros meteorológicos sobre a topografia. Procurou-se identificar a influência da morfologia do terreno e da cobertura vegetal na caracterização dos topoclimas e mesoclimas, conforme ilustrado no roteiro metodológico 2 (Quadro 4).

QUADRO 4: Roteiro Metodológico II: Climas “Naturais”



Org. Wellington Lopes Assis (2008)

Apesar dos esforços estatísticos no sentido de “sintetizar” o comportamento médio dos elementos climáticos em unidades singulares, determinadas pela interação dos fatores estáticos com os parâmetros meteorológicos, há que se reconhecer que seus limites são

artificiais. Como discutido no capítulo 1, sobre escalas e hierarquias climáticas, a atmosfera é um meio contínuo e, portanto, não possui fronteiras ou demarcações rígidas na transição entre as unidades de análise.

Como destaca Tarifa e Armani (2001a), a concepção metodológica de espaços climáticos "naturais" é apenas um artifício analítico, um ponto de partida, para entender melhor as interações superfície-atmosfera entre as várias escalas climáticas e acompanharmos a evolução têmporo-espacial dos parâmetros meteorológicos.

2.3.1. Dados Históricos

Os registros meteorológicos oficiais mais antigos do município de Belo Horizonte foram realizados em 1893 pela equipe do engenheiro Aarão Reis, a cargo do Eng. Samuel Gomes Pereira, com o objetivo de avaliar as condições ambientais do sítio onde seria construída a nova capital do Estado (BARRETO, 1995). Neste levantamento, a coleta de dados deteve-se em apenas quatro meses (janeiro, fevereiro, março e abril de 1893).

Apesar da importância destas informações para a identificação das condições atmosféricas "naturais" do município, não foi possível utilizá-las devido ao curto período amostral[30]. Nessa época as instalações urbanas limitavam-se à presença de alguns assentamentos nas proximidades da antiga matriz de Nossa Senhora da Boa Viagem de Curral d'El Rey e do Arraial de Venda Nova.

Para a espacialização das unidades climáticas foram utilizados dados mensais do antigo posto meteorológico de Belo Horizonte[31] entre 1910 e 1920, instalado na época no Parque Municipal nas imediações da atual Escola de Medicina da UFMG. Oficialmente, foi o primeiro local na capital mineira destinado à coleta de dados meteorológicos e considerado como representativo para a caracterização do clima local (anexo 1).

Essa série histórica é a que melhor representa as condições do clima natural de Belo Horizonte. A urbanização neste período era de baixa intensidade e praticamente limitava-se à Avenida do Contorno e a pequenos assentamentos na atual Regional Venda Nova. Eram raras as edificações acima de quatro pavimentos e o asfalto estava restrito a algumas ruas e

[30] As primeiras estações meteorológicas no Brasil datam do final do século XIX, mas a criação de um sistema de estações bem distribuídas por todo o País somente aconteceu no pós-guerra, com a criação do Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET), atual Instituo Nacional de Meteorologia (INMET).

[31] Nos documentos oficiais do 5º Distrito de Meteorologia (5ºDISME/INMET), consta que este posto entrou em operação no dia 03 de março de 1910, funcionando até 30 setembro de 1920 quando de sua transferência para a Praça da Liberdade. Pelas coordenadas da época localizava-se a 19º 54' 00,0"S e 02h 53' 43,0"W, o que equivale a 19º 55' 29,5"S e 43º 57' 06,9"W pelas coordenadas atuais. O abrigo meteorológico estava a 857 metros em relação ao nível médio do mar.

avenidas. A cidade era extremamente arborizada e contava com inúmeros córregos e regatos livres de canalização.

Optou-se por utilizar variáveis meteorológicas que pudessem assumir qualquer valor no intervalo de sua variação, entre máximos e mínimos, em relação à altimetria, tais como: temperatura média compensada, temperatura máxima, temperatura mínima e umidade relativa. Por este motivo, não foram utilizados dados de precipitação, pois se trata de uma variável meteorológica de caráter pontual. Além disso, neste período (1910 a 1920), oficialmente só existiam dois pluviômetros no município, um localizado no Parque Municipal (1ª Classe) e o outro instalado na Gameleira (2ª Classe).

Apesar de trabalhar apenas com os dados médios mensais, cada unidade climática em diferentes níveis de hierarquia (local, topo e mesoclimático) guarda estreita relação com as várias superposições temporais (anual, mensal e diária).

2.3.2. Processos de Interpolação e Confecção dos Cartogramas

Na elaboração do mapa das unidades climáticas "naturais" foram criados, primeiramente, alguns modelos que representassem o comportamento médio da temperatura e umidade relativa em relação às variações altimétricas e morfométricas da superfície, simuladas no modelo digital de terreno.

Foram selecionadas determinadas curvas de nível para representar a variação destes parâmetros meteorológicos com base no gradiente térmico vertical médio da atmosfera, razão adiabática seca[32]. A partir da amplitude altimétrica do MDT optou-se pelas seguintes isoípsas: 700m, 800m, 860m[33], 900m, 1000m, 1100m, 1200m, 1300m, 1400m e 1500m.

A razão de 0,65ºC/100m foi empregada para o cálculo da temperatura do ar (média, máxima e mínima), obtida nos termômetros de bulbo seco (Td), e para o cálculo da temperatura do ar saturado, registrada no termômetro de bulbo úmido (Tw). Com base nestas informações, computou-se o valor da depressão psicrométrica para cada intervalo altimétrico, estimando o valor da umidade relativa (UR%) para os respectivos níveis (TAB.4).

[32] A Razão Adiabática Seca (RAS) no valor de 0,65ºC/100m, razão estática ou ambiental, é aplicada quando se quer saber a variação média da temperatura com a altitude em um ar seco, não se levando em consideração a variável tempo (t) desta variação (AYOADE, 1991, p.20; BARRY e CHORLEY, 2003, p.25; COLE, 1975, p.129; FERREIRA, 2006, p.52; SONNEMAKER, 2005, p.18; VAREJÃO-SILVA, 2003, p.105; VIANELLO e ALVES, 1991, p.31). Se a atmosfera estiver saturada utiliza-se a Razão Adiabática Úmida (RAU) no valor médio de 0,40ºC/100m..

[33] A curva de 860m foi utilizada, pois o Posto Meteorológico do Parque Municipal estava situado a 857m. Esse procedimento foi realizado no software MapInfo 8.5.

TABELA 4: Teste para obtenção da temperatura e umidade relativa do ar, em relação à altitude, utilizando a Razão Adiabática Seca (RAS)

Belo Horizonte - MG / Posto Meteorológico do Parque Municipal

Coord. da época: 19º 54' 00,0"S e 02h 53' 43,0"W Altitude: 857,0m

Coord. atuais: 19º 55' 29,5"S e 43º 57' 06,9"W

Nível	Cota (m)	Temperatura do Ar (°C)				Depressão Psicrométrica	Umidade Relativa (%)	
		Média Comp.	Máxima	Mínima	Sensível (Tw)		UR1	UR2*
1	700	20,9	26,9	15,8	18,0	2,9	74,0	75,0
2	800	20,3	26,3	15,2	17,4	2,9	74,0	75,0
3	857	19,9	25,9	14,8	17,0	2,9	74,0	75,0
4	860	19,9	25,9	14,8	17,0	2,9	73,0	74,0
5	900	19,6	25,6	14,5	16,7	2,9	73,0	74,0
6	1000	19,0	25,0	13,9	16,1	2,9	73,0	74,0
7	1100	18,3	24,3	13,2	15,4	2,9	72,0	73,0
8	1200	17,7	23,7	12,6	14,8	2,9	72,0	73,0
9	1300	17,0	23,0	11,9	14,1	2,9	71,0	72,0
10	1400	16,4	22,4	11,3	13,5	2,9	70,0	71,0
11	1500	15,7	21,7	10,6	12,8	2,9	70,0	71,0
Média		18,6	24,6	13,5	15,7	2,9	72,4	73,4
Mediana		19,0	25,0	13,9	16,1	2,9	73,0	74,0
Desvio padrão		1,7	1,7	1,7	1,7	0,0	1,5	1,5
Variância da amostra		2,9	2,9	2,9	2,9	0,0	2,3	2,3
Curtose		-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,0	-1,0	-1,0
Assimetria		-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	0,1	-0,5	-0,5
Intervalo		5,2	5,2	5,2	5,2	0,0	4,0	4,0
Mínimo		15,7	21,7	10,6	12,8	2,9	70,0	71,0
Máximo		20,9	26,9	15,8	18,0	2,9	74,0	75,0

Altitude Minima = 675m

Altitude Máxima = 1510m

Amplitude Altimétrica = 835m

RAS (Razão Adiabática Seca) = 0,65℃/100m

* Corrigida pela tabela psicrométrica

Cota altimétrica do Posto Meteorológico instalado no Parque Municipal

Umidade Relativa utilizada na interpolação

Fonte dos Dados: 5ºDISME/INMET (1910 a 1920)

Organizado por Wellington Lopes Assis (2008)

Para gerar as superfícies estatísticas que aproximassem a variação da temperatura e da umidade relativa com os parâmetros altimétricos e morfométricos, foi necessário realizar interpolações. Os modelos que criam superfícies com base em procedimentos de interpolação, de forma geral, representam a variável em estudo como uma combinação da variabilidade em larga e pequena escala. Segundo Druck *et al.* (2004, p.80), são consideradas três grandes abordagens:

- *Modelos determinísticos de efeitos locais*: cada ponto da superfície é estimado com base apenas na interpolação dos valores das amostras mais próximas, utilizando funções como *inverso da medida do quadrado da distância*;

- *Modelos determinísticos de efeitos globais*: a suposição implícita, nesta classe de interpoladores, é de que, para a caracterização do fenômeno em estudo, predomina a variação em larga escala, e a variabilidade local não é relevante.

- *Modelos estatísticos de efeitos globais e locais (krigagem)*: cada ponto da superfície é estimado apenas tendo como fundamento a interpolação dos valores das amostras mais próximas, utilizando um estimador estatístico.

Antes das interpolações foi necessário converter o arquivo que representava as curvas de nível, organizados originalmente em formato vetorial, em imagem raster. Para tanto utilizou-se a ferramenta *spacial analyst* do software ArcMap/ArcView 9.2. Cada pixel na imagem gerada foi definido como uma área real de $10m^2$.

Foram testados quatro métodos de interpolação para cada um dos parâmetros meteorológicos através da ferramenta *geostatistical analyst* do software ArcMap/ArcView 9.2: o IDW (Inverse Distance Weighting), KRI (Ordinary Kriging), o RBI (Radial Basis Functions) e o LPI (Local Polynomial Interpolation). A figura 10 contém exemplos de interpolação empregados na obtenção da temperatura média compensada em relação aos intervalos altimétricos. Utilizaram-se os quatro métodos mencionados. Em todos, empregou-se o raio de busca esférico, dividido em quadrantes, para a seleção das amostras, e incluíram-se os 15 vizinhos mais próximos ao pixel cujo valor foi determinado.

A Ponderação do Inverso das Distâncias (IDW) é um método de interpolação determinístico, baseado em parâmetros meramente matemáticos[34]. Apesar de ser muito utilizado para a representação de fenômenos geográficos, ele exige um bom conhecimento sobre a variável interpolada (ANDRIOTTI, 2003).

A Krigagem Ordinária (KRI) é um método de interpolação moderadamente rápido que pode ser preciso, dependendo do modelo de *grid* escolhido (ANDRIOTTI, 2003). Trata-se de um método muito flexível que permite avaliar a autocorrelação espacial a partir de variogramas[35]. O KRI utiliza ferramentas estatísticas que possibilitam uma variedade de resultados: mapa de previsões, predição de erros padrão, probabilidade, etc. Assim como no IDW, a krigagem requer um bom conhecimento sobre a variável interpolada. Segundo Druck et al (2003) e Andriotti (2003) este processo de interpolação apresenta a propriedade de não ser tendenciosa e de minimizar os erros inferenciais.

[34] Este procedimento pode formar contornos concêntricos ("bulls eyes") ao redor dos pontos amostrados.
[35] Variograma é uma função intrínseca que demonstra a estrutura do fenômeno analisado, medindo as relações estatísticas pelas co-variâncias que existem entre as amostras separadas por sucessivos valores (ANDRIOTTI, 2003). Utiliza gráficos que medem a autocorrelação espacial através de pares de ponto dentro do universo amostral. Esta ferramenta correlaciona a distância (h) e a correlação dos valores (γ) analisados.

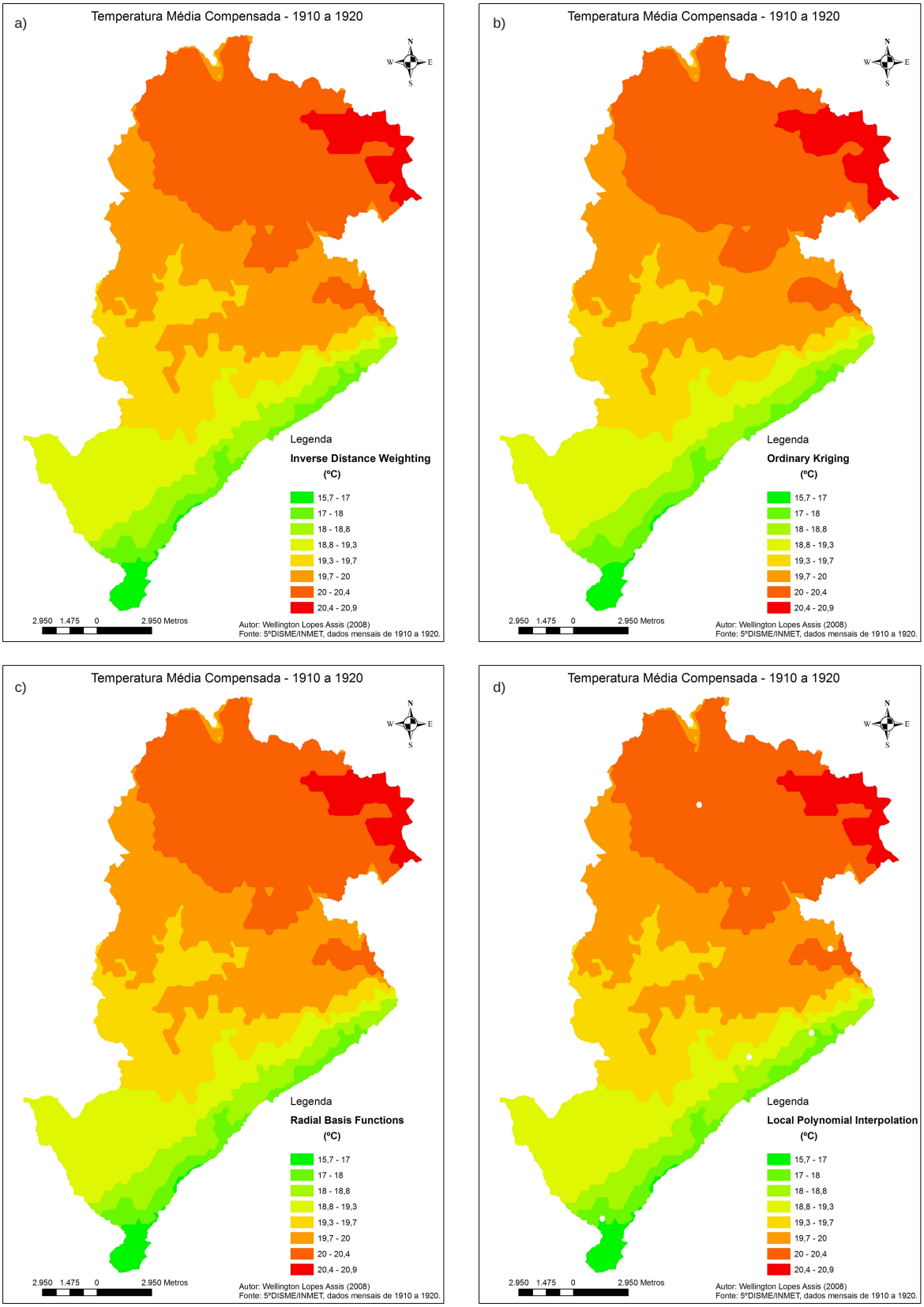


FIGURA 10: Métodos de interpolação testados para o mapeamento das unidades climáticas “naturais” do município de Belo Horizonte: IDW (a), KRI (b), RBF (c) e LPI (d).

A Função Básica Radial (RBF) também é um interpolador determinístico. Apesar de ser mais flexível do que o IDW exige um número maior de parâmetros de decisão: raio de busca

dos pontos amostrais, direção de busca, número de vizinhos próximos, anisotropia[36], etc. O método fornece superfícies estatísticas que são comparáveis às formas geradas pela krigagem. Porém, segundo Druck et al (2004), não permite investigar a autocorrelação dos dados e nem fazer suposições ou prognósticos, tornando-se menos flexível e mais automático do que o KRI.

O Polinomial Local (LP) é um interpolador determinista parecido com o RBF, porém menos preciso pois não permite investigar a autocorrelação dos dados. De acordo com o tutorial do software ArcGis 9.2, o LPI fornece superfícies estatísticas que sejam comparáveis à formas geradas pela krigagem. Entretanto, nos modelos gerados neste estudo este comportamento não foi observado: existem alguns “buracos” e espaços vazios na superfície interpolada.

Após serem testados os quatro métodos de interpolação, variando em cada modelo os parâmetros de decisão e estabelecendo diferentes intervalos, chegou-se à conclusão que a Krigagem Oridinária (KRG) representou melhor a distribuição espacial dos parâmetros meteorológicos em relação à altitude, morfologia e vegetação. Dois fatores respaldaram esta escolha: as isolinhas geradas neste modelo são mais suavizadas, seguindo as principais feições topográficas do sítio de Belo Horizonte, e não existem falhas na superfície interpolada.

2.3.3. Unidades Taxonômicas dos Climas “Naturais”

A partir dos modelos gerados pelo processo de krigagem foi confeccionado o mapa das unidades climáticas naturais do município de Belo Horizonte. Para tanto foi necessário associar (fusionar) as informações representadas por cada cartograma (temperatura média compensada, temperatura máxima média, temperatura mínima média e umidade relativa) em um único modelo (FIG.11). Este procedimento foi realizado no software ArcGis 9.2.

A delimitação espacial das unidades climáticas (local, meso e topo) sobre a superfície foi determinada pela homogeneidade estatística de cada parâmetro meteorológico, sendo que as fronteiras entre estas unidades constituem as *áreas de transição*. Nestas últimas, os elementos que compõem os climas possuem uma uniformidade menos expressiva. O modelo digital de terreno e o mapa hipsométrico foram empregados como balizadores para a determinação dos limites entre as unidades topo e mesoclimáticas.

[36] A anisotropia aqui pode ser entendida como uma quebra de tendência.

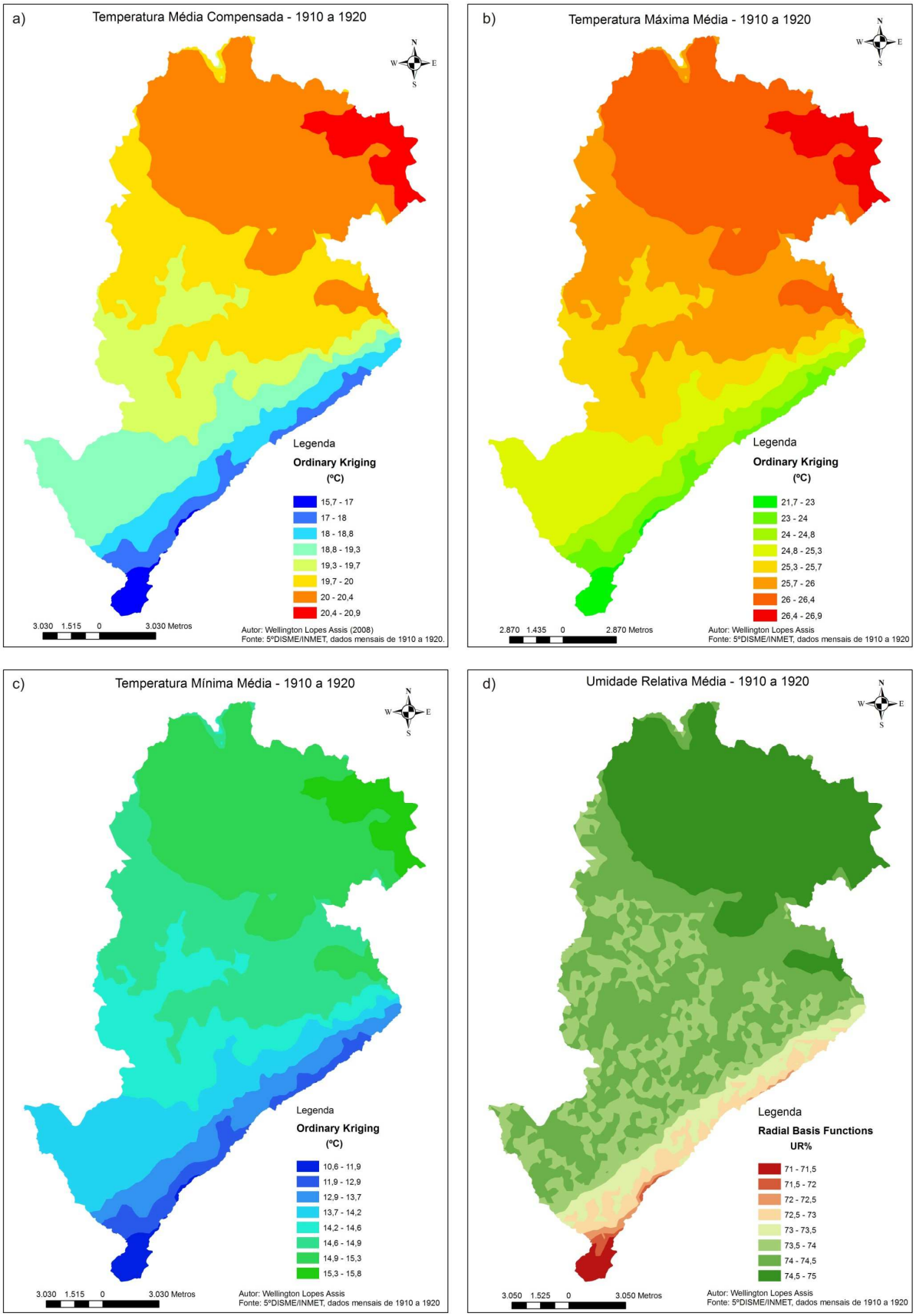
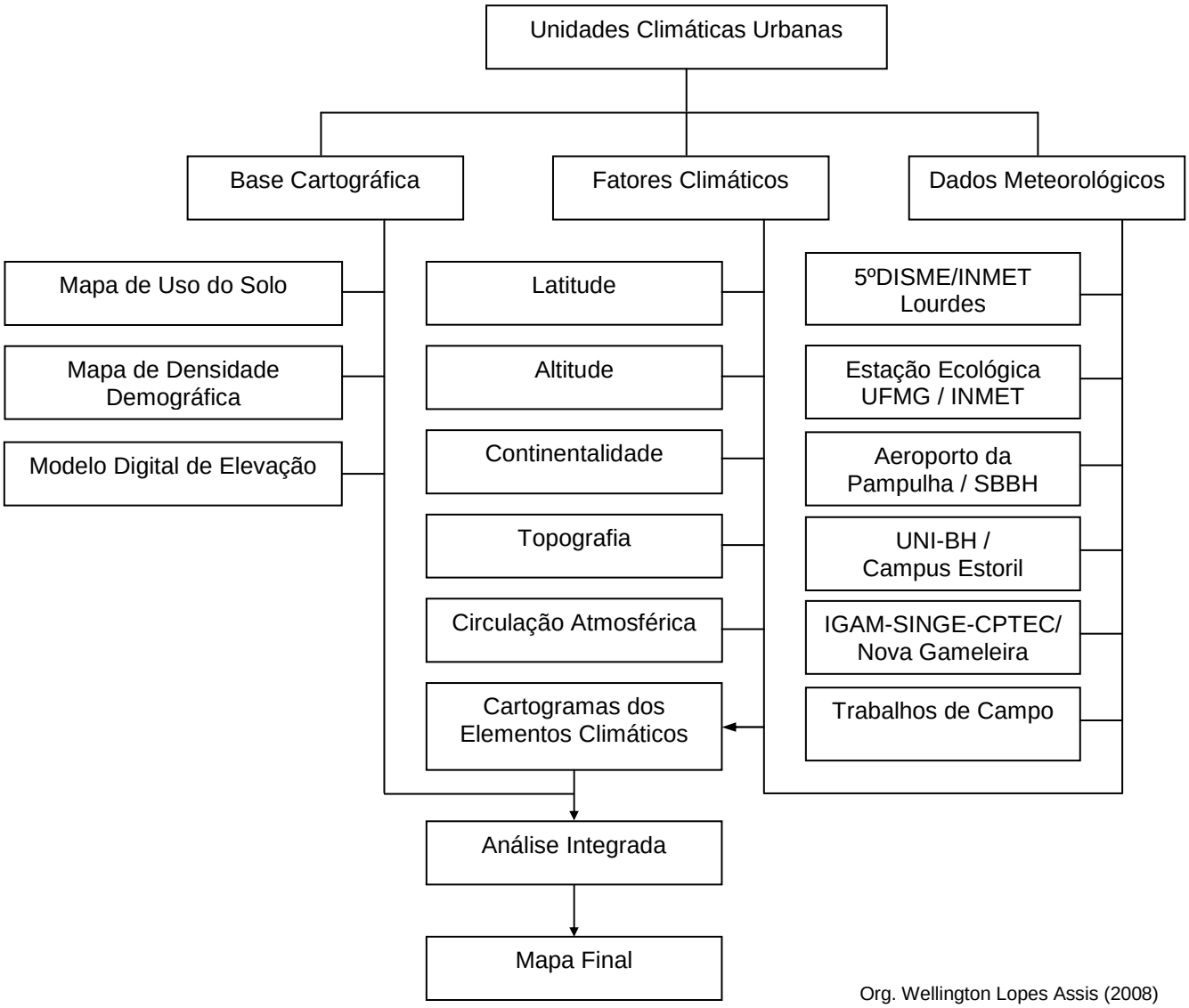


FIGURA 11: Cartogramas dos parâmetros meteorológicos utilizados no estabelecimento das unidades climáticas “naturais” do município de Belo Horizonte: temperatura média compensada (a), temperatura máxima média (b), temperatura mínima média (c) e umidade relativa média (d).

2.4. Elaboração do Mapa das Unidades Climáticas Urbanas

O mapeamento das unidades climáticas urbanas do município de Belo Horizonte foi realizado com o objetivo de visualizar o comportamento médio da temperatura, da umidade relativa e da direção e velocidade dos ventos, em uma realidade urbana complexa. Para a espacialização destas unidades foi necessário sobrepor as diversas camadas de informações obtidas nos trabalhos de campo com aquelas geradas em ambiente SIG. Destes últimos, destacam-se os seguintes cartogramas: mapa de uso do solo predominante, mapa de densidade demográfica e o modelo digital de elevação, conforme ilustrado no roteiro metodológico 3 (Quadro 5):

QUADRO 5: Roteiro Metodológico III: Climas Urbanos



Org. Wellington Lopes Assis (2008)

A interação dos fatores geoecológicos que compõem o tecido urbano permitiu identificar diferentes unidades topo e mesoclimáticas dentro do município, subsidiada pelas respostas termais e hígricas dos trabalhos de campo. Estas foram classificadas de acordo com as

resultantes da sinergia provocada pelos efeitos das ações antrópicas e dos condicionantes da paisagem natural.

2.4.1. Experimentos de campo

De acordo com os estudos de caso referenciados na bibliografia, não existe um número específico de pontos amostrais para coleta das informações sobre o clima urbano. Este levantamento depende das características e do porte da cidade, bem como da quantidade de equipamentos e do corpo técnico capacitado à realização dos trabalhos de campo. A abordagem em campo pode ser em área ou em transecto, com leituras horizontais ou verticais, dependendo da estratégia a ser adotada. Segundo Monteiro (1990c), qualquer que seja a distribuição, deve-se obedecer aos seguintes critérios:

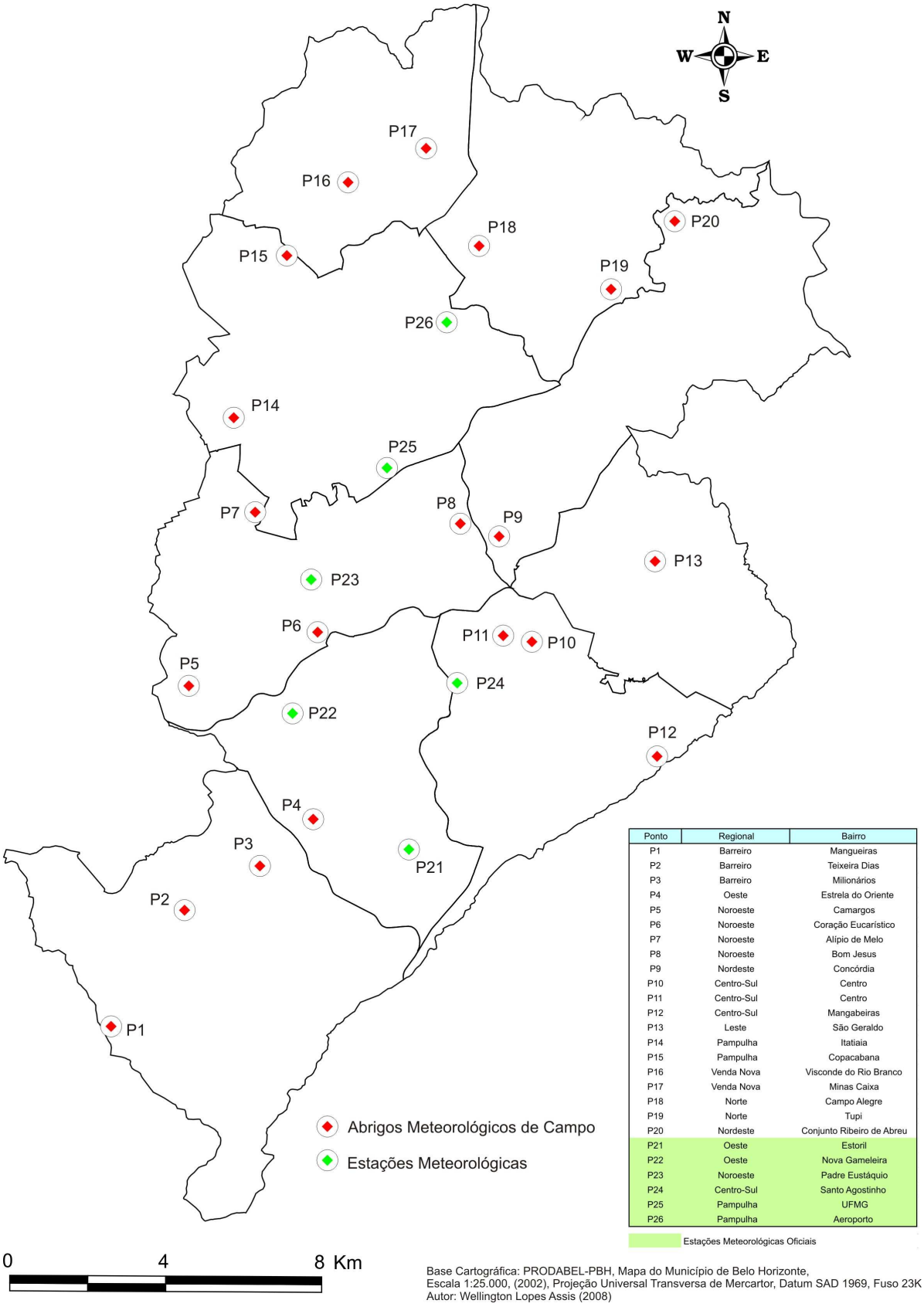
- Unidades morfológicas distintas, ou seja, o caráter geoecológico do sítio sobre o qual se assenta a cidade, independente de serem naturais ou não (aterro, represa, arrasamento de morros, etc.);
- Estrutura urbana (morfologia + funções) de forma integrada;
- Dinâmica urbana (fluxo de veículos, atividades industriais, produção de calor, etc).

Por estes motivos é necessária uma boa base cartográfica e um conhecimento prévio dos condicionantes físicos e urbanos da cidade a ser abordada. A decisão sobre a escolha dos pontos amostrais e o número de equipamentos utilizados neste trabalho foi respaldada nos elementos acima citados.

De acordo com as suposições teóricas e tentando sempre a máxima aproximação dos objetivos da pesquisa, utilizaram-se o mapa de uso do solo e o modelo digital de terreno como referências para a escolha dos pontos amostrais. Foram realizados três experimentos de campo distribuídos nos períodos seco (outono-inverno) e chuvoso (primavera-verão). Coletaram-se dados meteorológicos (temperatura, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos) em intervalos horários a 1,5m da superfície, sob condições atmosféricas estáveis e instáveis – as fichas de campo encontram-se nos apêndices 3 e 4.

No primeiro e segundo experimentos de campo foram utilizados vinte abrigos meteorológicos, distribuídos ao longo do município (FIG.12) (apêndice 1). O primeiro ocorreu entre os dias 21 e 30 de agosto de 2008 (período seco) e o segundo entre os dias 03 e 18 de março de 2009 (período chuvoso). Também foram utilizadas informações das seguintes estações meteorológicas: 5ºDISME/INMET (P24), Estação Ecológica UFMG (P25), Aeroporto da Pampulha (P26), SIMGE/IGAM/INPE-CPTEC (P22) e Estação do Uni-

BH (P21). Os dados do Aeroporto do Carlos Prates (P23) não foram empregados na confecção dos cartogramas dos campos I e II, pois só disponibilizaram dados no intervalo das 06h às 18h.



Ponto	Regional	Bairro
P1	Barreiro	Mangueiras
P2	Barreiro	Teixeira Dias
P3	Barreiro	Milionários
P4	Oeste	Estrela do Oriente
P5	Noroeste	Camargos
P6	Noroeste	Coração Eucarístico
P7	Noroeste	Alípio de Melo
P8	Noroeste	Bom Jesus
P9	Nordeste	Concórdia
P10	Centro-Sul	Centro
P11	Centro-Sul	Centro
P12	Centro-Sul	Mangabeiras
P13	Leste	São Geraldo
P14	Pampulha	Itatiaia
P15	Pampulha	Copacabana
P16	Venda Nova	Visconde do Rio Branco
P17	Venda Nova	Minas Caixa
P18	Norte	Campo Alegre
P19	Norte	Tupi
P20	Nordeste	Conjunto Ribeiro de Abreu
P21	Oeste	Estoril
P22	Oeste	Nova Gameleira
P23	Noroeste	Padre Eustáquio
P24	Centro-Sul	Santo Agostinho
P25	Pampulha	UFMG
P26	Pampulha	Aeroporto

Estações Meteorológicas Oficiais

Base Cartográfica: PRODABEL-PBH, Mapa do Município de Belo Horizonte,
Escala 1:25.000, (2002), Projeção Universal Transversa de Mercartor, Datum SAD 1969, Fuso 23K
Autor: Wellington Lopes Assis (2008)

FIGURA 12: Localização dos pontos amostrais em Belo Horizonte, referente ao 1º e 2º trabalhos de campo.

No terceiro experimento de campo foram utilizados quinze abrigos meteorológicos de campo, distribuídos no hipercentro[37] da cidade (FIG.13), mais os dados do 5ºDISME/INMET (P1) (apêndice 2). As coletas iniciar am-se as 12h00min do dia 05 de junho e terminaram as 12h00min do dia 06 de junho de 2009 (período seco). A questão foi verificar quais seriam as áreas do tecido urbano que apresentariam os maiores ganhos térmico e até que ponto o centro da cidade, suposto como de maior adensamento de edificações e de menor área verde, responderia termicamente de modo diverso da estação meteorológica oficial e das principais áreas verdes intra-urbanas.

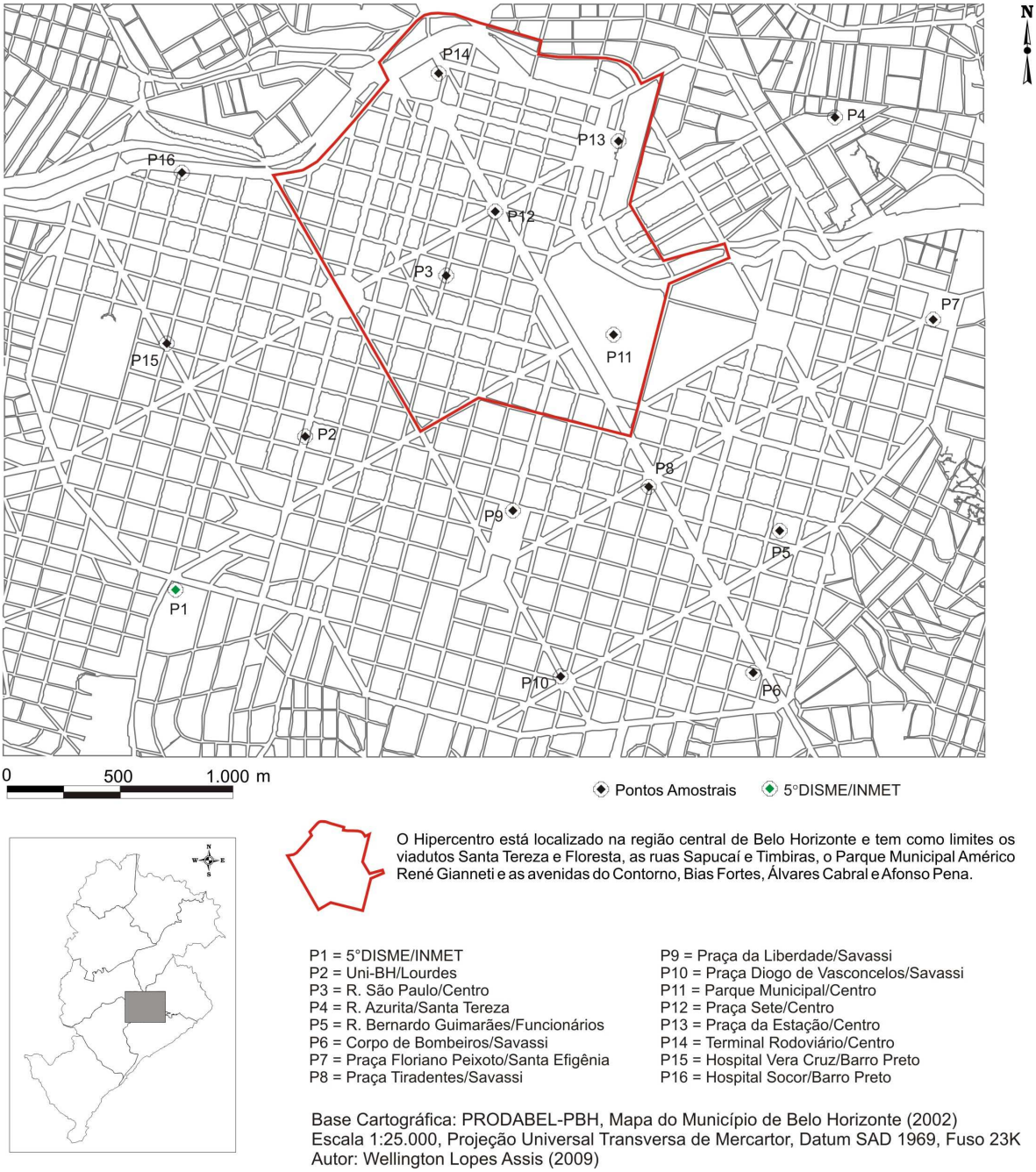


FIGURA 13: Localização dos pontos amostrais no Hipercentro de Belo Horizonte, terceiro trabalho de campo.

[37] Área definida como objeto de zoneamento (ZHIP) pela Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo Urbano nº 7165 de 27 de agosto de 1996, Cap. II, art. 7o., XXV (BELO HORIZONTE, 2000).

2.4.2. Equipamentos Utilizados nos Experimentos de Campo

Os registros de temperatura e da umidade relativa foram realizados por termo-higrômetros datalogger fabricados pela TFA Dostmann / Wertheim©, modelo 30.3015. Esses equipamentos possuem função de visualização da temperatura (máxima, mínima, média e instantânea), temperatura do ponto de orvalho (instantânea), umidade relativa (máxima, mínima, média e instantânea), função de calibração e memória para o registro de até 3000 conjuntos de dados com intervalo de gravação ajustável (FIG.14). Podem receber até 5 sensores externos com alcance de até 100m em campo aberto.

Através do software WS-9010, e um cabo para PC via porta serial RS-232, foi possível obter uma cópia eletrônica dos dados armazenados em todos os canais (interno e externos). As informações foram gravadas inicialmente em extensão *.gr*, e depois exportadas como arquivo de texto (*.txt*). Instalaram-se os termo-higrômetros[38] em abrigos meteorológicos de campo, confeccionados segundo modelo proposto pelo Prof. José Roberto Tarifa do Laboratório de Climatologia da USP (FIG.15). A parte superior e o telhado do abrigo foram feitos de madeira compensada com 10mm de diâmetro. Para aumentar a reflexão (albedo) da radiação solar incidente os abrigos foram pintados de branco.



FIGURA 14: Termo-higrômetro datalogger TFA.



FIGURA 15: Abrigo meteorológico de campo.

[38] Todos os equipamentos e abrigos meteorológicos foram adquiridos com recursos do Projeto FAPEMIG APQ-2122-5.02-07, intitulado “Mapeamento das unidades climáticas urbanas e ilhas de calor do município de Belo Horizonte – MG”.

O modelo original, utilizado nos experimentos de campo de Monteiro e Sezerino (1990) e Assis (1997, 1999 e 2001), empregava madeira na base de sustentação dos abrigos. Este material deixava o abrigo pesado e não possibilitava o seu desmonte para o transporte.

Assis e Pereira (2004) e Assis e Pinto (2006) observaram que apesar dos cuidados empregados durante a impermeabilização e a pintura da madeira, a haste de sustentação empenava com o passar do tempo. Isto dificultava seu nivelamento em áreas mais planas, prejudicando a coleta dos dados, especialmente a direção dos ventos.

Para maior resistência e durabilidade, a base e o suporte do abrigo meteorológico de campo utilizado nesta tese foram construídos com tubos de 1” ½ (chapa 18) e barra de metalon 40x40mm (chapa 16) respectivamente. São leves e estão conectados por pinos rosqueados, o que permite a desmontagem e o deslocamento rápido do equipamento. Todas as especificações técnicas encontram-se no apêndice 5.

Foram realizados testes de 24 horas para validação do novo suporte empregando os dois abrigos meteorológicos, um com suporte de madeira e o outro com suporte de metal. Não foi verificada nenhuma discrepância nos dados registrados. Os novos abrigos meteorológicos (Steven Screen) utilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia também possuem suporte de ferro galvanizado, fixados ao solo por uma base de concreto.

A direção dos ventos nos trabalhos de campo foi obtida com auxílio de uma fita presa na haste do abrigo, marcada com os pontos cardeais. Para a estimativa da intensidade do vento, utilizou-se a escala Beaufort (anexo 2).

2.4.3. Aferições dos termo-higrômetros datalogger

Antes dos trabalhos de campo todos os termo-higrômetros dataloggers foram aferidos. O objetivo foi verificar possíveis falhas no funcionamento ou oscilações que por ventura viessem descartar a utilização de seus dados nas análises do campo térmico e hígrico. A confiabilidade dos equipamentos foi averiguada em três etapas.

Na primeira etapa todos os equipamentos foram numerados com fita adesiva e em seguida colocados em um ambiente sem incidência direta de luz solar, a iluminação artificial permaneceu desligada durante a aferição. Os termo-higrômetros ficaram sobre uma mesa de vidro distante aproximadamente 80,0cm da superfície (FIG.16).

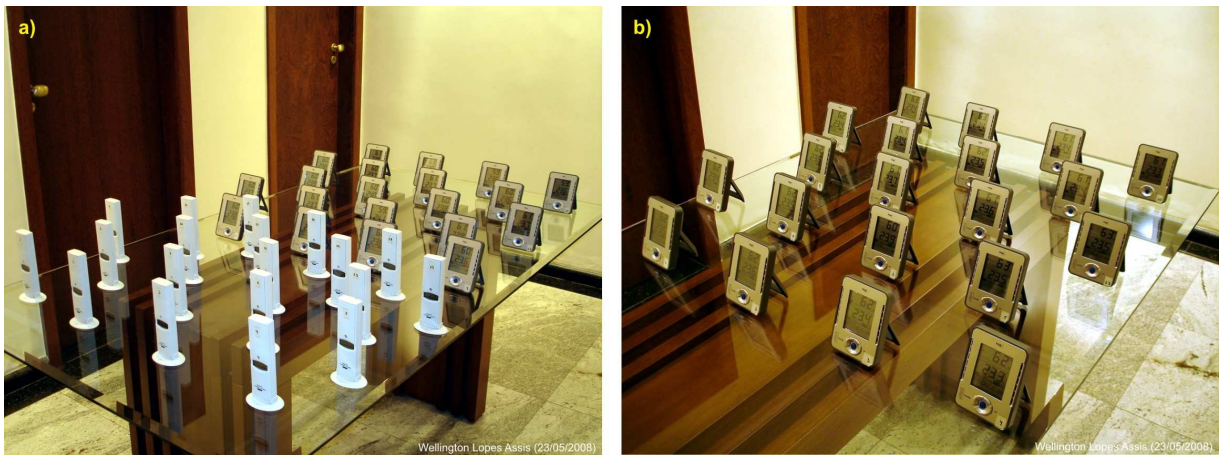


FIGURA 16: Primeira aferição dos termo-higrômetros datalogger. Realizada em ambiente fechado, sem ventilação e incidência direta de luz solar. Na figura 16.a aferição conjunta dos sensores externos e internos e em 16.b somente os sensores internos.

O ambiente foi isolado através do fechamento de todas as portas e janelas e vedamento de pequenas aberturas com pedaços de isopor e ficha crepe. O objetivo foi reduzir a ventilação e estabilizar o máximo possível as condições atmosféricas internas, minimizando as influências externas.

Os equipamentos foram programados para registros contínuos a cada intervalo de 30 minutos, totalizando 121 registros. Esse procedimento começou às 18h30min do dia 02/05/08 e finalizou às 06h30min do dia 05/05/08, conforme apêndices 6 e 7. No mesmo ambiente foram instalados um termômetro convencional de bulbo seco (Td), INCOTERM - intervalo 0,5ºC, e um termo-higrômetro de leitura direta, INCOTERM – modelo 5203.03.0.00[39], para conferir as oscilações entre estes e os dataloggers.

Os resultados mostraram que a máxima variação de temperatura e umidade relativa entre os termo-higrômetros dataloggers foi de 0,3ºC e 2% respectivamente. Em relação ao termômetro convencional e ao termo-higrômetro de leitura direta, não foram registradas discrepâncias acima de 0,2ºC e 1% respectivamente.

Na segunda etapa aferiram-se os termo-higrômetros dataloggers do Instituto de Geociências (IGC/UFMG) com os pares psicrométricos[40] do 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (5ºDISME/INMET), sob a supervisão de um técnico desta Instituição (FIG.17). Devido às dificuldades operacionais de aferir todos os termo-higrômetros datalogger ao mesmo tempo, levou-se somente um aparelho, e a partir deste, aferiram-se os demais.

[39] Termo-higrômetro compostos por dois termômetros, bulbo seco e bulbo úmido, com tabela para conversão direta e visor de aumento para a leitura. O enchimento é composto por mercúrio, escala de –10,0ºC até 50,0ºC e divisão de 1,0ºC. Fabricados pela INCOTERM (Indústria de Termômetros Ltda.).

[40] Termômetros para Psicrômetros, fechamento com cápsula metálica, capilar transparente, enchimento Hg (mercúrio), 15mm. Escala / divisão –15 + 60: 0,2ºC, comprimento 360 mm, imersão total. Fabricante INCONTERM, modelo Tpsi. 5172.



FIGURA 17: Segunda aferição dos termo-higrômetros datalogger. Aferição do termo-higrômetro datalogger TFA nº1 com os termômetros do par psicrométrico padrão do 5º Distrito de Meteorologia (a) sob a supervisão do Sr. Marco Túlio Silva Araújo (b), técnico responsável pelo setor de observação e meteorologia aplicada do 5ºDISME/INMET.

Segundo as normas do Instituto Nacional de Meteorologia e critérios da WMO (World Meteorological Organization), o termo-higrômetro datalogger foi colocado no abrigo meteorológico padrão (Stevenson Screen) 30 minutos antes do início da aferição. As leituras iniciaram-se às 08h30min do dia 21/05/2008 e terminaram às 16h30min do mesmo dia.

Efetuaram-se dezessete leituras de meia em meia hora em intervalos contínuos, onze a mais do que o número de observações mínimas estabelecidas pela WMO. Durante este período não foram observadas variações acima de 0,2ºC e 6,0% entre o termo-higrômetro datalogger e os termômetros padrão de bulbo seco (Td) e úmido (Tw) do 5º DISME/INMET (apêndice 8).

Apesar dos equipamentos destinados ao registro da temperatura e umidade do ar empregados nos trabalhos de campo serem diferentes dos utilizados pelo Instituto de Meteorologia, o tratamento estatístico mostrou uma forte correlação linear entre os mesmos. O valor de *r* foi de 0,9978342 para os dados de temperatura e de 0,9875820 para os dados de umidade relativa.

Para visualizar a relação entre as medidas utilizou-se o diagrama de dispersão. No eixo *y* estão as medidas obtidas no termômetro e higrômetro padrão (5ºDISME/INMET) e no eixo *x,* as medidas do termo-higrômetro datalogger (FIG.18 e 19).

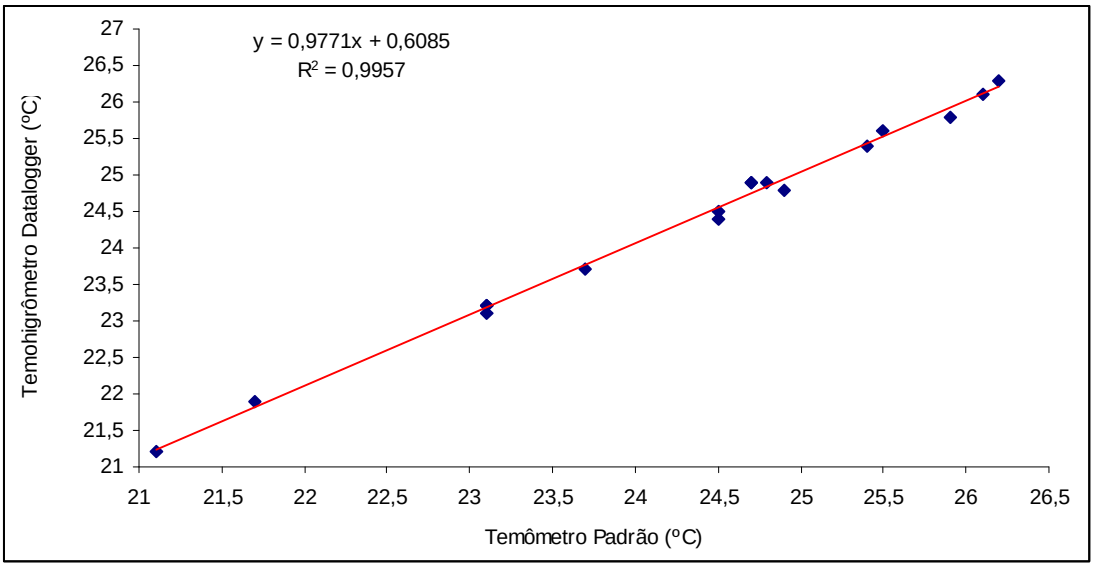


FIGURA 18: Gráfico de dispersão linear entre os dados de temperatura registrados no termo-higrômetro datalogger TFA nº 1 com os termômetros do par psicrométrico padrão do 5ºDISME/INMET.

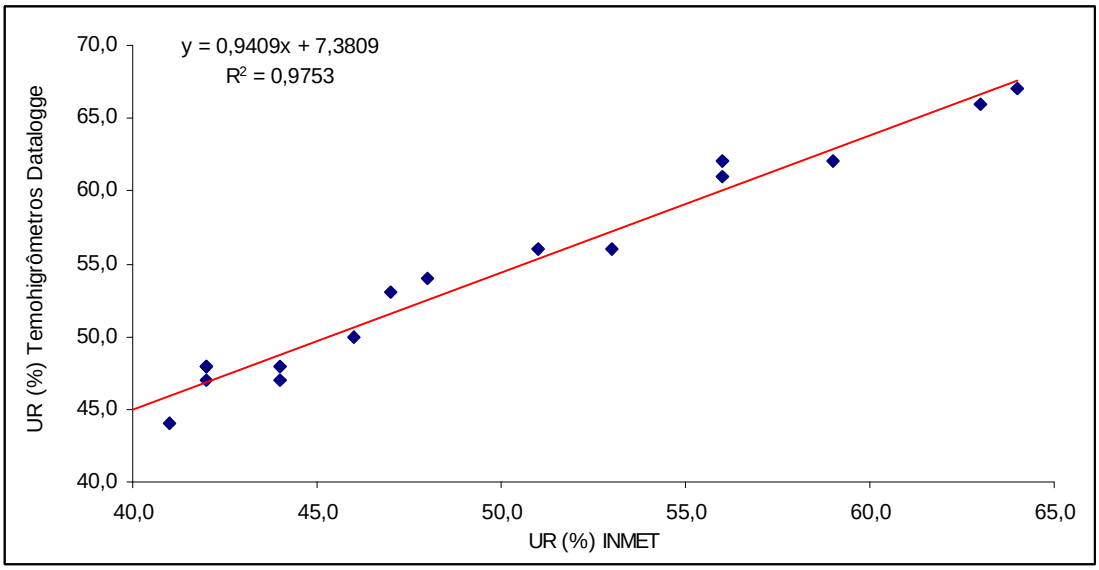


FIGURA 19: Gráfico de dispersão linear entre os dados de umidade relativa registrados no termo-higrômetro datalogger TFA nº 1 com os dados calculados através das informações obtidas nos termômetros do par psicrométrico padrão do 5ºDISME/INMET.

Na terceira e última etapa foram aferidos todos os termo-higrômetros dataloggers, aclopados aos abrigos meteorológicos de campo, no Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (FIG.20). Foram efetuadas 20 leituras em intervalos de 30 minutos, das 08h00min da manhã do dia 06/08/2008 até as 16h00min do mesmo dia e

ano. A máxima variação entre os mesmos foi da ordem de 0,2ºC e 1,0 UR%, observadas no período da tarde.



FIGURA 20: Terceira aferição dos termo-higrômetros datalogger TFA no Instituto de Geociências da UFMG.

Concluiu-se que estas pequenas variações não interferiram na confiabilidade dos dados coletados nos trabalhos de campo, uma vez que as oscilações não foram constantes em todas as três etapas de aferição.

Termômetro Infravermelho

Utilizaram-se dois termômetros infravermelhos no terceiro trabalho de campo com objetivo de comparar o comportamento da temperatura superficial de dois pontos amostrais com a temperatura do ar obtida pelos abrigos meteorológicos instalados nos mesmos locais. Os equipamentos são da marca INSTRUTEMP, modelo ITTI-550 (FIG.21). Estes termômetros possuem uma coleção de lentes que focam a energia infravermelha dentro do sensor. Este último produz uma pequena voltagem de produção, proporcional a temperatura do alvo no qual é processado e exibido.

Foram selecionados os pontos do Parque Municipal (P11) e da Praça Sete (P12), locais com características de uso do solo e emissividade bem diferenciados. No P11 a leitura foi realizada sob a grama e no P12 sob concreto. Em sincronia com as coletas da temperatura do ar, as leituras da temperatura superficial iniciaram-se às 12h00min do dia 05 de junho e terminaram às 12h00min do dia 06 de junho de 2009.



FIGURA 21: Termômetro infravermelho com mira a laser da Instrutemp.

2.4.4. Análise Rítmica e Sinótica

A análise dos tipos de tempo observados durante os trabalhos de campo foi realizada com base nos gráficos de análise rítmica (MONTEIRO, 1969 e 1971), conforme mencionado no roteiro metodológico I (QUADRO 3). Para sua confecção foram considerados os valores da pressão atmosférica, temperatura do ar (máxima, média e mínima), umidade relativa, pluviosidade diária total, direção e velocidade dos ventos. As informações meteorológicas foram obtidas no 5ºDISME/INMET, estação Lourdes.

Como subsídio à interpretação da dinâmica atmosférica e identificação dos sistemas de mesoescala foram utilizadas cartas sinóticas de altitude e superfície (CPTEC/INPE) e imagens meteorológicas dos satélites GOES-8 e METEOSAT nos horários de 00h00min, 12h00min e 18h00min GMT[41].

[41] Material disponível para download em www.cptec.inpe.br, www.inmet.gov.br e www.redemet.aer.mil.br.

2.4.5. Unidades Taxonômicas dos Climas Urbanos

As unidades climáticas urbanas foram elaboradas com base nos dados obtidos no primeiro e segundo trabalhos de campo e na sobreposição destas informações com os mapas de uso do solo (FIG.8), densidade demográfica (FIG.9) e MDT (FIG.24). Os cartogramas da temperatura do ar, umidade relativa e direção e velocidade dos ventos foram gerados no software ArcGis 9.2.

Estas unidades foram consideradas “homogêneas” para cada dimensão das relações entre os fatores estáticos do sítio urbano (topografia, orientação das vertentes, uso do solo, densidade demográfica, altura e densidade das edificações) e para o comportamento médio dos parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, umidade relativa, direção e intensidade dos ventos).

Embora a determinação das unidades climáticas tenha sido o resultado da sobreposição das variáveis meteorológicas com os fatores estáticos citados acima, o principal elemento de definição foi o campo térmico (média e desvio padrão). Não foram empregados algoritmos, ou pesos estatísticos na espacialização das unidades. Todo processo de sobreposição foi realizado manualmente, observando o comportamento das isolinhas (isotermas, isohigras e isotacas) sobre os mapas de uso do solo, densidade demográfica e MDT.

Utilizou-se a quebra natural entre os intervalos de classe para se obter um maior refinamento cartográfico. A topografia e as feições geomorfológicas mais significativas serviram como “ajustadores finos” para a delimitação dos topoclimas e mesoclimas. São fatores geoecológicos importantes na dinâmica dos fluxos de ventos e determinam em grande parte a intensidade do aquecimento diurno em função da maior ou menor exposição das vertentes ao movimento aparente do Sol.

Apesar do ferramental estatístico utilizado nesta proposta de hierarquização e mapeamento dos climas urbanos, encontrou-se certa dificuldade no estabelecimento dos “limites” cartográficos entre as unidades. Isto porque a transição entre os topoclimas e mesoclimas não é absoluta e nem rígida. Existem diversos gradientes térmicos entre o nível inferior (topoclima) e o nível superior (clima local). Estes variam de acordo com o sistema sinótico atuante, com a hora do dia, semana, mês e estação do ano. Por isto, optou-se por utilizar a média e o desvio padrão dos parâmetros meteorológicos como balizadores no processo de sobreposição dos layers.

CAPÍTULO 3 – LOCALIZAÇÃO E OS PRINCIPAIS CONTROLADORES CLIMÁTICOS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

Belo Horizonte completou seu primeiro centenário em 12 de dezembro de 1997. Projetada e construída para ser a capital do Estado de Minas Gerais, em substituição a Ouro Preto, a cidade já superou as expectativas de seus planejadores. No projeto original, estimava-se uma população superior a 200.000 habitantes apenas no século XXI, valor ultrapassado ainda no início da década de 40 (BARRETO, 1995). Segundo a última estimativa populacional realizada pelo IBGE (2009) Belo Horizonte possui uma população de 2.452.617 habitantes e ocupa uma superfície de 331,9 Km^2, o que corresponde a uma densidade demográfica de 7389,6 hab./Km^2.

Evidenciam-se lógicas locacionais e efeitos perversos da urbanização no espaço belorizontino. A maioria dos aglomerados localiza-se em fundos de vale, sujeita a inundações periódicas, ou em áreas de topo com alta declividade, sob risco de constantes deslizamentos. Esta situação reflete em muito na organização espacial do município, gerando inúmeros problemas aos gestores urbanos.

O município apresenta peculiaridades naturais e sociais que formam um universo de análise extremamente favorável ao estudo do clima urbano. Possui feições geográficas que contribuem não só para diferenciações topo e mesoclimáticas em espaços relativamente próximos, como para a exacerbação de problemas resultantes da degradação ambiental, tais como formação de ilhas de calor e concentração de poluentes.

Antes de caracterizar os climas “naturais” e urbanos de Belo Horizonte será necessária uma breve descrição sobre alguns controladores do clima em escala local e regional. Estes interagem e atuam simultaneamente, determinando a distribuição de energia solar e o ritmo de todos os parâmetros meteorológicos da cidade. Dentre estes, destacam-se os fatores de ordem estática (latitude, altitude, topografia e continentalidade) e os fatores dinâmicos (sistemas atmosféricos atuantes).

3.1. Fatores Estáticos

A cidade de Belo Horizonte está localizada na região centro-sul da Zona Metalúrgica mineira e Campos das Vertentes, delimitada pelas coordenadas de 19º 46’ 35” e 20º 03’ 34” de latitude Sul, e 43º 51’ 27” e 44º 03’ 47” de longitude oeste, ao sudeste do centro geográfico do Estado (FIG.22). É delimitada ao sul pelo município de Nova Lima, a sudoeste pelo município de Ibirité, a oes-sudoeste por Betim, a oeste por Contagem, a nordeste pelo

município de Ribeirão das Neves, a norte por Vespasiano, a nordeste por Santa Luzia e a leste pelo município de Sabará.

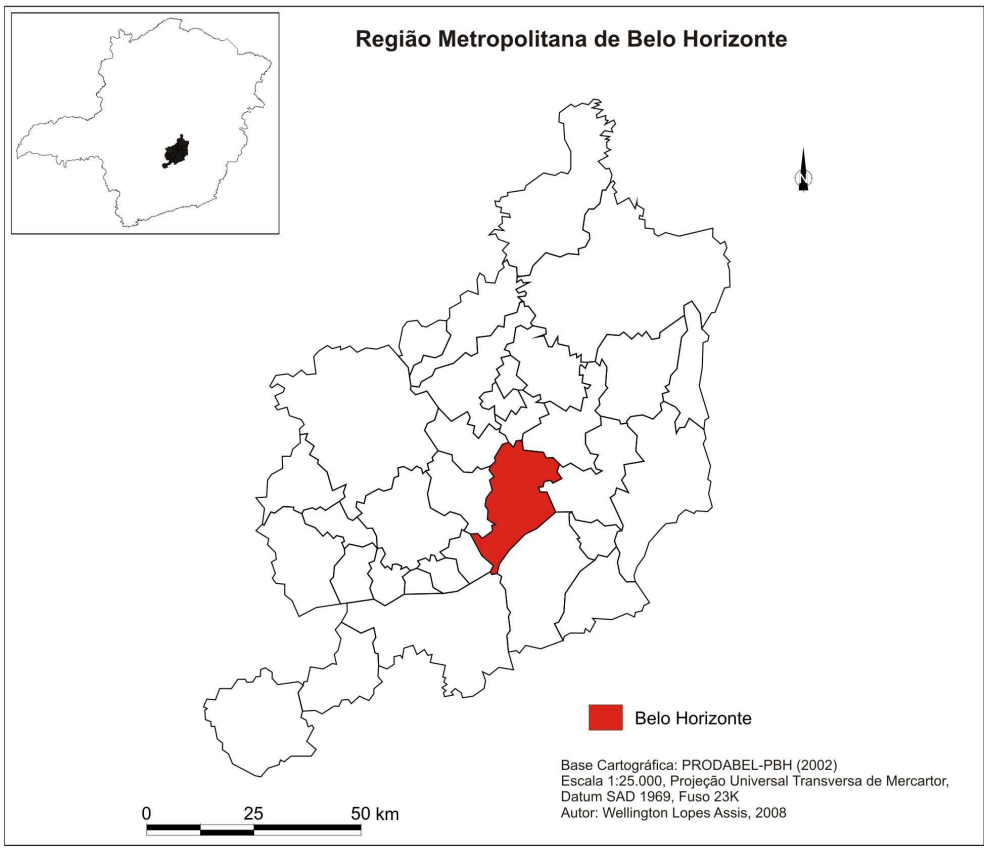


FIGURA 22: Localização do município de Belo Horizonte - MG.

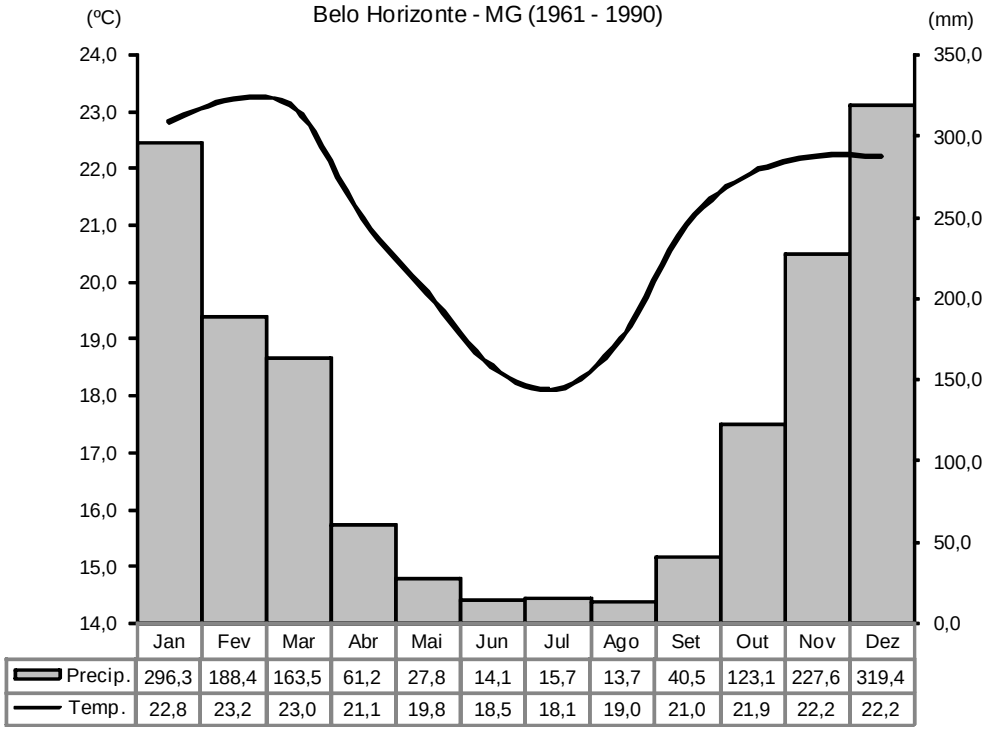
A distância de somente 3º 30’ de latitude do Trópico de Capricórnio implica uma realidade de transição entre a atuação de sistemas atmosféricos típicos dos regimes tropicais, com período seco e úmido definidos, observados em grande parte do Sudeste brasileiro, e aqueles subtropicais, permanentemente úmidos, característicos da região Sul. Em função desta localização, o município é bastante freqüentado pelos avanços de sistemas frontais e linhas de instabilidades, oriundos de Sul e Oeste respectivamente - fatores dinâmicos que definem em grande medida as baixas temperaturas observadas no outono e inverno e mais de 80% da precipitação acumulada anual registrada na capital mineira.

O município está inserido na grande faixa intertropical, sendo possível observar a altura do Sol[42] em 90º (zênite) duas vezes ao ano. Tal fato implica numa relação direta entre a quantidade de radiação incidente e a disponibilidade de energia para o sistema climático local. Como a transferência de energia da superfície para a camada laminar é o principal

[42] É o ângulo formado entre os raios solares e uma tangente à superfície no ponto de observação (AYOADE, 1991: 25). Quanto mais perpendicular for a energia incidente, menor será a área da superfície por ele atingida e maior será a concentração de energia por unidade de área. Este ângulo varia sazonalmente de acordo com a posição da Terra em relação a sua posição no movimento de translação.

responsável pelo aquecimento atmosférico basal, a razão de aquecimento do ar será na mesma proporção da intensidade de energia absorvida ou refletida pela superfície.

Segundo as Normais Climatológicas de 1961 a 1990, a temperatura média anual em Belo Horizonte é de 21,1ºC, com registros extremos de 36,0ºC e 3,1ºC. A média das máximas durante o verão é de 29,0ºC e a das mínimas nos meses de inverno é de 12,9ºC. A precipitação total anual é 1491,3mm, sendo o trimestre mais chuvoso os meses de novembro, dezembro e janeiro (FIG.23). A umidade relativa do ar, média anual, é de 77,3%. As médias mensais mais elevadas ocorrem durante o período chuvoso (verão) e as mais baixas durante o inverno (período seco).



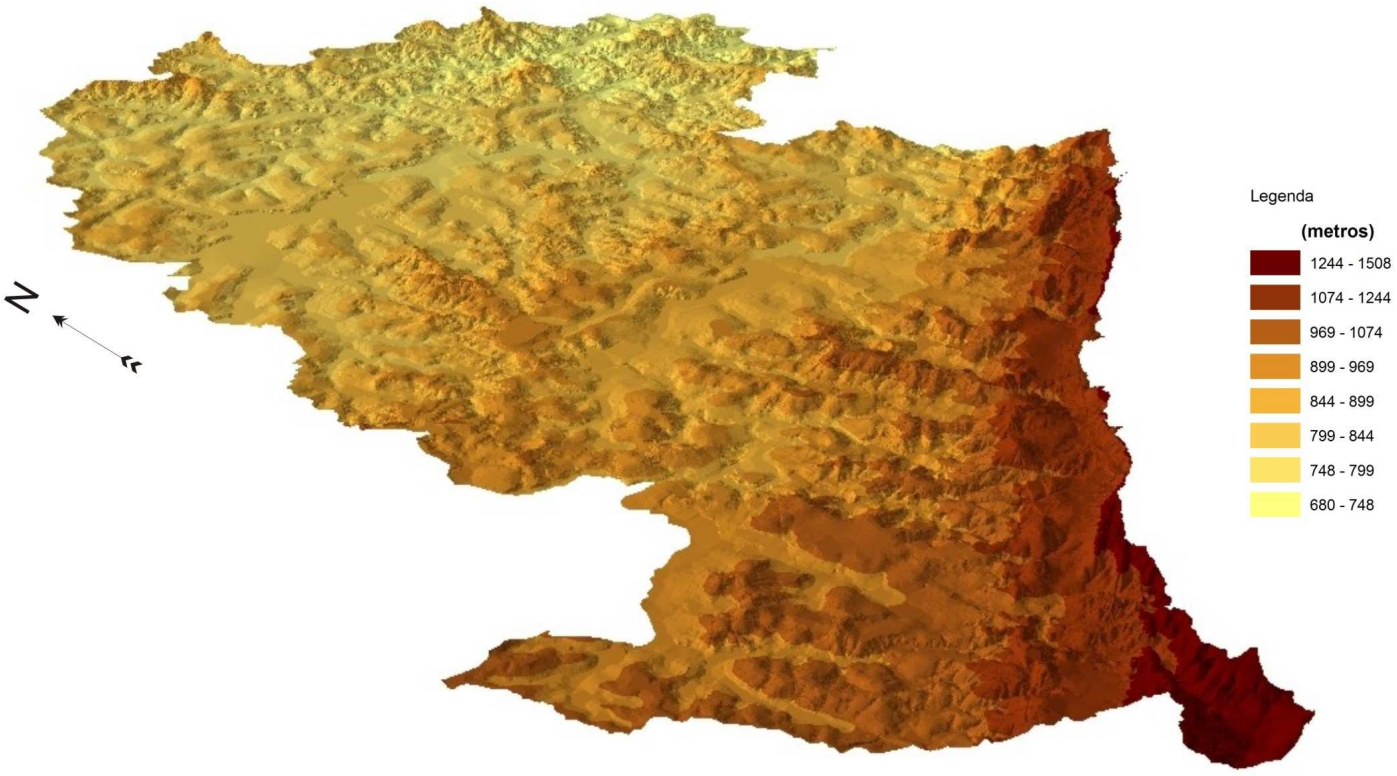
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precip.	296,3	188,4	163,5	61,2	27,8	14,1	15,7	13,7	40,5	123,1	227,6	319,4
Temp.	22,8	23,2	23,0	21,1	19,8	18,5	18,1	19,0	21,0	21,9	22,2	22,2

FIGURA 23: Climograma do município de Belo Horizonte - MG. Fonte: INMET, Normais Climatológicas de 1961 a 1990.

A velocidade média dos ventos à superfície é de 1,4 m/s, com pouca variação durante o ano, e sua direção predominante é de Leste na maior parte do ano, ocorrendo ventos de noroeste, e excepcionalmente de sul, associados à atuação dos sistemas frontais e das linhas de instabilidade (NIMER, 1979; ABREU, 1998).

O clima e a vegetação apresentam uma estreita relação com o relevo. O alinhamento topográfico da Serra do Curral, de orientação nordeste-sudoeste, influencia o comportamento diferencial dos elementos climáticos (FIG.24). A altitude média do sítio de Belo Horizonte é de 860m. Entretanto, existem locais acima de 1500m, extremo Sul da Regional Barreiro, e outros com áreas na faixa de 670m a 800m, os leitos fluviais dos

ribeirões Arrudas e Onça - níveis de base locais. Tal caracterização topográfica tende a “amenizar” as temperaturas na medida em que se eleva na superfície, além de influenciar no campo anemométrico e implicar diferenciações topo e mesoclimáticas dentro da malha urbana.



Fonte: PRODABEL-PBH, Base Topográfico Escala 1:5.000, 2001.
Projeção Universal Transversa de Mercartor, Datum SAD 1969, Fuso 23K.
Autor: Wellington Lopes Assis, 2007.

FIGURA 24: Modelo digital do terreno (MDT) do município de Belo Horizonte - MG. A escala é variável nesta perspectiva.

Considerando-se as variações altimétricas do município, 675m a 1510m, e o gradiente térmico vertical atmosférico médio de 0,65ºC/100m observa-se uma diferenciação teórica de aproximadamente 5,4ºC entre as unidades topoclimáticas. Em geral, os bairros localizados nas proximidades da Serra do Curral apresentam médias térmicas menores se comparados aos localizados nas regiões deprimidas das regionais Venda Nova, Norte e Pampulha.

O município se encontra num contexto geomorfológico regional de altitudes elevadas, denominado Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste. A morfologia apresenta as mais variadas feições, tais como planícies aluviais, vales encaixados, morros, serras e colinas com diversas orientações. Duas unidades geomorfológicas são identificadas na área correspondente ao sítio urbano: Depressão Sanfranciscana e o Quadrilátero Ferrífero.

A maior parte de Belo Horizonte encontra-se numa região de colinas côncavo-convexas de vertentes pouco inclinadas com altitudes variando entre 800m e 900m, esculpidas em rochas predominantemente graníticas e gnáissicas. De acordo com Baumgratz (1988), essas formas são originadas da dissecação fluvial promovida pela rede de drenagem dos rios das Velhas e Paraopeba, sendo que localmente o eixo de drenagem do município é o Ribeirão Arrudas.

No limite Norte, a delimitação topográfica e morfológica não é tão nítida, as formas de relevo na zona de contato com a bacia sedimentar do Bambuí constituem-se ora de colinas dos Planaltos do São Francisco, ora de colinas e superfícies aplainadas do piso da Depressão Sanfranciscana (BAUMGRATZ, 1988). O limite a Oeste é identificado nos prolongamentos dos planaltos dissecados do centro-sul e Leste de Minas, nas proximidades das cidades de Mateus Leme e Pará de Minas. A Leste, a depressão é bem delimitada pelas escarpas da unidade denominada Serra do Espinhaço, nas proximidades do município de Taquaraçu de Minas.

O sítio urbano de Belo Horizonte é delimitado ao Sul por um extenso alinhamento de cristas com topos aplainados, que se estendem desde a proximidade de Caeté até os arredores de Itatiaiuçu. Estas cristas fazem parte do conjunto de elevações do Quadrilátero Ferrífero, funcionando como barreiras orográficas na passagem de massas de ar, causando grande nebulosidade em certas épocas do ano.

Associando as características litoestratigráficas e morfológicas do município com a declividade (FIG.25) é possível identificar, com certa precisão, as regiões mais susceptíveis a deslizamentos e inundações sob a atuação de eventos meteorológicos extremos. Em uma análise qualitativa, também é possível estimar pela figura 25 as áreas sujeitas às inversões térmicas, originadas pela drenagem de ar frio das encostas, especialmente nos dias em que a cidade estiver sob atuação de sistemas atmosféricos estáveis. Estas condições são desfavoráveis à dispersão dos poluentes nos fundos de vale e áreas deprimidas, prejudicando a qualidade do ar.

A distância de Belo Horizonte em relação à faixa oceânica é de aproximadamente 400 km em linha reta na direção Leste, não sendo, portanto, suficientemente distante a ponto de provocar condições rigorosas de continentalidade. Embora existente na maior parte do ano, este efeito é percebido com mais intensidade nos meses mais secos, especialmente julho e agosto, quando os índices de umidade relativa do ar podem ficar abaixo de 30% e as amplitudes térmicas diárias ultrapassar os 18,0℃. Quanto à maritimidade, grande parte de seus efeitos são minimizados em função da presença de barreiras orográficas impostas

pelas Serra da Mantiqueira, Serra do Mar, Serra do Espinhaço e pelo maciço montanhoso do Quadrilátero Ferrífero.

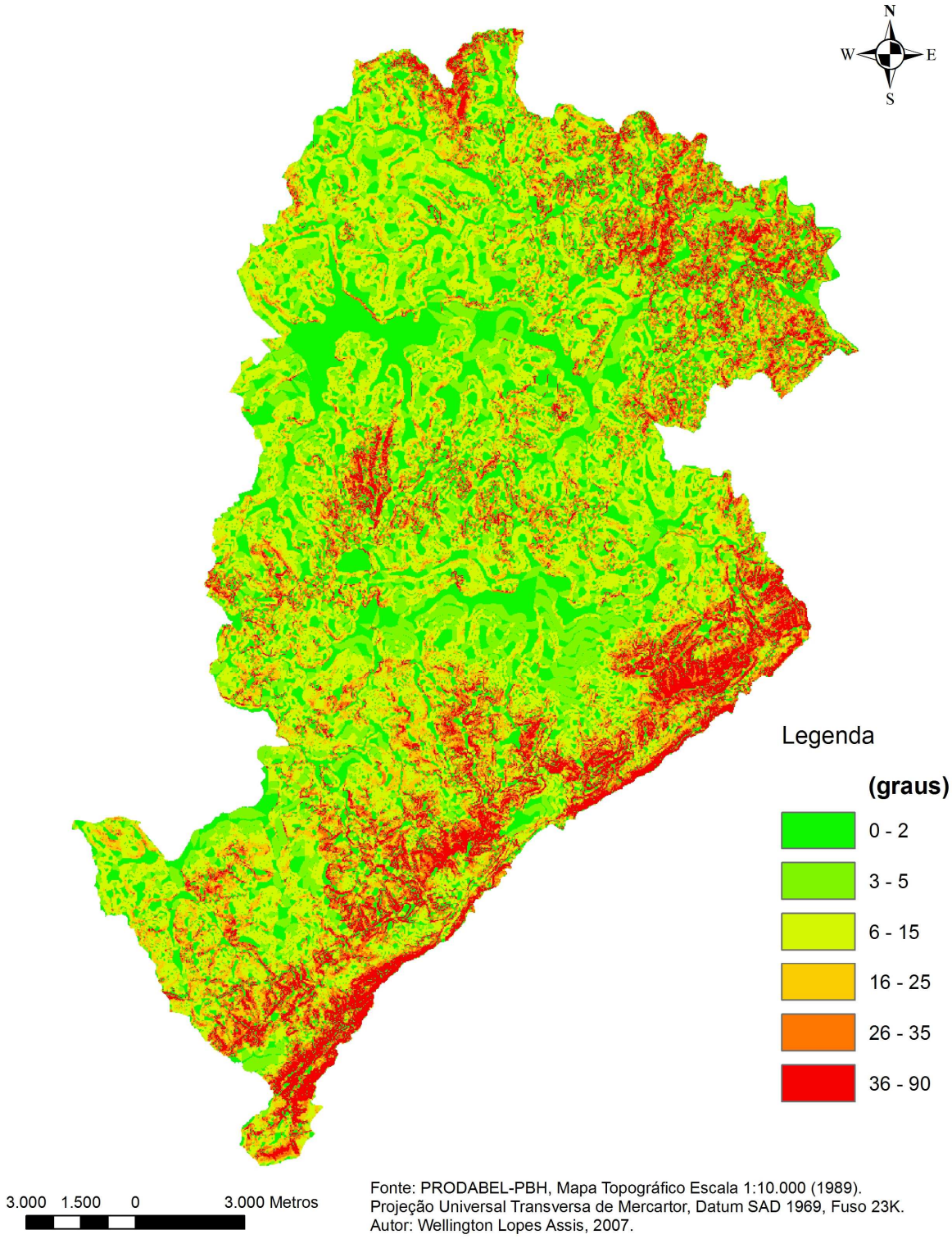


FIGURA 25: Mapa de declividade do município de Belo Horizonte - MG.

A distribuição da vegetação do município está inserida na faixa de transição entre a floresta umbrófila semidecidual (floresta tropical subcaducifólia) e o cerrado. Este último possui espécies de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, em grande parte com aspectos

xeromórficos (ASSIS & GONTIJO, 1996). Somam-se alguns vestígios de campos rupestres, presentes em algumas manchas da Serra do Curral, e matas de galerias, encontradas nas margens dos cursos d'água.

3.2. Fatores Dinâmicos

A dinâmica climática do município de Belo Horizonte está intimamente relacionada aos componentes da circulação atmosférica global e regional, notadamente os centros de ação[43], que determinam em grande parte as principais condições meteorológicas observadas na cidade. Estes podem ser de larga escala, extrapolando os limites continentais, ou *transientes*[44], associados aos condicionantes regionais de circulação. Entre os sistemas atmosféricos que atuam diretamente sobre o município destacam-se o *Anticiclone Subtropical Atlântico Sul* (ASAS), o *Anticiclone Subpolar Atlântico Sul* (APAS), os *Sistemas Frontais,* as *Linhas de instabilidade* (LI)*,* a *Zona de Convergência do Atlântico Sul* (ZCAS) e esporadicamente a *Alta da Bolívia* (AB) e a *Baixa do Chaco* (BC).

O *Anticiclone Subtropical Atlântico Sul* (ASAS) exerce influência durante todo o ano na RMBH, especialmente na primavera-verão. Tem origem no centro de ação semi-permanente, relacionado à zona de alta pressão do Atlântico Sul. Quando localizado sobre áreas oceânicas, possui altas temperaturas e alto teor de umidade nos níveis inferiores. A sua influência sobre os tipos de tempo no município se caracteriza por relativa estabilidade, gerada pelos fortes movimentos subsidentes, elevadas temperaturas e baixo teor de umidade relativa. A permanência deste sistema por vários dias na região faz com que o mesmo adquira características de continentalização, gerando condições de bom tempo.

Outro sistema sinótico que proporciona condições de estabilidade atmosférica em Belo Horizonte é o *Anticiclone Subpolar Atlântico Sul* (APAS). Oriundo do Sul do continente, mais precisamente na zona subantártica, nas proximidades do centro-sul da Patagônia, atua na meteorologia do município com maior periodicidade no outono e inverno. Este sistema é impelido em direção às baixas latitudes pela ação dos centros de baixas pressões tropicais e equatoriais, recebendo influências termodinâmicas do relevo sobre o qual se movimenta.

Ao atingir o Estado de Minas Gerais, o APAS, já em processo de tropicalização, tem sua temperatura e o teor de umidade relativa do ar aumentados. Porém, ainda é responsável

[43] Os centros de ação constituem-se em regiões de alta pressão (AP) e baixa pressão (BP) atmosférica que dão origem aos fluxos de ventos predominantes e as diferentes condições meteorológicas.

[44] Os sistemas transientes, também chamados de circulação secundária, são perturbações atmosféricas relacionadas ao aparecimento de *linhas de instabilidade, frentes, ciclones* e *anticiclones móveis* que interferem nas condições de tempo meteorológico dos sistemas de grande escala (NIMER, 1979).

pelas quedas térmicas e reduzidos índices de pluviosidade, ocasionando tipos de tempo amenos e estáveis durante o outono-inverno. É comum observar situações de inversões térmicas próximas a superfície quando da atuação deste sistema, propiciando o acúmulo de poluentes e particulados nas regiões deprimidas e fundos de vale.

Durante a estação chuvosa, o Anticiclone Subpolar do Atlântico Sul, ao deslocar-se em direção às latitudes mais baixas, atinge Belo Horizonte totalmente descaracterizado, apresentando um pouco mais de umidade e temperaturas mais elevadas se comparado com a sua atuação no outono-inverno.

Os sistemas frontais, representados especialmente pelas *Frentes Frias* (FF), são caracterizados por invasões do *Anticiclone Subpolar Atlântico Sul* (APAS) na região Sudeste, oriundos do Sul do continente. Fazem parte de ondas atmosféricas de larga escala (ondas baroclínicas[45]) e formam-se no contato entre as massas de ar com propriedades termodinâmicas diferenciadas. Atuam na região Sul e Sudeste do Brasil o ano todo. As FF avançam em direção as latitudes mais baixas em forma de arco, impulsionadas pelo centro de alta pressão (APAS). Deslocam-se preferencialmente para o oceano Atlântico e podem levar precipitação até o litoral leste da região Nordeste.

A passagem destes sistemas (FF) sobre Belo Horizonte é acompanhada por instabilidade atmosférica, mudanças na direção e velocidade dos ventos e, normalmente, intensas precipitações. De fato, as frentes frias contribuem para ocorrência de chuvas durante a primavera e verão da capital mineira, especialmente quando associadas à atuação de *Linhas de Instabilidade* (LI) e da *Zona de Convergência do Atlântico Sul* (ZCAS) (ABREU, 1998; MOREIRA, 2002; LUCAS, 2007). Após a passagem da FF o tempo em Belo Horizonte torna-se estável, com céu limpo e baixas temperaturas.

As *Linhas de Instabilidade* (LI) são centros de baixa pressão relacionados à passagem de sistemas frontais frios no litoral da região Sudeste ou pela atuação da convecção tropical. Depois de formadas, deslocam-se com extrema mobilidade numa velocidade de até 60 km/hora, embora possam permanecer estacionárias (NIMER, 1979). Constituem-se num dos principais agentes causadores das chuvas do verão belorizontino, a maioria de caráter torrencial e de curta duração – conhecidas popularmente como “chuvas de verão”.
A atuação da *Zona de Convergência do Atlântico Sul* (ZCAS) em Belo Horizonte ocorre na estação chuvosa, devido às condições de instabilidade proporcionadas pelas altas

[45] Segundo o INPE (1986) é uma onda cujo mecanismo de desenvolvimento ou manutenção está associado a instabilidade baroclínica, vulnerabilidade de um escoamento planetário representado pela corrente de jato a uma perturbação de escala sinótica e/ou subsinótica. Normalmente possuem escala horizontal da ordem de 1000 km e são acompanhadas de ventos fortes nos altos níveis na troposfera.

temperaturas observadas no continente sul-americano nesta época do ano. É formada pela associação entre os sistemas frontais frios (FF), oriundos do Sul do país, e pela organização da convecção tropical, principalmente proveniente da região amazônica (FIG.26). Na medida em que avançam os sistemas frontais sobre o continente, ocorre o alinhamento dos centros de baixa pressão, formando intensa nebulosidade no território brasileiro, com uma orientação predominante noroeste-sudeste (ABREU, 1998)[46].

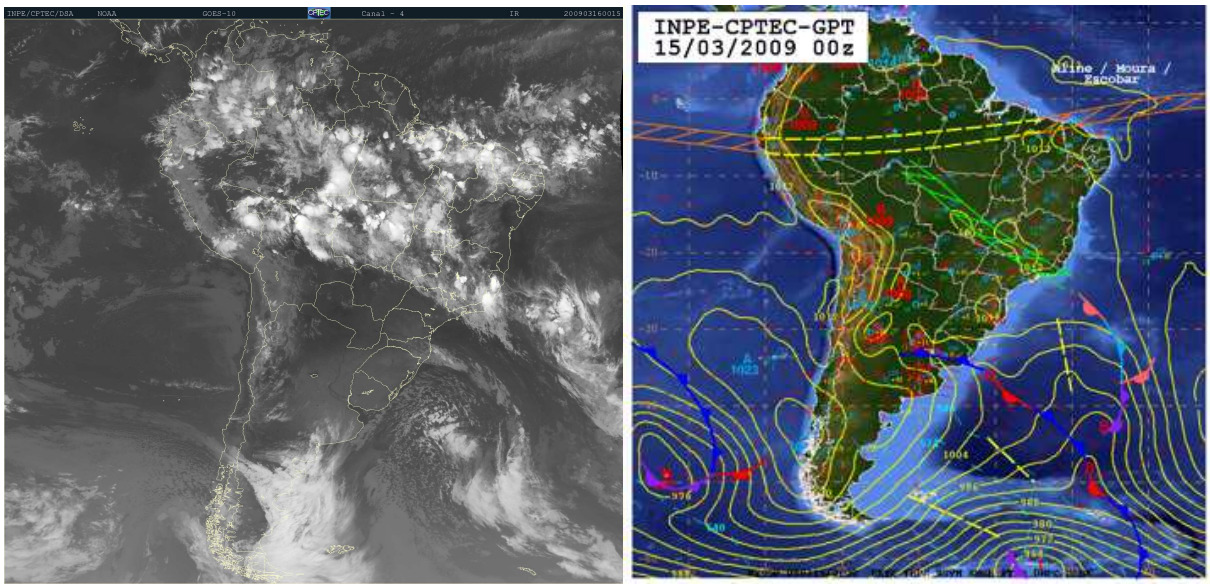


FIGURA 26: Atuação da ZCAS no Estado de Minas Gerais em 15 de março de 2009. Em (a) observa-se intensa nebulosidade com orientação NW-SE, estendendo da bacia amazônica até o litoral da região Sudeste. Em (b) tem-se a carta sinótica de superfície mostrando a interação do sistema frontal com as linhas de instabilidades na formação da ZCAS. Fonte: INPE-CPTEC (2009).

No domínio da ZCAS ocorrem fortes eventos pluviais concentrados que chegam a durar entre 3 e 8 dias (ou mais), acarretando inúmeros prejuízos às localidades com precária infra-estrutura. As regiões consideradas de risco, em especial os bairros localizados nas proximidades da Serra do Curral e aquelas assentadas nos terraços dos ribeirões Arrudas e Onça, são as mais afetadas por este sistema[47]. Em Belo Horizonte, os meses de novembro, dezembro e janeiro são os mais críticos. É comum nesta época o registro de desabamentos, deslizamentos de encosta, e enchentes com vítimas fatais.

A *Alta da Bolívia* (AB) e a *Baixa do Chaco* (BC) atuam em Belo Horizonte de forma mais episódica e indireta, especialmente durante o verão, quando áreas de baixa pressão estão

[46] A ZCAS pode ser perfeitamente identificada na composição de imagens de satélite, estendendo-se desde o sul da região Amazônica até a região central do Atlântico Sul. Segundo Abreu (1998), as frentes frias têm papel fundamental na organização, duração e intensificação da quantidade de precipitação. Devido à intensa nebulosidade, bloqueando a radiação solar direta, e aos elevados índices de umidade no ar, a temperatura diminui consideravelmente – fenômeno popularmente conhecido como invernada.

[47] Estes locais possuem condições litoestratigráficas e topográficas desfavoráveis à ocupação.

fortificadas sob o continente Sul-Americano[48]. O forte aquecimento convectivo na bacia amazônica durante o verão resulta na formação de baixas pressões próximas à superfície da região do Chaco e uma alta pressão nos altos níveis da troposfera sobre a Bolívia (INPE, 1986). Os tipos de tempo observados na capital mineira sob o domínio destes sistemas são de relativa instabilidade convectiva, proporcionado pelas altas temperaturas e elevadas taxas de umidade relativa, chuvas de caráter convectivo e tempestades.

[48] A localização e a intensidade da Alta da Bolívia e da Baixa do Chaco variam ao longo do ano todo. Durante o outono ela se desloca para o norte do país, atingindo também a Venezuela e Colômbia, retornando, no verão, para a Bolívia, depois de ter passado pelo oeste da bacia amazônica e Peru (INPE, 1986).

CAPÍTULO 4 – OS CLIMAS "NATURAIS" DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

Antes de caracterizar os climas "naturais" de Belo Horizonte é necessário realizar um breve resumo sobre os estudos climáticos do município do final do século XIX até meados do século XX. Oficialmente, as informações sobre o clima e dados meteorológicos diários só surgiram a partir de 1910 quando da instalação da primeira estação meteorológica. Neste sentido, é fundamental resgatar a coleta de dados realizada pela Comissão Construtora da Nova Capital e os estudos pioneiros de Giovannini (1930) e Cavalcanti (1948).

4.1. Breve Histórico

Em 1829 o padre Francisco de Paula Arantes, vigário do antigo distrito de Curral d'El-Rey, pertencente à época ao município de Sabará, enviou à Cúria de Mariana um relato sobre a região onde futuramente se instalaria a nova capital do Estado de Minas Gerais:

> A matriz de Nossa Senhora da Boa Viagem de Curral d'El-Rey está situada em campos amenos na extensa planície de hua serra, donde manão imensas fontes de cristalinas e saborosas águas; o clima da região he temperado; a atmosfera he salutifera; está circulada de pedras e mais materias de que se podem fazer soberbos edifícios; a natureza creou este logar para hua formosa e linda cidade, si algum dia foi auxiliada esta lembrança (ARANTES, citado por BARRETO, 1995, v.1, p.177).

O sítio onde atualmente está localizado a capital mineira começou a ser povoado por volta de 1701 pelo bandeirante João Leite Ortriz, em sua fazenda do Cercado, em cujas terras nasceu o arraial de Curral d'El-Rei, que, em 1890, passou a denominar-se freguesia de Belo Horizonte (BARRETO, 1995).

Após a proclamação da República, discutia-se em todo o Estado a mudança da capital para outra localidade, que do período colonial até 1897 funcionou em Ouro Preto. Segundo Barreto (1995), desde os tempos da Inconfidência Mineira muito já se falava sobre esta transferência da capital.

O então governador de Minas Gerais, Augusto de Lima, nomeado pelo governo provisório da República em 14 de março de 1891, determinou a organização de uma comissão técnica para estudar as condições gerais de cinco localidades com o objetivo de instalar a futura capital (BARRETO, 1995)[49]. Esta ficou sob a responsabilidade do Eng. Aarão Reis que recrutou mais cinco engenheiros e um médico de sua confiança. Os trabalhos tiveram início

[49] Além de Curral d'El Rey (Belo Horizonte) estavam na disputa as localidades de Barbacena, Juiz de Fora, Paraúna (próxima a Curvelo) e Várzea de Marçal, próximo a São João Del Rey.

em 29 de dezembro de 1892 e terminaram em 31 de maio de 1893 com a entrega dos relatórios ao governador (BARRETO, 1995).

O Eng. Samuel Gomes Pereira ficou encarregado da análise do sítio onde se assentava o antigo Curral d'El Rey (BARRETO, 1995). Entre janeiro e abril de 1893 foram avaliadas as condições ambientais, com os detalhes possíveis para a época, e dentro do curto prazo que a comissão de estudo teve para a sua elaboração. Este documento analisou a posição geográfica e as principais características físicas a partir de preocupações com higiene e condições técnicas para a construção da cidade.

Neste relatório os elementos climáticos foram classificados como "amenos" e "salubres". A amenidade do clima da região podia ser atribuída aos invernos bem marcados, relativamente brandos, e verões "suaves" e úmidos, se comparado com outras localidades de mesma latitude. O fator altitude contribuía para diminuir a sensação de desconforto gerado por altas temperaturas nos meses mais quentes do ano.

A salubridade da atmosfera belorizontina dizia respeito às condições de pureza e qualidade do ar, sem o efeito da poluição industrial e aos elevados índices de materiais particulados em suspensão observados nos dias atuais.

As características gerais do clima de Curral d'El Rey, citadas pela comissão construtora, foram baseadas em relatos de moradores e viajantes. O registro das informações meteorológicas realizado pelos técnicos da comissão deteve-se a apenas quatro meses, de janeiro a abril de 1893, insuficientes para o estabelecimento de padrões climáticos. Para este período, a temperatura média foi de 22,0ºC e a umidade relativa de 73,0%. O total pluviométrico foi de 568,8mm acumulado em 44 dias (FIG.27).

Apesar dos cuidados na padronização dos equipamentos e dos procedimentos para a coleta dos dados meteorológicos, o próprio Arão Reis chama a atenção para a dificuldade de caracterização do clima local em um período de análise extremamente curto:

> Embora realizadas simultaneamente, sob uniformidade de condições de antemão combinadas, e com aparelhos de fabricação idêntica e previamente aferidos, não podem tais observações oferecer bases suficientes para generalizações que autorizem classificação séria das localidades em competência, sob ponto de vista dos respectivos climas locais (REIS, 1893[50], citado por BARRETO, 1995, v.1, p.363).

[50] Reis, Aarão. *Comissão d'Estudo das localidades indicadas para a nova capital.* Relatório apresentado a sua Exa. Sr. Dr. Afonso Pena, presidente do Estado pelo engenheiro...Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, jan/maio, 1893. p.2-6: instruções (anexo).

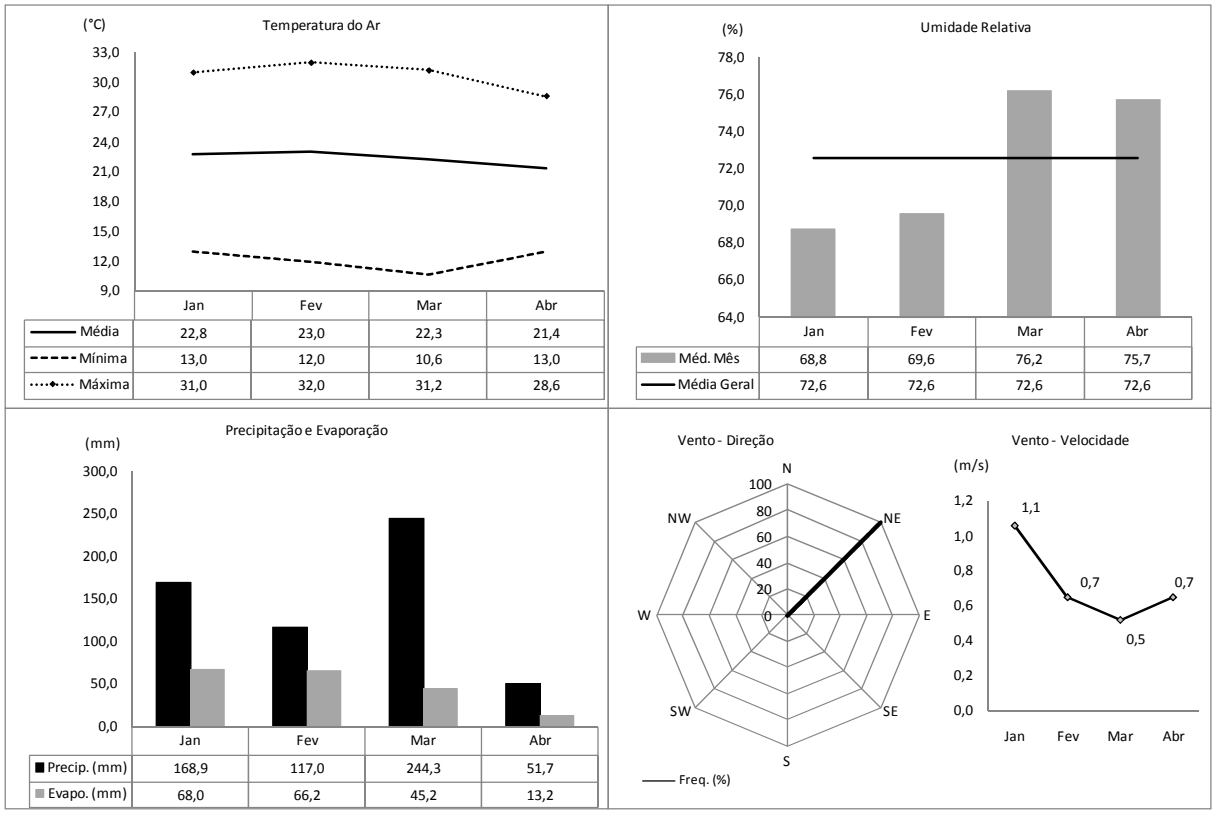


FIGURA 27: Parâmetros meteorológicos coletados pela equipe do Eng. Samuel Gomes Pereira, no antigo sítio de Curral d'El Rey, entre janeiro e abril de 1893. Fonte: BARRETO (1995).

Em seu relatório técnico enviado ao governo do Estado em 16 de junho de 1893 (BARRETO, 1995), Aarão Reis avalia as condições de implantação da nova capital[51] na localidade de Curral d'El-Rey descrevendo as principais características do seu quadro físico e o comportamento de alguns parâmetros meteorológicos:

> A essa vantajosa posição local e à sua posição geográfica a 19º 55' 22" de lat. sul, 1º 10' 6" de long. oc. do meridiano do Rio de Janeiro e mais de 800m acima do nível do mar, acresce ainda a circunstância de, assente sobre a bacia do ribeirão do Arrudas, apresentar a localidade em seus principais lineamentos topográficos, a bela forma de um vasto e amplo anfiteatro, aberto para o Oriente, como para receber desde cedo os benéficos raios solares, e, encostando-se, ao sul, à serra do Curral, que a protege contra os ventos frios e úmidos que, nessa direção, atravessam as serras de Ouro Branco e da Moeda, e, ao norte, a serra da Contagem, que atenua os efeitos dos ventos cálidos que, atravessando as margens pouco salubres do S. Francisco, sopram nessa direção, ficando, porém, inteiramente desafogada para os ventos - antes brisas - do leste, que a bafejam constantemente, e, também, para os do oeste, que sopram algumas vezes do vale do Paraopeba, mais elevado que o rio das Velhas e coberto de extensas matas fartamente regadas por abundantes córregos e ribeirões (REIS, 1893, citado por BARRETO, 1995, v. I, p.350).

As pessoas que conheciam o clima da região até o período da construção da nova capital referiam-se a ele como sendo do tipo temperado (CORRIERI, 1978; RIBEIRO e MOL, 1985;

[51] Além dos condicionantes políticos e econômicos, um dos fatores que contribuíram para a escolha de Belo Horizonte como a nova capital do Estado foi seu quadro físico. A beleza cênica de sua topografia, a amenidade e salubridade de seu clima, as riquezas minerais e as boas condições de seu solo influenciaram na escolha.

ASSIS e GONTIJO, 1996). Se fosse considerada a clássica divisão climática na qual climas temperados seriam aqueles situados entre a faixa tropical e as polares, certamente estranhar-se-ia esta definição. Mas o que conferia o caráter temperado do clima do antigo Curral d'El Rey era justamente seu aspecto ameno, verões suaves e invernos brandos.

Cícero Ferreira, médico higienista da Comissão construtora, coletou entre 1894 e 1895 dados sobre os principais elementos climáticos de Curral d'El Rey. Em seu estudo, ressalta a excelência do clima local para saúde humana e para o tratamento de doenças respiratórias devido as elevadas amplitudes térmicas diárias e anuais. Com base nestes dois anos de observação faz as seguintes considerações:

> Sob o ponto de vista do seu calor atmosférico, as observações meteorológicas registradas no decurso de dois anos consecutivos revelam uma média de 20,6℃, o que nos leva a considerá-lo como fazendo parte das localidades de clima quente, colocado como se acha entre as linhas isotérmicas que vão de 15 a 25, de acordo com a divisão estabelecida por Humbolt. As oscilações termométricas anuais são muito amplas: em 1894, o dia mais frio que tivemos foi a 17 de julho, em que o termômetro desceu 3° acima de zero e o mais quente foi a 9 de outubro, em que se observou a temperatura de 33°,2; em 1896, no dia 25 de julho, o termômetro registrava outra vez 3 acima de zero e a 30 de dezembro subia 33,8, mostrando assim a marcha de temperatura que, durante o ano, pode atingir os limites extremos de 30, aproximadamente (FERREIRA, 1896, citado por BARRETO, 1995, v. 2, p.613).

Os dados meteorológicos utilizados por Cícero Ferreira foram coletados em sua clínica e no posto de observação meteorológica mantido pela Comissão Construtora, sendo responsável oficial deste posto entre 1894 a 1895. Em um dos seus artigos publicados no periódico *A Capital*[52], sintetiza seu pensamento sobre o clima belorizontino:

> É um lugar de altitude moderada, de clima quente, variável, seco, largamente ventilado pelas correntes alísias que tornam agradabilíssimas as diferentes estações, onde não existem moléstias endêmicas, abundantemente iluminado e nas condições de se tornar uma cidade digna de nota pela sua salubridade e por suas condições higiênicas (FERREIRA, 1896, citado por BARRETO, 1995, v. 2, p.615).

Entre janeiro de 1896 até fevereiro de 1910 não há documentos ou registros meteorológicos oficiais contendo dados diários e contínuos sobre o comportamento dos elementos climáticos de Belo Horizonte. Informações obtidas regularmente e que obedeciam a critérios técnicos mais rigorosos tiveram início somente a partir do dia 03 de março de 1910, com a inauguração do primeiro posto meteorológico da cidade, conforme descrito no item 2.3.1.

[52] FERREIRA, C. Higiene. *A Capital*. Belo Horizonte, p. 1, 13 jun., 1896.

Vinte anos mais tarde foram publicadas as primeiras “Normais Climatológicas” do município, compiladas por Giovannini (1930), engenheiro-assistente do antigo Serviço Meteorológico do Estado de Minas Gerais[53]. Foi também o primeiro trabalho a estabelecer “padrões” das condições atmosféricas do município utilizando-se de estatística descritiva dos principais elementos climáticos. O período observado foi de janeiro de 1911 a dezembro de 1928, insuficiente para o estabelecimento de padrões estáveis devido à possibilidade de ocorrência de flutuações climáticas de curto prazo[54].

Apesar do pioneirismo, Giovannini (1930) usou dados de dois postos meteorológicos situados em locais e altitudes diferentes, a saber:

- Entre 01 de março de 1910 a 30 de setembro de 1920 utilizou dados do posto meteorológico localizado no Parque Municipal (857,0m);
- Entre janeiro de 1921 e dezembro de 1928 foram utilizadas informações do posto meteorológico instalado na Praça da Liberdade (894,6m).

Com o auxílio de climogramas, tabelas e cartogramas, contendo isotermas e isohígras traçadas sobre o Estado de Minas Gerais, constatou que a cidade possuía, segundo a classificação de Köppen, um clima temperado seco:

> Ora, pelo mappa seguinte, traçado de accordo com as normaes do mez mais frio de vários postos meteorológicos do Estado, verifica-se que a isotherma de 18°, que é a linha limite entre o clim a tropical e o temperado, passa muito acima de Bello Horizonte, deixando-o, portanto, magnificamente collocado dentro da zona temperada. Como se verá adeante, fazendo entrar no computo o factor humidade, Bello Horizonte pode ser considerado com de clima temperado secco (GIOVANNINI, 1930, p.11).

Observou que entre os meses de maio e outubro as características térmicas e hígricas da cidade aproximavam-se de um clima temperado seco. Nos demais meses do ano a “tropicalidade” prevalecia em função da temperatura e umidade relativa elevadas. A média térmica e hígrica do período foram calculadas em 20,4ºC e 72,5% respectivamente. Pelos dados mensais, o mês mais quente foi fevereiro (22,5ºC) e o mês mais frio julho (16,9ºC), apresentando amplitude anual de 5,6ºC (FIG.28).

[53] Na época este setor estava vinculado à Secretaria da Agricultura, Indústria, Terras, Viação e Obras Públicas do Estado de Minas Gerais.
[54] Segundo os atuais métodos para classificação climática a série histórica deve conter de 30 a 35 anos de dados diários.

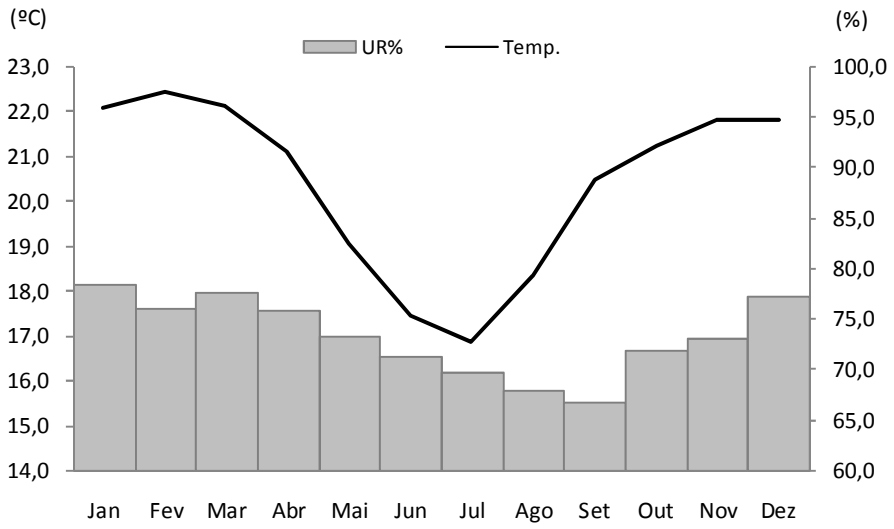


FIGURA 28: Comportamento térmico e hígrico do município de Belo Horizonte entre 1911 e 1928. Fonte: GIOVANNINI (1930).

Quanto ao comportamento pluviométrico, constatou a existência de duas estações bem distintas: uma seca, que coincide com o período mais frio do ano, e uma chuvosa, pertencente à época mais quente[55]. O número médio de dias de chuva foi de 116, sendo 100 pertencentes à estação chuvosa e 16 à estação seca. A precipitação e a evaporação total anual foram 1565,8mm e 991,4mm respectivamente. Os meses de maior precipitação foram dezembro (298,8mm) e janeiro (333,7mm) e os de maior evaporação, setembro (88,5mm) e outubro (96,2mm) (FIG.29).

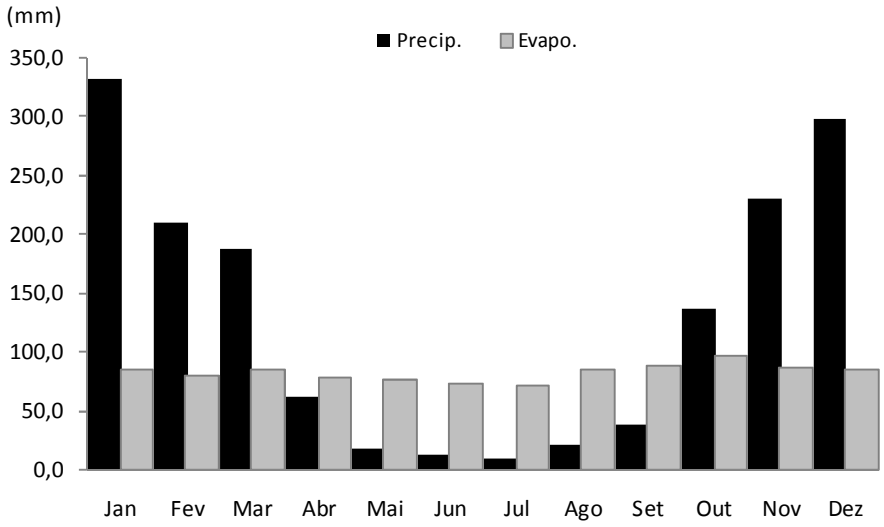


FIGURA 29: Precipitação e evaporação mensal do município de Belo Horizonte entre 1911 e 1928. Fonte: GIOVANNINI (1930).

[55] Giovannini (1930) adaptou critérios que consideravam como meses chuvosos aqueles que apresentassem níveis de precipitação superiores a 50 milímetros. Com isso, concluiu que a estação chuvosa era composta por 7 meses, indo de outubro a abril, e a seca, 5 meses, de maio a setembro.

Em relação ao campo anemométrico, Giovannini (1930) afirmou que predominava a maior parte do ano ventos quentes e secos do quadrante nordeste; a exceção seriam os ventos provenientes do setor sudoeste quando da ocorrência de precipitações. Esta mudança de NE para SW, segundo o autor, ocorreria rapidamente e estaria relacionada à influência da topografia local.

A princípio parece razoável a explicação dada por Giovannini (1930) sobre a mudança na direção dos ventos predominantes, pois nesta época, o conhecimento sobre os sistemas atmosféricos de meso e larga escala, responsáveis por precipitações generalizadas e modificações rápidas nas condições de tempo, estava no estágio embrionário[56].

Um segundo trabalho sobre o clima da capital mineira foi publicado em 1948 pelo médico pneumologista Alberto Cavalcanti, utilizando como base os trabalhos de Giovannini (1930) e Godofredo Prates[57]. Este analisou uma série de 22 anos, de janeiro de 1919 a dezembro de 1940. Seguindo procedimentos muito parecidos com Giovannini (1930) para o estabelecimento dos padrões climáticos, Cavalcanti (1948) usou informações de dois postos meteorológicos instalados em locais e altitudes diferentes.

O principal objetivo desde estudo era enfatizar as benesses do clima belorizontino no tratamento de tuberculose e doenças respiratórias. O autor relata que desde a época dos estudos feitos por Aarão Reis no final do século XIX até as primeiras décadas do século XX era comum doentes tuberculosos virem para Belo Horizonte tratar destas enfermidades, atraídas pelas condições ótimas do clima local:

> Dos doentes que vêm para Belo Horizonte, de outras localidades de Minas, de São Paulo, do Rio, do Norte do Brasil ou do Sul, ouvimos sempre, numa percentagem talvez superior a 90%, palavras de louvor ao clima da capital mineira (CAVALCANTI, 1948, p.41).

Os elementos climáticos que contribuíam para uma rápida recuperação do enfermo tuberculoso na capital mineira eram a umidade relativa do ar não excessiva e as temperaturas amenas observadas em quase todos os meses do ano. De acordo com Cavalcanti (1948), o ar extremamente úmido e quente dos climas de planícies e de alguns locais litorâneos diminui a capacidade de trabalho físico e mental do paciente, facilitando a proliferação de bactérias e de outras doenças:

---

[56] O conhecimento sobre a dinâmica atmosférica e a participação de sistemas produtores de tempo só surgiu na década de 20 com a chamada escola norueguesa de Bergen (BARRY e CHORLEY, 2003). Bjerknes e um grupo de meteorologistas se empenharam em descobrir por que as regiões de baixa pressão estavam associadas a chuvas e modificações rápidas na direção e velocidade dos ventos (PRETOR-PINNEY, 2008). Foram pioneiros ao propor que a atmosfera funcionava com uma enorme máquina térmica e que o movimento atmosférico poderia ser considerado em termos de massas de ar e frentes.

[57] Antigo Inspetor do Serviço Regional de Meteorologia de Belo Horizonte.

> Os climas de média altitude e os de grande elevação são estimulantes, tonificantes, cicatrizantes, benéficos, dão energia ao organismo, aumentam o metabolismo basal, favorecem o apetite, desenvolvem melhor a atividade, provocam, enfim, no doente uma reação útil e necessária (CAVALCANTI, 1948, p.50).

Cavalcanti (1948) exalta a excursão térmica (amplitude térmica) de Belo Horizonte como característica climática essencial no tratamento da tuberculose:

> É preciso que na temperatura da atmosfera haja uma oscilação diária de alguns graus no termômetro, porque a constância ou a diferença mínima na amplitude das oscilações é prejudicial à boa marcha da moléstia para a cura, e por isso, sendo ótimo a excursão da temperatura em Belo Horizonte, podemos, sem nenhum *parti-pris*, fazer ressaltar o valor de seu clima no tratamento da fimatose (CAVALCANTI, 1948, p.70).

Desde a sua fundação até os dias atuais a cidade passou e vem passando por profundas modificações em seu quadro físico, tornando-a diferente daquele descrito pelos membros da Comissão Construtora em 1893 e por outros relatos históricos. As condições de amenidade climática e salubridade atmosférica foram sendo modificadas gradativamente ao longo dos anos.

4.2. Características Climáticas de Belo Horizonte entre 1910 e 1920

Sabe-se que o clima de uma localidade é caracterizado pela sucessão habitual dos tipos de tempo e pela síntese do comportamento de todos os elementos meteorológicos observados em um longo período. Essa combinação é determinada pela interação entre os controles (fatores) e processos climáticos relacionados à circulação atmosférica.

De acordo com a Organização Mundial de Meteorologia (OMM), uma caracterização climática deve ser feita baseando-se em uma série contínua de dados de 30 a 35 anos, obtidos, se possível, nos mesmos locais e com as mesmas condições. Este procedimento inclui as médias, os valores extremos (máxima e mínima), as amplitudes, os desvios em relação às médias (variabilidades) e as probabilidades de frequência de ocorrência de determinadas condições meteorológicas.

Entretanto, para classificação dos climas naturais de Belo Horizonte a série histórica utilizada é relativamente curta. Possui somente 10 anos de dados contínuos e apresenta pequenas rupturas diárias ao longo do período. Não existem informações para os meses de janeiro e fevereiro de 1910, pois o posto meteorológico entrou oficialmente em operação somente no dia 01 de março daquele ano.

A partir de agosto de 1920, período de transferência na localização do posto meteorológico do Parque Municipal para a Praça da Liberdade, não há registros sobre a evaporação e direção dos ventos para os seguintes meses: agosto, outubro, novembro e dezembro. Apesar destas falhas, conforme ressaltado no item 2.3.1, Belo Horizonte não possui nenhuma outra série de dados meteorológicos que represente melhor as condições atmosféricas em uma realidade urbana simplificada.

No mapa representado na figura 30 observa-se que em 1918 a mancha urbana do município estava restrita às imediações da Av. do Contorno e a pequenos assentamentos nas atuais regionais Venda Nova e Barreiro[58]. Eram raras as edificações acima de 4 pavimentos e o asfalto estava restrito a algumas ruas e avenidas. Além disso, a cidade era extremamente arborizada e contava com inúmeros córregos e regatos livres de canalização.

[58] Embora Belo Horizonte tenha sido construída em ritmo intenso nos seus primeiros anos, com a eclosão da Primeira Guerra Mundial houve uma desaceleração na ocupação urbana. O conflito mundial provocou uma escassez de material de construção, então usualmente importado, desencadeando uma crise no setor da construção civil, cujos reflexos locais foram desemprego, evasão do operariado e a paralisação de inúmeras obras e empreendimentos (PLAMBEL, 1986).





Belo Horizonte na década de 1910. No centro da imagem a antiga Fazenda do Curral d'El Rey construída em 1833, cujo único prédio intacto que sobrou se tornou em 1942 o Museu Histórico Abílio Barreto. A área de menor ocupação seria futuramente o bairro Cidade Jardim. Ao fundo o alinhamento topográfico da Serra do Curral. Fonte: Arquivo Público Mineiro.



Praça Sete em 1910 no cruzamento entre as Avenidas Afonso Pena e Amazonas. Ao fundo a Serra do Curral. Fonte: Arquivo Público Mineiro.

FIGURA 30: Mancha urbana de Belo Horizonte em 1918.

Dentre os vários métodos propostos para classificação do clima de Belo Horizonte entre 1910 a 1920, optou-se por três, que parecem melhor descrever o comportamento médio e os desvios dos elementos meteorológicos para uma série estatística relativamente curta, a saber: Köppen, Thornthwaite & Mather e Gaussen & Baugnouls.

4.2.1. Segundo a Classificação Climática de Köppen

A classificação climática de Köppen baseia-se nos regimes térmicos e pluviométricos, em correlação com a distribuição fitogeográfica. Para a determinação das tipologias são consideradas a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação. O método é relativamente simples, compreende um conjunto de letras maiúsculas e minúsculas para designar os grupos climáticos ou as subdivisões que indicam características sazonais especiais.

Assim, segundo Köppen, o clima de Belo Horizonte entre 1910 a 1920 seria classificado como **mesotérmico** do tipo **Cwa**. A primeira letra **C** refere-se ao grupo climático, clima *temperado* ou *temperado quente*, a temperatura média do mês mais frio está entre 18,0ºC e –0,3ºC e a temperatura do mês mais quente maior que 10,0ºC (TAB.5). A segunda letra, **w**, está relacionada à existência de uma estação seca que coincide com o inverno e um período chuvoso que compreende os meses de verão. A terceira letra, **a**, indica que a temperatura do mês mais quente é superior a 22,0ºC. Para este período, o mês mais quente foi fevereiro, média de 22,3ºC.

TABELA 5: Resumo climatológico do município de Belo Horizonte entre 1910 e 1920

Posto Meteorológico do Parque Municipal

Coord. da época: 19º 54' 00,0"S e 02h 53' 43,0"W Coord. atuais: 19º 55' 29,5"S e 43º 57' 06,9"W Altitude: 857,0m

	Pressão Atmosf. (mb)	Temperatura do Ar (ºC)				UR (%)	Precip. Total (mm)	Evap. Total (mm)	Vento	
		Méd.	Máx.	Mín.	Bulbo Úmido				Direção	Vel. (m/s)
Jan	919,2	21,7	26,6	18,0	19,0	77,5	349,1	85,7	NE	0,9
Fev	920,1	22,3	27,2	17,7	19,3	74,5	180,7	90,4	NE	1,1
Mar	920,4	22,0	27,3	17,6	19,4	76,7	173,5	91,5	NE	1,1
Abr	921,2	20,6	26,6	15,9	18,1	76,2	65,9	78,7	NE	0,9
Mai	922,7	18,4	24,8	12,3	15,4	71,2	14,8	74,1	NE	0,9
Jun	924,1	16,8	23,9	10,2	13,9	69,5	12,1	67,8	NE-SE	0,9
Jul	924,4	16,5	24,0	9,9	13,5	69,5	11,1	74,9	NE	0,9
Ago	923,8	17,8	24,5	11,5	14,5	68,9	27,1	86,5	NE-SE	1,4
Set	921,1	20,0	26,6	14,0	16,4	67,0	34,2	93,8	NE	1,4
Out	920,4	20,9	26,5	15,9	17,8	71,7	117,0	95,7	SE	1,3
Nov	918,9	21,7	27,0	17,3	18,5	71,5	219,7	95,3	SE	1,1
Dez	919,0	21,3	25,9	17,8	18,8	75,5	293,0	87,0	NE	1,0
Ano	921,3	19,9	25,9	14,8	17,0	72,5	1498,2	972,3	NE	1,1

Fonte: INMET/5ºDISME, Mapa Climatológico do Município de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

A princípio parece estranho observar um clima temperado em plena região tropical que apresenta na maior parte do ano um balanço energético positivo. Mas, ao analisar os parâmetros para classificação climática de Köppen observa-se que os mesmos não possuem muitas adaptações às variáveis regionais, especialmente em relação às características topográficas. A maioria das localidades situadas em serras ou em grandes elevações na região Sudeste do território brasileiro, foram classificadas, segundo IBGE (2006) e Nimer (1979), como clima mesotérmico (temperado).

Entre 1910 e 1920 a pressão atmosférica média anual para Belo Horizonte foi de 921,3mb, oscilando entre 924,4mb (julho) e 918,9mb (novembro). A temperatura média compensada anual ficou em torno dos 19,9ºC, os maiores valores foram observados durante os meses de fevereiro (22,3ºC) e março (22,0ºC), e os menores, no mês de junho (16,8ºC) e julho (16,5ºC). A amplitude térmica anual ficou em 5,8ºC (FIG.31). Em termos médios, a

temperatura máxima variou entre 27,3ºC (março) e 23,9ºC (junho) e a mínima, entre 9,9ºC (julho) e 18,0ºC (janeiro).

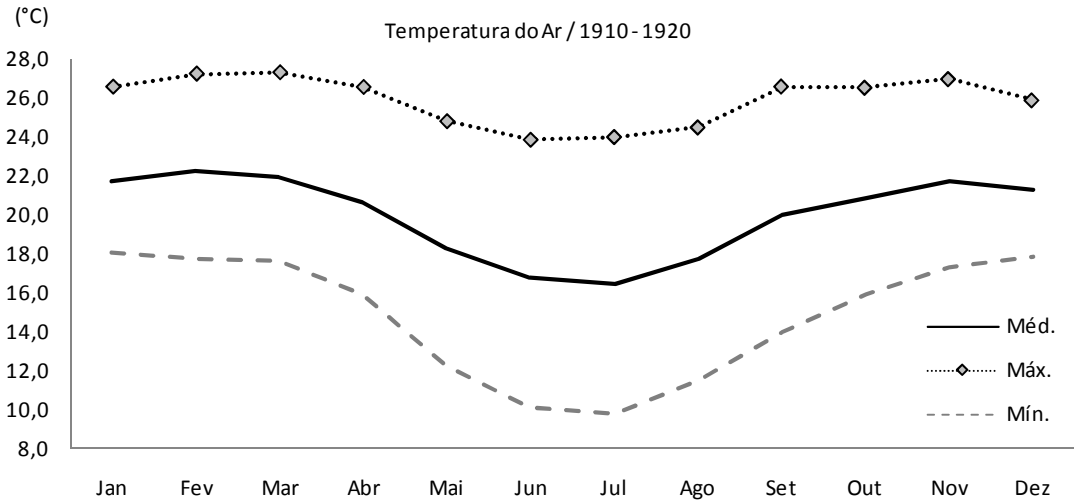


FIGURA 31: Comportamento térmico do município de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

As temperaturas médias anuais entre 1911 e 1915 ficaram acima da média geral para o período (19,9ºC), em média 0,3ºC e 0,5ºC, observando uma tendência de queda a partir de 1916 (FIG.32). Estão documentados registros térmicos extremos de 35,2ºC de máxima absoluta, obtida em 2 de março de 1915, e de 2,4ºC de mínima absoluta, observada em 26 de junho de 1918.

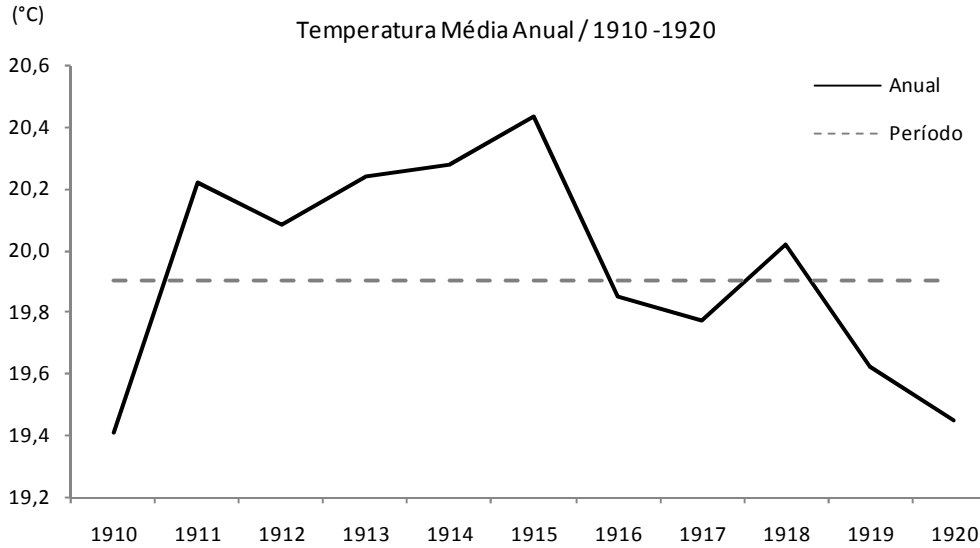


FIGURA 32: Variação anual da temperatura média de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

A precipitação e a evaporação total anual média entre 1910 a 1920 foram de 1498,2mm e 972,3mm respectivamente, uma diferença de 525,9mm. Os totais pluviométricos mensais mais significativos foram registrados nos meses de dezembro (293,0mm) e janeiro

(349,1mm) e os menores, nos meses de junho (12,1mm) e julho (11,1mm) (FIG.33). As maiores médias mensais de evaporação foram observadas nos meses de outubro (95,7mm) e novembro (95,3mm) e as menores, nos meses de maio (74,1mm) e junho (67,8mm).

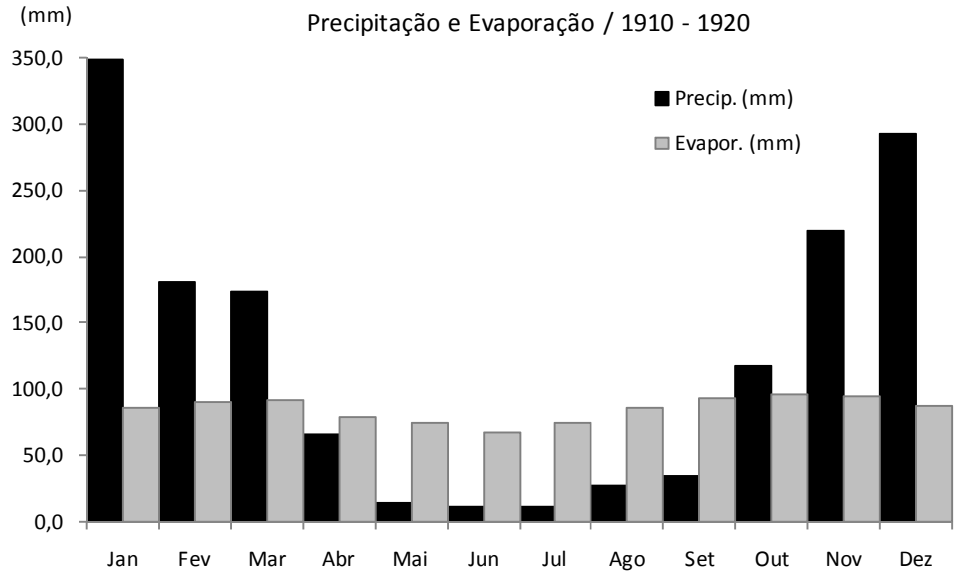


FIGURA 33: Precipitação e evaporação mensal média de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

O ano de 1916 foi o mais chuvoso, com 2033,2mm acumulados em 130 dias, apresentando uma diferença em relação à evaporação de 898,7mm (FIG.34). Em 1914 choveu somente 1054,6mm em 98 dias, déficit de 210,0mm em relação à evaporação. Os eventos meteorológicos extremos mais significativos, registrados entre 1910 e 1920, referem-se à ocorrência de trovoadas, temporais, geadas, nevoeiro e granizo (TAB.6).

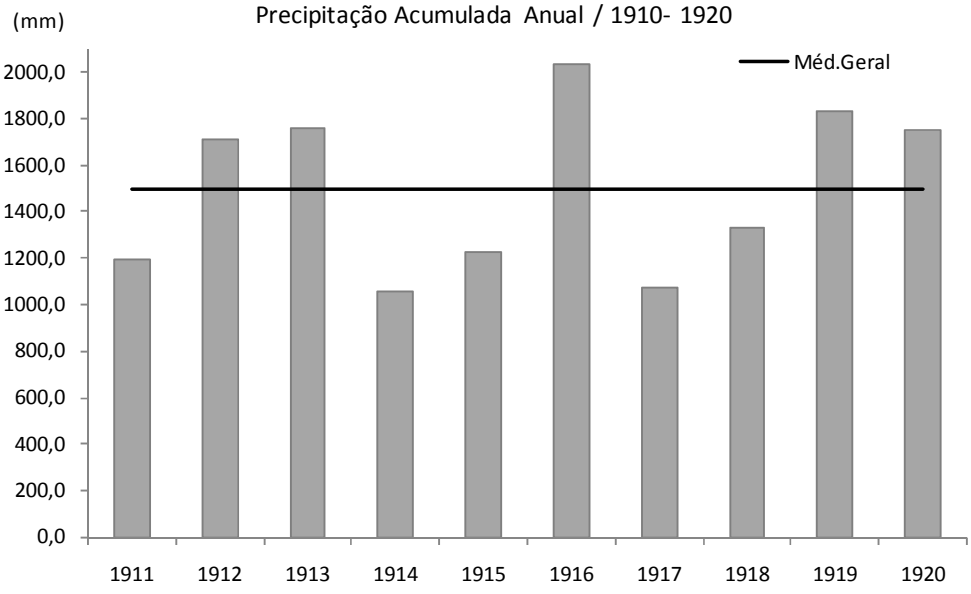


FIGURA 34: Precipitação total anual de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

A umidade relativa média anual foi de 72,5%. As médias mensais mais elevadas ocorreram durante o verão e as mais baixas durante o inverno, destaque para os meses de janeiro e setembro, com 77,5% e 67,0% respectivamente (FIG.35).

TABELA 6: Eventos meteorológicos extremos entre 1910 e 1920

Ocorrência Annual						
Ano	Trovoada	Temporal	Geada	Orvalho	Nevoeiro	Granizo
1910	0	0	0	0	0	0
1911	10	1	4	0	3	0
1912	5	28	0	0	1	1
1913	33	1	0	0	10	3
1914	42	0	1	0	33	0
1915	29	0	0	41	53	2
1916	29	2	0	82	27	0
1917	28	3	0	83	3	0
1918	49	2	2	136	10	1
1919	69	4	0	95	11	0
1920	0	0	0	0	0	0
Total	294	41	7	437	151	7

Fonte: INMET/5°DISME, Mapa Climatológico do Município de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

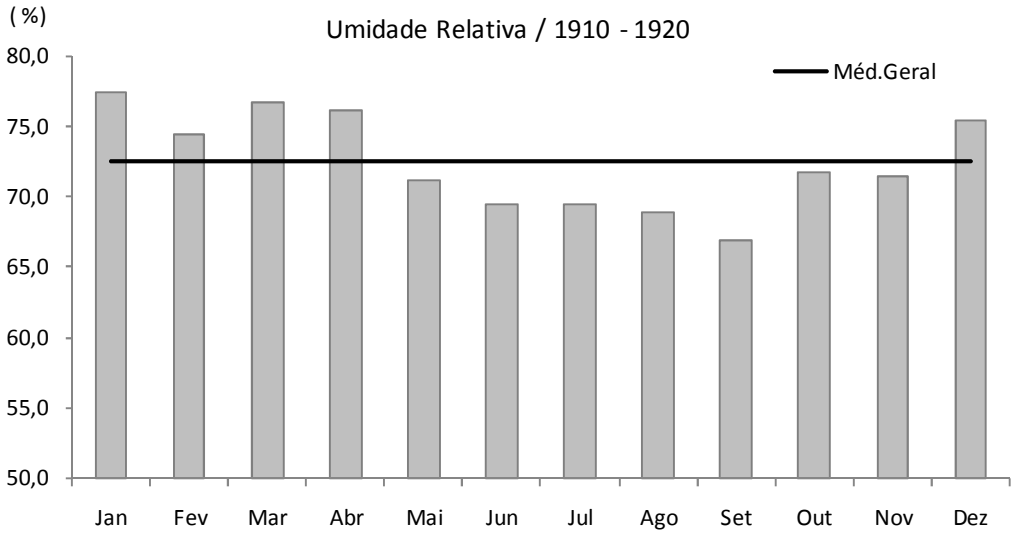


FIGURA 35: Umidade relativa média mensal de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

A direção predominante dos ventos entre 1910 e 1920 foi de Nordeste (58,7%), ocorrendo ventos de Sudeste (38,1%) e excepcionalmente de Noroeste (1,6%) (FIG.36a). Este último provavelmente associado à atuação de sistemas atmosféricos perturbados como frentes e linhas de instabilidade. A velocidade média foi de 1,1 m/s, apresentando pouca variação ao longo do ano. Destaque para os meses de agosto e setembro com 1,4m/s (FIG.36b).

Em função da localização do posto meteorológico no Parque Municipal, instalado em um dos antigos terraços do ribeirão Arrudas, a variável vento deveria ser influenciada pela

topografia e morfologia local (FIG.37). Uma análise topográfica qualitativa sugere que o canal e as vertentes esculpidas pelo ribeirão Arrudas canalizavam e distorciam a direção dos ventos, fazendo com que o sentido preferencial desta variável, normalmente do quadrante Leste (Normais Climatológicas, 1931 a 1960 e 1961 a 1990), fosse ligeiramente desviado para Nordeste.

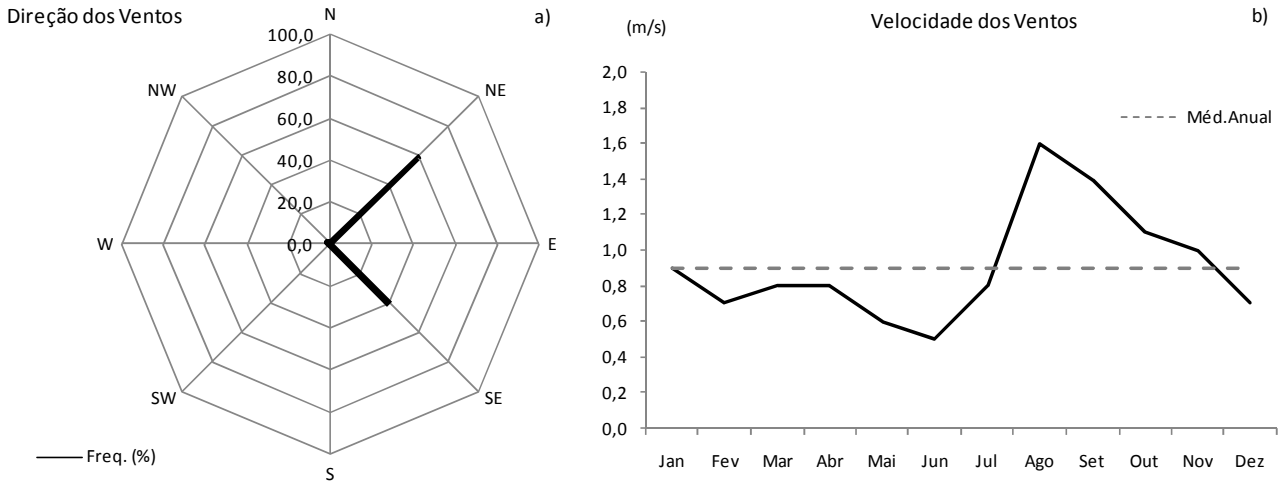


FIGURA 36: Direção (a) e Velocidade Média dos Ventos (b) de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

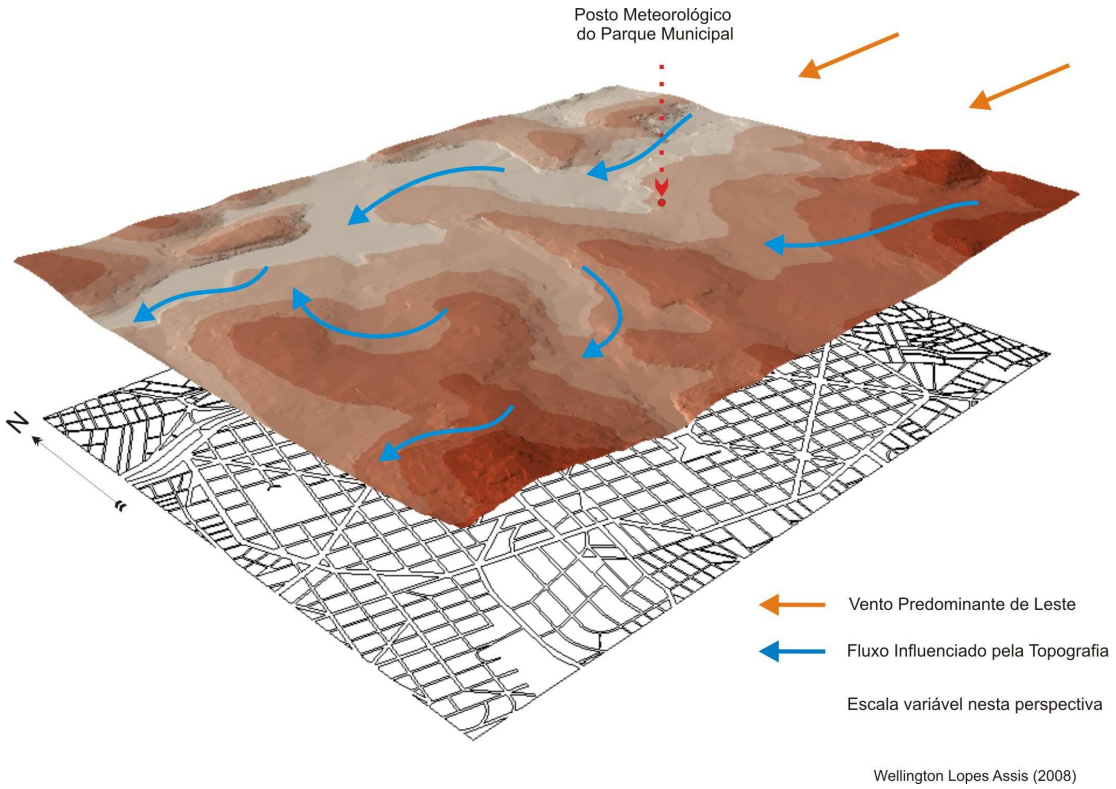


FIGURA 37: Localização do posto meteorológico de Belo Horizonte entre 1910 e 1920 e a influência da topografia na direção dos ventos.

É importante ressaltar que nesta época o posto meteorológico não dispunha de equipamentos precisos como anemômetros ou anemógrafos; a direção e a velocidade dos ventos era estimada por um funcionário que observava a seta e o deslocamento da placa do cata-vento de Wild[59]. A direção era determinada como aquela que mais se aproximava dos pontos cardeais (N, S, E, W) ou colaterais (NE, SE, SW, NW).

[59] O cata-vento de Wild é um instrumento mecânico constituído por um detector da direção e um indicador da velocidade dos ventos. Esses equipamentos são instalados na extremidade de um mastro a cerca de 10m acima da superfície.

4.2.2. Segundo a Classificação Climática de Thornthwaite e Mather

A classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955)[60], citada por Tubelis (1984) e Vianello e Alves (1991), está fundamentada no conceito de balanço hídrico. Esse método calcula a disponibilidade de água no solo em função da cobertura vegetal. O resultado final determina o saldo hídrico do sistema, excedente (EXC.) ou deficiente (DEF.)[61], contabilizando a entrada de água via precipitação (P) e a saída pela evapotranspiração potencial (EP).

Para o cálculo do balanço hídrico foi necessário determinar primeiramente a capacidade máxima de armazenamento de água do solo. Esta é a máxima quantidade de água utilizável pelas plantas que pode ser armazenada na sua zona radicular (TUBELIS, 1984). Neste estudo, considerou-se o valor do armazenamento residual de água no solo em função do valor negativo acumulado de 100mm - valor normalmente utilizado no cálculo do balanço hídrico em Belo Horizonte.

A evapotranspiração potencial mensal foi calculada utilizando-se o nomograma[62] de Thornthwaite-Camargo (TUBELIS, 1984, p.288) e a fórmula EP = p.ETN, empregada para ajustar o valor da EP em relação ao número de dias do mês e a duração média no mês (TAB.7).

TABELA 7: Evapotranspiração Potencial corrigida para cidade de Belo Horizonte (MG) entre 1910 a 1920

Belo Horizonte - MG / 1910 -1920 19º 55' 29,5"S e 43º 57' 06,9"W				
	Temperatura Média (ºC)	Evapotranspiração Potencial (EP)		
		ETN (mm)	p	EP=p.ETN
Jan	21,7	89,0	1,14	101
Fev	22,3	94,0	1,00	94
Mar	22,0	92,0	1,05	97
Abr	20,6	79,0	0,97	77
Mai	18,4	62,0	0,96	60
Jun	16,8	50,0	0,91	46
Jul	16,5	49,0	0,95	47
Ago	17,8	56,0	0,99	55
Set	20,0	75,0	1,00	75
Out	20,9	82,0	1,08	89
Nov	21,7	89,0	1,09	97
Dez	21,3	85,0	1,15	98
Ano	19,9			934

ETN = Evapotranspiração Potencial Mensal obtida no Nomograma
p = fator de ajustamento da ETN de acordo com a latitude

[60] THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. *The water balance*. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.
[61] O déficit hídrico (DEF.) ocorre quando a perda de água por evaporação e evapotranspiração potencial excede a quantidade de água precipitada no sistema. Com isso, o solo não consegue fornecer água no atendimento à evapotranspiração potencial exigida pelas plantas e superfície. O excedente hídrico (EXC.) ocorre quando a precipitação supera a evapotranspiração potencial, completando o armazenamento de água no solo.
[62] A EP foi determinada a partir da temperatura média mensal e da temperatura média anual do ar.

Outro dado importante é a evapotranspiração real (ER), estimada em função da quantidade de água precipitada (P) e do armazenamento total de água no solo (ARM) (TUBELIS, 1984). Enquanto não ocorrer a deficiência de água no sistema, a evapotranspiração real (ER) é igual à evapotranspiração potencial (EP) (TUBELIS, 1984; VIANNELO e ALVES, 1991).

Conforme a tabela 8 e a figura 38, a precipitação média mensal entre 1910 e 1920 excedeu a evapotranspiração potencial em metade dos meses do ano, de outubro a março. Entre abril e setembro, apresentou déficit hídrico variando entre 11,0mm e 45,0mm (FIG.39). No final de setembro e início de outubro inicia-se a reposição de água no sistema. A evapotranspiração real anual total foi de 826,0mm e o excedente hídrico anual 673,0mm.

TABELA 8: Balanço Hídrico para cidade de Belo Horizonte (MG) entre 1910 a 1920

Belo Horizonte - MG (1910 - 1920) / 19º 55' 29,5"S e 43º 57' 06,9"W - Alt. 857m												
Mês	Temp. (ºC)	ETN (mm)	p	EP (mm)	P (mm)	P - EP	NEG. Acum	ARM (mm)	ALT. (mm)	ER (mm)	DEF. (mm)	EXC. (mm)
Jan	21,7	89,0	1,14	101	349	248	0	100	0	101	0	248
Fev	22,3	94,0	1,00	94	181	87	0	100	0	94	0	87
Mar	22,0	92,0	1,05	97	173	77	0	100	0	97	0	77
Abr	20,6	79,0	0,97	77	66	-11	-11	90	-10	76	1	0
Mai	18,4	62,0	0,96	60	15	-45	-56	57	-33	48	12	0
Jun	16,8	50,0	0,91	46	12	-33	-89	41	-16	28	17	0
Jul	16,5	49,0	0,95	47	11	-35	-124	29	-12	23	23	0
Ago	17,8	56,0	0,99	55	27	-28	-152	22	-7	34	21	0
Set	20,0	75,0	1,00	75	34	-41	-193	15	-7	41	34	0
Out	20,9	82,0	1,08	89	117	28	-84	43	28	89	0	0
Nov	21,7	89,0	1,09	97	220	123	0	100	57	97	0	66
Dez	21,3	85,0	1,15	98	293	195	0	100	0	98	0	195
Ano	19,9			934	1498	564			0	826	108	673

Fonte: 5°DISME/INMET (1910 a 1920).

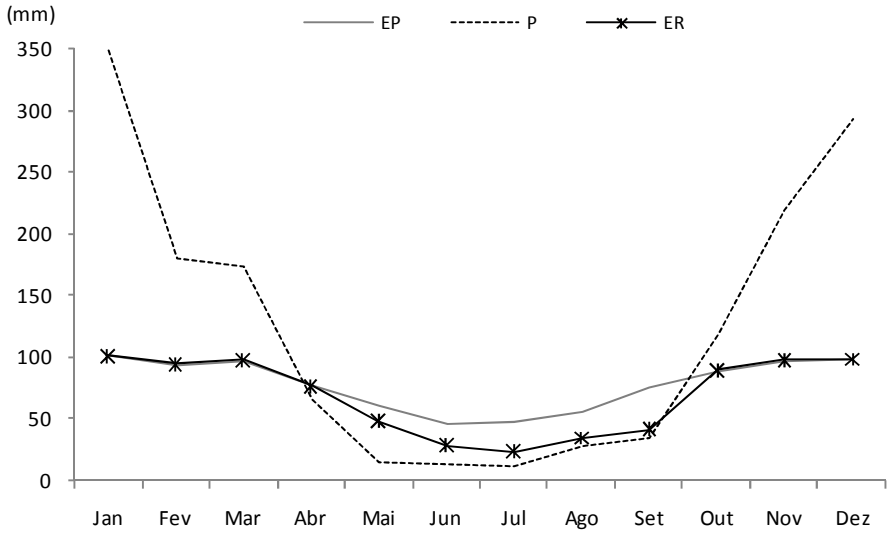


FIGURA 38: Precipitação (P), Evapotranspiração Real (ER) e Evapotranspiração Potencial (EP) mensal de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

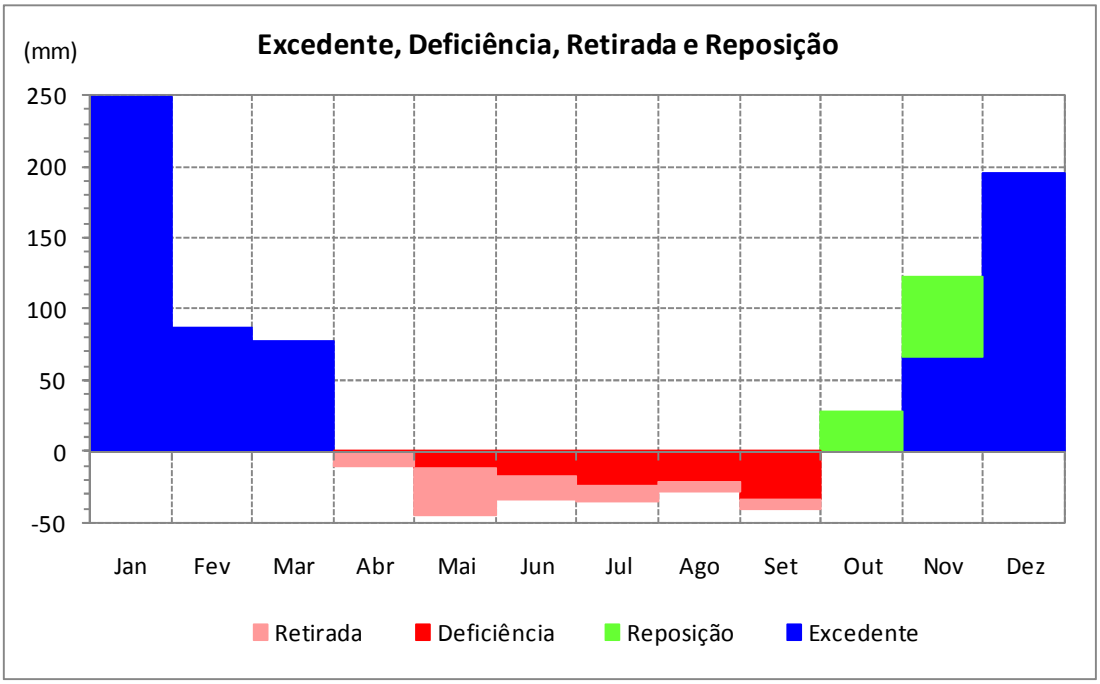


FIGURA 39: Balanço hídrico mensal de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

De acordo com o método de Thornthwaite e Mather e os dados apresentados no balanço hídrico, o clima de Belo Horizonte para este período seria classificado como **mesotérmico úmido** do tipo **$B_3rB'_3a'$**, com pequena deficiência hídrica no inverno.

Chegou-se a esta classificação através do cálculo abaixo onde **Im** é o índice de umidade efetiva, **exc**. é o excedente hídrico anual, **def.** é a deficiência hídrica anual e **Ia** é o índice de aridez calculado somente para os climas úmidos, determinando a intensidade e época de ocorrência do déficit hídrico. A última letra, **a'**, indica a existência de deficiência hídrica nos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro).

$$Im = \frac{(100 \times exc) - (60 \times def)}{EP}$$

$$Im = \frac{(100 \times 673) - (60 \times 108)}{934} = 65,12 \rightarrow \mathbf{B_3} \text{ (Clima úmido)}$$

$$Ia = \frac{100 \times def}{EP} = \frac{100 \times 108}{934} = 11,56 \rightarrow \mathbf{r} \text{ (Pouco ou nenhum déficit hídrico constatado pelo Ia)}$$

EP = 934 → **B'_3** (Clima mesotérmico)

EP no verão (EPV) ⇨ 98+101+94 = 293 mm. A porcentagem de evapotranspiração potencial acumulada no verão em relação ao total anual é igual a 31,37% - (EPV/EP) x 100.

4.2.3. Segundo a Classificação Climática de Gaussen-Bagnouls

Os critérios utilizados na classificação de Gaussen e Bagnouls (1962) para espacializar os tipos climáticos estão fundamentados na análise dos parâmetros meteorológicos e na distribuição da vegetação. Segundo ela, o clima do globo pode ser dividido genericamente em cinco grandes grupos: quente, temperado, frio, seco e montanhoso.

O método da dupla francesa está baseado no ritmo de temperatura e de precipitação ao longo do ano, considerando as médias mensais, onde o *índice xerotérmico*[63] (número de dias biologicamente secos no decorrer do período seco) serve de base para a classificação final. Foram estabelecidos alguns critérios para determinação dos meses secos, sendo mês seco aquele no qual registram-se:

a) Menos de 10 mm de chuva, a uma temperatura média inferior a 10℃;
b) Menos de 25 mm de chuva, a uma temperatura média compreendida entre 10℃ a 20℃;
c) Menos de 50 mm de chuva, a uma temperatura média compreendida entre 20℃ a 30℃;
d) Menos de 75 mm de chuva, a uma temperatura média superior a 30℃.

Outro método para identificar o período seco neste sistema de classificação é a utilização do *gráfico ombrotérmico*[64] (GAUSSEN & BAGNOULS, 1957). No eixo *x* colocam-se os meses do ano e nos eixos *y* e *y'* os valores de temperatura do ar e precipitação respectivamente. O intervalo do eixo *y,* referente aos valores das precipitações mensais, deverá ser o dobro do atribuído à temperatura, eixo y'. Traçadas as curvas térmicas (T) e pluviométrica (P), quando a ômbrica (chuva) passar abaixo da térmica (temperatura) indicará o período seco. Matematicamente pode ser expressa em $P \leq 2T$.

• Cálculo do índice xerotérmico para Belo Horizonte entre 1910 a 1920:

Primeiramente, foi necessário identificar os meses, e o total de dias desses meses, que compõem o período seco[65]. Para tanto, utilizou-se o gráfico ombrotérmico (FIG.40). Foram classificados como secos os meses de maio (31), junho (30), julho (31), agosto (31) e setembro (30) - total de 153 dias.

[63] Para Gaussen-Bagnouls (1962) um dia sem ocorrência de precipitação não é, biologicamente, um dia seco. A vegetação pode utilizar em seus processos fisiológicos a umidade atmosférica na forma orvalho, neblina, nevoeiro e outras formas de condensação do vapor d'água. O índice é estabelecido observando-se o total pluviométrico do período, a maneira e a regularidade como a chuva cai e o teor de umidade relativa. O mês seco é definido como aquele em que a precipitação (P) total é igual ou inferior ao dobro de sua temperatura (T) média ($P \leq 2T$).
[64] Do grego *ombro* = chuva e *termo* = temperatura.
[65] É considerado mês seco aquele cuja taxa de evaporação excede a precipitação acumulada mensal.

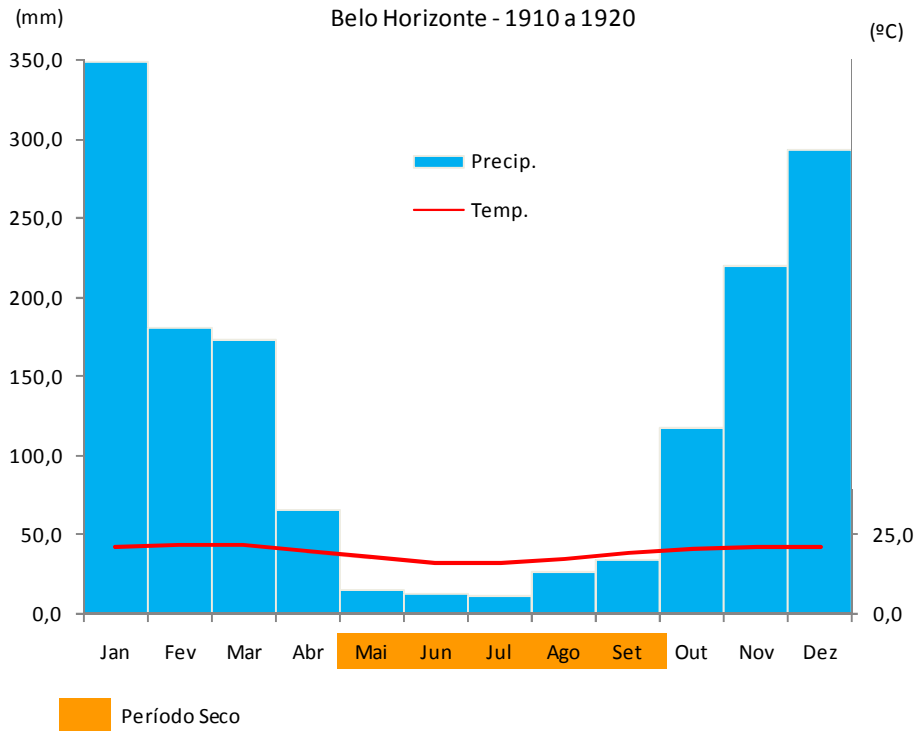


FIGURA 40: Gráfico ombrotérmico de Belo Horizonte entre 1910 e 1920.

Na segunda etapa, foi determinado o número médio de dias chuvosos dentro do período seco e calculou-se o índice de correção (K)[66], conforme cálculos abaixo:

- Total de dias do período seco: 153 dias
- Média de dias chuvosos dentro do período seco = 16,2 dias

⇨ 153 dias do período seco – 16,2 dias de chuvas = 136,8 dias secos

K = índice de correção

$K = \frac{230 - H}{200}$ sendo H = umidade relativa média do ar no período seco,
230 e 200 são constantes estabelecidas por Gaussen e Bagnouls

$K = \frac{230 - 69,2}{200} = 0,8$

- Número de dias secos vezes o índice K = 136,8 x 0,8 ⇨ 109,4 dias

[66] O índice de correção (K) é utilizado para verificar a influência da umidade relativa do ar dentro do período seco. O coeficiente varia de 1 a 0,65, quando H = 30% e H = 100% respectivamente. No primeiro caso o ar está excessivamente seco para que as plantas utilizem a umidade relativa e no segundo caso o ar está saturado, este último podendo ser contabilizado como meio dia seco (GAUSSEN & BAGNOULS, 1962).

Na última etapa foi calculada a média de dias com ocorrência de orvalho (orv.) e nevoeiro (nev.) e subtraiu este valor dos dias efetivamente secos. Uma única ocorrência de orvalho e nevoeiro é contabilizada como meio dia seco.

- Média de ocorrência de orvalho no período seco entre 1910 e 1920 = 43 dias
- Média de ocorrência de nevoeiro no período seco entre 1910 e 1920 = 14,7 dias

$$\frac{\text{Med.orv} + \text{Med.nev}}{2} = \frac{43 + 14{,}7}{2} = 28{,}85 \text{ dias}$$

⇨ 109,4 – 28,85 = 80,5 dias biologicamente secos

Segundo este método, o clima de Belo Horizonte entre 1910 e 1920 pode ser classificado como sendo do tipo **xeroquimênico termoxeroquimênico** de **caráter atenuado (4cTh)**, pois a temperatura média do mês mais frio é superior aos 15ºC, a estação seca é de aproximadamente 5 meses (maio, junho, julho, agosto e setembro) e o índice xerotérmico calculado foi de 80,5 dias biologicamente secos.

4.3. Unidades Climáticas “Naturais” de Belo Horizonte entre 1910 e 1920

As características físico-ambientais do município de Belo Horizonte apresentadas no capítulo 3 definem um conjunto de fatores climáticos (controladores) que, em interação com a sucessão habitual dos diferentes sistemas atmosféricos (rítmico-dinâmico), irão caracterizar os tipos climáticos naturais.

A cidade foi dividida em duas grandes unidades de climas locais: *Clima Tropical de Altitude da Depressão de Belo Horizonte* e *Clima Tropical de Altitude das Serras do Quadrilátero Ferrífero* (FIG.41), subdivididos em seus respectivos mesoclimas e topoclimas (FIG.42). A espacialização e delimitação de cada unidade (local, meso e topo) foram determinadas pela homogeneidade dos parâmetros meteorológicos sobre os condicionantes topográficos e hipsométricos (TAB.9).

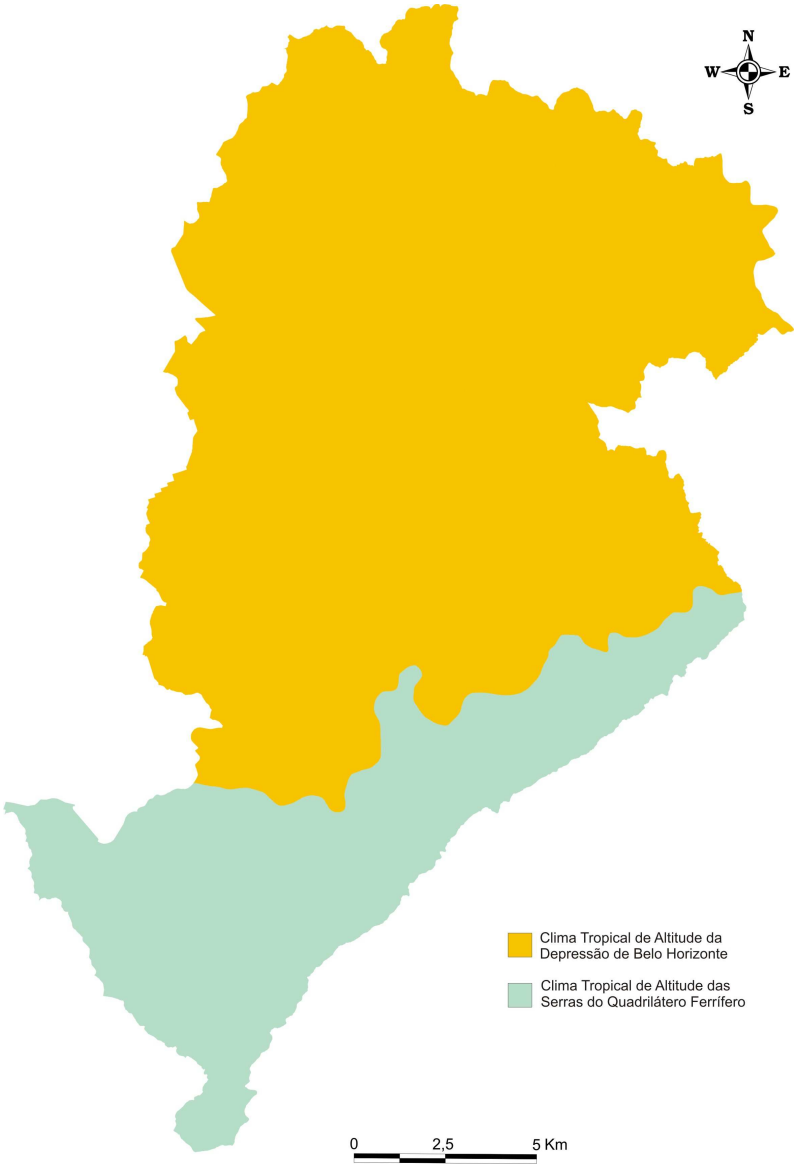


FIGURA 41: Unidades climáticas “naturais” do município de Belo Horizonte: climas locais.

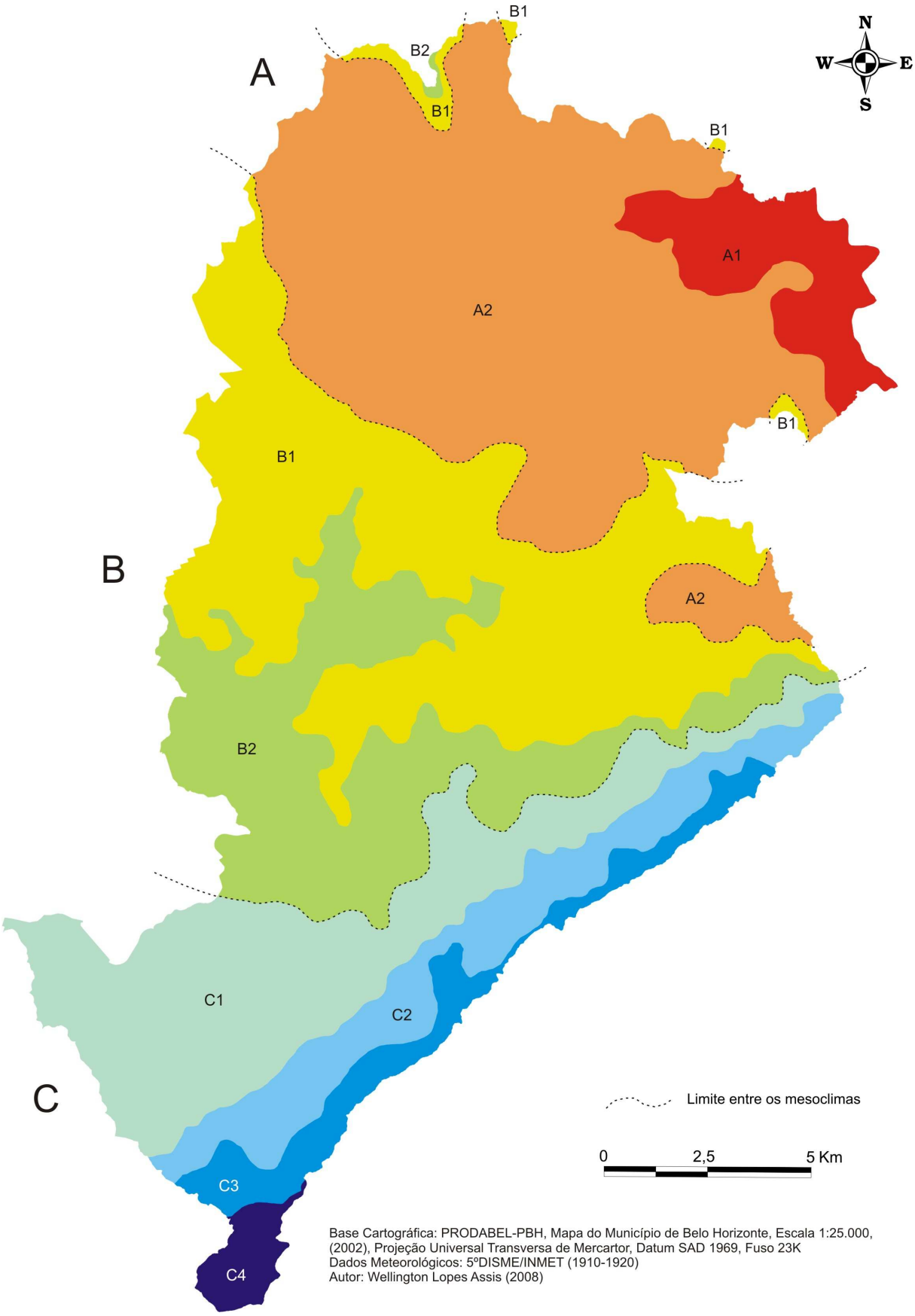


FIGURA 42: Unidades climáticas “naturais” do município de Belo Horizonte: mesoclimas e topoclimas.

TABELA 9: Unidades Climáticas “Naturais” do Município de Belo Horizonte - MG

Unidades Climáticas			Fatores Climáticos			Elementos Climáticos			
Clima Local	Mesoclima	Topoclima	Altitude (m)	Morfologia do Terreno		Temperatura do Ar (ºC)			UR (%)
				Principais Características	Orientação	Média	Máxima	Mínima	
I - Clima Tropical de Altitude da Depressão de Belo Horizonte	A	A1	675 - 700	Colinas com topos aguçados e vertentes retilíneas na confluência do ribeirão do Onça com o rio das Velhas. Presença de espigões e vales encaixados com seções em forma de "V".	NW - SE	20,4 - 20,9	26,4 - 26,9	15,3 - 15,8	74,5 - 75,0
		A2	700 - 800	Relevo suavemente ondulado com presença de amplas colinas de topos achatados e vales abertos de fundo chato do ribeirão Pampulha-Onça.	W - E	20,0 - 20,4	26,0 - 26,4	14,9 - 15,3	
	B	B1	800 - 900	Relevo ondulado e suavizado da Depressão de Belo Horizonte com vertentes côncavas e vales abertos côncavos. Na porção central e Oeste topos abaulados com vertentes retilíneas e vales côncavos. No extremo Norte do município destacam-se as feições dos espigões do Engenho Nogueira e Venda Nova com vertentes íngremes e ravinadas, cercadas por vales encaixados.	W - E	19,7 - 20,0	25,7 - 26,0	14,6 - 14,9	73,5 - 74,0
		B2	900 - 1000		NNW - SSE	19,3 - 19,7	25,3 - 25,7	14,2 - 14,6	73,0 - 73,5
II - Clima Tropical de Altitude das Serras do Quadrilátero Ferrífero	C	C1	1000 - 1100	No limite entre os municípios de Belo Horizonte e Nova Lima existem cristas e escarpas da Serra do Curral com vertentes retilíneas ravinadas e vales encaixados em forma de "V". A linha de crista da Serra do Curral desenvolve-se por altitudes entre 1150m e 1510m, disposta na direção Sudoeste-Nordeste. Presença de subcompartimentos moderadamente ondulado entre 1100m a 1200m, assemelhando-se a pequenos tabuleiros em meio a sítios profundamente dissecados. No extremo Oeste do regional Barreiro ocorrência de relevo colinoso do ribeirão Arrudas, colinas alongadas, topos abaulados com vertenes convexas e vales côncavos.	SW - NE	18,8 - 19,3	24,8 - 25,3	13,7 - 14,2	72,5 - 73,0
		C2	1100 - 1200			18,0 - 18,8	24,0 - 24,8	12,9 - 13,7	72,0 - 72,5
		C3	1200 - 1300			17,1 - 18,0	23,1 - 24,0	12,0 - 12,9	71,5 - 72,0
		C4	1300 - 1510			15,7 - 17,1	21,7 - 23,1	10,6 - 12,0	71,0 - 71,5

Base Cartográfica : PRODABEL-PBH, Mapa do Município de Belo Horizonte , Escala 1:25.000, (2002), Projeção Universal Transversa de Mercartor , Datum SAD 1969, Fuso 23K
Caracterização Geomorfológica : adaptado de PLAMBEL (1984), BAUMGRATZ (1988) e FERREIRA (1997)
Dados Meteorológicos : 5ºDISME /INMET (1910-1920)
Autor: Wellington Lopes Assis (2008)

Apesar da forte correlação entre a altitude e os parâmetros meteorológicos, a transição entre as unidades climáticas não é absoluta, como em qualquer outro sistema de classificação. Existem mudanças gradativas entre o limite inferior e superior de cada unidade. A dificuldade de se estabelecer com precisão estes limites é compreensível, uma vez que o clima, por representar uma idéia complexa e abstrata, sem existência concreta em nenhum lugar, não pode ser medido ou equacionado em termos rígidos.

4.3.1. Clima Tropical de Altitude da Depressão de Belo Horizonte

A primeira unidade de clima local foi definida como *Tropical de Altitude da Depressão de Belo Horizonte*, ocupando a área onde surgiram os primeiros assentamentos urbanos. Neste clima local foram caracterizados os seguintes mesoclimas:

- Mesoclima (A): abrangendo toda região norte e nordeste do município. No extremo noroeste desta unidade encontram-se espigões e colinas com topos aguçados, vales encaixados com seções em forma de "V" e vertentes retilíneas na confluência do ribeirão do Onça com o rio das Velhas. Entretanto, a maior parte deste mesoclima possui um relevo suavemente ondulado apresentando amplas colinas de topos achatados e vales abertos de fundo chato do ribeirão Pampulha-Onça.

- Mesoclima (B): compreende a faixa central do município no alongamento leste-oeste, localizado sob a depressão de Belo Horizonte. Ao norte e leste desta unidade observa-se um relevo ondulado e suavizado com vertentes côncavas e vales abertos côncavos. Na porção central e oeste existem topos abaulados com vertentes retilíneas e vales côncavos. No extremo norte do município e ao sul da Lagoa da Pampulha destacam-se as feições morfológicas dos espigões Venda Nova e Engenho Nogueira, respectivamente, com vertentes íngremes e ravinadas, cercadas por vales encaixados.

Em relação à cobertura vegetal tanto o mesoclima A como B possuíam formações originais que outrora se distribuíam por toda a depressão de Belo Horizonte, inserindo-se na faixa de transição entre a floresta ombrófila semidecidual (floresta tropical subcaducifólia) e as formações típicas do Cerrado brasileiro. A essas formações principais somavam-se as matas ciliares e de galeria (hoje praticamente inexistentes) que acompanhavam os leitos dos ribeirões Arrudas e Izidoro e dos córregos Onça, Sarandi, Ressaca e Tijuco.

Os topoclimas A1 e A2 possuíam um comportamento climático muito semelhante, embora haja uma diferença hipsométrica de 125m entre eles. O comportamento térmico obtido nestas unidades foi relativamente ameno, principalmente quando comparado a cidades localizadas na mesma latitude na região tropical. As médias anuais ficaram entre 20,4℃ e 20,9℃ (A1) e entre 20,0℃ e 20,4℃ (A2). A média d as máximas foi calculada entre 26,0℃ (A2) e 26,9℃ (A1) e das mínimas entre 14,9℃ (A2) e 15,8℃ (A1). A umidade relativa média anual foi estimada em 74,5% (A2) e 75,0% (A1).

Em dias ensolarados as áreas dos topoclimas A1 e A2 estão sujeitos a um forte aquecimento diurno, pois não existem grandes interpostos topográficos que impeçam a chegada efetiva da radiação solar. Estas características contribuem para elevadas temperaturas e fortes amplitudes térmicas diurnas sob a atuação de sistemas atmosféricos estáveis, como na presença do *Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul* e do *Anticiclone Subpolar do Atlântico Sul*. Por se tratarem de áreas rebaixadas e envolvidas por colinas e serras há uma tendência de predomínio de calmaria e ventos muitos fracos.

Apesar de nesta época não existir nenhum pluviômetro oficial para a região do mesoclima A, pode-se inferir que as precipitações desta unidade sofriam uma sensível redução quando comparadas as precipitações registradas no mesoclima B. A explicação está na menor rugosidade superficial e na compressão adiabática decorrente da descida do ar em direção aos vales e depressões dos topoclimas A1 e A2. Estas características favorecem a estabilidade atmosférica local, principalmente sob a atuação dos ventos de leste e nordeste do *Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul*.

A localização do mesoclima B é intermediária, situada entre as áreas mais deprimidas do mesoclima A e as serras e vales encaixados do mesoclima C. Existe uma diferença hipsométrica de 200m entre o limite inferior e superior dos topoclimas B1 e B2. Devido ao ganho altimétrico observado em relação aos topoclimas A1 e A2, o comportamento térmico apresenta uma pequena redução. As temperaturas médias anuais calculadas oscilaram entre 19,3℃ e 19,7℃ (B1) e entre 19,7℃ e 20,0℃ (B2). A média das máximas foi estabelecida entre 25,3℃ (B2) e 26,0℃ (B1) e das mínimas entre 14,2℃ (B2) e 14,9℃ (B1). O mesmo fator altimétrico reduziu o percentual de umidade atmosférica em 1%, a média anual variou entre 73,0% (B2) e 74,0% (B1).

Nos vales e terraços dos mesoclimas A e B era comum a ocorrência de nevoeiros e névoa úmida. Foram 151 registros entre 1910 e 1920 somente nas proximidades do ribeirão Arrudas. Como observado nos dias de hoje, a topografia destes mesoclimas favorecem a drenagem noturna de ar frio em direção aos fundos de vales, e, em dias mais frios e úmidos, é possível observar a formação de nevoeiros restringindo a visibilidade local. Apesar da urbanização verificada atualmente nestas regiões, estas mesmas características geram condições dinâmicas para a ocorrência de inversões térmicas sob atuação de anticiclones durante o outono-inverno.

Por ocupar a região topográfica mais deprimida do município, os topoclimas A1 e A2 funcionam como áreas de receptação dos principais afluentes do Ribeirão do Onça e Arrudas. Recebem não só as chuvas que caem em seus tributários, mas também os totais

pluviométricos das unidades localizadas nos mesoclimas B e C. Este último mesoclima tende a ser mais chuvoso devido ao efeito orográfico.

Durante os eventos pluviométricos extremos ocorridos em 1916 um número significativo de terraços dos topoclimas A1 e A2 foi ocupado pelas águas. A precipitação neste ano superou em 535,0mm a normal climatológica, sendo os meses de fevereiro (466,3mm) e março (469,4mm) os mais chuvosos. Entretanto, devido à baixa urbanização e ocupação destas áreas em 1916 os prejuízos materiais foram mínimos.

4.3.2. Clima Tropical de Altitude das Serras do Quadrilátero Ferrífero

A segunda unidade de clima local foi definida como *Tropical de Altitude das Serras do Quadrilátero Ferrífero*, ocupando os terrenos mais elevados do município. Nesta unidade foram identificados quatro topoclimas (C1, C2, C3 e C4) com características topográficas e morfológicas semelhantes, mas com desníveis altimétricos bem diferenciados - 510m separam o limite inferior e superior dos topoclimas C1 e C4.

Pelo fato dos topoclimas desta unidade ocuparem praticamente áreas de serra e por não possuíram grandes diferenças em suas morfológicas, além de serem muito próximo um dos outros, foram todos classificados como pertencentes a um único mesoclima (C). De fato, pode-se subdividir este clima local em vários mesoclimas ou abranger os municípios limítrofes a Belo Horizonte como Nova Lima, Sabará e Caeté. Este complexo clima local estende-se por toda região sul e sudeste do município, sendo a Serra do Curral a principal unidade geomorfológica. Apresenta altitudes que variam de 1150m a 1510m. Esta barreira física corresponde ao principal divisor de águas entre as bacias do ribeirão Arrudas (Belo Horizonte) e ribeirão dos Cristais (Nova Lima).

O relevo é caracterizado por cristas com vertentes ravinadas e vales encaixado de seções em forma de “V”. Em média os desníveis altimétricos entre os vales são da ordem de 100m, embora atinjam patamares bem maiores nos anfiteatros escarpados de alguns tributários do ribeirão Arrudas. Conforme a figura 25, apresentada no capítulo 3, as vertentes desta unidade possuem declividades superiores a 36°, sendo que praticamente todos os trechos com inclinação superior a 45° encontram-se neste clima local.

Existem dois subcompartimentos topográficos entre os topoclimas C2 e C3, denominados de *superfícies do Belvedere* e *Jatobá*, que permitiam uma eficiente circulação atmosférica

local[67]. Assemelham-se a dois tabuleiros semi-planos em meio a sítios profundamente dissecados com declividades inferiores a 10°. Estas pequenas "rupturas" nas feições topográficas da Serra do Curral favoreciam, como observado nos dias de hoje, uma menor distorção na direção preferencial dos ventos (leste) e uma maior velocidade deste parâmetro em relação aos demais topoclimas. Em conjunto a estas feições geomorfológicas somam-se vestígios de campos rupestres, presentes em algumas manchas da Serra do Curral, e resquícios de matas ciliares, encontradas nas margens dos córregos do Cercadinho, Ponte Queimada e Taquaril.

O topoclima C1 abrange uma área com relevo relativamente ondulado, constituído de colinas alongadas em meio a pequenas escarpas e vales encaixados. As altitudes variam entre 1000m e 1100m, determinando um comportamento térmico mais ameno e uma ligeira queda na umidade relativa do ar se comparado ao topoclima de transição B2. A temperatura média anual oscilou entre 18,8℃ e 19,3℃. As média s anuais das máximas variaram entre 24,8℃ a 25,3℃ e das mínimas, entre 13,7℃ a 14,2° C. A umidade relativa média anual foi calculada entre 72,5% a 73,0%.

O topoclima C2 ocupa terrenos das principais sub-bacias da margem direita do ribeirão Arrudas, as altitudes estão entre 1100m a 1200m. O relevo acidentado propicia desníveis topográficos expressivos na rede de drenagem, podendo-se verificar algumas corredeiras como no Alto Taquaril, no trecho médio do córrego do Cardoso, e no Alto Cercadinho, logo abaixo da superfície Belvedere. A temperatura média anual desta unidade ficou entre 18,0℃ e 18,8℃, a média anual das máximas entre 24,0℃ e 24,8℃ e das mínimas entre 12,9℃ a 13,7℃. A umidade relativa anual ficou estabelecida entre 72,0% a 72,5%.

Entre 1200m e 1300m encontra-se o topoclima C3, abrangendo praticamente toda a linha de crista da Serra do Curral no alongamento nordeste-sudoeste. O modelado é muito escarpado, apresentando vertentes ravinadas e vales encaixados alongados. As declividades são superiores a 45°. Estas elevações funcionam como barreiras orográficas na passagem do ar úmido, causando grande nebulosidade em certas épocas do ano. Ainda nos dias de hoje é comum a presença de baixos *stratus* e *stratocumulus* encobrindo a Serra do Curral no início do outono e primavera. A temperatura média anual foi calculada entre 17,1℃ e 18,0℃ e as máximas médias anuais, entre 2 3,1℃ e 24,0℃. As temperaturas mínimas médias variaram entre 12,0℃ a 12,9℃ e a u midade relativa, entre 71,5% a 72,0%.

[67] Em meados da década de 80 o município de Nova Lima permitiu a ocupação de áreas próximas e mesmo limítrofes a Belo Horizonte, implantando ai condomínios e grandes equipamentos urbanos. Associado a estes empreendimentos, iniciaram-se em 1998 as obras de verticalização e adensamento do Belvedere III, impactando negativamente o comportamento térmico, hígrico e anemométrico local (VILELA, 2007). A verticalização do bairro Belvedere se deu de forma abrupta, através da mudança na legislação de zoneamento da área, feita em 1988 pelo então prefeito Sérgio Ferrara. A partir daí, uma intensa polêmica envolvendo prefeitura, interesses imobiliários e a sociedade civil se inaugurou.

O topoclima C4 localiza-se na porção mais alta do município. Seu limite inferior inicia-se em 1300m e termina em 1510m - pico do Rola Moça, localizado na atual regional Barreiro. As menores temperaturas e umidade relativa foram registradas nesta unidade. A temperatura média anual oscilou entre 15,7℃ a 17,1℃. A média das máximas foi estabelecida entre 21,7℃ e 23,1℃ (B1) e das mínimas, entre 10,6℃ e 12,0℃. A umidade atmosférica média anual variou entre 71,0% e 71,5%.

Em função da altitude e por não haver nenhum obstáculo construído, todos os topoclimas do mesoclima C possuíam boa ventilação, principalmente quando os fluxos de vento eram de nordeste e sudoeste. Como verificado ainda hoje, durante os meses de outono-inverno, sob atuação de sistemas atmosféricos estáveis, a Serra do Curral e colinas associadas, permitem o escoamento de ar frio em direção aos vales do ribeirão Arrudas, proporcionando a formação de nevoeiros e névoas úmidas nestes locais. Quando da participação do *Anticiclone Subpolar do Atlântico Sul*, a estabilidade atmosférica decorrente da compressão adiabática, sofrida pela descida do ar, diminui a camada de mistura e aumenta a estabilidade nas áreas onde se localizavam os topoclimas naturais B1, A1 e A2. Este processo dificulta a dispersão de poluentes e material particulado, contribuindo para a formação de névoa seca nos meses de agosto e setembro.

Apesar das profundas modificações no uso e ocupação do solo do mesoclima C observadas nas últimas décadas, a morfologia e a hipsometria ainda colaboram para o aumento da instabilidade atmosférica quando da atuação de frentes frias e sistemas atmosféricos perturbados - linhas de instabilidades e ZCAS. Tem-se nestes locais fortes impactos pluviais. Os elevados totais pluviométricos, associados às altas declividades da Serra do Curral, necessitam de atenção especial quanto a qualquer tipo de uso que se faça nestas áreas. Isto porque existe um enorme potencial para ocorrência de movimentos de massa, deslizamentos e desmoronamentos.

4.4. Breve Histórico sobre a Expansão da Mancha Urbana de Belo Horizonte

Se a infra-estrutura urbana em muito se tornou aquém daquela prevista originalmente por Aarão Reis, chefe construtor da nova capital, que dirá as condições ambientais e de "salubridade" atmosférica, alguns dos elementos que contribuíram para a escolha do sítio do antigo Curral d'El Rey como sendo ideal para a construção da nova capital.

A partir da década de 40 o vertiginoso crescimento urbano da capital mineira provocou modificações no comportamento de alguns parâmetros meteorológicos, especialmente a temperatura e a umidade relativa. Um dos principais motivos foi a criação do seu parque industrial nos anos 50, quando registraram-se aumentos populacionais significativos, o que fortaleceu o papel da cidade como grande pólo de atração regional (FERREIRA, 1997). Na seqüência de mapas da figura 43 é possível observar a evolução da mancha urbana belohorizontina e seus principais eixos de expansão.

Entre 1935 a 1950 o tecido urbano evoluiu preferencialmente no sentido norte-sul, desde a área central da Avenida do Contorno até os municípios de Vespasiano, Ribeirão das Neves e Santa Luzia. Durante este período, partes significativas das regiões norte e sudoeste foram ocupadas por atividades agropecuárias de subsistência (FERREIRA, 1997). Segundo Matos (1998), num primeiro momento a expansão para o extremo sul e sudeste do município foi limitada pela presença de obstáculos naturais, constituídos por relevos irregulares e de alta declividade nas proximidades da Serra do Curral.

De 1950 a 1977 a ocupação se deu principalmente no sentido centro-oeste e centro-norte, impulsionada pelos seguintes fatores: implantação da cidade industrial de Contagem, localizada a oeste de Belo Horizonte, construção do complexo da Pampulha, ao norte, e a abertura das respectivas ligações viárias entre o centro da cidade e essas novas ocupações. Dois importantes eixos viários foram abertos, a Avenida Amazonas, que dá acesso à cidade industrial, e a Avenida Antônio Carlos, que conecta a região da Pampulha com o centro da cidade (PLAMBEL, 1986).

O processo de verticalização acelerada da região central tem início no final da década de 50. A demolição de antigos prédios no centro da cidade foi estimulada pela legislação aprovada ainda nos anos trinta permitindo taxas de aproveitamento muito elevadas (PLAMBEL, 1986; FERREIRA, 1997). A partir dos anos 70 este processo toma grandes proporções, expandindo-se para além da avenida do Contorno, paralelamente ao asfaltamento de ruas e avenidas e canalização de cursos d'água nos bairros periféricos.

Canyons urbanos surgiram em vias que rapidamente se viram cercadas por grandes edifícios, como a Avenida Afonso Pena e as ruas da Bahia e Espírito Santo.

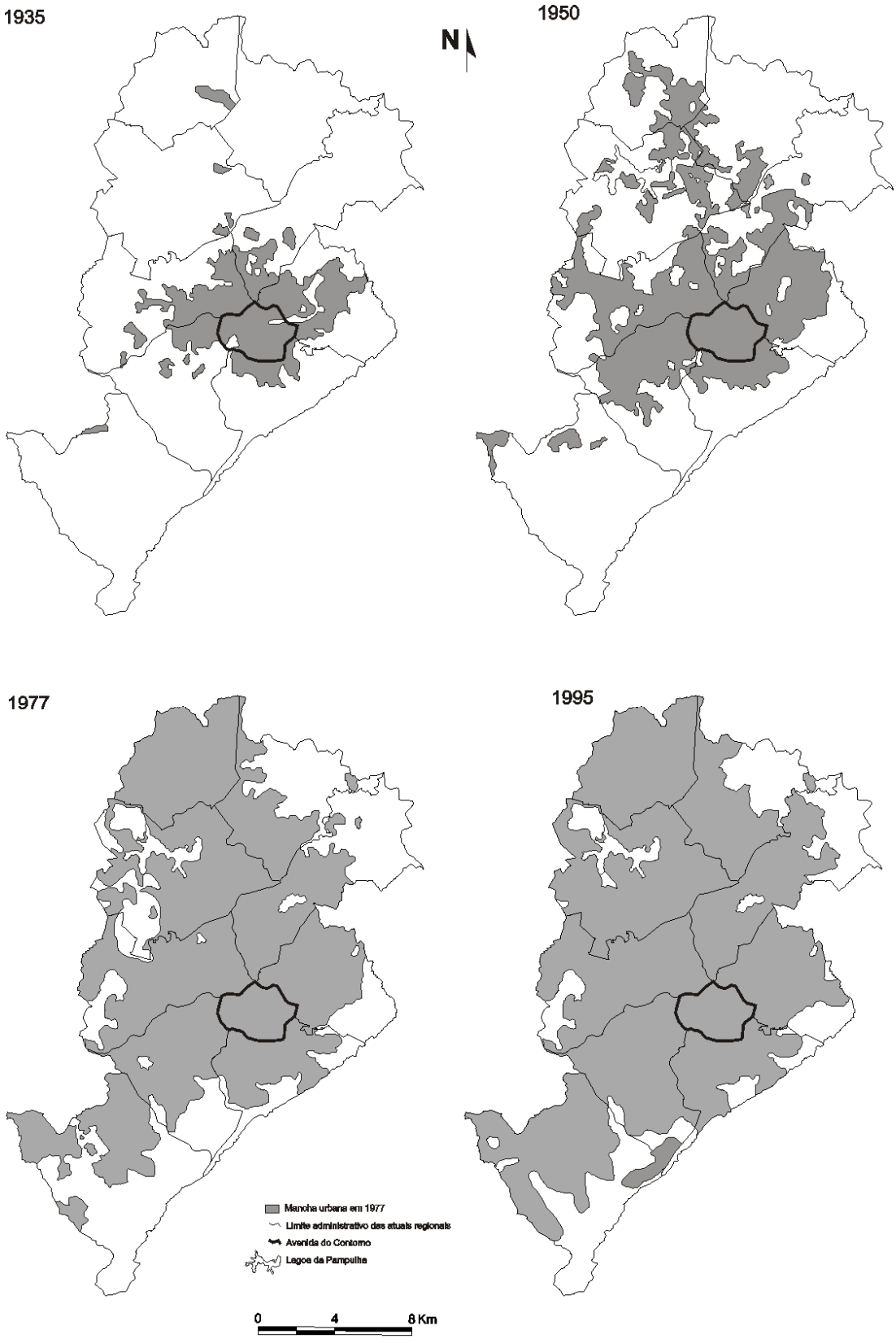


FIGURA 43: Evolução da mancha urbana do município de Belo Horizonte entre 1935 e 1995.

Da década de 90 em diante toda área mais “nobre” do município adensa-se por um acelerado processo de verticalização, principalmente os bairros da regional Centro-Sul, dentro e fora da Avenida do Contorno. As barreiras naturais impostas pela Serra do Curral foram gradativamente “superadas” pela ocupação de edificações de alto padrão.

Atualmente o crescimento da cidade ocorre preferencialmente na direção dos municípios de Nova Lima e Contagem. A mancha urbana dentro do município de Belo Horizonte já atingiu todo o seu limite oeste, à exceção do extremo sul da regional Barreiro no limite com Parque Estadual da Serra do Rola Moça. Também no setor Norte intensificou as áreas conurbadas com os outros municípios, sobretudo com Ribeirão das Neves e Vespasiano, através da expansão e do adensamento de Venda Nova e a criação do novo centro administrativo do Estado de Minas Gerais.

Concomitantemente a esse processo de urbanização e industrialização, observou-se, décadas após décadas, a diminuição progressiva das áreas verdes urbanas, a indiscriminada impermeabilização do solo, o adensamento das edificações, a emissão de poluentes pelas indústrias e automóveis e a canalização de córregos. Todos esses fatores contribuíram sensivelmente para alterações no padrão atmosférico local, gênese das ilhas de calor e deteorização da qualidade de vida no município.

4.5. Evolução no Comportamento dos Parâmetros Meteorológicos entre 1911 a 2009

A análise sobre a evolução dos elementos climáticos deve ser feita baseando-se em dados de longos períodos, obtidos, se possível, nos mesmos locais e sob as mesmas condições ambientais. No caso de Belo Horizonte, no entanto, essas informações apresentam pequenas rupturas temporais e foram obtidas em sítios diferentes, cada uma apresentando um topoclima específico.

As figuras 44 e 45 apresentam, respectivamente, os períodos e os locais de funcionamento de todos os postos e estações meteorológicas sob a responsabilidade do 5° Distrito de Meteorologia[68]. É importante observar que em algumas épocas duas estações funcionaram ao mesmo tempo, desempenhando uma delas o papel de estação principal (primeira classe) e auxiliar (segunda classe). Em relação a esta última, pode-se citar como exemplo a estação meteorológica da Gameleira (1912 a 1942), o posto pluviométrico da Feira Coberta (1932 a 1957), localizada onde é hoje a atual Rodoviária do município, e a estação meteorológica de Lourdes entre 1968 e 1969.

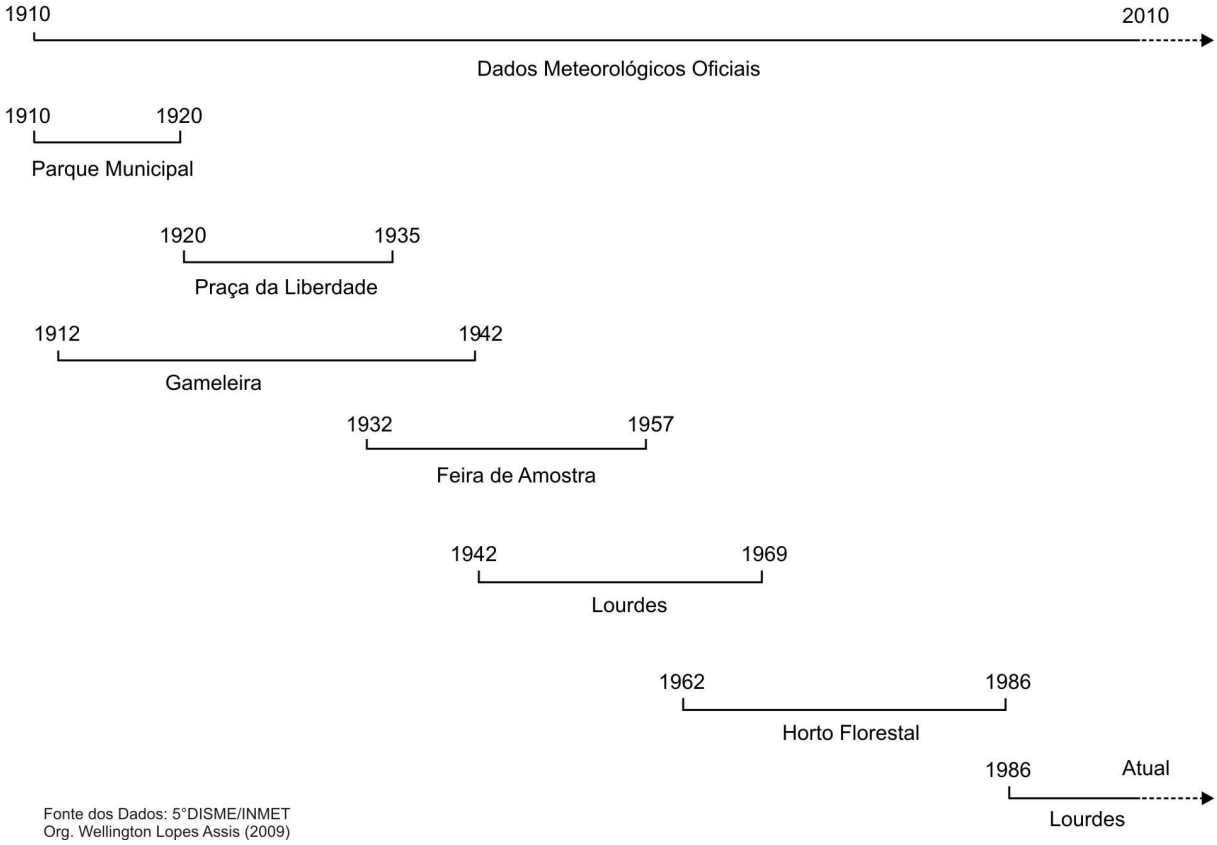


FIGURA 44: Período de funcionamento dos postos e das estações meteorológicas oficiais em Belo Horizonte entre 1910 e 2010, sob a responsabilidade do 5° Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia.

[68] Encontra-se no anexo 1 a tabela com o histórico da localização, coordenadas e o período de funcionamento de todas as estações meteorológicas do município de Belo Horizonte sob responsabilidade do 5°DISME/INMET.

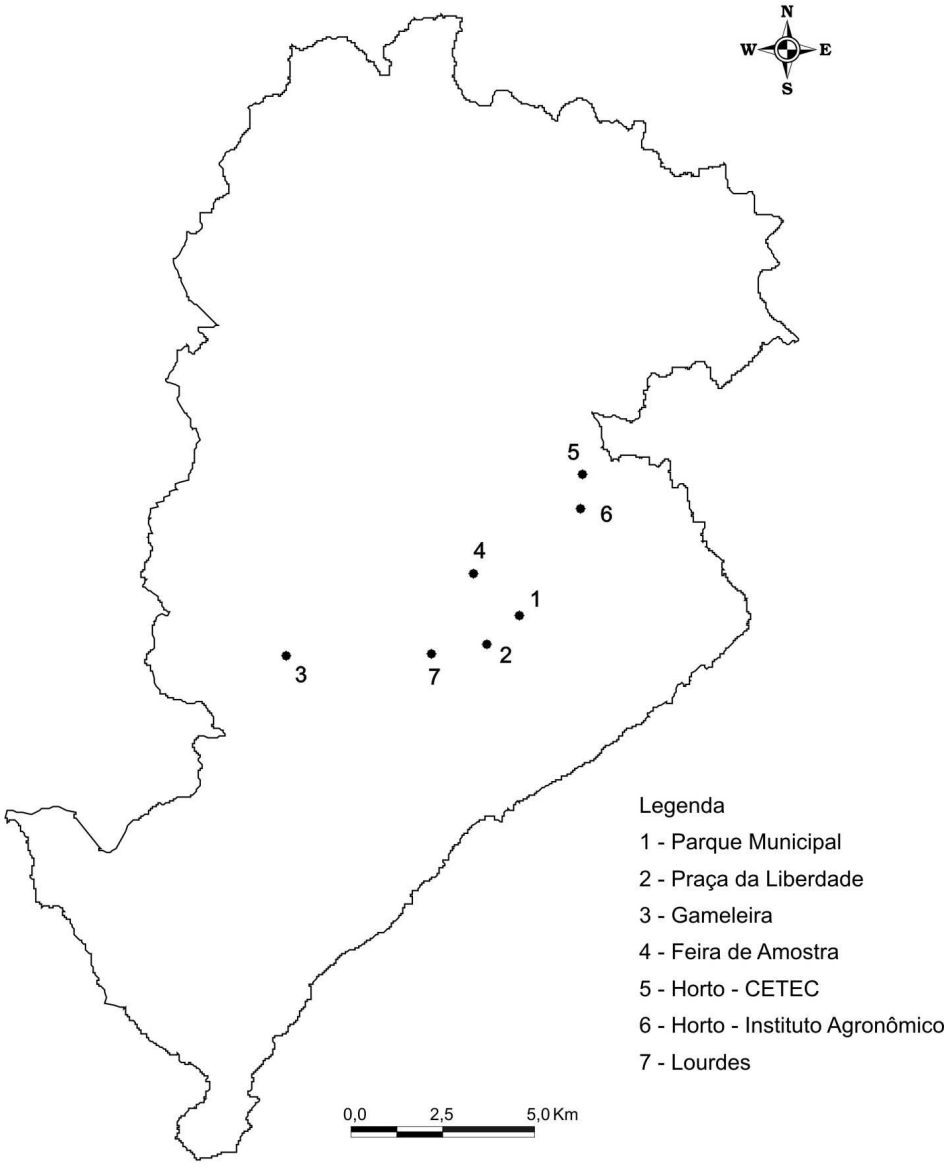


FIGURA 45: Localização dos postos e das estações meteorológicas oficiais em Belo Horizonte entre 1910 e 2010, sob a responsabilidade do 5° Distrito de Mete orologia do Instituto Nacional de Meteorologia.

De forma a perceber as alterações do clima local de Belo Horizonte, um procedimento metodológico extremamente simples foi utilizado no sentido de apoiar as considerações que vêm sendo formuladas até aqui, e que continuarão sendo feitas até o final deste estudo. Tal método resume-se na comparação da temperatura (média, máxima e mínima), umidade relativa, precipitação e evaporação[69] entre as duas edições das Normais Climatológicas (1931-1960 e 1961-1990), elaboradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia, os dados observados por Giovannini (1930), referente ao período de 1911 a 1928, e as informações coletadas na estação climatológica de Lourdes entre 1986 até 2009.

[69] Foram utilizados somente os dados entre 1931 a 1990.

Foram confrontadas as evoluções das médias mensais dos elementos climáticos citados acima ao longo do que seria um “ano padrão médio”, refletindo o padrão normal do clima nos quatro períodos analisados. Procedimento semelhante foi adotado por Assis e Gontigo (1996) e Assis e Abreu (2009) abrangendo, porém, somente as duas últimas edições das Normais Climatológicas.

O objetivo desta comparação foi de fornecer uma base quantitativa que indique o processo de mudança do clima belohorizontino ao longo do século XX. A análise ora feita confirma essa tendência, especialmente para as variáveis térmicas e hígricas - componentes essenciais para a noção de conforto térmico urbano. Os dados apontam para um ligeiro aquecimento da atmosfera local e um decréscimo na umidade relativa do ar.

Ao se examinar o comportamento térmico de Belo Horizonte para o período de 1911 a 1928, verifica-se que a temperatura média anual para o mesmo foi de 20,4ºC. Já para as Normais de 1931 a 1960 e 1961 a 1990 esse valor foi respectivamente de 20,7ºC e 21,1ºC. No período de 1986 a 2009 a média foi calculada em 21,9ºC. A temperatura média anual elevou-se em cerca de 1,5ºC (FIG.46) entre 1911 a 2009 e a amplitude térmica anual, variável topoclimática muito sensível aos efeitos da urbanização e verticalização, registrou uma queda de 0,8ºC de 1911 a 2009.

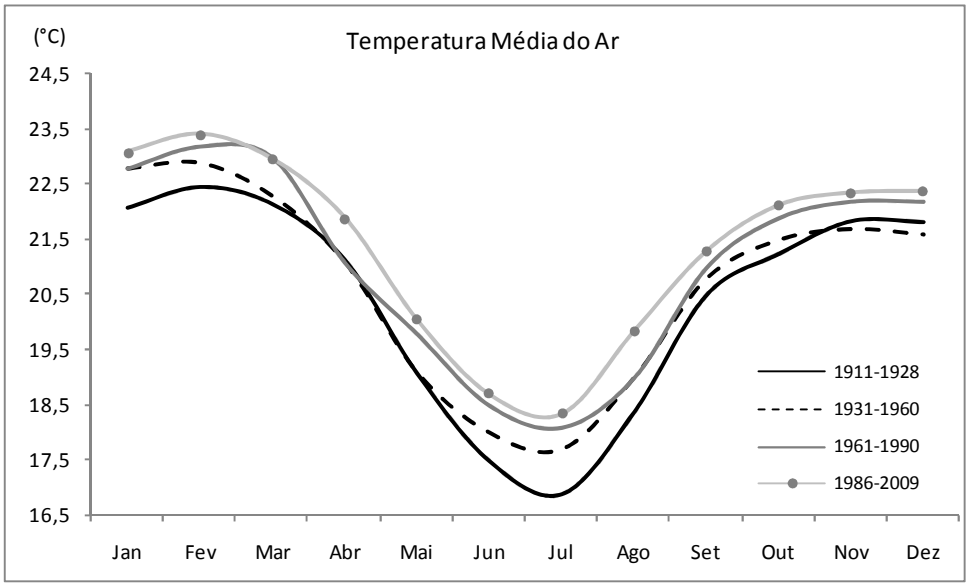


FIGURA 46: Comportamento da temperatura média mensal do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009. Fonte: GIOVANNI (1930), Normais Climatológicas (1931-1960 e 1961-1990) e 5ºDISME/INME T (1986-2009).

Apesar da tendência de elevação observada nos valores térmicos médios esta não é linear, existem fortes oscilações entre 1911 e 2009 (FIG.47). Grande parte deste aumento ocorreu na segunda metade do século XX, destaque para a década de 70 e os primeiros anos da

década de 80 - período em que os ganhos térmicos oscilaram em torno 2,2ºC. Entretanto, a partir de 1985 houve uma tendência de queda nos valores médios.

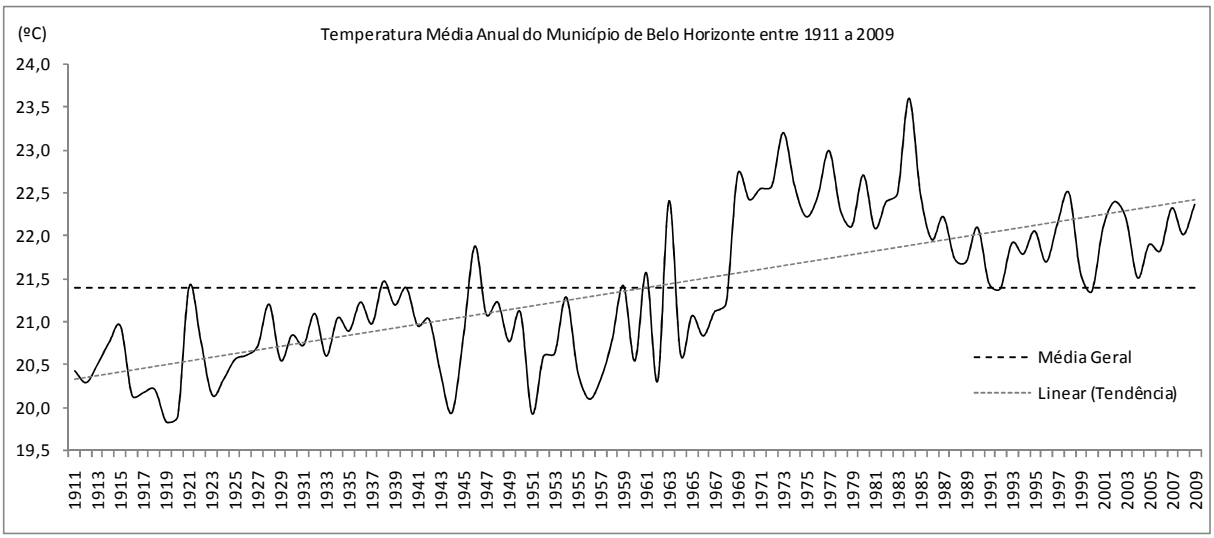


FIGURA 47: Evolução anual da temperatura média de Belo Horizonte entre 1911 a 2009. Fonte: 5ºDISME/INMET (1911 a 2009).

Pode parecer contraditório esta diminuição na temperatura média anual, já que após a segunda metade da década de 80 o município vem registrando acréscimos significativos no número de edifícios e áreas impermeabilizadas. A questão é que a temperatura média anual, quando observada continuamente em longos períodos, reflete não somente os efeitos da mudança de uso e ocupação do solo, mas também as influências de macroescala sobre o clima local. Pode-se citar como exemplo as oscilações cíclicas de médio e longo prazo na temperatura dos oceanos[70] que modificam fortemente o transporte e a distribuição de calor sensível entre a superfície e a atmosfera.

O trimestre mais quente para Belo Horizonte coincide com os meses de janeiro, fevereiro e março, enquanto o trimestre mais frio corresponde aos meses de junho, julho e agosto. A temperatura média do trimestre mais quente de 1911 a 1928 foi de 22,2ºC, enquanto para as Normais de 1931 a 1960 e 1961 a 1990 foi calculada em 22,7ºC e 23,0ºC respectivamente. No entanto, a maior média foi verificada entre 1986 e 2009 (23,7ºC). De 1911 a 2009 a elevação foi de 1,5ºC para o trimestre mais quente, mesmo ganho observado das temperaturas médias anuais.

A temperatura média do trimestre mais frio variou de 17,6ºC entre 1911 a 1928, para 18,2ºC entre 1931 a 1960 e 18,5ºC no período de 1961 a 1990. Os maiores valores foram observados entre 1986 a 2009 (19,6ºC). Houve uma elevação de 2,0ºC na temperatura mínima média entre 1911 a 2009.

[70] Para maiores detalhes ver Molion (2005, 2007) e Vianello *et al* (2008).

A média anual das temperaturas máximas foi de 26,3ºC entre 1911 e 1928, 26,5ºC entre 1931-1960 e 27,1ºC para 1961-1990 e 1986-2009 (FIG.48). O aumento observado no período foi 0,7ºC. É importante ressaltar que em todos os meses o comportamento térmico das máximas registrou aumentos que variaram de 0,2ºC (junho e setembro) a 1,6ºC (janeiro) no período de 1911 a 2009.

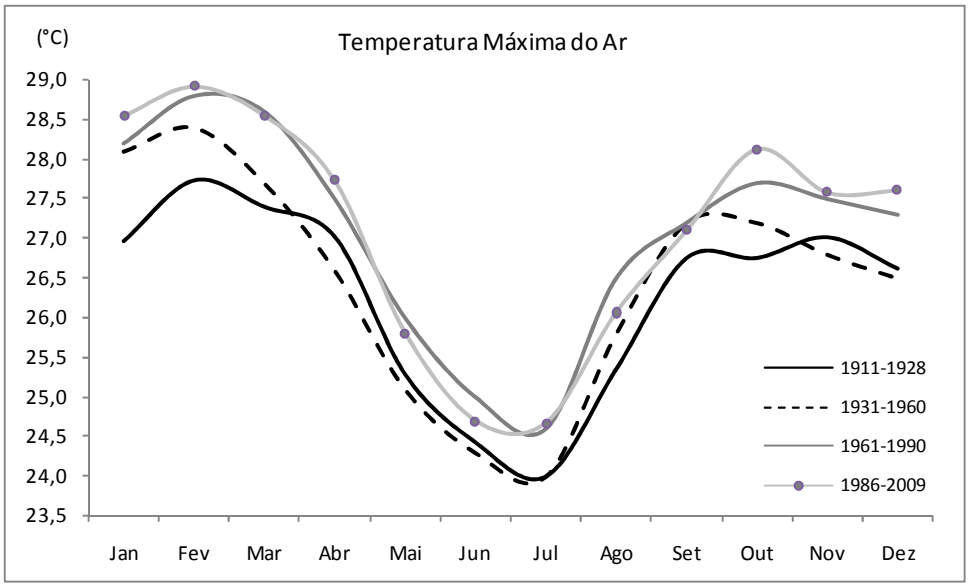


FIGURA 48: Comportamento mensal da temperatura máxima média do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009. Fonte: GIOVANNI (1930), Normais Climatológicas (1931-1960 e 1961-1990) e 5ºDISME/INME T (1986-2009).

Entretanto, comparando-se os dados da Normal de 1961 a 1990 com os registros de 1986 a 2009, verificam-se reduções na temperatura máxima média entre 0,1ºC a 0,5ºC para quase todos os meses - exceto para janeiro, fevereiro, abril e setembro. O mês de novembro manteve-se em 27,5ºC. Diferentemente da temperatura média anual, as máximas apresentaram uma tendência menos acentuada de aumento entre 1911 a 2009 (FIG.49).

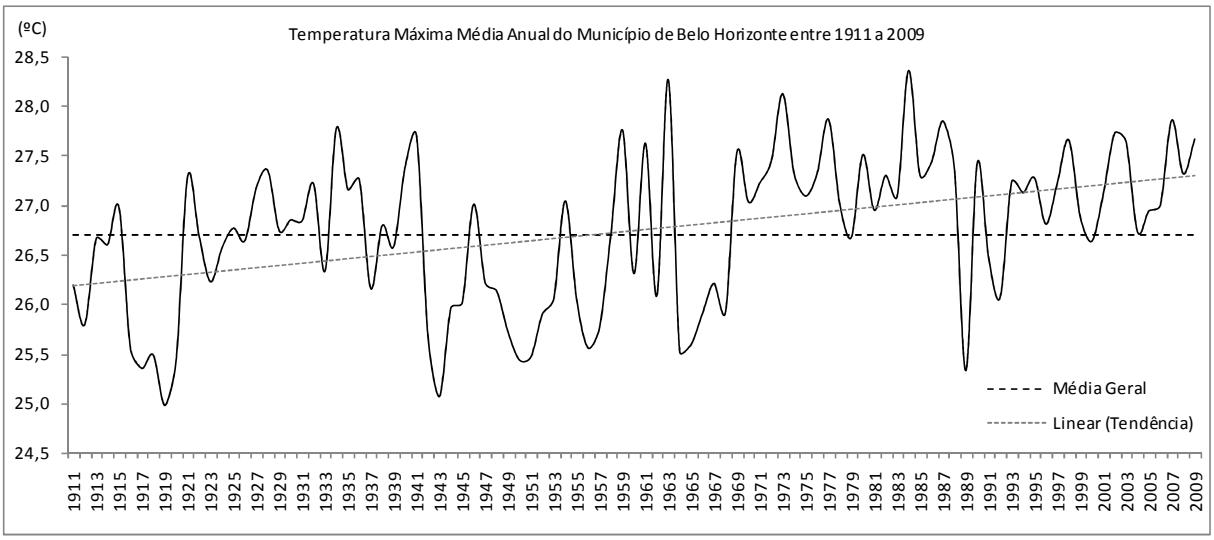


FIGURA 49: Evolução anual da temperatura máxima média de Belo Horizonte entre 1911 a 2009. Fonte: 5ºDISME/INMET (1911 a 2009).

Existem fortes oscilações intra-decadais no comportamento deste parâmetro. Sabe-se que a temperatura máxima anual responde rapidamente as variabilidades climáticas de curto prazo, associadas principalmente a eventos oceânico-atmosféricos como El Niño e La Niña.

A média anual das temperaturas mínimas foi calculada em 15,2ºC entre 1911 a 1928. Para as Normais de 1931-1960 e 1961-1990 este valor ficou respectivamente em 16,3ºC e 16,7ºC (FIG.50). Novamente a maior média foi observada para o período de 1986 a 2009 (17,9ºC). De todos os parâmetros térmicos a temperatura mínima anual foi a que registrou a maior elevação entre 1911 e 2009 (2,7ºC) e tendências positivas persistentes (FIG.51), embora existam "rupturas" em determinados anos - destaque para 1940, 1967, e mais acentuadamente, em 1973.

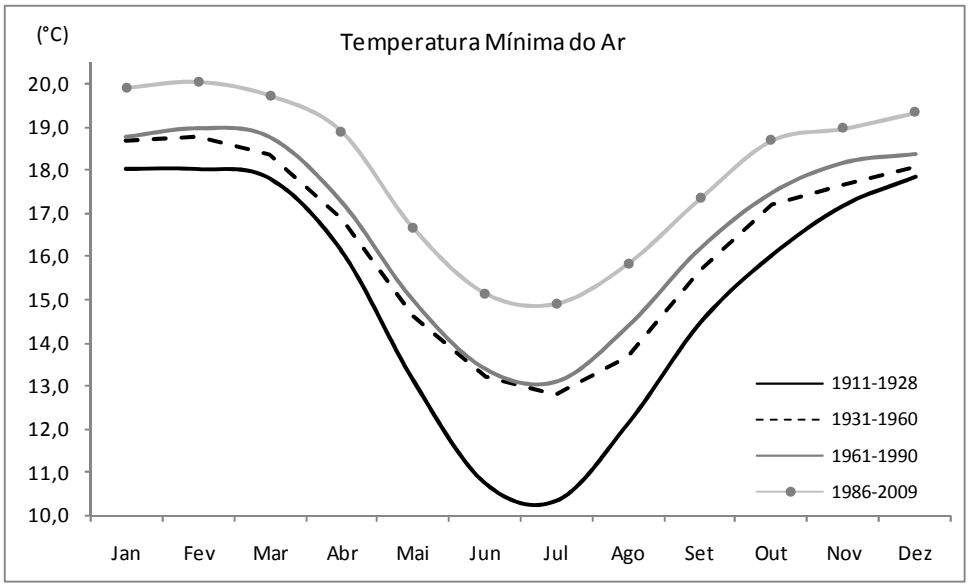


FIGURA 50: Comportamento mensal da temperatura mínima média do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009. Fonte: GIOVANNI (1930), Normais Climatológicas (1931-1960 e 1961-1990) e 5ºDISME/INME T (1986-2009).

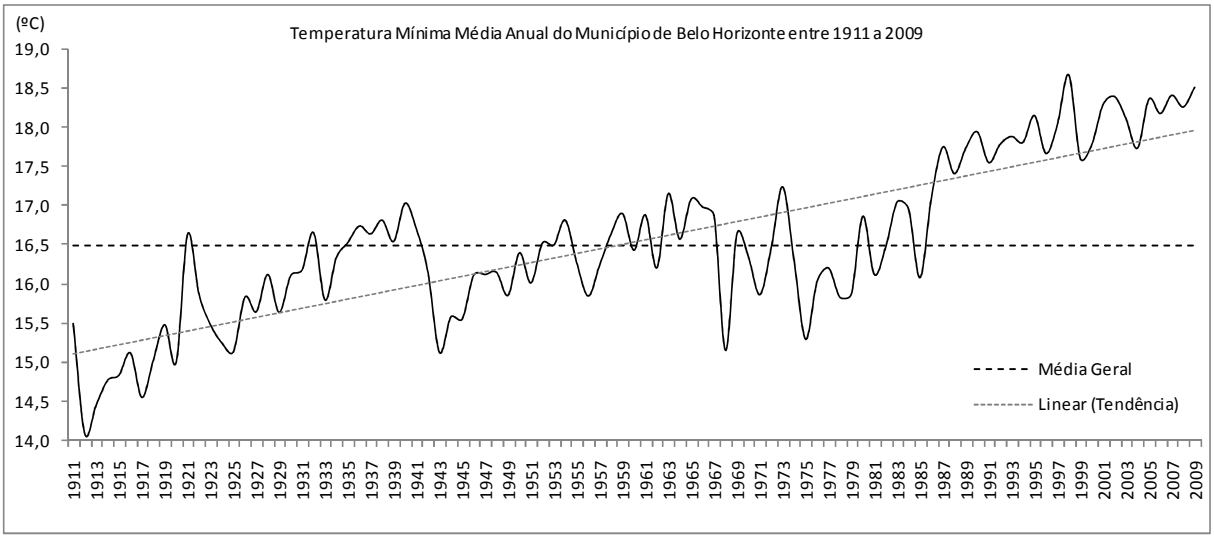


FIGURA 51: Evolução anual da temperatura mínima média de Belo Horizonte entre 1911 e 2009. Fonte: 5ºDISME/INMET (1911 a 2009).

A temperatura mínima é extremamente sensível às interferências antrópicas na mudança de uso e ocupação do solo, induzidas pela urbanização e industrialização. Modificações no balanço de energia e na temperatura da camada limite são observadas em curto prazo e tendem a continuar enquanto houver alterações na cobertura superficial. Em Belo Horizonte tal processo deve-se aos reflexos provocados pela rápida expansão da mancha urbana e diminuição progressiva das áreas verdes a partir da segunda metade do século XX.

Estes resultados apontam para uma tendência geral de aquecimento da atmosfera belorizontina e um aumento particularmente marcante nas temperaturas médias de inverno, comprometendo aquelas características de amenidade climática verificada no início do século pela Comissão Construtora de Arão Reis.

Vianello *et al* (2008) observaram comportamento semelhante na elevação das temperaturas máximas e mínimas para alguns municípios[71] do Estado de Minas Gerais entre 1961 a 2004, embora tenha sido constatado graus diferenciados na persistências destes aumentos.

A umidade relativa média do ar entre 1911 a 1928 foi de 73,2% (FIG.52). Já para as Normais Climatológicas de 1931 a 1960 e 1961 a 1990 manteve-se entre 71,6% e 72,2% respectivamente. A menor média anual (66,2%) foi observada entre 1986 a 2005. Houve uma redução de 7,0% entre 1911 a 2009. Entretanto, a queda mais significativa ocorreu no trimestre mais frio, 8,3%. Para o trimestre mais quente este decréscimo foi de 7,0%, o mesmo observado na média anual.

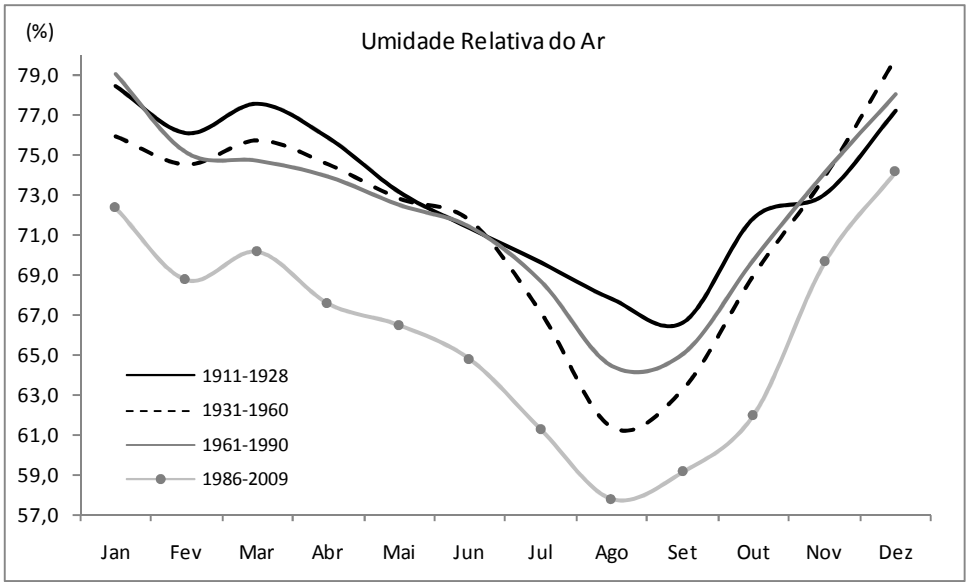


FIGURA 52: Comportamento mensal da umidade relativa média do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009. Fonte: GIOVANNI (1930), Normais Climatológicas (1931-1960 e 1961-1990) e 5ÐISME/INMET (1986-2009).

[71] Os municípios analisados foram Araçuaí, Governador Valadares, João Pinheiro, Machado, Viçosa, e Uberaba.

Apesar não ter sido registrada uma queda drástica na umidade relativa, a evolução deste parâmetro aponta para uma atmosfera local mais seca (FIG.53). Obviamente é necessário levar em consideração as mudanças de localização das estações meteorológicas do 5ºDISME/INMET e as variações nos totais pluviométricos ocorridas entre 1911 a 2009. Porém, as reduções mais expressivas e persistentes na umidade relativa foram verificadas após a década de 80, período em que a mudança de uso do solo e a verticalização foram mais aceleradas.

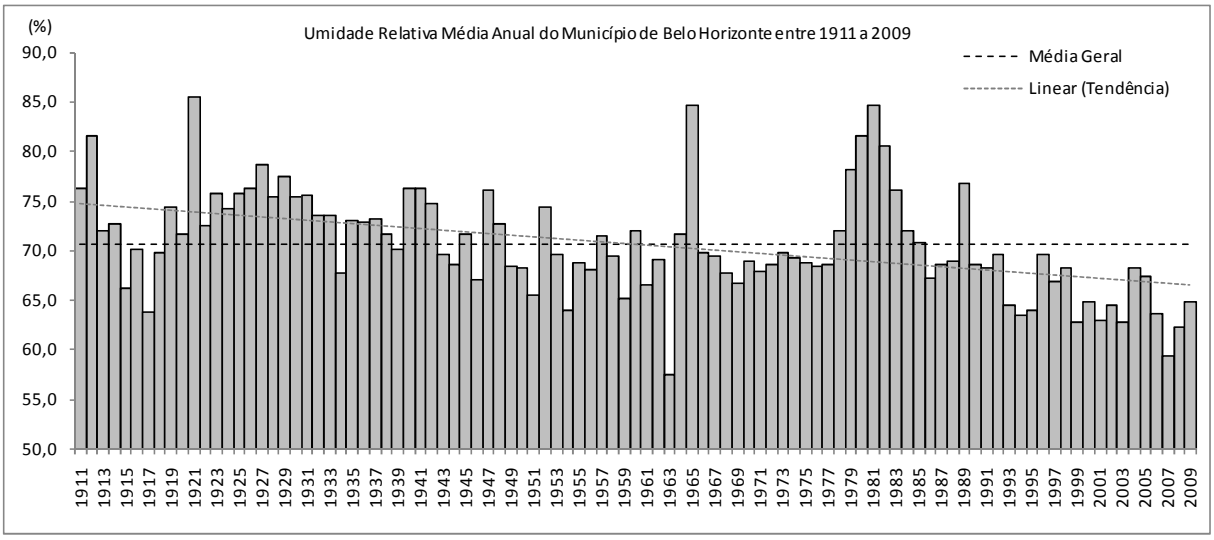


FIGURA 53: Evolução anual da umidade relativa média de Belo Horizonte entre 1911 e 2009. Fonte: 5ºDISME/INMET (1911 a 2009).

Até meados do século XX era comum as pessoas se referirem a Belo Horizonte como "Cidade Jardim", "Cidade Vergel" e outros adjetivos do gênero. O médico Dr. Alberto Cavalcanti, em sua descrição sobre a capital mineira, reforça esta imagem:

> Essas ruas e avenidas tão largas e bem arborizadas, essas grandes praças gramadas com jardins enflorados, essas roseiras tão admiradas pelos que nos visitam e esse Parque ao lado da Avenida Afonso Pena são causadores dos elogios que fazem a Belo Horizonte (CAVALCANTI, 1948, p.112).

Pode-se dizer que pouco restou da concepção paisagística original em termos de parques, jardins e canteiros da capital mineira. O Parque Municipal, principal área verde do hipercentro, teve seu terreno original reduzido em mais 50% ainda na década de 30 com a construção do Palácio das Artes e da abertura da Av. Ezequiel Dias - prolongamento da Rua Pernambuco até a Av. do Contorno[72]. Avenidas como a Afonso Pena, João Pinheiro, Carandaí, entre outras, tiveram seus canteiros centrais, outrora majestosos, reduzidos (FIG.54).

[72] Segundo dados da Fundação de Parques Municipais da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, o Parque Municipal Américo Renê Giannetti possuía no início do século XX uma área de 555 mil metros quadrados. Atualmente essa área foi reduzida para apenas 182 mil metros quadrados.



FIGURA 54: Praça Sete no cruzamento das avenidas Afonso Pena e Amazonas em 1940. Nota-se a presença de *Fícus* margeando as laterais da Av. Afonso Pena. Fonte: Arquivo Público Mineiro.

A presença de uma cobertura vegetal bem distribuída pela cidade favorece não somente a umidificação da atmosfera local, mas também cria áreas sombreadas que minimizam os efeitos dos ganhos térmicos resultantes da urbanização e adensamento das edificações. Além disso, a vegetação melhora a qualidade do ar, funcionando como filtro natural na retenção de particulados e poluentes atmosféricos.

Outro ponto importante no que diz respeito à vegetação é a alteração na espacialização das unidades climáticas. Da mesma forma que a variação hipsométrica induz a uma diversidade de topoclimas e mesoclimas, a diminuição verificada em relação à disposição dos aglomerados vegetacionais (parques, praças, etc) no sítio urbano apontam também para uma redução das áreas de melhor conforto térmico dentro da cidade.

Em relação às chuvas, verificou-se que tanto os totais anuais como a distribuição sazonal não apresentaram grandes alterações entre 1911 a 2009 (FIG.55). O acumulado anual foi de 1551,0mm entre 1911 a 1928 e de 1473,4mm e 1491,3mm para as Normais Climatológicas de 1931-1960 e 1961-1990 respectivamente. De 1986 a 2009 o acumulado anual foi calculado em 1573,5mm.

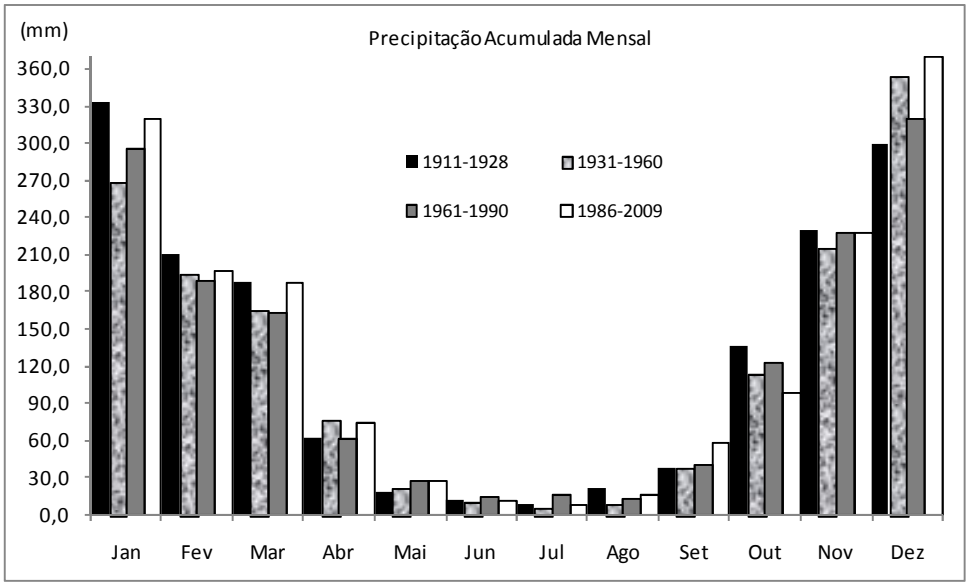


FIGURA 55: Comportamento da precipitação acumulada mensal do município de Belo Horizonte entre 1911 e 2009. Fonte: GIOVANNI (1930), Normais Climatológicas (1931-1960 e 1961-1990) e 5ºDISME/INME T (1986-2009).

Entretanto comparando-se os dados em períodos distintos podem-se observar oscilações mais expressivas no regime pluviométrico. Por exemplo, os meses de dezembro, fevereiro, março e abril sofreram uma redução na média mensal no total de chuvas de 1931 a 1990 da ordem de 34,8mm, 0,5mm, 1,7mm, 16,1mm respectivamente. Com exceção do último mês, todos os outros pertencem ao período chuvoso. Os demais meses registraram um ganho nos totais pluviométricos variando de 3,7mm (junho) a 26,2mm (janeiro). Destaca-se o mês de julho, tipicamente seco, que apontou uma elevação de 9,2mm no total mensal.

Estendendo a comparação para o período de 1911 a 2009, observa-se que as perdas registradas nos totais pluviométricos se mantêm para alguns meses, porém, com valores menores. O decréscimo foi observado em outubro (-38,9mm), novembro (-3,0mm), janeiro (-12,6mm), fevereiro (-13,7mm), março (-0,9mm), junho (-1,9mm), julho (-2,4mm) e agosto (-5,5mm). Os meses de dezembro, abril e maio aumentaram o acumulado mensal em 70,5mm, 12,3mm e 8,5mm respectivamente. Em setembro, época de reposição de água no sistema, o ganho foi de 18,5mm.

Apesar destas alterações, conclui-se que o comportamento pluviométrico de Belo Horizonte entre 1911 a 2009 manteve-se praticamente o mesmo. Nota-se certa “homogeneidade” em seu regime, principalmente na média anual e distribuição. A exceção seria para os anos atípicos que neste trabalho não foram abordados (FIG.56)[73]. Para maiores detalhes sobre as oscilações no campo pluviométrico de Belo Horizonte ver FERREIRA (1996), MOREIRA (2001), MOREIRA (2002), COELHO (2006) e LUCAS (2007).

[73] Os maiores desvios nos totais pluviométricos anuais entre 1911 a 2009 foram observados nos anos de 1963 (497,5mm) e 1982 (2509,8mm).

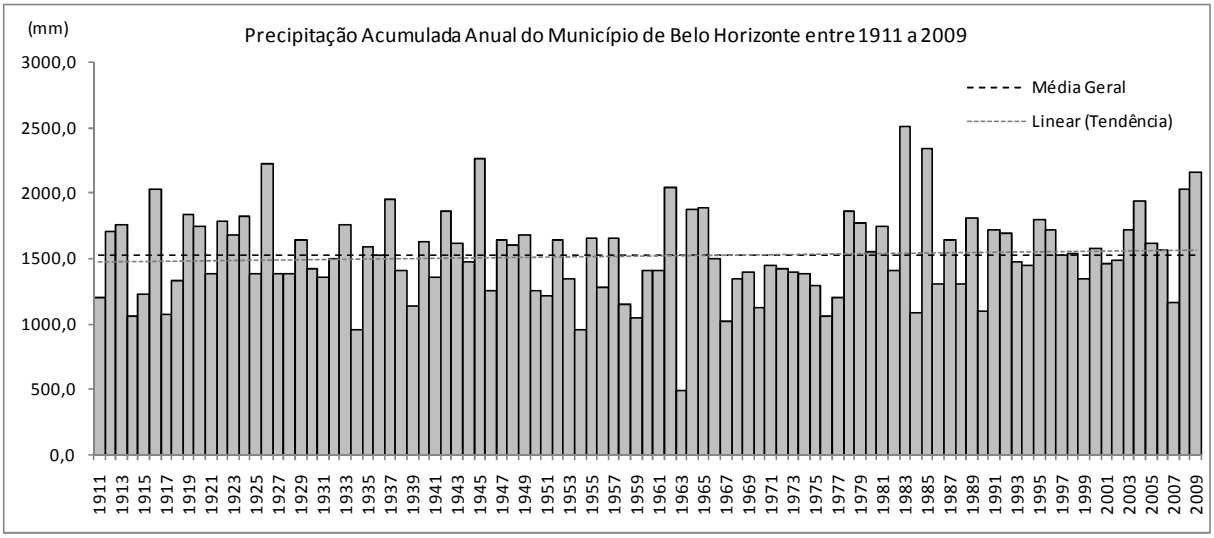


FIGURA 56: Evolução anual da precipitação em Belo Horizonte entre 1911 e 2009. Fonte: 5°DISME/INMET (1911 a 2009).

O comportamento da evaporação total também se manteve praticamente o mesmo (FIG.57). A média anual da evaporação foi de 1204,0mm e 1217,0mm para os períodos de 1931-1960 e 1961-1990 respectivamente, isto é, ocorreu um acréscimo de 12,9mm. As alterações constatadas referem-se aos meses de janeiro, julho, agosto, setembro e outubro, quando houve reduções na taxa de evaporação mensal de 1,2mm, 2,2mm, 3,4mm, 1,9mm e 8,0mm respectivamente.

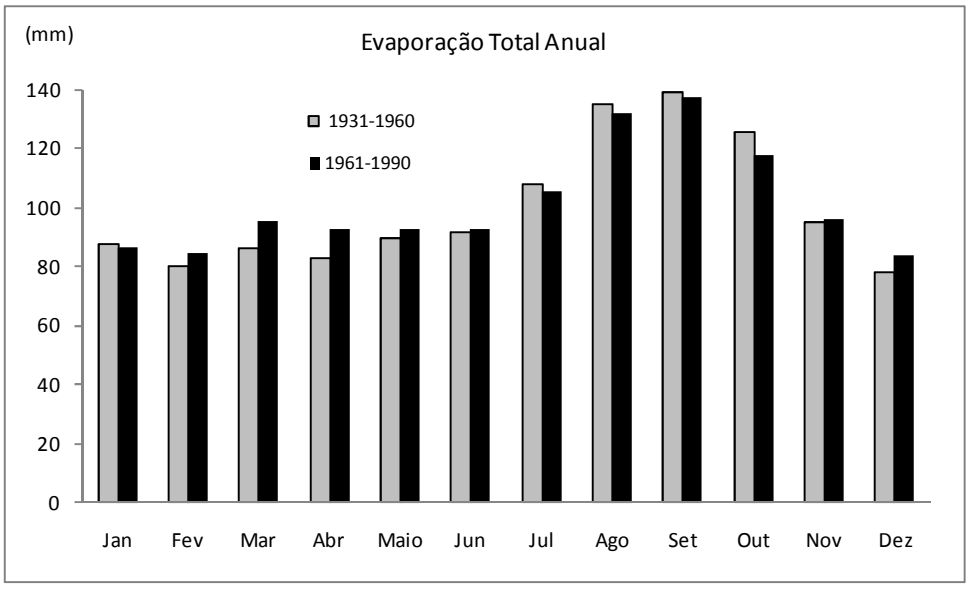


FIGURA 57: Comportamento da evaporação total mensal em Belo Horizonte entre 1931 e 1990. Fonte: Normais Climatológicas (1931-1960 e 1961-1990).

É interessante destacar que quase todos os meses acima, com exceção de janeiro e outubro, pertencem ao período seco. Apesar dessas pequenas modificações no comportamento da evaporação total, elas não provocam mudanças no balanço hídrico da cidade, nem mesmo alteraram a classificação climática local.

Um dos fatores que contribuíram nas alterações dos parâmetros meteorológicos locais foi a inadequação das políticas públicas para organizar as crescentes demandas por espaço no tecido urbano e mais recentemente, o não cumprimento dos parâmetros estabelecidos pela lei de uso e ocupação do solo.

CAPÍTULO 5 – OS CLIMAS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

5.1. Experimentos de Campo – Análise dos Pontos Amostrais

Como subsídio à análise conjunta dos parâmetros meteorológicos obtidos nos trabalhos campo, optou-se por graficar todos os dados nos mesmos horários, utilizando uma configuração têmporo-espacial. A principal vantagem desta técnica é mostrar a evolução simultânea dos elementos climáticos ao longo de um “transecto” (FIG.58) sobre os principais tipos de uso do solo e cotas altimétricas do município.

A disposição gráfica exposta nas figuras 65, 66, 67, 78, 79 e 80 apresenta o perfil topográfico e os gráficos de temperatura do ar, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos. O eixo x indica a distância em quilômetros (Km) entre os locais de coleta, tomando-se como ponto de partida o bairro Mangueiras (P1 - extremo Sul do transecto, Regional Barreiro), passando pelo Norte do município (P17 – bairro Minas Caixa, Regional Venda Nova) e finalizando no bairro Estoril (P21 – Regional Oeste). Com exceção do perfil topográfico, a leitura do eixo y (h) começa às 00h00min do dia 21/08/2008 indo até as 21h00min do dia 30/08/2008 – horário Brasília. Foi estabelecido um intervalo de 3h em 3h entre os registros.

Buscando uma complementação na análise dos dados brutos, optou-se por fazer uma breve descrição estatística dos dados, observando o comportamento geral das medidas de tendência central, em especial a média, e de dispersão, enfocando especificamente a amplitude e o desvio padrão.

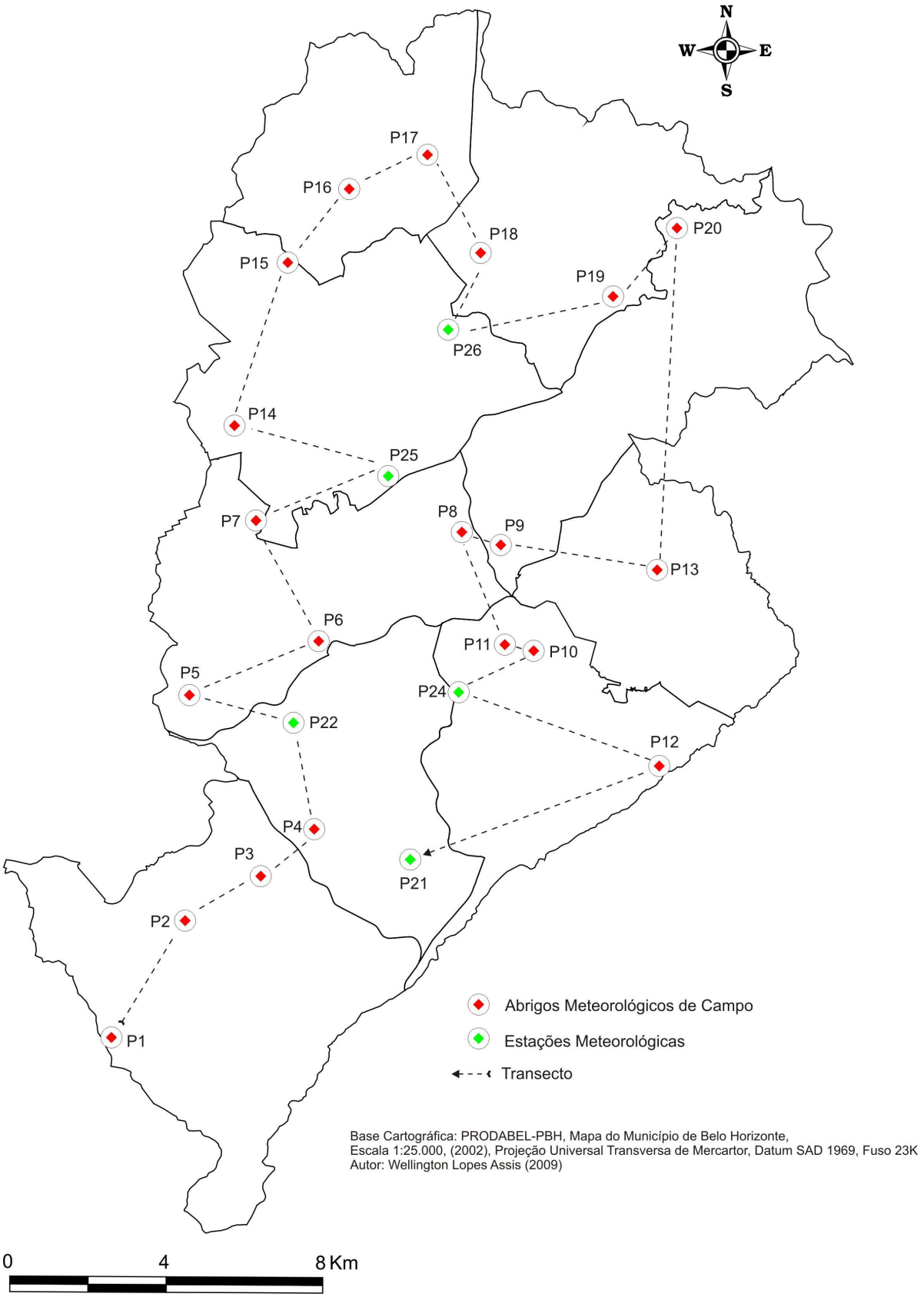


FIGURA 58: Transecto do 1°e 2°trabalhos de campo u tilizado nos gráficos de variação têmporo-espacial.

5.1.1. Campo I - Condições Atmosféricas

As condições meteorológicas do município de Belo Horizonte entre os dias 18/08/2008 e 02/09/2008 foram marcadas por tipos de tempo estáveis com pouca nebulosidade e ventos fracos, situação ideal para realização de experimentos em climatologia urbana. A exceção destas condições atmosféricas refere-se aos dias 30 e 31 de agosto quanto da atuação de perturbações sinóticas de mesoescala.

De acordo com o gráfico de participação dos sistemas atmosféricos (FIG.59) e o gráfico de análise rítmica (FIG.60), observa-se que o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e o e o Anticiclone Polar do Atlântico Sul (APAS) foram responsáveis por 64,6% e 22,9% das condições meteorológicas, seguido pela atuação do Anticiclone Polar do Atlântico Sul Tropicalizado (APASt – 6,3%) e pelos sistemas frontais (FF) e linhas de instabilidade (LI) – 4,2% e 2,1% respectivamente.

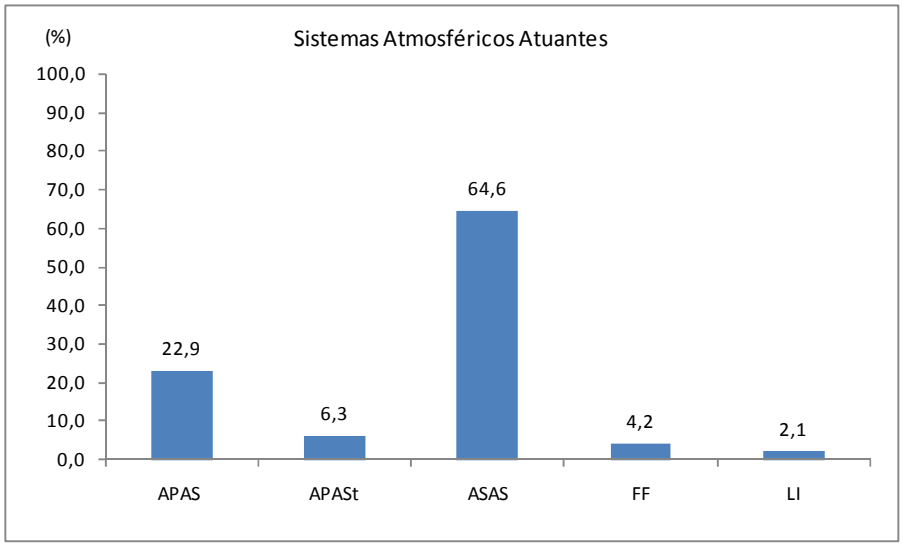
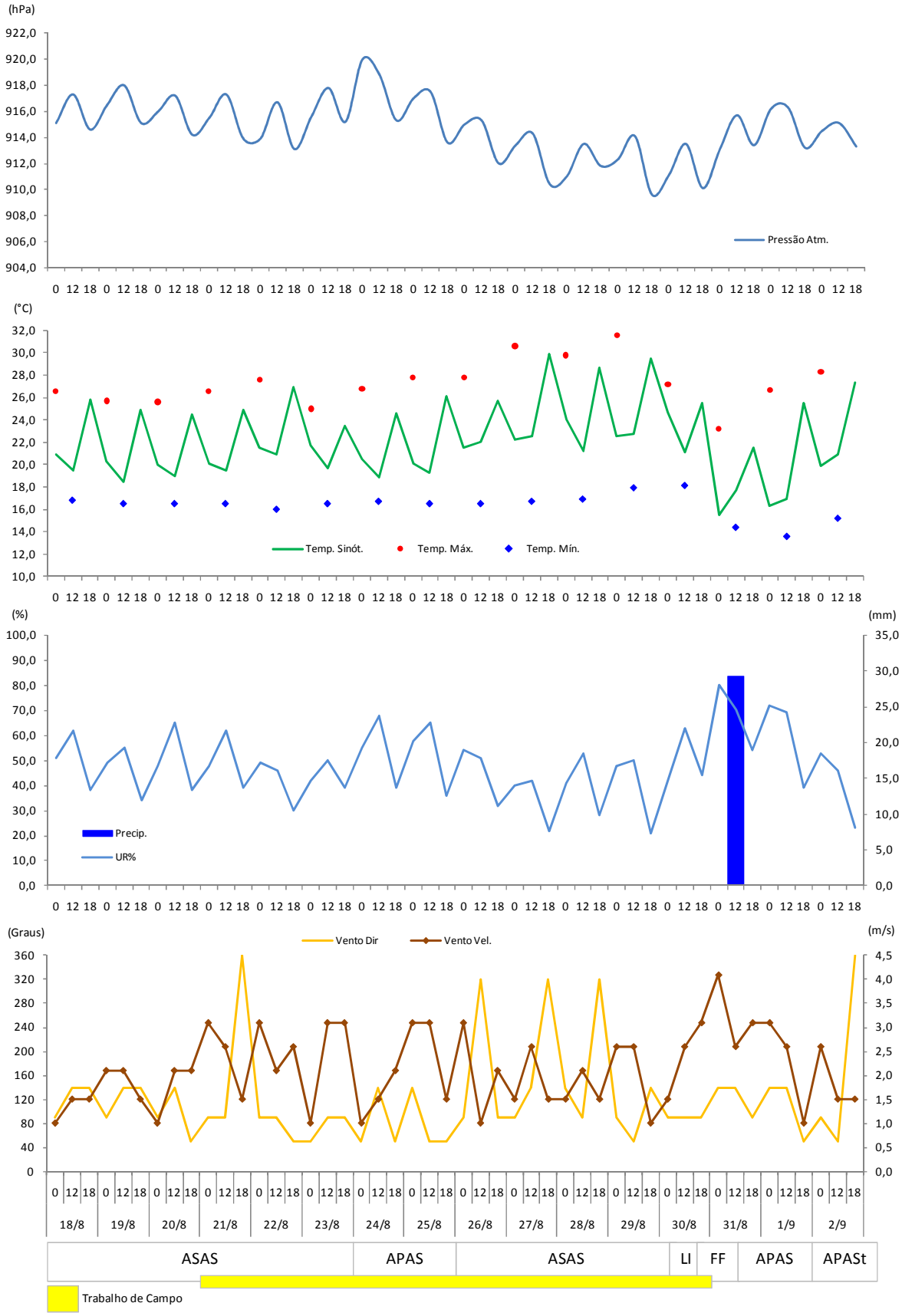


FIGURA 59: participação dos sistemas atmosféricos em Belo Horizonte entre os dias 18/08/2008 e 02/09/2008. Fonte: CPTEC (2008).

Os índices pluviométricos ficaram um pouco abaixo ou próximo da normal climatológica em toda a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). A atuação e permanência por alguns dias do ASAS e do APAS no decorrer do mês de agosto resultou em baixos valores de umidade relativa do ar em várias localidades no interior do Estado de Minas Gerais.

No domínio do ASAS verificaram-se condições meteorológicas estáveis com céu claro e poucas nuvens, presença de *cumulus humilis* e *cumulus mediocris* isolados (FIG.61). A pressão atmosférica manteve-se elevada e constante, média de 914,6mb. Ventos predominantes do quadrante Leste, alternando ao longo do dia para es-nordeste e sudeste, com velocidade média de 2,0m/s. Baixa umidade relativa do ar, com média diária entre 65,0% no período da manhã, 35,0% a tarde e 47,0% durante a noite.


(hPa)
922,0
920,0
918,0
916,0
914,0
912,0
910,0
908,0
906,0
904,0
Pressão Atm.
(°C)
32,0
30,0
28,0
26,0
24,0
22,0
20,0
18,0
16,0
14,0
12,0
10,0
Temp. Sinót.
Temp. Máx.
Temp. Mín.
(%)
(mm)
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
Precip.
UR%
0 12 18 0 12 18 0 12 18

A baixa nebulosidade na atuação do ASAS favorecia elevadas amplitudes térmicas diárias, geralmente acima de 14,0ºC. A temperatura média diária girou em torno dos 22,8ºC, máximas entre 25,0ºC e 30,6ºC e mínimas entre 16,0ºC e 18,1ºC. A subsidência atmosférica, associada aos ventos fracos em superfície e baixa umidade do ar, favorecia a ocorrência de inversões térmicas no início da manhã, sugeridas pela presença névoa seca na maior parte dos dias. Não foi registrado nenhum tipo de precipitação sob a atuação do Anticiclone Subtropical Atlântico Sul.



FIGURA 61: Condições meteorológicas predominantes durante o primeiro trabalho de campo, atmosfera estável com céu claro e ventos fracos.

O APAS atuou em somente três dias do experimento. Com exceção do comportamento térmico e hígrico, as condições de tempo observado eram muito parecidas como na atuação do ASAS - atmosfera totalmente estável com pouquíssima nebulosidade, presença esparsa no início da manha de *cirrus uncinus* e *cirrus fribatus*. Temperatura média diária em torno dos 20,4ºC, máximas entre 23,2ºC e 27,8ºC e mínimas entre 13,6ºC e 16,7ºC. A umidade relativa do ar oscilou entre 68,0% no período da manhã, 42,0% à tarde e 72,0% à noite.

A pressão atmosférica na presença do APAS era mais elevada do que no domínio do ASAS, média diária de 916,1mb. Ventos predominantes do quadrante Leste, alternando ao longo do dia para sudeste e es-nordeste, com velocidade média em torno de 2,2m/s. No início da manhã era frequente a presença de inversões térmicas cobrindo grande parte dos municípios da RMBH - identificáveis pela presença de um manto acinzentado nos primeiros metros da camada limite, formado pelo acúmulo de particulados e poluentes.

Entre os dias 01 e 02 de setembro o APAS adquiriu características de continentalização, e, por este motivo, recebeu o nome de Anticiclone Subpolar do Atlântico Sul Tropicalizado (APASt). Basicamente, as temperaturas ficavam um pouco mais elevadas e os valores de umidade registraram uma pequena queda em comparação com APAS.

No final do mês, o deslocamento de uma Frente Fria (FF) associado a uma forte massa de ar frio, atuando de forma bastante litorânea, deslocou-se até o Sul do Espírito Santo (ES), abaixando as temperaturas no Centro-Sul do Brasil e provocando geadas em algumas áreas do Sul do país. Entre os dias 30 e 31 de agosto a atuação deste sistema sobre o continente fez com que surgissem Linhas de Instabilidade (LI) sobre a RMBH, resultando em mudanças bruscas nas condições de tempo e ocorrência de precipitações generalizadas no município de Belo Horizonte (FIG.62).

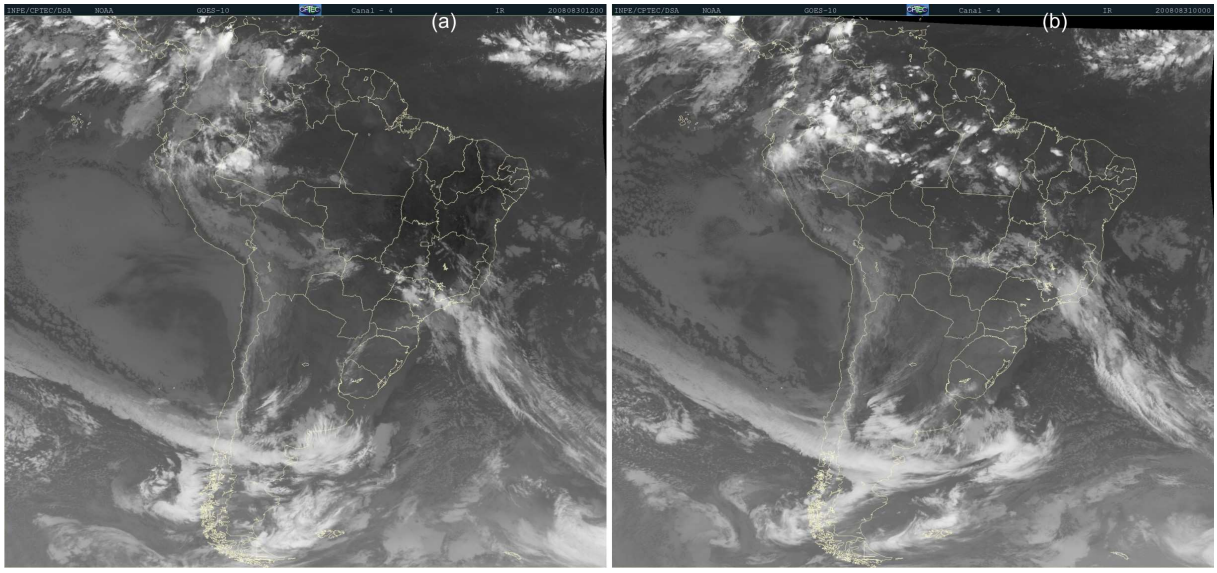


FIGURA 62: Imagens do satélite meteorológico GOES-12 IR de 12GMT do dia 30/08/2008 (a) e das 00GMT do dia 31/08/2008 (b). Fonte: INPE/CPTEC (2008)[74].

A partir das 16h40min do dia 30/08 ocorreram tempestades nas regionais Centro-Sul, Noroeste e Pampulha. Os fortes ventos, associados à intensa precipitação, danificaram os abrigos meteorológicos dos pontos 8 (Bairro Bom Jesus), 12 (Parque dos Mangabeiras) e 14 (Bairro Itatiaia). Infelizmente para este último local perderam-se todos os dados do termo-higrômetro datalogger, ficando disponíveis somente as informações dos horários sinóticos registrados na prancheta pelo observador.

De acordo com a síntese sinótica publicada pelo CPTEC (2008), nove frentes frias atuaram no Brasil durante o mês de agosto, a maioria com deslocamento preferencialmente

[74] Disponível em: http://satelite.cptec.inpe.br/setores/america.jsp. Acesso em: set. 2008.

marítimo. Destas, apenas a última teve atuação mais significativa nas condições atmosféricas sobre Belo Horizonte.

Em relação aos aspectos de grande escala na atmosfera e oceanos, a situação foi de relativa neutralidade. Ao longo do mês de agosto não houve grandes anomalias na temperatura superficial (TSM) do Pacífico Equatorial que configurasse o desenvolvimento da fase quente associada ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS).

Segundo o CPTEC (2008), a temperatura do mar na camada sub-superficial do Pacífico Leste mostrou uma diminuição da magnitude da anomalia positiva próximo à superfície e uma expansão da área de anomalia negativa, abaixo de 100 m de profundidade, em direção ao continente sul-americano. A TSM apresentou-se próxima aos valores climatológicos adjacentes à costa nordeste e leste da América do Sul.

5.1.2. Campo I – Variação Têmporo-Espacial dos Parâmetros Meteorológicos

Como mencionado no sub-item 5.1.1, as condições atmosféricas ao longo deste primeiro experimento permitiram registrar significativos gradientes térmicos e hígricos entre os locais de coleta. A atuação de sistemas estáveis, notadamente o ASAS e o APAS, proporcionaram condições excelentes para coleta de dados meteorológicos na camada de cobertura urbana.

O confronto dos dados demonstrou que a temperatura do ar, a umidade relativa e a direção e velocidade dos ventos se comportaram diferentemente ao longo do transecto. Sob a mesma condição sinótica, estes parâmetros apresentaram variações horárias segundo as características do uso do solo, morfologia urbana, topografia e disposição dos locais em relação ao movimento aparente do Sol.

Temperatura do Ar

A comparação entre as medidas de temperatura dos pontos amostrais e aquelas obtidas nas estações meteorológicas (P21, P22 e P26) e no 5º DISME/INMET (P24 e P25) confirmaram as suposições dos modelos teóricos de que as áreas arborizadas e ventiladas, ou próximas a corpos hídricos, apresentam em seu domínio valores térmicos menores em relação aos locais urbanizados, verticalizados e impermeabilizados. Os maiores gradientes térmicos horizontais foram registrados entre as 12h00min e 17h00min. Porém, a ilha de calor, caracterizada segundo os modelos clássicos, foi identificada em algumas áreas do município no intervalo das 21h00min às 06h00min.

Observando a variação temporal e espacial da temperatura do ar foi possível determinar três núcleos de aquecimento contínuo no município (FIG.63). O primeiro engloba o Ponto 11 (hipercentro) e os pontos situados na periferia da região central de Belo Horizonte (P8, P9 e P13). O segundo núcleo se estende da região central da Regional Venda Nova (P16 e P17) até o extremo oeste da Regional Norte (P18) e o terceiro abarca uma pequena área localizada entre os pontos 14 (Regional Pampulha) e 7 (Regional Noroeste).

Os pontos 10 (Parque Municipal) e 21 (Estação Meteorológica do UNI-BH) comportaram-se como núcleos frios em meio à região mais urbanizada e verticalizada do município. Entretanto, os locais próximos à Serra do Curral (P1, P2 e P3) e o Parque dos Mangabeiras (P12) registraram temperaturas mais amenas em relação aos demais pontos do transecto em quase todos os horários. Às 06h do dia 22/08/2008 foi registrada a menor temperatura do experimento (11℃ – P12) e às 15h do dia 29/08/2 008 a maior (34,6℃ - P16).

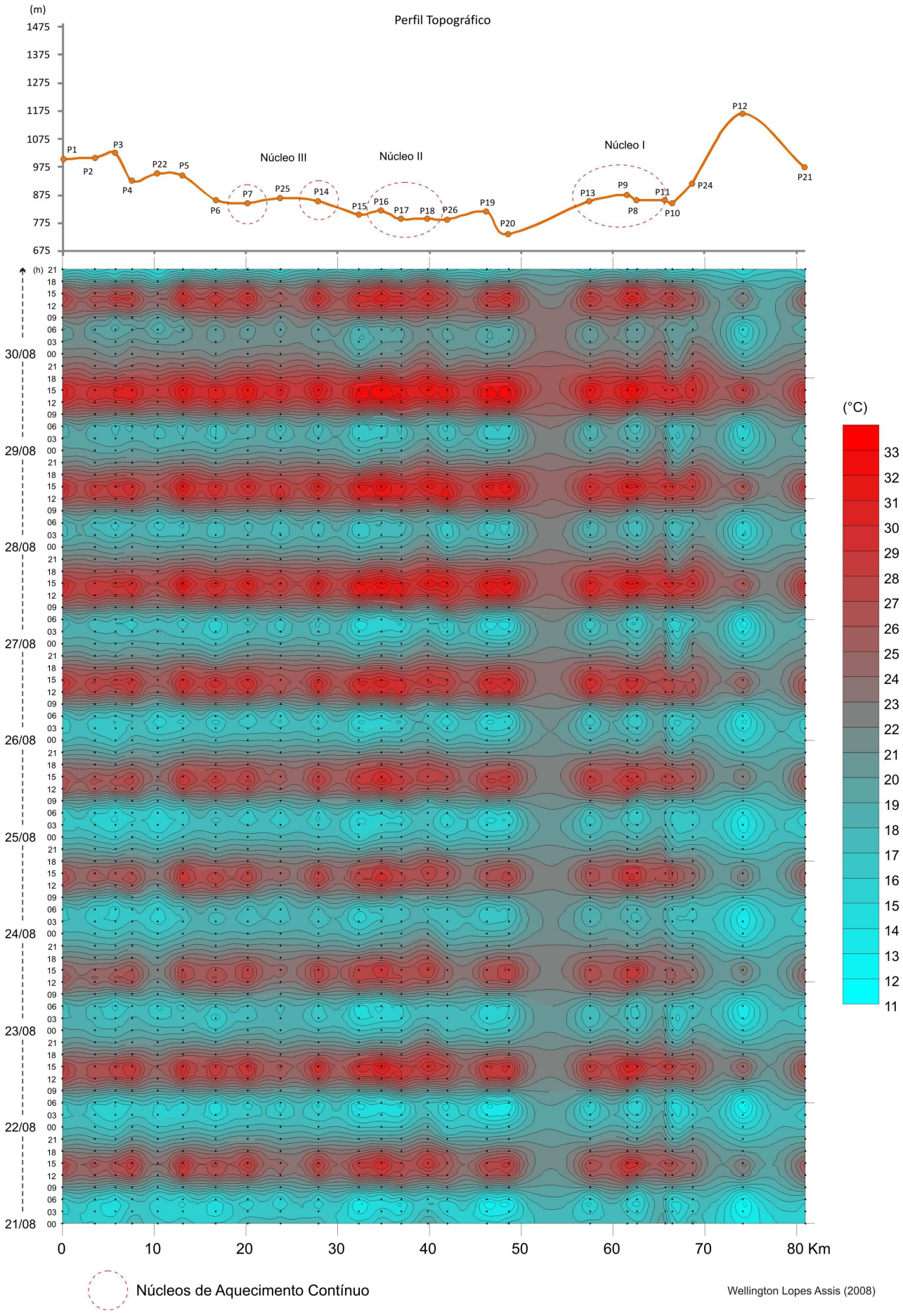


FIGURA 63: Variação temporal e espacial da temperatura do ar durante o 1°trabalho de campo.

Comparando os dados entre o ponto 11 e a estação meteorológica oficial mais próxima (P24 - 5ºDISME/INMET), observaram-se diferenças térmicas positivas entre 0,1℃ (12h - 23/08) e 3,6℃ (15h - 24/08), média horária de 1,0℃ - das 1 9h às 06h este gradiente oscilou entre 0,5℃ (00h – 28/08) e 2,7℃ (03h – 22/08). Entretan to, os maiores gradientes térmicos dentro do hipercentro foram verificados entre os pontos 11 e 10 - somente 750m os separam. Em média o P10 apresentou amplitudes acima de 1,8℃ em relação ao P11, chegando a determinados horários da madrugada aos 4,7℃ (03h – 23/08). Para os demais pontos deste primeiro núcleo, os maiores gradientes térmicos foram registrados no período da tarde - o P9 obteve 6,0℃ em relação ao 5º DISME /INMET no dia 24/08/2008.

O abrigo meteorológico do Parque dos Mangabeiras (P12), local mais elevado de todo o transecto (1163m), registrou as menores temperaturas e o maior resfriamento noturno deste experimento. A diferença térmica entre o P12 e o P11 durante a madrugada ficou sempre acima dos 4,0℃, chegando aos 8,1℃ às 05h do dia 3 0/08/2008. Na média horária, o ponto 12 foi 4,2℃ em relação ao P11.

O segundo núcleo de aquecimento foi o mais intenso em termos de extremos térmicos positivos, valores acima de 30,0℃ eram registrados todos os dias no período da tarde. A exposição destes locais ao movimento aparente do Sol, associada às características de uso do solo, proporcionam uma rápida absorção da radiação solar e armazenamento de energia pela superfície e edificações, elevando significativamente a temperatura do ar.

Confrontando-se os dados dos pontos 16, 17 e 18 com as informações obtidas na estação meteorológica do Aeroporto da Pampulha (P26), verificou-se que os gradientes positivos horários mais expressivos ocorreram das 13h às 17h - oscilando entre 0,6℃ (15h - 27/03) a 5,6℃ (15h - 23/03). Neste período, as temperaturas do P16, P17 e P18 foram sempre superiores em relação ao P26, exceção registrada apenas para o P18 às 15h dos dias 27 e 29/08/2008 (-1,2℃). Das 19h até as 06h foi possíve l identificar um núcleo de aquecimento nas imediações do ponto 18, enquanto para P16 e P17 verificou-se um resfriamento noturno um pouco mais intenso. Entretanto, a extensão e a magnitude deste núcleo foram menores do que as observadas no hipercentro do município. A diferença de temperatura do P18 ao P26 no período noturno variou entre 0,1℃ (06h – 24 /08) a 4,0℃ (21h – 22/08).

O terceiro núcleo de aquecimento foi o menos intenso em relação aos extremos térmicos e o de menor abrangência espacial. Localiza-se na porção limítrofe entre as regionais Pampulha e Noroeste e o extremo Leste do município de Contagem. As temperaturas mais elevadas foram registradas no período da tarde, comportamento semelhante ao segundo núcleo. A principal diferença entre este e os demais núcleos é que nem sempre era possível

caracterizar a ilha de calor no período noturno, especialmente nos dias em que a velocidade dos ventos ficou acima da intensidade 3 na escala Beaufort.

Apesar da crescente verticalização observada nos últimos anos nas regionais Pampulha e Noroeste, especialmente nos bairros Castelo e Manacá, a proximidade de grandes áreas verdes e corpos hídricos (Lagoa da Pampulha), bem como a maior permeabilidade das quadras ao sistema de brisa local, proporcionam a advecção de umidade e dissipação mais efetiva do calor que foi armazenado durante o dia.

Os gradientes térmicos horizontais observados entre os pontos 7 e 14 e a estação meteorológica do 5ºDISME/INMET (P25), referencial local de área verde, mostraram oscilações média de 1,0℃ (P7 – P25) e 0,7℃ (P14 – P25). Porém, as maiores diferenças térmicas foram registradas entre 12h e 18h – às 15h do dia 21/08/2008 o ponto 7 apresentou amplitude de 4,7℃ em relação ao P25. A partir das 18h as diferenças térmicas variavam entre 0,5℃ a 1,2℃, raramente ultrapassan do 1,5℃.

Além dos núcleos de aquecimento, foram identificadas áreas no município onde as características térmicas, hígricas e anemométricas proporcionam uma melhor sensação térmica. Dentre elas destacam-se o Parque dos Mangabeiras (P12) e os pontos localizados próximo a Serra do Curral na Regional Barreiro (P1, P2 e P3). Confrontando-se os dados destes três últimos pontos com as informações da estação meteorológica do Uni-BH (P21), verificaram-se diferenças de temperatura negativa em quase todos os horários, exceto para o período da tarde e final da manhã. A amplitude térmica média entre o P21 e os pontos 1, 2, 3, foi de 0,5℃, 0,0℃ e -1,3℃ respectivamente. Às 08h do dia 27/08/2008 foram registradas diferenças de -2,4℃ (P1 - P21), -2,6℃ (P1 - P21) e -3,3℃ (P1 - P21).

Os pontos 1, 2 e 3, apesar de urbanizados, possuem algumas características geoecológicas que dificultam a formação de bolsões de calor e áreas de desconforto térmico permanentes. Como exemplos, destacam-se a altitude, a topografia, a presença de áreas verdes e a inexistência de grandes obstáculos em relação aos ventos predominantes. A exceção a este comportamento foi observada em alguns horários no período da tarde devido à maior exposição dos abrigos aos raios solares. Infelizmente não foi possível contar com pontos de amostragem na área de recente verticalização no bairro Belvedere (Belvedere 3) para que se observasse até que ponto o efeito da altitude amenizaria os ganhos térmicos resultantes da intensa verticalização e impermeabilização do solo.

Comparando-se os dados dos pontos 4, 5 e 6 com as informações obtidas na estação meteorologia do IGAM (P22), instalada em uma área descampada e pouco arborizada a

915m na regional Oeste, foram observadas diferenças térmicas positivas ao longo do dia e negativas durante a madrugada e início da manhã. A amplitude média horária entre o P22 e os pontos 4, 5 e 6 foi de 1,7℃, 1,9℃ e 1,4℃ resp ectivamente. As maiores diferenças ocorreram no período da tarde, oscilando entre 2,8°C (15h – 25/08) e 6,2℃ (15h – 24/08). Das 19h às 06h a diferença em relação ao P22 não passou dos 2,3℃ para o P6 (00h – 25/08), 1,9℃ para o P5 (00h – 25/08) e dos 1,8℃ p ara o P4 (06h – 23/08). Apesar de urbanizados, o tipo de edificação e a maior permeabilidade das quadras em relação aos ventos predominantes facilitam a dissipação de calor no período noturno.

Os pontos 15 (Regional Pampulha), 19 (Regional Norte) e 20 (Regional Nordeste) apresentaram gradientes positivos em relação à estação meteorológica do Aeroporto da Pampulha (P26) somente no período da tarde, devido à maior exposição aos raios solares – entre 12h e 17h variou de 0,4℃ (P19, 15h – 24/08) aos 3,6℃ (P15, 12h – 23/08). Durante a madrugada o ponto 26 era geralmente um pouco mais quente que os pontos 15, 19 e 20, apresentando diferenças de 0,1℃ (P20, 00h – 21/08) aos 3,7℃ (P15, 06h – 23/08). Por este motivo, a amplitude média horária entre os pontos 15, 19, 20 e 26 foi calculada em -0,3℃ (P15 – P26), -0,2℃ (P19 – P26) e 0,2℃ (P20 – P26) respectivamente.

De modo geral, o maior grau de resfriamento noturno observado neste experimento ligou-se à combinação de circunstâncias topográficas e características das edificações próximas ao local de coleta dos dados. Os pontos mais elevados (P12, P3, P1 e P22) responderam pelo maior resfriamento a partir das 18h, contrastando com a lenta dissipação de calor das áreas mais baixas e com altos índices de urbanização e impermeabilização do solo (P11, P9, P8, P24, P21 e P18).

A localização dos bolsões de calor nos núcleos de aquecimento esteve diretamente relacionada com as características de uso do solo. Entretanto, a magnitude deste fenômeno dependeu do tempo de atuação dos sistemas atmosféricos de mesoescala (ASAS e APAS). Os maiores gradientes horizontais entre as áreas urbanizadas e arborizadas foram observados em tempos estáveis com pouca nebulosidade e baixa velocidade dos ventos.

Umidade Relativa

A permanência do ASAS por vários dias durante este experimento permitiu verificar índices hígricos extremamente baixos em todos os locais de coleta de dados. Foram registradas diferenças significativas de umidade relativa do ar entre os pontos mais urbanizados e aqueles próximos às áreas vegetadas e corpos hídricos, principalmente no período noturno.

A análise horária deste parâmetro mostrou gradientes hígricos superiores a 10,0% em todos os dias (FIG.64). Foram identificados três núcleos úmidos: o Parque Municipal (P10), o Parque dos Mangabeiras (P12) e o ponto 15 (Regional Pampulha).

Como esperado, as menores umidades relativas do ar ocorreram todos os dias entre 14h e 16h, geralmente abaixo dos 35,0%. Nos dias 27/08 e 29/08/2008 diversos pontos do transecto registraram índices hígricos entre 25,0% e 18,0%, destaque para a Estação Ecológica da UFMG (P25) com 17,0%. Os maiores índices foram observados no final da madrugada e início da manhã, oscilando em média entre 60,0% e 75,0%. Os valores hígricos em Belo Horizonte só aumentaram na breve atuação do Anticiclone Subpolar do Atlântico Sul, entre os dias 24 e 25/08/2008, e logo após a passagem da frente fria ocorrida no dia 30/08/2008.

Para o primeiro núcleo (P10) úmido foram verificados no intervalo das 01h e 06h gradientes hígricos acima dos 14,0% entre o hipercentro (P11) e os pontos da região central de Belo Horizonte (P8 e P9), coincidindo com o período em que se evidenciou um maior desempenho térmico do hipercentro. Entretanto, ao se confrontar os dados do P11 com o segundo núcleo (P12) esta diferença chega aos 30,0% nestes mesmos horários. Para este último, além do fator vegetação, deve-se levar em conta a altitude local e a presença de pequenos regatos nas proximidades do abrigo meteorológico.

Comparando-se os dados da estação meteorológica do Aeroporto da Pampulha (P26) com as informações dos pontos 16, 17 e 18, nota-se que estes últimos eram mais úmidos no período da manhã. O gradiente hígrico horizontal foi menor do que o observado na região central, especialmente entre 12h e 17h. A exposição direta do P26 nestes horários em relação ao movimento do Sol, associado à circulação predominante do quadrante Leste, proporcionam uma maior evaporação superficial e retirada de umidade local. Às 9h dos dias 26 e 27/08/2008 as diferenças hígricas entre o P18 e o P26 chegaram a 21,0%. Entretanto, no período noturno a umidade relativa do ar do ponto 26 foi quase sempre superior ao P16, P17 e P18, variando entre 2,0% a 8,0%.

A influência da Lagoa da Pampulha na umidificação da atmosfera local está bem ressaltada no comportamento hígrico do ponto 15. Foi o local mais úmido entre as regionais Pampulha, Venda Nova e Norte. Ao se comparar os dados deste terceiro núcleo úmido com as informações coletadas nas áreas urbanizadas mais próximas (P16, P17 e P18), verificaram-se gradientes médios entre 5,0% a 7,8% em quase todos os horários. As maiores diferenças na umidade relativa do ar ocorreram no intervalo entre 21h e 06h – destaque para as 00h do dia 27/08/2008 com variação de 26,0% entre o P15 e o P18.

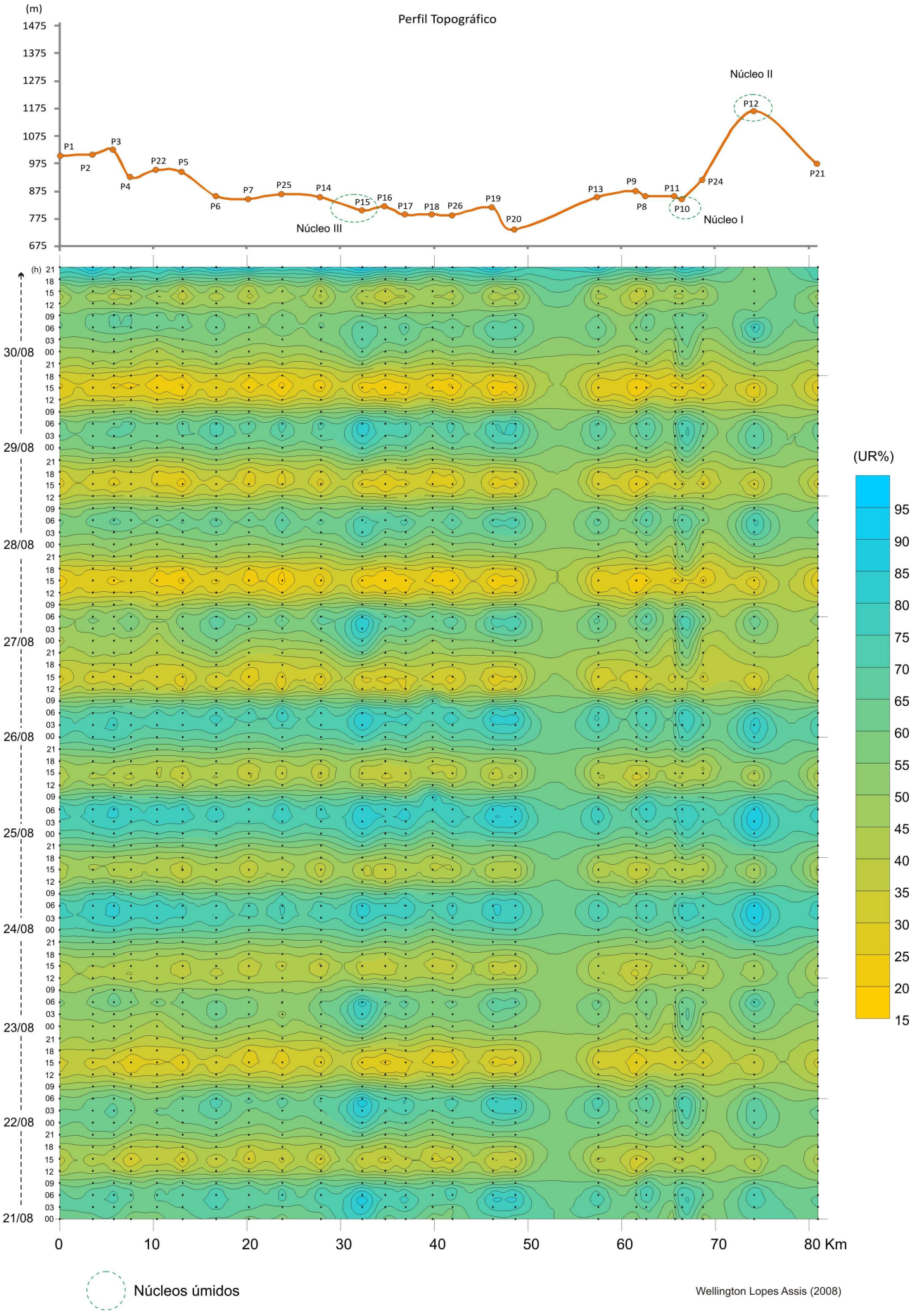


FIGURA 64: Variação temporal e espacial da umidade relativa do ar durante o 1°trabalho de campo.

O terceiro núcleo de aquecimento teve um comportamento hígrico parecido em determinados horários do dia com o observado no segundo. Os pontos 7 e 14 foram mais úmidos do que o P25 na parte da manhã, entre 2,0% a 6,0%, e mais secos no período noturno, 2,0% a 8,0%. Foram registrados gradientes positivos de 11,3% para o P25, em relação ao P7, no dia 28/08/2008 e negativos de 12% às 21h do dia 30/08/2008.

Sabe-se que o percentual de umidade relativa local depende da disponibilidade de água em superfície, da pressão do vapor d'água, além da velocidade dos ventos e temperatura ambiente. Por este motivo, os maiores gradientes hígricos entre os pontos arborizados e aqueles urbanizados foram verificados em condições sinóticas típicas de inverno - tempo estável apresentando pouca ou nenhuma nebulosidade com fraca subsidência e ventos fracos em superfície.

Direção e Intensidade dos Ventos

Devido a influência do ASAS e do APAS na circulação regional, a direção predominante do vento neste experimento foi do quadrante Leste (FIG.65), com variações es-nordeste e sudeste, sucedidas esporadicamente por ventos de noroeste e situações de calmaria. O comportamento deste parâmetro foi um tanto confuso. Pontualmente, não há um padrão uniforme em relação à direção e intensidade.

A influência da altitude e da topografia estão bem ressaltadas na intensidade dos ventos, posto que os maiores valores foram registrados no Parque dos Mangabeiras (P12), nos pontos próximos a Serra do Curral (P1, P2 e P3) e nas áreas com pouca obstrução (P22 e P26). Intensidades baixas foram verificadas nas regiões deprimidas e fundos de vale do município (P8, P9, P16 e P20) - situações de calmarias foram registradas inúmeras vezes nestes locais. No hipercentro (P10 e P11) somente em quatro ocasiões a intensidade chegou aos 3 pontos na escala Beaufort.

Entretanto, a maior diferença exibida no campo anemométrico revela-se na direção dos ventos. Em todos os locais de coleta foram observadas mudanças repentinas nas fitas dos abrigos meteorológicos, dificultando, de certa forma, a identificação de uma direção preferencial. Isto é uma óbvia influência do atrito exercido pelas edificações e rugosidade topográfica no fluxo do vento.

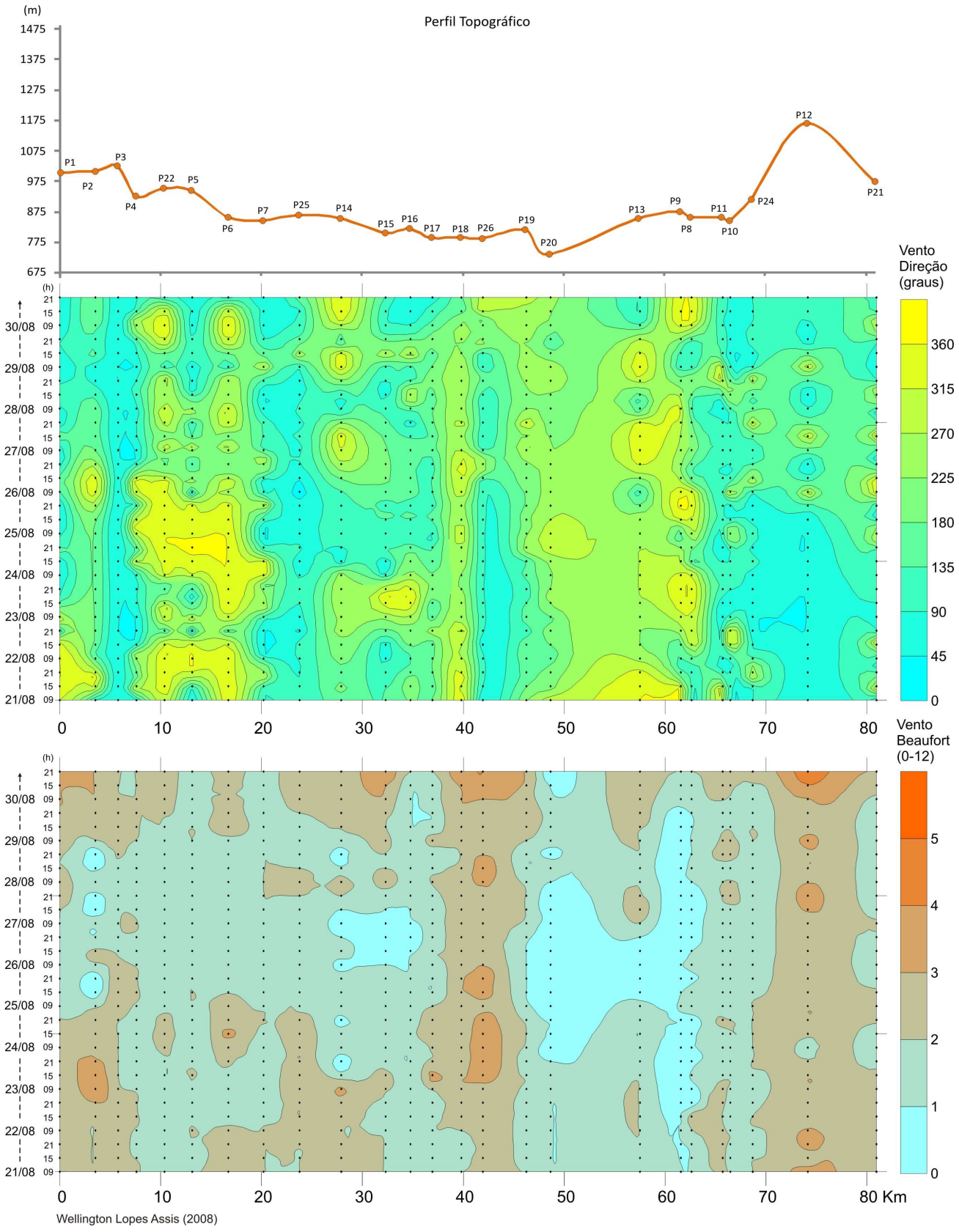


FIGURA 65: Variação temporal e espacial da direção e intensidade dos ventos durante o 1° trabalho de cam po.

5.1.3. Campo I – Resumo Estatístico dos Dados

Temperatura do Ar

A média geral para a temperatura do ar durante os dez dias do experimento foi calculada em 21,8ºC, 2,8ºC acima da média climatológica para o mês de agosto (19,0ºC). Os maiores valores médios pontuais foram computados para os pontos 18 (bairro Campo Alegre - 23,1ºC), 9 (bairro Concórdia - 23,0ºC), 11 (Centro - 22,9ºC) e 16 (bairro Visconde do Rio Branco - 22,5ºC). Com exceção do P11, os locais acima apresentaram durante o período da tarde elevados valores térmicos, influenciando positivamente a média pontual. A menor média ficou para o ponto P12 (Parque dos Mangabeiras - 18,6ºC), seguido pelos pontos P22 (Estação Meteorológica do IGAM - 20,4ºC), P3 (bairro Milionários - 21,08ºC) e P4 (Parque Municipal - 20,14ºC). Os pontos 21 (Estação Meteorológica do Uni-BH - 21,3 ºC) e 2 (bairro Teixeira Dias - 21,4ºC), também ficaram abaixo da média geral.

Pelo mapa da temperatura média do ar (FIG.66) é possível identificar os três núcleos de aquecimento contínuo e as áreas mais arrefecidas do município, conforme descrito no item 5.1.2. Nota-se uma estreita relação destes locais com as características de uso do solo e densidade demográfica (FIG.8 e FIG.9). Nos pontos onde há um alto índice de impermeabilização e elevada densidade demográfica as temperaturas ficaram acima da média geral e nos locais mais arborizados e de elevada altitude, abaixo.

Entretanto, ao observar os mapas com as médias horárias por períodos (01h às 06h, 07h às 12h, 13h às 18h e 19h às 00h) nota-se a influência da topografia no padrão de aquecimento superficial (FIG.67), principalmente o direcionamento das vertentes em relação ao movimento aparente do Sol - característica que determina em grande parte a intensidade do aquecimento da camada limite. Entre as 07h e 17h as porções Norte, Nordeste e Noroeste de Belo Horizonte registraram os maiores valores horários e máximos diários - possuem vales abertos e são mais expostos à radiação solar. Em contrapartida, os pontos com topografia acidentada (P1, P2, P3, P12 e P21), vales fechados e sombreados apresentaram os menores valores horários e mínimos diários.

Pela figura 67 é possível observar a dinâmica dos três principais bolsões de calor do município ao longo do dia. O núcleo I, localizado no hipercentro e nas áreas periféricas à região central, é mais intenso e persistente no período noturno, expandindo sua área de atuação entre 23h e 06h. O segundo núcleo, situado entre as regionais Venda Nova e Norte, é mais ativo no período da tarde e início da noite, restringindo sua área de influência para as proximidades do ponto 18 entre 01h e 06h. O terceiro núcleo, localizado entre as regionais

Pampulha e Noroeste, é o menos intenso e o mais inconstante dos três. Além disso, apresenta uma menor abrangência espacial.

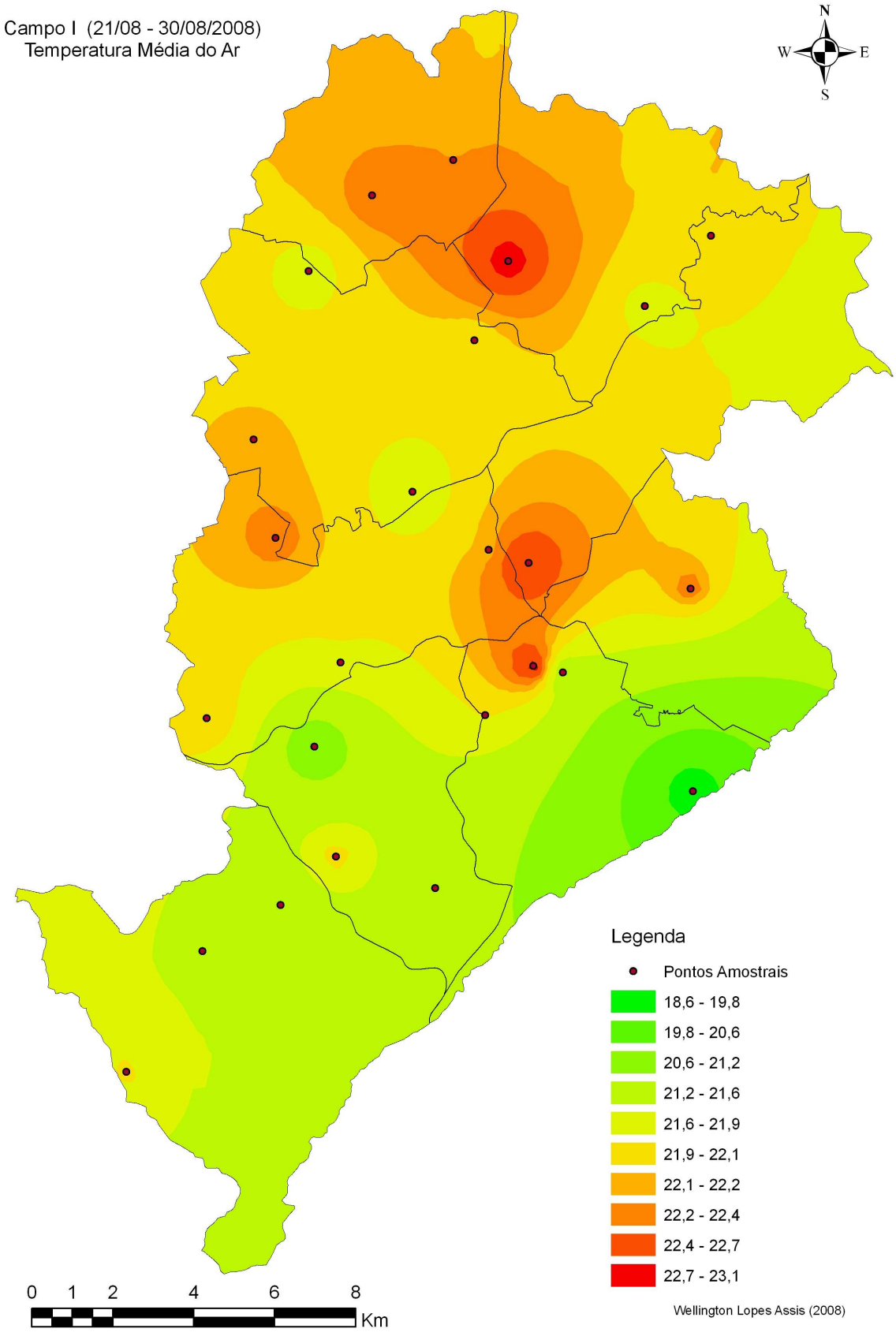


FIGURA 66: Mapa da temperatura média do ar durante o 1°trabalho de campo.

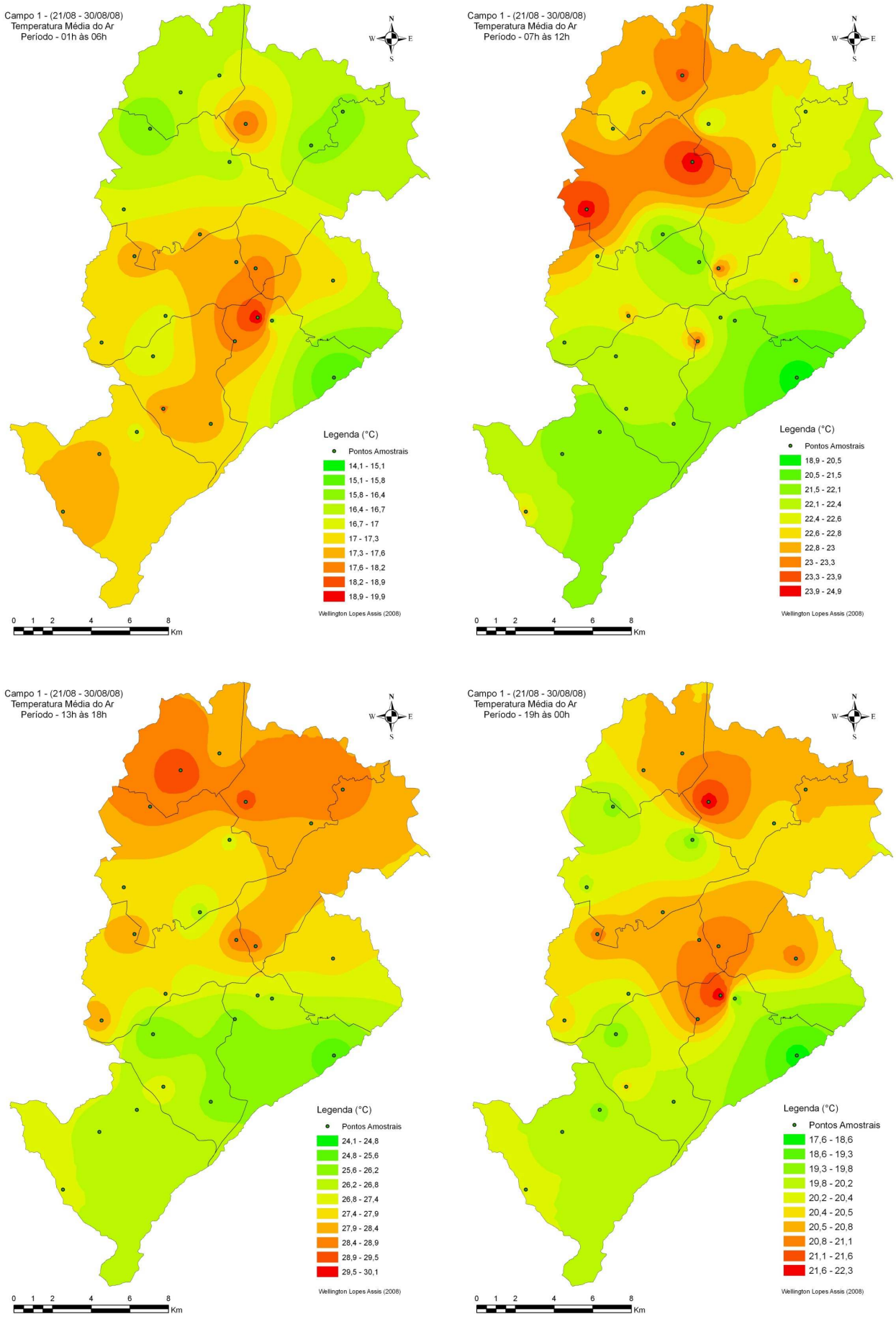


FIGURA 67: Conjunto de mapas com a temperatura média do ar por períodos durante o 1°trabalho de campo.

Está bem caracterizado o efeito da altitude na amenização dos ganhos térmicos para os pontos 1, 2, 3, 22 e 12. As temperaturas horárias nestes locais foram as menores e houve um maior resfriamento atmosférico durante o período noturno. O Parque Municipal (P10) e a Estação Meteorológica do UNI-BH (P21) comportaram-se em todos os horários como núcleos frios em meio à região mais urbanizada e verticalizada do município.

Comparando-se o desvio padrão da temperatura e os valores médios deste parâmetro, observa que a dispersão dos dados em relação à média é relativamente baixa - 4,7ºC em média. Os maiores desvios foram identificados nas áreas limítrofes entre as regionais Pampulha, Venda Nova, Norte e Nordeste (FIG.68). Foram computados os seguintes valores pontuais: 5,92ºC (P16), 5,88ºC (P15), 5,63ºC (P20) e 5,57ºC (P19). Este comportamento já era esperado devido à elevada amplitude térmica total verificada nestes locais – 22,0ºC (P20), 21,8ºC (P15), 21,6ºC (P19) e 21,0ºC (P18). O menor desvio padrão ficou para o ponto P11 (3,4ºC), seguido pelos pontos P22 (3,69ºC), P24 (3,71ºC), P21 (4,0ºC) e P25 (4,1ºC). É interessante notar que com a exceção do ponto 25, todos estão localizados em áreas urbanizadas e verticalizadas.

Assis (2001) já havia observado comportamento parecido para os pontos localizados no hipercentro. O calor acumulado durante o dia pelas áreas edificadas é liberado lentamente após o pôr-do-sol, fazendo com que o resfriamento noturno ocorra com uma menor intensidade. As construções dificultam a chegada efetiva da radiação em ondas curtas na superfície, mas minimizam a dissipação de energia em ondas longas para fora da camada de cobertura urbana (UCL). Portanto, a variação térmica ao longo do dia tende a ser menor nestes locais, favorecendo a configuração das ilhas de calor. A tabela 10 exemplifica este efeito. Observa-se que os menores valores médios de aquecimento e resfriamento foram obtidos nos pontos localizados no hipercentro (P11, P24 e P10).

TABELA 10: Aquecimento e Resfriamento Médio nos Núcleos Térmicos - Campo I

Núcleo I			Núcleo II			Núcleo III		
Ponto	$t_{15} - t_6$ (℃) [1]	$t_{18} - t_6$ (℃) [2]	Ponto	$t_{15} - t_6$ (℃) [1]	$t_{18} - t_6$ (℃) [2]	Ponto	$t_{15} - t_6$ (℃) [1]	$t_{18} - t_6$ (℃) [2]
P8	14,9	8,6	P16	16,8	10,4	P7	13,8	8,3
P9	13,5	7,8	P17	13,7	8,7	P14	14,1	8,2
P10	12,9	6,9	P18	13,2	9,3	P25	10,9	7,7
P11	9,6	5,9	P26	12,7	9,6			
P13	13,6	8,7						
P24	9,0	7,0						
Média	12,2	7,5	Média	14,1	9,5	Média	12,9	8,1

[1]Aquecimento entre 06h e 15h [2]Resfriamento entre 18h e 06h

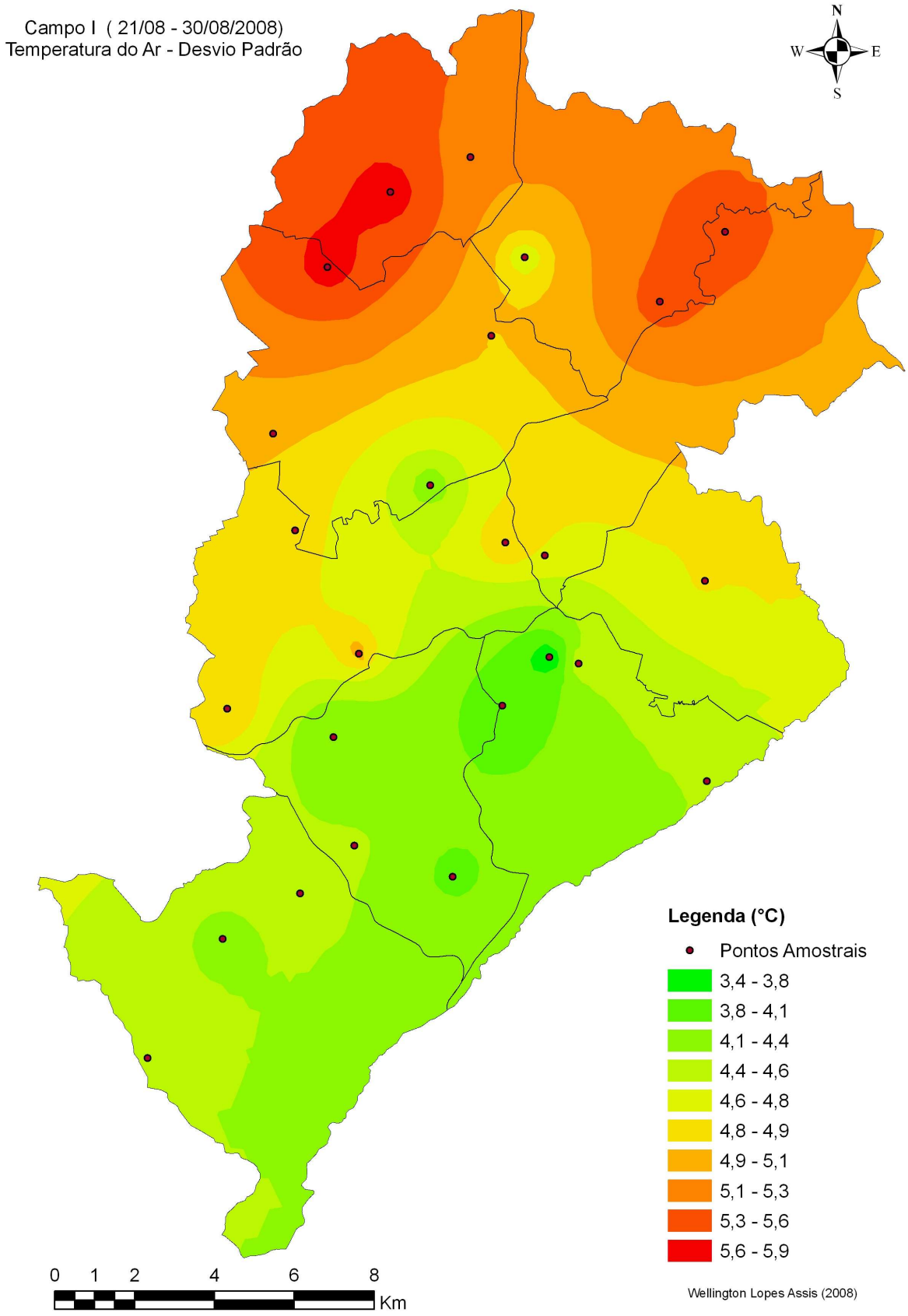


FIGURA 68: Mapa do desvio padrão médio da temperatura do ar durante o 1°trabalho de campo.

Umidade Relativa

O valor médio geral da umidade relativa para o período foi de 52,7%, 11,8% abaixo da média climatológica (64,5%). Pelo mapa da umidade relativa média do ar (FIG.69) é possível identificar as áreas mais úmidas e secas do município deste experimento. Como esperado, os maiores valores médios de UR% foram registrados nos locais com elevados índices de arborização ou próximos a corpos hídricos, dentre eles destacam-se os pontos 15 (58,9%), 10 (58,2%), 12 (57,8%) e 20 (55,6%).

Seguindo o comportamento descrito pela literatura, os menores valores ficaram para os locais mais urbanizados e impermeabilizados, como o P9 (48,1%), P7 (49,60%), P11 (49,62%) e o P22 (49,9%). Os pontos 5, 1, 18 e 4 também ficaram abaixo da média geral, com respectivamente 50,3%, 50,9%, 51,1% e 51,5%.

Observando a coleção de mapas com a umidade relativa média por período (FIG.70) nota-se uma forte influência da topografia no comportamento hígrico, em especial a morfologia e a altimetria. Nos fundos de vale sem impermeabilização e com presença de vegetação, há uma maior concentração de umidade no solo e na camada de ar sobrejacente. Portanto, a umidade relativa tende a ser maior durante a noite e madrugada devido à maior dissipação de energia e resfriamento superficial.

O fator altitude tende a amenizar a temperatura e saturar mais rápido o vapor d'água, obviamente se existir vapor d'água suficiente no ar. Os pontos mais elevados (P12, P21, P2 e P3), detiveram médias superiores aos locais próximos mais baixos (P4, P6 e P7) entre 07h e 18h. Entretanto, o ponto 22, apesar de situar-se a 950m, registrou baixa UR% em quase todos os horários. A explicação estaria no tipo de uso do solo deste ponto - localiza-se em área urbanizada e com pouca vegetação. O P12, além do fator altimétrico, conta com uma extensa área arborizada e presença de cursos d'água.

Entre as 19h e 12h as porções Norte, Nordeste, Sul e Sudeste do município registraram os maiores valores horários e máximos diários - das 13h às 18h somente a porção Sul e Sudeste. No período noturno, a umidade relativa do ar foi um pouco mais elevada nas áreas deprimidas e de fundo de vale (P6, P15 e P20) do que naqueles pontos situados em locais mais abertos e ventilados (P5, P22, P14 e P7).

O Parque Municipal (P10) permaneceu durante todo o experimento como núcleo úmido persistente em meio à área mais urbanizada e verticalizada de Belo Horizonte. Já os pontos 7, 9 e 11 foram as áreas mais áridas em quase todos os períodos.

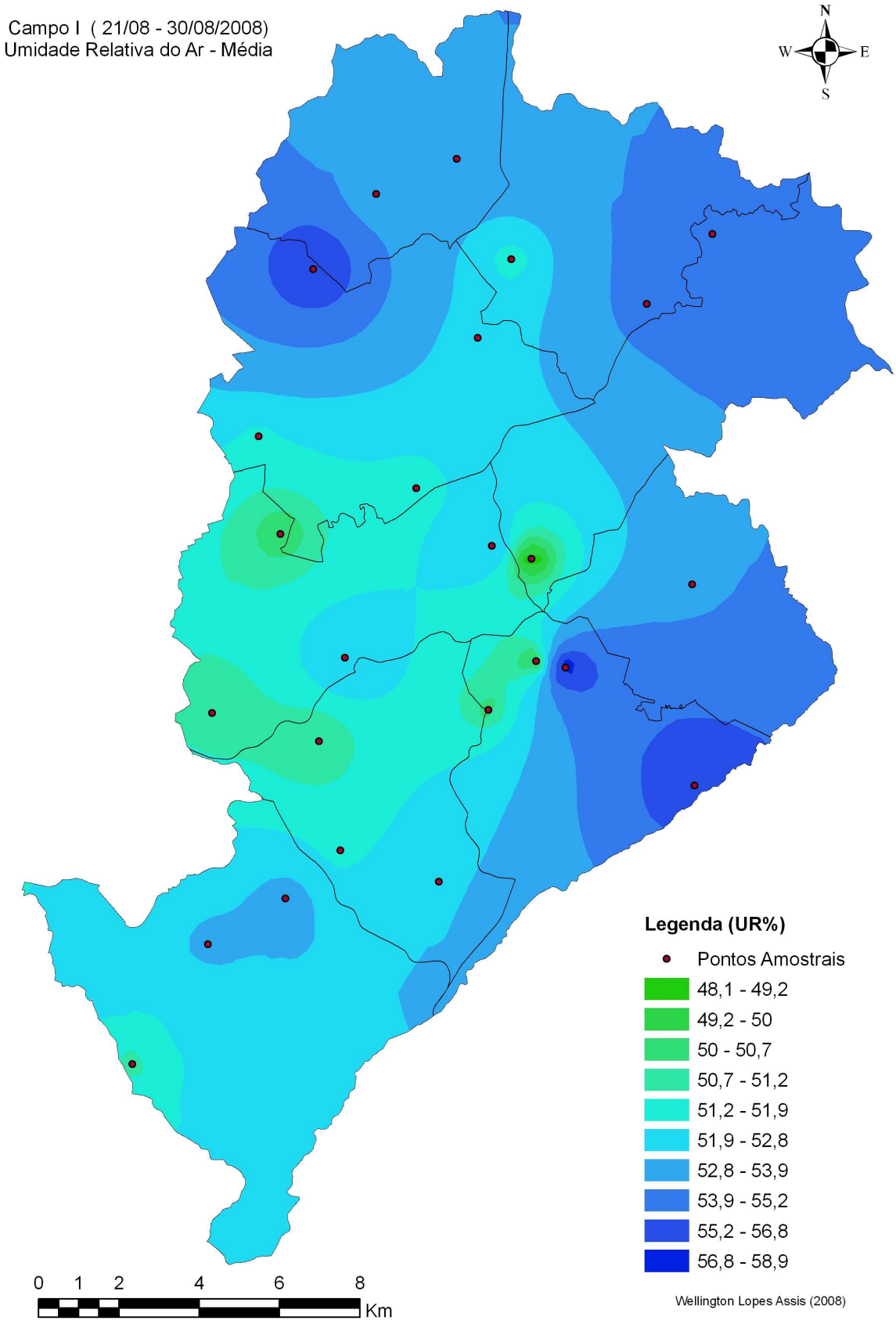


FIGURA 69: Mapa da umidade relativa média do ar durante o 1°trabalho de campo.

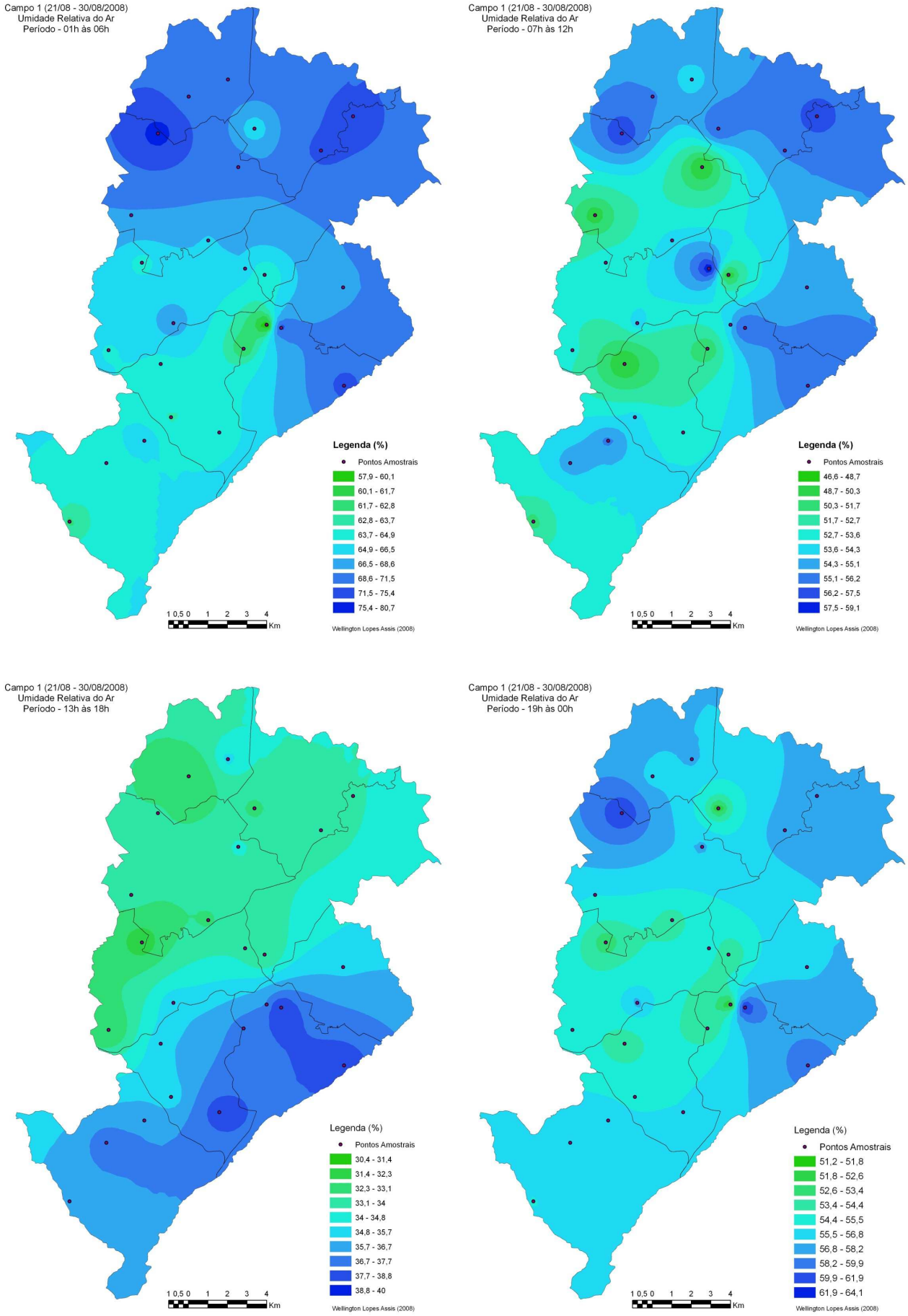


FIGURA 70: Conjunto de mapas com a umidade relativa média do ar por períodos durante o 1° trabalho de campo.

Apesar dos resultados médios citados acima, é importante salientar que o comportamento da umidade relativa foi extremamente variável em todos os períodos. Houve uma forte interferência da temperatura do ar e das características locais (exposição da vertente ao Sol, topografia e uso do solo) nos índices hígricos. Portanto, era de se esperar que os valores das medidas de dispersão (desvio padrão e amplitude total) fossem estatisticamente mais elevados do que os registrados para a temperatura do ar.

Os maiores desvios padrão foram identificados nas áreas limítrofes entre as regionais Pampulha, Venda Nova, Norte e Nordeste (FIG.71). O ponto 15 registrou o maior valor (20,7%), seguido pelos pontos 19 (18,6%), 20 (18,1%) e 16 (17,6%). A amplitude total verificada nestes locais também foi elevada – 75,0% (P15), 74,0% (P19), 65,0% (P20) e 70,0% (P16). O comportamento do ponto 15 fugiu do padrão normal. Normalmente são esperadas baixas variações na umidade relativa diária em locais próximos a áreas verdes e corpos hídricos devido ao aporte regular de vapor d'água. Muito provavelmente, as mudanças na direção e intensidade dos ventos, registradas pelo observador, explicam o desempenho hígrico deste ponto amostral.

É interessante observar que os menores desvios padrão foram calculados para os pontos localizados em áreas urbanizadas, dentre eles o P11 (12,1%), P24 (12,8%), P21 (13,4%) e P9 (14,41%). Se comparada aos outros locais, a amplitude total hígrica verificada nestes pontos também foi baixa – 54,0% (P11), 59,0% (P24), 54,0% (P21) e 56,0% (P9). Talvez a menor disponibilidade de umidade local explique este comportamento, pois, sendo a evaporação e a evapotranspiração baixas, a variação na umidade relativa também o será.

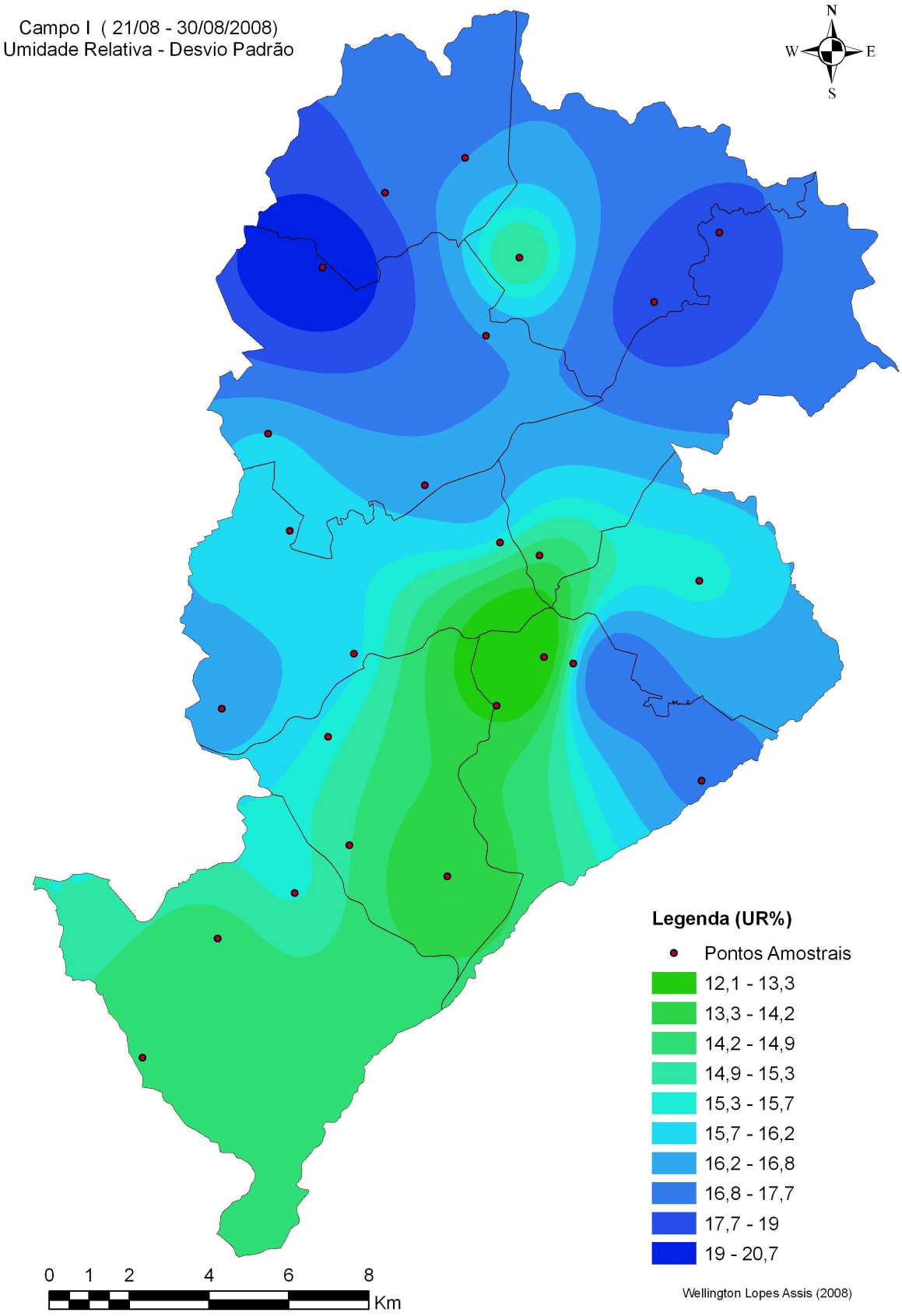


FIGURA 71: Mapa do desvio padrão médio da umidade relativa do ar durante o 1°trabalho de campo.

Direção e Intensidade dos Ventos

Dentre todos os parâmetros meteorológicos observados, o vento foi, sem dúvida, o que mais variou localmente no trabalho de campo. Esta variabilidade foi registrada tanto no quesito direção quanto na velocidade (intensidade) (FIG.72), conforme descrito anteriormente. Já era esperado que os efeitos da urbanização e das edificações sobre o fluxo de ar fossem mais visíveis e identificáveis em relação ao comportamento térmico e hígrico.

Os ventos, ao se atritarem com o tecido urbano, diminuem a sua velocidade e modificam a forma de deslocamento, deixam de ser laminar para se tornar turbulento. As construções funcionaram como barreiras, obstruindo e canalizando grande parte da circulação local. De modo geral, quanto menor a velocidade dos ventos sobre a cidade, maior é a concentração de materiais particulados e poluentes.

Conforme discutido nos itens 5.1.1 e 5.1.2, a influência dos anticiclones ASAS e APAS na circulação regional fizeram com que a direção predominante do vento neste experimento fosse do quadrante Leste com variações horárias de es-nordeste e sudeste, sucedidas esporadicamente por ventos de noroeste e situações de calmaria.

A média geral para a intensidade dos ventos foi de 2 na escala Beaufort. Os maiores valores médios pontuais foram observados nos pontos 12 (Parque dos Mangabeiras) e 26 (Aeroporto da Pampulha), com 3 na escala Beaufort. Os menores valores médios pontuais foram observados nos bairros Concórdia (P9), Conjunto Ribeiro de Abreu (P20), Bom Jesus (P8) e Nova Gameleira (P 12), todos com a média 1 na escala Beaufort.

Os valores do desvio padrão e a amplitude são extremamente elevados, indicando uma alta dispersão dos dados em relação ao valor médio. O desvio padrão oscilou entre 0,46 (P4) e 1,25 (P2), observando amplitudes para os mesmos de 1 e 4 pontos na escala Beaufort.

A intensidade baixa do vento durante este experimento permitiu identificar e mapear os três núcleos de aquecimento contínuo, visto que a dissipação mais efetiva dos bolsões de calor sobre o tecido urbano só acontece sobre a atuação de fortes ventos regionais associados a instabilidades atmosféricas. Além disso, as situações de calmaria observadas em maior número entre os dias 26 e 28/08/2008 possibilitaram o desenvolvimento de fortes inversões térmicas nos primeiros horários da manhã.

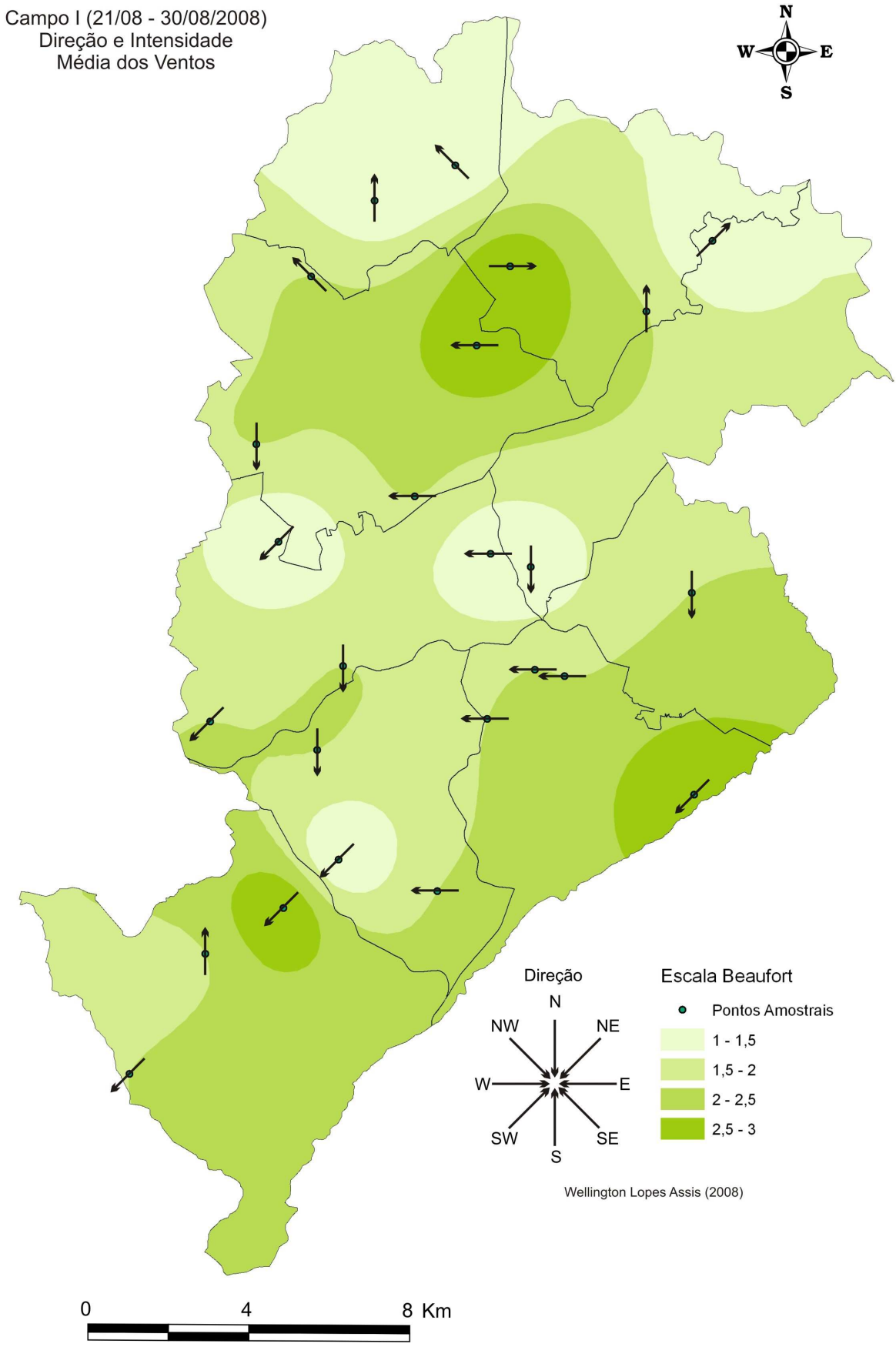


FIGURA 72: Mapa da direção e intensidade média dos ventos durante o 1°trabalho de campo.

5.1.4. Campo II - Condições Atmosféricas

As condições atmosféricas de Belo Horizonte entre os dias 27/02/2009 e 22/03/2009 foram marcadas por alternância de tipos de tempo estáveis, com ventos fracos e pouca nebulosidade, e instáveis, com chuvas localizadas em alguns pontos da cidade. Esta última situação foi ideal para testar a segunda hipótese desta tese, que foi verificar a atuação das precipitações como agente mitigador das diferenciações meso e topoclimáticas e na minimização dos bolsões de calor sobre o tecido urbano.

De acordo com o gráfico de participação dos sistemas atmosféricos (FIG.73) e o gráfico de análise rítmica (FIG.74), observa-se que o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) foi responsável por 57,1% das condições meteorológicas observadas na RMBH, seguido pela atuação de Linhas de Instabilidades (LI – 17,9%), pelas Instabilidades Convectivas Locais (ILC - 14,3%) e finalmente pela participação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS – 10,7%). Segundo o CPTEC (2009a), apenas três sistemas frontais atuaram no Brasil em março e somente a segunda frente fria conseguiu avançar até o litoral do Paraná.

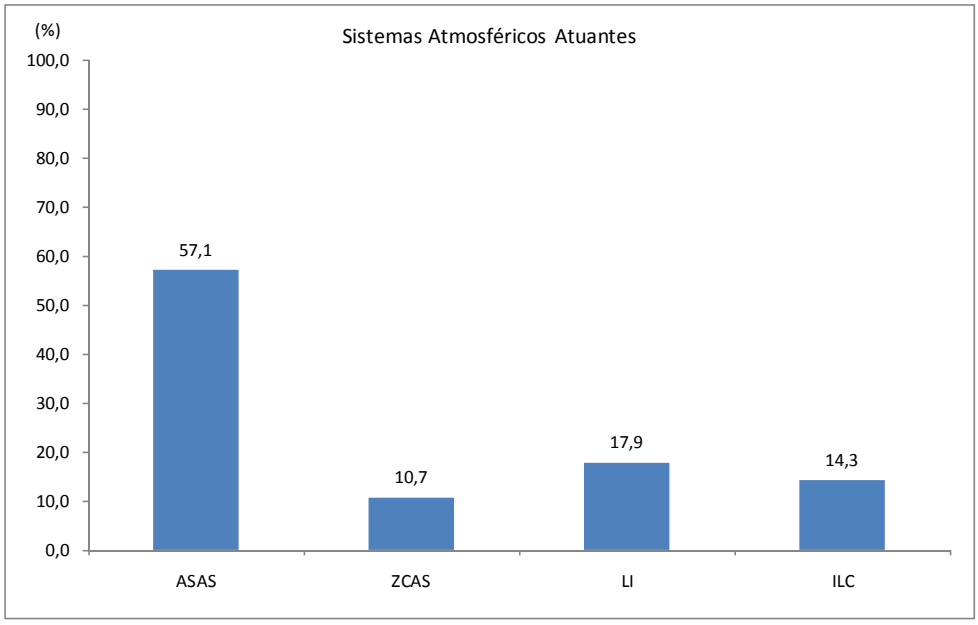


FIGURA 73: participação dos sistemas atmosféricos em Belo Horizonte entre os dias 27/02/2009 e 22/03/2009. Fonte: CPTEC (2009a).

Entre os dias 03/03 e 18/03/2009, período de realização do segundo experimento, foram registrados totais pluviométricos de 109,8mm na estação meteorológica do 5ºDISME/INMET (P24), 77,4mm na Estação Ecológica da UFMG (P25) e 69,0mm na estação meteorológica do IGAM/CPTEC (P22). Estes acumulados ficaram um pouco abaixo da normal climatológica para o mês de março (163,5mm).

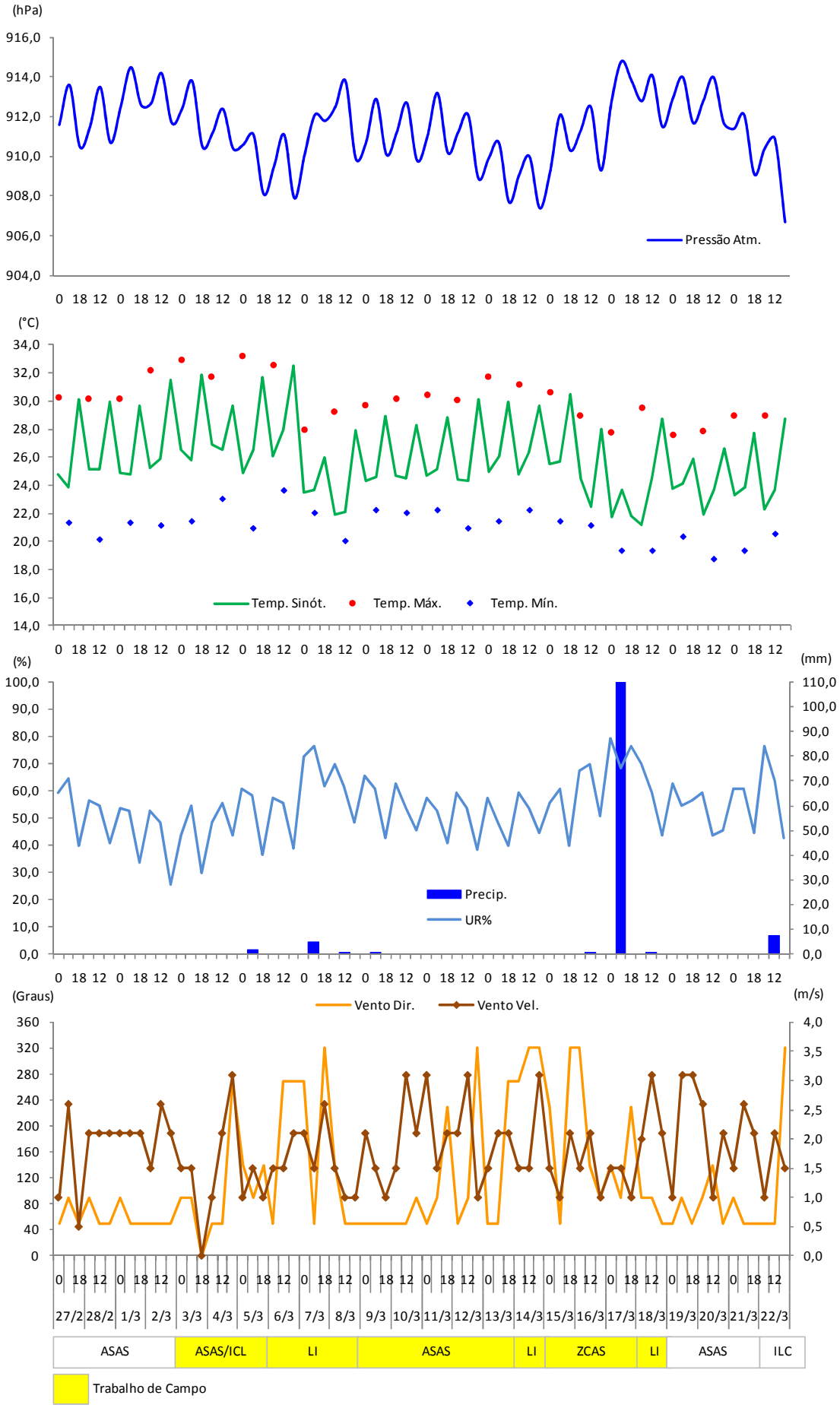


FIGURA 74: Análise rítmica dos elementos climáticos entre os dias 27/02/2009 e 22/03/2009. Fonte: CPTEC (2009) e 5º DISME/INMET (2009).

Na atuação do ASAS verificaram-se condições meteorológicas estáveis na maior parte do dia, com céu claro e poucas nuvens - presença de *cumulus humilis, cumulus mediocris* e *cumulus congestus* isolados no final da tarde. A pressão atmosférica foi um pouco mais baixa do que a observada no primeiro experimento, média de 911,1mb. Os ventos predominantes foram do quadrante Leste, alternando ao longo do dia para Nordeste e Sudeste, com velocidade média de 1,8m/s. Na atuação do ASAS a umidade relativa média do ar foi de 64,8% no período da manhã, 49,6% à tarde e 67,8% durante a noite.

Instabilidades locais associadas ao intenso aquecimento diurno resultaram em precipitações rápidas e isoladas nos dias 03, 04, 05, 09, 10, e 14 nas regionais Barreiro, Oeste, Centro-Sul e Venda Nova (FIG.75). Infelizmente em função do reduzido número de pluviômetros só foram contabilizados os acumulados diários dos pontos 21, 22, 24 e 25. No dia 04/03/09 foi registrado 15,0mm de chuva na Estação Meteorológica do Uni-BH (P21 - bairro Estoril) e 10,8mm na Estação Meteorológica do IGAM (P22 – bairro Gameleira).



FIGURA 75: Precipitação convectiva na regional Barreiro, observada às 18h15min do dia 03/03/2009.

O rápido deslocamento de um ciclone extratropical entre o litoral da região Sul e Sudeste nos dias 06/03 e 07/03/2009 fez com que surgissem Linhas de Instabilidade (LI) na porção centro-sul do Estado de Minas, resultando em mudanças no tipo de tempo em toda a RMBH e ocorrência de precipitações - na tarde do dia 06/03 foram registrados 4,2mm de chuva no 5ºDISME/INMET (P24).

As condições meteorológicas observadas entre os dias 07/03 e 08/03/2009 ligavam-se à instabilidade e muita nebulosidade, presença de *stratus* e *altostratus* no período da manhã e *cumulus mediocris* e *congestus* no final da tarde, ventos fracos com média de 1,2m/s. Em função da intensa cobertura de nuvens houve uma queda na temperatura do ar, média diária em torno dos 24,0ºC, máxima de 29,2ºC e mínima de 20,0ºC. A umidade relativa do ar oscilou entre 68,0% no período da manhã, 53,0% à tarde e 77,0% à noite. Apesar da disponibilidade de umidade e da intensa insolação no período da tarde, não foi registrado nenhum tipo de precipitação nos pontos amostrais.

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) configurou-se uma única vez durante o mês de março sobre a Região Sudeste, entre os dias 12/03 e 16/03/2009, provocando aumento de nebulosidade e instabilidade atmosférica. Embora este episódio tenha sido mais fraco do que o padrão normal para o mês de março, proporcionou fortes chuvas no Estado de São Paulo e reforçou a formação de áreas de instabilidade entre as Regiões Norte, Centro-Oeste e parte dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Devido à intensa atividade convectiva sobre o continente, nos dias 14/03 e 15/03 o estado do Rio de Janeiro e sul e leste de Minas Gerais foram atingidos por fortes precipitações, afetando também o centro e sul do estado do Espírito Santo. A partir do dia 16/03 a ZCAS começou a enfraquecer sobre a região Sudeste. Entretanto, entre 16/03 e 17/03/2009 foi registrado um acumulado de 102,8mm (P24) em Belo Horizonte, causando inúmeros prejuízos e transtornos à população. Neste mesmo período, foram coletados 62,5mm de chuva na estação meteorológica do Uni-BH (P21) e 50,4mm no Parque dos Mangabeiras (P12) (pluviômetro da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - CPRM). Apesar do enfraquecimento da ZCAS, o padrão de vento na média e alta troposfera manteve o canal de convergência de umidade sobre a grande parte do Estado de Minas, resultando em precipitações localizadas no final da tarde do dia 18/03 em vários pontos da RMBH.

Em relação aos aspectos de grande escala na atmosfera e oceanos, as anomalias negativas da TSM indicaram um moderado enfraquecimento do fenômeno La Niña no decorrer de março, especialmente nas regiões dos Niños 3 e 4. Segundo o CPTEC (2009) o campo de Radiação de Onda Longa (ROL) continuou ressaltando a atividade convectiva acima da média na região da Indonésia. Contudo, os ventos alísios apresentaram-se menos intensos a oeste de 150ºW, situação que também indicou o enfraquecimento da La Niña. Os campos de anomalia de ROL e chuva global mostraram que a ZCIT atuou ao sul de sua posição climatológica tanto na região do Atlântico Equatorial, fato consistente com a ocorrência de chuvas acima da média no norte do Brasil, como na região do Pacífico Leste.

5.1.5. Campo II – Variação Têmporo-Espacial dos Parâmetros Meteorológicos

As condições meteorológicas durante o segundo experimento foram alternadas por tempos estáveis e instáveis. Os maiores gradientes térmicos e hígricos foram registrados na atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul. Nos períodos de instabilidade atmosférica, com aumento de nebulosidade e ocorrência de precipitações, as diferenças térmicas e hígricas entre os pontos amostrais foram minimizadas, anulando temporariamente os efeitos da urbanização sobre a UCL e UBL.

A temperatura do ar, a umidade relativa e a direção e velocidade dos ventos se comportaram diferentemente ao longo do transecto. Porém, estes parâmetros apresentaram menores gradientes e amplitudes diárias se comparadas ao que foi observado no primeiro experimento (período seco). Embora a gênese bolsões de calor esteja relacionada com o grau de urbanização e impermeabilização do solo, foi verificado que a magnitude deste fenômeno, ou mesmo a sua existência, depende do tipo e do período de permanência dos sistemas atmosféricos de mesoescala.

Temperatura do Ar

Novamente a comparação entre as medidas de temperatura dos pontos amostrais e aquelas obtidas nas estações meteorológicas (P21, P22 e P26) e no 5º DISME/INMET (P24 e P25) mostrou que as áreas arborizadas e ventiladas ou próximas a corpos hídricos apresentam valores térmicos menores em relação aos locais urbanizados, verticalizados e impermeabilizados. Os maiores gradientes térmicos horizontais foram registrados no período da tarde sob a atuação do ASAS, e os menores nos dias chuvosos (LI e ZCAS).

Núcleos mais com temperaturas mais elevadas foram observados em quase todos os dias em determinadas áreas do município, especialmente no intervalo das 21h às 06h. A exceção a este comportamento foi verificada durante a ocorrência de chuvas (07/03 e 08/03 e 17/03 e 18/03/2009), que reduziram ou extinguiram a área de influência dos bolsões de calor às proximidades do ponto de observação.

Os três núcleos de aquecimento, mapeados no primeiro experimento, registraram menores magnitudes no período noturno e praticamente foram “eliminados” nos eventos chuvosos (FIG.76). O primeiro núcleo, englobando o Ponto 11 e os pontos situados na periferia da região central de Belo Horizonte (P8, P9 e P13), foi o mais persistente entre 19h e 06h. O segundo e o terceiro núcleos foram melhor caracterizados no período da tarde, pois apresentaram elevados gradientes térmicos entre 12h e 18h.

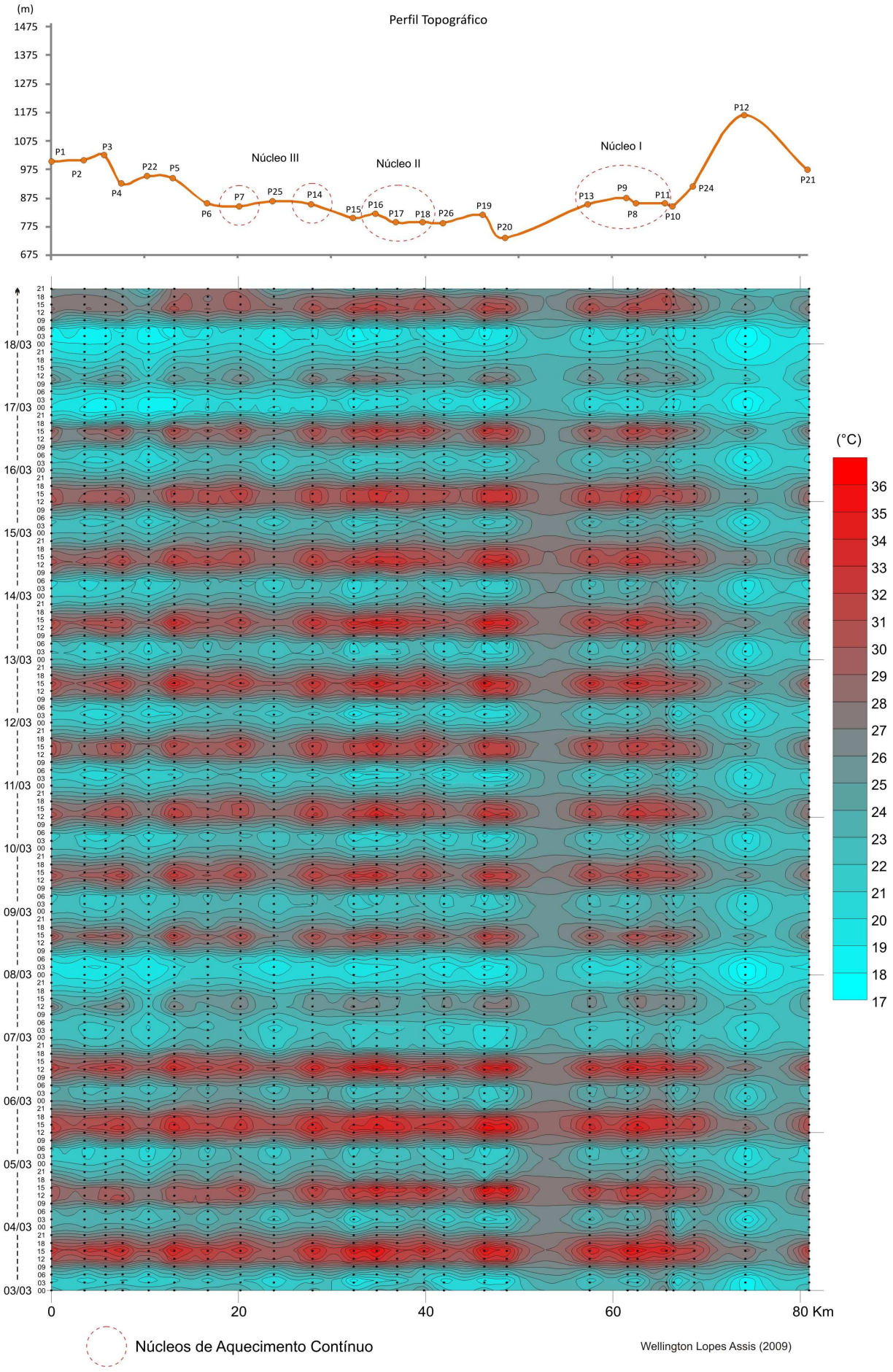


FIGURA 76: Variação temporal e espacial da temperatura do ar durante o 2°trabalho de campo.

As maiores máximas foram registradas na tarde dos dias 05/03 e 06/03 nos pontos 16 (36,8℃) e 19 (36,8℃), e as menores temperaturas m ínimas, na madrugada do dia 18/03 nos pontos 12 (16,4℃) e 15 (17,3℃) – todos extrem os térmicos sob atuação do ASAS. Na ocorrência de precipitação a máxima não passou dos 31,8℃ (P19) no dia 07/03 e 31,2℃ (P16) no dia 17/03. A intensa cobertura de nuvens observada nos dias de atuação das Linhas de Instabilidade e ZCAS contribuíram para que a mínima ficasse acima dos 17,6℃ (P12) em 07/03 e 17,1℃ (P12) em 17/03.

Em quase todos os horários o Parque dos Mangabeiras (P12) e os locais próximos à Serra do Curral (P1, P2 e P3) registraram as menores temperaturas em relação aos demais pontos do transecto. Os pontos 10 (Parque Municipal) e 21 (Estação Meteorológica do UNI-BH) caracterizaram-se novamente como núcleos frios em meio à região mais urbanizada e verticalizada do município. Este comportamento foi mais perceptível sob a atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul.

O abrigo meteorológico do Parque dos Mangabeiras (P12 - 1163m) registrou mais uma vez as menores temperaturas e as maiores diferenças térmicas em relação às áreas urbanizadas e verticalizadas. O gradiente térmico horário entre o P12 e o P11 foi em média 4,4℃ - durante a madrugada ficou sempre acima dos 4,0℃, chegando aos 8,5℃ às 01h no dia 03/03/2009. Como mencionado no item 5.1.2, a altitude, a topografia, a presença de áreas verdes e a inexistência de obstáculos em relação aos ventos predominantes dificultam a formação de bolsões de calor nas proximidades da Serra do Curral.

No primeiro núcleo de aquecimento, observaram-se diferenças positivas entre o ponto 11 e o 5ºDISME/INMET (P24) de 0,2℃ (12h – 05/03) e 5,1° C (21h – 18/03); a média horária girou em torno dos 1,3℃. Em relação aos pontos 11 e 10 estes valores oscilaram entre 0,1℃ (12h – 09/03) e 4,8℃ (00h, 01h e 02h – 18/03); a média horária foi 1,4℃. Os pontos 8 e 13 registraram seus maiores gradientes (positivos) em relação ao ponto 24 no período da tarde, 4,7℃ (15h - 10/03) e 5,2℃ (15h - 10/03) re spectivamente. Das 21h às 06h o P24 foi mais quente que o P8 e P13, oscilando entre 0,2℃ e 2,1℃. O comportamento do ponto 9 assemelhou-se ao 8, exceto pelo menor gradiente em relação ao P24.

As maiores máximas foram registradas no segundo núcleo de aquecimento, valores acima de 32,0℃ eram comuns no período da tarde para os p ontos 16, 17, 18 e 26. A exceção ocorreu nos dias chuvosos. Mais uma vez os fatores geoecológicos explicam este comportamento. A exposição destes locais ao movimento aparente do Sol, associado às características de uso do solo, proporcionam uma rápida absorção da radiação solar pela superfície e edificações, elevando rapidamente a temperatura da camada de cobertura urbana.

Comparando-se os dados dos pontos 16, 17 e 18 com as informações obtidas na estação meteorológica do Aeroporto da Pampulha (P26), referencial não verticalizado, verificou-se que os gradientes horários mais expressivos ocorreram das 12h às 17h - oscilando entre 1,3℃ (15h – 08/03) a 5,2℃ (15h – 08/03). Neste pe ríodo, as temperaturas do ponto 26 foram sempre menores em relação aos P16, P17 e P18 - ressalva apenas para o P18 às 12h dos dias 05, 06 e 07/03/2009 (-2,3℃). Às 9h do s dias 14/03 e 17/03 o P26 registrou diferenças positivas em relação ao P18 de -1,9℃ e -1,2℃ respectivamente.

Em quase todos os dias foi verificada uma ilha de calor de baixa intensidade das 19h às 06h nas imediações do ponto 18 - exceto na ocorrência de precipitação (07, 08, 17 e 18/03/2009). O gradiente térmico do P18 ao P26 no período noturno variou entre 0,6℃ (21h – 17/03) a 3,5℃ (00h – 03/03), média horária de 1, 3℃. A extensão e a magnitude deste núcleo mais quente foram menores do que as observadas no primeiro trabalho de campo. A partir das 18h, verificou-se um resfriamento noturno um pouco mais intenso nos pontos 16 e 17, inibindo a formação do bolsão de calor nestes locais.

Se comparado ao primeiro campo, o terceiro núcleo de aquecimento foi mais intenso e de maior abrangência espacial no período noturno. A diferença térmica das 19h às 06h entre os pontos 7, 14 e P25, oscilou de 0,4℃ (06h – 13/03) a 5,0℃ (21h – 18/03), média horária de 2,2℃ (P7 – P25) e 2,1℃ (P14 – P25). Entretanto, o s maiores gradientes foram registrados no período da tarde – às 12h do dia 17/03 o P14 apresentou diferença de 5,5℃ em relação ao P25 e às 15h do dia 11/03 o P7 foi 5,3℃ mais qu ente do que o P25.

Enquanto no primeiro experimento o terceiro núcleo foi mais perceptível no final da manhã e no período da tarde, neste segundo trabalho de campo as diferenças térmicas foram mais intensas entre 19h e 06h. Um dos fatores que contribuíram para este comportamento foi a baixa intensidade dos ventos registradas nos pontos 7, 14 e 25 durante a atuação do ASAS - este parâmetro ficou abaixo da intensidade 2 na escala Beaufort. Não foi possível verificar a atuação do sistema de brisa local responsável pela advecção de umidade da Lagoa da Pampulha, e áreas verdes próximas, em direção aos bairros Itatiaia e Alípio de Melo.

Novamente as áreas no município onde os parâmetros térmicos, hígricos e anemométricos proporcionam uma melhor sensação térmica foram o Parque dos Mangabeiras (P12) e os pontos localizados próximo a Serra do Curral na Regional Barreiro (P1, P2 e P3). As características geoecológicas e tipo de uso do solo atual destes locais minimizam a formação de bolsões de calor e áreas de desconforto térmico permanentes. Na comparação dos dados destes três últimos pontos com as informações obtidas na estação meteorológica do Uni-BH (P21), verificaram-se baixos gradientes térmicos positivos entre 19h e 06h. Em

alguns dias foram observadas diferenças negativas no período noturno entre o P21 e os pontos 1, 2 e 3 - às 21h do dia 16/03 foram registradas gradientes de -1,8℃ (P1 - P21), -1,8℃ (P1 - P21) e -1,1℃ (P1 - P21). As maiores di ferenças foram verificadas no final da manhã e início da tarde; às 12h do dia 17/03 o P1 foi 4,4℃ mais quente que o P21. A amplitude térmica média horária entre o P21 e os pontos 1, 2, 3, foi de 0,9℃, -0,1℃ e 0,4℃ respectivamente.

Comparando-se os dados da estação meteorológica do IGAM (P22) com os pontos 4, 5 e 6 foram observadas amplitudes médias horárias de 1,9°C, 2,6℃ e 2,1℃ respectivamente. As maiores diferenças ocorrem no período da tarde, oscilando entre 0,9℃ (12h – 10/03) e 6,8℃ (15h – 12/03). Entretanto, o ponto 4 apresent ou gradientes térmicos positivos menores em relação ao P22; os extremos foram de 0,2℃ (06h – 11/03) e 4,7℃ (15h – 09/03). Das 19h às 06h essa diferença não passou dos 2,2℃ para o P4 (21h – 15/03), 2,5℃ para o P5 (21h – 04/03) e dos 2,7℃ para o P6 (21h – 07/03). Apesar de urbanizados, o tipo de edificação e a maior permeabilidade das quadras em relação aos ventos predominantes facilitam a dissipação de calor no período noturno.

Os pontos 15 (Regional Pampulha), 19 (Regional Norte) e 20 (Regional Nordeste) apresentaram na maior parte do dia comportamentos térmicos parecidos com a estação meteorológica do Aeroporto da Pampulha (P26). Foram observados gradientes médios horários de 0,6℃ (P15 – P26), 0,8℃ (P19 – P26) e 1,0℃ (P20 – P26). As amplitudes só foram significativas no período da tarde em função da maior exposição dos abrigos aos raios solares: às 12h do dia 09/03 foram observados gradientes de 4,5℃ (P15 – P26), 5,2℃ (P19 – P26) e 4,9℃ (P20 – P26).

Nos dias de atuação do ASAS o maior grau de resfriamento noturno ligou-se a combinação de circunstâncias topográficas e características das edificações próximas ao local de coleta dos dados, mesmo comportamento observado no primeiro experimento. Das 19h às 6h a queda de temperatura variou em média entre 2,9℃ e 6,0℃. Mais uma vez, os pontos mais elevados (P12, P3, P1 e P22) responderam pelo maior resfriamento a partir das 18h, contrastando com a lenta dissipação de calor das áreas mais baixas e com altos índices de urbanização e impermeabilização do solo (P11, P9, P8, P24, P21 e P18).

Entretanto, nos dias de atuação da ZCAS, LI e instabilidade local (ILC), o resfriamento noturno e o gradiente térmico entre os pontos amostrais foram menores – das 19h às 06h a queda de temperatura oscilou em média entre 0,7℃ e 2,3℃. A presença de nebulosidade e ocorrência de chuvas minimizaram consideravelmente os efeitos dos bolsões de calor no núcleo I e praticamente anulou seus efeitos nos núcleos II e III. Este comportamento

confirmou uma das hipóteses desta tese de que sob a influência de sistemas atmosféricos instáveis as precipitações atuam como agentes mitigadores das ilhas de calor, reduzindo consideravelmente as diferenciações meso e topoclimáticas sobre o tecido urbano.

Umidade Relativa

Por ter sido realizado no final da estação chuvosa, este segundo experimento registrou umidades relativas mais elevadas do que o primeiro. Só foi possível observar valores abaixo dos 35,0% em dias com pouca nebulosidade e de forte estabilidade atmosférica (03/03, 05/03, 11/03 e 12/03). Os menores índices foram registrados nos pontos 22 (29,0%, 15h – 11/03), 5 (29,0%, 16h – 12/03), 13 (30,0%, 15h – 03/03) e 3 (30,0%, 15h – 03/03); as maiores UR% nos pontos 19 (98,0%, 08h – 07/03), 22 (98,0%, 21h – 16/03) e 12 (97,0%, 04h e 07h – 17/03).

Foram verificadas novamente diferenças de umidade relativa do ar entre os pontos mais urbanizados e aqueles próximos às áreas vegetadas e corpos hídricos, principalmente no hipercentro. Entretanto, os maiores gradientes ocorreram na participação do ASAS. Nos dias instáveis, a análise horária mostrou diferenças hígricas médias inferiores a 8,0% entre os pontos amostrais (FIG.77).

Os três núcleos úmidos observados no primeiro experimento (Parque Municipal (P10), Parque dos Mangabeiras (P12) e o ponto 15 (Regional Pampulha) somaram-se a mais três, identificados entre os pontos 19 e 20 (Regional Norte) e nas imediações dos pontos 2 (Regional Barreiro) e 25 (Estação Ecológica – UFMG). Em outros pontos do município com boa arborização (P1, P3, P4 e P6) os índices hígricos diários foram mais elevados em relação à aqueles verticalizados ou adensados (P11, P21, P5, P7, P8, P13 e P14). Nos dias mais quentes deste experimento (03, 04, 05 e 06/03/2009) o conforto térmico ficou evidenciado nestes locais.

Na atuação do ASAS foram verificados, no intervalo das 19h e 06h, gradientes hígricos acima dos 7,0% entre os pontos da região central (P10 e P11) e os pontos 8 e 9, coincidindo com o período em que se evidenciou um maior desempenho térmico do hipercentro. No entanto, na comparação dos dados do P11 com o P12 esta diferença ficou acima dos 15,0% para estes mesmos horários - destaque para a madrugada do dia 03/03/2009 (29,0%). A altitude do ponto 12, associada à disponibilidade constante de vapor d'água, proporcionou melhores índices hígricos em todos os horários. Como esperado, as diferenças na ocorrência de precipitação foram pequenas, inferiores a 6,0%.

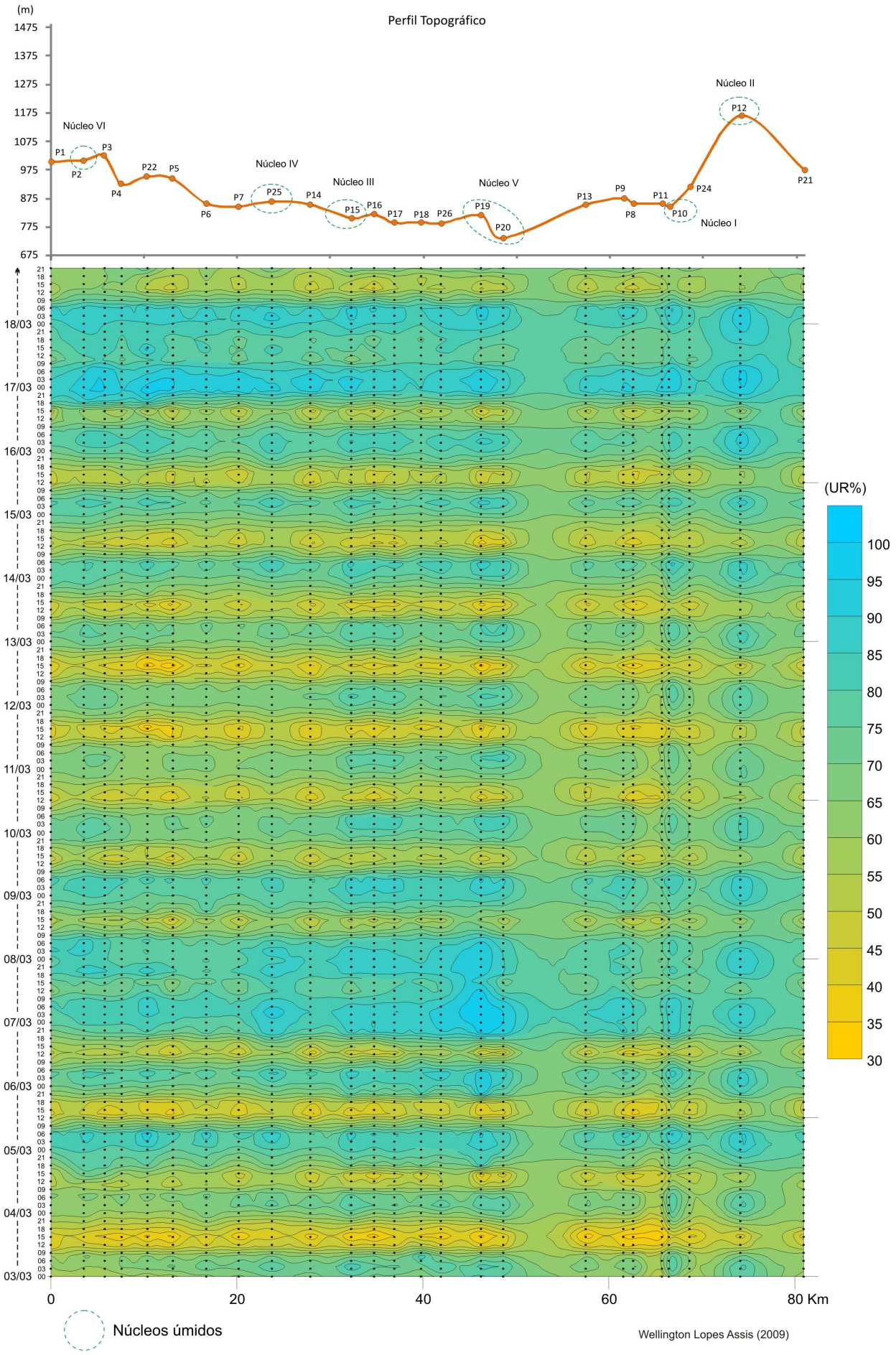


FIGURA 77: Variação temporal e espacial da umidade relativa do ar durante o 2° trabalho de campo.

Confrontando-se os dados da estação meteorológica do Aeroporto da Pampulha (P26) com as informações dos pontos 16, 17 e 18, nota-se que o gradiente hígrico horizontal foi menor do que ao observado na região central – em média 6,0% durante a participação do ASAS e menor que 5,0% nos dias instáveis. Somente às 15h do dia 04/03/2009 foram verificadas diferenças de 18,0% (P26 – P16) e 14,0% (P26 – P17, P26 – P18). De modo geral, o aeroporto da Pampulha foi mais "úmido" em relação aos pontos urbanizados (16, 17 e 18) em todos os horários – exceção verificada apenas às 9h dos dias 13/03 e 18/03/2009. Entretanto, comparando os dados do P26 com os pontos 19 e 20 verifica-se que em vários horários o primeiro foi um pouco mais "seco" que os dois últimos. As diferenças horárias médias foram calculadas em 0,9% (P19 – P26) e 0,3% (P20 – P26).

O P15 foi o segundo local mais úmido entre as regionais Pampulha, Venda Nova e Norte, ressaltando novamente a influência da Lagoa da Pampulha na umidificação da atmosfera local. Comparando-se os dados deste ponto com as informações coletadas nas áreas urbanizadas mais próximas (P16, P17 e P18), verificam-se gradientes médios entre 2,0% a 5,0%. Seguindo o comportamento dos demais locais de coleta, as maiores diferenças na umidade relativa do ar ocorreram na atuação do ASAS – destaque para as 00h do dia 04/03/2009 com gradiente de 13,0% entre o P15 e o P18. O ponto 15 permaneceu mais "seco" em relação aos pontos acima citados somente em três ocasiões neste experimento: às 9h dos dias 03/03 (8,0%, 4,0% e 14,0%), 14/03 (11,0%, 2,0% e 16,0%) e 18/03 (11,0%, 2,0% e 16,0%). A exposição direta do P15 aos raios solares entre 8h e 10h proporcionou uma maior evaporação superficial e retirada de umidade local.

Diferentemente do primeiro trabalho de campo, os índices hígricos da Estação Ecológica (P25) foram mais elevados em relação aos pontos 7 e 14 em todos os horários; no primeiro experimento estes últimos foram mais úmidos na parte da manhã e mais secos à noite. Foram calculados gradientes horários médios de 6,5% (P25 – P7) e 6,3% (P25 – P14). Às 18h do dia 06/03/2009 a diferença dos pontos 4 e 7 em relação ao P25 chegou aos 21,0% e 16,0%, respectivamente. A maior disponibilidade de vapor d'água em função do tempo instável contribuiu para que a umidade relativa permanecesse elevada no P25.

Nas proximidades da Serra do Curral os pontos 2 e 21 destacaram-se por serem mais úmidos na maior parte do dia em relação aos pontos 1, 3 e 4. A diferença média horária oscilou entre 1,0% e 3,5%. Entretanto, confrontando-se somente os índices hígricos dos pontos 2 e 21 percebe-se que o primeiro foi em média 1,8% mais úmido que o último – destaque para as 21h do dia 07/03/2009, quando esta diferença chegou aos 15,0%. A altitude, associada ao tipo de uso do solo e a boa arborização, observada no entorno do P2, explicam este comportamento.

Ao se comparar os valores de umidade relativa da estação meteorológica do IGAM (P22) com os pontos 5 e 6, verificaram-se comportamentos parecidos. A diferença média horária variou de 0,2% a 3,0%. Somente em alguns horários no período da tarde foi possível observar gradientes hígricos acima dos 10,0% - às 12h do dia 16/03 chegou aos 15,0% entre os pontos 5 e 22, e às 18h do mesmo dia 16,0% entre os pontos 6 e 22.

Direção e Intensidade dos Ventos

A direção dos ventos neste segundo experimento foi mais variável do que o primeiro. A maior diversidade dos sistemas de mesoescala que atuaram entre os dias 03/03 e 18/03/2009 contribuíram para este comportamento. Sob a influência do ASAS a direção predominante foi do quadrante leste (FIG.78), com variações nordeste e sudeste, sucedidas esporadicamente por ventos de noroeste. Situações de calmarias eram muito comuns na atuação do ASAS, especialmente nas áreas mais deprimidas e adensadas da cidade.

Sob a influência dos sistemas atmosféricos perturbados, Linhas de Instabilidade (LI) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), predominaram ventos do quadrante oeste, oscilando pontualmente entre noroeste e sudoeste. Entre os dias 13/03 e 16/03/2009 registraram-se ventos de sul em alguns horários nos pontos próximos a Serra do Curral (P1, P2, P3 e P4). Apesar do número de calmarias ter sido menor em relação ao ASAS, raramente a intensidade dos ventos esteve acima dos 2 pontos na escala Beaufort.

Novamente a influência da hipsometria e da topografia estão bem ressaltadas na intensidade dos ventos. Os maiores valores foram registrados nos locais mais elevados (P1, P2, P3, P12 e P22) e em áreas com pouca obstrução a circulação dos ventos (P15, P22 e P26) - os menores nas regiões deprimidas e de fundo de vale (P8, P9, P16 e P20). Na região mais verticalizada e urbanizada do município (P10 e P11) a intensidade também foi baixa e inúmeras situações de calmarias foram registradas.

De modo geral, a maior diferença exibida no campo anemométrico revelou-se mais uma vez na direção dos ventos. Foram observadas em diversos horários mudanças repentinas e movimentos aleatórios nas fitas dos abrigos meteorológicos. A influência exercida pela rugosidade topográfica e pelas edificações no fluxo do vento, associada à altura de mensuração deste parâmetro, dificultaram a identificação de uma direção preferencial local.

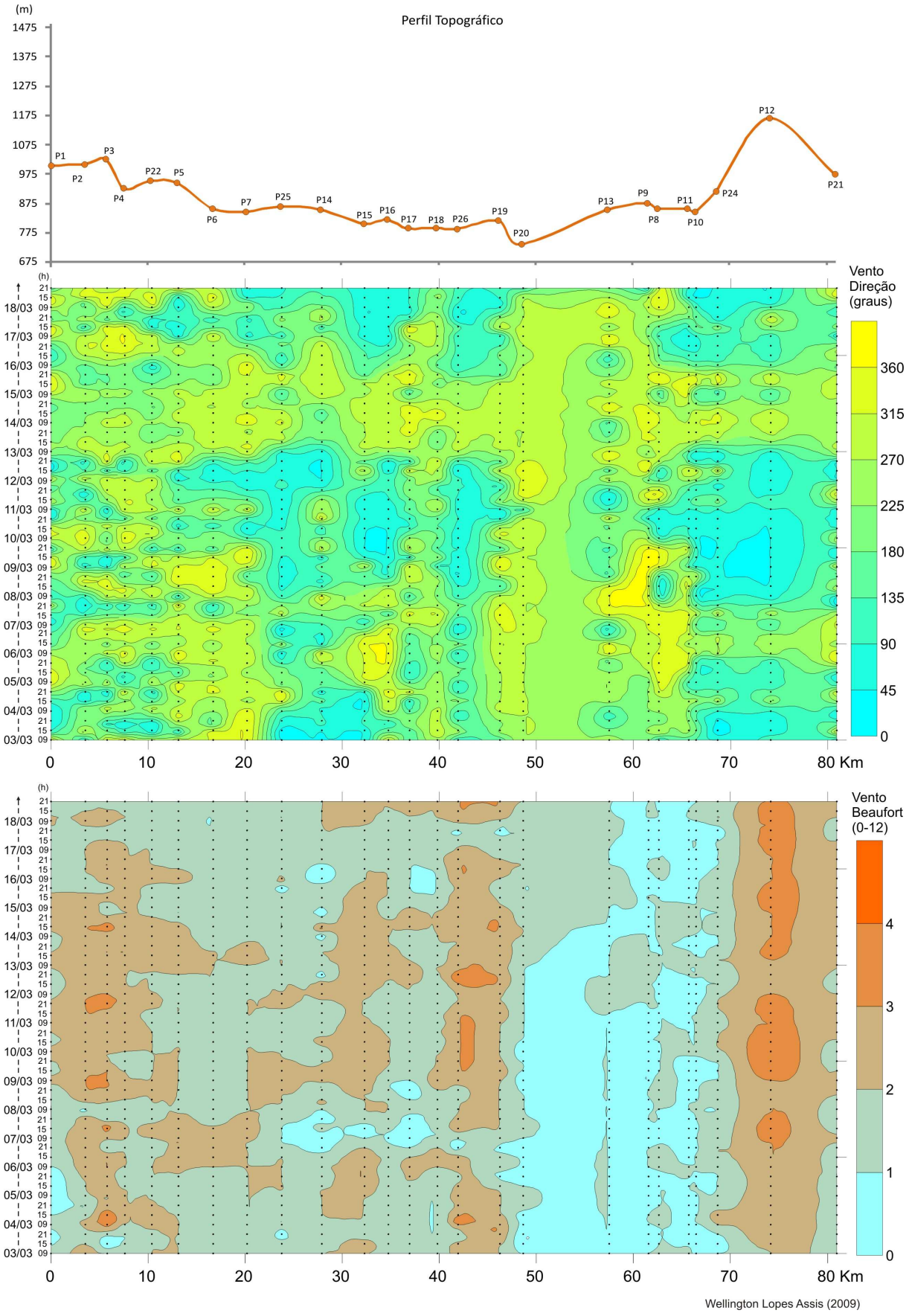


FIGURA 78: Variação temporal e espacial da direção e intensidade dos ventos durante o 2° trabalho de cam po.

5.1.6. Campo II – Resumo Estatístico dos Dados

Temperatura do Ar

A média geral para a temperatura do ar durante os dezesseis dias do experimento foi calculada em 25,4ºC, 2,4ºC acima da média climatológica para o mês de agosto (23,0ºC). Os maiores valores médios pontuais foram computados para os pontos 11 (Centro - 26,6ºC), 8 (bairro Bom Jesus - 26,5ºC), 7 (Conjunto Habitacional Alípio de Melo - 26,4ºC), 14 (bairro Itatiaia - 26,2ºC), 13 (bairro São Geraldo - 26,04ºC) e 5 (bairro Camargo - 26,03ºC). Com exceção do P11, os demais pontos amostrais apresentaram entre 12h e 16h valores térmicos elevados, influenciando positivamente a média pontual.

Os menores valores médios foram calculados para os pontos 12 (Parque dos Mangabeiras – 22,2ºC), 22 (Estação Meteorológica do IGAM – 23,5ºC) e 25 (Estação Ecológica da UFMG – 24,20ºC). Os pontos 2 (bairro Teixeira Dias - 24,24ºC) e 21 (Estação Meteorológica do Uni-BH - 24,3 ºC) também ficaram abaixo da média geral.

Foi possível identificar novamente os três núcleos de aquecimento contínuo e as áreas mais arrefecidas do município no mapa da temperatura média do ar (FIG.79). Notou-se, mais uma vez, estreita relação destes locais com as características de uso do solo e densidade demográfica. As áreas densamente ocupadas e urbanizadas, com predomínio de edificações de vários pavimentos e pequena porção de áreas verdes entre os espaços livres, proporcionaram durante o dia a um elevado aquecimento superficial e a formação de bolsões de calor no período noturno.

Observando os mapas com as médias horárias por períodos (01h às 06h, 07h às 12h, 13h às 18h e 19h às 00h), nota-se também a influência da topografia no padrão de aquecimento superficial ao longo do dia (FIG.80), principalmente o direcionamento das vertentes em relação ao movimento aparente do Sol (MAS). Apesar da insignificante diferença latitudinal entre os pontos amostrais, a orientação das vertentes, segundo o MAS, conduz a distintos resultados de insolação superficial e aquecimento atmosférico local.

As porções Norte, Nordeste e Noroeste de Belo Horizonte registraram entre as 07h e 17h os maiores valores médios e máximos diários. São locais cujas vertentes são fortemente aquecidas entre 10h e 15h. A morfologia local também contribui para este efeito, os vales são abertos e mais expostos ao MAS. Os pontos com topografia acidentada (P1, P2, P3, P12 e P21) e com presença de vales fechados e sombreados registraram os menores

valores médios e mínimos diários. Nos dias sob atuação de sistemas atmosféricos estáveis (ASAS) o aquecimento superficial foi mais intenso.

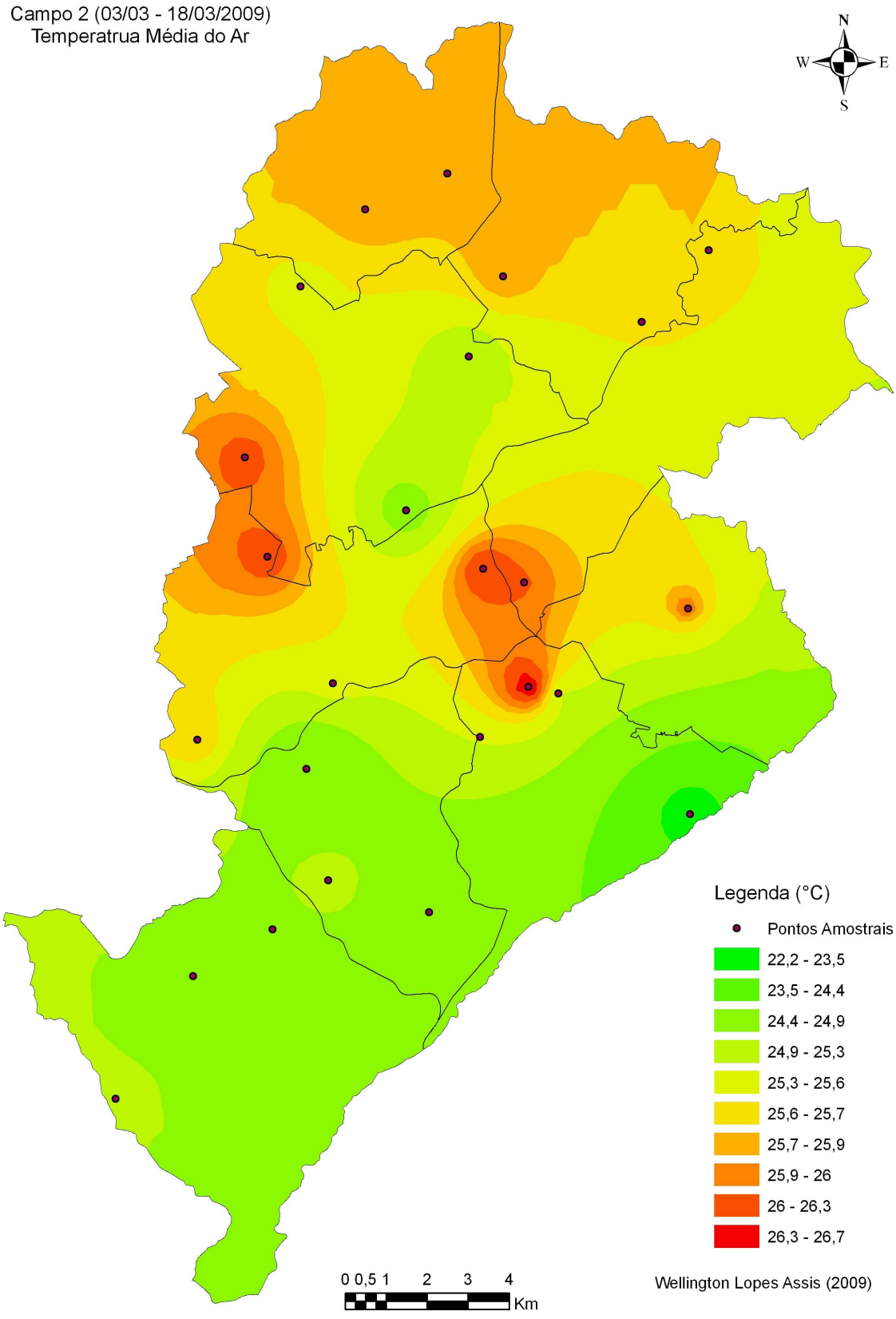


FIGURA 79: Mapa da temperatura média do ar durante o 2°trabalho de campo.

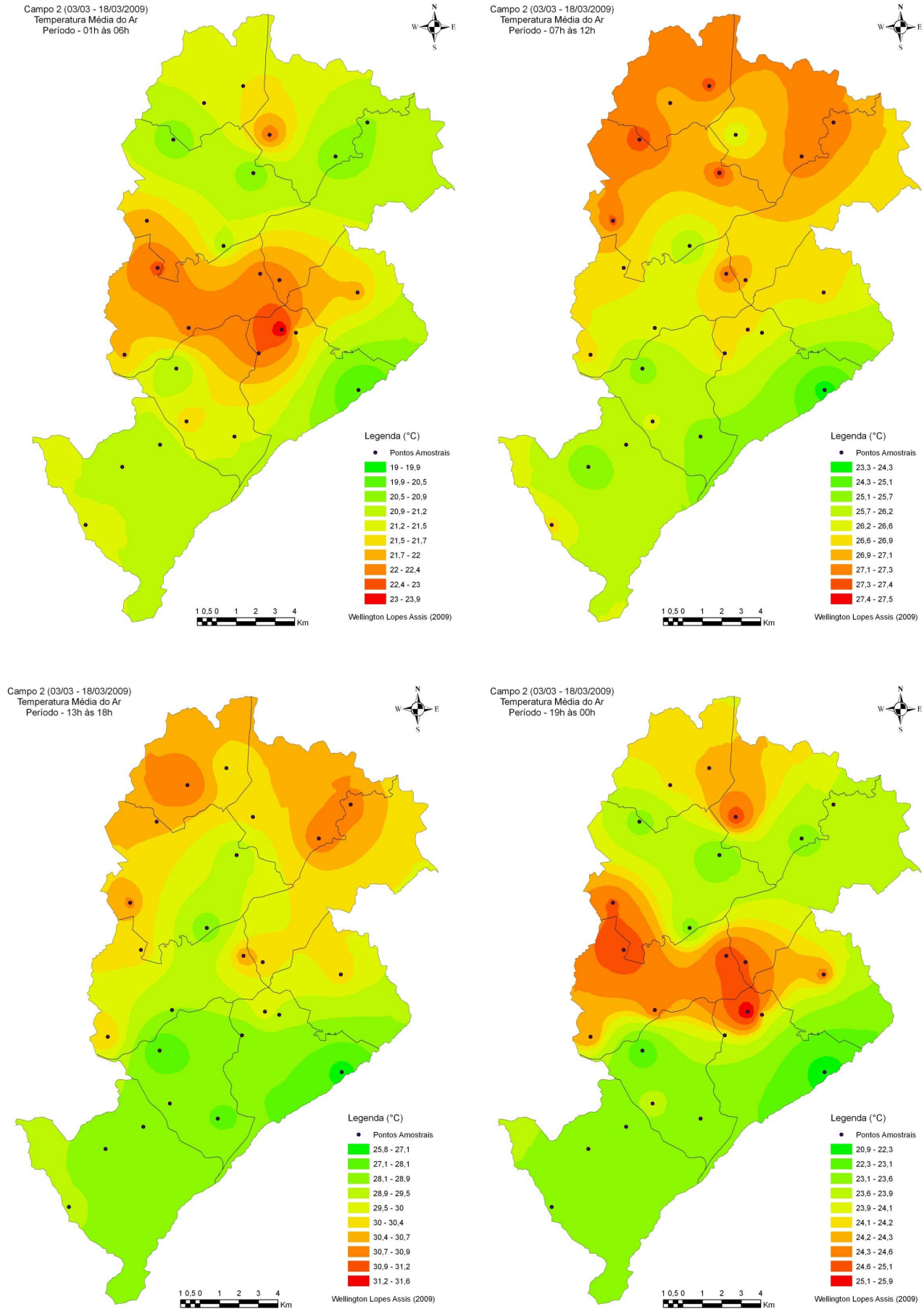


FIGURA 80: Conjunto de mapas com a temperatura média do ar por períodos durante o 2°trabalho de campo.

A dinâmica dos três principais bolsões de calor do município foi parecida com a observada no primeiro trabalho de campo, exceto pela menor expansão do núcleo I entre 19h e 06h. Este foi novamente o mais intenso e persistente no período noturno. O segundo núcleo foi mais ativo no período da tarde e início da noite, restringindo sua área de influência para as proximidades do ponto 18 entre 01h e 06h. O terceiro núcleo, apesar de ter sido o menos intenso em relação aos dois últimos, foi melhor caracterizado neste experimento, apresentando uma maior abrangência espacial e desempenho térmico entre 19h e 06h.

O núcleo I respondeu mais uma vez pelos menores valores médios de aquecimento e resfriamento, seguido pelo núcleo III e II (TAB.11). A maior evidência da ilha de calor aconteceu entre 21h e 06h. A ocorrência de instabilidade atmosférica durante a madrugada determinou uma diminuição na magnitude do fenômeno no núcleo I e eliminação nos núcleos II e III, como descrito no item 5.1.5.

TABELA 11: Aquecimento e Resfriamento Médio nos Núcleos Térmicos - Campo II

Núcleo I			Núcleo II			Núcleo III		
Ponto	$t_{15} - t_6$ (℃) [1]	$t_{18} - t_6$ (℃) [2]	Ponto	$t_{15} - t_6$ (℃) [1]	$t_{18} - t_6$ (℃) [2]	Ponto	$t_{15} - t_6$ (℃) [1]	$t_{18} - t_6$ (℃) [2]
P8	10,9	6,2	P16	12,9	7,5	P7	9,7	6,3
P9	10,2	5,6	P17	10,9	6,6	P14	11,1	6,9
P10	9,6	5,8	P18	9,8	6,4	P25	8,3	5,3
P11	7,8	4,8	P26	10,5	6,9			
P13	11,2	6,3						
P24	6,8	4,7						
Média	9,4	5,6	Média	11,0	6,8	Média	9,7	6,2

[1]Aquecimento entre 06h e 15h [2]Resfriamento entre 18h e 06h

Em função da altitude e melhor ventilação, os pontos 1, 2, 3, 12, e 22 registraram em todos os períodos as menores temperaturas médias e as maiores taxas de resfriamento noturno. O Parque Municipal (P10) e a Estação Meteorológica do UNI-BH (P21) comportaram-se mais uma vez como núcleos frios em meio à região mais urbanizada e verticalizada do município. A Estação Ecológica da UFMG (P25) também teve um papel importante no arrefecimento atmosférico local.

O desvio padrão da temperatura do ar em relação aos valores médios foi menor do que observado no primeiro experimento (3,9ºC em média). Os maiores desvios foram identificados novamente nas áreas limítrofes entre as regionais Pampulha, Venda Nova, Norte e Nordeste (FIG.81). Foram computados os seguintes valores pontuais: 5,3ºC (P19), 4,93ºC (P15), 4,89ºC (P16) e 4,88ºC (P20). A amplitude térmica total também foi elevada nestes locais – 19,0ºC (P19), 18,6ºC (P15), 18,3ºC (P16) e 17,7ºC (P20).

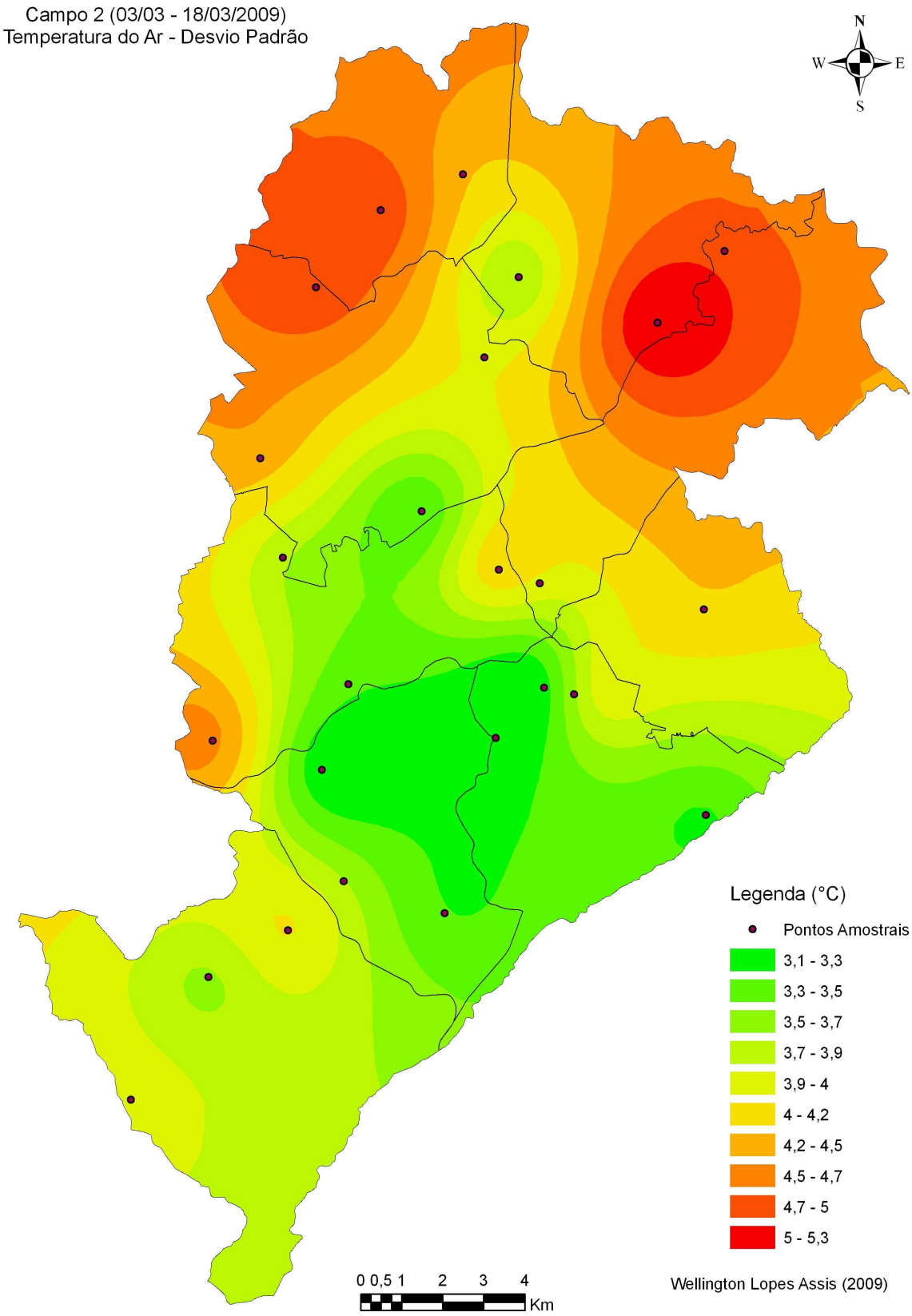


FIGURA 81: Mapa do desvio padrão médio da temperatura do ar durante o 2°trabalho de campo.

O menor desvio padrão foi calculado para a estação meteorológica do 5DISME/INMET (P24 - 3,04ºC) seguido pelos pontos P22 (3,15ºC), P11 (3,23ºC), P12 (3,30ºC), P21 (3,32ºC) e P25 (3,36ºC). Com a exceção dos pontos 12 e 25, todos estão localizados em áreas urbanizadas e verticalizadas. Contudo, separando os desvios padrão em relação ao tipo de sistema atmosférico verificou-se que, no domínio do ASAS, os valores foram maiores e na participação das Linhas de Instabilidades e a atuação da ZCAS menores.

Umidade Relativa

Apesar da ocorrência de tempos instáveis e precipitações entre os dias 06/03 e 08/03/2009 e entre os dias 14/03 e 18/03/2004, o valor médio geral da umidade relativa neste segundo trabalho de campo foi de 67,4% - 7,3% abaixo da média climatológica (74,7%). Entretanto, separando a média geral em função do sistema atmosférico atuante, nota-se que os menores índices de UR% aconteceram sob a atuação do ASAS e os maiores, na participação das Linhas de Instabilidade e ZCAS.

Pela figura 82 é possível identificar as áreas com maiores e menores índices hígricos deste experimento. Novamente os maiores valores médios de UR% foram registrados nos locais com elevados índices de arborização ou próximos a corpos hídricos; dentre eles destacam-se os pontos 12 (74,3%), 10 (72,3%), 25 (70,5%), 19 (70,4%) e 20 (69,9%). Os menores valores médios foram verificados nos locais urbanizados e impermeabilizados, P11 (62,7%), P8 (63,8%), P5 (64,01%) e P7 (64,02%). Os pontos 24, 14, 13 e 1 também ficaram abaixo da média geral, com respectivamente 64,52%, 64,79%, 64,82% e 65,0%.

Analisando-se a coleção de mapas da UR% média por período (FIG.83) nota-se uma forte influência da topografia e do MAS no comportamento hígrico. Entre 07h e 12h as vertentes sombreadas das porções Norte e Nordeste do município (P18, P19 e P20) e o Parque dos Mangabeiras (P12) detiveram as maiores médias pontuais.

Das 13h às 18h o fator vegetação/corpo hídrico foi determinante, posto que os maiores valores médios pertencem às áreas com densa cobertura vegetal (P10, P12 e P25). No período noturno, a UR% foi um pouco mais elevada nas áreas deprimidas e de fundo de vale (P6, P15, P19, P20 e P26) do que naqueles pontos situados em locais mais abertos e ventilados (P5, P22, P14 e P7).

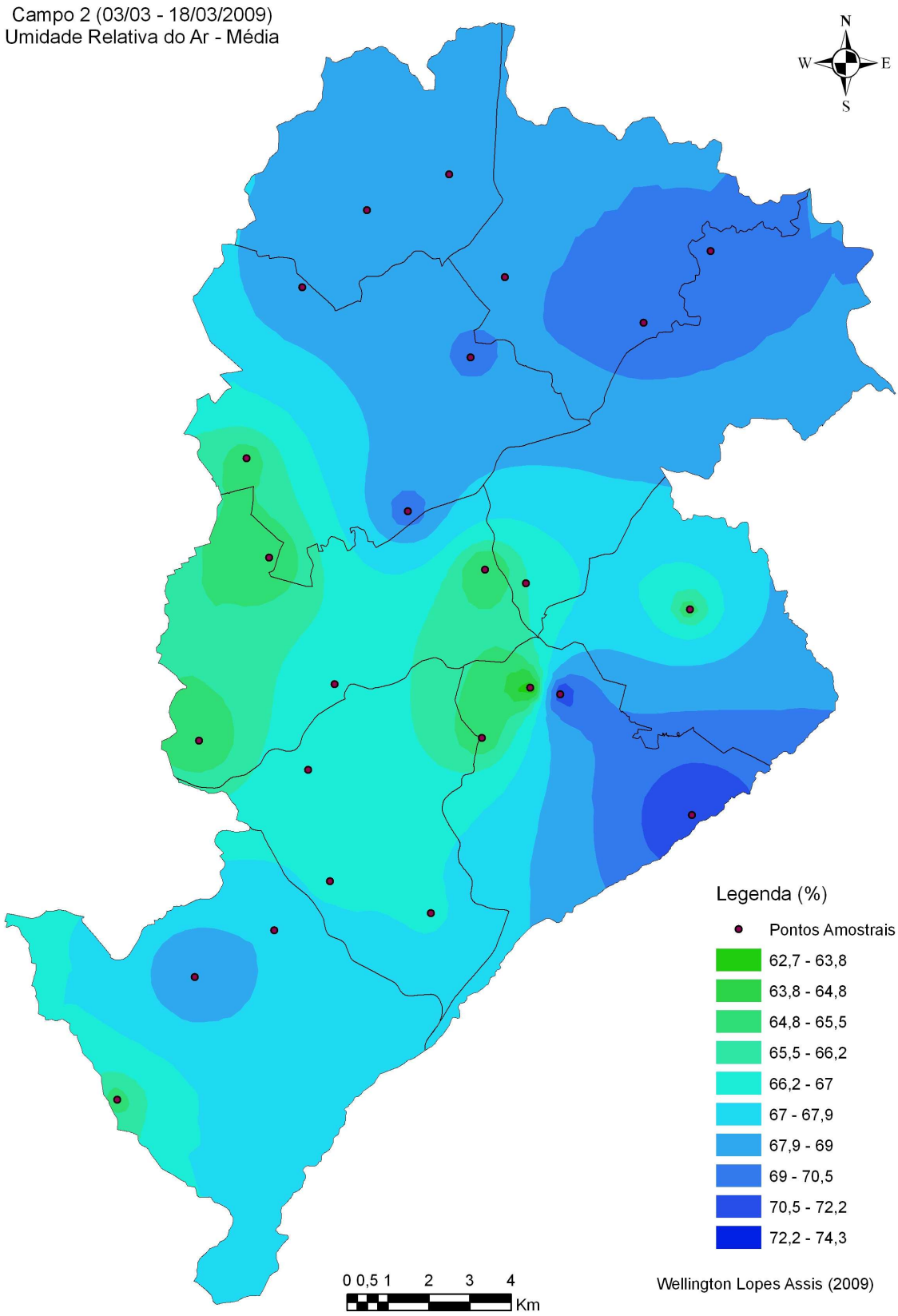


FIGURA 82: Mapa da umidade relativa média do ar durante o 1°trabalho de campo.

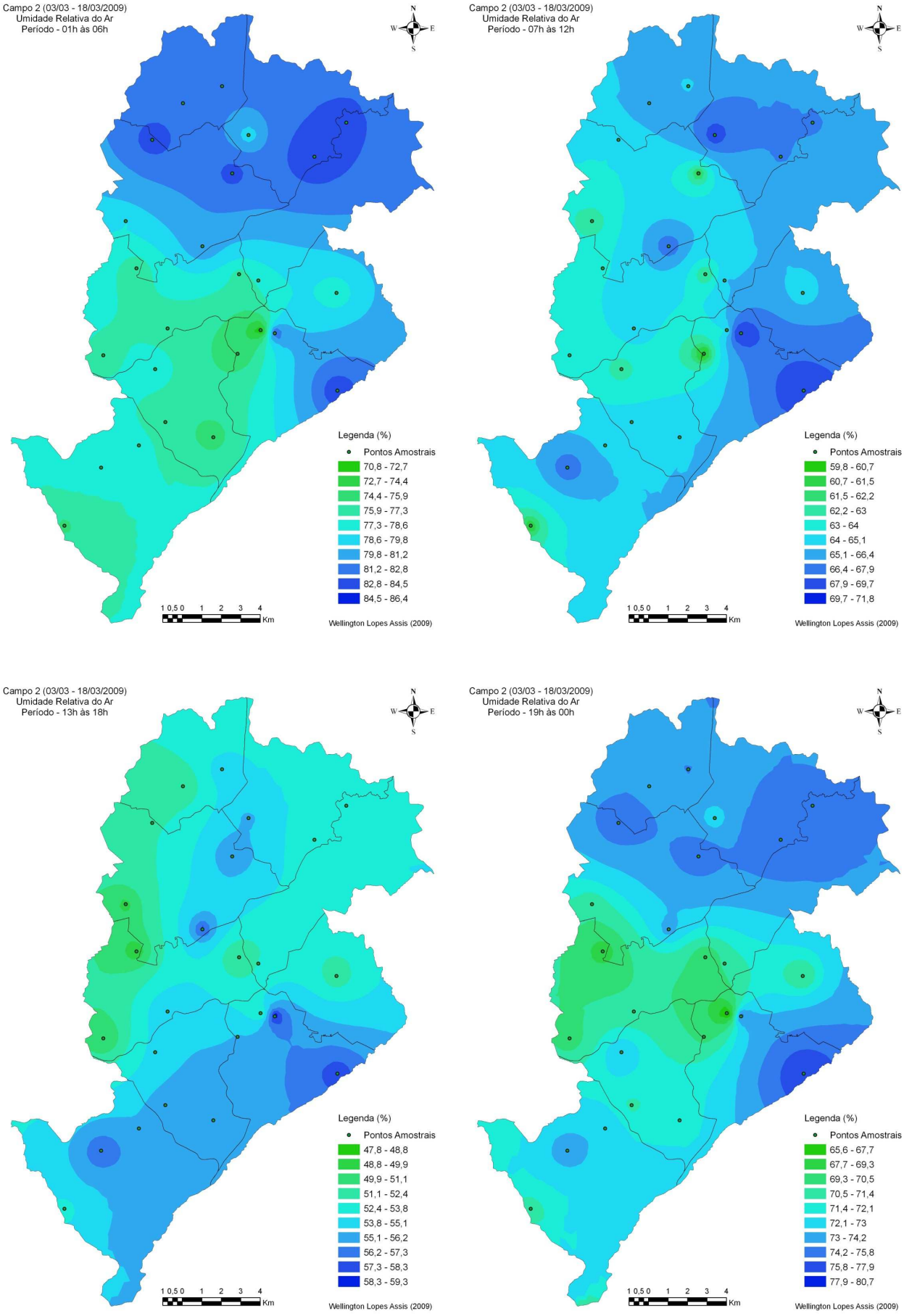


FIGURA 83: Conjunto de mapas com a umidade relativa média do ar por períodos durante o 2° trabalho de campo.

Entre 07h e 18h os pontos elevados (P12, P21, P2 e P3) detiveram mais uma vez médias superiores em relação aos pontos amostrais próximos de menor altitude (P4, P6 e P7). O P22 não apresentou o mesmo comportamento verificado no primeiro trabalho de campo; os valores médios de UR% ficaram acima do valor médio geral em quase todos os períodos - exceção para este comportamento foi observada somente entre 07h e 12h.

O Parque Municipal (P10) foi em todos os períodos um núcleo úmido persistente em meio à região mais urbanizada e verticalizada de Belo Horizonte, comportamento semelhante ao registrado no primeiro experimento. Já os pontos 1, 5, 7, 8, 9, 11 e 14 foram a áreas de menor UR% em quase todos os períodos, especialmente entre 19h e 06h.

Os valores do desvio padrão e da amplitude total foram menores em relação ao observado no primeiro trabalho de campo, embora permanecessem estatisticamente mais elevados do que os registrados para a temperatura do ar. Como comentado no item 5.1.5, a umidade relativa do ar recebe forte interferência da temperatura ambiente e das características fisiográficas locais (exposição da vertente ao Sol, topografia e uso do solo).

Os maiores desvios padrão foram identificados nas áreas limítrofes entre as regionais Pampulha, Venda Nova, Norte e Nordeste (FIG.84). O ponto 19 registrou o maior valor (18,7%), seguido pelos pontos 15 (16,4%) e 16 (15,9%). A amplitude total verificada nestes locais foi elevada – 67,0% (P19), 61,0% (P15) e 59,0% (P16). O ponto 5 também registrou elevado desvio padrão e amplitude: 15,8% e 67,0% respectivamente.

Neste experimento, os menores desvios padrão foram calculados para os pontos localizados em áreas urbanizadas e arborizados, dentre eles o P21 (10,8%), P11 (12,1%), P10 (12,45%) e P6 (12,47%). Se comparada aos outros locais, a amplitude total verificada nestes também foi baixa – 47,0% (P21), 54,0% (P10) e 56,0% (P6). Ressalva deve ser feita ao P11 (hipercentro), que apresentou uma elevada amplitude (62,0%). Como este parâmetro estatístico é muito influenciado pelos extremos, a ocorrência de precipitação em alguns dias na região central, associado aos baixos índices hígricos verificados durante a atuação do ASAS, proporcionou variações significativas a UR%.

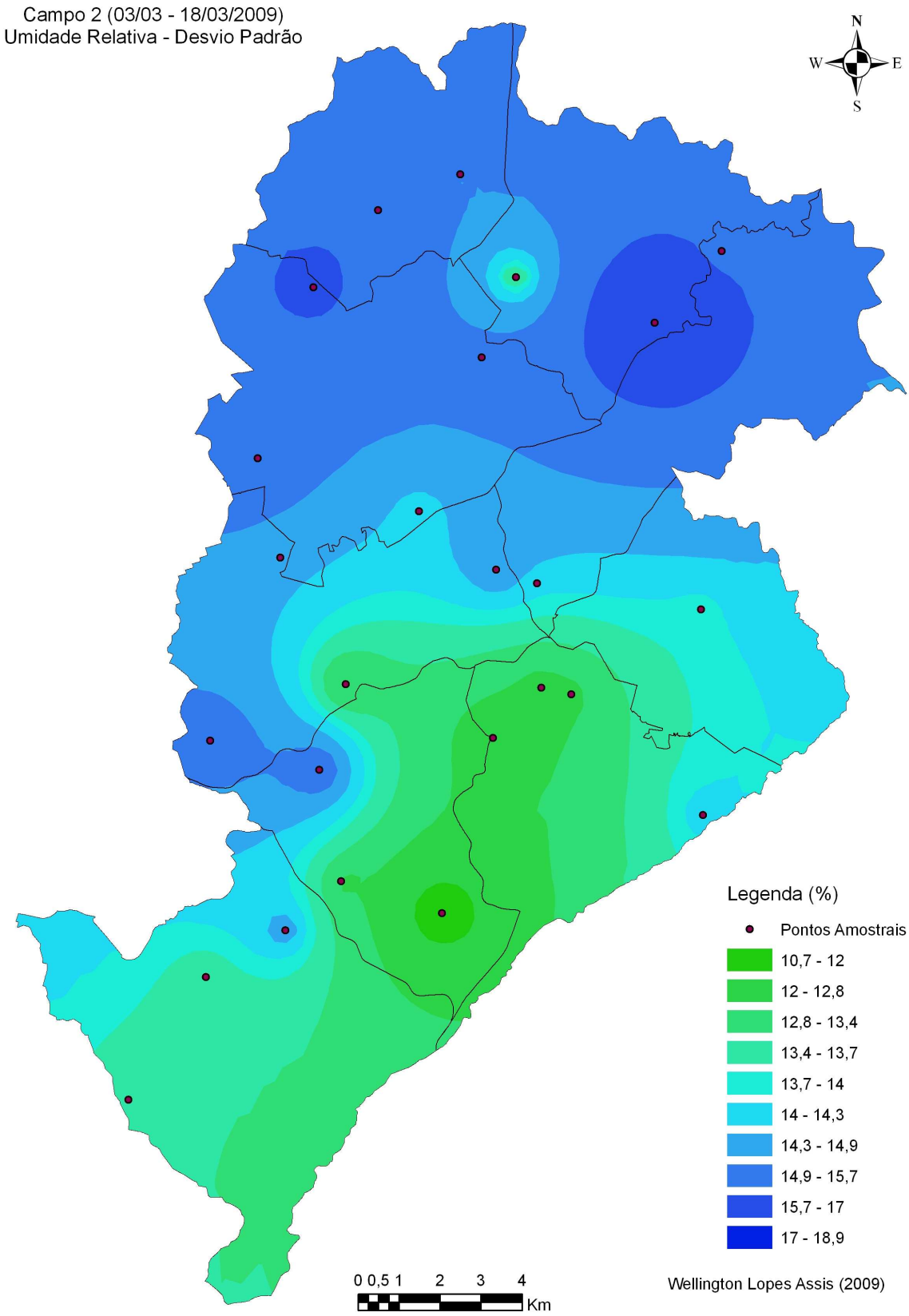


FIGURA 84: Mapa do desvio padrão médio da umidade relativa do ar durante o 2°trabalho de campo.

Direção e Intensidade dos Ventos

Conforme descrito no item 5.1.5, o vento foi o parâmetro meteorológico que mais variou neste experimento, tanto no quesito direção quanto na velocidade (intensidade) (FIG.85). A alternância de sistemas atmosféricos estáveis e instáveis contribuiu para a elevada variabilidade no comportamento anemométrico nos locais de coleta. Os efeitos da urbanização e das edificações sobre o fluxo de ar foram novamente mais perceptíveis em relação ao comportamento térmico e hígrico.

Sob a influência do ASAS a direção predominante dos ventos foi do quadrante leste nos pontos amostrais, com variações horárias de nordeste e sudeste, sucedidas esporadicamente por ventos de noroeste e situações de calmaria. Na atuação das Linhas de Instabilidades e ZCAS predominaram ventos do quadrante oeste, com mudanças horárias de noroeste e sudeste; as situações de calmaria foram em menor número.

A média geral para a intensidade dos ventos foi de 1,7 na escala Beaufort. Os maiores valores médios pontuais foram observados nos pontos 12 (Parque dos Mangabeiras) e 26 (Aeroporto da Pampulha), com 3,0 e 2,4 respectivamente. Os menores valores médios pontuais foram registrados no hipercentro (P11 – 0,7), no bairro Concórdia (P9 – 0,8), no Parque Municipal (P10 – 0,9) e no bairro Bom Jesus (P8 – 1,0).

Os valores do desvio padrão e a amplitude são elevados, indicando uma alta dispersão dos dados em relação ao valor médio. O desvio padrão oscilou entre 0,28 (P13) e 0,96 (P14), observando amplitudes para os mesmos de 1 e 4 pontos na escala Beaufort.

Na participação do ASAS, a identificação e o mapeamento dos três núcleos de aquecimento contínuo foi facilitada devido à baixa intensidade do vento e menor nebulosidade. Entretanto, na atuação de Linhas de Instabilidades e da ZCAS, a maior velocidade dos ventos, associada à ocorrência de precipitações, reduziram o gradiente horizontal de temperatura entre os pontos amostrais e a intensidade dos bolsões de calor sob o tecido urbano - nestas condições os núcleos II e III foram temporariamente eliminados.

A realização deste experimento no período chuvoso permitiu visualizar e acompanhar a variabilidade espacial e temporal dos núcleos de aquecimento em função dos sistemas atmosféricos de mesoescala. Estes não só ditaram o ritmo e as condições meteorológicas médias dos pontos amostrais como também determinaram a magnitude dos gradientes térmicos, hígricos e anemométricos sob o tecido urbano.

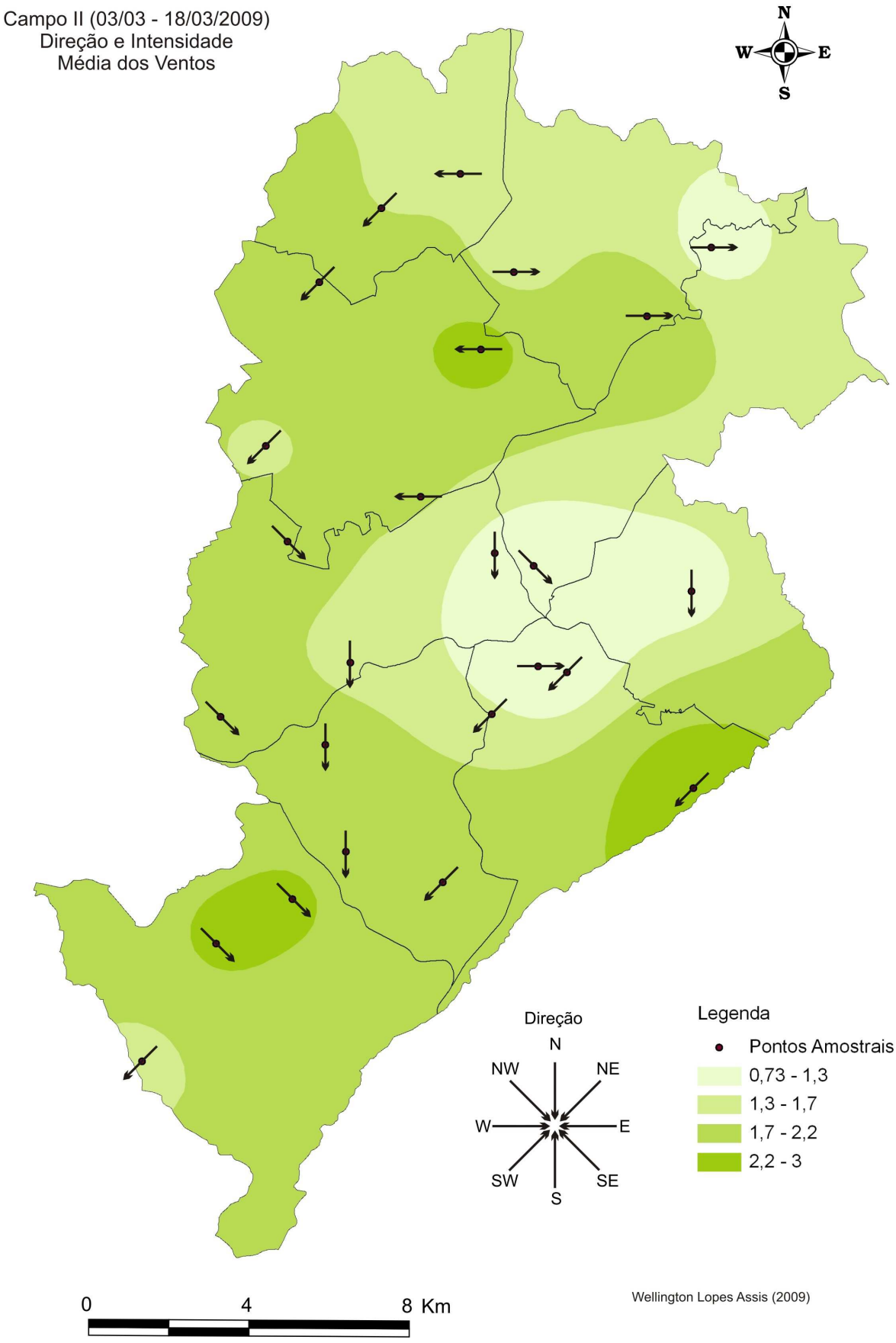


FIGURA 85: Mapa da direção e intensidade média dos ventos durante o 2°trabalho de campo.

5.1.7. Campo III - Condições Atmosféricas

Os tipos de tempo observados em Belo Horizonte entre os dias 02/06 e 05/06/2009 e entre os dias 07/06 e 09/06/2009 foram marcados por estabilidade atmosférica com ventos fracos e pouca nebulosidade. Entretanto, na segunda metade deste experimento, mais precisamente das 00h47min até 05h10min do dia 06/06/2009, as condições meteorológicas ficaram instáveis em função da passagem de uma Frente Fria. Este sistema provocou chuvas em várias regiões da cidade.

De acordo com o gráfico de participação dos sistemas atmosféricos (FIG.86) e o gráfico de análise rítmica (FIG.87), observa-se que o Anticiclone Subpolar do Atlântico Sul (APAS) foi responsável por 50,0% das condições meteorológicas observadas na RMBH entre 02/06 e 09/06/2010, seguido pela atuação do Anticiclone Subpolar do Atlântico Sul Tropicalizado (APASt), 25,0%, e pelo Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e Frente Fria (FF), estes últimos com 12,5% de participação.

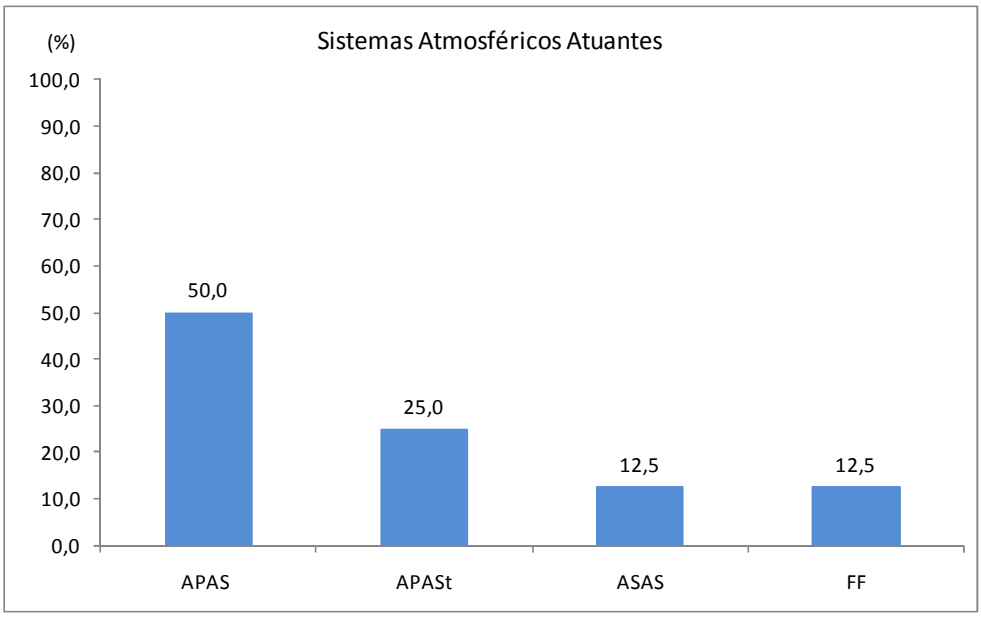


FIGURA 86: participação dos sistemas atmosféricos em Belo Horizonte entre os dias 02/06/2009 e 09/09/2009. Fonte: CPTEC (2009b).

Segundo o CPTEC (2009b), cinco sistemas frontais atingiram o território brasileiro no mês de junho, sendo que o segundo e o quinto sistema originaram-se de processos ciclogenéticos. Somente a segunda frente fria participou das condições de tempo na Região Metropolitana de Belo Horizonte. No Atlântico Sul, assim como em grande parte do continente Sul-Americano, as anomalias positivas da pressão ao nível do mar foram consistentes com o aumento da atividade anticiclônica pós-frontal (APAS), causando queda acentuada de temperatura nas regiões Sul, Sudeste e Oeste do Brasil, especialmente na primeira quinzena.

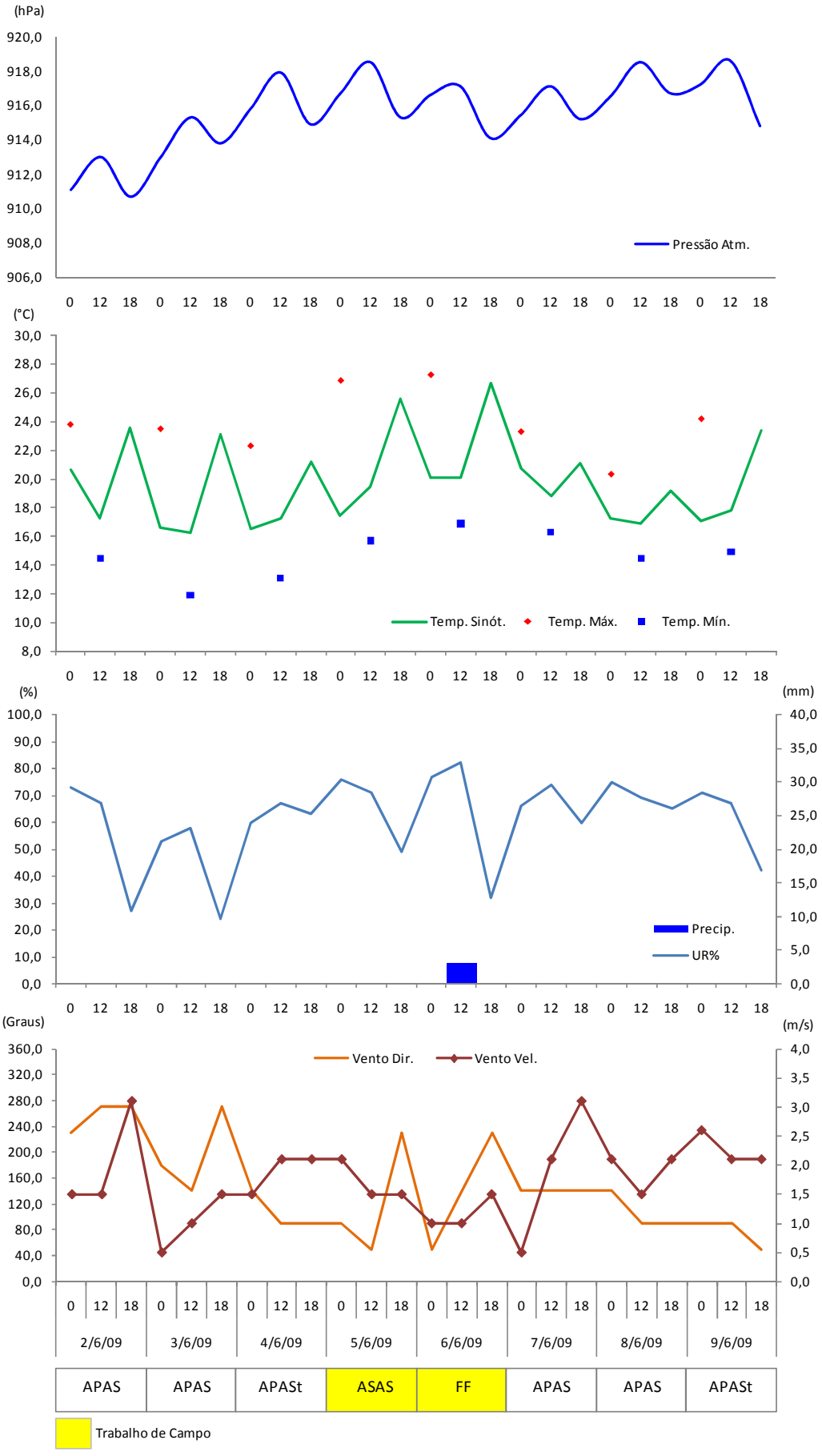


FIGURA 87: Análise rítmica dos elementos climáticos entre os dias 02/06/2009 e 09/09/2009. Fonte: CPTEC (2009) e 5º DISME/INMET (2009).

Entre os dias 05/06 e 06/06/2010, o deslocamento de uma Frente Fria (FF), associada a uma forte massa de ar frio (APAS) de atuação continental, deslocou-se até o sul da Bahia (BA) derrubando as temperaturas nas regiões Sudeste e Centro-Oeste e provocando geada em algumas áreas do Sul do país. No intervalo de 00h47min e 04h47min do dia 06/06/2009, a atuação deste sistema provocou precipitações moderadas e generalizadas em toda RMBH. Nos pontos amostrais foi possível verificar mudanças abruptas na direção e velocidade dos ventos, aumento da umidade relativa e homogeneização dos ganhos térmicos pontuais (FIG.88). Mais uma vez foi possível verificar a ação das precipitações como agente mitigador dos bolsões de calor sobre o tecido urbano.

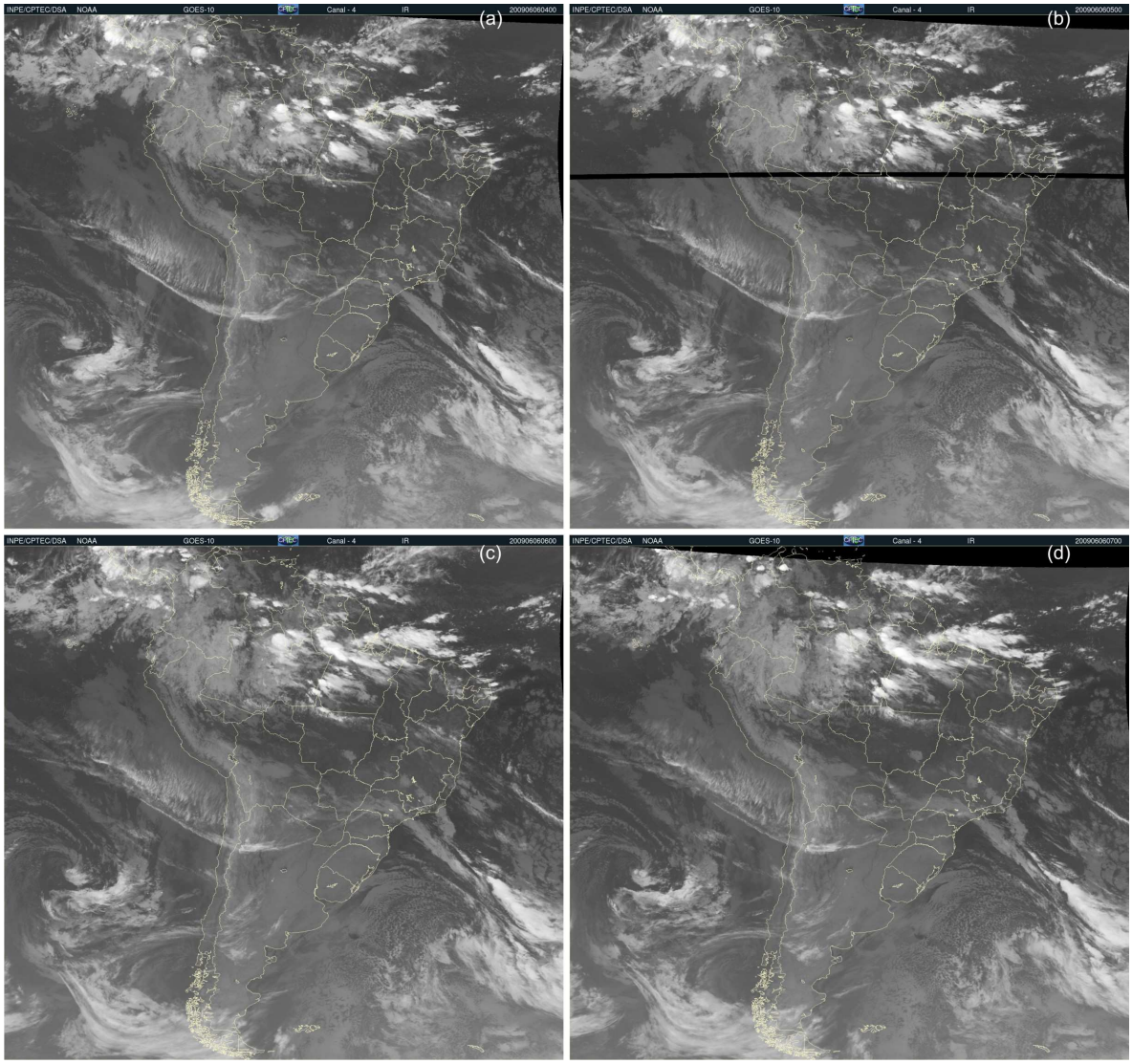


FIGURA 88: Seqüência de imagens do satélite meteorológico GOES-12 IR do dia 06/06/2009, mostrando a evolução da FF na RMBH nos horários sinóticos de 04h(a), 05h(b), 06h(c) e 07h(d) GMT. Fonte: INPE/CPTEC (2009)[75].

Das 09h do dia 05/06 até as 09h do dia 06/06/2009 foram registrados totais pluviométricos de 3,0mm na estação meteorológica do 5ºDISME/INMET (P1), 1,8mm na Estação Ecológica

[75] Disponível em: http://satelite.cptec.inpe.br/setores/america.jsp. Acesso em: jun. 2009.

da UFMG e 4,0mm na estação meteorológica do UNI-BH. De acordo com o CPTEC (2009b), para o mês de junho de 2009 as anomalias positivas de precipitação mais significativas em Minas Gerais estiveram concentradas em pequenos núcleos localizados no extremo leste, norte e sudeste do Estado, oscilando entre 25,0mm a 50,0mm. Em Belo Horizonte, o acumulado para junho de 2009 ficou um pouco acima das normais climatológicas de 1961 a 1990, anomalia positiva de 24,5mm – a maior parte das chuvas ocorreu na segunda metade do mês de junho.

O Anticiclone Polar do Atlântico Sul atuou entre os dias 02/06 e 03/06 e a partir das 14h do dia 06/06 até o dia 08/06/2009. As condições de tempo eram estáveis com ventos fracos e pouca nebulosidade, presença de *cirrus uncinus* e *cirrus fribatus*. A temperatura média diária ficou em torno dos 19,3ºC, com máximas entre 23,8ºC e 23,5ºC e mínimas entre 11,9ºC e 14,5ºC. A umidade relativa do ar oscilou entre 58,0% no período da manhã, 30,0% à tarde e 65,0% à noite. A pressão atmosférica média foi de 916,1mb. Ventos predominantes do quadrante Leste, alternando ao longo do dia para sudeste e nordeste, velocidade média em torno de 1,7m/s. No início da manhã do dia 07/06/2009 foram registradas inversões térmicas cobrindo grande parte da RMBH. Nos dias 04 e 09 de junho o APAS adquiriu características de continentalização (APASt), as temperaturas ficavam um pouco mais elevadas e os valores de umidade registraram uma pequena queda em comparação com APAS.

O Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul participou somente no dia 05/06 antecedendo a passagem da FF. Verificaram-se condições atmosféricas estáveis na maior parte do dia, com céu claro e poucas nuvens - presença de *cumulus humilis* e *cumulus mediocris* isolados no final da tarde. A pressão atmosférica média foi de 916,8mb. Os ventos predominantes foram do quadrante Leste, alternando ao longo do dia para Nordeste e Sudeste - velocidade média de 1,7m/s. A umidade relativa média do ar foi de 6,0% no período da manhã, 49,6% à tarde e 67,8% durante a noite.

Em relação aos aspectos sinóticos de grande escala e o comportamento dos oceanos, as anomalias positivas da TSM na região do Pacífico Equatorial e o relaxamento dos ventos em 850 hPa entre 150ºW e a costa oeste da América do Sul foram consistentes com o estabelecimento do fenômeno El Niño nos meses subseqüentes (CPTEC, 2009b). A TSM próxima à costa oeste da América do Sul apresentou anomalias positivas de até 3,0ºC, embora a situação da atmosfera para o mês de junho foi classificada como transição entre as fases fria e quente do fenômeno El Niño-Oscilação Sul. Esta configuração também foi favorável ao deslocamento climatológico da ZCIT para posições ao norte de 5ºN nas duas últimas semanas do mês.

5.1.8. Campo III – Variação Têmporo-Espacial dos Parâmetros Meteorológicos

Nas primeiras 11 horas deste experimento as condições meteorológicas locais estavam favoráveis à identificação dos gradientes térmicos e hígricos entre os pontos amostrais, associando-se a uma situação sinótica de tempo estável com ventos moderados ligados ao ASAS. Entretanto, houve uma mudança repentina próxima às 23h do dia 05/06 em função da passagem de uma frente fria, conforme descrito no item 5.1.7. Deste momento até as 06h do dia 06/06/2009, a atmosfera apresentou-se instável com registro de precipitações em vários pontos no hipercentro. Somente após o término do trabalho de campo, 12h do dia 06/06/2009, as condições meteorológicas tornaram-se um pouco mais estáveis.

Temperatura do Ar

A comparação entre as medidas de temperatura do experimento e aquelas obtidas no 5ºDISME/INMET (P1), confirmou novamente as suposições dos modelos teóricos de que as áreas arborizadas e próximas a corpos hídricos apresentam em seu domínio valores térmicos menores em relação aos locais urbanizados. No âmbito do hipercentro foi possível verificar sensíveis diferenças térmicas entre os pontos amostrais segundo as características de uso do solo e atividades locais.

As 12h do dia 05/06 os pontos 13 (Pça. da Estação), 4 (Santa Tereza) e 16 (Hospital Socor), registraram as maiores temperaturas (FIG.89). As taxas de aquecimento foram superiores ao 5ºDISME/INMET (P1) e ao Parque Municipal (P11) - 4,1ºC (P13 – P11), 3,6ºC (P4 – P11) e 3,0ºC (P16 – P11) respectivamente. Estes pontos, além de impermeabilizados e com pouquíssima arborização, estão mais expostos aos raios solares no período da tarde. Neste mesmo horário as menores temperaturas foram registradas nos pontos 5 (Funcionários - 22,9ºC) e 3 (R. São Paulo – 23,9ºC); o sombreamento proporcionado pelas edificações sobre os locais de coleta contribui para este desempenho.

Das 13h até 15h do dia 05/06 os pontos 4, 13, 16 e 15 (Hospital Vera Cruz) foram os mais quentes do hipercentro. O gradiente térmico horizontal entre estes locais e o P1 oscilou de 3,0ºC (P4 – P1, 14h) a 1,5ºC (P16 – P1 e P13 – P1, 15h). Porém, confrontando as temperaturas obtidas nos pontos 5 e 11 estas diferenças foram maiores - 4,5ºC (P4 – P5, 14h) e 3,5ºC (P4 – P11, 14h). Comportamento semelhante foi observado das 15h às 18h para aos pontos acima, exceto para o P4, que registrou o menor aquecimento em relação ao demais - menor exposição aos raios solares. O P12 (Pça. Sete) também foi um dos mais quentes no horário entre 16h e 19h.

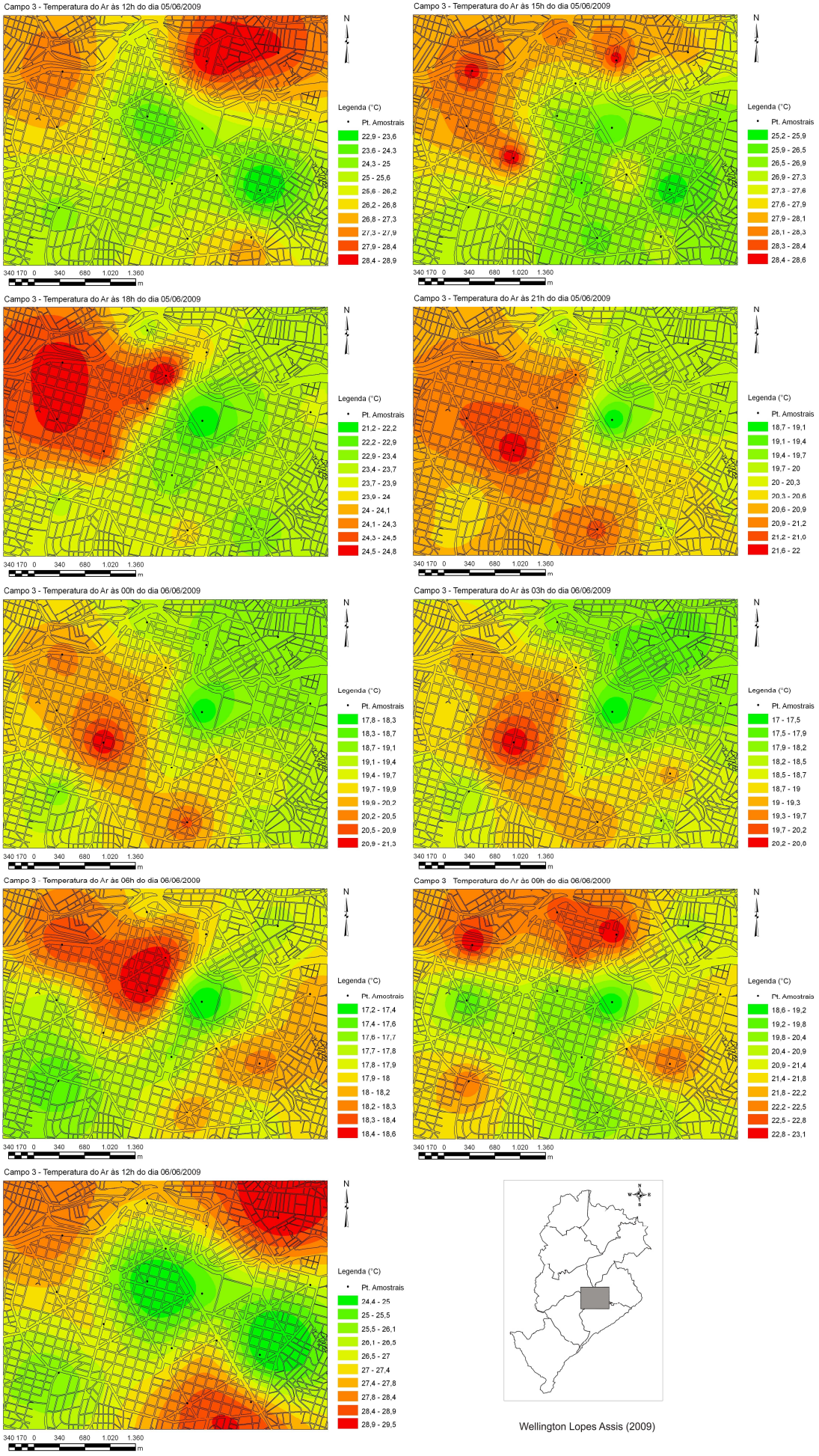


FIGURA 89: Conjunto de mapas da temperatura do ar das 12h, 15h, 18h e 21h do dia 05/06/2009 e 00h, 03h, 06h, 09h e 12h do dia 06/06/2009.

Entre 12h e 18h foi possível notar um deslocamento das áreas mais aquecidas de leste para oeste, seguindo o MAS. O *core* e as porções sudeste e sul do hipercentro permaneceram mais frios. Entretanto, a partir das 19h do dia 05/06 até 06h do dia 06/06/2009 nota-se uma mudança neste comportamento. O núcleo mais verticalizado, proximidades da Av. Afonso Pena, no sentido noroeste-sudeste, manteve-se mais aquecido que as regiões periféricas. A exceção foi o Parque Municipal e suas imediações que, em função da maior disponibilidade de áreas verdes, permanecem mais arrefecidos.

Com o pôr-do-sol começam os processos de resfriamento noturno, devido à cessação da radiação solar e dissipação de radiação em ondas longas pela superfície. Aumentam-se, a partir daí, as trocas térmicas entre as edificações, diminuindo o resfriamento noturno e evidenciando a configuração do núcleos de aquecimento sobre o tecido urbano. Estes processos foram mais significativos antes da passagem do sistema frontal, entre 18h e 23h.

Das 19h até as 23h verificaram-se bolsões de calor nas proximidades de dez pontos amostrais, exceto P4, P6, P7, P11, P13 e P14 (FIG.89). As maiores magnitudes foram registradas entre 18h e 19h nos pontos 12 (4,1ºC), 16 (3,8ºC), 15 (3,5ºC), 2 (3,4ºC), 3 (3,2ºC) e 10 (3,0ºC) – gradientes horizontais em relação ao Parque Municipal (P11). Essas amplitudes foram menores em relação ao 5ºDISME/INME T (P1) - 12 (1,6ºC), 16 (1,6ºC), P15 (1,4ºC), P2 (2,1ºC), P3 (1,3ºC) e P10 (1,9ºC).

Das 00h até as 06h do dia 06/06/2009 o gradiente térmico horizontal foi menor entre os pontos mais impermeabilizados e verticalizados no hipercentro (P3 e P12) e o Parque Municipal (P1). A ocorrência de chuvas em vários pontos da cidade de 00h47min às 01h15min, e entre 04h20min e 04h47min, arrefeceu de modo significativo a atmosfera e a superfície, minimizando as trocas térmicas entre os edifícios (FIG.90). A diferença não passou dos 2,4ºC entre os P3 e P11 às 03h. Neste mesmo intervalo, onze dos dezesseis pontos registraram gradientes inferiores a 1,0ºC em relação ao P1 e P11.

A partir das 06h as condições meteorológicas ligaram-se a uma situação sinótica que revelou uma modificação substancial do sistema frontal que chegara há horas passadas. Após este horário não foi registrada nenhuma precipitação no hipercentro e o começo da advecção de ar frio, proveniente da atuação do APAS, resultou em quedas de temperatura - os menores valores foram registrados às 06h nos pontos 11 (17,2ºC) e 1 (17,4ºC).

Das 07h até 12h houve elevação gradual na temperatura em todos os pontos amostrais, diferenciando-se apenas na magnitude dos ganhos térmicos em função da maior ou menor exposição aos raios solares. Nota-se na figura 89 que nos extremos norte e nordeste do

hipercentro o aquecimento foi mais intenso. A diferença no período da manhã oscilou de 0,7ºC (P13 – P11, 07h) a 6,1ºC (P4 – P11, 11h). Destaque também para os pontos 13 (Praça da Estação) e 6 (Corpo de Bombeiros) que às 11h mediram 5,6ºC e 5,3ºC, respectivamente, mais quente que o P11, e 4,0ºC e 3,7ºC, nesta ordem, acima das temperaturas observadas no 5ºDISME/INMET.

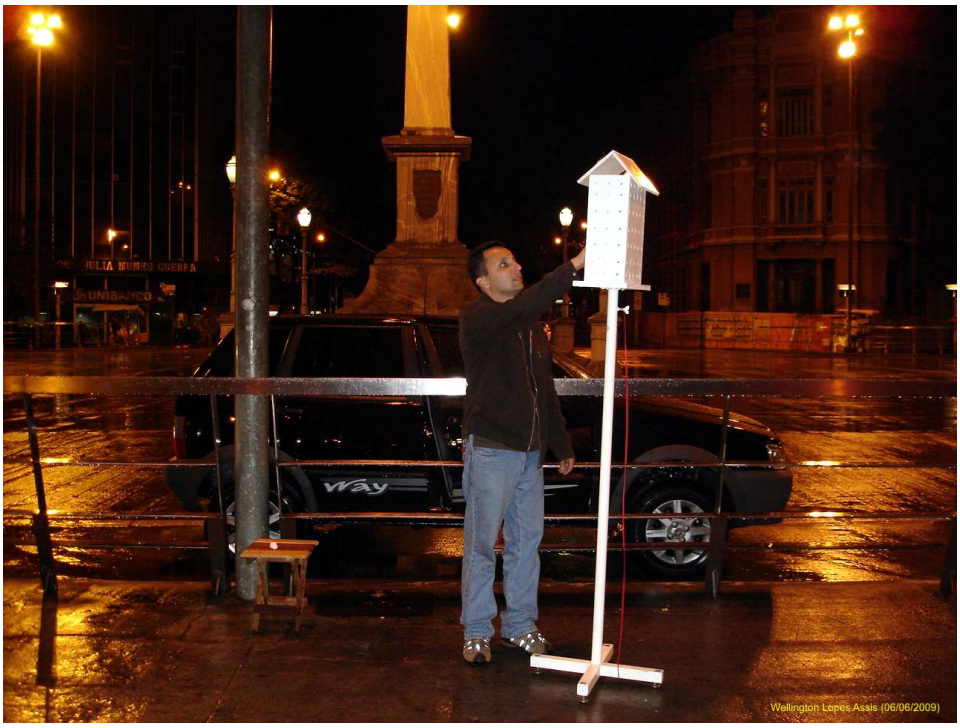


FIGURA 90: observador verificando a integridade do abrigo meteorológico após ocorrência de forte precipitação na região da Praça Sete, entre 00h58min e 01h14min do dia 06/06/2009.

Além dos diferentes gradientes térmicos horizontais registrados no hipercentro, foi possível observar o balanço de energia local em função da intensidade do aquecimento e resfriamento. Este revelou os pontos que dissiparam com maior e menor velocidade a energia armazenada durante o dia (TAB.12), possibilitando verificar a influência do uso do solo e das atividades antrópicas na configuração do campo térmico.

Os pontos localizados nas imediações da Av. do Contorno e na “periferia” do hipercentro (P2, P4, P13, P14, P15 e P16) apresentaram os maiores valores de aquecimento entre 06h e 15h e elevadas taxas de resfriamento das 16h às 06h. O desempenho térmico destes locais pode ser explicado pela maior exposição aos raios solares no período da manhã e início da tarde, e ao tipo de uso do solo que possibilita elevados ganhos térmicos durante o dia e rápida dissipação de energia após o pôr-do-sol. Já os pontos situados no “core” do hipercentro (P3 e P12), e em outros locais verticalizados da região central (P5 e P10), apresentaram um menor aquecimento entre 06h e 15h e um menor resfriamento noturno.

TABELA 12: Aquecimento e Resfriamento nos Pontos Amostrais - Campo III

Pontos	Temperatura do Ar (°C)			
	Aquecimento		Resfriamento	
	12h - 15h	06h -12h	16h - 23h	00h - 06h
P1	2,2	8,4	7,4	1,4
P2	2,6	8,8	6,1	3,3
P3	2,9	5,8	5,4	1,4
P4	-0,3	11,7	7,9	0,9
P5	2,3	6,4	5,9	1,5
P6	0,5	10,1	7,4	1,3
P7	0,4	8,4	6,4	0,7
P8	3,1	8,7	6,9	1,8
P9	1,2	8,7	6,4	1,8
P10	0,2	10,3	5,2	2,5
P11	1,1	8,0	7,6	0,6
P12	1,8	7,1	6,2	1,4
P13	-0,4	9,4	8,3	0,8
P14	2,2	9,3	7,7	1,1
P15	1,5	9,5	6,7	2,2
P16	0,7	9,7	6,7	2,0

Os pontos mais arborizados do hipercentro (P11, P9 e P7) também registraram baixos valores de aquecimento e resfriamento, configurando-se como núcleos frios. A umidificação efetiva destes locais, associada ao sombreamento da cobertura vegetal, minimiza os ganhos térmicos e a amplitude térmica diária. O Parque Municipal (P11), principal área verde no *hipercentro*, das 15h do dia 05/06 até as 12h do dia 06/06/2009, registrou as menores temperaturas - sempre inferiores ao observado no 5ºDISME/INMET (P1) - oscilando entre 0,1ºC (05h) a 3,9ºC (09h).

Temperatura da Superfície

Na tentativa de relacionar o comportamento térmico do ar com o desempenho térmico superficial, utilizou-se um termômetro infravermelho para coletar a temperatura do solo em dois pontos amostrais no hipercentro: Parque Municipal (P11) e Praça Sete (P12) (FIG.91). As leituras foram realizadas a 30 cm do abrigo meteorológico. Apesar da padronização e dos cuidados tomados para a coleta dos dados, a ocorrência de chuvas e a atmosfera instável interferiu nos resultados.

Comparando-se somente as temperaturas superficiais entre os pontos 11 e 12 fica nítida a influência do uso do solo no desempenho térmico local; a temperatura superficial da Praça Sete foi mais elevada em todos os horários do que o Parque Municipal. Entretanto, confrontando-se estes dados com os registros da temperatura do ar destes mesmos pontos

a relação torna-se um pouco mais complexa. A temperatura do ar no ponto 11 foi superior à superficial até a ocorrência das primeiras pancadas de chuva, entre 00h57min e 01h12min do dia 06/06. Entre 4h e 5h, e a partir das 07h até 11h do dia 06/06/2009, este comportamento foi modificado e a temperatura superficial foi em média 0,7℃ mais elevada. No ponto 12 a temperatura do ar foi em média 0,8℃ superior à temperatura superficial das 12h até as 19h do dia 05/06, invertendo este comportamento a partir das 20h.

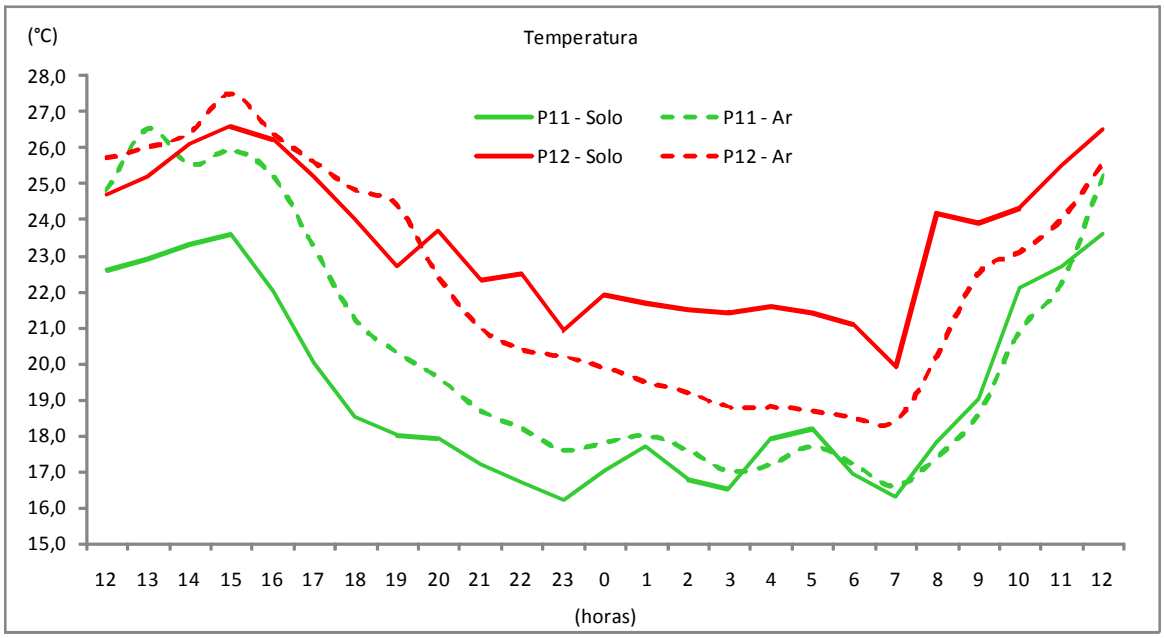


FIGURA 91: temperatura do ar & temperatura do solo nos pontos 11 e 12 das 12h00min do dia 05/06 até 12h00min do dia 06/06/2009.

Umidade Relativa

O comportamento da umidade relativa do ar nos pontos amostrais acompanhou o ritmo térmico diário. No período de maior aquecimento houve queda nos valores hígricos e durante a noite e madrugada constatou-se aumento (FIG.92). Esta oscilação foi menor no Parque Municipal (P11) e nos pontos mais arborizados (P5, P7 e P9). Infelizmente a ocorrência de precipitação durante a madrugada minimizou significativamente a amplitude da UR% entre os locais de coleta. Na atuação do sistema frontal, a análise horária mostrou diferenças inferiores a 9% entre os dezesseis pontos amostrais.

Foram verificados comportamentos hígricos diferenciados entre os pontos urbanizados e aqueles próximos às áreas vegetadas. Os maiores gradientes horizontais ocorreram no período compreendido entre 12h e 17h do dia 05/06 e entre 09h e 12h do dia 06/06/2009. Valores acima de 50,0% foram registrados no Parque Municipal, na Praça da Liberdade (P9) e na Praça Floriano Peixoto (P7). Para o P11, além do fator vegetação, deve-se levar em conta a morfologia do terreno onde se encontrava o abrigo meteorológico - menos exposto aos raios solares e bastante sombreado pelas copas das árvores.

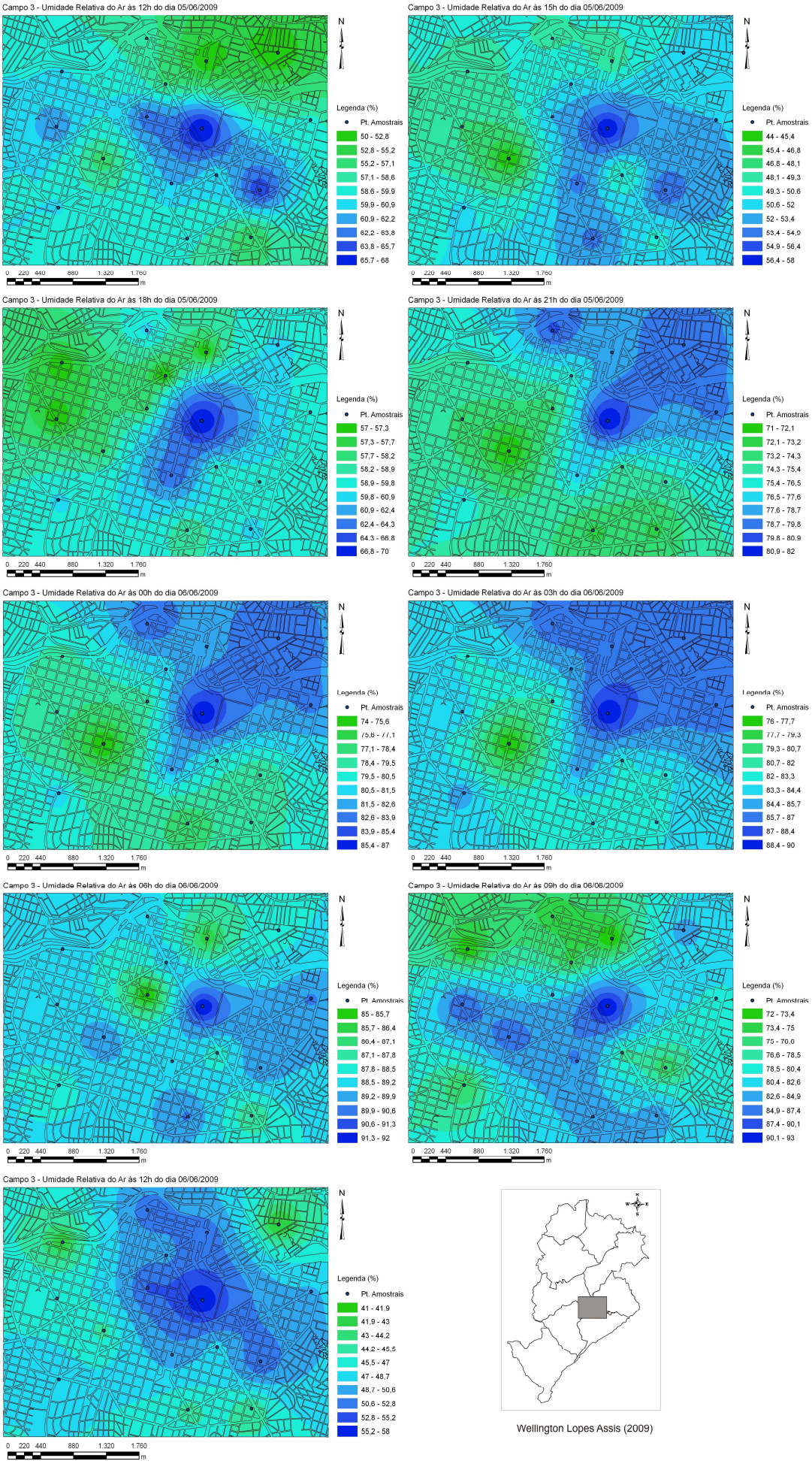


FIGURA 92: Conjunto de mapas da umidade relativa do ar das 12h, 15h, 18h e 21h do dia 05/06/2009 e 00h, 03h, 06h, 09h e 12h do dia 06/06/2009.

Os menores índices de umidade ocorreram às 15h; destaque para os pontos 2, 13, 14, 15 e 16 com 44,0%, 48,0%, 49,0%, 48,0% e 49,0%, respectivamente. Os maiores valores foram registrados entre 5h da madrugada e 8h da manhã do dia 06/06/2009 - acima de 86,0%.

Entre 00h e 06h, período em que se evidenciou um menor desempenho térmico do hipercentro, notou-se uma homogeneização no comportamento hígrico. A atmosfera instável e a ocorrência chuvas foram responsáveis por este desempenho. O gradiente horizontal entre os pontos 11 e 12 foi inferior aos 6,0%. Talvez a proximidade deste último com o Parque Municipal, associada à circulação atmosférica observada na madrugada, favoreceu uma maior advecção de vapor d'água para o P12.

Das 07h até 12h houve um declínio gradual na UR% em todos os pontos, diferenciando-se apenas na intensidade da redução hígrica em função da maior ou menor disponibilidade de vapor d'água. Nota-se pela figura 94 que os extremos norte e nordeste do hipercentro foram os mais "secos" neste período, e o Parque Municipal e suas imediações, mais úmidos. Os maiores gradientes no período da manhã variaram entre 18,0% (P12 – P11, 09h) e 24,0% (P13 – P11, 11h). Destaque para os pontos 13 (Praça da Estação) e 16 (Hospital Socor), que a partir das 09h foram sempre 20,0% mais secos em relação ao P11.

Direção e Intensidade dos Ventos

A influência das edificações, associado ao tráfego de veículos, está bem ressaltada na direção e intensidade dos ventos, posto que as maiores oscilações foram registradas na praça Sete (P12) e na rua São Paulo (P3). Entretanto, em todos os locais de coleta observaram-se mudanças repentinas na direção dos ventos e rápidas rajadas, dificultando, de certa forma, a identificação de uma direção preferencial. Não há um padrão uniforme, o que pode ser resultado do efeito da canalização imposta pelas construções (FIG.93).

Das 12h até 21h do dia 05/06 a máxima intensidade dos ventos foi 4 na escala Beaufort, registrada no ponto 4 às 15h. Os demais oscilaram entre 1 e 2, alternando com situações de calmarias. Até as 17h foi possível observar fracos ventos do quadrante Leste associado à atuação do ASAS. Das 22h até a chegada do sistema frontal a direção "predominante" foi de sudoeste, com variações noroeste e sudeste - intensidade entre 1 e 3. Inúmeras situações de calmaria foram registradas entre 02h e 07h, destaque para as 03h. Com o aquecimento mais efetivo da superfície a partir das 09h e o desenvolvimento de gradientes barométricos entre os pontos amostrais, a intensidade dos ventos aumentou. A direção começou a ter novamente um fraco componente Leste, porém apresentou rápidas mudanças.

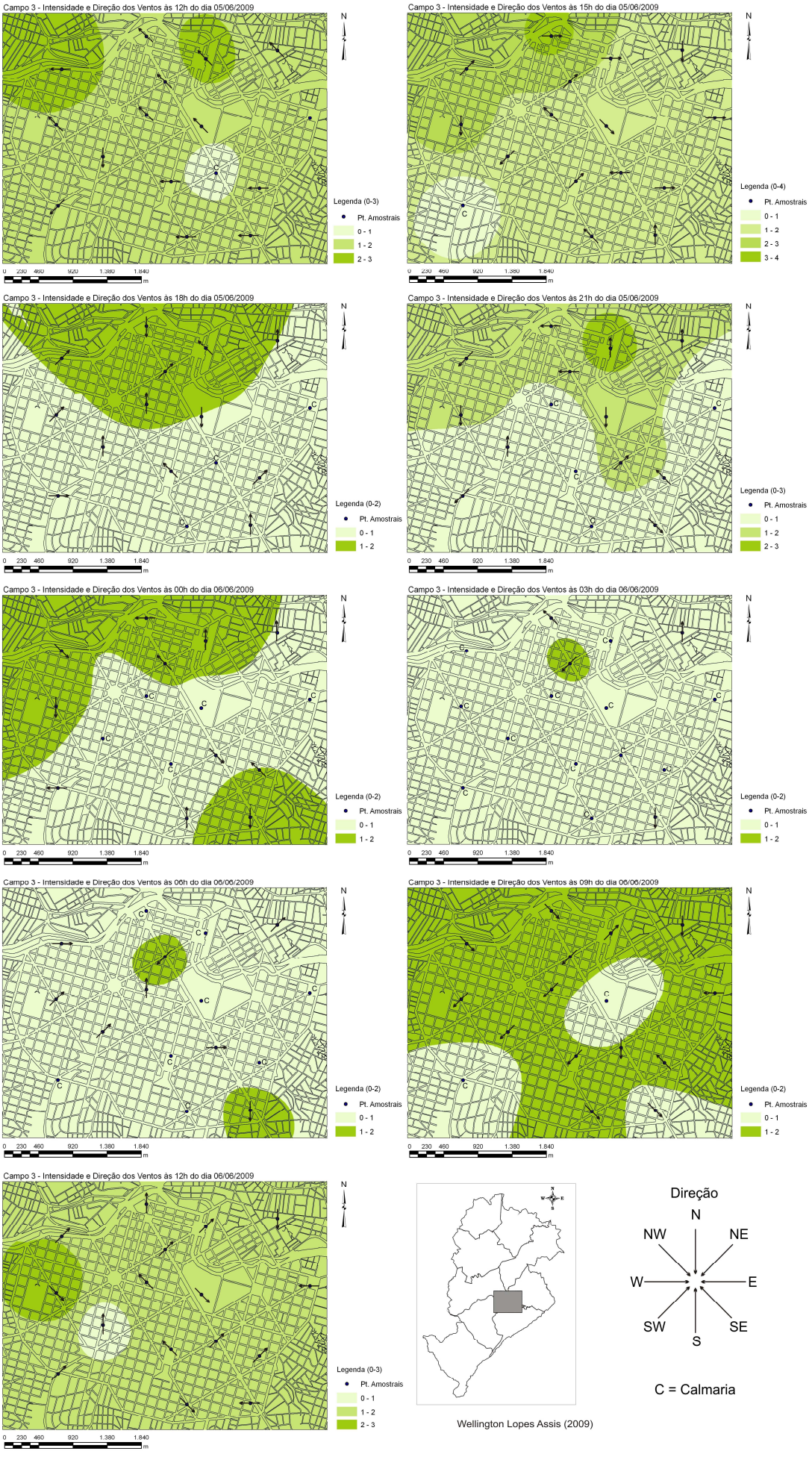


FIGURA 93: Conjunto de mapas da intensidade e direção dos ventos das 12h, 15h, 18h e 21h do dia 05/06/2009 e 00h, 03h, 06h, 09h e 12h do dia 06/06/2009.

5.1.9. Campo III – Resumo Estatístico dos Dados

Temperatura do Ar

O valor médio da temperatura do ar das 12h do dia 05/06 até as 12h do dia 06/06/2009 foi calculado em 22,1ºC, 3,6 ºC superior em relação à climatologia para o mês de junho (18,5ºC). Os maiores valores médios foram registrados nos pontos 16 (Hospital Socor – 23,2ºC), 2 (Uni-BH – 22,8ºC), 10 (Praça da Savassi – 22,5ºC) e 13 (Praça da Estação – 22,4ºC). As menores médias ficaram para os pontos 11 (Parque Municipal – 20,4ºC), 9 (Praça da Liberdade – 21,62ºC) e 1 (5ºDISME/INMET – 21,64ºC). Nos demais locais de coleta os valores ficaram próximos da média geral.

Ao georeferenciar os dados da temperatura média foi possível observar, pelo comportamento das isotermas, núcleos mais quentes na periferia do hipercentro, notadamente na porção noroeste do polígono, e um núcleo mais “frio” na parte central (FIG.94a) – correspondendo a uma área entre o Parque Municipal e a Praça Floriano Peixoto (P7), abarcando a Praça da Liberdade e o bairro Funcionários (P5).

Como nas avaliações estatísticas do primeiro e segundo trabalhos de campo, observou-se que a dispersão dos dados em relação à média (desvio padrão e amplitude) é relativamente baixa. Os maiores desvios foram identificados nas áreas periféricas ao hipercentro (FIG.94b), notadamente nos pontos 4 (Bairro Santa Tereza - 4,5ºC), 13 (4,3ºC), 6 (3,81ºC) e 15 (Hospital Vera Cruz - 3,79ºC). A amplitude total verificada nestes locais também foi elevada: 12,2ºC (P4), 11,3ºC (P13), 10,4ºC (P6) e 10,8ºC (P15).

Os menores desvios padrão foram calculados para os pontos localizados em áreas urbanizadas e arborizados, dentre eles o P5 (2,6ºC), P3 (2,7ºC), P12 (3,07ºC) e P9 (3,09ºC). Se comparada aos outros locais, a amplitude total verificada também foi baixa – 7,8ºC (P5), 8,2ºC (P3), 9,1ºC (P12) e 8,8ºC (P9). É sabido que a perda de energia nas áreas mais verticalizadas é menos intensa em decorrência do desenho e geometria urbana – caso dos pontos 3, 5 e 12. A proximidade das edificações diminui a dissipação de ondas longas no período noturno como se fosse uma enorme “garrafa térmica”. Já para os pontos 11 e 9 o comportamento pode ser explicado pela intensa cobertura vegetal e lagos artificiais. Estas características favorecem o uso do excedente térmico na evaporação, minimizando grandes amplitudes térmicas.

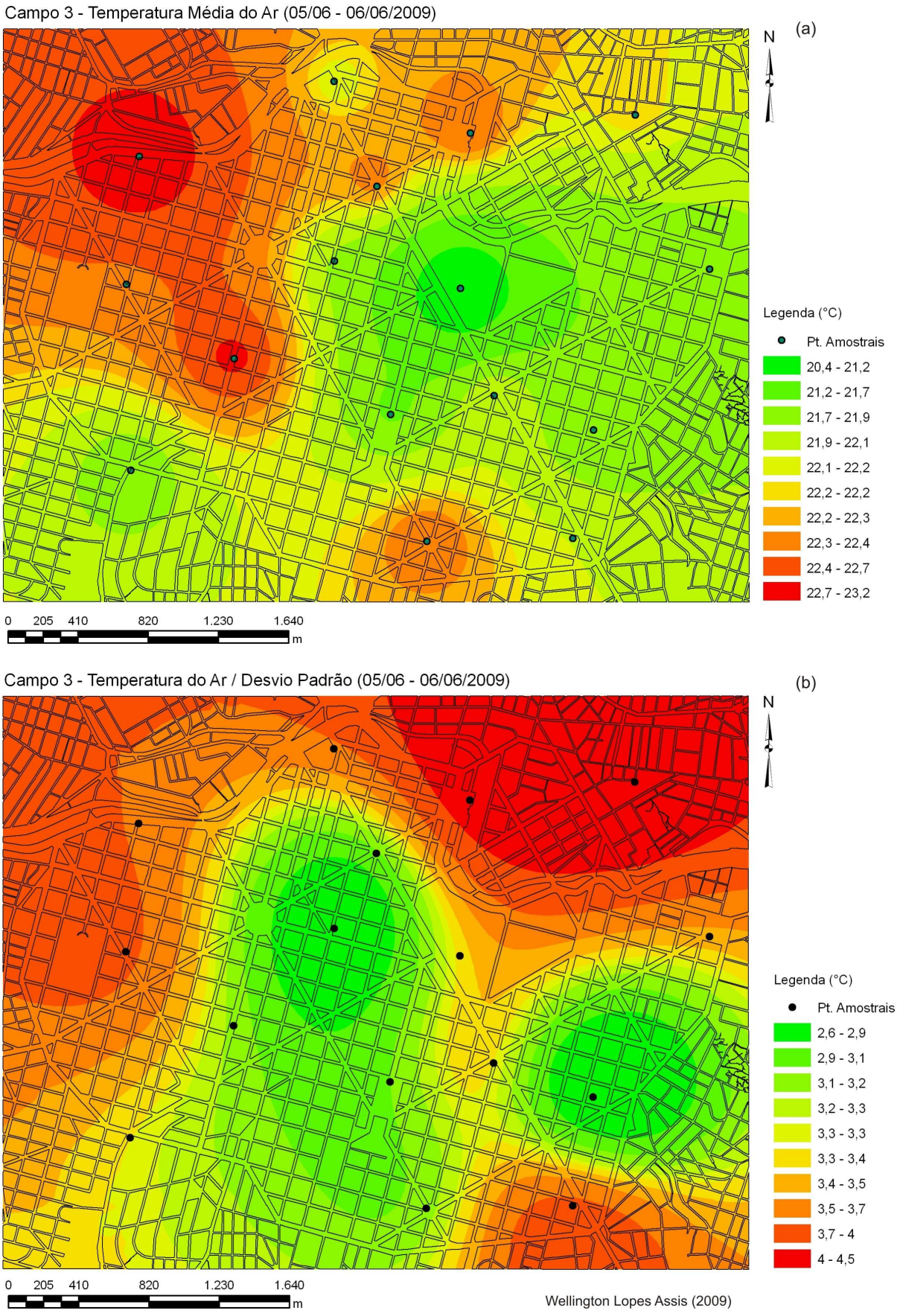


FIGURA 94: mapa da temperatura média do ar (a) e do desvio padrão (b) do terceiro trabalho de campo.

Umidade Relativa

O valor médio geral da umidade relativa das 12h do dia 05/06 até as 12h do dia 06/06/2009 foi calculada em 71,3%, similar à climatologia do mês de junho (71,4%). Como esperado, os maiores valores médios foram registrados nos locais com elevados índices de arborização e/ou presença de corpos hídricos - pontos 11 (78,6%), 9 (73,4%), 7 (72,4%) e 5 (71,3%). O bairro Funcionários (P5), além de possuir boa cobertura vegetal, conta com o efeito da altitude, que ameniza a temperatura e satura mais rápido o vapor d'água.

Os menores valores médios foram calculados para os pontos 2 (68,2%), 16 (68,9%) e 13 (69,3%). Observa-se que as isohigras sobre o hipercentro demonstram um núcleo mais úmido próximo ao Parque Municipal e adjacências, e áreas mais "secas" nas porções noroeste, norte e sul do hipercentro (FIG.95a). A leste-sudeste os valores médios tendem a aumentar em função da topografia.

A umidade relativa variou muito neste experimento em função da ocorrência de chuvas, mínima de 41,0% (tarde) e máxima de 94,0% (manhã). Portanto, é de se esperar que os valores das medidas de dispersão sejam estatisticamente mais elevadas que do parâmetro temperatura. Os maiores desvios e amplitudes diárias foram identificados nas áreas periféricas ao hipercentro, pontos 4 (DP = 16,4% e Δur = 50,0%) e 13 (DP = 15,5% e Δur = 41,0%); os menores, nas áreas verticalizadas, pontos 3 (DP = 12,3% e Δur = 35,0%) e 5 (DP = 12,3% e Δur = 38,0%), seguido pelo Parque municipal (DP = 13,3% e Δur = 38,0%) (FIG.95b).

Direção e Intensidade dos Ventos

A média geral para a intensidade dos ventos foi baixa, 1,1 na escala Beaufort. Os maiores valores médios pontuais foram observados na porção noroeste do hipercentro e nos locais com grande fluxo de veículos, pontos 12 (1,8), 13 (1,7), 16 (1,7) e 15 (1,6) (FIG.96). As menores médias foram observadas nas principais áreas verdes e praças do hipercentro, pontos 9 (0,5), 11 (0,6) e 8 (0,76), e 5ºDISME/INMET (0,76).

Os valores do desvio padrão e da amplitude foram elevados em todos os locais, indicando uma alta dispersão dos dados em relação ao valor médio. O desvio padrão oscilou entre 0,4 (P4) e 1,0 (pontos 10 e 15), observando amplitudes de 2 e 4 respectivamente.

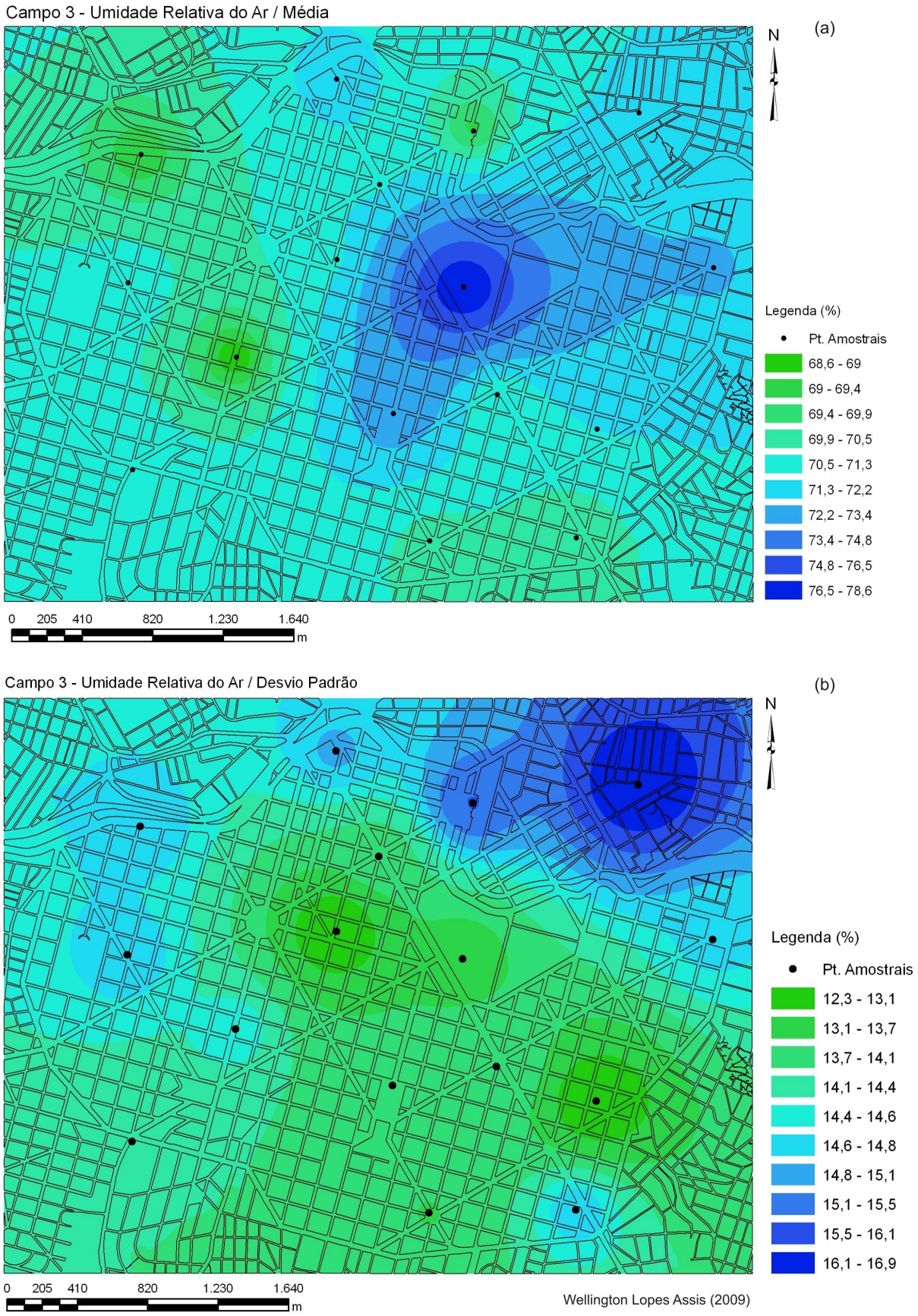


FIGURA 95: mapa da temperatura média do ar (a) e do desvio padrão (b) do terceiro trabalho de campo.

Como observado em todos os trabalhos de campo, este foi o parâmetro meteorológico que mais variou localmente. Esta variabilidade foi registrada tanto no quesito velocidade (intensidade), quanto na direção. Os efeitos da urbanização são mais visíveis e identificáveis no campo anemométrico que outros elementos climáticos. As construções funcionam como barreiras, obstruindo e canalizando grande parte da circulação.

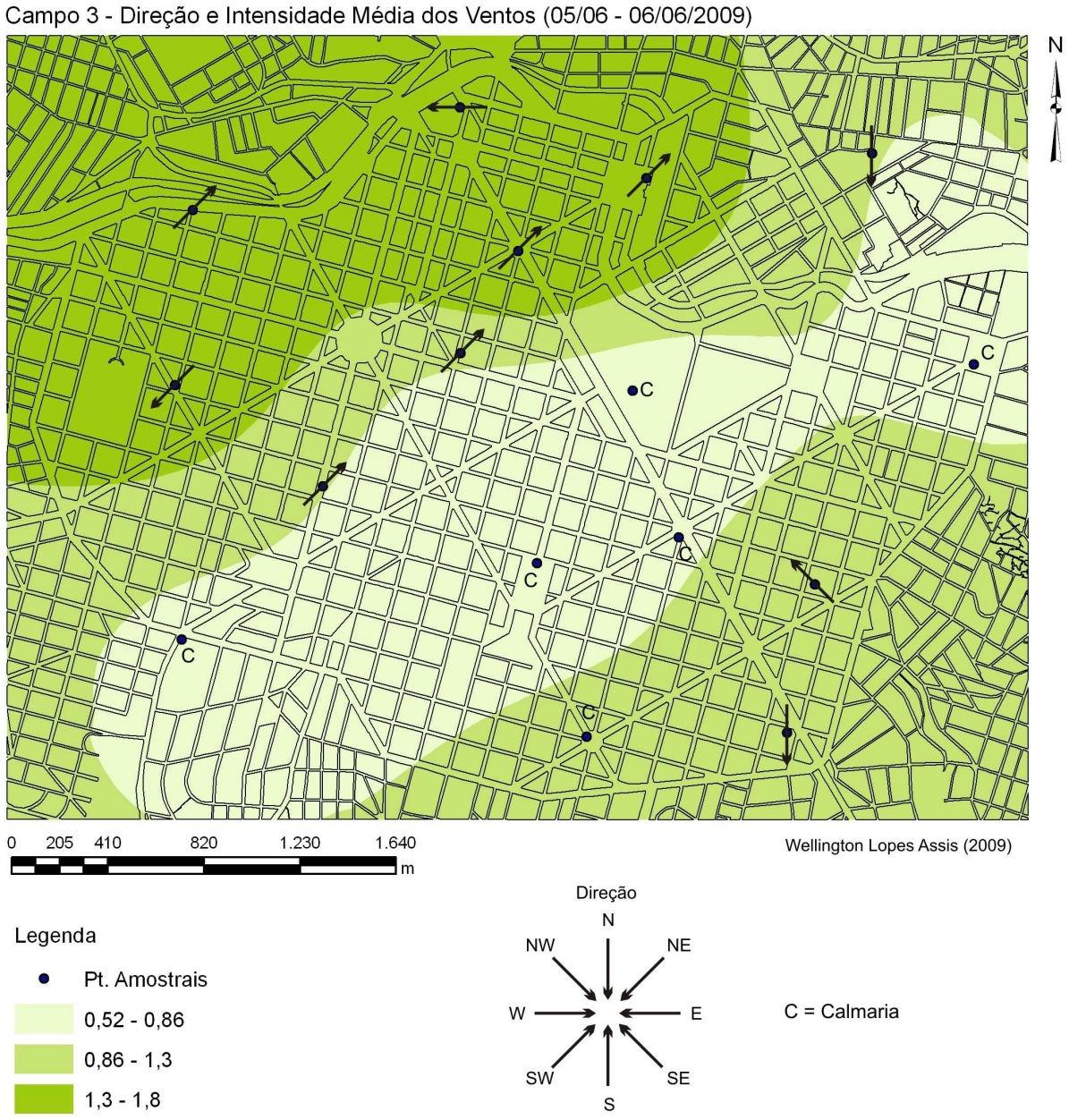


FIGURA 96: mapa da direção e intensidade média dos ventos no terceiro trabalho de campo.

5.2. Unidades Climáticas Urbanas

Conforme mencionado no item 2.4.5, as unidades climáticas urbanas foram elaboradas com base nos dados obtidos no primeiro e segundo trabalhos de campo e na sobreposição destas informações com os mapas de uso do solo, densidade demográfica e MDT. Identificaram-se dois climas urbanos locais, seis mesoclimas e trinta e cinco topoclimas (TAB.13).

TABELA 13: Chave de classificação utilizada para determinar as unidades climáticas urbanas do município de Belo Horizonte

Unidades Climáticas Urbanas			
Local	Mesoclimas	Topoclimas	Classificação
I - Depressão de Belo Horizonte	A - Núcleo Urbano Central	IA_1	$C_2U_4nepd_1$
		IA_2	$D_1U_1eC_2d_4$
		IA_3	$D_2U_1emd_4$
		IA_4	$D_3U_1nr_1d_4$
	B - Venda Nova - Regional Norte	IB_1	$D_4U_2nemd_4$
		IB_2	$D_4U_2ner_1d_3$
		IB_3	$D_4U_2eh_1d_1$
		IB_4	$D_4U_2nepd_1$
	C - Alípio de Melo - Castelo - Itatiaia	IC_1	$D_3U_1nemd_4$
		IC_2	$D_3U_1ner_1d_2$
	D - Depressão Central	ID_1	$D_3U_1ner_1d_3$
		ID_2	$D_3U_2nr_1d_4$
		ID_3	$D_4U_2sepd_1$
		ID_4	$D_3U_2epd_1$
		ID_5	$C_2U_2epd_1$
		ID_6	$D_3U_2eh_3d_2$
		ID_7	$D_3U_2er_1d_3$
		ID_8	$D_2U_3er_1d_1$
		ID_9	$D_3U_2e'h_3d_1$
II - Serras do Quadrilátero Ferrífero	A - Escarpas e Cristas da Serra do Curral	IIA_1	$A_2U_4ne'pd_1$
		IIA_2	$B_2U_3ne'pd_1$
		IIA_3	$B_2U_3ne'r_1d_1$
		IIA_4	$C_1U_3ne'r_2d_2$
		IIA_5	$C_1U_2ne'r_2d_4$
		IIA_6	$C_2U_3ne'h_1d_4$
		IIA_7	$C_2U_3ne'r_1d_3$
	B - Colinas e Vales Barreiro - Centro-Sul	IIB_1	$C_1U_1n'r_1d_4$
		IIB_2	$C_1U_2ne'h_1d_4$
		IIB_3	$C_1U_2eh_1d_4$
		IIB_4	$C_1U_2ner_2d_4$
		IIB_5	$C_2U_1nh_1d_4$
		IIB_6	$C_2U_2ner_1d_4$
		IIB_7	$C_2U_2neh_2d_1$
		IIB_8	$D_2U_1se'r_1d_3$
		IIB_9	$D_2U_2ner_1d_4$

Wellington Lopes Assis (2010)

Chave de Classificação					
Temperatura do Ar (ºC)				Umidade Relativa (%)	
Média		Desvio Padrão			
A	20,4 - 21,3	1	3,3 - 3,7	U_1	56,0 - 58,0
B	21,4 - 22,3	2	3,8 - 4,2	U_2	59,0 - 61,0
C	22,4 - 23,3	3	4,3 - 4,7	U_3	62,0 - 64,0
D	23,4 - 24,8	4	4,8 - 5,4	U_4	65,0 - 66,0

Direção Predominante e Intensidade Média dos Ventos	
n	direção Norte e intensidade entre 0 e 2 na escala Beaufort
n'	direção Norte e intensidade entre 2 e 4 na escala Beaufort
ne	direção Nordeste e intensidade entre 0 e 2 na escala Beaufort
ne'	direção Nordeste e intensidade entre 2 e 4 na escala Beaufort
e	direção Leste e intensidade entre 0 e 2 na escala Beaufort
e'	direção Leste e intensidade entre 2 e 4 na escala Beaufort
se	direção Sudeste e intensidade entre 0 e 2 na escala Beaufort
se'	direção Sudeste e intensidade entre 2 e 4 na escala Beaufort

Uso do Solo Predominante	
r_1	residencial até 4 pavimentos
r_2	residencial ≥ 4 pavimentos
c_1	comercial e servíços até 4 pavimentos
c_2	comercial e serviços ≥ 4 pavimentos
m	misto (comercial e servíços) até 7 pavimentos
h_1	vilas, aglomerados, área de expansão, vazios urbanos
h_2	industrial e/ou mineração
h_3	uso especial
p	áreas verdes, parques, praças,

Densidade Demográfica (hab./Km^2)	
d_1	0 - 5.000
d_2	5.001 - 10.000
d_3	10.001 - 20.000
d_4	Acima de 20.001

Obs.: chave de classificação elaborada com base nos dados do primeiro (21/08 - 30/08/2008) e segundo trabalho de campo (03/03 - 18/03/2009).

Estas unidades foram consideradas “homogêneas” para cada dimensão das relações entre os fatores estáticos do sítio urbano (topografia, orientação das vertentes, uso do solo, densidade demográfica, altura e densidade das edificações) e para o comportamento médio dos parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, umidade relativa, direção e intensidade dos ventos).

É importante ressaltar que a distribuição espacial das unidades climáticas aqui proposta, bem como o padrão de homogeneidade dos parâmetros meteorológicos no tecido urbano, estão diretamente relacionada às condições sinóticas reinantes. Portanto, a hierarquização e categorização referenciadas nas figuras 97 e 98 serão melhores definidas sob atuação de sistemas atmosféricos estáveis, com vento fraco e pouca nebulosidade.

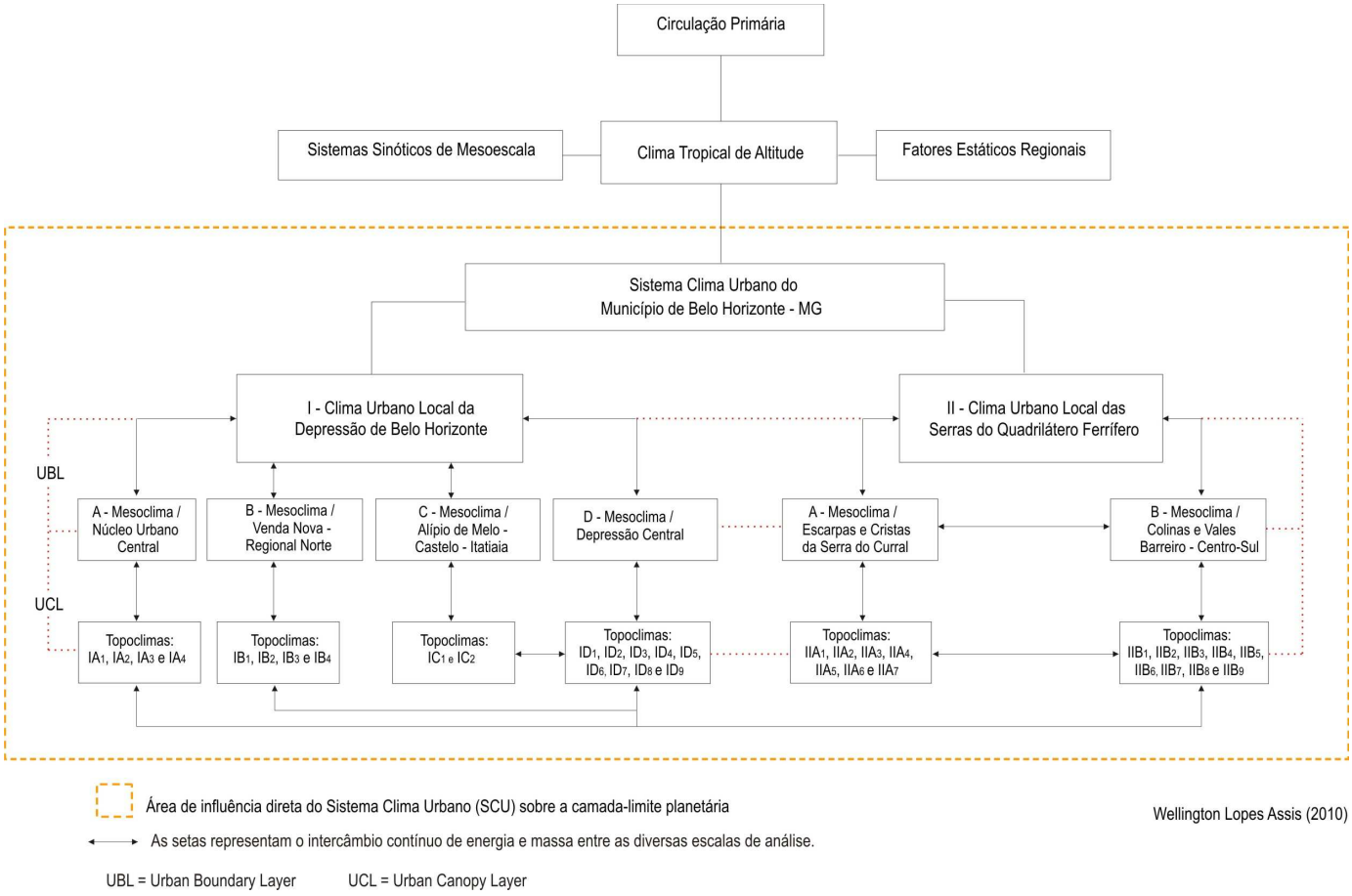


FIGURA 97: Fluxograma das escalas e hierarquias climáticas sugeridas para as unidades climáticas urbanas do Município de Belo Horizonte.

O mesoclima IA (Núcleo Urbano Central) tem sua ocorrência na região mais impermeabilizada e verticalizada do município, abarcando toda área histórica planejada pela antiga Comissão Construtora. Engloba o hipercentro e uma parte dos bairros periféricos imediatos (Floresta, Lagoinha, São Cristovão, Santa Efigênia, Concórdia, Aparecida, Bonfim e Carlos Prates).

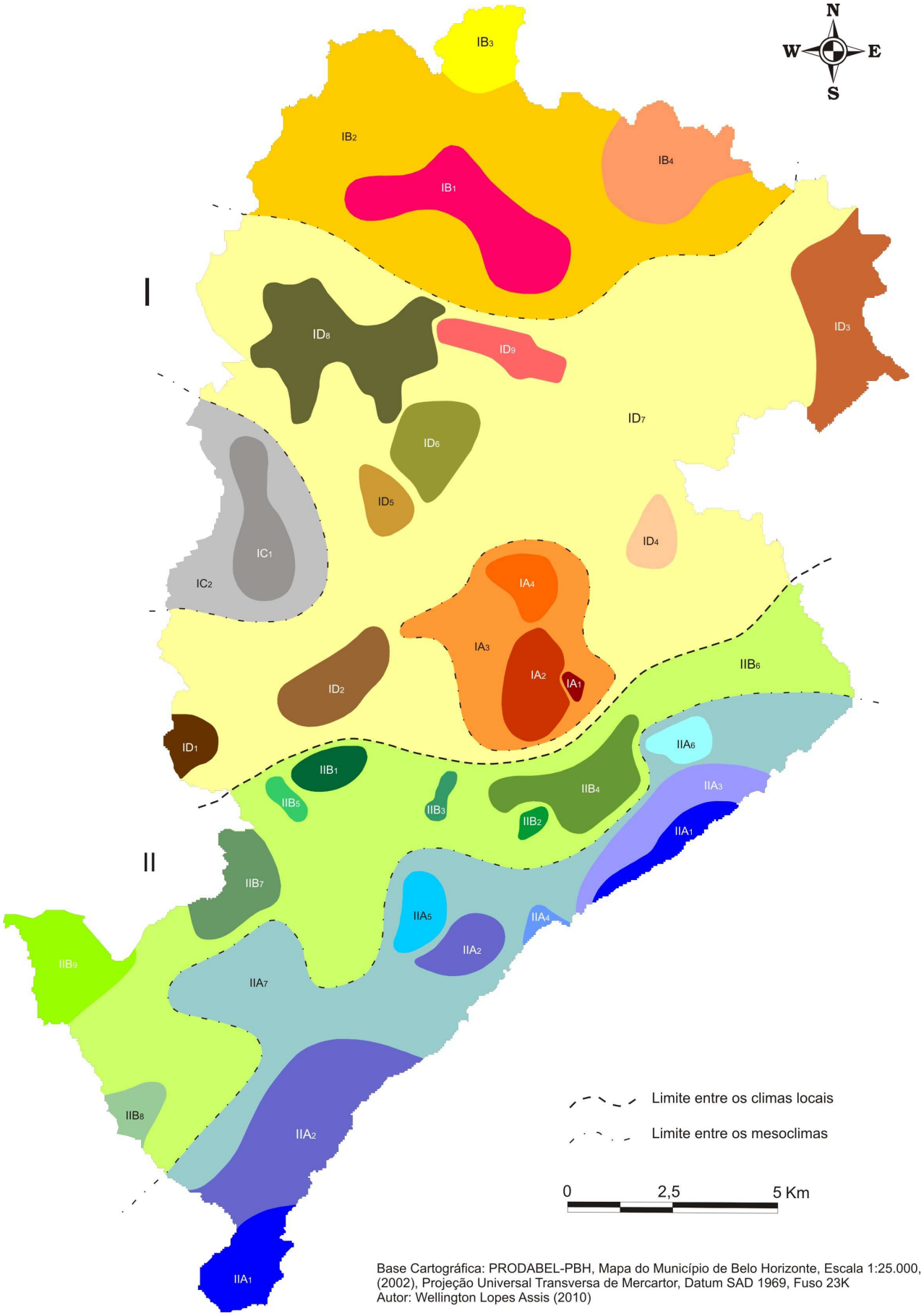


FIGURA 98: Unidades climáticas urbanas do município de Belo Horizonte.

Os principais controladores climáticos do mesoclima IA são a verticalização, a alta densidade de edificações, o intenso fluxo de veículos e pessoas e atividades relacionadas ao comércio e prestação de serviços. Além da Av. do Contorno e Afonso Pena, corredores de tráfego essenciais do município convergem para este mesoclima. Dentre eles, destacam-se as avenidas Amazonas, Andradas, Antônio Carlos, Cristiano Machado, Pedro II e Nossa Senhora do Carmo.

O topoclima IA_2 ($D_1U_1eC_2d_4$) possui as menores taxas de resfriamento noturno do município e forte absorção de radiação solar, favorecendo a formação de ilhas de calor. Devido ao sombreamento proporcionado pelas edificações, as temperaturas durante o dia são menores em relação às áreas periféricas. O adensamento e a verticalização proporcionam, juntamente com os bolsões de calor, alterações substanciais na direção e intensidade dos ventos, especialmente nos *canyons urbanos*. Já os topoclimas IA_3 ($D_2U_1emd_4$) e IA_4 ($D_3U_1nr_1d_4$) apresentam elevadas temperaturas diárias e baixos valores de umidade relativa devido à maior exposição aos raios solares e ao tipo de ocupação. Diferenciam-se do IA_2 pela rápida dissipação de calor a partir do pôr-do-sol. O topoclima IA_1 ($C_2U_4nepd_1$) destaca-se como um importante núcleo úmido, favorecendo a advecção de umidade e arrefecimento da atmosfera urbana nas proximidades da Av. Afonso Pena e Andradas.

Ao Norte do município encontra-se o mesoclima IB (Venda Nova – Regional Norte), localizado em ambiente de elevada densidade demográfica. Constitui-se em uma das regiões de ocupação mais antiga da cidade. As maiores temperaturas máximas e amplitudes diárias foram registradas neste mesoclima. Os controladores climáticos básicos estão relacionados ao tempo de exposição aos raios solares e ao tipo de uso do solo predominante. São poucas as construções acima de quatro pavimentos, e uma parte significativa dos lotes estão com solo exposto ou foram impermeabilizados. Com exceção da porção nordeste, a maioria dos bairros possui baixo índice de arborização. A presença de árvores está restrita a alguns quintais e passeios. As principais vias de acesso não têm canteiros centrais vegetados, como a Rua Padre Pedro Pinto e a Av. Vilarinho.

O topoclima IB_1 ($D_4U_2nemd_4$) destaca-se como sendo o segundo núcleo de aquecimento do município. A orientação das vertentes ao movimento aparente do Sol, a densidade das edificações e a intensa circulação de veículos possibilitam a formação de bolsões de calor e áreas de desconforto térmico durante o dia e ilha de calor no período noturno. Entretanto, a ilha de calor configurada nas imediações da Av. Pedro I e Rua Padre Pedro Pinto é de menor magnitude e abrangência espacial se comparada a ilha de calor do núcleo urbano central (IA_2). Os topoclimas IB_2 ($D_4U_2ner_1d_3$) e IB_3 ($D_4U_2eh_1d_1$) apresentam comportamentos térmicos e hígricos semelhantes ao IB_1, diferenciando-se apenas no maior resfriamento a

partir do pôr-de-sol e na inexistência de ICs. Já o topoclima IB_4 ($D_4U_2nepd_1$) possui condições térmicas e hígricas mais amenas devido à presença de uma extensa área verde. Apesar de fragmentada em alguns pontos, esta unidade favorece o arrefecimento dos bairros adjacentes.

O mesoclima IC (Alípio de Melo - Castelo – Itatiaia) é o menor em termos de abrangência espacial. Ocupa o extremo Oeste de Belo Horizonte, entre as regionais Pampulha e Noroeste, e continua em direção ao município de Contagem. Os controladores climáticos desta unidade assemelham-se ao mesoclima IB, embora o fator verticalização tenha um peso maior. A topografia suavizada, constituída por vales abertos e topos alongados, permite grande exposição aos raios solares fazendo com que as temperaturas durante o dia sejam tão elevadas como as observadas no mesoclima IB. Entretanto, o resfriamento atmosférico verificado no período noturno foi um pouco menor em relação aos topoclimas IB_2, IB_3 e IB_4. As avenidas Abílio Machado, Heráclito Mourão de Miranda, Tancredo Neves e Atlântica são os principais corredores viários. Este mesoclima está passando por profundas modificações em função do acelerado processo de ocupação e verticalização, o que contribuirá para piora do conforto térmico local e qualidade do ar.

O topoclima IC_1 ($D_3U_1nemd_4$) foi o terceiro núcleo de aquecimento identificado nos trabalhos de campo, sendo mais persistente no período da tarde e início da noite. A principal característica desse espaço urbano é o uso residencial multifamiliar, com edificações entre 3 e 7 pavimentos, e o intenso comércio ao longo da Av. Abílio Machado. Entretanto, a presença do Parque Ursulina Andrade de Mello ajuda amenizar os ganhos térmico diários e umidifica a atmosfera do entorno. O topoclima IC_2 ($D_3U_1ner_1d_2$) é entre 0,2℃ e 0,6℃ mais frio do IC_1 e difere deste último em relação ao tipo de uso e ocupação do solo.

O tecido urbano que envolve o mesoclima ID (Depressão Central), o maior em termos de área do município, apresenta algumas características semelhantes aos mesoclimas IB e IC e diferenças significativas em relação ao IA. É o único onde é possível observar um topoclima especifico de corpo hídrico (Lagoa da Pampulha). A densidade populacional é elevada na porção leste e menor a oeste desta unidade. Embora prevaleça o uso residencial unifamiliar, 1 e 2 pavimentos, existem inúmeros conjuntos habitacionais e condomínios individuais entre 4 e 8 pavimentos, especialmente nos bairros Caiçara, Cidade Nova, Floresta, Ouro Preto, Renascença e União. As diferentes formas, arranjos e densidade da urbanização observadas no mesoclima ID dão origem a vários topoclimas.

Os maiores corredores de tráfego da região metropolitana cruzam este mesoclima, contribuindo para deteorização da qualidade do ar e poluição sonora. Além do Anel

Rodoviário, por onde passam cerca de 100 mil veículos/dia[76], duas grandes avenidas cortam esta unidade e são responsáveis por interligar as regionais Pampulha e Leste ao *central business* da cidade. Esses corredores podem ser classificados e hierarquizados em topoclimas próprios. Além do tipo de uso e ocupação do solo, destacam-se como importantes controladores climáticos a topografia e a presença de áreas verdes de grandes dimensões como o Horto Florestal, Estação Ecológica da UFMG e o Jardim Zoológico.

Nas noites claras do outono-inverno, a concentração de ar frio nos fundos de vale e baixadas do mesoclima ID possibilita a ocorrência de fortes inversões térmicas e acúmulo de poluentes. Esta situação é potencializada durante a participação do Anticiclone Polar do Atlântico Sul. A atmosfera estável permite um rápido resfriamento superficial e drenagem de ar frio das áreas mais elevadas em direção aos locais deprimidos. Nos dias mais quentes do ano, as várzeas e terraços do mesoclima ID apresentam uma grande freqüência de calmarias e ventos fracos.

O comportamento térmico e hígrico do topoclima ID_1 ($D_3U_1ner_1d_3$) é muito próximo ao das unidades IC1 e IC2. A diferença está na maior regularidade observada na direção dos ventos. O topoclima ID_2 ($D_3U_2nr_1d_4$) ocupa uma área onde o tipo de uso predominante é o residencial multifamiliar, entre 4 a 7 pavimentos. A arborização é razoável e a presença da mata da PUC favorece bons índices de umidade relativa.

Os topoclimas ID_3 ($D_4U_2sepd_1$) e ID_5 ($C_2U_2epd_1$) constituem importantes áreas verdes das regionais Leste e Pampulha, distinguindo-se dos topoclimas adjacentes por apresentar ao longo do dia menores temperaturas e elevados índices de umidades. Podem ser considerados como verdadeiros “oásis” em meio à massa edificada. O topoclima ID_4 ($D_3U_2epd_1$) foi classificado como área verde, embora a cobertura vegetal desta unidade seja fragmentada e de baixo porte - localiza-se no extremo nordeste da capital mineira (Fazenda Capitão Eduardo), área de futura expansão urbana. Estas características favorecem a ocorrência de elevadas amplitudes diárias na temperatura e umidade relativa do ar.

O topoclima ID_6 ($D_3U_2eh_3d_2$) foi diferenciado dos demais por possuir características de uso e ocupação do solo bem específicos. Trata-se do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais. Em virtude de abrigar somente unidades de ensino e pesquisa, existem pouquíssimas atividades ligadas ao comércio, todas elas concentradas na praça de serviços. Excetuando o prédio da reitoria, as edificações limitam-se a 4 pavimentos e possuem amplas áreas livres com boa arborização entre os blocos. É baixa a impermeabilização do solo, estando restrita à Av. Mendes Pimentel e às ruas de acesso às

[76] www.dnit.gov.br

faculdades e institutos. Os elementos climáticos são levemente modificados, permitindo boas condições de conforto térmico na maior parte do ano.

O topoclima ID_7 ($D_3U_2er_1d3$) abrange grande parte da depressão de Belo Horizonte. Poderia ser classificado como um mesoclima devido às suas dimensões espaciais só não foi categorizado como tal, por ocupar partes do município com características topográficas e ocupação semelhantes. Além disso, a temperatura e umidade relativa amostradas nos experimentos indicaram desempenhos próximos nesta área. O uso preponderante é residencial horizontal. Entretanto, há edifícios isolados e conjuntos habitacionais acima de 4 pavimentos. Elevadas amplitudes térmicas e temperaturas máximas foram registradas nesta unidade. O comportamento dos parâmetros meteorológicos do topoclima ID_9 ($D_3U_2e'h_3d_1$) assemelha-se ao ID_7. A principal diferença está na maior intensidade dos ventos e no tipo especial de uso do solo - trata-se do Aeroporto da Pampulha.

O topoclima ID_8 ($D_2U_3er_1d_1$) exerce uma importante função na umidificação e no arreferecimento atmosférico de alguns bairros da Regional Pampulha, proporcionando também minimização das amplitudes térmicas diárias. Trata-se de um topoclima que se desenvolve sob um extenso lago artificial com cerca de 18Km de perímetro e 2,4Km^2 de área. Segundo dados da PBH a profundidade média está em torno dos 5m e em determinados pontos pode chegar aos 16m. O volume de água era da ordem de 18 milhões de metros cúbicos, mas foi gradualmente reduzido a cerca de 12 milhões[77] em função do intenso processo de assoreamento que vem assolando o lago desde os anos setenta.

Existe uma forte influência da hipsometria-topografia no mesoclima IIA (Escarpas e Cristas da Serra do Curral) e topoclimas associados, configurando-se como principais controladores climáticos. Localiza-se na porção mais elevada do município, alinhamento sudoeste-nordeste, e apresenta altitudes que variam entre 960m e 1510m. Por este motivo a temperatura do ar é significativamente reduzida em relação os demais mesoclimas urbanos. Somando-se a isso, a altitude e rugosidade superficial induzem um aumento nos totais pluviométricos ao sul das regionais Barreiro, Oeste e Centro-Sul, como demonstrados nos estudos de Moreira (2002), Coelho (2006) e Assis (2009). São áreas que requerem atenção especial quanto à ocupação, pois as altas declividades, aliadas aos elevados índices pluviométricos, geram um grande potencial para a ocorrência de deslizamentos e movimentos de massas.

[77] Dados do Laboratório de Gestão Ambiental em Reservatórios do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. Disponível em http://www.icb.ufmg.br/~rmpc/pamp2.htm.

Todo alinhamento da Serra do Curral possui boa ventilação e condições favoráveis à dispersão de poluentes e material particulado, provenientes do tráfego de veículos e da única área de mineração em atividade nos limites municipais. Estas características topográficas também favorecem a drenagem noturna de ar frio dos pontos mais altos em direção aos vales e depressões, sendo que nos períodos mais frios do ano há condições mais favoráveis para a ocorrência de inversões térmicas próximas ao solo, propiciando o acúmulo de poluentes.

Os topoclimas IIA_1 ($A_2U_4ne'pd_1$) e IIA_2 ($B_2U_3ne'pd_1$) localizam-se em um dos últimos refúgios de área verde contínua preservada no município com resquícios de mata atlântica e campo cerrado (Parque dos Mangabeiras, Parque Estadual do Rola Moça e Reserva do Cercadinho). As menores temperaturas e os maiores índices de umidade relativa e velocidade do vento são observados nestes locais. O ar protegido pela vegetação promove o isolamento térmico do ambiente, tornando as amplitudes térmicas menores e mais indicadas para o conforto térmico humano. Os topoclimas IIA_3 ($B_2U_3ne'r_1d_1$) e IIA_7 ($C_2U_3ne'r_1d_3$) estão sobre áreas com características de uso do solo e comportamento hígrico semelhantes, diferenciando-se, entretanto, nos valores térmicos – nos experimentos as temperaturas registradas no IIA_7 foram em média 1,0℃ superior em relação ao IIA_3.

Os topoclimas IIA_4 ($C_1U_3ne'r_2d_2$) e IIA_5 ($C_1U_2ne'r_2d_4$) ocupam bairros de recente especulação imobiliária. Nos últimos anos tem sido registrada intensa verticalização e impermeabilização do solo. A amenidade térmica e a qualidade ambiental, proporcionada pela altitude e boa circulação dos ventos, foi prejudicada pelo adensamento de edifícios e aumento do tráfego de veículos. Em futuro próximo, as atuais condições topoclimáticas tendem a degradar. Novos empreendimentos imobiliários serão executados, o que levará a um aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar, conforme apontam os cenários elaborados por Vilela (2007).

Apesar de não ter sido possível coletar informações sobre os parâmetros meteorológicos nas comunidades do Cafezal e Aglomerado da Serra, sabe-se que estes locais configura(m)-se como topoclima(as) específico(s) (IIA_6, $C_2U_3ne'h_1d_4$), diferenciando das unidades climáticas adjacentes em função do uso e ocupação do solo. Os modelos de interpolação das variáveis térmicas e hígricas também indicam comportamentos diferenciados. Os casebres baixos, adensados e sem revestimentos formam um ambiente de alta absorção da radiação solar e transmissão de calor. Embora situados nas áreas de maior altitude do município, as temperaturas são elevadas durante o dia e baixas à noite, especialmente sob atuação de sistemas atmosféricos estáveis, configurando-se zonas de desconforto térmico permanente. Outro motivo de preocupação dos moradores são as

precipitações intensas e de longa duração, típicas da ZCAS, que trazem prejuízos materiais e risco de morte. Os intensos volumes de chuva, associados à alta declividade e fragilidade dos solos, tornam este ambiente propício aos deslizamentos e movimentos de massa.

O mesoclima IIB (Colinas e Vales Barreiro - Centro-Sul) abrange uma das regiões de maior contingente populacional do município, abarcando uma parte significativa das regionais Barreiros, Oeste e Centro-Sul. Os principais controladores climáticos são a topografia, a alta densidade de edificações, o contingente populacional e o intenso fluxo de veículos. O conjunto de áreas urbanas pertencentes ao mesoclima IIB apresenta algumas semelhanças e diferenças em relação ao núcleo urbano central (mesoclima IA), podendo ser classificada como uma zona de transição. A principal diferença refere-se à diminuição do adensamento de grandes edifícios. Embora hajam núcleos isolados tão adensados como na área central, a verticalização é mais fragmentada e com dimensões espaciais menores que as observadas em IA_2 e IA_3. O traço semelhante refere-se ao tráfego de veículos. Importantes corredores viários passam por esta unidade. Dentre elas destacam-se as avenidas Amazonas, Silva Lobo, Tereza Cristina, Via Expressa, Anel Rodoviário, entre outras.

O topoclima IIB_1 ($C_1U_1n'r_1d_4$) apresentou nos experimentos de campo temperaturas e umidade relativa inferiores aos outros topoclimas desta unidade mesoclimática. Encontra-se em local de uso especial (IGAM) no topo de uma colina com aproximadamente 950m. O terreno é praticamente desprovido de vegetação arbustiva e não possui obstrução ou canalização aos ventos. Já os topoclimas IIB_2 ($C_1U_2ne'h_1d_4$), IIB_3 ($C_1U_2eh_1d_4$) e IIB_5 ($C_2U_1nh_1d_4$) estão sob áreas do tecido urbano com as mesmas características de uso e ocupação apresentadas em IIA_6 (vilas e favelas), diferenciando-se deste último pela maior temperatura e menor umidade relativa. O desvio padrão da temperatura e os índices de umidade relativa sugeridos pelos modelos de interpolação para IIB_5 são, em média, maior e menor, respectivamente, em relação aos topoclimas IIB_2 e IIB_3.

O topoclima IIB_4 ($C_1U_2ner_2d_4$) destaca-se no mesoclima IIB por estar situado em área de intensa verticalização e impermeabilização do solo, ao sul da regional Centro-Sul. O uso predominante é residencial, apresentando edificações entre 4 e 16 pavimentos. O desvio padrão da temperatura foi menor em relação aos demais topoclimas desta unidade. Já no espaço urbano ocupado pelo topoclima IIB_6 ($C_2U_2ner_1d_4$) o uso predominante é o residencial, com construções de até 4 pavimentos. Dentro deste espaço urbano existem também pequenos núcleos ou centros comerciais de intenso fluxo de veículos e pessoas.

O topoclima IIB_7 ($C_2U_2neh_2d_1$) foi o único identificado no tecido urbano onde o uso e ocupação é exclusivamente industrial. A temperatura média sugerida pelos modelos não foi

tão elevada, oscilou entre 22,4℃ e 23,3℃. Provave lmente se a coleta de dados fosse realizada dentro da unidade, no pátio da Siderúrgica, por exemplo, os resultados seriam bem diferentes. A direção predominante dos ventos favorece o transporte de poluentes e particulados para fora dos limites de Belo Horizonte em direção aos vales e depressões do município de Contagem. Se este estudo abrangesse a região metropolitana de Belo Horizonte, provavelmente o topoclima IIB_7 seria classificado como pertencente a um dos mesoclimas do parque industrial de Contagem.

Os topoclimas IIB_8 ($D_2U_1se'r_1d_3$) e IIB_9 ($D_2U_2ner_1d_4$) estão localizados em áreas onde o uso do solo predominante é residencial, com edificações de até 4 pavimentos. Entretanto, foram diferenciados em relação aos outros topoclimas da unidade IIB por apresentarem temperaturas mais elevadas, em média 1,0℃. Já os t opoclimas IIB_8 e IIB_9 diferem-se entre si na direção predominante dos ventos, umidade relativa e densidade demográfica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluída esta pesquisa, cabe recuperar os principais resultados obtidos em cada uma de suas partes, para que se possa melhor avaliar a contribuição apresentada. É importante ressaltar que os resultados aqui expostos não esgotam de forma conclusiva a discussão sobre o Clima Urbano de Belo Horizonte, dadas a escala temporal de experimentos e a quantidade de pontos utilizados nos trabalhos de campo. No entanto, eles permitem extrair algumas considerações acerca das unidades topo e mesoclimáticas e da configuração da ilha de calor no tecido urbano.

O objetivo principal deste trabalho foi o mapeamento das unidades climáticas naturais e urbanas do município. Foram identificados os topoclimas e mesoclimas para cada clima local através da análise dos dados meteorológicos e fatores geoecológicos envolvidos, estáticos e dinâmicos. Os resultados apontaram para um aumento do número e diversidade de topoclimas e mesoclimas entre as condições atmosféricas médias observadas no período de 1910 a 1920 e aquelas registradas pelos três experimentos de campo. Isto evidencia a interferência antrópica na camada-limite planetária da cidade, uma vez que a mudança no uso do solo e o rápido desenvolvimento econômico-industrial ocorrido a partir da década de 50 foram fatores-chave para a modificação do clima local e formação de núcleos de aquecimento contínuos.

Entre 1910 e 1920 os principais fatores geoecológicos responsáveis pela definição e diversidade das unidades climáticas (local, topo e meso) eram a altitude, a morfologia do terreno e a cobertura vegetal. A urbanização nesta época era incipiente e estava restrita às imediações da Av. do Contorno e a pequenos assentamentos nas atuais regionais Venda Nova e Barreiro. Eram raras as edificações acima de quatro pavimentos e o asfalto limitava-se a algumas ruas e avenidas. Além disso, a cidade era bem arborizada e contava com inúmeros córregos e regatos livres de canalização.

A temperatura média compensada anual entre 1910 e 1920 foi calculada em 19,9ºC, atualmente está em torno dos 21,9ºC[78]. Os maiores valores foram observados nos meses de fevereiro (22,3ºC) e março (22,0ºC) e os menores no mês de junho (16,8ºC) e julho (16,5ºC). A amplitude térmica anual ficou em 5,8ºC. Em termos médios, a temperatura máxima variou entre 27,3ºC (março) e 23,9ºC (junho) e a mínima entre 9,9ºC (julho) e 18,0ºC (janeiro). A umidade relativa média anual foi estimada em 72,5%. Como nos dias de hoje, as médias mensais mais elevadas ocorriam no período chuvoso e as mais baixas,

[78] Média calculada com os dados mensais da Estação Meteorológica de Lourdes entre 1986 a 2009.

durante o inverno, destaque para os meses de janeiro e setembro, com 77,5% e 67,0% respectivamente.

A direção predominante dos ventos entre 1910 e 1920 foi de Nordeste (58,7%), ocorrendo ventos de Sudeste (38,1%) e excepcionalmente de Noroeste (1,6%). Este último provavelmente associado à atuação de sistemas atmosféricos perturbados como frentes e linhas de instabilidade. A velocidade média foi de 1,1 m/s, apresentando pouca variação ao longo do ano. Entretanto, deve-se destacar a influência da localização do antigo posto meteorológico nesta variável. Observando o comportamento anemométrico nos trabalhos de campo sob a atuação do ASAS, sistema atmosférico com maior participação nas condições de tempo em Belo Horizonte, nota-se que a topografia e a morfologia local distorcem os ventos regionais de leste para nordeste e diminuem significativamente a sua intensidade.

As superfícies estatísticas geradas pelos processos de interpolação dos parâmetros meteorológicos, calculados para o período de 1910 a 1920, permitiram confeccionar o mapa das unidades climáticas naturais. Para tanto foi necessário associar as informações representadas por cada cartograma em um único modelo. Foram identificadas duas grandes unidades de climas locais, subdivididos em três mesoclimas e oito topoclimas. A primeira unidade de clima local natural foi definida como *Tropical de Altitude da Depressão de Belo Horizonte*, ocupando a área onde surgiram os primeiros assentamentos urbanos, e a segunda unidade foi denominada de *Tropical de Altitude das Serras do Quadrilátero Ferrífero*, ocupando os terrenos mais elevados do município.

Como descrito no item 2.3.2 foi utilizada a Razão Adiabática Seca (0,65ºC/100m) para determinar os valores da temperatura do ar (média compensada, mínima e máxima) e umidade relativa de cada nível altimétrico entre 700m a 1500m. Os resultados se mostraram promissores uma vez que as isolinhas geradas em cada um dos modelos “acompanharam” as principais feições topográficas do sítio de Belo Horizonte e não apresentaram falhas ou buracos na superfície interpolada. O objetivo da elaboração do mapa das unidades climáticas naturais foi mostrar a influência da topografia e da cobertura vegetal na definição dos topoclimas e mesoclimas entre 1910 e 1920.

A análise da evolução dos principais elementos climáticos entre 1911 a 2009 possibilitou verificar mudanças significativas no comportamento de alguns parâmetros, notadamente a temperatura mínima e umidade relativa. De modo geral, os dados apontaram para um ligeiro aquecimento da atmosfera local e um decréscimo nos valores hígricos.

A temperatura média anual elevou-se em cerca de 1,5ºC e a amplitude térmica anual registrou uma queda de 0,8ºC. A temperatura máxima apresentou um pequeno acréscimo de 0,7ºC, oscilando entre 0,2ºC (junho e setembro) e 1,6ºC (janeiro). Entretanto, a temperatura mínima anual foi o parâmetro térmico que registrou a maior elevação entre 1911 e 2009 (2,7ºC), além de tendências positivas persistentes, embora haja “rupturas” em determinados anos. Esta variável é extremamente sensível às modificações no uso do solo. Mudanças no balanço de energia local e na temperatura da camada limite são observadas em curto prazo e tendem a continuar enquanto houver alterações na cobertura superficial.

Apesar de não ter sido registrado uma queda drástica na umidade relativa do ar entre 1911 a 2009, a evolução deste parâmetro apontou para uma atmosfera local mais seca. Como discutido no item 4.5, é necessário levar em consideração as mudanças de localização das estações meteorológicas do 5ºDISME/INMET e as variações nos totais pluviométricos ocorridas no período. Entretanto, as reduções mais expressivas e persistentes foram verificadas após a década de 80, período em que a mudança de uso do solo e a verticalização foram mais aceleradas.

Os três experimentos de campo confirmaram as suposições dos modelos teóricos e empíricos que a aglomeração urbana possibilita um maior acúmulo interno de energia em relação às áreas circundantes, sendo um dos principais fatores na elevação da temperatura local e alterações nos valores da umidade relativa e na direção e velocidade dos ventos. Foi possível avaliar o comportamento térmico, hígrico e anemométrico em locais com fatores geoecológicos diferenciados, tanto no período seco (campo I e III) como no período chuvoso (campo II). Entretanto, as interferências mais perceptíveis do tecido urbano no desempenho dos parâmetros meteorológicos foram verificadas no período seco sob condições atmosféricas estáveis, em especial na atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e do Anticiclone Subpolar do Atlântico Sul.

Observando a variação temporal e espacial da temperatura do ar nos pontos amostrais foi possível identificar três núcleos de aquecimento contínuo. O primeiro engloba o hipercentro (P11) e os locais situados na periferia da região central de Belo Horizonte (P8, P9 e P13). O segundo núcleo se estende da região central da Regional Venda Nova (P16 e P17) até o extremo oeste da Regional Norte (P18). O terceiro abarca uma pequena área localizada entre os pontos 14 (Regional Pampulha) e 7 (Regional Noroeste). A existência dessa fragmentação e diversidade dos bolsões de calor em Belo Horizonte já havia sido registrada por Assis (2001) que as classificou como arquipélagos de calor, conforme denominação utilizada por Monteiro (1990c). Há que se considerar que na época, Assis (2001) identificou

somente os núcleos do hipercentro e da Regional Venda Nova em trabalho de campo de 24h.

De acordo com a tabela de intensidade de ilhas de calor elaborada por Lópes-Gómez (1993)[79], o núcleo I (hipercentro) seria classificado como *moderado* (2,0℃ - 3,9℃) entre 07h e 17h e *forte* (4,0℃ - 5,9℃) entre 18h e 06h. Já os núcleos II e III seriam considerados *moderados* entre 19h e 11h e *fortes* a *muito fortes* (> 6,0℃) no período da tarde. O comportamento térmico do núcleo I demonstrou que a verticalização e o adensamento das edificações, associados à obstrução da abóbada celeste, impossibilitam a chegada efetiva da radiação solar até o nível do solo. Estas características induzem a um menor aquecimento atmosférico durante o dia e a uma lenta dissipação de calor no período noturno, principalmente quando comparado às áreas periféricas que apresentam edificações de menor porte e pouca obstrução à insolação.

De modo geral as ilhas de calor coincidiram com os locais mais adensados e impermeabilizados do município, onde é possível observar intenso tráfego de veículos e fluxo de pessoas. As ICs foram registradas tanto no período seco (campo I e III) como no chuvoso (campo II), sendo que no período seco (outono-inverno) os gradientes térmicos horizontais foram mais intensos. No entanto, sob atuação de sistemas atmosféricos instáveis, com ocorrência de chuvas e ventos moderados, a(s) ilha(s) de calor desaparecia(m), diminuindo também as amplitudes térmicas entre os pontos amostrais espalhados na cidade. Comprovou-se a hipótese de que em períodos de instabilidade atmosférica as precipitações atuam como agentes mitigadores no desenvolvimento dos núcleos de aquecimento, atenuando as diferenciações meso e topoclimáticas.

A espacialização e as características das ICs apresentadas em Belo Horizonte, assim como em outras metrópoles latino-americanas, são raramente observadas em cidades européias e americanas, visto que estas se desenvolveram de forma concêntrica e localizam-se em sítios cuja topografia é pouco irregular. A maioria das grandes cidades localizadas nos trópicos e em países de industrialização tardia possui características de polinucleação[80]. Além disso, algumas delas estão assentadas em sítios com significativas variações altimétricas.

Nos estudos realizados em cidades de latitude média a identificação das ilhas de calor baseia-se na comparação das temperaturas e índices hígricos observados entre as áreas

[79] Classificação aplicada em alguns nos estudos de Brandão (1996) e Fialho (2002).

[80] Cidades polinucleadas são aquelas cujas principais atividades ligadas ao comércio e prestação de serviços não estão concentradas em um único local, bairro ou avenida. As grandes cidades podem conter vários pólos comerciais e residências distribuídos pelo espaço da metrópole e localizados na proximidade de importantes eixos viários que estruturam a circulação nessa metrópole (LEFEBVRE, 1999).

urbanas e rurais ($\Delta T_{u-r.}$). O *Central Business District* (CBD) é geralmente o local com maior temperatura, menor umidade relativa e maior desconforto para a população. Em termos conceituais, Oke (1978), Landsberg (1981), Bryson e Ross (1972), López-Gómes (1993) e Sturman (1998) chamam a atenção para os processos de trocas energéticas e do balanço de radiação que ocorrem nas cidades em comparação com o meio rural.

Nos três experimentos de campo observou-se que o desempenho térmico e hígrico do hipercentro de Belo Horizonte possui características diferentes das relatadas em cidades temperadas, conforme já havia observado Assis em 1997 e 2001. O hipercentro não é o local mais quente e nem o mais seco do município. Apesar de não ter alcançado as máximas temperaturas e os menores índices hígricos, como nos modelos clássicos, a ilha de calor na região central apresentou o menor resfriamento noturno. Este comportamento foi sugerido pela análise do desvio padrão e pelo coeficiente de variação da temperatura média do ar, pois não foram utilizados instrumentos para a realização de medições do balanço de radiação. Em termos de sensação térmica, as áreas periféricas ao hipercentro, bem como os aglomerados e vilas, tendem a ser piores do que o CDB sob condições de céu claro e alta incidência de radiação solar.

Os pontos 10 (Parque Municipal) e 12 (Parque dos Mangabeiras) comportaram-se como ilhas de frescor em meio à região mais urbanizada e verticalizada, comprovando a eficiência das áreas verdes na diminuição dos ganhos térmicos. Os pontos próximos a Serra do Curral (P1, P2, P3) também registraram temperaturas mais amenas em relação aos demais locais de coleta. Estes, apesar de urbanizados, possuem algumas características geoecológicas que dificultam a formação de bolsões de calor e áreas de desconforto térmico permanentes. Dentre estas podemos citar a hipsometria, a topografia, a presença de áreas verdes e a inexistência de grandes obstáculos construídos em relação aos ventos predominantes.

Verificou-se nos experimentos de campo a influência da altitude na amenização das temperaturas, que determinou, de certa forma, o comportamento dos outros parâmetros meteorológicos. Isto pode ser observado mesmo nos dias de céu claro com intensa exposição à radiação solar. O P12, situado a 1163 metros, registrou em todos os campos as menores temperaturas. Infelizmente não foi possível coletar dados na área de recente verticalização do Belvedere III, próximo ao BH Shopping e localizado na base da Serra do Curral. Assim não foi possível constatar até que ponto a altitude amenizaria os efeitos da verticalização e adensamento dos edifícios.

De modo geral a intensidade do resfriamento noturno ligou-se a combinação de circunstâncias topográficas e características das edificações próximas ao local de coleta dos

dados. Os pontos mais elevados (P1, P2, P3, P12 e P22) responderam pelo maior resfriamento a partir das 18h, contrastando com a lenta dissipação de calor das áreas mais baixas e com altos índices de urbanização e impermeabilização do solo (P11, P9, P8, P24, P21 e P18)[81].

Foram registradas diferenças significativas de umidade relativa do ar entre os pontos mais urbanizados e aqueles próximos às áreas vegetadas e corpos hídricos, principalmente no primeiro trabalho de campo (período seco). A análise horária deste parâmetro mostrou gradientes hígricos superiores a 10% em todos os dias. Foram identificados três núcleos úmidos permanentes: o Parque Municipal (P12), o Parque dos Mangabeiras (P12) e o ponto 15, localizado nas proximidades da Lagoa da Pampulha.

Sabe-se que o percentual de umidade relativa local depende da disponibilidade de água em superfície, da pressão do vapor d'água, além da velocidade dos ventos e temperatura ambiente. Por este motivo, nos experimentos de campo os maiores gradientes hígricos horizontais entre os pontos arborizados e aqueles urbanizados foram verificados em condições sinóticas típicas de inverno - tempo estável apresentando pouca ou nenhuma nebulosidade e ventos fracos em superfície.

Também foi possível observar a influência da topografia nos valores de umidade relativa. Os pontos mais elevados (P1, P2, P3 e P12) detiveram médias hígricas superiores em relação aos locais mais baixos. A altitude tende a amenizar a temperatura e saturar mais rápido o vapor d'água, obviamente se existir vapor d'água suficiente no ar. Entretanto, o ponto 22 (IGAM), apesar de situar-se a 950m, registrou baixa UR% em quase todos os horários. A explicação estaria no tipo de uso do solo deste ponto - localiza-se em área urbanizada e com pouca vegetação. O P12, além do fator altimétrico, conta com uma extensa área arborizada e presença de cursos d'água.

É importante salientar que o comportamento hígrico dos pontos amostrais foi extremamente variável ao longo do dia. Houve uma forte interferência da temperatura do ar e das características locais (exposição da vertente ao Sol, topografia e uso do solo) nos índices horários. Por este motivo, os valores das medidas de dispersão foram estatisticamente mais elevadas do que os registrados para a temperatura do ar.

[81] Abreu e Assis (2010) apresentaram uma metodologia com objetivo de avaliar a influência da topografia na configuração do campo térmico e ilhas de calor em regiões tropicais utilizando como estudo de caso a cidade de Belo Horizonte. Foram construídas séries temporais de temperatura do ar reduzidas ao nível hipsométrico do ponto de coleta de dados mais baixo, denominado pelos autores de ponto-base. Os resultados apontaram para um aumento geral da temperatura do ar no município e intensificação da ilha de calor nas Regionais Centro-Sul e Venda Nova.

Entretanto, dentre todos os parâmetros meteorológicos observados, o vento foi, sem dúvida, o que mais variou localmente. Esta variabilidade foi registrada tanto no quesito direção quanto na velocidade (intensidade), independente do sistema atmosférico que estava atuando. Os efeitos da geometria urbana e das edificações sobre o fluxo de ar foram mais visíveis se comparadas ao desempenho térmico e hígrico.

Foram observadas em quase todos os horários mudanças repentinas e movimentos aleatórios no fluxo de ar. A influência exercida pela rugosidade topográfica e pelas edificações, associada à altura de mensuração deste parâmetro, dificultou a identificação de uma direção preferencial das fitas presas aos abrigos meteorológicos. Sabe-se que o vento, ao se atritar com o tecido urbano, diminui a sua velocidade e modifica a forma de deslocamento, deixa de ser laminar para se tornar turbulento. As construções funcionaram como barreiras, obstruindo e canalizando grande parte da circulação local. Entretanto, na atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul eram comuns situações de calmarias, especialmente nas áreas mais baixas e adensadas da cidade.

De qualquer modo os estudos de clima urbano não se limitam somente à constatação dos “núcleos de aquecimento” e “núcleos frios” que são fatores importantes, mas não únicos. Existe uma série de elementos associados à climatologia urbana que são básicos à noção de “conforto” e “qualidade ambiental”. No caso de Belo Horizonte as pesquisas em clima urbano têm o interesse ampliado devido à escassez de contribuições nesta área de estudo. Os problemas gerados pelo rápido processo de impermeabilização e verticalização, aliados às especificidades dos fatores geoecológicos, amplificam ainda mais as condições negativas da qualidade de vida da população belorizontina.

Apesar de não ter sido objetivo desta tese é importante discutir em termos gerais alguns elementos do planejamento urbano que devem ser levados em consideração antes de qualquer ocupação, independente da área requerida pelo empreendimento. Isto porque as medidas urbanísticas podem dar suas contribuições necessárias, especialmente em nível local, para melhorar o conforto ambiental, diminuir as emissões de poluentes, economizar energia e reduzir os impactos causados pelo adensamento das edificações. A determinação das solicitações bioclimáticas do homem conduz ao estudo de instrumentação tecnológica para fornecer subsídios ao produto final arquitetônico e planejamento urbano.

Para adequar as características do clima local às exigências de salubridade e conforto térmico das edificações há que se conhecer o ritmo têmporo-espacial e as especificidades do campo térmico, hígrico e anemométrico. A maioria dos projetos de engenharia e arquitetura, bem como os estudos de impacto ambiental, utiliza somente classificações

climáticas genéricas que descrevem os padrões médios regionais, como as tradicionais classificações de Köppen e Thorntwaite & Matter. Os trabalhos de campo empregados nestes estudos são realizados em no máximo um ou dois dias, sob condições de tempo estável, desprezando as variabilidades mensais e anuais dos parâmetros meteorológicos.

Neste sentido, é importante avaliar continuadamente o comportamento dos elementos climáticos dentro do período mínimo de três anos, acompanhando as respostas locais às modificações ambientais e oscilações de curto prazo na circulação atmosférica regional. A análise periódica levará a uma visão geral, tornando possível a orientação adequada dos planejadores urbanos a fim de se manterem as condições necessárias de conforto térmico e de salubridade atmosférica.

Um segundo ponto importante seria a caracterização detalhada do sítio. Os elementos morfológicos, especialmente topografia e hipsometria, são atributos de definição da forma urbana e já predispõem o sítio a um determinado desempenho climático, conforme ressalta Monteiro (1990d). Cidades situadas em vales fechados e com intensa atividade industrial, ao emitir grande volume de poluentes e calor, têm seu clima deteriorado e insalubre - Volta Redonda (RJ) e João Monlevade (MG) são exemplos típicos.

Áreas de fundo de vale e de alta declividade não são favoráveis à ocupação devido às condições de umidade e instabilidade do solo. Assentar novos edifícios ou conjuntos habitacionais em áreas deprimidas significa expô-las a perigos de enchentes e dificultar a dissipação de poluentes. A atmosfera nestes locais apresenta baixa capacidade de regeneração, podendo aprisionar os poluentes e gerar graves problemas de contaminação.

A orientação em relação ao movimento aparente do Sol também é um fator imprescindível nas elaborações urbanísticas e arquitetônicas. O conhecimento de relações astronômico-geométricas básicas para a averiguação da posição do sol e seu manejo prático possibilitam prognósticos muito exatos, e, com isso, uma otimização do ganho térmico.

Outro ponto relevante é o tamanho do tecido urbano e a densidade populacional. Quanto maior a estrutura urbana, maiores serão as fontes produtoras de calor e de poluentes. As temperaturas mais elevadas coincidem com as áreas densamente edificadas, impermeabilizadas e populosas da cidade. No caso de Belo Horizonte, as áreas de recente verticalização e ocupação territorial, como os bairros Buritis e Castelo, deveriam prescindir de estudos preditivos, como os realizados por Assis (2003) e Vilela (2007), resultando na confecção de mapa síntese, com objetivo de orientar os empreendimentos imobiliários.

As áreas verdes têm atuado como moderadoras das temperaturas registradas em ambientes urbanos, como demonstrado nos três experimentos de campo realizados nesta tese. Nos locais onde há pouca arborização, há também pouca disponibilidade de vapor d'água na atmosfera. A radiação térmica acumulada na estrutura urbana que não é perdida pela evaporação aquece a atmosfera e a massa edificada. Já nas regiões com maior disponibilidade de áreas verdes e espaços livres, com arborizações e presença de corpos hídricos ou pequenos espelhos d'água, as temperaturas sofrem declínios em função da transformação do calor sensível em calor latente.

A vegetação de porte arbustivo, além do papel exercido na umidificação e absorção da radiação solar, pode contribuir para a criação de zonas abrigadas, mais quentes no período frio e mais frescas no verão. As praças e canteiros centrais em avenidas de grande circulação são ótimos paliativos na minimização dos ganhos térmicos, além de funcionarem como filtros naturais ao limitarem a exposição ao ar poluído. Entretanto, é importante ressaltar que o ecossistema urbano tem se mostrado bastante hostil à vida vegetal, exigindo estudos de averiguação das espécies que possuam características mais adequadas à adversidade do ambiente urbano. Segundo Oliveira (1988) e Sprin (1995), a correspondência com a vegetação nativa também deve ser ressaltada, pois possuem uma resistência natural a fatores locais que ainda persistem na estrutura urbana.

Finalmente, a caracterização do campo anemométrico deve ter um peso substancial nos estudos de impacto das estruturas urbanas. O vento é um dos parâmetros mais importantes para o estabelecimento de condições de conforto térmico e dispersão de poluentes no tecido urbano. Em determinadas escalas de planejamento pode, até certo ponto, ser controlado por meio do projeto arquitetônico e urbanístico. Estudos de simulação dos ventos junto a modelos em escala reduzida, ou modelos numéricos, deveriam ser aplicados em muitos casos, pois são a maneira mais eficiente de se planejar e evitar a formação de bolsões de calor nos espaços urbanos.

As pesquisas em clima urbano são instrumentos importantíssimos para a orientação da ocupação e planejamento territorial e ordenamento das atividades produtivas. As modificações no sítio urbano devem estar em congruência com o uso sustentável dos recursos naturais e manutenção da qualidade de vida. Em termos gerais, algumas recomendações podem ser feitas para as áreas aqui estudadas, com a finalidade de se obter melhores condições de conforto térmico, salubridade do ar e qualidade ambiental:

• Criação de novas áreas verdes, como praças e parques, e arborização de ruas e avenidas em locais onde estes elementos são deficitários;

• Criação de pequenos espelhos d’água ou corpos hígricos em meio a áreas intensamente ocupadas, impermeabilizadas, com pouca ou nenhuma área verde. A evaporação da água ajudaria no resfriamento atmosférico;

• Controle rigoroso da verticalização, especialmente nas partes mais elevadas do município, ou naquelas que funcionam como corredores naturais da circulação. A construção intercalada de edifícios de portes diferentes (altos, médios e baixos) incrementa a circulação local e facilita o escoamento superficial e a distribuição térmica por movimento turbilhonar.

• Regulamentar o uso de capeamento asfáltico e concreto em locais que já apresentam excessiva impermeabilização, estimulando assim a conservação do solo natural. Isto asseguraria a infiltração da água no solo e a evapotranspiração contribuiria também para o resfriamento atmosférico local.

• Confecção de mapas de higiene do ar e do clima como subsídio ao planejamento urbano de futuras ocupações. A finalidade dos mapas é, antes de tudo, levar os planejadores a uma consideração mais acurada dos aspectos do clima.

Os resultados obtidos nesta tese são expressivos. Apesar da altitude e o relevo configurarem-se como os principais controladores climáticos do município de Belo Horizonte, o uso do solo atual e as atividades relacionadas determinam em grande parte as especificidades e diferenças topo e mesoclimáticas. As condições de amenidade térmica e salubridade atmosférica registradas até meados do século XX já não são mais observadas. Diante desta constatação, percebe-se que o espaço urbano possui um clima profundamente alterado, sendo a ilha de calor um dos produtos destas alterações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBATE, G., CECCO, L.; MARTINI, S.; HAFNER, J.; KOWALEWSKA, H. Multisensor and multitemporal satellite study of the microclimate in the area of Rome. In: PRE-REGIONAL CONFERENCE MEETING OF THE COMMISSION ON CLIMATOLOGY: CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGE, 1998, Évora. *Abstracts...*Lisboa; 1998. p.19 - 20.

ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Geonomos*, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, dez. p.17-22, 1998.

_____; ASSIS, W. L. Diagnóstico de ilha de calor na presença de topografia: estudo de caso do município de Belo Horizonte – MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 9., 2010, Fortaleza. [*Anais eletrônicos...*] Fortaleza: UFC, 2010.

ALCOFORADO, M. J. Aplicação da climatologia ao planejamento urbano: alguns apontamentos. *Finisterra* – Revista Portuguesa de Geografia, Lisboa, v.34, n.67-68, p.83-94, 1999.

ALCOFORADO, M. J; LOPES, A.; ANDRADE, H; VASCONCELOS, J. *Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2005. 83p. Disponível em: <http://www.ceg.ul.pt/urbklim/>. Acesso em: 15 set. 2006.

ALVES FILHO, A. P. As enchentes. In_: TARIFA, J. R., AZEVEDO, T. R. et.al. Os climas da cidade de São Paulo: teoria e prática. São Paulo: *Coleção Novos Caminhos*, n.4, Departamento de Geografia, F.F.L.C.H. - Universidade de São Paulo, 2001, p.95-111.

ANDRADE, H. O clima urbano, natureza escalas de análise e aplicabilidade. *Finisterra* – Revista Portuguesa de Geografia, Lisboa, v.XL, n.80, p.67-91, 2005.

ANDRIOTTI, J. L. S. *Fundamentos de estatística e geoestatística*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2003. 165p.

ASSIS, E. S. Métodos preditivos da climatologia como subsídios ao planejamento urbano: aplicação em conforto térmico. *Terra Livre*, São Paulo, v.1, n.20, p.145-158, jan/jul. 2003.

_____. *Mecanismo de desenho urbano apropriado à atenuação da ilha de calor urbana*; análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical. 1990. 164f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

_____; MENDONÇA, R. S. R. Conforto térmico urbano: estudo de caso no bairro Floresta em Belo Horizonte, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro, *Anais*...Rio de Janeiro: UERJ, 2000.

ASSIS, W. L. *Análise do campo térmico e hígrico em Belo Horizonte*. 2001. 170f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

_____. *Utilização de mapas temáticos como subsídios aos estudos em climatologia urbana*; o caso de Belo Horizonte. 1999. 47p. Monografia (Graduação em Geografia, Licenciatura) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

ASSIS, W. L. *Estudos preliminares para um programa de diagnóstico de ilha de calor para a mancha urbana de Belo Horizonte – MG*. 1997. 84f. Monografia (Graduação em Geografia, Bacharelado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

_____. *Variações temporais e espaciais da precipitação em áreas urbanas*: estudo de caso na região oeste do município de Belo Horizonte. *Geosul*, Florianópolis, v. 24, n. 48, p 177-196, jul./dez. 2009.

_____; ABREU, M. L. Mudanças climáticas locais no município de Belo Horizonte ao longo do século XX. In: Daniel Joseph Hogan, Eduardo Marandola Jr.. (Org.). *População e mudança climática*: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: NEPO-Unicamp; Brasília: UNFPA, 2009, p. 249-275.

_____; ABREU, M. L. A ilha de calor em Belo Horizonte: um estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. [*Anais eletrônicos...*] Brasília: INMET, 1998. CD-ROM.

_____; GONTIJO, B. M. Algumas considerações sobre o Clima de Belo Horizonte; o comportamento de elementos climáticos selecionados para o período de 1931/1990. *Boletim Climatológico*, Presidente Prudente, ano 2, n.3, p.8-11. 1996.

_____; PEREIRA, R. S. Efeitos da urbanização sobre o clima local: estudo de caso no bairro Estoril em Belo Horizonte In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 6., 2004, Aracaju. [*Anais eletrônicos...*] Aracaju: UFS, 2004. CD-ROM

_____; PINTO, E. P. Características topoclimáticas nos bairros Estoril e Buritis: análise do campo térmico e hígrico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 7., 2006, Rondonópolis. [*Anais eletrônicos...*] Rondonópolis: UFMT, 2006. CD-ROM

ART, H. W (Org.) *Dicionário de ecologia e ciências ambientais*. 2º ed. São Paulo: Melhoramentos, 2001. 582p.

AVERY, T. E. & BERLIN, G. L. *Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation*. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1992, 472 p.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. 3º ed. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand, 1991. 332p.

AZEVEDO, T. R. Distribuição espacial da ocorrência dos maiores totais diários de precipitação na RMSP e arredores em função da intensidade relativa da atividade urbana. *GEOUSP* – Espaço e Tempo, São Paulo, n.12, p.89-104. 2002.

BAPTISTA, G. M. de M. Mapeamento do seqüestro de carbono e de domos urbanos de CO2 em ambientes tropicais, por meio de sensoriamento remoto hiperespectral. *Geografia*, Rio Claro, v. 29, n.2, p.189-202, mai./ago. 2004.

BARRETO, A. *Belo Horizonte*: memória histórica e descritiva. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1995. 2 v. (Coleção mineiriana, Série clássicos)

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. *Atmosphere, weather and climate*. 8. ed. London: Routledge, 2003. 421p.

BAUMGRATZ, S. S. O Planejamento urbano de Belo Horizonte e seus problemas geomorfológicos. *Geografia*, Rio Claro, v.13, n.25, p.117-131, abr. 1988.

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal Adjunta de Regulação Urbana. *Lei de parcelamento, ocupação e uso do solo urbano de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, SMARU, 2000. Disponível em <http://www.pbh.gov.br/mapas/leiuso/lei-8137.htm>. Acesso em: 23 fev. 2008.

BERNADES, J. A.; FERREIRA, F. P. M. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. (org.). *A questão ambiental, diferentes abordagens*. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003. p.17-42.

BIAS, E. S.; BAPTISTA, G. M. M; LOMBARDO, M. A. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. *Anais...*São José dos Campos: INPE, 2006. p.1741-1748.

BRANCO, S. M., MURGEL, E. *Poluição do ar*. São Paulo: Moderna, 1995. 87p.

BRANDÃO, A. M. *O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro*. 1996. 365f. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia, F.F.L.C.H, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BRYSON, R. A., ROSS, J. *The climate of the city*. In: *Urbanization and Environment*, DETWYLER, T.R. and MARCUS, M. G (Org.)., Belmont: Duxbury Press, 1972, p.52-66.

CAVALCANTI, A. *Belo Horizonte e seu clima*. Belo Horizonte: Publicitá Comunicação e Propaganda Ltda, 1948. 113p.

COELHO, C. W. G. A. *Estudo da variabilidade espacial das chuvas em Belo Horizonte a partir da expansão da rede pluviométrica*: uma análise qualitativa. 2006. 107f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

COLE, F. W. *Introduction to meteorology*. 2 ed. New York: John Wiley & Sonc, 1975. 495p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução n. 297,* de 26 de fevereiro de 2002. Dispõem sobre a normatizacão do limite de emissão de gases por automotores, ciclomotores, motociclos e veículos similares. *Ministério de Ciência e Tecnologia*, Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mct.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2008.

CORRIERI, P. G. *Contribuição ao estudo do clima em Belo Horizonte*: comportamento pluviométrico e térmico do período 1910/1977. 1978. 67f. Monografia (Graduação em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1978.

COSTA, A. C., MATTOS, A. Estudo da ilha de calor urbana na cidade de Belém (PA). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 3., 1998, Salvador. [*Anais eletrônicos...*] Salvador: UFBA, 1998. CD-ROM.

CREPANI, E; DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y. E.; FIDALGO, E. C. C. *Sensoriamento remoto e geoprocessamento no mapeamento regional da cobertura e uso atual da terra*. Geografia, Rio Claro, Vol. 27(1), p. 119-135, abr. 2002.

CRITCHFIELD, H. J. *General climatology*. 4. ed. New Jersy: Prentice-Hall, 1983. 453p.

DANNI, I. M. A ilha térmica de Porto Alegre; contribuição ao estudo do clima urbano. *Boletim Gaúcho de Geografia*, Série Geografia, AGB-RS, Porto Alegre: n.8, p.33-47, 1980.

DREW, D. *Processos interativos homem-meio ambiente*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 206p.

DRUCK, S; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. *Análise espacial de dados geográficos*. Planaltina DF. Embrapa Cerrado, 2004. 209p.

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlação e proposta de um indicador. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.3, n.2, p.7-20, abr./jun. 2003.

ENDLICHER, W. *et al*. Weather types, urban heat island, and local wind sistems in Mendoza/Argentina. In: PRE-REGIONAL CONFERENCE MEETING OF THE COMMISSION ON CLIMATOLOGY: CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGE, 1998, Évora. *Abstracts...*Lisboa; 1998. p.13-14.

EPSTEIN, P. R. ROGERS, C. *Inside the greenhouse, the impacts of CO_2 and climate change on public health in the inner city*. Report from the center for health and the global environment Harvard Medical School. 2004. 28p. Disponível em: <http://resultsforamerica.org/calendar/files/Bigreportwithpics.pdf>. Acesso em: 15 set. 2007.

FERREIRA, A. G. *Meteorologia prática*. São Paulo: Oficina de Texto, 2006. 188p.

FERREIRA, M. G. O *sítio e a formação da paisagem urbana*; o caso de Belo Horizonte - MG. Belo Horizonte: Instituto de Geociências da UFMG, 1997. 180f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

FERREIRA, V. O. *Eventos pluviais concentrados em Belo Horizonte–MG*: caracterização genética e impactos físicos-ambientais. 1996. 150f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

FIALHO, E. S. *Análise têmporo-espacial do campo térmico na Ilha do Governador / RJ em episódios de verão e inverno*. 2002. 165f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

FILHO, A. P. A; RIBEIRO, H. Configuração espacial de eventos de precipitação extrema na região metropolitana de São Paulo: interações entre a ilha de calor e a penetração da brisa oceânica. *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, São Paulo, v.2, n.5, Artigo 1, dez 2007. Disponível em: <http://www.interfacehs.sp.senac.br/images/artigos/93_pdf.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2008.

FLANNERY, T. F. *Os senhores do clima*. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2007. 388p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Indicadores de saúde e ambiente, relatório da oficina de trabalho realizada durante o IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia - EPIRIO/ 98. *Informe Epidemiológico do SUS*, 1998; VII(2): 45-53.

GAUSSEN, H; BAGNOULS, F. Estação seca e índice xerotérmico. *Boletim Geográfico*, ano XX, n. 169: 37.369, 1962. (Tradução de Ruth Simões Bezerra dos Santos).

_____. Les climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie*, année LXVI, n. 355: 175-220, mai-juin. 1957.

GIOVANNINI, J. *O Clima de Bello Horizonte*. Bello Horizonte: Imprensa Oficial de Minas Geraes. 1930. 57p.

HANSEN, J. Desarmando a bomba-relógio do aquecimento global. *Scientific Americam Brasil*, São Paulo, Edição Especial, n.12, p.16-25, set. 2005.

HASENACK, H.; FLORES, F. E. V. Relações entre temperatura do ar e obstrução do horizonte local em Porto alegre (RS) sob tempo anticiclônico. *Pesquisa*, Porto Alegre, v.21, n.1, p.12-16, 1994.

HENDERSON-SELLERS, A. *Contemporary climatology*. London: Longman Scientific & Technical, 1986. 439p.

HIDORE, J. J.; OLIVER, J. E. *Climatology*: an atmospheric science. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 410p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET: *Normais Climatológicas (Minas Gerais - Espírito Santo - RJ - Guanabara) de 1931 a 1960*. vol. 3, Ministério da Agricultura - Escritório de Meteorologia.

_____: *Normais Climatológicas - Brasil - de 1961 a 1990*. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - Departamento Nacional de Meteorologia.

_____: 5° DISME/INMET: *Dados meteorológicos mensais do município de Belo Horizonte entre 1910 a 1920;* Posto Meteorológico de Belo Horizonte - Parque Municipal. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - Departamento Nacional de Meteorologia.

_____: 5° DISME/INMET: *Dados meteorológicos mensais do município de Belo Horizonte entre 1920 a 1935;* Posto Meteorológico de Belo Horizonte – Praça da Liberdade. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - Departamento Nacional de Meteorologia.

_____: 5° DISME/INMET: *Dados meteorológicos mensais do município de Belo Horizonte entre 1940 a 1969;* Estação Meteorológica – Lourdes. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - Departamento Nacional de Meteorologia.

_____: 5° DISME/INMET: *Dados meteorológicos mensais do município de Belo Horizonte entre 1966 a 1986;* Estação Meteorológica – Horto. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - Departamento Nacional de Meteorologia.

_____: 5°DISME/INMET: *Dados meteorológicos mensais do município de Belo Horizonte entre 1986 a 2009*. Estação Climatológica – Lourdes. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - Departamento Nacional de Meteorologia.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Estimativas das populações residentes em 1º de julho de 2009, segundo os municípios*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009_DOU.pdf/>. Acesso em: 03 set. 2009.

_____. *Censo demográfico 2000*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 fev. 2008.

_____. *Atlas geográfico escolar*. (3ª ed.). Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Carta topográfica de Belo Horizonte*. Rio de Janeiro, 1979a. Escala 1:50.000, folha SE-23-Z-C-VI-3.

_____. *Carta topográfica de Belo Horizonte*. Rio de Janeiro, 1979b. Escala 1:25.000, folha SE-23-Z-C-VI-3-A.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). *Climanálise*: boletim de monitoramento e análise climática. São José dos Campos, n°. espec. out. 1986. 125p.

_____. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). *Síntese sinótica mensal de março de 2009*. São José dos Campos, mar. 2009. 13p. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/Sintese_0808.pdf>. Acesso em: jun. 2009a.

_____. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). *Síntese sinótica mensal de junho de 2009*. São José dos Campos, jun. 2009. 13p. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/Sintese_0808.pdf>. Acesso em: jun. 2009b.

_____. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). *Síntese sinótica mensal de agosto de 2008*. São José dos Campos, ago. 2008. 22p. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/Sintese_0808.pdf>. Acesso em: set. 2008.

IPCC. *Climate change 2007*: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Disponível em: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf. Acesso em: out. 2007.

JAUREGUI, E.; ROMALES, E. Urban Effects on Convective Precipitation in Mexico City. *Atmospheric Enviromment*, v.30, n.20, p.3383-3389. 1996.

JENSEN, J. R. *Introductory digital image processing*. 3. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2005. 526p.

KURKDJIAN, M.L.N.O. *Um método para identificação e análise de setores residenciais urbanos homogêneos*, através de dados de Sensoriamento Remoto com vistas ao planejameno urbano. 1986. 158f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (INPE 6358-TAE/026).

KURZ, R. Natureza em ruínas. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 17 jun. 2001. Caderno mais, p.3.

LANDSBERG, H. E. The urban heat island. In: *The urban climate*. v.28. New York: Academic Press, 1981. 275p.

LEFEBVRE, H. *A revolução urbana*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999. 178p.

LOPES, A. Modelling night temperatures in the south of the Lisboa peninsula with a GIS. In: PRE-REGIONAL CONFERENCE MEETING OF THE COMMISSION ON CLIMATOLOGY: CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGE, 1998, Évora. *Abstracts...*Lisboa: 1998. p.25-26.

LÓPEZ GÓMEZ, A (Coord.). *El clima de las ciudades españolas*. Madrid: Cátedra, 1993. 268p.

LOMBARDO, M. A. *Ilha de calor nas metrópoles*: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

LOWRY, W. P. Urban effects on precipitation amount. *Progress in Physical Geography*. London, v. 22, n. 4, p. 447-520, 1998.

_____. Empirical estimation of urban effects on climate: a problem analysis. *Journal of Applied Meteorology*. Boston, v.16, issue 2, p.129-135, fev. 1977.

LUCAS, T. P. B. *Chuvas persistentes e ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul na Região Metropolitana de Belo Horizonte*. 2007. 158f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

MACHADO, A. J.; AZEVEDO, T. R. Parametrização da emissão termoradiativa aplicada à análise do conforto urbano. *GEOUSP* – Espaço e Tempo, São Paulo, n.19, p.179-198. 2006.

MARENGO, J. A. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade*: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 212p.

MATOS, R. E. S. *Planejamento urbano e legislação urbanística*: o caso de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Instituto de Geociências da UFMG, Departamento de Geografia. 1988.

MENDONÇA, F. A. *O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno*, proposição metodológica para o estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR. 1995. 322f. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

_____.; DUBREUIL, V. Termografia de superficie e temperatura do ar na RMC (Região Metropolitana de Curitiba/PR). *R. RA'E GA*, Curitiba, n.9, p-25-35. 2005.
MÓL, C. R. F. *Mudanças climáticas em Belo Horizonte*; analisadas através dos parâmetros; temperatura e precipitação. 1984. 57f. Monografia (Graduação em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1984.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do Pacífico. *Revista Climanálise*, ano 3, n.1, ago. 2005. Disponível em: < http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/Artigo_Aquecimento_0805.pdf>. Acesso em: jun. 2008.

_____. *Desmistificando o aquecimento global*. 2007. Disponível em: http://www.alerta.inf.br/files/molion_desmist.pdf. Acesso em: jun. 2008.

MONTÁVEZ, J. P.; RODRÍGUES, A.; SÁNCHEZ, E.; JIMÉNEZ, J. I. An analysis of urban and rural temperature records for some cities of Andalucia. In: PRE-REGIONAL CONFERENCE MEETING OF THE COMMISSION ON CLIMATOLOGY: CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGE, 1998, Évora. *Abstracts...*Lisboa; 1998. p.21-22.

MONTEIRO, C. A. F. *Frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada suboriental do Brasil*. São Paulo, Série Teses e Monografia 1, USP-IG, 1969, 68p.

_____. *Análise rítmica em climatologia*; problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo, Série Climatologia Dinâmica I, USP-IG, 1971, 21p.

_____. *Teoria e clima urbano*. São Paulo: IG06-USP, 1976. (Série Teses e Monografias n. 25).

MONTEIRO, C. A. F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano do Brasil*. GEOSUL*, Florianópolis, v.5, n.9, p.07-19. 1990a.

_____. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura*. GEOSUL*, Florianópolis, v.5, n.9, p.61-79. 1990c.

_____. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano; estratégia de abordagem geográfica*. GEOSUL*, Florianópolis, v.5, n.9, p.80-114. 1990d.

_____. Environmental Problems in São Paulo Metropolitan Area: the role of urban climate with special focus on flooding. In: Symposium on Geographical Aspects of Environmental Problems in Highly Urbanized Territories. 24 th International Geographical Congress, IGU, Tokio, 1980.

_____; MENDONÇA, F. A*. Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

_____; SEZERINO, M. de L. *O campo térmico da cidade de Florianópolis*; primeiros experimentos*. GEOSUL*, Florianópolis, v.5, n.9, p.20-60. 1990.

MONTEIRO, C. A. F; TARIFA, J. R. *Contribuição ao estudo do clima de Marabá:* uma abordagem de campo subsidiária ao planejamento urbano. São Paulo: USP, 1977. (Climatologia, n.7).

MOREIRA, A. A. M. *Síntese climática de Belo Horizonte*. 1990. 73f. Monografia (Graduação em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1990.

MOREIRA, J. L. B. *Estudo da distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte e seu entorno*. 2002. 186f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

NICHOL, J. Remote Sensing of Urban Heat Island by Day and Night. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v.71, n.5, p.613–621. may. 2005.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 421p.

NUNEZ, M; OKE, T. R. The energy balance of an urban canyon. *Applied Meteorology*, v.16, p.11-19. jan. 1977.

OKE, T. R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *Instruments and observing methods*: report nº81. WMO/TD Nº 1250. 2004. Disponível em: http://www.geog.ubc.ca/~toke/IOM-81-UrbanMetObs.pdf>. Acesso em 10 out. 2007

_____. Urban climate global environmental change. In: R. D. THOMPSON and E. PERRY. *Applied climatology*. London: Routledge, 1999. cap.4, p.273-286. 1999.

_____. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale and field observations. *Journal of Climatology,* v.1, p.237-254, 1981.

_____. *Boundary layer climates*, London: Methuem & Co. LTD, 1978. 372p.

OLIVEIRA, C. *Dicionário cartográfico*. Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 447 p.

OLIVEIRA, P. M. P. *Cidade apropriada ao clima*: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. 1988. 120f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 1988.

OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1981. 425p.

PEREIRA FILHO, A. J. Chuvas de Verão e as Enchentes na Grande São Paulo: El Niño, Brisa Marítima e Ilha de Calor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. *Anais*..., Rio de Janeiro: 2000. p.1391-1398.

PETIT, J. R; JOUZEL, J.; RAYNAUD, D.; BARKOV, N. I.; BARNOLA, J. M.; BASILE, I.; BENDER, M.; CHAPPELLAZ, J.; DAVISK, M.; DELAYGUE, G.; DELMOTTE, M.; KOTLYAKOV, V. M.; LEGRAND, M.; LIPENKOV, V. Y.; LORIUS, C.; PÉPIN, L.; RITZ, C.; SALTZMANK, E.; STIEVENARD, M. Climate and atmospheric history of the past 420.000 past years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, v. 399, p. 429-436, Jun. 1999.

PLAMBEL. Belo Horizonte. O processo de formação do espaço urbano da RMBH. In: *A estrutura urbana da RMBH*; diagnóstico e prognóstico – 1897/1985. Belo Horizonte, v.1. 1986.

PRETOR-PINNEY, G. *Guia do observador de nuvens*. Rio de Janeiro: Editora Intrínseca Ltda, 2008. 320p.

PRODABEL. *Mapa do município de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 2002: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Escala 1:25.000.

_____. *Base topográfica digital do município de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 2001: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Escala 1:5.000.

_____. *Mapa topográfico do município de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 1989: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Escala 1:10.000.

RIBEIRO, C. M.; MOL, C. R. F. Avaliação das mudanças climáticas em Belo Horizonte; análise dos parâmetros temperatura e precipitação. In: SIMPÓSIO DE SITUAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE-MG, 1985, Belo Horizonte. *Anais*..., Belo Horizonte: ABGE/IGC - UFMG, 1985. p.66-77.

ROCHA, C. H. B. *Geoprocessamento*: tecnologia transdisciplinar. 3º ed. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2007. p.220.

ROE, G. In defense of Milankovitch. *Geophysical Research Letters*, v. 33, L24703, p.1-5, 2006.

RODRIGUES, D, M. Condições climáticas de Minas Gerais. *Boletim Mineiro de Geografia*, Belo Horizonte, v.7, n.12, p.32-36, Jul. 1966.

ROTH, M.; OKE, T. R.; EMERY, W. Satellite – derived urban heat islands from three coastal cities and the utility of such data in urban climatology. *International Journal of Remote Sensing*, v. 10, p. 1699-1720, 1989.

RUDDIMAN, W. F. Quando os humanos começaram a alterar o clima. *Scientific Americam Brasil*, São Paulo, Edição Especial, n.35, p.58-65, set. 2005.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. *História ecológica da Terra*. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1994. 307p.

SAMPAIO, A H. *Correlação entre uso do solo e ilhas de calor no ambiente urbano*; o caso de Salvador. 1981. 88f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Departamento de Geografia, F.F.L.C.H, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

SANTOS, R. M. *Influência da morfologia urbana nas condições de conforto térmico em uma fração urbana da cidade de Belo Horizonte*. 1999. 128f. (Dissertação, Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração tecnologia) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 1999.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, N. Alterações microclimáticas em ambientes de favela: metodologia de avaliação empregada na favela de Paraisópolis – São Paulo, Brasil, 2003. *GEOUSP* – Espaço e Tempo, São Paulo, n.18, p.171-186. 2005.

SONNEMAKER, J. B. *Meteorologia*. São Paulo: Asas Edições e Artes Gráficas Ltda, 2005. 208p

SOUZA, D. O.; BAPTISTA, G. M. M. Análise da influência da resolução espacial na determinação das ilhas de calor urbanas em São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., abril 2005, Goiânia. *Anais...*São José dos Campos: INPE, p.4525-4530. 2006.

SPRIN, A. W. *O jardim de granito*: a natureza no desenho da cidade. São Paulo: Edusp, 1995. 345p.

STURMAN, A. P. Applied Climatology. *Progress in Physical Geography*, London, v. 22, n. 4. 1998. p. 558-565.

TARIFA, J. R. Análise comparativa da temperatura e umidade relativa na área urbana e rural de São José dos Campos (SP), Brasil*. Geografia*, Rio Claro, v.2, n.4, p.59-80, out. 1977.

TARIFA, J. R; ARMANI, G. Os climas naturais. In: TARIFA, J. R., AZEVEDO, T. R. et.al. Os climas da cidade de São Paulo: teoria e prática. São Paulo: *GEOUSP* - Coleção Novos Caminhos, n.4, 2001a, p.34-46.

_____. Os climas urbanos. In: TARIFA, J. R., AZEVEDO, T. R. et.al. Os climas da cidade de São Paulo: teoria e prática. São Paulo: *GEOUSP* - Coleção Novos Caminhos, n.4, 2001b, p.47-70.

TEZA, C. T. V.; BAPTISTA, G. M. M. Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperatura (III): metrópoles brasileiras. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. *Anais...*São José dos Campos: INPE, 2006. p.3911-3918.

THIELEN, J.; GADIAN, A. Influence of Topography and Urban Heat Island Effects on the Outbreak of Convective Storms Under Unstable Meteorological Conditions: a Numerical Study. *Meteorological Applications*. v.4, p.139-149, 1997.

TUBELIS, A. *Meteorologia descritiva*: fundamentos e aplicações. São Paulo. Nobel, 1984, 374p.

UNGER, J. Wind and heat island intensity. In: PRE-REGIONAL CONFERENCE MEETING OF THE COMMISSION ON CLIMATOLOGY: CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGE, 1998, Évora. *Abstracts...*Lisboa; 1998. p.11.

VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e climatologia*. Brasília: INMET, Gráfica e Editora Stilo, 2000. 532p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa: UFV, 1991. 449p.

VIANELLO, R. L.; SEDIYAMA, G. C.; FERNANDES, A. S.; GEMIACHI, L. Variabilidades climáticas e seus impactos na agricultura de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.29, n.249, p.19-37. set/out. 2008.

VILELA, J. A. *Variáveis do clima urbano:* análise da situação atual e prognósticos para a região do bairro Belvedere III, Belo Horizonte, MG. 2007. 213f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

VILLAS BOAS, M. *Considerações sobre urbanização e meio ambiente físico*. Módulo de Ensino 2. Curso de especialização sobre controle de ambiente em arquitetura, Brasília, CAPES-MEC, 1983.

VOOGT, J. A.; T. R. OKE. Complete urban surface temperatures. *Journal of Applied Meteorology*, v.36, p.1117-1132, set. 1997.

_____. Effects of urban surface geometry on remotely – sensed surface temperature. *International Journal of Remote Sensing*, n.19, p.895-920, 1998.

_____. Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, n.86, p.370-384, 2003.

XAVIER, H., GOUVEIA; L. A. Influência do clima nas habitações; estudo de caso em conjuntos residênciais populares na periferia de Belo Horizonte a partir da aplicação do modelo de Mahoney. *Cadernos de Geografia*, Belo Horizonte, v.2, n.3, p. 9-27, jul.1992.

YAAKOV, Y., POTCHTER, O., BITAN, A. The influence of a small urban park on climatical parameters; a case of Gan-Meir, Tel-Aviv. In: PRE-REGIONAL CONFERENCE MEETING OF THE COMMISSION ON CLIMATOLOGY: CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGE, 1998, Évora. *Abstracts...*Lisboa; 1998. p.3.

YAP, D; OKE, T. R. Sensible heat fluxes over an urban area: Vancouver, B.C. *Journal of Applied Meteorology,* v.13, p.880-890, dez. 1974.

ANEXOS

Anexo 1 – Histórico da Localização das Estações Meteorológicas do 5ºDISME/INMET no Município de Belo Horizonte - MG

Histórico da Localização da Estação Meteorológica de Belo Horizonte

Início	Fechamento	Localização	Tipo	Código	Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	Altitude
03/03/1910	30/09/1920	Parque Municipal, junto à atual Escola de Medicina	Posto Meteorológico		19º 55' 29,5" S	43º 57' 06,9" W	(23K) 7.796.538 m	(23K) 612.083 m	857,0 m
01/10/1920	31/12/1935	Praça da Liberdade	Posto Meteorológico		19º 55' 27,0" S	43º 56' 32,0" W	(23K) 7.795.745 m	(23K) 611.184 m	894,6 m
01/07/1942	30/11/1967	Lourdes. Ministério da Agricultura, Av. do Contorno nº 8159	Estação Principal	83587	19º 56' 02,1" S	43º 57' 06,9 " W	(23K) 7.795.487 m	(23K) 609.687 m	915,0 m
01/08/1962	10/10/1966	Horto. Instituto Agronômico, junto à ponte perto do CETEC.	Estação Auxiliar	83039	19º 53' 21,6" S	43º 54' 47,6" W	(23K) 7.800.386 m	(23K) 613.780 m	829,0 m
01/01/1968	31/12/1969	Lourdes. Ministério da Agricultura, Av. do Contorno nº 8159	Estação Auxiliar		19º 56' 02,1" S	43º 57' 06,9 " W	(23K) 7.795.487 m	(23K) 609.687 m	915,0 m
10/10/1966	14/03/1986	Horto. Instituto Agronômico.	Estação Principal	83587	19º 53' 52,0" S	43º 54' 48,5" W	(23K) 7.799.456 m	(23K) 613.738 m	853,0 m
15/03/1986	Atual	Lourdes. Ministério da Agricultura, Av. do Contorno nº 8159	Estação Principal	83587	19º 56' 02,1" S	43º 57' 06,9 " W	(23K) 7.795.487 m	(23K) 609.687 m	915,0 m

Histórico da Localização da Estação Meteorológica da Gameleira

Início	Fechamento	Localização	Tipo	Código	Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	Altitude
01/01/1912	31/05/1942	Gameleira. Instituto João Pinheiro, atual quartel do 5º Batalhão da Polícia Militar	Estação Auxiliar		19º 55' 55,9" S	43º 59' 23,4" W	(23K) 7.795.449 m	(23K) 605.714 m	905 m

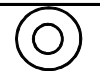
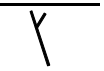
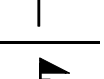
Histórico da Localização da Estação Aero-Climatológica de Belo Horizonte

Início	Fechamento	Localização	Tipo	Código	Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	Altitude
01/12/1932	31/12/1957	Feira de Amostra, atual Rodoviária.	Posto Pluviométrico		19º 54' 50,5" S	43º 56' 27,6" W	(23K) 7.797.677 m	(23K) 610.843 m	845 m
01/01/1958	30/11/1967	Lourdes. Ministério da Agricultura, Av. do Contorno nº 8159	Estação Aero-Climatológica		19º 56' 02,1" S	43º 57' 06,9 " W	(23K) 7.795.487 m	(23K) 609.687 m	913 m

Organizado por Wellington Lopes Assis (2007)

Código não identificado

ESCALA BEAUFORT - EÓLICA

Número Beaufort	Vento	Velocidade do Vento			Efeitos causados pelo Vento		
		Nós	Milhas/h	m/s	No Mar	Na Terra	Símbolo
0	***Calmaria***	0,0	0,0	0,0	superfície da água calma, como um espelho	ar parado; a fumaça sobe verticalmente	
1	***Bafagem***	1 - 3	1 - 3	0,3 - 1,5	apenas rugas ou pequenas ondas, sem cristas de espuma	a fumaça é soprada na direção do vento, mas os cata-ventos permanecem imóveis	
2	***Aragem***	4 - 6	4 - 7	1,6 - 3,3	ondulações distintas, pequenas e curtas, mas sem arrebentação	vento sentido no rosto; folhas farfalham, sem arrebentação	
3	***Fraco***	7 - 10	8 - 12	3,4 - 5,3	ondulações largas começam a quebrar, espuma cristalina, carneiros ocasionais	folhas e galhos se movem constantemente; o vento desfralda pequenas bandeiras	
4	***Moderado***	11 - 16	13 - 18	5,5 - 7,9	pequenas ondas um pouco mais extensas com carneiros bastante frequentes	o vento levanta poeira e papéis soltos e move pequenos galhos e ramos	
5	***Fresco***	17 - 21	19 - 24	8,8 - 10,7	ondas pronunciadas claramente alongadas, muitos carneiros, borrifos isolados	pequenas árvores com folhas balançam; ondulações com cristas nos lagos	
6	***Muito Fresco***	22 - 27	25 - 31	10,8 - 13,8	grandes ondas quebrando com extensas cristas de espuma branca; borrifos prováveis	grandes galhos se movem, cabos telegráficos sibilam, é difícil controlar os guardas-chuvas	
7	***Forte***	28 - 33	32 - 38	13,9 - 17,1	mar grosso; faixa de espuma branca começam a ser sopradas na direção do vento	árvores inteiras se movem; os transeuntes encontram alguma resistência do vento	
8	***Muito Forte***	34 - 40	39 - 46	17,2 - 20,7	ondas moderadamente altas com cristas de extensão considerável, faixas de espuma branca bem marcadas; borrifos são soprados das cristas	os galhos das árvores se quebram, impedindo as pessoas de andarem	
9	***Duro***	41 - 47	47 - 54	20,8 - 24,4	ondas altas, mar encapelado, borrifos de densa espuma branca reduzem a visibilidade	leve dano estrutural; chaminés e telhados arrancados	
10	***Muito Duro***	48 - 55	55 - 63	24,5 - 28,4	mar encapelado, pesado, com ondas muito altas; cristas proenientes; grandes extensões e densas faixas de espuma	muito dano estrutural; árvores arrancadas com raíz; raramente isso acontece nos lagos	
11	***Tempestuoso***	56 - 65	64 - 75	28,5 - 32,6	ondas extraordinariamente altas e depressões profundas; superfície do mar com faixas de espuma; borrifos fortes impedem a visibilidade	dano generalizado; muito raramente isso é sentido nos lagos	
12	***Furacão***	+ 65	+ 75	32,7 - 36,9	superfície do mar inteiramente branca; ar cheio de espuma e borrifos		

FONTE: Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais, UNESP. (1998)

APÊNDICES

Apêndice 1 - Localização e Características dos Pontos Amostrais do Campo I e II

Ponto 1 – Bairro Mangueiras / Regional Barreiro





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
20º 00' 50,9" S	44º 02' 10,6" W	(23K) 7.786.658m	(23K) 600.806m	1003,0m

O P1 localiza-se na Rua José Luiz Raso no bairro Mangueiras, pertencente à Regional Barreiro, sendo o local mais meridional da área de estudo. Está na divisa entre os municípios de Belo Horizonte e Ibirité. É um bairro de uso residencial, com habitações unifamilares, que raramente ultrapassam dois pavimentos. No entorno a verticalização é quase inexistente e a impermeabilização do solo está restrita às ruas e avenidas. Existem inúmeros quintais e áreas públicas sem nenhum tipo de capeamento, além de praças e lotes vagos. O tráfego de veículos nas proximidades do P1 é pouco expressivo. Somente nas avenidas Senador Levindo Coelho e Solferina Ricci Pace, que dão acesso aos municípios de Ibirité e Contagem respectivamente, é possível observar um fluxo mais intenso. O abrigo foi instalado a 1003 metros de altitude na média vertente de uma colina côncava-convexa. O relevo neste local é movimentado devido à proximidade com a Serra do Curral. Entretanto, são poucos os cortes abruptos na topografia nas vizinhanças do P1. Devido à sua proximidade com a Cidade Industrial, 3,5 km em linha reta, parte da poluição e do material particulado expelido pelas siderúrgicas atingem a região, especialmente sob atuação de ventos do quadrante Oeste. Isto pode ser constatado pela fuligem impregnada nas paredes das residências.

Ponto 2 – Bairro Teixeira Dias / Regional Barreiro





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 59' 13,3" S	44º 01' 06,3" W	(23K) 7.789.647m	(23K) 602.691m	1007,0m

O P2 localiza-se na Rua Wilson Tavares Ribeiro no bairro Teixeira Dias, pertencente à Regional Barreiro. É o terceiro local mais alto da área de estudo. Está a menos de 2,0 Km do município de Contagem. É um bairro de uso residencial com predomínio de habitações unifamiliares, de um a dois pavimentos. Entretanto, existem edifícios isolados de três e quatro andares na área de recente verticalização situada a nordeste do P2 na divisa com Barreiro. A arborização é razoável nas principais ruas e avenidas. Boa parte das residências possui quintais sem impermeabilização e com presença de algum tipo de vegetação. O tráfego de veículos nas proximidades do local de coleta é pouco expressivo. Entretanto, na Rua Antônio Teixeira Dias, onde se localiza grande parte do comércio local, e na Via do Minério, que dá acesso à Regional Oeste, o fluxo de veículo é muito intenso. O abrigo foi instalado a 1007 metros de altitude na média vertente de uma colina côncava-convexa. A topografia da região é um pouco irregular. Existem declives acentuados em algumas ruas a SE do P2. A sua proximidade com a Cidade Industrial, 2,0 km em linha reta, faz com que nos dias com ocorrência de inversões térmicas haja formação de névoa-seca e acúmulo de poluição nos vales e depressões.

Ponto 3 – Bairro Milionários / Regional Barreiro





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 58' 35,9" S	43º 59' 59,9" W	(23K) 7.790.785m	(23K) 604.628m	1023,0m

O P3 localiza-se na Rua Dona Lalá Fernandes no bairro Milionários, pertencente à Regional Barreiro. É o segundo ponto mais alto da área de estudo e está a poucos metros de uma importante siderúrgica do município de Belo Horizonte. O uso predominante neste bairro é o residencial unifamiliar, com edificações de um a dois pavimentos em média. Entretanto, existem prédios isolados e conjuntos habitacionais de três a quatro andares entre as ruas Dona Luiza e Americanos. A atividade comercial está concentrada nas ruas Eduardo Carlos e Dr. Cristiano Rezende. Há inúmeros lotes e quintais sem nenhum tipo de capeamento. A arborização se restringe a algumas ruas e às poucas praças existentes. O tráfego de veículos nas proximidades do P3 é expressivo, pois é uma das vias de acesso à Praça do Cristo Redentor (1036,0m), ponto turístico do bairro, e à Via do Minério, que liga as regionais Oeste e Barreiro. O abrigo foi instalado a 1023 metros de altitude na alta vertente de uma colina côncava-convexa. O relevo neste local é bastante movimentado devido à proximidade com a Serra do Curral. Existem desníveis topográficos significativos a montante de um dos afluentes do ribeirão Bom Sucesso, distante 200 metros do P3. Por estar próximo da Cidade Industrial (800m), parte da poluição e do material particulado expelido pelas siderúrgicas atingem a porção noroeste do bairro, especialmente sob atuação de sistemas atmosféricos estáveis.

Ponto 4 – Bairro Estrela do Oriente / Regional Oeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 57' 56,5" S	43º 59' 13,1" W	(23K) 7.791.987m	(23K) 605.995m	925,0m

O P4 localiza-se na Rua Estrela Brilhante no bairro Estrela do Oriente, pertencente à Regional Oeste. Está na divisa dos bairros Betânia e Palmeiras. O uso predominante no bairro é o residencial unifamiliar, com edificações de um a dois pavimentos em média. Entretanto, existem prédios isolados e conjuntos habitacionais de três a quatro andares nas ruas Canoas, Dezessete e São Felicíssimo. A atividade comercial é intensa e concentra-se nas imediações da Rua Úrsula Paulino. Há lotes e quintais sem nenhum tipo de impermeabilização. A arborização é razoável. Boa parte das residências possuem quintais e conta com algum tipo de vegetação. A região tem um horto florestal (Parque Ecológico Jacques Costeau) situado a 400m do P4. O tráfego de veículos nas proximidades do local de coleta é inexpressivo. Entretanto, é intenso na Rua Úrsula Paulino e na Av. Augusto José dos Santos, pois são as principais vias de acesso aos bairros da Regional Barreiro e aos bairros Palmeiras e Buritis. O abrigo foi instalado a 925 metros de altitude na baixa vertente de uma colina côncava-convexa. O relevo neste local é suavizado, e os maiores desníveis topográficos estão nas proximidades do Anel Rodoviário e da Vila Paraíso.

Ponto 5 – Bairro Camargos / Regional Noroeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 56' 05,6" S	44º 01' 03,6" W	(23K) 7.795.417m	(23K) 602.803m	942,0m

O P5 localiza-se na Rua Nylton Moreira Veloso, no bairro Camargos, pertencente à Regional Noroeste, limítrofe aos municípios de Belo Horizonte e Contagem. O abrigo foi instalado na média vertente de uma colina côncava-convexa a uma altitude média de 942 metros. A maior parte da região está sobre o granito-gnaisse, apresentando poucos cortes abruptos na topografia. É um bairro de uso residencial com habitações de um a dois pavimentos. Entretanto existem conjuntos habitacionais com prédios de 3 e 4 andares ao longo das ruas Ester Augusta Ribeiro, Padre Tiago de Almeida e Joaquim Gonçalves Pimenta. A arborização é deficitária e está restrita a alguns quintais e lotes vagos; há somente duas praças com vegetação arbustiva. O tráfego de veículos nas imediações do P5 é intenso devido à sua proximidade com a Via Expressa (210m) e com a avenida Babita Camargos (900m) e Anel Rodoviário (1010m), que dão acesso ao município de Contagem. A salubridade atmosférica é comprometida na região. Poucos metros separam o bairro Camargos das principais indústrias e siderúrgicas da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Isto pode ser comprovado pela fuligem impregnada nas paredes e muros das residências, alterando as cores originais.

Ponto 6 – Bairro Coração Eucarístico / Regional Noroeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 20,1" S	43º 59' 10,2" W	(23K) 7.796.796m	(23K) 606.109m	857,0m

O P6 localiza-se na Rua Dom Joaquim Silvério, no bairro Coração Eucarístico, pertencente à Regional Noroeste. O abrigo foi instalado na baixa vertente de uma colina suavizada a uma altitude média de 857 metros. A maior parte da região está sobre o granito-gnaisse, apresentando poucos cortes abruptos na topografia. O uso do solo predominante é o residencial multifamiliar, com edificações de três a quatros pavimentos. Existe um forte comércio ao longo da Rua Coração Eucarístico de Jesus. O fluxo de veículos e pessoas nas imediações do P6 é intenso em função da proximidade com a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Além disso, está a poucos metros da Via Expressa e das avenidas que dão acesso a Contagem e aos bairros da regional Oeste (Av. Tereza Cristina e Av. Amazonas). A arborização é razoável nas principais ruas e avenidas. Porém, boa parte das residências possui áreas livres impermeabilizadas exceto os quintais das antigas casas coloniais. A qualidade de vida é um pouco comprometida pelo intenso tráfego de veículos.

Ponto 7 – Bairro Alípio de Melo / Regional Noroeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 53' 40,0" S	44º 00' 05,9" W	(23K) 7.799.882m	(23K) 604.506m	846,0m

O P7 localiza-se na Rua do Corretores, no bairro Alípio de Melo, pertencente à Regional Noroeste. Está na divisa entre dos bairros Castelo e Parque São José. O abrigo foi instalado a 846 metros de altitude na média vertente de uma colina côncava-convexa. O relevo neste local é suavizado, e os maiores desníveis topográficos estão nas proximidades do Anel Rodoviário. O uso do solo predominante nas imediações é o residencial unifamiliar, com edificações de um a dois pavimentos. Entretanto, existem inúmeros prédios e conjuntos habitacionais de quatro a seis andares a poucos metros do P7 (200m), já nas proximidades do bairro Castelo. Este último tem registrado nos últimos seis anos um intenso processo de verticalização e impermeabilização do solo devida à rápida valorização imobiliária. A atividade comercial está concentrada ao longo das avenidas Abílio Machado e dos Engenheiros. A maioria dos lotes e quintais são impermeabilizados; poucas residências possuem algum tipo de vegetação. A arborização também é deficitária nas ruas de fluxo interno e nos principais corredores viários. No entanto, a região conta com um parque ecológico (Ursulina de Andrade Melo) de 307 mil metros quadrados situado a 840m do P7. Este é uma das maiores áreas de vegetação remanescente de floresta tropical de Belo Horizonte. O tráfego de veículos nas proximidades do local de coleta é inexpressivo. Entretanto, é intenso nas avenidas Abílio Machado, Presidente Tancredo Neves e Heráclito Mourão de Miranda, que são as principais vias de acesso aos bairros da Regional Pampulha e ao município de Contagem.

Ponto 8 – Bairro Bom Jesus / Regional Noroeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 53' 48,6" S	43º 57' 04,8" W	(23K) 7.799.585m	(23K) 609.774m	857,0m

O P8 localiza-se na Av. Paranaíba, no bairro Bom Jesus, pertencente à Regional Noroeste, limítrofe aos bairros Santo André e São Cristovão. O abrigo foi instalado na baixa vertente de uma colina côncava-convexa a uma altitude média de 857 metros. O relevo neste local é suavemente ondulado e caracterizado por amplas colinas de topos achatados e vales abertos de fundo chato. Porém, existem desníveis topográficos de aproximadamente 40 metros na divisa dos bairros Bom Jesus e Santo André. Prevalece o uso do solo residencial com habitações unifamiliares de um a dois pavimentos, sendo poucas as edificações acima de três andares. A arborização é deficitária nas principais vias de fluxo interno e boa parte das casas possui quintais impermeabilizados. O tráfego de veículos nas imediações do P8 é intenso devido à proximidade com as avenidas Presidente Antônio Carlos (30m) e Américo Vespúcio (600m), que dão acesso aos bairros da Regional Pampulha e ao hipercentro da cidade.

Ponto 9 – Bairro Concórdia / Regional Nordeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 53' 59,2" S	43º 56' 30,4" W	(23K) 7.799.254m	(23K) 610.768m	874,0m

O abrigo meteorológico foi instalado na Rua Beberibe, no bairro Concórdia, localizado a sudoeste da Regional Nordeste, a aproximadamente 1,5 Km do hipercentro de Belo Horizonte. É um dos bairros mais antigos da cidade, tendo sido ocupado a partir de 1920 por famílias remanejadas da região da Praça Raul Soares (BARRETO, 1995). A altitude média do local onde foram coletados os dados é cerca de 874 metros. A topografia é um pouco irregular, havendo desníveis topográficos entre 20m e 40m nas proximidades da Rua Pitangui. O bairro está posicionado entre as colinas do Ribeirão Arrudas e as colinas do Ribeirão Pampulha, com seu limite su-sudeste marcado pelo divisor de águas das duas bacias. O uso do solo predominante é o residencial unifamiliar, com edificações de dois a três pavimentos, sendo elevada a densidade de construções por quadras e lotes. A arborização é deficitária e a maioria dos quintais são capeados por concreto ou apresentam solo exposto. Nas imediações do P9 existem alguns arbustos, porém, muito pouco se comparado à massa edificada do entorno. O tráfego de veículos na região é intenso devido à proximidade com as avenidas Presidente Antônio Carlos (300m) e Cristiano Machado (800m), que dão acesso aos bairros da Regional Pampulha e ao hipercentro da cidade.

Ponto 10 – Parque Municipal Américo Renê Giannetti / Hipercentro





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 27,0" S	43º 56' 00,9" W	(23K) 7.796.550m	(23K) 611.613m	844,0m

O abrigo meteorológico foi instalado em uma das ilhas artificiais do Parque Municipal a aproximadamente 844 metros de altitude. A topografia é suavizada, havendo poucos desníveis topográficos. Esta importante área verde foi inaugurada no dia 26 de setembro de 1897, antes mesmo da nova capital mineira (BARRETO, 1995), configurando-se como patrimônio ambiental mais antigo de Belo Horizonte. Projetado no final do século XIX pela antiga comissão construtora o parque atualmente ocupa uma área de 182 mil metros quadrados encravada no hipercentro, região mais verticalizada e adensada do município. Segundo dados da Fundação Municipal de Parques[82], este local possui diversas nascentes que abastecem três lagoas artificiais e cerca de 280 espécies de árvores como figueiras, jaqueiras, cipreste calvo, flamboyant, eucalipto, sapucaia, pau-mulato e pau-rei. O tráfego de veículos na região é intenso em quase todos os horários; as vias que circundam o Parque Municipal fazem a ligação entre a região hospitalar e o principal centro comercial e de serviços da cidade. A sua presença cria um topoclima mais ameno e salubre no entorno, diminuindo de forma significativa os efeitos da ilha de calor e filtrando boa parte da poluição atmosférica.

[82] www.pbh.gov.br.

Ponto 11 – Estacionamento / Rua São Paulo / Hipercentro





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 21,9" S	43º 56' 26,2" W	(23K) 7.796.709m	(23K) 610.877m	855,0m

A coleta de dados no hipercentro foi realizada no pátio do Estacionamento BH, localizado na Rua São Paulo n°1091 entre a Av. Augusto de Lima e Rua dos Goitacazes. A altitude média neste ponto é de 855 metros, situando-se na baixa vertente de uma colina côncava-convexa. Devido ao intenso processo de urbanização e verticalização - média de 15 pavimentos por estabelecimento - a cobertura vegetal próxima ao P11 está restrita aos canteiros centrais das avenidas Amazonas e Afonso Pena. Existem arbustos dispersos nas proximidades da praça Raul Soares e no cruzamento da Av. Bias Fortes com Rua dos Guajajaras, porém, em número muito reduzido para atenuar os efeitos da massa edificada e da superfície impermeabilizada. A região caracteriza-se por intenso uso do solo, apresentando a maior concentração de atividades comerciais e de serviço do município; configura-se com o principal *Central Business District*. A elevada verticalização da região Centro-Sul forma verdadeiros “canyons” urbanos. Somando-se a estes últimos, a intensa movimentação de veículos e a pequena percentagem de áreas verdes proporcionam condições “ótimas” para a formação da ilha de calor e deteorização da qualidade do ar.

Ponto 12 – Parque dos Mangabeiras / Regional Centro-Sul





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 57' 02,2" S	43º 54' 09,7" W	(23K) 7.793.601m	(23K) 614.826m	1163,0m

O Parque das Mangabeiras está localizado na Serra do Curral, sendo a maior área verde contínua do município de Belo Horizonte. Possui um espaço aproximado de 2 milhões de metros quadrados. O relevo é muito irregular, apresentando declividades acima de 45° e cortes abruptos na topografia. Morfologicamente, o compartimento corresponde à crista de uma vertente retilínea alongada da Serra do Curral, disposta na direção sudoeste-noroeste. Está no divisor de águas entre as bacias do ribeirão Arrudas, em Belo Horizonte, e ribeirão dos Cristais, em Nova Lima. Em função destes fatores geoecológicos são constantes a formação de nevoeiros e presença de nuvens estratiformes no topo da Serra, especialmente em dias instáveis com altos índices de umidade relativa. A flora do parque reúne espécies que variam entre o campo de altitude, como as gramíneas, canelas de ema e espécies de orquídeas; cerrado, como o pau-santo, barbatimão e a mangaba; e matas de galeria, como o jacarandá, jequitibá e a quaresmeira (eleita a árvore símbolo da cidade). O abrigo meteorológico foi instalado em um pequeno platô a 1163 metros de altitude, sendo o ponto amostral mais elevado da área de estudo. O espaço também abriga o pluviômetro da CPRM. As menores temperaturas mínimas dos campos I e II foram registradas neste local.

Ponto 13 – Bairro São Geraldo / Regional Leste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 53' 49,7" S	43º 54' 09,3" W	(23K) 7.799.521m	(23K) 614.876m	852,0m

O abrigo meteorológico foi instalado na baixa vertente da Rua Mangaratiba, no Bairro São Geraldo, pertencente à região Leste do município. Está a 2,1 Km, aproximadamente, do hipercentro da cidade a menos 900m do Horto Florestal. A altitude do local onde foram coletados os dados é cerca de 852 metros. A topografia da região é movimentada em razão de sua proximidade com a zona de contato entre a Depressão Periférica de Belo Horizonte e a Serra do Curral. O uso do solo predominante é o residencial unifamiliar, com edificações de um a dois pavimentos. Entretanto, existem prédios isolados de três a quatro andares nas imediações da Rua Itaituba e nas avenidas Itaite e Elísio de Brito. Nesta última, concentra-se a maioria das atividades comerciais e serviços. A arborização é razoável no bairro São Geraldo e a maioria das casas possui quintais com algum tipo de vegetação. As vias da região estão orientadas no sentido NW-SE e NE-SW. Esta disposição favorece a canalização de ventos catabáticos vindos da Serra do Curral no período noturno, auxiliando as trocas térmicas e arrefecendo a atmosfera local.

Ponto 14 – Bairro Itatiaia / Regional Pampulha





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 52' 21,1" S	44º 00' 25,4" W	(23K) 7.802.311m	(23K) 603.956m	853,0m

O P14 localiza-se na Rua Monsenhor Nogueira Duarte, no bairro Itatiaia, pertencente à Regional Pampulha. Está no limite entre os bairros Sarandi, Santa Terezinha, Serrano e Castelo. As vias de circulação interna possuem baixo índice de arborização, em média 7 árvores por rua. É um bairro típicamente residencial e a maioria das casas não ultrapassam dois pavimentos. A poucos metros do P14, já nas proximidades com bairro Castelo, existem inúmeros prédios e conjuntos habitacionais entre quatro e sete andares. Grande parte destas edificações foram construídas recentemente, algumas ainda estão em fase de acabamento. O abrigo foi instalado na média vertente a uma altitude média de 853 metros. A topografia nesta região é pouco movimentada, constituída principalmente por colinas côncava-convexas com interflúvios alongados. O tráfego de veículos nas imediações do P14 é intenso devido a sua proximidade com as avenidas Prof. Clovis Salgado (170m) e Atlântida (400m). Estas dão acesso aos bairros da Regional Pampulha e do município de Contagem.

Ponto 15 – Bairro Copacabana / Regional Pampulha





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 50' 05,2" S	43º 59' 39,4" W	(23K) 7.806.482m	(23K) 605.319m	805,0m

O P15 está localizado na Rua Cornélio Lima Rodrigues, no bairro Copacabana, pertencente à Regional Pampulha. Foi um dos pontos da área de estudo cujas ruas apresentaram bom índice de arborização, em média 15 árvores por via. Além disso, existem inúmeros lotes vagos com cobertura vegetal. A proximidade com a Lagoa da Pampulha (60m) faz com o local apresente umidades relativas elevadas e baixas amplitudes térmicas diárias. O uso do solo predominante é o residencial unifamiliar, com edificações de dois a três pavimentos, sendo baixa a densidade de construções por quadras e lotes. Entretanto, nas imediações da Av. Portugal, existem algumas edificações isoladas entre três e quatro andares, a maioria delas construída nos últimos dez anos. O abrigo meteorológico foi instalado no terraço de um dos afluentes do Ribeirão Pampulha, altitude média de 805 metros. A topografia neste local é suavizada, formada por colinas côncava-convexas com interflúvios alongados, e as várzeas dos ribeirões Pampulha e Sarandi. A circulação de veículos no P15 é quase inexpressiva, pois a maioria do fluxo está concentrada nas avenidas Otacílio Negrão de Lima e Portugal, que são as principais vias de ligação entre os bairros da Regional Pampulha e das demais regiões do município.

Ponto 16 – Bairro Visconde do Rio Branco / Regional Venda Nova





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 49' 03,6" S	43º 58' 45,6" W	(23K) 7.808.364m	(23K) 606.893m	817,0m

O abrigo meteorológico foi instalado na Rua Newton Costa Silveira, no bairro Visconde do Rio Branco, localizado na Regional Venda Nova. A altitude média do local onde foram coletados os dados é cerca de 817 metros. A topografia nesta região é pouco movimentada, constituída basicamente por colinas côncava-convexas com interflúvios alongados. É um bairro de uso residencial, com habitações que raramente ultrapassam dois pavimentos. A maioria das casas possui quintais impermeabilizados ou solo exposto. No entorno, a verticalização está restrita a dois conjuntos habitacionais, de quatro a cinco pavimentos, localizados na Av. Augusto dos Santos. A arborização nas vias de circulação interna é razoável, principalmente se comparada com o núcleo comercial situado ao longo da Rua Padre Pedro Pinto e Av. Vilarinho. Os diversos bairros da região têm importantes corredores viários onde se concentra o comércio local. O shopping *Norte* é uma referência para a região, além dos shoppings populares *O Ponto* e o *Céu Azul*. O tráfego de veículos nas imediações do P16 é intenso devido à sua proximidade com as avenidas Augusto dos Santos (40m) e Cristiano Muniz (170m). Estas vias ligam os bairros Santa Mônica, São João Batista e Venda Nova.

Ponto 17 – Bairro Minas Caixa / Regional Venda Nova

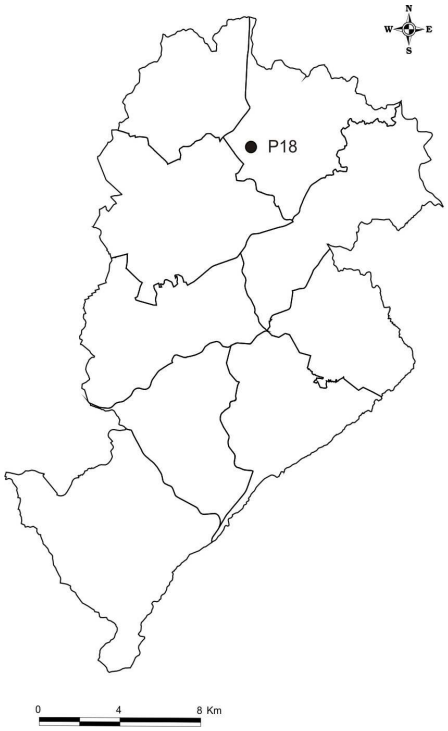




Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 48' 34,8" S	43º 57' 37,0" W	(23K) 7.809.238m	(23K) 608.896m	788,0m

O abrigo meteorológico foi instalado na média vertente da Rua Maria Helena Marques, no bairro Minas Caixa, localizado na porção leste da Regional Venda Nova. É o ponto mais setentrional da área de estudo, estando próximo aos limites municipais de Belo Horizonte e Ribeirão das Neves. A altitude média do local onde foram coletados os dados é cerca de 788 metros. A topografia é um pouco irregular, havendo desníveis topográficos entre 10m e 40m nas proximidades das ruas Alcides Policarpo e Rosa Antônia Fabel. A morfologia da região é marcada por pequenas elevações com vertentes escarpadas. Estas estão encimadas por cristas e cercadas por vales encaixados. O bairro está posicionado entre as colinas do Ribeirão Izidoro e as colinas do Ribeirão Pampulha, com seu limite noroeste marcado pelo divisor de águas das duas bacias. O uso do solo predominante é o residencial unifamiliar, com edificações de um a dois pavimentos, sendo elevada a densidade de construções por quadras e lotes. A arborização é razoável e a maioria dos quintais possui algum tipo de vegetação. Entretanto, existem inúmero lotes vagos com solo exposto. O tráfego de veículos nas imediações do P17 é intenso devido à proximidade com as avenidas Vilarinho (200m) e Rua Padre Pedro Pinto (300m), que dão acesso aos bairros das regionais Venda Nova e Pampulha.

Ponto 18 – Bairro Campo Alegre / Regional Norte

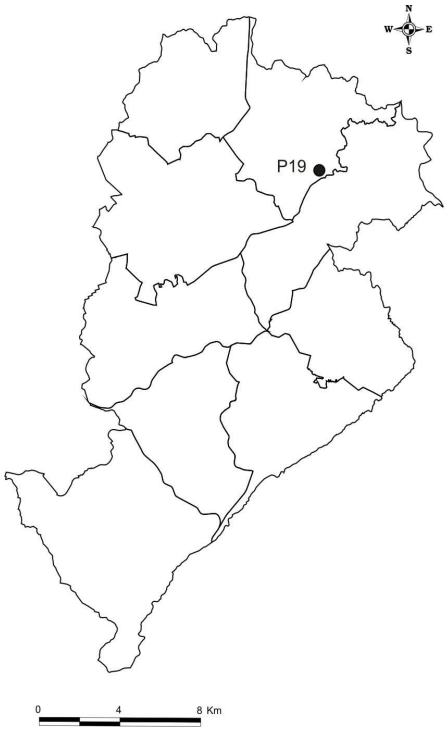




Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 49' 56,1" S	43º 56' 49,6" W	(23K) 7.806.730m	(23K) 610.257m	790,0m

O ponto 18 está localizado na Rua Amintas de Barros, no bairro Campo Alegre, pertencente à Regional Norte. O uso do solo predominante é o residencial unifamiliar, com edificações de dois a três pavimentos, possuindo elevada densidade de construções por quadras e lotes. A arborização é deficitária e a maioria dos quintais é capeada por concreto ou piso cerâmico. Nas proximidades da Av. General Carlos Guedes e Rua Osório Duque Estrada existem alguns prédios e conjuntos habitacionais com mais de quatro andares; uma parte significativa destas edificações foi construída nos últimos dez anos. O abrigo foi instalado na média vertente da Rua Amintas de Barros a uma altitude de 790 metros. A topografia neste local é suavizada, formada por colinas côncava-convexas com interflúvios alongados. O tráfego de veículos nas imediações do P18 é intenso devido à proximidade com as avenidas Cristiano Machado (600m) e Portugal (900m). Estas dão acesso aos bairros das regionais Venda Nova e Pampulha.

Ponto 19 – Bairro Tupi / Regional Norte





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 50' 31,7" S	43º 54' 53,0" W	(23K) 7.805.615m	(23K) 613.645m	815,0m

O abrigo meteorológico foi instalado na baixa vertente da Rua Maestro Lobo de Mesquita, no bairro Tupi, localizado no limite sudeste da Regional Norte. A altitude média do local onde foram coletados os dados é cerca de 815 metros. A topografia é um pouco irregular, havendo desníveis topográficos entre 20m e 50m nas proximidades das ruas Antônio Bandeira e Amélia Carneiro de Mendonça. A morfologia da região é marcada por pequenas elevações com vertentes escarpadas e vales encaixados. O bairro está posicionado entre as colinas do Ribeirão Izidoro e Ribeirão do Onça, com seu limite norte marcado pelo divisor de águas das duas bacias. O uso do solo predominante é o residencial unifamiliar, com edificações de um a dois pavimentos, sendo elevada a densidade de construções por quadras e lotes. A arborização é razoável em algumas ruas e a maioria dos quintais possui algum tipo de vegetação. Entretanto, em todo bairro só existem duas praças públicas com área verde. Nas imediações do P19 existem alguns lotes vagos com solo exposto. O tráfego de veículos no P19 é quase inexpressivo, pois a maioria do fluxo está concentrada nas avenidas Saramenha e Waldomiro Lobo, principais via de acesso aos bairros das regionais Norte e Venda Nova.

Ponto 20 – Bairro Conjunto Ribeiro de Abreu / Regional Nordeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 49' 34,5" S	43º 53' 57,1" W	(23K) 7.807.364m	(23K) 615.282m	734,0m

O P20 localiza-se na Rua Serra do Espigão, no bairro Conjunto Ribeiro de Abreu, localizado no limite norte da Regional Nordeste. Está a menos de 6,0 Km do município de Santa Luzia. É um bairro de uso residencial com predomínio de habitações unifamiliares, a maioria de um a dois pavimentos. A verticalização é inexpressiva e está restrita ao Conjunto Habitacional Ribeiro de Abreu. Trata-se de um conjunto de 50 prédios, cada um com doze apartamentos e quatro andares, construídos na década de 1970. Está a 100m do ponto amostral. A arborização é razoável nas principais ruas e avenidas. Boa parte das residências possui quintais sem impermeabilização e com presença de algum tipo de vegetação. A circulação de veículos nas imediações do P20 é inexpressiva, pois a maioria do fluxo está concentrada na rodovia MG-020 que liga os municípios de Belo Horizonte e Santa Luzia. O abrigo foi instalado a 734 metros de altitude na média vertente de uma colina côncava-convexa. A topografia da região é um pouco irregular, existindo declives acentuados próximos às corredeiras do Córrego do Onça. O modelado é constituído principalmente por topos abaulados com vertentes retilíneas e vales encaixados. Nas madrugadas mais frias, sob atuação do anticiclone polar, é possível observar densos nevoeiros margeando as áreas deprimidas do Córrego do Onça.

Ponto 21 – Bairro Estoril / Regional Oeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 58' 21,4" S	43º 57' 48,4" W	(23K) 7.791.207m	(23K) 608.453m	973,0m

A Estação Meteorológica do Uni-BH (P21) está localizada no nível D do Campus Estoril, na Rua Líbero Leoni, bairro Estoril (Regional Oeste). A estação está a uma altitude média de 973 metros. O relevo neste ponto é irregular devido à proximidade com a Serra do Curral. Existem desníveis topográficos significativos na maioria das ruas e avenidas. O modelado é constituído principalmente por topos aguçados com vertentes retilíneo-ravinadas e vales encaixados. O processo de urbanização e verticalização nesta área foi intensificado a partir da década de 80. Segundo dados da PBH, a região teve crescimento médio populacional recorde entre todos os bairros do município de Belo Horizonte: mais de 27% ao ano. A explicação está na mudança no coeficiente de aproveitamento do solo, que foi alterado de 1,0 para os atuais 1,7. São pouquíssimos os lotes sem nenhum tipo de impermeabilização. A arborização está restrita a algumas vias internas e ao Parque Aggeo Pio Sobrinho. O uso predominante é o residencial multifamiliar com edificações entre quatro e doze pavimentos. As atividades comerciais e serviços estão concentrados na Av. Mário Werneck. O fluxo de veículos nas imediações da estação meteorológica é o terceiro maior da área de estudo, registrando-se enormes congestionamentos nos horários de pico.

Ponto 22 – Bairro Nova Gameleira / Regional Oeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 56' 28,2" S	43º 59' 31,9" W	(23K) 7.794.705m	(23K) 605.464m	950,0m

A estação meteorológica do IGAM/CPTEC (P22)[83] está localizada na Rua Djezar Leite nº 500, próxima do final da rua Miguel Gentil, no bairro Nova Gameleira, Regional Oeste. Ocupa uma área aproximada de 200 metros quadrados no pátio da Polícia Civil do Estado de Minas Gerais. Está situada a uma altitude média de 950 metros. A topografia local é pouco movimentada, formada por colinas côncava-convexas com interflúvios alongados. Os bairros situados no entorno possuem, predominantemente, uso do solo residencial unifamiliar, com edificações de um a dois pavimentos. Entretanto, existem dois conjuntos habitacionais de três a quatro andares na Rua Carlos Schettino. A maioria das atividades comerciais e serviços estão concentrados nas ruas Djezar Leite e Miguel Gentil. A arborização é deficitária nas proximidades do P22. Esta estação faz parte da rede nacional de monitoramento do PMTCRH (Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos), organizado pelo INPE/CPTEC.

[83] Todos os dados meteorológicos das PCDs estão disponibilizados no site http://satelite.cptec.inpe.br/PCD/.

Ponto 23 – Aeroporto Carlos Prates / Regional Noroeste





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 54' 36,1" S	43º 59' 16,2" W	(23K) 7.798.150m	(23K) 605.943m	925,0m

O Aeroporto do Carlos Prates (P23)[84] está localizado no bairro Padre Eustáquio, pertencente à Regional Noroeste. Está configurado para atender vôos não-regulares de empresas de táxi aéreo, aviação geral e helicópteros. A estação meteorológica está instalada uma altitude média de 925 metros, próxima do terminal de passageiros. A topografia local é pouco movimentada, formada por colinas côncava-convexas com interflúvios alongados. Os bairros situados no entorno do aeroporto possuem, predominantemente, uso do solo residencial, com edificações de um a dois pavimentos. Entretanto, existem prédios isolados e conjuntos habitacionais de três a quatro andares nos bairros Padre Eustáquio, Minas Brasil e Monsenhor Messias. A maioria das atividades comerciais e serviços estão concentradas nas ruas Padre Eustáquio e Pará de Minas. A arborização no entorno do aeroporto é deficitária e está restrita a alguns quintais. Existem poucos espaços públicos com vegetação arbustiva.

[84] Os dados meteorológicos das últimas 48 horas estão disponibilizados no site www.redemet.aer.mil.br. É necessário digitar o código designativo ICAO do aeroporto (SBPR).

Ponto 24 – 5°DISME-INMET / Bairro Santo Agostinho / Regional Centro-Sul /





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 56' 02,1" S	43º 57' 06,9 " W	(23K) 7.795.487m	(23K) 609.687m	915,0m

O 5º Distrito de Meteorologia (P24)[85] está localizado na Av. do Contorno n° 8159, esquina com a Av. Raja Gabaglia, no bairro Santo Agostinho, região Centro-Sul do município. O abrigo meteorológico está a uma altitude média de 915 metros. O relevo neste ponto é um pouco irregular devido à proximidade com a Serra do Curral. Existem desníveis topográficos significativos em algumas ruas dos bairros Gutierrez e Cidade Jardim. O processo de urbanização e verticalização nesta área, assim como nas demais localidades da região Centro-Sul, foi intensificado a partir da década de 70. A maioria dos estabelecimentos comerciais possui em média 12 pavimentos, sendo alguns deles de uso misto (comercial e residencial). O fluxo de veículos nesta região é o segundo maior da área de estudo, registrando-se grandes congestionamentos nos horários de picos. Com exceção do 5° DISME, da 4º Companhia de Comunicação do Exército Brasileiro (4º CIACOM) e da praça da Assembléia, as áreas verdes nas proximidades são escassas, principalmente no entorno da Av. do Contorno.

[85] Os dados meteorológicos sinóticos dos últimos três meses estão disponibilizados no site www.inmet.gov.br.

Ponto 25 – Estação Ecológica da UFMG / Regional Pampulha





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 53' 02,4" S	43º 58' 09,8" W	(23K) 7.801.018m	(23K) 607.891m	862,0m

O ponto 25 foi um dos referenciais de área verde no tecido urbano. Trata-se da estação meteorológica automática do 5ºDISME/INMET [86], instalada na Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais. Os equipamentos da estação encontram-se em um platô a uma altitude média de 862 metros. A topografia local é pouco movimentada, formada por colinas côncava-convexas com interflúvios alongados. Em virtude do Campus da UFMG abrigar somente instituições de ensino e pesquisa, existem pouquíssimas atividades ligadas ao comércio. Estas estão concentradas na praça de serviços, final da Av. Reitor Mendes Pimentel. Todas as vias de acesso e de circulação interna possuem algum tipo de arborização. Nos horários de 06h30min às 09h30min e entre 17h30min e 19h30min o trânsito local se torna extremamente complicado em função do elevado número de veículos que se dirigem para dois principais eixos viários da região, as avenidas Antônio Carlos e Presidente Carlos Luz.

[86] Os dados meteorológicos horários dos últimos três meses estão disponibilizados no site www.inmet.gov.br.

Ponto 26 – Aeroporto da Pampulha / Regional Pampulha





Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 51' 00,2" S	43º 57' 17,9" W	(23K) 7.804.766m	(23K) 609.425m	785,0m

O Aeroporto da Pampulha (P26)[87] está localizado em uma área aproximada de 2 milhões de metros quadrados na Regional Pampulha, distante oito quilômetros do centro da cidade. A estação meteorológica está instalada uma altitude média de 785 metros, próxima do final da pista 31, voltada para Lagoa da Pampulha. A topografia local é pouco movimentada, formada por colinas côncava-convexas com interflúvios alongados. Os bairros situados no entorno do aeroporto possuem, predominantemente, uso do solo residencial, com edificações de um a dois pavimentos. Entretanto, existem prédios isolados e conjuntos habitacionais de três a quatro andares nos bairros Itapoã, Jaraguá e Dona Clara. A maioria das atividades comerciais e serviços estão concentradas nas avenidas Antônio Carlos, Pedro I, Portugal e Dr. Cristiano Guimarães, além das ruas Izabel Bueno e Prof. Magalhães Penido. Nas proximidades do aeroporto, a arborização é razoável.

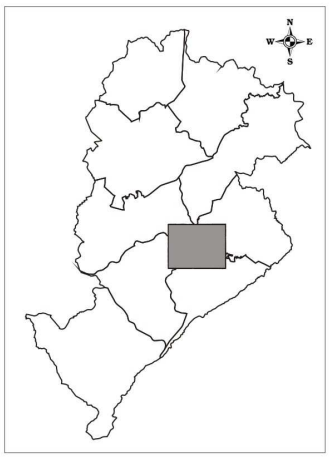
[87] Os dados meteorológicos das últimas 48 horas estão disponibilizados no site www.redemet.aer.mil.br. É necessário digitar o código designativo ICAO do aeroporto (SBBH).

Apêndice 2 – Localização dos Pontos Amostrais do Campo III

Ponto 1 – 5°DISME/INMET



0 500 1.000 m





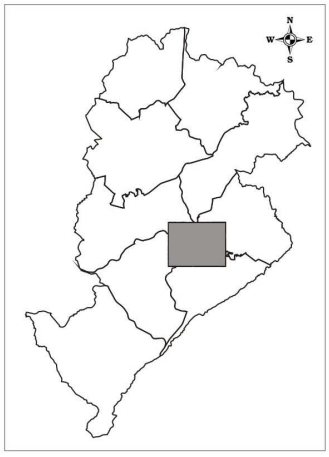
Endereço:

Av. do Contorno nº 8159,
Bairro Santo Agostino

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 56' 02,1" S	43º 57' 06,9 " W	(23K) 7.795.487m	(23K) 609.687m	915,0m

Ponto 2 – Uni-BH







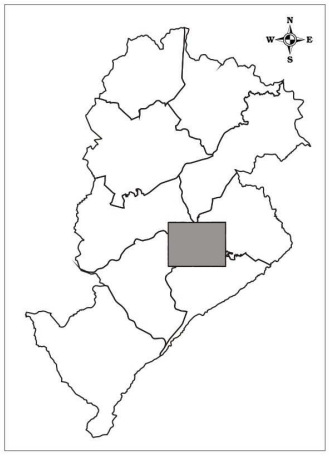
Endereço:

Av. Olegário Marciel nº 1627,
Bairro Santo Agostino

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 40,5" S	43º 56' 46,2" W	(23K) 7.796.141m	(23K) 610.291m	886,0m

Ponto 3 – Rua São Paulo







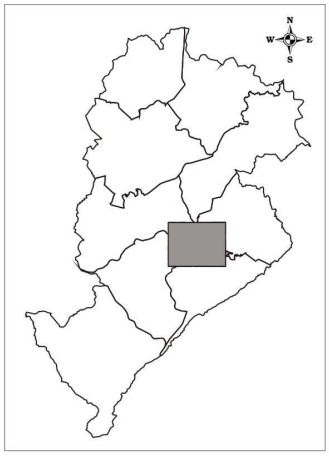
Endereço:

R. São Paulo nº 1091
Bairro Centro

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 21,9" S	43º 56' 26,2" W	(23K) 7.796.709m	(23K) 610.877m	855,0m

Ponto 4 – Santa Tereza







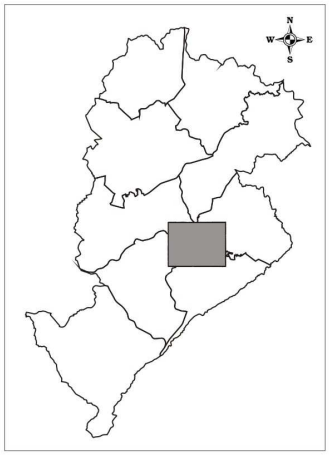
Endereço:

R. Azurita nº 190
Bairro Santa Tereza

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 54' 53,8" S	43º 55' 26,0" W	(23K) 7.797.564m	(23K) 612.634m	865,0m

Ponto 5 – Bairro Funcionários







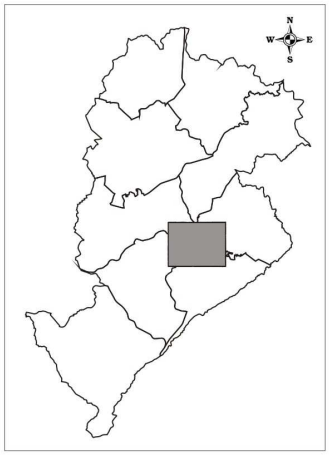
Endereço:

R. Bernardo Guimarães n° 202
Bairro Funcionários

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 53,7" S	43º 55' 34,0" W	(23K) 7.795.724m	(23K) 612.390m	890,0m

Ponto 6 – Corpo de Bombeiros / 1°BBM







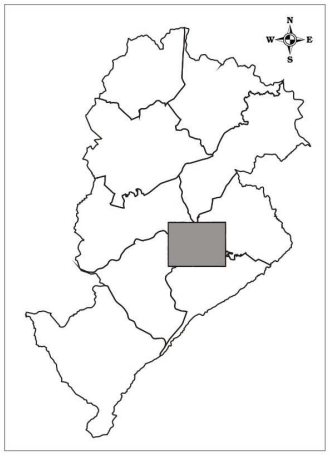
Endereço:

R. Piaui nº1815
Bairro Funcionários

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 56' 14,0" S	43º 55' 37,2" W	(23K) 7.795.090m	(23K) 612.270m	926,0m

Ponto 7 – Praça Floriano Peixoto







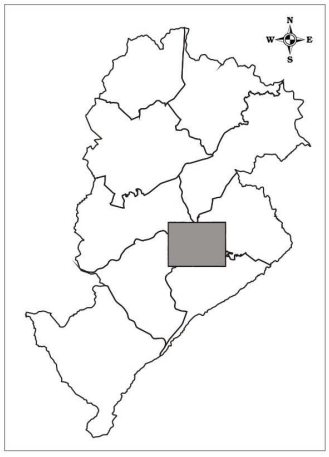
Endereço:

Pça Floriano Peixoto s/n
Bairro Santa Efigênia

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 23,0" S	43º 55' 10,8" W	(23K) 7.796.662m	(23K) 613.069m	855,0m

Ponto 8 – Praça Tiradentes







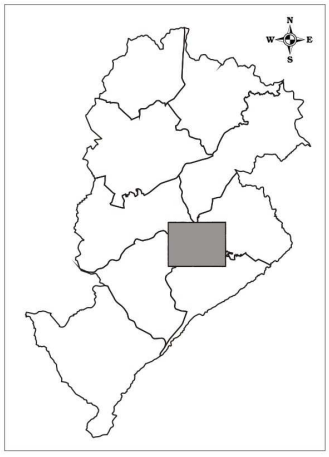
Endereço:

Pça Tiradentes s/n
Bairro Funcionários

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 47,3" S	43º 55' 54,0" W	(23K) 7.795.923m	(23K) 611.809m	863,0m

Ponto 9 – Praça da Liberdade







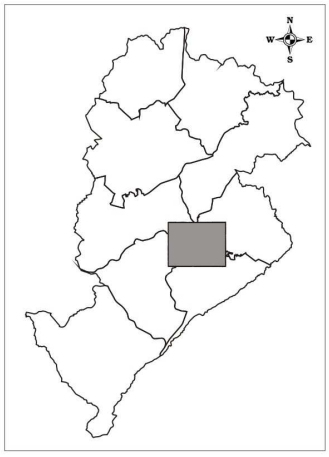
Endereço:

Pça da Liberdade s/n
Bairro Lourdes/Savassi

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 51,0" S	43º 56' 14,7" W	(23K) 7.795.813m	(23K) 611.205m	895,0m

Ponto 10 – Praça Diogo de Vasconcelos







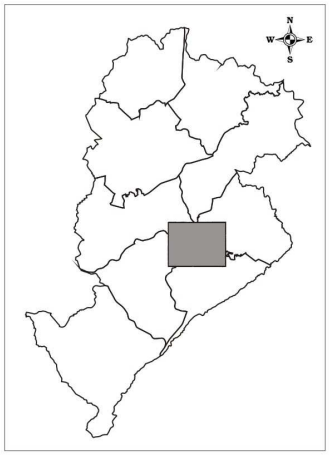
Endereço:

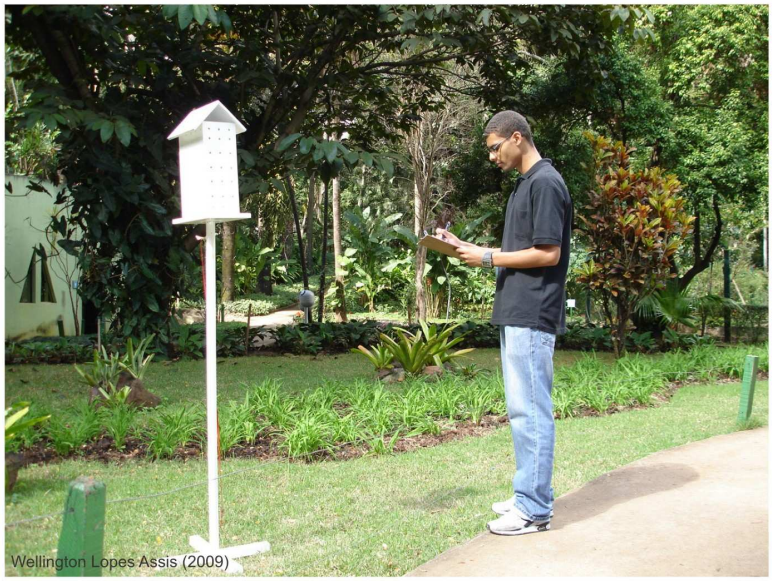
Pça Diogo de Vasconcelos s/n
Bairro Lourdes/Savassi

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 56' 15,0" S	43º 56' 07,3" W	(23K) 7.795.074m	(23K) 611.416m	890,0m

Ponto 11 – Parque Municipal Américo Renê Giannetti







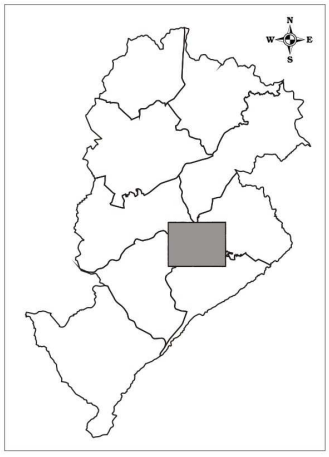
Endereço:

Av. Afonso Pena nº 1377
Bairro Centro

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 27,0" S	43º 56' 00,9" W	(23K) 7.796.550m	(23K) 611.613m	844,0m

Ponto 12 – Praça Sete







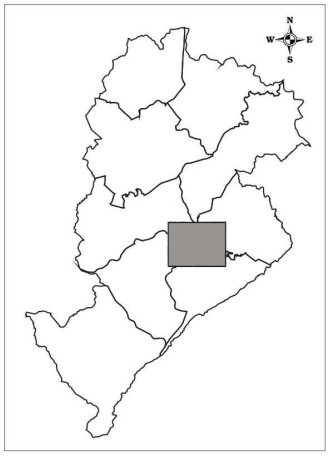
Endereço:

Pça Sete s/n
Bairro Centro

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 07,6" S	43º 56' 17,8" W	(23K) 7.797.147m	(23K) 611.125m	853,0m

Ponto 13 – Praça da Estação







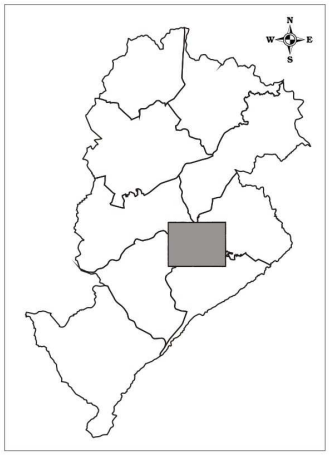
Endereço:

Pça da Estação s/n
Bairro Centro

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 54' 57,4" S	43º 55' 59,1" W	(23K) 7.797.458m	(23K) 611.671m	841,0m

Ponto 14 – Terminal Rodoviário







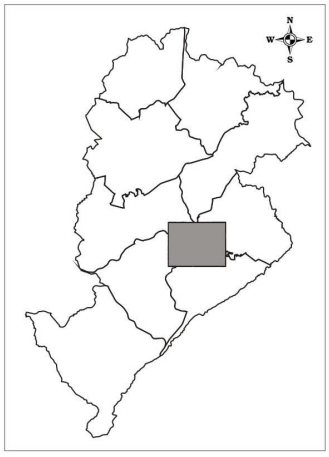
Endereço:

Pça Rio Branco n°100
Bairro Centro

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 54' 47,8" S	43º 56' 26,5" W	(23K) 7.797.759m	(23K) 610.875m	847,0m

Ponto 15 – Hospital Vera Cruz







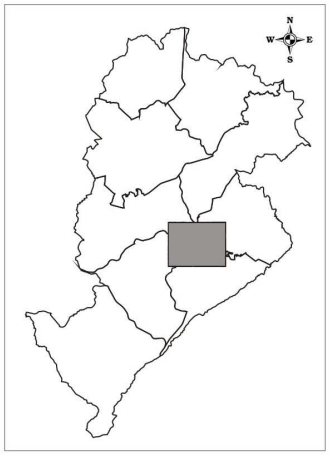
Endereço:

Av. Barbacena nº 653
Barro Preto

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 26,6" S	43º 57' 08,0" W	(23K) 7.796.573m	(23K) 609.661m	880,0m

Ponto 16 – Hospital Socor







Endereço:

Av. do Contorno nº 10.501
Barro Preto

Coordenadas				Altitude
Latitude	Longitude	Lat.UTM	Log.UTM	
19º 55' 02,2" S	43º 57' 05,6" W	(23K) 7.797.322m	(23K) 609.736m	845,0m

Apêndice 3 – Ficha de Campo do Primeiro e Segundo Experimento

Observador:_____ Local: _____

Latitude:_____ Longitude:_____Altitude:_____

Período da Coleta: _____/_____/2008 a _____/_____/2008

Dia/Data	Hora	Tempeartura do Ar (ºC)	Umidade Relativa (UR%)	Vento		Nebulosidade (0-10)
				Direção	Intensidade (0-12)*	
1 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					
2 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					
3 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					
4 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					
5 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					
6 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					
7 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					
8 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					
9 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					
10 Dia (____/____/2008)	09h					
	15h					
	21h					

* Escala Beaufort (em anexo)

DIREÇÃO: **N** (Norte), **S** (Sul), **E** (Leste), **W** (Oeste), **NE** (Nordeste), **SE** (Sudeste), **NW** (Noroeste) e **SW** (Sudoeste)

ATENÇÃO: colocar o abrigo meteorológico 15 minutos antes do horário marcado para a coleta dos dados.

Observações Complementares:

Apêndice 4 – Ficha de Campo do Terceiro Experimento

Observador: _____ Local:_____

Latitude:_____ Longitude:_____ Altitude:_____

Período da Coleta: 05/ 06/2009 a 06/06/2009

Data	Hora	Tempeartura do Ar (ºC)	Tempeartura do Solo (ºC)	Umidade Relativa (UR%)	Vento		Nebulosidade (0-10)	Fluxo	
					Direção	Intensidade (0-12)*		Veículo	Pedestre
5/6/2009	12:00								
	13:00								
	14:00								
	15:00								
	16:00								
	17:00								
	18:00								
	19:00								
	20:00								
	21:00								
	22:00								
	23:00								
6/6/2009	0:00								
	1:00								
	2:00								
	3:00								
	4:00								
	5:00								
	6:00								
	7:00								
	8:00								
	9:00								
	10:00								
	11:00								
	12:00								

FLUXO: **0** (NENHUM) **1** (BAIXO) **2** (MÉDIO) **3** (ALTO)

DIREÇÃO: **N** (Norte), **S** (Sul), **E** (Leste), **W** (Oeste), **NE** (Nordeste), **SE** (Sudeste), **NW** (Noroeste) e **SW** (Sudoeste)

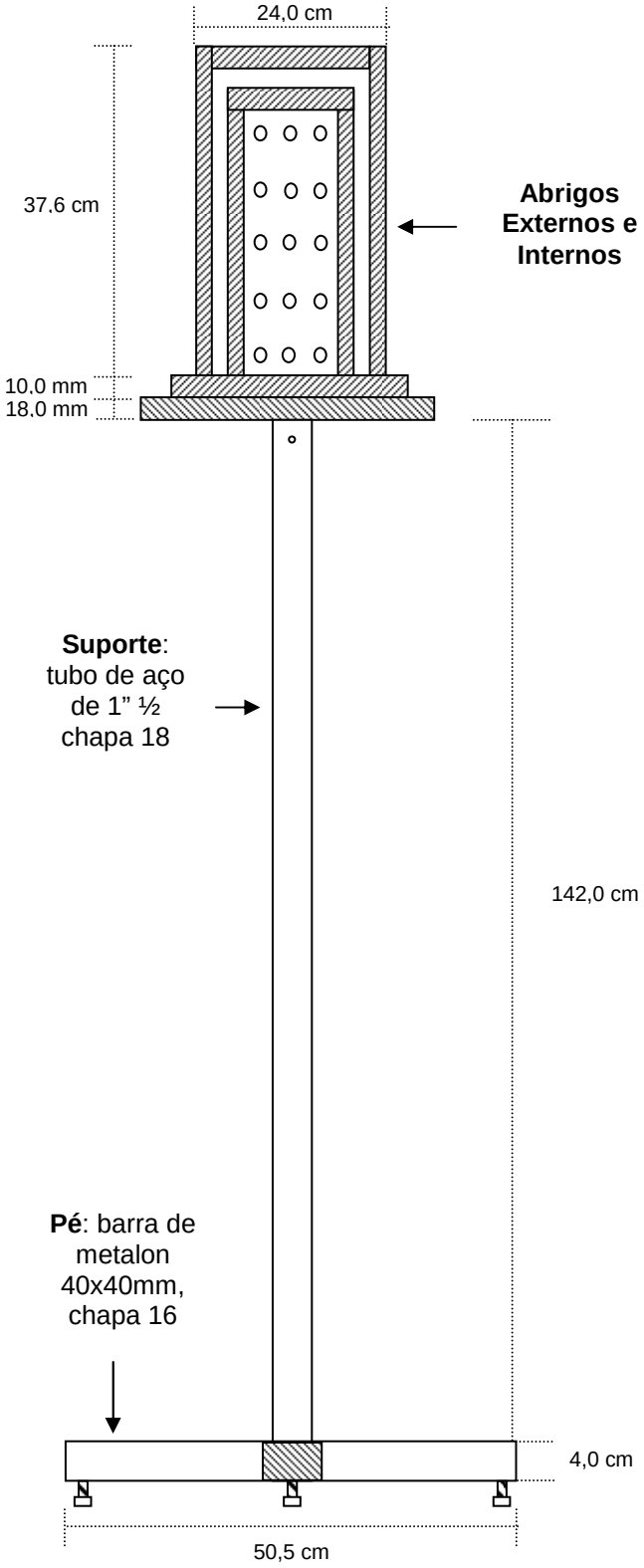
* Escala Beaufort (em anexo)

ATENÇÃO: colocar o abrigo meteorológico 15 minutos antes do horário marcado para a coleta dos dados.

Observações Complementares:

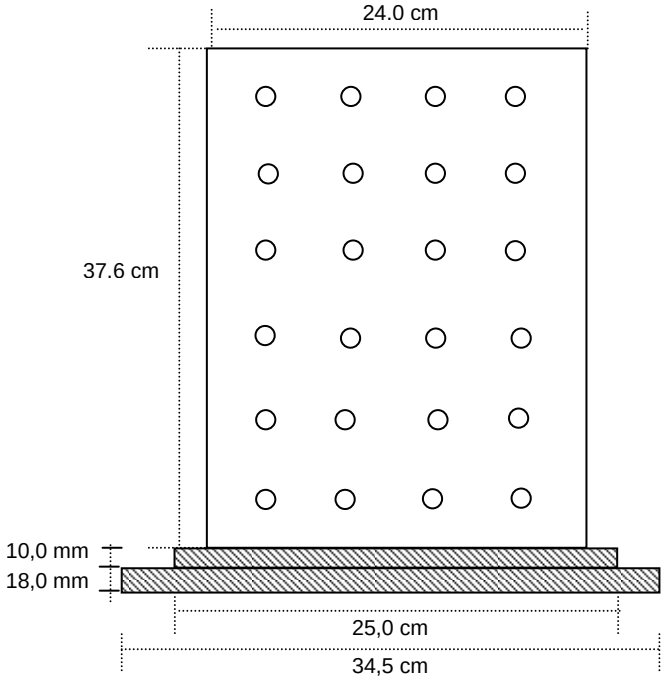
Apêndice 5 - Especificações Técnicas do Abrigo Meteorológico de Campo





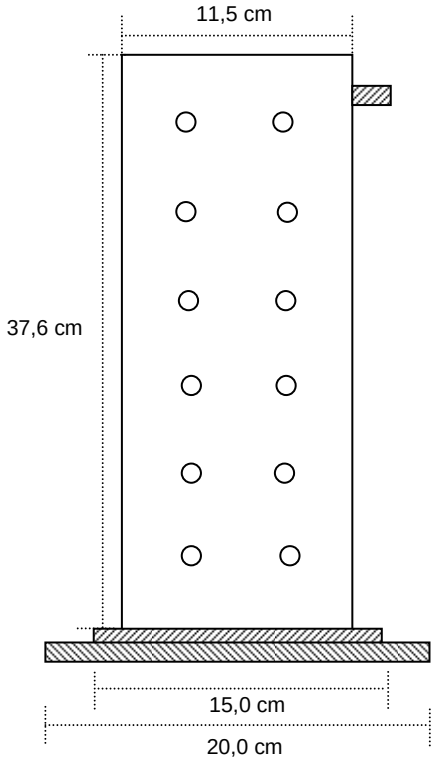
Obs.: Abrigo confeccionado a partir do modelo proposto pelo Prof. José Roberto Tarifa do Laboratório de Climatologia da USP. A base e o suporte foram adaptados por Wellington Lopes Assis (2007).

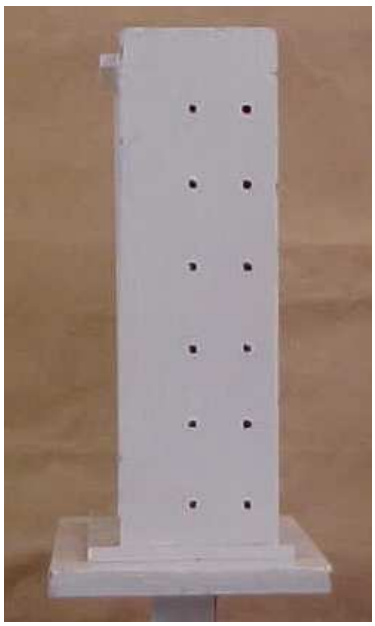
Abrigo Externo - Vista Anterior



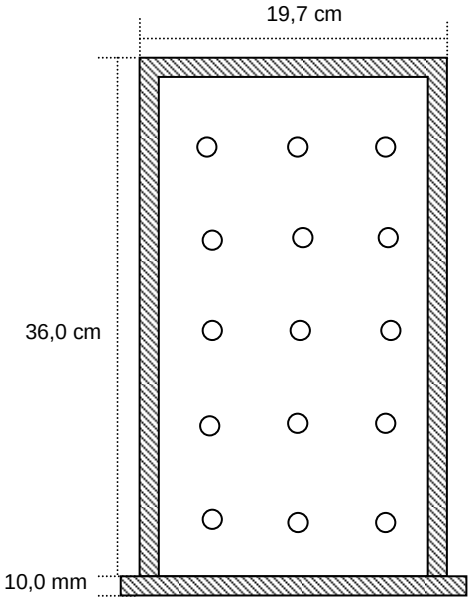


Abrigo Externo - Vista Lateral



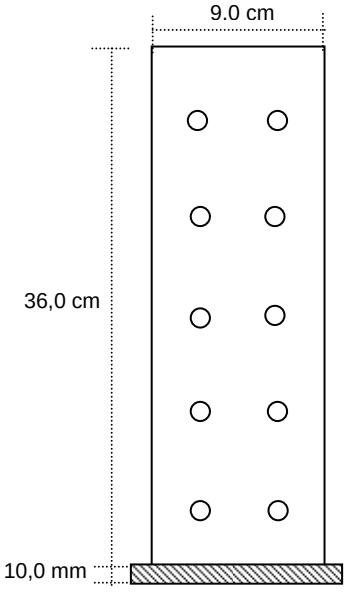


Abrigo Interno - Vista Frontal





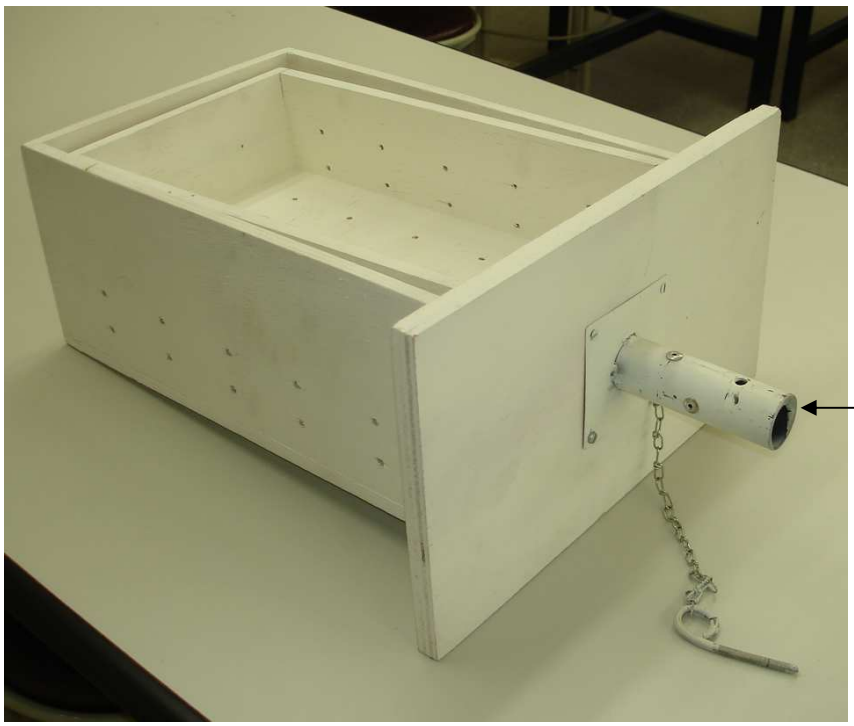
Abrigo Interno - Vista Lateral



Abrigo Externo e Interno - Vista de Perfil

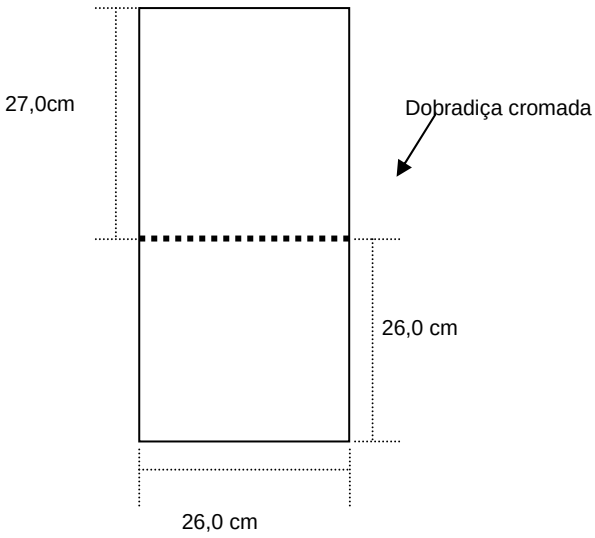


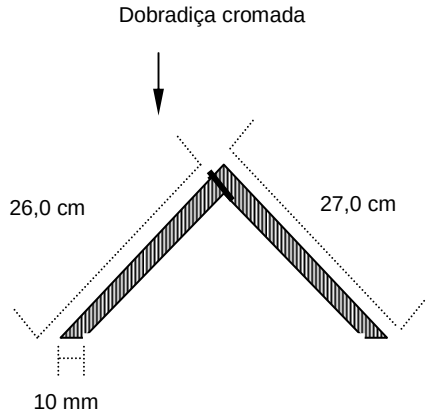
Os abrigos, externos e internos, devem ser confeccionados em madeira compensada, resistente e leve. Deverão ser impermeabilizados e pintados com tinta branca que resista à chuva e oscilações bruscas de temperatura. Os furos nas partes internas e externas possuem 10,0 mm de diâmetro.



Tubo de aço de 1” ¼, corrente e pino para fixação da base do abrigo externo no suporte

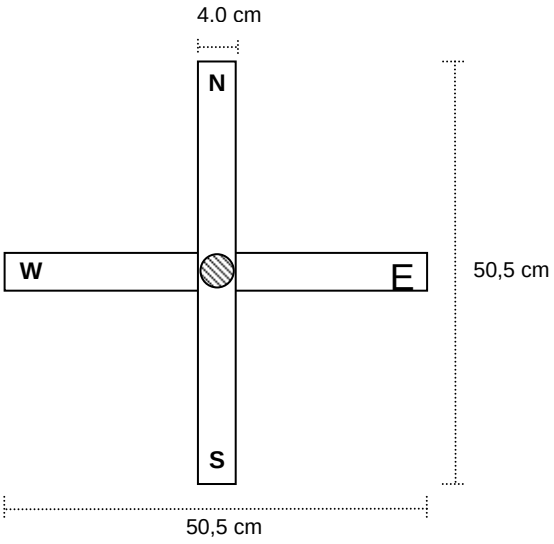
Telhado



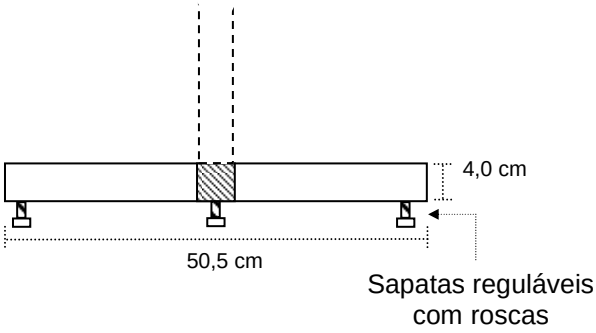


O telhado do abrigo deve ser confeccionado em madeira compensada, leve e resistente. Deve ser impermeabilizado e pintado com tinta branca que resista à chuva e oscilações bruscas de temperatura.

BASE (pé) - Planta Baixa

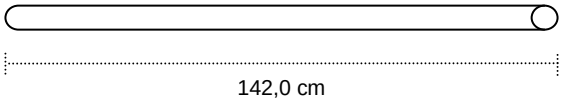


BASE (pé) – Vista Lateral



O Pé do abrigo deve ser de barra de metalon 40x40mm, chapa 16. Deve ser impermeabilizado e pintado com tinta branca que resista à chuva e oscilações bruscas de temperatura.

SUPORTE – Vista 3D

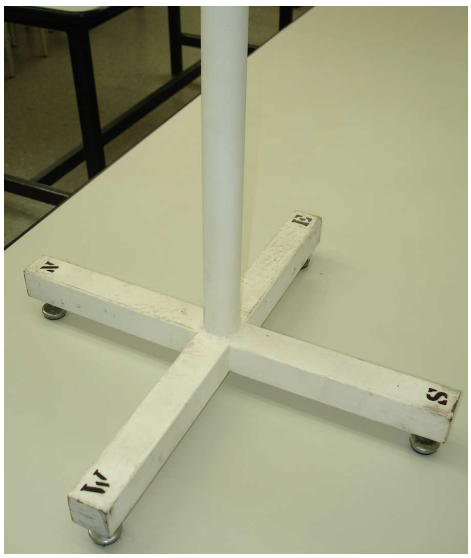


O suporte do abrigo deve ser de tubo de aço 1” ½, chapa 18 e será soldado na base (pé). Deve ser impermeabilizado e pintado com tinta branca que resista à chuva e oscilações bruscas de temperatura.

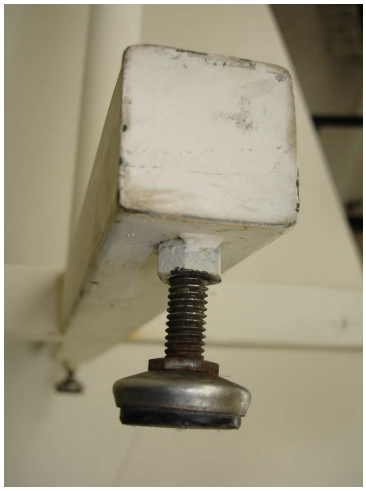
Base (pé) e Suporte (tubo)



Base (pé) e Suporte (tubo)



Sapata regulável com rosca afixada na Base (pé)



Apêndice 6 – Primeira aferição dos termo-higrômetros datalogger: temperatura do ar

Data	Hora	Temperatura (ºC) - Tabela de Aferição dos Termohigrômetros Datalogger																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
02.05.2008	18:30	23,4	23,5	23,3	23,3	23,7	23,5	23,4	23,4	23,6	23,6	23,5	23,5	23,3	23,4	23,4	23,4	23,5	23,4	23,4	23,4
	19:00	23,3	23,4	23,2	23,2	23,6	23,3	23,3	23,3	23,4	23,5	23,4	23,4	23,2	23,2	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,2
	09:30	23,3	23,3	23,2	23,1	23,5	23,2	23,2	23,2	23,3	23,4	23,3	23,3	23,1	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,1
	20:00	23,3	23,2	23,1	23,1	23,4	23,2	23,2	23,2	23,2	23,4	23,2	23,3	23,0	23,1	23,2	23,2	23,2	23,2	23,1	23,1
	20:30	23,2	23,2	23,0	23,1	23,4	23,2	23,1	23,1	23,2	23,4	23,2	23,2	23,0	23,1	23,2	23,2	23,1	23,1	23,1	23,0
	21:00	23,2	23,2	23,0	23,0	23,4	23,1	23,1	23,1	23,2	23,3	23,2	23,2	22,9	23,0	23,1	23,1	23,1	23,1	23,0	23,0
	21:30	23,1	23,1	23,0	23,0	23,3	23,1	23,1	23,1	23,2	23,2	23,1	23,1	22,9	23,0	23,1	23,1	23,0	23,0	23,0	22,9
	22:00	23,1	23,1	22,9	22,9	23,3	23,0	23,0	23,0	23,1	23,2	23,1	23,1	22,9	22,9	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
	22:30	23,1	23,1	22,9	22,9	23,2	23,0	23,0	23,0	23,1	23,2	23,0	23,1	22,8	22,9	23,0	23,0	23,0	22,9	22,9	22,8
	23:00	22,9	23,0	22,9	22,9	23,2	23,0	23,0	23,0	23,1	23,2	23,0	23,0	22,8	22,9	23,0	23,0	22,9	22,9	22,9	22,8
	23:30	23,0	23,0	22,8	22,8	23,2	22,9	22,9	22,9	23,0	23,1	23,0	23,0	22,8	22,8	22,9	22,9	22,9	22,9	22,8	22,8
03.05.2008	00:00	23,0	23,0	22,8	22,8	23,2	22,9	22,9	22,9	23,0	23,1	22,9	23,0	22,8	22,8	22,9	22,9	22,8	22,8	22,8	22,8
	00:30	23,0	23,0	22,8	22,8	23,1	22,9	22,9	22,9	23,0	23,0	22,9	22,9	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8
	01:00	22,9	22,9	22,8	22,8	23,1	22,8	22,8	22,8	22,9	23,0	22,9	22,9	22,7	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,7
	01:30	22,8	22,9	22,7	22,8	23,1	22,8	22,8	22,8	22,9	23,0	22,9	22,9	22,7	22,7	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,7
	02:00	22,9	22,9	22,7	22,7	23,0	22,8	22,8	22,8	22,9	23,0	22,8	22,8	22,7	22,7	22,8	22,8	22,8	22,7	22,7	22,7
	02:30	22,8	22,8	22,7	22,7	23,0	22,8	22,8	22,8	22,8	23,0	22,8	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,8	22,7	22,7	22,6
	03:00	22,8	22,8	22,7	22,7	23,0	22,8	22,7	22,7	22,8	23,0	22,8	22,8	22,6	22,7	22,7	22,8	22,8	22,7	22,7	22,6
	03:30	22,8	22,8	22,6	22,7	23,0	22,7	22,7	22,7	22,8	22,9	22,8	22,8	22,6	22,6	22,7	22,8	22,7	22,6	22,6	22,6
	04:00	22,7	22,8	22,6	22,6	22,9	22,7	22,7	22,7	22,8	22,9	22,7	22,8	22,5	22,6	22,7	22,7	22,7	22,6	22,6	22,6
	04:30	22,8	22,8	22,6	22,6	22,9	22,7	22,7	22,7	22,8	22,8	22,7	22,7	22,5	22,6	22,7	22,7	22,7	22,6	22,6	22,6
	05:00	22,7	22,7	22,6	22,6	22,9	22,7	22,7	22,7	22,8	22,8	22,7	22,7	22,5	22,6	22,6	22,7	22,6	22,6	22,6	22,5
	05:30	22,7	22,7	22,5	22,6	22,8	22,6	22,6	22,6	22,7	22,8	22,7	22,7	22,4	22,6	22,6	22,6	22,6	22,5	22,5	22,5
	06:00	22,7	22,7	22,5	22,5	22,8	22,6	22,6	22,6	22,7	22,8	22,6	22,7	22,4	22,5	22,6	22,6	22,6	22,5	22,5	22,4
	06:30	22,6	22,6	22,4	22,5	22,8	22,6	22,6	22,6	22,6	22,8	22,6	22,6	22,4	22,5	22,5	22,6	22,5	22,5	22,4	22,4
	07:00	22,6	22,6	22,4	22,4	22,8	22,5	22,5	22,5	22,6	22,7	22,6	22,6	22,3	22,4	22,5	22,5	22,4	22,4	22,4	22,4
	07:30	22,5	22,5	22,4	22,4	22,7	22,5	22,5	22,5	22,5	22,6	22,5	22,5	22,3	22,4	22,4	22,5	22,4	22,4	22,4	22,4
	08:00	22,5	22,5	22,4	22,4	22,7	22,4	22,4	22,4	22,5	22,6	22,5	22,5	22,3	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,3
	08:30	22,4	22,5	22,3	22,4	22,7	22,4	22,4	22,4	22,5	22,6	22,5	22,5	22,3	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,3
	09:00	22,5	22,5	22,4	22,4	22,7	22,4	22,4	22,4	22,5	22,6	22,5	22,5	22,3	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,3
	09:30	22,5	22,5	22,4	22,4	22,7	22,5	22,4	22,4	22,6	22,7	22,5	22,5	22,4	22,4	22,4	22,4	22,5	22,4	22,4	22,3
	10:00	22,6	22,6	22,4	22,4	22,8	22,5	22,5	22,5	22,7	22,7	22,6	22,6	22,4	22,4	22,5	22,6	22,6	22,5	22,4	22,4
	10:30	22,7	22,7	22,5	22,6	22,8	22,6	22,6	22,6	22,8	22,8	22,7	22,7	22,6	22,6	22,6	22,6	22,7	22,6	22,6	22,5
	11:00	22,8	22,8	22,7	22,7	23,0	22,7	22,7	22,7	22,9	22,9	22,8	22,8	22,7	22,7	22,7	22,8	22,8	22,7	22,6	22,6
	11:30	22,9	22,9	22,7	22,8	23,1	22,8	22,8	22,8	23,0	23,0	22,8	22,9	22,8	22,8	22,8	22,8	22,9	22,8	22,8	22,7
	12:00	23,0	23,0	22,8	22,8	23,2	22,9	22,8	22,8	23,1	23,1	22,9	22,9	22,8	22,8	22,9	22,9	23,0	22,8	22,8	22,8
	12:30	23,0	23,0	22,8	22,9	23,2	22,9	23,0	23,0	23,2	23,2	23,0	23,0	22,9	22,9	22,9	23,0	23,1	22,9	22,9	22,8
	13:00	23,2	23,2	23,0	23,0	23,3	23,1	23,1	23,1	23,3	23,3	23,2	23,2	23,1	23,0	23,1	23,1	23,2	23,1	23,0	23,0
	13:30	23,3	23,3	23,1	23,1	23,4	23,2	23,2	23,2	23,4	23,4	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,3	23,2	23,1	23,1
	14:00	23,3	23,4	23,2	23,2	23,6	23,3	23,3	23,3	23,5	23,5	23,4	23,4	23,2	23,2	23,3	23,3	23,4	23,3	23,2	23,2
	14:30	23,4	23,4	23,3	23,3	23,6	23,4	23,4	23,4	23,6	23,6	23,4	23,4	23,4	23,3	23,4	23,4	23,5	23,4	23,3	23,3
	15:00	23,6	23,6	23,4	23,4	23,7	23,5	23,5	23,5	23,7	23,7	23,6	23,6	23,5	23,4	23,5	23,5	23,6	23,5	23,4	23,4
	15:30	23,6	23,6	23,5	23,5	23,8	23,6	23,6	23,6	23,8	23,8	23,6	23,6	23,6	23,5	23,6	23,6	23,7	23,6	23,5	23,5
	16:00	23,7	23,7	23,6	23,6	23,9	23,6	23,6	23,6	23,8	23,8	23,7	23,7	23,6	23,6	23,6	23,7	23,8	23,6	23,6	23,6
	16:30	23,8	23,8	23,6	23,6	24,0	23,7	23,7	23,7	23,9	23,9	23,8	23,8	23,6	23,7	23,7	23,7	23,8	23,7	23,6	23,6
	17:00	23,9	23,9	23,7	23,7	24,0	23,8	23,8	23,8	23,9	24,0	23,8	23,8	23,7	23,7	23,7	23,8	23,8	23,7	23,7	23,6
	17:30	23,9	23,9	23,7	23,7	24,0	23,8	23,8	23,8	24,0	24,0	23,9	23,9	23,7	23,8	23,8	23,8	23,9	23,8	23,8	23,7
	18:00	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,8	23,9	23,9	24,0	24,0	23,9	23,9	23,8	23,8	23,8	23,9	23,9	23,8	23,8	23,7
	18:30	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,9	23,9	23,9	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23,8	23,9	23,9	23,9	23,8	23,8	23,8
	19:00	23,9	24,0	23,8	23,9	24,2	23,9	24,0	24,0	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23,9	23,9	23,9	24,0	23,9	23,8	23,8
	19:30	24,0	24,0	23,9	23,9	24,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23,9	23,9	24,0	24,0	24,0	23,9	23,8
	20:00	24,1	24,1	23,9	23,9	24,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23,9	24,0	24,0	24,0	23,9	23,9	23,8
	20:30	24,1	24,1	23,9	23,9	24,2	24,0	24,0	24,0	24,1	24,2	24,0	24,0	23,8	23,9	24,0	24,0	24,0	23,9	23,9	23,8
	21:00	24,0	24,0	23,9	23,9	24,2	24,0	24,0	24,0	24,1	24,2	24,0	24,0	23,8	23,9	23,9	24,0	24,0	23,9	23,9	23,8
	21:30	24,0	24,0	23,9	23,9	24,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23,9	24,0	24,0	24,0	23,9	23,9	23,8
	22:00	24,0	24,0	23,9	23,9	24,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23,9	23,9	24,0	24,0	23,9	23,9	23,8
	22:30	24,0	24,0	23,9	23,9	24,2	24,0	23,9	23,9	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23,8	23,9	23,9	23,9	23,9	23,8	23,8
	23:00	24,0	24,0	23,8	23,9	24,2	23,9	23,9	23,9	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23,9	23,9	23,9	23,9	23,8	23,8	23,8
	23:30	24,0	24,0	23,8	23,8	24,2	23,9	23,9	23,9	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23,8	23,9	23,9	23,9	23,9	23,8	23,8
04.05.2008	00:00	24,0	24,0	23,8	23,8	24,2	23,9	23,9	23,9	24,0	24,0	24,0	24,0	23,7	23,8	23,8	23,9	23,9	23,8	23,8	23,8
	00:30	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,9	23,9	23,9	24,0	24,0	23,9	23,9	23,7	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,7
	01:00	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,8	23,8	23,8	24,0	24,0	23,9	23,9	23,7	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,7
	01:30	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,8	23,8	23,8	24,0	24,0	23,9	23,9	23,7	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,7
	02:00	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,8	23,8	23,8	23,9	24,0	23,8	23,9	23,7	23,8	23,8	23,8	23,8	23,7	23,7	23,7
	02:30	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,8	23,8	23,8	23,9	24,0	23,8	23,8	23,7	23,7	23,8	23,7	23,7	23,6	23,6	23,6
	03:00	23,8	23,8	23,6	23,7	24,0	23,7	23,7	23,7	23,8	23,9	23,8	23,8	23,6	23,6	23,6	23,7	23,7	23,6	23,6	23,6
	03:30	23,8	23,8	23,6	23,6	23,9	23,6	23,7	23,7	23,8	24,0	23,8	23,7	23,5	23,6	23,6	23,6	23,7	23,6	23,6	23,5
05.05.2008	00:00	24,0	24,0	23,8	23,8	24,2	23,9	23,9	23,9	24,0	24,0	24,0	24,0	23,7	23,8	23,8	23,9	23,9	23,8	23,8	23,8
	00:30	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,9	23,9	23,9	24,0	24,0	23,9	23,9	23,7	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,7
	01:00	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,8	23,8	23,8	24,0	24,0	23,9	23,9	23,7	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,7	23,7
	01:30	24,0	24,0	23,8	23,8	24,1	23,8	23,8	23,8	24,0	24,0	23,9	23,9	23,7	23,8	23,8	23,8	23,8	23,7	23,8	23,7
	02:00	23,9	23,9	23,7	23,8	24,0	23,8	23,8	23,8	23,9	24,0	23,8	23,9	23,6	23,7	23,8	23,8	23,8	23,7	23,7	23,6
	02:30	23,9	23,9	23,7	23,7	24,0	23,8	23,8	23,8	23,8	23,9	23,8	23,8	23,6	23,7	23,8	23,7	23,7	23,6	23,6	23,6
	03:00	23,8	23,8	23,6	23,7	24,0	23,7	23,7	23,7	23,8	23,9	23,8	23,8	23,6	23,6	23,6	23,7	23,7	23,6	23,6	23,6
	03:30	23,8	23,8	23,6	23,6	23,9	23,6	23,7	23,7	23,8	24,0	23,8	23,7	23,5	23,6	23,6	23,6	23,7	23,6	23,6	23,5
	04:00	23,8	23,8	23,6	23,6	23,9	23,6	23,7	23,7	23,7	23,8	23,8	23,7	23,5	23,6	23,6	23,7	23,6	23,6	23,6	23,6
	04:30	23,7	23,7	23,6	23,6	23,9	23,6	23,6	23,6	23,7	23,8	23,7	23,7	23,5	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,5
	05:00	23,7	23,7	23,5	23,6	23,8	23,6	23,6	23,6	23,7	23,8	23,6	23,6	23,4	23,5	23,6	23,6	23,6	23,5	23,5	23,5
	05:30	23,6	23,6	23,5	23,5	23,8	23,5	23,6	23,6	23,6	23,7	23,6	23,6	23,4	23,5	23,5	23,6	23,5	23,5	23,5	23,4
	06:00	23,6	23,6	23,4	23,4	23,7	23,5	23,5	23,5	23,6	23,7	23,6	23,6	23,3	23,4	23,5	23,5	23,5	23,4	23,4	23,4
	06:30	23,6	23,6	23,4	23,4	23,7	23,4	23,5	23,5	23,5	23,6	23,5	23,5	23,3	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,3
	07:00	23,5	23,5	23,3	23,3	23,6	23,4	23,4	23,4	23,4	23,5	23,4	23,4	23,2	23,3	23,3	23,4	23,3	23,2	23,3	23,2
	07:30	23,4	23,4	23,2	23,2	23,5	23,3	23,3	23,3	23,3	23,4	23,3	23,3	23,1	23,2	23,2	23,3	23,2	23,2	23,2	23,2
	08:00	23,3	23,3	23,2	23,2	23,4	23,2	23,2	23,2	23,3	23,4	23,3	23,3	23,0	23,1	23,2	23,2	23,2	23,1	23,2	23,1
	08:30	23,3	23,3	23,1	23,1	23,5	23,2	23,2	23,2	23,3	23,4	23,2	23,3	23,1	23,1	23,2	23,2	23,2	23,1	23,1	23,1
	09:00	23,3	23,3	23,1	23,2	23,5	23,2	23,2	23,2	23,3	23,4	23,3	23,3	23,1	23,1	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,1
	09:30	23,4	23,4	23,2	23,2	23,5	23,2	23,2	23,2	23,4	23,4	23,3	23,3	23,2	23,2	23,2	23,2	23,3	23,2	23,2	23,2
	10:00	23,4	23,4	23,2	23,2	23,6	23,3	23,3	23,3	23,4	23,5	23,4	23,4	23,2	23,2	23,2	23,3	23,4	23,2	23,2	23,2
	10:30	23,5	23,5	23,3	23,3	23,6	23,4	23,4	23,4	23,5	23,6	23,4	23,4	23,3	23,3	23,3	23,4	23,4	23,3	23,3	23,2
	11:00	23,5	23,5	23,4	23,4	23,7	23,4	23,4	23,4	23,6	23,6	23,5	23,5	23,4	23,4	23,4	23,4	23,5	23,4	23,4	23,3
	11:30	23,6	23,6	23,4	23,4	23,8	23,5	23,5	23,5	23,7	23,7	23,6	23,6	23,5	23,5	23,5	23,5	23,6	23,5	23,4	23,4
	12:00	23,7	23,7	23,5	23,5	23,8	23,6	23,6	23,6	23,8	23,8	23,6	23,6	23,6	23,5	23,6	23,6	23,7	23,6	23,5	23,5
	12:30	23,8	23,8	23,6	23,6	23,9	23,6	23,7	23,7	23,9	23,8	23,7	23,7	23,6	23,6	23,6	23,7	23,8	23,6	23,6	23,6
	13:00	23,8	23,8	23,6	23,6	24,0	23,7	23,7	23,7	23,9	23,9	23,8	23,8	23,7	23,7	23,7	23,7	23,8	23,7	23,7	23,6
	13:30	23,9	23,9	23,7	23,7	24,1	23,8	23,8	23,8	24,0	24,0	23,9	23,9	23,8	23,8	23,8	23,8	24,0	23,8	23,8	23,7
	14:00	24,0	24,0	23,8	23,8	24,2	23,9	23,9	23,9	24,1	24,1	24,0	24,0	23,9	23,9	23,9	23,9	24,0	23,9	23,8	23,8
	14:30	24,1	24,1	23,9	23,9	24,3	24,0	24,0	24,0	24,2	24,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,1	24,0	24,0	23,9
	15:00	24,1	24,1	24,0	24,0	24,3	24,0	24,0	24,0	24,2	24,2	24,1	24,1	24,0	24,0	24,0	24,0	24,2	24,0	24,0	23,9
	15:30	24,2	24,2	24,0	24,0	24,4	24,1	24,1	24,1	24,3	24,3	24,2	24,1	24,0	24,0	24,1	24,1	24,2	24,0	24,0	24,0
	16:00	24,2	24,2	24,0	24,0	24,4	24,1	24,1	24,1	24,3	24,3	24,2	24,2	24,1	24,1	24,1	24,1	24,2	24,1	24,1	24,0
	16:30	24,3	24,3	24,1	24,1	24,4	24,2	24,2	24,2	24,4	24,4	24,2	24,2	24,1	24,2	24,2	24,2	24,3	24,1	24,1	24,0
	17:00	24,3	24,3	24,1	24,1	24,5	24,2	24,2	24,2	24,4	24,4	24,3	24,2	24,1	24,2	24,2	24,2	24,3	24,2	24,1	24,1
	17:30	24,4	24,4	24,2	24,2	24,6	24,2	24,2	24,2	24,4	24,4	24,3	24,3	24,2	24,2	24,2	24,2	24,3	24,2	24,2	24,1
	18:00	24,4	24,4	24,2	24,2	24,6	24,3	24,3	24,3	24,4	24,5	24,4	24,3	24,2	24,2	24,3	24,3	24,3	24,2	24,2	24,2
	18:30	24,4	24,4	24,2	24,2	24,6	24,3	24,3	24,3	24,5	24,5	24,4	24,4	24,2	24,3	24,3	24,3	24,4	24,3	24,3	24,2
	19:00	24,4	24,4	24,3	24,3	24,6	24,4	24,4	24,4	24,5	24,5	24,4	24,4	24,2	24,3	24,3	24,3	24,4	24,3	24,3	24,2
	19:30	24,4	24,4	24,2	24,3	24,6	24,4	24,4	24,4	24,5	24,5	24,4	24,4	24,2	24,3	24,3	24,4	24,4	24,3	24,3	24,2
	20:00	24,4	24,4	24,2	24,2	24,6	24,3	24,3	24,3	24,4	24,5	24,4	24,4	24,2	24,3	24,3	24,3	24,3	24,2	24,2	24,2
	20:30	24,4	24,4	24,2	24,2	24,6	24,3	24,3	24,3	24,4	24,5	24,4	24,4	24,1	24,2	24,3	24,3	24,3	24,2	24,2	24,2
	21:00	24,4	24,4	24,2	24,2	24,6	24,3	24,3	24,3	24,4	24,5	24,4	24,4	24,2	24,2	24,3	24,3	24,3	24,2	24,2	24,2
	21:30	24,4	24,4	24,3	24,2	24,6	24,3	24,4	24,4	24,4	24,5	24,4	24,4	24,2	24,3	24,3	24,3	24,3	24,2	24,3	24,2
	22:00	24,4	24,4	24,2	24,2	24,6	24,3	24,3	24,3	24,4	24,5	24,4	24,4	24,2	24,2	24,3	24,3	24,3	24,2	24,2	24,2
	22:30	24,4	24,4	24,2	24,2	24,5	24,3	24,3	24,3	24,4	24,4	24,3	24,3	24,1	24,2	24,2	24,3	24,2	24,2	24,2	24,1
	23:00	24,4	24,4	24,2	24,2	24,5	24,3	24,3	24,3	24,4	24,4	24,3	24,3	24,1	24,2	24,2	24,3	24,3	24,2	24,2	24,2
	23:30	24,4	24,4	24,2	24,2	24,5	24,2	24,3	24,3	24,4	24,4	24,3	24,3	24,1	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,1
	00:00	24,4	24,4	24,2	24,2	24,5	24,2	24,2	24,2	24,3	24,4	24,3	24,3	24,0	24,1	24,2	24,2	24,2	24,1	24,2	24,1
	00:30	24,3	24,3	24,1	24,1	24,4	24,2	24,2	24,2	24,3	24,4	24,2	24,2	24,0	24,1	24,2	24,2	24,2	24,1	24,1	24,0
	01:00	24,3	24,3	24,1	24,1	24,4	24,2	24,2	24,2	24,2	24,3	24,2	24,2	24,0	24,0	24,1	24,2	24,1	24,0	24,0	24,0
	01:30	24,2	24,2	24,0	24,0	24,4	24,1	24,1	24,1	24,2	24,3	24,2	24,2	23,9	24,0	24,1	24,1	24,1	24,0	24,0	24,0
	02:00	24,2	24,2	24,0	24,0	24,3	24,1	24,1	24,1	24,2	24,2	24,1	24,1	23,9	24,0	24,0	24,1	24,0	24,0	24,0	24,0
	02:30	24,1	24,1	24,0	24,0	24,3	24,0	24,0	24,0	24,1	24,2	24,0	24,0	23,8	24,0	24,0	24,0	24,0	23,9	23,9	23,9
	03:00	24,1	24,1	23,9	23,9	24,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,1	24,0	24,0	23,8	23

Apêndice 7 – Primeira aferição dos termo-higrômetros datalogger – umidade relativa

Data	Hora	Umidade Relativa (%) - Tabela de Aferição dos Termohigrômetros Datalogger																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
02.05.2008	18:30	67,0	67,0	67,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	67,0	67,0	66,0	68,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	66,0
	19:00	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	68,0	66,0	66,0
	09:30	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	69,0	66,0	66,0
	20:00	67,0	67,0	67,0	67,0	66,0	67,0	66,0	66,0	67,0	67,0	67,0	68,0	66,0	68,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	66,0
	20:30	67,0	67,0	67,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	67,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	65,0
	21:00	67,0	67,0	67,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	67,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	65,0
	21:30	67,0	67,0	67,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	68,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	65,0
	22:00	67,0	67,0	67,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	67,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	65,0
	22:30	67,0	67,0	67,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	67,0	67,0	66,0	68,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	66,0
	23:00	67,0	67,0	67,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	67,0	67,0	66,0	68,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	66,0
	23:30	67,0	67,0	67,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	67,0	67,0	68,0	66,0	68,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	66,0
03.05.2008	00:00	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	66,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	68,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	66,0
	00:30	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	67,0	66,0
	01:00	68,0	68,0	68,0	68,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	67,0	68,0	69,0	69,0	67,0	67,0
	01:30	68,0	68,0	68,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	69,0	68,0	68,0	69,0	69,0	68,0	67,0
	02:00	69,0	69,0	68,0	68,0	67,0	69,0	68,0	68,0	69,0	68,0	68,0	69,0	68,0	69,0	68,0	68,0	69,0	69,0	68,0	67,0
	02:30	69,0	69,0	69,0	69,0	68,0	69,0	68,0	68,0	69,0	69,0	68,0	69,0	68,0	69,0	68,0	69,0	70,0	70,0	68,0	68,0
	03:00	69,0	69,0	69,0	69,0	68,0	69,0	68,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	68,0	69,0	70,0	70,0	68,0	68,0
	03:30	70,0	70,0	69,0	69,0	68,0	70,0	68,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	69,0	69,0	70,0	71,0	68,0	68,0
	04:00	70,0	70,0	69,0	69,0	69,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	04:30	70,0	70,0	70,0	70,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	05:00	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	69,0	69,0
	05:30	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	06:00	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	06:30	71,0	71,0	71,0	71,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	70,0	72,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	07:00	71,0	71,0	71,0	71,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	72,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	07:30	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	70,0	72,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	08:00	71,0	71,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	70,0	72,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	08:30	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	70,0	72,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	09:00	70,0	70,0	69,0	69,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	71,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	09:30	70,0	70,0	69,0	69,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	10:00	70,0	70,0	69,0	69,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	69,0	70,0	70,0	71,0	69,0	68,0
	10:30	70,0	70,0	69,0	69,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	69,0	70,0	70,0	71,0	69,0	68,0
	11:00	72,0	72,0	71,0	71,0	70,0	72,0	70,0	70,0	72,0	71,0	71,0	71,0	70,0	72,0	71,0	71,0	72,0	72,0	70,0	70,0
	11:30	73,0	73,0	73,0	73,0	72,0	73,0	72,0	72,0	73,0	73,0	73,0	73,0	72,0	73,0	73,0	73,0	74,0	74,0	72,0	72,0
	12:00	72,0	72,0	72,0	71,0	71,0	72,0	71,0	71,0	72,0	71,0	72,0	72,0	71,0	72,0	71,0	72,0	72,0	73,0	71,0	70,0
	12:30	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	69,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	69,0	69,0
	13:00	69,0	69,0	68,0	68,0	67,0	69,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	69,0	67,0	69,0	68,0	69,0	69,0	69,0	68,0	67,0
	13:30	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	67,0	67,0	67,0	67,0	67,0	68,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	68,0	66,0	66,0
	14:00	67,0	67,0	66,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	67,0	65,0	65,0
	14:30	67,0	67,0	66,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	67,0	65,0	65,0
	15:00	66,0	66,0	66,0	66,0	65,0	66,0	65,0	65,0	66,0	65,0	66,0	66,0	65,0	66,0	65,0	66,0	66,0	67,0	65,0	65,0
	15:30	65,0	65,0	65,0	65,0	64,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	64,0	66,0	65,0	65,0	65,0	66,0	64,0	64,0
	16:00	65,0	65,0	65,0	65,0	64,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	64,0	65,0	65,0	65,0	65,0	66,0	64,0	64,0
	16:30	66,0	66,0	65,0	65,0	64,0	66,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	66,0	65,0	66,0	65,0	65,0	66,0	66,0	65,0	64,0
	17:00	66,0	66,0	66,0	65,0	65,0	66,0	65,0	65,0	66,0	65,0	65,0	66,0	65,0	66,0	65,0	66,0	66,0	67,0	65,0	65,0
	17:30	66,0	66,0	66,0	66,0	65,0	66,0	66,0	66,0	67,0	66,0	66,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	67,0	65,0	65,0
	18:00	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	67,0	66,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	66,0	68,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	66,0
	18:30	69,0	69,0	68,0	68,0	68,0	69,0	68,0	68,0	69,0	68,0	68,0	69,0	68,0	69,0	68,0	69,0	70,0	70,0	68,0	67,0
	19:00	70,0	70,0	69,0	69,0	68,0	69,0	68,0	68,0	70,0	69,0	69,0	69,0	69,0	70,0	68,0	69,0	70,0	70,0	68,0	67,0
	19:30	70,0	70,0	70,0	70,0	69,0	70,0	69,0	69,0	71,0	70,0	70,0	70,0	70,0	71,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	20:00	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	20:30	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	21:00	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	72,0	71,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	21:30	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	22:00	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	22:30	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	72,0	70,0	69,0
	23:00	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	72,0	70,0	69,0
	23:30	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	72,0	69,0	69,0
04.05.2008	00:00	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	00:30	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	01:00	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	01:30	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	02:00	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	02:30	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	03:00	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	03:30	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	04:00	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	04:30	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	05:00	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	05:30	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	06:00	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	06:30	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	07:00	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	07:30	71,0	71,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	70,0	69,0
	08:00	71,0	71,0	71,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	72,0	71,0	71,0	72,0	72,0	70,0	70,0
	08:30	71,0	71,0	71,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	72,0	71,0	72,0	71,0	71,0	72,0	72,0	71,0	70,0
	09:00	72,0	72,0	71,0	71,0	70,0	72,0	71,0	71,0	72,0	71,0	71,0	72,0	71,0	72,0	71,0	71,0	72,0	73,0	71,0	70,0
	09:30	72,0	72,0	71,0	71,0	71,0	72,0	71,0	71,0	72,0	71,0	71,0	72,0	71,0	73,0	71,0	72,0	73,0	73,0	71,0	71,0
	10:00	72,0	72,0	71,0	71,0	70,0	72,0	71,0	71,0	72,0	71,0	71,0	72,0	71,0	72,0	71,0	72,0	72,0	73,0	71,0	70,0
	10:30	71,0	71,0	71,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	72,0	71,0	72,0	71,0	72,0	72,0	72,0	71,0	70,0
	11:00	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	71,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	69,0	69,0
	11:30	70,0	70,0	69,0	69,0	68,0	70,0	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0	70,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	70,0	68,0	68,0
	12:00	69,0	69,0	68,0	68,0	67,0	69,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	69,0	67,0	69,0	68,0	68,0	69,0	69,0	67,0	67,0
	12:30	68,0	68,0	68,0	68,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	68,0	68,0	67,0	69,0	67,0	68,0	68,0	69,0	67,0	66,0
	13:00	68,0	68,0	68,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	68,0	67,0	68,0	68,0	67,0	69,0	67,0	68,0	69,0	69,0	67,0	66,0
	13:30	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	66,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	67,0	66,0
	14:00	67,0	67,0	66,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	67,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	67,0	65,0	65,0
	14:30	67,0	67,0	66,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	66,0	67,0	65,0	67,0	66,0	67,0	67,0	67,0	66,0	65,0
	15:00	67,0	67,0	66,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	67,0	67,0	66,0	67,0	66,0	67,0	67,0	67,0	66,0	65,0
	15:30	67,0	67,0	66,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	66,0	67,0	66,0	67,0	66,0	67,0	67,0	67,0	66,0	65,0
	16:00	67,0	67,0	66,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	67,0	65,0	67,0	66,0	67,0	67,0	67,0	65,0	65,0
	16:30	66,0	66,0	66,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	66,0	66,0	65,0	66,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	67,0	65,0
	17:00	66,0	66,0	66,0	66,0	64,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	65,0	66,0	67,0	65,0	67,0	65,0	66,0	67,0	65,0	65,0
	17:30	66,0	66,0	66,0	66,0	64,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	65,0	66,0	67,0	65,0	67,0	65,0	66,0	67,0	65,0	65,0
	18:00	66,0	66,0	66,0	66,0	65,0	67,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	67,0	65,0	67,0	66,0	66,0	67,0	65,0	65,0
	18:30	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	67,0	66,0
	19:00	69,0	69,0	68,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	69,0	68,0	68,0	69,0	69,0	68,0	67,0
	19:30	68,0	68,0	68,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	69,0	69,0	67,0	67,0
	20:00	66,0	66,0	66,0	66,0	64,0	66,0	66,0	66,0	66,0	65,0	66,0	67,0	65,0	67,0	65,0	66,0	67,0	67,0	65,0	65,0
	20:30	66,0	66,0	66,0	66,0	65,0	66,0	65,0	65,0	66,0	65,0	66,0	66,0	65,0	67,0	65,0	66,0	67,0	67,0	65,0	64,0
	21:00	68,0	68,0	67,0	67,0	65,0	67,0	67,0	67,0	67,0	66,0	67,0	68,0	66,0	68,0	66,0	67,0	68,0	68,0	66,0	65,0
	21:30	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	67,0	66,0
	22:00	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	67,0	66,0
	22:30	68,0	68,0	67,0	67,0	66,0	68,0	67,0	67,0	68,0	67,0	68,0	68,0	67,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	67,0	66,0
	23:00	69,0	69,0	68,0	68,0	68,0	69,0	68,0	68,0	69,0	69,0	68,0	69,0	69,0	70,0	68,0	69,0	70,0	70,0	68,0	68,0
	23:30	71,0	71,0	70,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	73,0	72,0	70,0	71,0	72,0	73,0	70,0	71,0	73,0	73,0	70,0	69,0
05.05.2008	00:00	72,0	72,0	71,0	71,0	71,0	72,0	71,0	71,0	73,0	73,0	72,0	72,0	73,0	73,0	72,0	72,0	74,0	74,0	72,0	71,0
	00:30	72,0	72,0	71,0	71,0	71,0	72,0	70,0	70,0	73,0	72,0	71,0	72,0	72,0	73,0	71,0	72,0	73,0	73,0	71,0	70,0
	01:00	72,0	72,0	71,0	70,0	70,0	72,0	70,0	70,0	72,0	71,0	71,0	71,0	71,0	72,0	71,0	71,0	73,0	73,0	71,0	70,0
	01:30	71,0	71,0	70,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	71,0	71,0	70,0	72,0	70,0	71,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	02:00	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	72,0	72,0	70,0	69,0
	02:30	70,0	70,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	69,0	69,0
	03:00	70,0	70,0	70,0	70,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	70,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	03:30	70,0	70,0	70,0	69,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	04:00	70,0	70,0	70,0	69,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	04:30	70,0	70,0	70,0	69,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	69,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	05:00	70,0	70,0	70,0	70,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	70,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	68,0
	05:30	70,0	70,0	70,0	70,0	68,0	70,0	69,0	69,0	70,0	70,0	70,0	70,0	69,0	71,0	69,0	70,0	71,0	71,0	69,0	69,0
	06:00	70,0	70,0	70,0	70,0	69,0	70,0	69,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	69,0	69,0
	06:30	71,0	71,0	70,0	70,0	69,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	69,0	69,0
Média		69,3	69,3	68,8	68,7	67,7	69,3	68,4	68,4	69,3	68,7	68,8	69,4	68,4	69,7

FICHA DE AFERIÇÃO DO TERMO-HIGRÔMETRO DATALLOGER TFA

Estação Meteorológica de Belo Horizonte UF: MG Código: 83587 Data: 21/05/2008
Coordenadas: 19º 56' 02,1"S e 43º 57' 06,9"W Altitude: 915 metros

Hora	Leituras do Psicrômetro Padrão (5ºDISME/INMET)						Umidade Relativa (%)		Termo-Higrômetro Datalogger			
	Bulbo Seco (Td) / (ºC)			Bulbo Úmido (Tw) / (ºC)					Marca: TFA Dostmann / Wertheim©			
	Marca: Precision			Marca: Precision					Modelo: 30.3015			
	Modelo: 1064			Modelo: 1066					Temperatura (ºC)		Umidade (%)	
	Leitura	Correção Instrumental	Leitura Corrigida (A)	Leitura	Correção Instrumental	Leitura Corrigida	Correção Altimétrica	Calculada (B)	Leitura (C)	Diferença (C - A)	Leitura (D)	Diferença (D - B)
08:30	21,2	-0,1	21,1	16,8	-0,1	16,7	2,0	64,0	21,2	0,1	67,0	3,0
09:00	21,8	-0,1	21,7	17,2	-0,1	17,1	2,0	63,0	21,9	0,2	66,0	3,0
09:30	23,2	-0,1	23,1	17,8	-0,1	17,7	3,0	59,0	23,1	0,0	62,0	3,0
10:00	23,2	-0,1	23,1	17,6	-0,1	17,5	2,0	56,0	23,2	0,1	62,0	6,0
10:30	23,2	-0,1	23,1	17,4	-0,1	17,3	3,0	56,0	23,2	0,1	61,0	5,0
11:00	23,8	-0,1	23,7	17,4	-0,1	17,3	3,0	53,0	23,7	0,0	56,0	3,0
11:30	24,6	-0,1	24,5	17,6	-0,1	17,5	2,0	48,0	24,5	0,0	54,0	6,0
12:00	24,9	-0,1	24,8	17,2	-0,1	17,1	3,0	46,0	24,9	0,1	50,0	4,0
12:30	24,6	-0,1	24,5	17,5	-0,1	17,4	2,0	47,0	24,4	-0,1	53,0	6,0
13:00	25,0	-0,1	24,9	18,2	-0,1	18,1	2,0	51,0	24,8	-0,1	56,0	5,0
13:30	26,0	-0,1	25,9	17,8	-0,1	17,7	2,0	42,0	25,8	-0,1	48,0	6,0
14:00	26,3	-0,1	26,2	17,2	-0,1	17,1	5,0	41,0	26,3	0,1	44,0	3,0
14:30	26,2	-0,1	26,1	17,3	-0,1	17,2	2,0	39,0	26,1	0,0	44,0	5,0
15:00	25,6	-0,1	25,5	17,8	-0,1	17,7	2,0	44,0	25,6	0,1	47,0	3,0
15:30	25,5	-0,1	25,4	17,2	-0,1	17,1	2,0	42,0	25,4	0,0	47,0	5,0
16:00	24,8	-0,1	24,7	16,8	-0,1	16,7	2,0	42,0	24,9	0,2	48,0	6,0
16:30	24,8	-0,1	24,7	17,0	-0,1	16,9	3,0	44,0	24,9	0,2	48,0	4,0
Média	24,4		24,3	17,4		17,3		49,2	24,3	0,1	53,8	4,5
Erro padrão	0,4		0,4	0,1		0,1		1,9	0,4	0,0	1,8	0,3
Mediana	24,8		24,7	17,4		17,3		47,0	24,8	0,1	54,0	5,0
Modo	23,2		23,1	17,2		17,1		42,0	24,9	0,1	48,0	3,0
Desvio padrão	1,5		1,5	0,4		0,4		8,0	1,4	0,1	7,6	1,4
Variância da amostra	2,2		2,2	0,1		0,1		63,3	2,1	0,0	57,4	1,9
Curtose	0,0		0,0	-0,1		-0,1		-0,9	0,0	-0,9	-1,1	-1,4
Assimetria	-0,8		-0,8	0,3		0,3		0,6	-0,7	-0,1	0,4	0,2
Intervalo	5,1		5,1	1,4		1,4		25,0	5,1	0,3	23,0	4,0
Mínimo	21,2		21,1	16,8		16,7		39,0	21,2	-0,1	44,0	3,0
Máximo	26,3		26,2	18,2		18,1		64,0	26,3	0,2	67,0	7,0
Soma	414,7		413,0	295,8		294,1		837,0	413,9	0,9	914,0	77,0
Contagem	17,0		17,0	17,0		17,0		17,0	17,0	17,0	17,0	17,0

Principais parâmetros estatísticos utilizados para validação da aferição do termo-higrômetro datalogger com os termômetros de bulbo seco (Td) e bulbo úmido (Tw) do 5º Distrito de Meteorologia (5ºDISME/INMET).

Apêndice 9 - Dados Resumidos do Campo I (21/08/2008 a 30/08/2008)

Temperatura do Ar

Date	Hora (BR)	Temperatura do Ar (°C) - Dados Horários (3h)																											
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24			P25	P26
	00:00	16,8	16,2	15,7	17,9	16,8	16,4	18,4	17,2	18,1	16,0	19,7	14,0	17,9	18,0	15,6	16,9	16,5	19,6	15,8	16,8	16,0	16,5		18,4	Máx.	Mín.	17,8	16,9
	03:00	15,8	15,2	14,7	16,8	15,2	14,1	16,0	15,6	16,7	14,7	18,9	12,1	15,5	16,2	13,6	15,7	14,4	17,4	13,1	13,6	15,8	15,5		16,7			16,4	15,6
	06:00	15,6	15,1	14,2	16,2	14,6	13,8	15,0	14,0	15,6	13,6	17,8	11,2	13,8	15,1	12,0	13,6	13,5	15,2	11,7	11,8	16,0	15,0		16,5			14,2	14,8
21/8/2008	09:00	20,6	20,7	18,8	20,1	18,8	19,9	19,4	17,7	21,8	20,4	19,5	17,1	20,8	19,6	20,0	19,1	22,3	19,8	20,4	20,3	20,9	18,0	19,0	19,5		16,5	19,1	22,0
	12:00	26,2	24,9	25,6	27,3	27,8	27,2	26,8	25,9	27,7	25,3	24,6	22,2	25,8	26,6	27,3	28,4	26,8	26,0	26,8	26,9	23,9	22,5		23,8			23,9	25,2
	15:00	28,2	27,2	27,0	29,2	30,0	27,7	29,6	30,4	30,2	27,5	27,3	24,0	27,7	29,0	29,1	31,1	27,2	29,8	28,3	29,4	25,6	24,2	27,8	24,9			24,9	26,0
	18:00	21,9	21,5	21,7	24,0	23,4	22,3	24,2	23,6	23,8	22,1	23,7	19,3	23,3	24,0	23,0	24,6	23,2	26,1	22,6	23,4	21,6	21,5		22,5			22,5	25,3
	21:00	19,2	19,0	18,3	20,4	19,8	19,3	20,5	19,9	20,8	18,6	21,3	17,5	20,1	19,4	20,0	19,9	20,3	21,6	19,2	19,6	19,2	19,0		21,5	27,6		19,7	18,0
	00:00	17,6	17,3	16,6	18,5	17,7	17,4	18,2	17,5	18,7	16,6	20,0	15,8	18,1	17,7	16,8	16,9	17,0	19,8	16,8	17,5	17,9	17,0		18,5			18,2	17,0
	03:00	16,8	16,4	15,4	16,7	15,9	14,8	16,7	15,8	16,9	14,9	19,1	13,2	16,0	16,3	14,6	15,3	14,9	17,6	13,8	14,1	15,7	15,5		16,4			16,4	15,2
	06:00	16,3	15,2	14,9	15,8	15,0	13,2	14,9	14,4	15,7	13,6	18,2	11,0	13,8	14,2	12,7	14,1	13,4	16,4	11,9	12,3	17,4	15,5		17,0			14,4	14,0
22/8/2008	09:00	22,0	21,8	19,8	21,2	20,3	21,2	20,6	18,8	22,8	18,8	21,0	16,8	21,7	20,4	19,9	19,7	22,9	20,2	20,9	20,5	21,8	20,5	22,0	20,9		16,0	21,3	22,0
	12:00	27,8	26,8	27,0	28,0	28,6	28,2	28,0	26,9	29,0	25,0	25,4	23,1	27,4	27,7	27,8	29,0	29,2	27,0	28,0	28,6	25,3	24,0		25,5			25,1	26,3
	15:00	28,4	27,3	28,4	29,6	30,2	29,6	30,6	31,6	31,6	29,2	29,0	26,0	29,7	30,8	30,9	33,0	28,9	31,1	30,0	30,3	27,5	25,5	27,0	26,9			26,5	27,9
	18:00	22,9	22,6	22,8	23,8	24,1	23,4	24,4	24,3	24,6	22,8	24,6	21,2	24,2	24,0	23,9	25,2	24,3	26,7	23,5	24,2	22,8	22,5		23,8			23,5	25,3
	21:00	20,0	19,9	19,4	20,4	20,6	20,3	21,2	20,6	21,8	19,2	22,4	18,3	20,9	21,1	19,4	20,4	20,2	23,0	19,6	20,0	19,9	20,0		21,7	25,0		20,1	19,0
	00:00	19,4	18,2	18,3	18,9	18,2	17,0	19,5	18,0	19,2	16,4	20,6	15,7	18,2	18,2	16,8	17,4	17,6	20,2	17,0	17,6	18,8	18,5		19,5			18,4	17,8
	03:00	18,0	18,0	17,0	18,5	17,8	15,3	17,2	16,7	17,8	15,5	20,2	13,7	16,9	16,4	15,0	15,6	15,8	18,0	15,2	16,5	16,8	17,0		18,0			18,3	17,0
	06:00	16,6	16,4	15,4	16,8	16,5	16,7	17,4	16,6	17,5	16,6	18,8	12,3	16,8	16,1	13,2	14,1	15,4	17,2	14,6	15,2	15,7	15,0		16,8			17,4	16,9
23/8/2008	09:00	21,9	21,1	19,2	20,4	20,0	21,7	21,2	19,6	22,6	21,7	20,9	17,6	22,3	21,2	21,2	20,2	22,7	20,8	21,1	20,6	20,9	20,0	22,0	19,7		16,5	20,8	22,0
	12:00	26,8	25,6	26,5	27,0	27,2	27,6	27,0	26,7	27,8	25,2	24,2	21,3	26,7	27,1	27,7	26,7	27,2	25,9	26,2	27,2	24,6	21,5		24,1			23,3	24,1
	15:00	25,4	24,4	24,9	26,2	27,6	26,9	28,6	29,8	28,2	25,4	25,2	23,3	27,3	28,6	28,5	30,6	26,5	29,3	27,4	29,6	24,4	22,5	23,0	23,5			25,0	25,0
	18:00	22,1	21,4	21,5	22,8	23,5	22,9	24,0	24,0	23,8	22,6	23,4	19,8	24,0	23,6	23,7	24,4	23,7	25,4	23,3	23,8	21,6	21,0		22,5			22,5	23,0
	21:00	19,7	19,2	19,2	20,2	20,4	20,6	21,0	20,9	21,6	20,6	22,0	16,4	21,7	20,4	19,6	21,0	21,4	23,0	20,6	20,9	19,6	19,0		20,5	26,8		21,3	20,0
	00:00	18,2	17,8	17,4	18,3	18,6	18,9	18,9	19,4	20,1	18,9	20,3	14,3	19,8	18,5	17,9	19,2	19,5	21,1	18,5	18,8	17,6	17,0		18,3			19,1	18,2
	03:00	17,1	16,5	16,1	17,1	17,1	17,5	17,4	17,6	18,6	17,1	19,1	13,2	18,3	17,5	15,5	17,2	17,8	18,7	16,5	17,1	16,5	15,5		17,0			17,5	17,1
	06:00	16,1	16,0	15,4	16,6	17,2	17,6	17,2	17,8	18,4	17,1	18,8	13,4	17,6	17,3	15,1	16,6	17,0	17,1	16,1	16,6	15,9	15,5		16,8			17,3	17,0
24/8/2008	09:00	20,8	18,8	18,0	19,5	20,8	21,1	19,6	21,2	20,1	20,7	20,7	17,1	21,1	20,1	20,8	20,6	19,3	20,2	19,3	19,7	19,0	17,5	21,0	18,9		16,7	18,4	21,0
	12:00	26,4	25,3	24,2	27,0	27,6	27,9	27,0	26,3	27,3	24,8	24,6	21,7	25,8	27,5	26,5	28,4	27,2	25,7	25,5	26,7	24,4	22,0		23,8			23,6	24,8
	15:00	27,6	26,5	26,6	26,9	30,2	28,5	28,8	30,5	30,6	28,6	28,2	23,6	27,9	28,7	29,0	31,0	27,7	28,8	27,1	28,7	26,0	24,0	26,0	24,6			25,5	26,7
	18:00	22,3	21,9	22,1	22,7	23,5	22,5	23,4	24,0	23,9	22,4	23,7	19,5	23,5	23,0	23,0	24,3	23,3	25,7	22,8	23,5	22,0	21,5		22,5			22,7	25,0
	21:00	19,8	19,4	18,9	20,1	20,4	20,0	20,5	20,5	21,2	18,9	21,8	16,8	20,5	19,8	18,9	20,2	20,4	21,5	20,3	20,4	19,3	19,0		20,1	27,8		20,4	19,0
	00:00	17,7	17,4	16,5	17,8	17,9	18,3	18,5	18,4	19,1	17,7	19,6	14,0	18,1	18,0	15,8	17,7	18,0	17,8	17,0	17,5	16,6	16,0		17,3			18,2	17,3
	03:00	16,4	16,2	15,4	16,6	16,8	17,2	16,9	16,9	17,7	16,6	18,7	13,4	16,7	16,5	15,2	16,1	16,2	18,3	15,1	15,4	15,7	15,5		17,0			16,6	15,5
	06:00	15,1	15,0	14,4	15,4	15,8	16,3	15,7	16,0	16,7	16,4	17,9	13,6	16,0	15,0	14,2	15,0	15,1	17,2	14,3	14,9	15,0	14,5		16,5			15,8	15,0
25/8/2008	09:00	20,6	20,1	18,6	20,0	19,8	20,6	20,2	18,8	22,4	19,1	20,0	17,0	21,8	20,4	21,0	20,0	22,8	18,7	21,2	20,9	20,8	18,5	21,0	19,3		16,5	19,8	21,0
	12:00	27,4	26,9	26,8	27,7	28,1	28,0	27,4	26,2	28,5	25,8	25,3	21,3	27,2	27,5	27,7	28,8	28,0	25,8	28,1	27,3	25,6	22,5		24,2			24,6	25,6
	15:00	26,7	26,0	25,8	27,3	29,5	28,7	29,0	30,0	29,2	28,2	28,3	24,1	29,4	28,8	29,2	31,4	28,3	28,6	28,3	29,2	25,8	24,5	26,0	26,1			26,2	27,8
	18:00	23,2	22,8	22,5	23,7	24,6	24,4	24,8	24,9	25,1	23,5	24,9	20,6	24,9	24,5	25,3	26,1	25,2	26,3	24,4	24,5	22,6	22,5		24,1			24,0	25,0
	21:00	20,3	20,3	19,2	20,5	21,0	21,2	20,8	21,4	22,0	20,3	22,3	18,0	21,4	21,0	20,9	22,0	21,9	22,8	20,9	21,0	19,8	20,0		21,5	27,8		20,6	21,0
	00:00	17,6	17,7	16,8	18,3	18,6	18,4	19,0	18,7	19,6	17,6	20,9	15,8	18,9	18,5	17,2	18,6	18,5	19,4	17,9	18,2	17,2	18,0		19,7			18,9	17,7
	03:00	16,6	16,6	16,2	17,5	16,9	16,5	17,3	17,0	18,1	16,2	19,5	14,6	17,5	16,9	15,6	16,6	16,8	19,1	15,8	16,2	16,8	16,0		17,5			17,5	16,8
	06:00	16,2	16,1	16,0	16,9	15,1	14,8	14,9	15,4	16,7	15,0	18,6	12,7	15,3	15,0	13,9	14,6	15,5	16,7	13,8	14,2	16,2	15,0		16,5			14,6	14,0
26/8/2008	09:00	21,7	21,6	21,0	21,4	21,2	22,2	21,2	20,3	22,5	22,2	21,9	18,8	21,1	21,0	22,0	21,1	23,6	19,8	21,4	21,3	22,7	19,5	21,0	22,0		16,5	20,0	22,0
	12:00	28,0	27,8	26,0	28,6	29,0	29,2	29,4	29,0	29,4	27,5	27,3	24,0	29,7	29,2	30,2	30,5	30,0	27,4	29,8	30,3	26,4	24,5		26,8			27,1	27,8
	15:00	30,0	28,4	29,2	29,4	30,2	30,4	30,6	29,2	29,0	27,0	27,4	25,6	30,5	30,4	30,8	30,8	29,4	29,7	30,2	30,1	26,4	25,5	28,0	25,7			26,7	28,2
	18:00	24,6	24,0	23,9	24,3	25,6	23,4	24,8	24,1	24,8	21,6	25,2	21,5	25,8	24,1	24,1	25,7	24,2	26,3	25,2	25,7	23,0	24,0		25,0			25,1	26,5
	21:00	21,4	20,4	20,4	21,2	21,2	19,7	21,9	20,6	21,7	19,0	23,4	18,2	22,3	22,0	19,6	21,3	20,7	22,7	20,9	21,4	21,7	20,5		22,2	30,6		21,9	21,0
	00:00	19,6	19,5	19,1	19,8	18,7	17,7	19,7	18,6	19,9	17,6	21,7	16,6	19,8	19,5	17,9	18,7	18,7	21,2	18,7	18,6	20,7	19,0		22,5			19,3	19,0
	03:00	18,5	18,3	18,0	17,1	17,4	15,8	18,0	17,0	18,3	15,8	20,4	14,4	17,0	17,3	15,0	16,1	16,0	18,2	15,1	15,2	20,2	18,5		19,2			16,8	16,0
	06:00	15,9	16,0	16,8	15,8	15,9	14,3	16,0	15,1	16,2	14,0	18,2	12,5	15,2	16,4	13,4	14,5	14,4	16,6	13,8	13,8	16,5	16,5		17,0			15,7	15,2
27/8/2008	09:00	24,0	23,8	21,8	22,2	21,8	22,4	21,5	19,8	22,5	22,7	22,2	18,6	23,3	21,3	22,0	20,8	24,3	21,2	22,7	22,1	23,7	22,5	23,0	22,5		16,7	22,5	27,0
	12:00	28,8	28,6	27,9	29,0	29,2	29,6	29,4	28,6	29,0	28,6	27,6	24,8	30,2	29,2	31,4	31,7	31,0	28,1	30,8	31,0	28,0	25,0		27,0			27,4	29,3
	15:00	30,6	29,4	29,5	30,6	33,0	31,3	32,0	32,8	32,6	30,9	30,4	27,0	31,6	31,8	33,0	33,2	31,4	32,6	32,5	32,9	30,0	27,5	30,0	29,9			29,4	32,0
	18:00	25,1	25,0	25,5	25,1	26,6	24,7	26,2	26,6	27,0	23,3	27,0	22,6	26,8	25,8	25,4	27,7	25,5	28,8	26,6	26,9	25,0	25,5		27,5			26,5	28,1
	21:00	22,4	22,3	21,6	22,1	22,6	22,2	22,7	22,8	23,5	20,8	24,1	19,9	23,0	22,0	21,6	22,5	22,6	23,6	22,3	22,6	21,8	21,5		24,1	29,8		22,1	22,0
	00:00	20,6	20,7	20,0	20,9	20,6	20,3	20,6	20,1	21,3	20,6	23,0	17,5	21,2	20,3	18,9	19,8	20,0	22,4	20,3	20,1	21,1	20,5		22,5			19,7	18,8
	03:00	17,4	18,7	17,4	18,9	17,7	17,0	18,0	17,4	19,0	17,0	21,0	14,5	18,2	17,5	16,2	17,8	17,8	19,9	17,1	17,0	17,6	17,5		20,4			16,9	16,2
	06:00	17,8	17,2	16,5	17,4	16,6	16,8	17,4	17,2	18,0	16,6	19,8	15,0	17,2	17,1	15,8	16,6	16,8	18,6	16,0	16,4	17,4	16,0		18,7			17,2	16,0
28/8/2008	09:00	21,0	20,8	20,5	21,6	21,5	21,8	21,4	19,8	21,8	22,0	21,8	18,8	22,5	21,2	21,7	20,5	23,0	21,6	22,3	21,7	21,4	20,0	22,0	21,2		16,9	19,7	22,0
	12:00	28,2	27,9	27,9	28,5	29,2	28,8	27,9	27,0	29,0	27,0	26,2	24,0	28,6	28,2	29,6	31,0	29,6	28,0	29,6	30,0	26,6	25,0		26,8			30,5	32,4
	15:00	30,4	29,1	29,4	30,4	32,8	30,9	31,2	32,0	32,0	30,8	30,1	27,6	30,8	31,8	32,8	33,8	31,4	32,4	32,2	33,3	29,6	27,0	23,0	28,7			29,0	31,0
	18:00	25,2	24,3	25,4	25,3	26,7	24,6	26,5	26,6	26,9	23,3	26,7	22,4	26,8	26,2	25,8	27,8	25,8	27,9	26,4	26,8	23,9	25,0		27,6			25,8	27,0
	21:00	21,4	20,7	21,6	21,5	22,4	21,4	22,1	22,5	23,2	20,3	24,1	19,2	22,6	22,4	19,7	21,6	22,0	23,7	21,8	22,2	21,6	22,0		22,5	31,6		22,0	22,0
	00:00	20,5	20,2	19,5	20,5	20,0	19,6	20,6	20,4	21,0	18,5	22,8	17,2	20,2	20,2	18,7	19,6	19,9	22,2	19,4	20,0	20,5	19,0		21,5			20,6	19,5
	03:00	19,2	18,4	18,3	18,8	18,4	17,0	19,2	18,4	19,3	16,9	21,2	15,8	18,9	18,2	16,7	17,3	17,6	20,0	17,0	17,1	19,3	18,0		19,5			18,3	17,7
	06:00	17,5	17,8	17,4	17,1	16,8	15,6	17,4	16,9	18,0	15,8	20,1	13,8	16,5	16,6	14,8	15,9	16,2	18,2	15,5	15,1	18,4	17,5		18,7			16,1	15,8
29/8/2008	09:00	24,3	23,6	22,6	23,3	22,6	23,4	23,0	20,8	23,8	24,1	23,2	20,1	24,0	23,0	23,2	21,5	25,1	22,1	23,8	23,2	24,7	23,0	23,0	22,7		17,9	23,4	23,0
	12:00	29,7	29,2	29,0	29,8	30,2	30,4	30,6	29,0	30,8	28,8	28,2	26,3	30,4	29,5	31,9	32,0	31,6	29,2	31,8	31,8	28,8	27,0		28,9			28,7	30,6
	15:00	31,8	30,8	31,0	31,8	32,8	32,2	33,0	33,8	33,2	30,5	30,8	30,2	32,9	33,2	33,8	34,6	32,6	33,3	33,3	33,8	30,4	29,0	31,0	29,5			31,5	32,0
	18:00	26,5	25,2	26,2	26,9	28,0	25,6	28,3	28,2	28,3	25,0	27,8	24,0	27,9	27,8	27,1	28,7	26,5	29,6	27,7	28,2	25,7	26,5		29,0			26,9	27,3
	21:00	23,7	23,5	22,8	23,8	24,1	23,4	23,9	23,8	24,4	22,0	25,2	20,7	24,2	23,8	21,9	23,7	23,0	25,0	23,2	23,7	22,8	23,5		24,7	27,2		24,0	22,0
	00:00	22,7	22,5	21,8	22,7	22,1	21,4	22,7	22,2	23,0	20,8	24,2	18,2	22,8	22,1	19,2	21,1	21,7	23,6	21,0	21,5	23,2	22,5		24,6			22,9	21,7
	03:00	21,2	21,2	20,6	21,8	21,2	21,2	21,4	21,0	21,4	20,2	22,8	17,0	20,5	21,2	18,3	20,1	20,1	22,0	19,4	20,3	20,8	21,0		22,8			21,6	20,0
	06:00	19,3	19,2	18,4	19,4	19,5	19,9	19,7	19,7	20,2	19,5	21,4	13,9	19,5	19,8	16,9	18,8	19,2	20,7	18,0	18,6	18,4	17,5		20,5			20,1	19,2
30/8/2008	09:00	22,7	21,2	19,9	20,8	21,2	22,1	22,5	21,3	23,6	22,0	22,0	18,8	23,2	22,2	22,7	22,2	23,1	22,7	22,9	22,0	20,0	19,5	22,0	21,1		18,1	21,4	22,9
	12:00	27,1	26,4	27,1	27,7	27,9	28,9	28,8	27,9	28,3	27,2	26,0	21,8	27,8	28,5	29,5	29,8	28,7	28,8	28,0	28,5	24,9	24,0		25,5			24,3	26,1
	15:00	28,9	26,9	29,1	28,2	31,6	29,2	30,4	31,6	30,9	29,0	28,4	24,0	29,6	30,8	30,2	32,1	29,8	30,4	29,0	30,6	25,6	25,5	26,0	25,5			27,0	28,0
	18:00	20,1	19,4	18,3	19,8	21,3	21,0	21,8	22,4	22,3	20,1	21,6	17,2	21,4	21,7	21,6	23,1	21,5	24,3	20,2	20,5	17,7	17,0		20,5			20,0	21,0
	21:00	15,6	14,5	16,2	16,0	15,3	15,2	16,2	16,4	16,6	15,4	17,0	14,7	15,8	16,0	15,6	16,3	16,7	16,8	15,0	17,3	15,5	15,0		15,5	23,2		15,7	16,0
Média		21,9	21,4	21,1	22,1	22,3	21,8	22,4	22,1	23,0	21,1	22,9	18,6	22,4	22,2	21,6	22,5	22,2	23,1	21,6	22,0	21,3	20,4	24,2	21,9	27,7	16,8	21,5	21,8
Erro padrão		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4	0,7	0,4	0,8	0,2	0,5	0,6
Mediana		21,3	20,8	20,0	21,1	21,2	21,2	21,3	20,7	22,4	20,6	22,3	18,1	21,8	21,2	20,9	20,9	22,2	22,3	21,0	21,0	21,0	20,0	23,0	21,9	27,7	16,6	21,1	21,9
Modo		20,6	20,7	18,3	20,4	30,2	23,4	17,4	17,2	29,0	16,6	24,6	24,0	25,8	20,4	15,6	16,6	27,2	19,8	13,8	20,3	25,6	22,5	22,0	22,5	27,8	16,5	22,5	22,0
Desvio padrão		4,5	4,3	4,5	4,5	5,2	5,1	4,9	5,1	4,7	4,6	3,4	4,4	4,8	5,0	5,9	5,9	5,1	4,6	5,6	5,6	4,0	3,7	3,3	3,7	2,5	0,7	4,1	4,9
Variância		20,1	18,1	20,7	20,2	26,7	25,6	23,7	26,2	22,5	21,5	11,6	19,2	23,4	24,7	34,6	35,1	26,3	21,1	31,0	31,8	15,9	13,6	10,9	13,8	6,3	0,4	16,8	24,3
Curtose		-0,9	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,8	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,9	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,9	-0,6	-0,8	0,0	0,8	-0,6	-0,9
Assimetria		0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6	0,2	-0,2	1,2	0,3	0,3
Amplitude		16,7	16,3	16,8	16,4	18,4	19,0	18,1	19,8	17,6	17,3	13,8	19,2	19,1	19,0	21,8	21,0	19,2	18,1	21,6	22,0	15,4	14,5	12,0	14,4	8,4	2,1	17,3	18,4
Mínimo		15,1	14,5	14,2	15,4	14,6	13,2	14,9	14,0	15,6	13,6	17,0	11,0	13,8	14,2	12,0	13,6	13,4	15,2	11,7	11,8	15,0	14,5	19,0	15,5	23,2	16,0	14,2	14,0
Máximo		31,8	30,8	31,0	31,8	33,0	32,2	33,0	33,8	33,2	30,9	30,8	30,2	32,9	33,2	33,8	34,6	32,6	33,3	33,3	33,8	30,4	29,0	31,0	29,9	31,6	18,1	31,5	32,4
Contagem		80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	20,0	80,0	10,0	10,0	80,0	80,0

P1 = Mangueiras (Barreiro)
P2 = Teixeira Dias (Barreiro)
P3 = Milionários (Barreiro)
P4 = Estrela do Oriente (Oeste)
P5 = Camargos (Noroeste)
P6 = Coração Eucarístico (Noroeste)
P7 = Conjunto Habitacional Alípio de Melo (Noroeste)
P8 = Bom Jesus (Noroeste)
P9 = Concórdia (Nordeste)
P10 = Parque Municipal (Centro-Sul)
P11 = Rua São Paulo (Centro-Sul)
P12 = Mangabeiras (Centro-Sul)
P13 = São Geraldo (Leste)
P14 = Itatiaia (Pampulha)
P15 = Enseada das Garças (Pampulha)
P16 = Visconde do Rio Branco

Umidade Relativa do Ar

Date	Hora (BR)	Umidade Relativa (UR%) - Dados Horários (3h)																								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
21/8/2008	00:00	61	63	64	57	61	63	57	63	57	69	53	65	61	61	76	62	65	56	66	65	63	58		53	58	60
	03:00	66	67	68	62	65	72	67	67	62	76	56	70	70	69	86	69	73	64	78	78	65	61		58	63	58
	06:00	69	70	73	67	72	77	72	75	68	79	64	78	76	75	90	76	79	71	83	84	67	68		66	76	79
	09:00	60	60	65	62	66	66	66	72	58	66	63	67	62	68	67	67	59	66	63	65	57	62	61,0	62	64	65
	12:00	43	46	44	36	39	39	41	44	33	45	47	42	45	41	39	38	40	41	38	40	47	44		45	40	40
	15:00	36	42	39	29	27	35	30	33	32	38	38	39	37	29	35	32	39	33	34	33	42	35	33,0	39	33	32
	18:00	47	48	47	40	41	46	37	44	42	50	44	54	46	42	45	40	45	37	45	45	48	38		45	41	42
	21:00	58	59	59	52	55	58	52	57	53	64	53	62	57	54	64	55	57	53	59	59	57	52		49	55	56
22/8/2008	00:00	62	63	64	58	60	63	57	63	58	69	55	69	62	61	76	64	66	57	66	64	59	58		55	59	62
	03:00	60	62	66	61	64	69	57	66	61	75	55	68	70	64	86	69	72	65	76	79	64	61		56	63	71
	06:00	59	63	64	60	64	76	70	71	64	80	59	68	76	72	90	73	77	67	83	81	55	57		57	71	76
	09:00	47	49	52	49	51	53	52	60	48	54	51	54	53	54	58	57	49	56	54	55	47	43	42,0	46	46	45
	12:00	36	37	36	30	32	33	35	40	28	39	39	37	38	36	33	29	30	36	34	34	38	33		40	33	34
	15:00	31	31	30	24	25	30	26	29	26	31	29	34	30	26	25	22	27	26	27	28	32	29	28,0	30	27	26
	18:00	40	40	38	33	33	39	29	33	31	41	33	43	35	34	36	33	36	30	33	32	40	32		36	29	31
	21:00	48	48	48	43	45	47	42	48	43	55	42	50	48	42	54	46	48	42	49	49	47	41		42	45	46
23/8/2008	00:00	48	49	47	47	51	57	49	56	48	66	46	61	55	54	72	55	57	50	58	56	46	42		47	52	54
	03:00	50	50	52	49	51	64	58	55	51	68	45	60	58	59	78	60	62	56	63	59	53	46		49	48	57
	06:00	58	59	64	60	61	63	58	62	55	65	53	78	64	61	86	68	68	60	71	70	63	61		58	56	64
	09:00	49	53	59	55	54	51	52	58	46	54	53	60	52	54	58	58	53	56	57	60	54	47	48,0	50	49	48
	12:00	40	42	40	38	37	38	40	42	33	45	46	44	41	40	41	42	41	44	41	41	43	42		47	43	42
	15:00	41	44	43	42	36	39	34	35	35	44	42	45	38	32	35	32	40	35	36	34	45	41	40,0	39	37	36
	18:00	50	52	52	48	45	49	43	46	45	51	47	55	47	46	46	44	48	42	47	47	51	46		55	45	45
	21:00	59	60	60	57	55	56	51	55	52	58	52	69	54	52	61	55	57	50	58	58	58	55		55	51	53
24/8/2008	00:00	71	72	73	70	68	68	63	65	61	69	62	83	65	65	70	64	66	59	68	70	71	71		65	65	66
	03:00	75	77	80	76	75	75	70	74	68	78	69	89	73	73	80	73	76	68	79	78	76	79		73	75	75
	06:00	79	80	82	78	77	76	73	75	70	79	70	91	76	75	86	78	81	71	82	81	78	80		75	76	78
	09:00	63	72	74	69	64	64	62	65	66	67	65	74	65	62	68	67	73	68	72	72	70	70	67,0	68	70	69
	12:00	45	50	50	44	41	43	43	48	38	44	49	50	47	45	45	37	45	47	45	45	48	47		51	48	46
	15:00	39	42	40	40	30	38	33	35	33	38	39	42	39	33	36	34	39	37	38	38	42	40	37,0	39	38	37
	18:00	48	49	49	48	46	51	42	47	45	53	47	58	48	47	49	46	49	43	50	49	50	45		47	46	47
	21:00	59	60	62	59	56	59	53	58	54	65	53	69	59	53	68	58	60	52	58	60	60	56		58	56	59
25/8/2008	00:00	69	71	74	70	71	70	64	69	64	74	65	86	72	68	78	69	73	63	75	76	73	73		68	70	71
	03:00	74	76	78	75	75	75	71	75	69	79	69	88	76	74	84	77	80	70	83	83	75	75		70	76	78
	06:00	80	82	83	80	82	80	78	81	75	81	73	91	80	80	87	82	84	74	87	86	79	82		77	82	82
	09:00	63	67	70	68	66	65	66	74	60	67	67	71	64	65	69	69	62	87	66	68	61	65	64,0	65	67	66
	12:00	41	48	44	41	39	43	44	48	35	44	48	46	44	45	44	38	40	55	42	46	45	48		52	44	47
	15:00	41	42	41	38	33	37	29	34	33	39	38	37	36	28	35	32	35	36	36	37	41	36	33,0	36	35	33
	18:00	48	51	51	48	45	47	42	46	44	52	46	57	46	45	44	42	45	41	45	47	51	45		44	43	44
	21:00	60	61	64	60	58	59	55	59	56	64	57	70	59	54	61	56	60	54	62	63	61	56		54	60	58
26/8/2008	00:00	71	72	73	70	68	69	64	70	64	74	64	80	69	68	76	67	70	62	72	72	71	66		65	68	69
	03:00	73	74	76	71	72	74	67	72	66	78	64	83	72	71	83	73	74	67	79	79	71	71		67	70	74
	06:00	71	73	74	71	76	80	76	78	71	84	67	80	80	78	88	79	81	74	85	85	72	77		70	84	82
	09:00	53	57	58	61	58	59	62	66	58	64	57	57	64	63	60	59	52	76	59	62	50	56	50,0	51	61	55
	12:00	35	36	38	33	30	32	29	35	27	33	35	29	30	32	28	28	28	35	27	29	37	34		40	28	30
	15:00	26	31	29	33	27	29	24	33	31	41	34	30	29	24	29	29	31	31	28	30	36	30	28,0	32	29	28
	18:00	37	39	39	39	36	43	32	43	39	53	38	43	37	39	43	37	42	40	36	37	41	34		38	32	36
	21:00	47	50	49	47	46	55	43	52	47	61	43	46	47	43	67	50	52	46	50	51	45	43		40	44	50
27/8/2008	00:00	43	47	47	46	52	59	48	55	49	64	44	50	53	54	74	55	56	48	54	58	44	42		42	48	52
	03:00	49	51	52	58	55	65	57	62	56	73	51	61	64	61	83	65	67	61	71	73	47	46		50	59	66
	06:00	57	60	54	61	61	72	68	72	62	78	58	65	69	71	87	70	72	66	73	75	57	53		60	68	71
	09:00	38	42	45	46	46	48	51	58	43	54	49	47	48	52	51	54	46	53	48	51	42	36	40,0	42	42	41
	12:00	27	29	29	28	26	26	28	30	22	29	31	30	28	28	26	24	23	29	25	27	31	28		36	24	26
	15:00	21	24	23	25	18	23	22	22	20	25	23	25	23	22	21	20	22	22	21	22	25	22	20,0	22	18	19
	18:00	29	29	29	31	25	32	23	28	29	47	29	37	31	28	30	24	29	26	28	29	31	25		29	21	26
	21:00	49	48	50	47	46	50	45	50	46	59	45	56	49	44	53	48	50	44	49	51	51	45		41	49	49
28/8/2008	00:00	49	49	51	49	49	51	49	54	49	55	45	59	51	51	63	55	57	49	54	56	48	44		45	54	53
	03:00	58	56	59	58	59	63	57	63	56	67	52	74	62	61	75	62	64	56	66	68	60	56		48	65	64
	06:00	62	65	68	66	67	69	64	69	64	73	60	78	69	67	77	71	74	65	75	75	65	66		60	69	71
	09:00	50	56	59	58	56	59	58	66	54	60	58	66	58	57	60	63	54	59	58	62	58	54	52,0	53	63	61
	12:00	35	39	38	38	35	38	36	42	31	39	42	36	40	39	37	33	37	40	35	35	40	38		44	47	37
	15:00	27	29	28	30	21	29	27	27	26	33	30	31	29	27	25	23	27	26	26	26	31	28	27,0	28	27	26
	18:00	33	36	32	35	30	38	28	35	32	47	33	40	33	34	36	31	36	30	32	33	40	28		37	30	31
	21:00	46	49	47	47	43	50	44	48	45	57	43	54	50	44	58	50	51	44	51	54	49	40		48	47	49
29/8/2008	00:00	58	60	63	59	57	62	57	61	57	70	56	68	63	60	73	64	65	57	67	67	59	58		55	60	63
	03:00	61	64	65	63	65	71	63	68	61	76	57	70	66	67	80	69	70	61	72	73	61	63		60	68	69
	06:00	65	65	65	70	69	76	71	73	65	80	60	68	74	73	87	74	76	68	78	80	62	64		64	75	75
	09:00	42	47	51	52	51	52	52	60	46	56	52	50	52	53	57	60	50	60	53	55	47	44	47,0	50	47	47
	12:00	29	33	31	32	27	29	32	37	26	33	34	29	30	33	30	28	28	34	26	28	32	29		36	28	29
	15:00	22	23	23	22	18	23	19	20	20	24	22	23	22	19	20	18	22	20	21	21	25	21	19,0	21	17	17
	18:00	31	33	30	29	26	32	25	29	26	39	29	41	32	29	31	27	31	28	27	30	33	23		30	24	27
	21:00	46	46	47	45	44	48	43	46	43	56	43	53	46	43	54	44	46	42	46	48	48	42		42	43	44
30/8/2008	00:00	47	49	50	48	49	53	47	52	48	61	45	54	51	51	67	55	57	49	57	58	46	42		45	48	53
	03:00	54	54	55	53	54	57	52	57	54	63	50	68	61	55	66	61	63	55	64	63	54	49		49	53	59
	06:00	61	63	66	65	63	64	57	62	58	65	57	85	65	61	73	65	68	61	72	71	66	66		57	60	66
	09:00	59	64	68	67	64	63	60	64	55	65	62	57	60	59	60	61	60	60	60	64	67	66	57,0	63	59	58
	12:00	46	49	46	45	41	43	43	49	37	47	50	59	47	45	44	38	44	45	46	46	50	49		53	51	47
	15:00	40	45	40	44	33	41	35	35	36	43	42	55	40	35	38	31	38	46	39	38	47	42	38,0	44	41	40
	18:00	70	71	73	68	62	63	54	55	52	65	58	59	60	57	66	58	64	52	64	71	75	74		60	62	62
	21:00	80	93	78	83	86	89	93	85	76	87	76	56	90	93	95	88	83	81	95	77	75	78		80	81	82
Média		50,9	53,2	53,6	51,5	50,3	53,9	49,6	53,9	48,1	58,2	49,6	57,8	53,4	51,6	58,9	52,2	54,0	51,1	55,0	55,6	52,6	49,9	41,6	50,2	51,2	52,2
Erro padrão		1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6	1,7	1,3	1,9	1,7	1,8	2,3	2,0	1,9	1,7	2,1	2,0	1,5	1,7	3,1	1,4	1,8	1,9
Mediana		49	50,5	52	49	51	55,5	51,5	55,5	48,5	60,5	50	57,5	53	53,5	60,5	55	55	52,5	57	58	50,5	46,5	40,0	49,5	50	53,0
Modo		47	49	64	58	64	63	57	35,0	58	65	53	68	76	54,0	86	55	57	56	66	58	47	42	33,0	45	48	26,0
Desvio padrão		14,4	14,6	15,4	14,9	16,5	15,8	15,8	15,5	14,4	15,6	12,1	17,1	15,5	16,1	20,7	17,6	16,8	14,9	18,6	18,1	13,4	15,5	14,1	12,8	16,5	16,8
Variância		208,1	212,0	236,5	221,7	271,0	249,1	248,5	240,2	207,7	242,4	145,3	291,0	240,4	260,3	427,2	308,4	282,9	222,4	345,4	326,0	178,3	240,7	197,7	162,8	271,4	281,0
Curtose		-0,7	-0,3	-0,9	-0,8	-0,8	-0,9	-0,5	-0,8	-1,0	-0,8	-0,5	-0,7	-0,8	-0,7	-1,2	-1,0	-1,0	-0,6	-1,0	-1,1	-0,7	-0,8	-0,8	-0,3	-0,7	-0,9
Assimetria		0,0	0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,1	-0,2	-0,1	-0,3	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	-0,1	-0,1
Amplitude		59	70	60	61	68	66	74	65	56	63	54	68	68	74	75	70	62	67	74	65	54	61	48	59	67	65
Mínimo		21	23	23	22	18	23	19	20	20	24	22	23	22	19	20	18	22	20	21	21	25	21	19	21	17	17
Máximo		80	93	83	83	86	89	93	85	76	87	76	91	90	93	95	88	84	87	95	86	79	82	67	80	84	82
Contagem		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	20	80	80	80

P1 = Mangueiras (Barreiro)
P2 = Teixeira Dias (Barreiro)
P3 = Milionários (Barreiro)
P4 = Estrela do Oriente (Oeste)
P5 = Camargos (Noroeste)
P6 = Coração Eucarístico (Noroeste)
P7 = Conjunto Habitacional Alípio de Melo (Noroeste)
P8 = Bom Jesus (Noroeste)
P9 = Concórdia (Nordeste)
P10 = Parque Municipal (Centro-Sul)
P11 = Rua São Paulo (Centro-Sul)
P12 = Mangabeiras (Centro-Sul)
P13 = São Geraldo (Leste)
P14 = Itatiaia (Pampulha)
P15 = Enseada das Garças (Pampulha)
P16 = Visconde do Rio Branco (Venda Nova)
P17 = Minas Caixa (Venda Nova)
P18 = Campo Alegre (Norte)
P19 = Tupi (Norte)
P20 = Conjunto Ribeiro de Abreu (Nordeste)
P21 = Uni-BH (Estoril)
P22 = IGAM (Nova Gameleira)
P23 = SPPR - Aeroporto Carlos Prates (Noroeste)
P24 = 5º DISME/INMET - Santo Agostinho (Centro-Sul)
P25 = Estação Ecológica - UFMG (Pampulha)
P26 = SBBH - Aeroporto Pampulha (Pampulha)

Dado não disponível
Estatístca realizada somente com dados sinót

Direção dos Ventos

Data	Hora (BR)	Vento - Direção Geográfica																									
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
21/8/2008	9	NW	NE	NE	NE	NE	N	E	NE	N	NE	NW	NE	N	SE	SE	S	S	N	SW	NW	NE	NW	ENE	E	ESE	NNE
	15	N	N	NE	N	E	N	E	E	N	NE	N	NE	N	SW	SE	SW	SE	NW	S	S	N	N	E	E	ESE	E
	21	N	N	NE	NE	N	NW	N	SE	E	E	NE	NE	N	SE	E	S	S	N	SE	SW	E	NW		N	E	E
22/8/2008	9	N	E	NE	N	N	N	NE	SE	SE	NE	E	E	SW	SW	E	E	S	W	S	SE	NE	N	SE	E	E	ESE
	15	N	S	NE	NE	N	N	NE	N	SE	N	E	NE	SW	S	NE	SW	SE	W	S	S	N	N	SSE	E	ESE	NE
	21	E	S	NE	NE	NE	E	NE	C	C	N	E	NE	SW	W	S	S	W	N	E	SW	E	E		NE	NNE	E
23/8/2008	9	N	S	NE	NE	N	N	E	C	C	E	NE	NE	SW	SW	SW	W	SE	SW	S	SE	NE	N	SE	NE	E	ESE
	15	E	S	NE	E	NE	N	N	N	C	NE	NE	NE	W	W	N	N	SE	W	SE	W	E	NW	SE	E	ENE	E
	21	E	S	NE	E	E	N	E	C	C	E	SE	NE	W	C	N	N	SW	SW	E	SW	SE	NE		E	SE	E
24/8/2008	9	NE	S	NE	NE	NW	N	N	N	C	SE	E	E	W	W	NE	SW	S	SW	S	C	SE	N	ESE	NE	E	E
	15	NE	S	NE	N	N	N	N	E	W	E	E	NE	W	NE	NE	SW	SE	W	E	SW	E	NW	SE	SE	NE	E
	21	S	S	NE	NE	N	N	NE	C	W	E	NE	NE	W	C	S	S	SE	W	NW	NW	SE	N		NE	ESE	E
25/8/2008	9	NE	S	NE	N	N	N	NE	NW	NE	N	NE	NE	W	SE	NE	NE	NE	NW	S	C	N	N	ESE	SE	E	E
	15	NE	C	NE	N	NW	NW	NE	NW	N	NE	SE	NE	W	SE	S	S	S	W	SW	C	NE	NW	WNW	NE	E	E
	21	NE	C	NE	NE	N	N	N	C	C	NE	E	E	C	E	E	E	E	SW	S	C	E	N		NE	NE	E
26/8/2008	9	SE	N	NE	N	NE	SW	NE	N	N	N	E	N	E	C	S	S	SE	NW	S	C	N	WNW		E	N	ESE
	15	S	N	NE	N	NW	N	NE	E	C	NE	E	NE	C	S	C	SE	SE	NW	SW	C	N	N	ESE	NW	NE	E
	21	NE	C	NE	NE	NE	NE	N	C	C	E	E	NE	N	W	C	C	E	N	S	C	NE	NE		E	E	N
27/8/2008	9	NE	S	NE	NE	NW	N	E	SW	C	SE	SE	SE	NW	C	S	S	S	W	NW	SW	E	N	NE	E	NE	E
	15	S	C	NE	E	SE	SE	SE	C	C	E	SE	N	N	N	S	SE	SE	SW	S	C	N	SSE	W	SE	ESE	ESE
	21	NE	C	NE	E	E	N	SE	C	C	E	E	SE	N	SW	SE	NE	S	NW	N	C	SE	NW		NW	NE	SE
28/8/2008	9	NE	S	NE	NE	NW	NW	NE	E	N	E	E	E	E	NE	SE	SE	S	SW	S	S	NE	NW	SE	SE	SE	ESE
	15	S	C	NE	SE	NE	SW	NE	SE	C	N	NE	NE	SE	E	NE	N	SE	W	SW	SW	N	SW	S	E	NE	E
	21	NE	C	NE	E	E	N	E	W	C	E	N	E	NW	C	E	E	SW	W	SW	C	E	N		NW	ENE	SSW
29/8/2008	9	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NW	E	E	NE	NW	N	N	N	E	S	W	W	NE	ENE	E	E	E	E	E	E
	15	E	S	NE	E	SE	S	SE	E	C	NE	E	SE	NW	N	NW	N	SE	SW	SW	S	E	S	W	NE	NW	E
	21	E	E	NE	E	E	N	E	E	C	E	SE	NE	NW	NE	SE	SE	SW	SW	SW	SE	E	N		SE	ESE	NW
30/8/2008	9	NE	S	NE	N	NE	N	NE	N	N	NE	E	E	E	NW	E	E	SE	W	W	SW	N	N	SE	E	ESE	E
	15	NE	S	NE	E	E	N	E	N	N	E	E	E	E	N	E	NE	SE	SE	SW	SW	E	N	SE	E	E	NW
	21	NE	S	NE	E	NE	NE	NE	N	N	E	E	SE	E	N	SE	NE	NE	S	NW	C	SE	ENE		E	SSE	WSW

P1 = Mangueiras (Barreiro)
P2 = Teixeira Dias (Barreiro)
P3 = Milionários (Barreiro)
P4 = Estrela do Oriente (Oeste)
P5 = Camargos (Noroeste)
P6 = Coração Eucarístico (Noroeste)
P7 = Conjunto Habitacional Alípio de Melo (Noroeste)
P8 = Bom Jesus (Noroeste)
P9 = Concórdia (Nordeste)
P10 = Parque Municipal (Centro-Sul)
P11 = Rua São Paulo (Centro-Sul)
P12 = Mangabeiras (Centro-Sul)
P13 = Esplanada (Leste)
P14 = Itatiaia (Pampulha)
P15 = Enseada das Garças (Pampulha)
P16 = Visconde do Rio Branco (Venda Nova)
P17 = Minas Caixa (Venda Nova)
P18 = Campo Alegre (Norte)
P19 = Tupi (Norte)
P20 = Conjunto Ribeiro de Abreu (Nordeste)
P21 = Uni-BH (Estoril)
P22 = IGAM (Nova Gameleira)
P23 = SPPR - Aeroporto Carlos Prates (Noroeste)
P24 = 5º DISME/INMET - Santo Agostinho (Centro-Sul)
P25 = Estação Ecológica - UFMG (Pampulha)
P26 = SBBH - Aeroporto Pampulha (Pampulha)
C = Calmaria
Dado não disponível

Intensidade dos Ventos

Data	Hora (BR)	Intensidade dos Ventos - Escala Beaufort (0-12)																									
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23*	P24	P25*	P26*
21/8/2008	9	3	2	3	2	2	3	2	1	1	2	2	4	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2,0	2	2	3
	15	2	2	3	2	1	2	2	1	1	1	3	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2,0	2	2	3
	21	3	2	3	1	2	3	2	1	1	2	2	4	2	2	2	1	2	1	2	1	3	2		1	2	2
22/8/2008	9	3	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2,0	2	3	3
	15	2	2	3	2	2	2	2	3	1	1	2	3	2	2	2	1	1	2	3	2	1	2	2,0	2	2	3
	21	2	3	3	2	1	1	1	0	0	1	3	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1		2	2	3
23/8/2008	9	2	4	2	2	2	2	2	0	0	2	2	3	2	4	2	1	2	3	2	1	2	2	2,0	1	3	2
	15	2	4	2	1	2	2	1	2	0	2	2	3	2	1	3	1	4	3	2	2	2	2	2,0	2	3	4
	21	3	3	2	1	2	2	2	0	0	1	1	2	1	0	1	1	2	2	1	1	2	2		2	2	4
24/8/2008	9	2	3	2	2	1	2	1	1	0	2	2	2	2	2	1	1	2	3	2	0	1	2	2,0	2	2	3
	15	2	2	2	1	1	4	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2	3	3,0	2	3	4
	21	2	3	2	1	1	3	2	0	1	2	3	3	2	0	1	1	3	3	2	1	2	2		2	2	3
25/8/2008	9	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	3	1	2	2	2	2	2	1	0	2	2	2,0	2	2	3
	15	2	0	3	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	3	1	0	2	2	2,0	2	2	3
	21	2	0	3	2	2	2	2	0	0	1	2	3	0	2	2	1	1	3	1	0	2	1		1	2	4
26/8/2008	9	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	3	1	0	1	1	2	2	1	0	1	2		2	1	3
	15	2	3	2	1	1	2	1	1	0	2	2	2	0	2	0	1	2	2	1	0	1	2	1,0	1	2	2
	21	2	0	2	2	2	1	1	0	0	2	2	3	1	1	0	0	1	3	1	0	2	1		2	2	2
27/8/2008	9	2	2	2	2	1	2	1	1	0	2	2	3	2	0	1	1	2	2	2	1	2	2	2,0	1	2	3
	15	2	0	2	2	1	2	2	0	0	2	2	3	3	1	1	1	1	3	2	0	2	2	2,0	2	1	2
	21	3	0	2	1	2	1	2	0	0	3	2	4	2	2	1	1	2	2	2	0	1	1		1	2	3
28/8/2008	9	3	3	2	1	1	2	2	1	1	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	1	2	2	2,0	1	3	3
	15	2	0	2	2	1	2	2	2	0	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2,0	2	2	4
	21	2	0	2	1	2	1	2	1	0	3	3	3	2	0	2	2	1	2	1	0	2	1		1	1	3
29/8/2008	9	3	2	3	2	2	2	2	1	1	2	2	4	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2,0	2	2	2
	15	2	3	3	2	2	3	2	1	0	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3	1	1	2	2,0	2	1	2
	21	3	2	3	2	1	3	1	1	0	2	2	3	3	3	2	1	1	3	3	2	1	2		1	2	2
30/8/2008	9	3	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	2	2	3	1	2	3	2	1	2	3	2,0	1	3	3
	15	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	3	4	3	3	3	1	1	3	3	1	2	2	2,0	2	3	4
	21	3	3	2	2	1	3	1	2	2	3	3	5	3	2	4	2	2	4	3	0	3	3		2	3	4
Média		2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3
Erro padrão		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana		2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	3	2	2	2	1	2	3	2	1	2	2	2	2	2	3
Modo		2	2	2	2	2	2	2	1	0	2	2	3	2	2	2	1	2	3	2	1	2	2	2	2	2	3
Desvio padrão		0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
Variância		0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Curtose		-2	-1	-2	-1	-2	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	-1	-1	0	1	9	-2	0	-1
Assimetria		1	-1	0	-1	0	0	-1	0	1	0	0	0	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0
Amplitude		1	4	1	1	1	3	1	3	2	2	2	4	3	4	4	2	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2
Mínimo		2	0	2	1	1	1	1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2
Máximo		3	4	3	2	2	4	2	3	2	3	3	5	3	4	4	2	4	4	3	2	3	3	3	2	3	4
Contagem		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	19	30	30	30

* A velocidade dos ventos foi convertida de m/s para escala Beaufort

P1 = Mangueiras (Barreiro)
P2 = Teixeira Dias (Barreiro)
P3 = Milionários (Barreiro)
P4 = Estrela do Oriente (Oeste)
P5 = Camargos (Noroeste)
P6 = Coração Eucarístico (Noroeste)
P7 = Conjunto Habitacional Alípio de Melo (Noroeste)
P8 = Bom Jesus (Noroeste)
P9 = Concórdia (Nordeste)
P10 = Parque Municipal (Centro-Sul)
P11 = Rua São Paulo (Centro-Sul)
P12 = Mangabeiras (Centro-Sul)
P13 = Esplanada (Leste)
P14 = Itatiaia (Pampulha)
P15 = Enseada das Garças (Pampulha)
P16 = Visconde do Rio Branco (Venda Nova)
P17 = Minas Caixa (Venda Nova)
P18 = Campo Alegre (Norte)
P19 = Tupi (Norte)
P20 = Conjunto Ribeiro de Abreu (Nordeste)
P21 = Uni-BH (Estoril)
P22 = IGAM (Nova Gameleira)
P23 = SPPR - Aeroporto Carlos Prates (Noroeste)
P24 = 5º DISME/INMET - Santo Agostinho (Centro-Sul)
P25 = Estação Ecológica - UFMG (Pampulha)
P26 = SBBH - Aeroporto Pampulha (Pampulha)
C = Calmaria
Dado não disponível

Intens.	m/s
0	0,0 - 0,0
1	0,3 - 1,5
2	1,6 - 3,3
3	3,4 - 5,3
4	5,4 - 7,9
5	8,0 - 10,7

Apêndice 10 - Dados Resumidos do Campo II (03/03/2009 a 18/03/2009)

Temperatura do Ar

Date	Hora (BR)	Temperatura do Ar (°C) - Dados Horários (3h)																										
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24			P25	P26
	00:00	22,9	22,6	22,8	23,7	24,0	23,6	24,5	23,8	24,3	22,2	27,0	18,8	23,8	24,0	21,6	23,3	24,0	25,1	21,7	21,5	23,5	23,0		24,0	Max.	Min.	22,1	21,6
	03:00	20,8	20,7	21,7	21,3	21,6	21,8	22,3	21,8	22,5	20,5	25,0	17,1	22,0	21,4	18,6	20,6	21,4	22,6	19,4	19,7	21,7	20,5		23,0			19,6	19,6
	06:00	20,0	19,7	20,9	20,3	20,5	20,8	21,2	20,8	21,4	19,7	23,9	19,3	20,1	20,2	17,7	19,6	19,6	21,0	18,0	19,1	19,3	20,0		22,0		21,4	18,7	18,6
3/3/2009	09:00	27,3	25,2	26,9	27,1	27,3	27,2	27,1	28,4	28,0	28,1	27,2	23,5	26,9	28,6	28,8	26,6	28,2	23,4	27,6	27,0	26,8	24,0	24,7	25,8			25,9	26,0
	12:00	31,1	30,7	31,0	31,6	33,2	32,1	31,4	32,8	32,9	30,8	31,5	27,9	32,9	32,8	33,6	34,4	32,6	31,4	33,5	33,7	30,5	28,5		31,0			30,4	31,0
	15:00	33,5	33,2	33,5	34,0	35,7	33,0	34,0	35,5	36,0	33,0	34,9	29,1	34,8	34,6	35,9	36,4	32,5	34,3	36,0	34,4	32,6	31,0	31,6	31,9	31,9		29,4	32,0
	18:00	29,6	29,3	30,0	30,3	31,0	28,8	30,3	31,7	30,6	28,9	31,4	26,2	31,0	31,4	29,4	30,9	30,5	30,9	31,5	31,0	27,8	27,5		30,5			28,5	29,2
	21:00	25,5	25,4	26,2	26,7	27,0	25,4	27,8	27,6	27,3	24,8	29,3	22,7	27,3	27,4	24,3	26,5	26,3	27,9	26,2	25,0	24,6	26,0		26,9			25,8	25,0
	00:00	23,6	23,5	24,6	24,6	25,0	24,0	25,7	25,1	25,3	23,2	27,8	20,8	24,4	24,5	22,1	24,3	24,2	26,0	23,0	23,0	22,1	23,5		25,0			23,8	23,0
	03:00	23,5	23,6	23,4	23,2	23,9	23,5	24,3	23,8	23,9	22,2	26,5	18,6	22,7	23,2	20,4	22,2	22,2	23,4	20,6	21,2	23,8	22,0		24,8			21,2	20,9
	06:00	22,2	22,3	22,4	22,5	22,2	22,4	22,4	22,2	22,4	21,2	24,7	19,7	21,2	21,6	19,4	20,8	21,2	22,6	20,2	20,7	23,5	21,5		23,8		23,0	20,1	20,5
4/3/2009	09:00	28,4	26,2	28,1	28,4	28,1	28,4	28,2	29,0	29,7	27,9	28,3	24,6	28,9	30,1	29,6	28,0	29,4	27,8	29,8	28,8	27,2	25,5	26,0	26,5			26,9	27,0
	12:00	31,0	29,4	31,4	32,0	32,1	31,6	31,0	32,4	32,8	30,3	32,6	27,4	31,8	31,5	32,0	33,4	30,8	32,0	33,8	33,7	28,9	28,0		31,0			28,8	30,2
	15:00	29,8	28,8	29,2	28,0	29,6	29,2	32,4	33,9	32,0	30,3	31,6	26,8	33,8	33,1	33,4	34,8	34,1	34,0	36,2	36,0	27,2	27,5	32,0	29,7	33,2		28,6	31,3
	18:00	26,9	24,0	23,8	25,0	26,8	24,9	27,1	25,6	25,4	25,9	27,2	22,6	25,3	27,4	25,1	26,2	25,4	25,7	23,1	26,2	23,4	23,5		26,5			23,5	24,7
	21:00	25,0	22,9	23,5	24,0	25,0	24,2	26,2	25,6	25,2	24,4	27,3	21,4	24,9	26,1	23,3	24,6	24,0	24,9	22,6	23,9	23,1	22,5		24,9			24,1	23,0
	00:00	22,0	22,3	22,4	23,3	24,2	24,2	25,2	25,1	24,7	24,8	26,2	21,1	24,9	24,8	22,8	23,8	23,5	24,1	22,6	23,5	22,7	22,0		24,0			24,1	23,1
	03:00	21,4	20,4	21,2	21,4	22,3	22,2	23,8	22,6	22,2	21,6	23,4	18,9	21,8	23,4	22,0	22,5	22,3	22,9	20,8	22,3	20,9	20,0		21,9			21,0	21,6
	06:00	20,7	20,0	20,5	20,8	21,2	21,4	22,4	21,7	21,6	20,9	23,2	19,1	21,1	21,6	20,1	21,2	21,2	22,1	19,7	20,7	20,0	19,5		21,2		20,9	19,7	20,2
5/3/2009	09:00	28,7	24,5	27,1	27,3	27,5	27,1	27,4	27,6	27,8	27,8	26,9	24,1	27,5	29,0	28,5	27,2	28,6	26,2	27,8	26,8	26,2	25,0	27,2	26,5			25,9	26,0
	12:00	31,7	29,0	30,4	31,1	32,4	31,3	31,5	33,2	32,5	30,6	31,2	27,4	32,0	33,6	33,0	32,4	32,5	30,0	33,8	34,1	29,6	28,5		31,0			30,4	32,3
	15:00	33,0	32,5	33,0	33,0	35,4	31,8	34,0	35,8	33,7	31,4	32,7	29,6	35,1	35,0	34,0	35,4	35,0	33,7	36,8	36,0	32,4	31,0	30,8	31,7	32,6		30,6	33,9
	18:00	30,0	29,3	29,9	30,2	32,3	30,0	31,7	31,5	30,6	29,2	31,9	26,2	32,0	31,8	31,6	33,2	32,2	31,0	31,9	32,0	30,0	29,0		32,0			29,6	32,0
	21:00	26,9	26,0	26,3	26,6	27,2	27,1	28,1	27,2	26,8	25,9	27,4	22,4	25,8	26,9	25,0	26,2	25,8	25,5	22,6	24,3	25,4	25,0		26,1			25,3	24,0
	00:00	24,9	23,8	24,0	24,6	25,3	25,4	26,3	25,6	25,2	24,1	27,0	20,1	24,6	25,2	23,5	24,3	24,4	24,5	22,0	23,2	24,5	24,0		25,5			24,0	22,6
	03:00	23,6	22,9	22,9	23,7	23,9	24,4	24,9	24,4	24,0	23,0	25,6	21,5	23,3	23,7	21,9	23,2	23,2	23,8	21,5	21,9	22,9	23,0		25,0			22,8	21,7
	06:00	23,2	22,3	22,4	23,0	22,9	23,5	24,3	23,8	23,4	22,3	25,4	21,4	22,8	22,8	21,1	22,2	22,4	22,8	21,3	21,4	23,1	21,5		24,3		23,6	20,9	21,4
6/3/2009	09:00	29,0	26,7	28,5	28,9	28,8	28,8	28,5	29,8	29,7	28,8	28,5	25,0	29,8	29,8	29,9	28,4	30,0	27,3	29,2	28,8	28,2	26,0	28,5	27,9			27,3	27,0
	12:00	32,7	30,4	32,5	31,3	33,2	31,0	32,4	33,5	33,2	31,2	32,9	28,2	33,0	34,4	34,0	35,1	33,6	31,7	34,6	34,7	30,7	29,5		32,1			30,8	32,6
	15:00	31,6	31,9	32,0	32,1	35,9	32,7	32,7	35,3	36,0	32,2	34,2	29,2	34,8	34,3	35,8	36,8	33,8	32,0	35,6	36,2	32,0	31,0	33,4	32,5	32,5		30,6	34,2
	18:00	25,1	23,7	23,6	24,3	25,4	24,6	25,2	23,7	22,8	22,3	24,9	21,2	22,3	24,8	22,3	23,1	22,1	22,9	20,1	20,9	23,4	22,5		24,0			20,8	21,0
	21:00	24,6	23,3	23,0	23,8	24,1	23,8	24,0	23,6	23,1	22,4	24,6	21,4	22,6	23,6	21,8	22,4	22,4	22,8	20,8	21,3	22,6	22,0		23,5			20,8	23,0
	00:00	22,3	22,0	22,0	22,7	23,2	23,6	23,7	23,4	22,9	22,5	24,0	20,6	22,8	23,4	22,0	22,6	22,5	23,0	21,0	21,3	22,4	21,5		23,0			21,9	21,2
	03:00	22,2	21,8	21,3	22,4	22,2	22,8	22,9	22,2	22,0	21,7	23,3	20,6	21,7	22,2	21,2	21,8	21,9	22,2	20,0	20,8	21,8	20,5		22,7			20,2	20,4
	06:00	22,8	22,0	21,8	22,8	22,6	22,8	23,2	22,6	22,2	22,0	24,0	20,0	21,9	22,4	20,9	21,5	21,5	22,0	20,2	20,9	22,8	21,5		23,0		22,0	20,8	20,6
7/3/2009	09:00	23,4	22,2	23,6	23,8	23,4	23,3	24,9	25,2	24,0	24,4	24,6	22,0	25,1	24,4	25,2	25,2	25,2	24,8	26,9	27,3	23,4	21,5	23,0	23,7			23,4	25,0
	12:00	28,2	25,6	28,0	26,6	28,0	24,8	27,0	27,5	25,1	27,4	25,8	24,4	26,4	26,1	27,5	26,2	24,7	24,1	27,2	27,2	24,9	22,5		25,0			24,0	26,4
	15:00	24,0	23,4	22,9	25,8	26,0	26,2	27,3	28,6	27,2	27,8	27,3	23,8	27,6	27,2	27,2	26,9	26,2	25,8	27,9	28,5	25,9	22,5	28,0	26,0	29,2		25,1	28,0
	18:00	21,8	21,4	21,7	23,0	23,7	23,7	23,7	23,9	23,2	23,1	24,5	20,0	23,1	22,8	21,9	22,2	22,1	22,6	21,6	22,5	22,5	21,5		24,0			21,4	22,1
	21:00	20,2	20,0	20,1	21,4	21,4	22,2	22,0	22,5	22,1	22,1	23,4	18,5	22,4	21,4	20,7	21,2	21,6	22,2	20,8	21,4	21,4	19,5		21,9			21,1	21,0
	00:00	21,0	19,8	19,7	20,8	20,8	21,7	21,6	21,4	21,0	21,5	22,6	16,8	21,1	20,6	20,0	20,0	20,4	20,9	19,3	19,9	20,6	19,5		22,0			20,1	19,6
	03:00	19,2	19,1	19,1	20,2	20,4	21,0	20,7	20,3	20,4	21,8	17,3	20,1	20,0	18,9	19,7	20,1	20,4	18,8	19,8	19,6	19,5			21,0			18,4	19,3
	06:00	18,8	18,8	18,9	19,7	20,2	20,4	20,2	20,4	19,9	20,0	21,3	17,7	19,8	19,6	19,0	19,4	19,4	20,3	18,5	19,3	19,4	18,5		20,5		20,0	18,9	18,9
8/3/2009	09:00	23,9	21,9	24,4	23,9	24,8	23,7	25,0	25,1	24,4	25,2	23,9	21,6	25,0	25,8	26,4	25,0	24,8	23,4	26,2	25,8	22,9	22,0	26,0	22,1			22,7	24,0
	12:00	28,1	26,0	27,6	27,5	29,7	28,2	29,9	29,7	28,2	28,6	27,8	24,0	28,0	30,2	29,5	29,0	27,9	26,8	29,5	28,9	25,3	25,0		26,2			26,2	27,3
	15:00	31,1	30,6	30,7	29,6	33,2	29,0	32,0	31,7	30,7	30,7	31,0	25,4	31,0	31,5	31,4	32,3	30,5	31,6	32,6	31,2	28,1	26,5	30,0	27,9	29,7		28,1	29,2
	18:00	26,2	25,2	26,0	26,0	27,5	24,3	27,1	25,5	25,0	25,4	26,3	22,0	26,9	26,8	25,3	27,0	25,4	27,2	27,0	26,7	25,3	24,0		26,1			24,1	25,2
	21:00	23,4	23,2	22,8	24,0	24,4	24,6	25,0	24,2	23,9	24,4	25,4	21,1	24,6	24,4	23,6	23,6	24,0	24,6	23,4	24,4	23,7	22,5		24,3			23,5	23,0
	00:00	23,0	22,7	22,2	23,5	23,6	23,8	24,4	23,6	23,2	23,5	24,8	20,8	23,6	23,6	22,1	22,6	23,2	23,7	22,3	22,9	22,7	22,5		24,8			22,5	22,6
	03:00	22,0	21,8	21,5	22,6	22,8	23,1	23,7	23,0	22,7	22,5	24,2	20,4	22,8	22,9	21,6	22,1	22,1	23,0	21,3	22,0	22,5	22,0		24,0			22,4	21,7
	06:00	21,0	21,0	20,4	21,8	21,5	22,2	22,4	21,9	21,7	21,9	23,2	19,2	21,7	21,6	20,5	20,8	21,1	21,9	20,0	21,0	21,2	20,5		22,8		22,2	21,1	20,5
9/3/2009	09:00	26,2	24,0	26,0	26,4	26,4	26,1	26,4	26,9	25,6	27,0	25,9	23,0	26,0	27,4	27,1	26,2	26,6	25,5	26,8	27,2	25,2	24,0	26,0	24,6			24,7	26,0
	12:00	30,0	28,0	29,5	30,4	31,7	30,0	31,0	31,2	30,4	30,1	30,2	26,0	30,9	31,4	32,3	32,6	29,6	30,1	33,0	32,7	27,2	26,5		28,2			27,4	27,8
	15:00	31,3	30,9	30,7	32,2	34,2	30,0	33,0	33,0	31,7	31,1	30,9	27,7	32,3	32,7	33,1	33,5	29,7	32,4	31,8	31,6	29,3	27,5	30,0	28,9	30,2		28,2	29,0
	18:00	26,7	26,0	26,8	27,1	28,4	27,4	28,8	28,6	27,4	27,2	28,5	23,8	28,4	28,9	27,1	28,4	27,5	28,9	27,6	27,7	26,3	25,5		27,2			26,3	27,2
	21:00	24,0	23,7	23,5	24,7	25,2	25,6	26,2	25,7	25,0	25,0	26,3	21,6	25,2	25,6	24,3	24,1	24,6	26,0	24,0	23,7	23,9	23,5		24,7			24,2	24,0
	00:00	22,8	22,3	22,0	23,2	23,3	24,2	24,4	24,1	23,6	23,0	24,9	20,4	23,7	23,7	22,5	22,6	23,2	24,4	22,3	23,1	22,5	22,0		24,0			23,0	22,7
	03:00	21,9	21,4	20,7	22,4	22,1	23,0	23,4	22,9	22,4	22,0	24,3	19,6	22,5	22,4	20,7	21,1	21,2	23,0	20,7	21,4	21,9	21,5		23,0			22,2	21,1
	06:00	20,8	20,5	20,0	21,3	20,7	21,7	22,4	21,8	21,4	20,5	23,4	18,7	21,5	21,1	19,6	19,7	20,3	21,7	19,4	19,7	21,2	20,0		22,0		22,0	21,2	19,6
10/3/2009	09:00	27,2	24,7	26,6	26,8	26,5	26,0	25,1	26,0	25,6	26,0	25,8	23,3	25,8	27,4	26,8	25,1	27,1	24,9	26,8	26,4	25,8	24,0	26,0	24,5			24,3	26,0
	12:00	31,1	30,0	29,9	30,3	31,7	30,2	30,4	32,8	31,5	30,1	31,5	26,2	31,3	32,6	32,0	34,0	32,0	30,8	32,8	32,9	27,8	27,0		29,5			28,1	28,8
	15:00	30,2	28,3	31,6	32,0	34,3	29,4	32,3	33,5	32,5	31,0	31,9	27,3	33,0	33,0	31,5	34,8	31,4	31,8	33,2	31,7	29,3	28,5	29,0	28,3	30,4		29,9	30,0
	18:00	26,7	26,4	27,1	27,7	28,0	27,7	29,7	28,7	27,7	27,3	28,6	23,4	28,1	29,2	27,0	28,5	27,7	29,2	27,7	27,7	26,0	25,5		27,0			26,1	27,2
	21:00	24,2	23,8	23,7	24,8	25,0	25,6	26,1	25,9	25,2	25,1	26,4	21,5	25,1	25,6	24,3	24,6	24,8	26,1	24,2	24,4	23,8	23,5		24,7			23,7	24,0
	00:00	22,7	22,4	22,1	23,5	23,1	24,0	24,2	24,0	23,5	23,1	24,9	20,2	23,5	23,8	22,4	23,0	23,2	24,4	22,3	22,9	21,8	22,0		24,0			22,7	22,6
	03:00	21,5	21,1	20,3	22,2	21,6	22,6	22,8	22,3	22,2	21,2	24,1	20,1	22,2	21,9	19,4	20,6	20,7	22,8	20,0	19,7	22,0	21,5		23,0			20,6	19,9
	06:00	20,7	20,1	19,4	21,2	20,2	21,3	22,0	21,5	21,2	19,8	23,4	19,0	20,9	20,8	19,0	19,5	19,3	21,3	18,4	18,6	21,2	21,0		23,0		22,2	20,8	18,5
11/3/2009	09:00	25,3	23,3	24,8	25,0	25,1	25,3	25,6	25,7	26,6	25,8	26,0	22,0	26,0	26,8	27,0	25,0	26,9	24,9	27,3	26,8	25,0	23,5	25,0	25,1			25,6	25,0
	12:00	30,8	28,7	30,5	30,0	31,0	29,4	30,2	31,0	30,8	30,0	29,4	25,0	31,2	31,8	31,2	31,9	30,4	30,8	31,5	31,7	28,1	25,5		30,0	31,1		27,9	28,6
	15:00	32,0	29,5	31,2	31,7	32,6	30,0	33,0	33,1	32,0	31,0	32,0	26,2	33,6	33,0	32,8	34,6	31,2	32,6	33,8	32,4	30,0	29,0	28,0	28,8			27,7	30,0
	18:00	26,8	25,4	26,4	27,0	29,6	27,9	29,6	28,9	28,4	27,0	28,8	24,0	28,2	29,8	27,6	30,5	27,9	31,0	28,4	28,2	25,7	25,5		27,3			26,6	28,2
	21:00	23,4	23,1	22,8	24,3	24,8	25,5	25,9	25,6	25,2	24,8	26,3	21,0	25,0	25,4	24,0	24,6	24,7	26,2	24,0	24,2	23,4	23,0		24,4			24,1	24,0
	00:00	22,3	22,0	21,6	23,0	23,0	24,0	24,2	24,0	23,6	22,5	25,0	20,0	23,4	23,5	22,1	22,9	22,8	24,4	22,0	22,8	21,8	22,0		24,0			22,6	22,4
	03:00	21,4	20,8	20,1	21,8	21,2	22,1	22,8	22,6	22,2	20,6	24,2	19,4	22,2	21,8	19,1	21,2	20,7	23,0	20,2	20,5	21,4	20,5		22,5			21,6	20,4
	06:00	20,5	20,4	19,5	21,2	20,3	21,6	22,1	21,8	21,4	19,8	23,4	18,5	20,9	20,4	18,9	20,0	19,6	21,3	18,9	19,2	21,0	20,0		22,0		20,9	20,9	19,1
12/3/2009	09:00	26,8	24,2	25,8	26,4	25,6	26,4	26,0	25,9	27,1	26,7	26,2	23,1	27,2	29,1	27,6	25,6	27,8	26,1	27,7	26,5	25,6	24,0	25,0	24,3			24,7	25,0
	12:00	30,8	29,6	30,5	31,0	32,2	30,6	30,3	32,2	31,8	30,4	30,8	26,0	31,0	32,1	30,6	32,8	32,2	30,7	33,0	33,2	28,5	26,5		30,0			28,7	29,8
	15:00	31,9	29,5	31,5	32,2	35,3	31,0	33,1	34,0	32,9	31,0	31,4	28,0	34,8	33,9	32,9	34,7	32,0	33,0	35,6	33,0	30,1	28,5	30,0	30,1	31,7		30,4	31,0
	18:00	29,1	27,8	28,7	28,4	30,9	28,7	30,5	30,0	29,0	27,9	29,8	24,6	29,4	29,6	27,9	30,5	28,5	31,2	28,5	28,3	27,0	27,0		27,4			26,7	28,4
	21:00	24,3	22,7	23,8	24,9	25,6	26,0	26,4	26,1	25,7	25,1	26,7	21,5	25,5	25,5	24,3	25,0	25,2	26,8	24,2	24,5	24,0	23,5		25,0			24,2	24,0
	00:00	23,0	22,2	22,4	23,4	23,8	24,3	24,7	24,6	24,1	22,7	25,4	20,2	24,0	23,8	22,7	23,4	23,2	25,0	22,4	22,8	22,8	22,0		24,0			23,2	22,6
	03:00	21,8	21,1	20,8	22,1	22,1	22,8	23,2	23,0	22,5	21,3	24,4	19,3	22,4	22,3	20,3	21,5	21,4	23,6	20,7	20,8	21,4	20,5		22,1			21,7	20,8
	06:00	21,3	20,5	20,6	21,3	21,3	21,7	22,3	21,7	21,7	20,7	24,0	18,8	21,3	21,2	19,4	20,7	20,6	22,1	19,7	19,3	20,4	20,5		24,0		21,4	20,8	19,5
13/3/2009	09:00	28,8	25,2	28,0	27,6	28,3	26,8	27,7	27,9	27,0	27,5	27,2	23,8	28,3	29,0	29,3	27,4	29,0	26,2	29,0	27,8	26,5	24,5	25,0	26,1			25,7	26,0
	12:00	31,2	29,1	30,6	29,9	32,0	29,6	31,0	33,1	31,9	29,4	30,0	26,5	31,4	32,0	32,4	33,2	33,1	30,6	33,6	33,8	27,5	27,0		30,5			28,1	29,2
	15:00	31,6	31,5	31,5	30,9	35,4	30,1	32,2	33,3	32,0	30,3	30,7	27,9	33,1	34,0	34,4	35,2	33,9	31,8	35,0	34,3	29,9	29,0	30,0	29,9	31,2		29,3	31,0
	18:00	25,9	25,6	25,8	26,9	28,0	28,0	28,2	28,8	28,5	27,8	28,4	24,3	28,6	28,7	26,4	27,5	28,3	28,3	28,0	29,0	26,3	25,0		27,0			26,1	28,5
	21:00	22,6	23,0	23,5	24,0	25,2	25,1	25,7	26,1	25,6	24,2	26,5	21,2	25,8	24,9	23,1	24,4	24,9	26,2	25,0	25,1	22,5	23,5		24,8			23,9	24,0
	00:00	22,1	21,9	22,2	22,9	23,6	24,1	24,5	25,0	24,5	23,2	25,8	20,3	24,3	23,7	21,4	23,1	23,6	24,7	22,8	22,7	21,8	22,0		24,5			22,8	22,8
	03:00	21,1	20,7	21,3	22,0	22,7	23,1	23,3	23,6	23,4	22,1	24,5	19,4	23,0	22,4	20,3	21,7	22,4	23,4	21,5	21,2	20,4	21,0		23,8			21,3	21,4
	06:00	20,0	19,6	20,6	21,1	21,5	22,5	22,4	22,6	22,4	21,4	23,8	18,4	21,8	21,6	19,5	20,9	21,3	22,1	20,1	20,3	19,7	20,5		22,8		22,2	19,8	20,2
14/3/2009	09:00	27,5	24,6	26,2	27,0	26,4	27,1	26,5	27,5	27,9	27,5	26,4	23,5	28,0	28,3	28,2	26,1	28,8	26,1	27,4	27,2	25,9	24,5	28,0	26,3			25,4	28,0
	12:00	30,4	30,3	29,0	31,6	31,8	31,8	31,0	32,4	32,0	29,9	30,7	27,2	31,1	32,0	31,9	32,4	33,0	31,2	33,2	33,4	29,5	28,0		30,0			28,2	29,5
	15:00	31,2	29,6	30,8	31,0	33,7	30,2	32,2	33,0	32,4	31,0	30,8	28,1	33,0	33,0	32,6	34,1	33,6	31,3	34,0	33,9	29,8	29,0	30,0	29,7	30,6		29,7	31,0
	18:00	26,8	26,5	27,2	28,2	28,9	28,4	29,5	29,5	29,1	27,7	29,2	25,6	29,4	29,4	27,5	28,9	29,1	29

Date	Hora (BR)	Temperatura do Ar (°C) - Dados Horários (3h)																										
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24			P25	P26
15/3/2009	00:00	22,9	23,1	23,4	24,1	24,9	25,0	25,4	25,7	25,6	24,6	26,3	21,6	25,2	25,0	23,6	24,5	25,0	25,8	24,3	24,4	22,9	23,0		25,2			24,2	24,4
	03:00	22,4	22,1	22,3	23,3	23,2	24,0	24,0	23,9	23,7	23,0	24,6	19,9	23,2	23,6	21,5	23,0	23,4	24,2	22,0	22,8	22,1	21,5		23,0			21,3	22,4
	06:00	21,0	21,0	20,7	21,8	21,4	22,3	22,3	22,4	22,3	21,5	23,2	18,0	22,1	21,8	20,0	21,2	21,8	22,8	20,8	21,6	20,6	19,5		22,0		21,4	19,9	21,2
	09:00	27,0	24,7	25,0	26,4	26,0	26,6	26,1	27,1	27,7	26,6	25,8	22,5	27,7	27,5	27,4	26,1	27,9	26,2	26,9	26,4	25,6	24,0	26,0	25,7			25,6	26,0
	12:00	30,7	30,4	30,2	30,6	31,4	31,0	31,5	32,4	32,2	30,3	28,8	26,6	32,4	32,0	31,8	32,4	31,9	30,9	32,6	32,8	29,2	27,0		30,0			29,5	30,2
	15:00	30,7	29,8	30,3	29,5	33,0	31,0	33,2	33,3	32,3	31,0	31,8	27,3	33,2	33,4	33,7	34,2	33,4	31,5	34,3	34,8	28,7	28,0	30,0	30,5	30,5		29,5	31,7
	18:00	27,7	27,0	27,6	28,0	28,7	28,8	30,0	30,4	29,6	28,7	29,3	23,7	28,4	28,9	28,3	29,4	29,6	28,6	28,8	28,9	27,4	26,5		28,0			26,7	28,7
	21:00	24,6	24,5	23,9	24,7	24,5	24,8	25,5	25,2	24,9	23,4	25,9	21,3	23,9	25,0	23,4	24,9	24,8	25,2	23,6	24,5	23,9	22,5		24,5			21,7	23,0
16/3/2009	00:00	23,4	22,6	22,5	23,3	23,4	24,2	24,8	24,7	24,4	23,6	25,2	19,8	23,6	24,0	22,2	23,4	23,1	24,3	22,7	23,1	22,0	21,5		24,0			22,1	22,9
	03:00	21,6	21,1	20,8	21,8	21,7	23,0	23,2	23,3	23,0	22,1	23,8	18,5	22,4	22,4	20,6	21,6	21,9	23,0	20,9	21,7	21,0	20,0		22,5			21,1	21,3
	06:00	20,8	20,4	19,8	21,1	20,8	22,1	22,3	22,2	22,1	21,6	23,0	18,2	21,4	21,5	20,6	20,9	21,2	22,1	20,4	21,2	20,2	19,5		22,0		21,1	20,5	20,8
	09:00	24,6	23,1	23,7	24,0	25,5	24,2	25,2	25,6	26,6	25,1	25,1	20,4	24,6	25,8	25,8	25,8	25,1	24,4	26,2	25,1	22,0	21,5	25,0	22,5			24,0	25,0
	12:00	28,7	27,5	28,6	28,3	29,7	28,2	29,8	29,8	29,9	27,4	29,2	24,2	29,7	30,6	30,3	31,0	29,8	29,8	30,2	31,3	26,4	24,0		27,0			26,4	27,6
	15:00	30,0	29,9	30,7	30,8	32,8	29,5	31,7	32,6	31,7	30,2	31,4	27,5	31,0	31,8	32,2	32,9	32,4	32,2	33,5	32,6	28,2	27,5	28,0	28,0	31,0		28,7	29,0
	18:00	23,2	21,8	23,4	24,4	26,1	26,7	28,8	28,1	27,6	26,7	27,7	23,0	27,4	28,1	27,3	29,1	27,4	29,0	27,8	28,3	24,0	23,0		26,5			26,0	27,4
	21:00	19,1	18,8	18,7	19,8	19,5	20,5	20,9	21,2	21,4	20,7	20,4	18,4	21,0	20,4	20,8	22,1	22,4	22,9	20,8	21,9	20,0	18,0		21,7			19,3	21,0
17/3/2009	00:00	20,0	18,4	18,1	19,5	18,5	19,6	20,4	20,4	20,3	19,4	20,3	17,1	19,9	19,9	19,5	20,8	20,8	21,6	19,3	20,7	20,0	18,0		20,0			19,4	20,0
	03:00	20,5	19,6	18,8	19,9	18,8	20,1	20,8	21,0	20,6	20,0	21,3	17,7	20,6	20,0	19,6	20,2	20,3	21,3	19,0	19,9	19,4	18,5		21,0			20,5	19,5
	06:00	20,7	20,2	19,6	20,7	19,8	21,2	21,2	21,5	21,1	21,0	22,3	18,5	21,0	20,7	20,1	20,5	20,7	21,6	19,7	20,5	20,5	20,0		21,0		19,3	20,8	20,1
	09:00	24,2	22,6	23,7	24,2	24,2	24,7	26,3	26,6	25,6	25,6	24,9	21,0	25,7	27,2	27,9	27,1	25,8	25,0	27,6	26,8	23,5	22,0		23,7			24,5	26,2
	12:00	29,8	26,2	28,7	27,2	28,8	25,8	28,6	28,0	26,9	27,8	26,7	24,2	27,7	29,8	30,1	29,2	27,8	25,7	28,4	28,3	25,4	23,0		26,0			24,3	25,8
	15:00	21,8	20,3	20,1	22,1	21,8	22,5	23,4	23,9	24,3	23,4	23,3	19,5	23,8	22,7	22,8	23,6	23,9	24,1	23,6	23,9	20,7	19,5		21,8	29,5		21,4	23,8
	18:00	21,2	20,8	21,4	22,3	22,9	22,7	23,8	24,1	23,8	23,3	23,8	19,0	23,5	23,4	23,2	24,1	23,4	24,6	22,8	23,2	21,3	21,0		22,2			22,6	23,0
	21:00	20,5	19,6	19,6	21,0	20,8	21,5	22,1	22,6	22,2	21,7	22,8	18,1	22,0	22,2	20,6	21,6	21,9	22,6	21,0	21,8	20,9	19,5		21,2			19,9	22,0
18/3/2009	00:00	19,6	19,2	19,5	20,4	20,0	20,7	21,2	21,6	21,4	20,8	22,5	18,4	21,0	20,8	19,4	20,4	20,9	21,8	19,7	20,7	20,6	19,0		21,0			19,7	20,2
	03:00	18,2	18,4	18,5	18,9	18,8	19,6	20,0	20,0	20,2	19,6	21,6	16,5	19,8	19,5	18,2	19,0	19,7	20,8	18,5	19,5	18,8	18,5		20,0			18,7	19,0
	06:00	17,6	17,8	18,0	18,8	18,1	19,1	19,4	19,4	19,6	19,0	21,3	16,5	19,0	18,6	17,3	18,5	18,8	19,9	17,7	18,5	18,6	17,5		19,8		19,3	18,3	18,1
	09:00	25,6	23,1	24,8	24,7	24,5	25,6	25,2	26,0	26,3	25,7	24,9	22,0	26,1	26,7	27,0	24,7	27,2	25,0	27,4	25,8	25,0	23,0		24,5			25,3	25,0
	12:00	28,4	27,5	27,8	28,0	29,6	28,6	29,5	30,0	29,8	28,2	29,3	25,2	30,4	30,5	30,6	30,8	29,7	29,4	30,4	31,0	27,2	26,0		28,0			27,7	29,5
	15:00	28,0	28,7	28,0	26,6	32,6	29,6	30,8	32,5	31,9	30,8	32,1	27,3	32,3	31,5	32,4	33,4	31,1	32,1	33,0	31,2	28,0	27,5		28,7	30,6		29,3	30,0
	18:00	26,7	27,1	26,7	26,2	26,7	26,6	29,0	27,9	27,2	28,2	30,7	24,1	27,8	27,5	26,9	28,0	27,8	29,2	27,3	27,4	25,1	24,5		27,0			26,1	27,6
	21:00	25,8	26,0	25,8	25,5	28,8	28,8	28,6	25,0	24,6	27,1	28,9	21,8	24,5	25,3	23,8	24,2	24,4	25,7	23,4	23,8	22,9	22,0		23,8			23,6	23,0
Média		25,2	24,2	24,7	25,3	26,0	25,6	26,4	26,5	26,1	25,3	26,7	22,2	26,0	26,3	25,4	26,0	25,8	26,0	25,6	25,8	24,4	23,5	27,9	25,4	31,0	21,4	24,2	24,8
Erro padrão		0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Mediana		24,3	23,4	23,7	24,6	25,2	25,0	25,8	25,6	25,2	25,1	26,3	21,6	25,2	25,6	24,3	24,8	24,9	25,1	24,2	24,5	23,6	23,0	28,0	24,8	30,8	21,4	24,0	24,0
Modo		23,4	22,3	22,4	24,0	33,2	24,2	22,4	25,6	21,4	31,0	23,4	26,2	31,0	27,4	24,3	26,2	23,2	26,2	20,8	20,7	23,5	22,0	30,0	24,0	30,6	21,4	20,8	25,0
Desvio padrão		4,0	3,7	4,1	3,7	4,5	3,4	3,7	4,2	4,0	3,7	3,2	3,3	4,2	4,4	4,9	4,9	4,3	3,7	5,3	4,9	3,3	3,2	2,6	3,1	1,1	1,2	3,4	4,0
Variância		15,9	13,6	16,5	13,8	20,5	11,4	13,9	17,4	16,0	13,5	10,5	10,9	17,7	19,0	24,3	23,9	18,4	13,8	27,9	23,8	11,1	10,0	6,8	9,6	1,3	1,4	11,3	16,1
Curtose		-1,1	-0,7	-1,0	-0,8	-0,8	-0,9	-1,0	-0,9	-0,8	-1,2	-0,6	-0,8	-0,9	-1,1	-1,1	-0,9	-1,0	-0,9	-1,1	-1,0	-0,7	-0,6	-0,8	-0,6	-0,5	0,0	-1,0	-0,9
Assimetria		0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,2	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,1	0,5	0,4	-0,3	0,2	0,4
Amplitude		15,9	15,4	15,5	15,2	17,8	13,9	14,6	16,4	16,4	14,0	14,6	13,1	16,1	16,4	18,6	18,3	16,2	14,4	19,1	17,7	14,0	13,5	10,4	12,7	4,0	4,3	12,5	16,1
Mínimo		17,6	17,8	18,0	18,8	18,1	19,1	19,4	19,4	19,6	19,0	20,3	16,5	19,0	18,6	17,3	18,5	18,8	19,9	17,7	18,5	18,6	17,5	23,0	19,8	29,2	19,3	18,3	18,1
Máximo		33,5	33,2	33,5	34,0	35,9	33,0	34,0	35,8	36,0	33,0	34,9	29,6	35,1	35,0	35,9	36,8	35,0	34,3	36,8	36,2	32,6	31,0	33,4	32,5	33,2	23,6	30,8	34,2
Contagem		128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	28,0	128,0	16,0	16,0	128,0	128,0

P1 = Mangueiras (Barreiro)
P2 = Teixeira Dias (Barreiro)
P3 = Milionários (Barreiro)
P4 = Estrela do Oriente (Oeste)
P5 = Camargos (Noroeste)
P6 = Coração Eucarístico (Noroeste)
P7 = Conjunto Habitacional Alípio de Melo (Noroeste)
P8 = Bom Jesus (Noroeste)
P9 = Concórdia (Nordeste)
P10 = Parque Municipal (Centro-Sul)
P11 = Rua São Paulo (Centro-Sul)
P12 = Mangabeiras (Centro-Sul)
P13 = São Geraldo (Leste)
P14 = Itatiaia (Pampulha)
P15 = Enseada das Garças (Pampulha)
P16 = Visconde do Rio Branco (Venda Nova)
P17 = Minas Caixa (Venda Nova)
P18 = Campo Alegre (Norte)
P19 = Tupi (Norte)
P20 = Conjunto Ribeiro de Abreu (Nordeste)
P21 = Uni-BH (Estoril)
P22 = IGAM (Nova Gameleira)
P23 = SPPR - Aeroporto Carlos Prates (Noroeste)
P24 = 5º DISME/INMET - Santo Agostinho (Centro-Sul)
P25 = Estação Ecológica - UFMG (Pampulha)
P26 = SBBH - Aeroporto Pampulha (Pampulha)

Dado não disponível
Estatístca realizada somente com dados sinóticos

Umidade Relativa do Ar

Date	Hora (BR)	Umidade Relativa (UR%) - Dados Horários (3h)																									
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
3/3/2009	00:00	58,0	59,0	57,0	58,0	56,0	63,0	62,0	64,0	60,0	69,0	49,0	77,0	60,0	65,0	73,0	68,0	68,0	64,0	74,0	74,0	56,0	55,0		53,0	68,0	70,0
	03:00	57,0	56,0	58,0	64,0	70,0	73,0	72,0	71,0	66,0	79,0	56,0	85,0	67,0	74,0	83,0	74,0	75,0	71,0	81,0	80,0	60,0	68,0		58,0	79,0	80,0
	06:00	67,0	68,0	63,0	69,0	74,0	77,0	77,0	75,0	71,0	84,0	62,0	76,0	73,0	79,0	87,0	80,0	78,0	75,0	83,0	80,0	72,0	71,0		67,0	85,0	84,0
	09:00	55,0	66,0	62,0	62,0	59,0	60,0	62,0	54,0	56,0	70,0	57,0	69,0	60,0	59,0	55,0	63,0	59,0	89,0	60,0	62,0	60,0	62,0	58,0	60,0	60,0	59,0
	12:00	37,0	43,0	40,0	40,0	39,0	42,0	42,0	38,0	36,0	48,0	39,0	46,0	39,0	40,0	44,0	44,0	40,0	47,0	39,0	41,0	48,0	41,0		45,0	44,0	42,0
	15:00	40,0	39,0	36,0	36,0	32,0	41,0	33,0	33,0	34,0	40,0	31,0	39,0	30,0	35,0	33,0	32,0	40,0	39,0	33,0	41,0	40,0	32,0	31,0	33,0	45,0	36,0
	18:00	49,0	50,0	46,0	46,0	45,0	53,0	44,0	37,0	41,0	53,0	38,0	53,0	40,0	44,0	43,0	40,0	42,0	43,0	40,0	47,0	56,0	45,0		47,0	39,0	40,0
	21:00	57,0	57,0	53,0	54,0	53,0	62,0	53,0	51,0	53,0	67,0	45,0	64,0	53,0	58,0	61,0	55,0	57,0	58,0	59,0	68,0	58,0	53,0		53,0	53,0	52,0
4/3/2009	00:00	62,0	64,0	58,0	59,0	60,0	70,0	65,0	63,0	62,0	75,0	53,0	75,0	65,0	67,0	75,0	65,0	67,0	62,0	71,0	74,0	68,0	61,0		61,0	63,0	68,0
	03:00	62,0	63,0	62,0	65,0	62,0	68,0	71,0	70,0	70,0	80,0	56,0	83,0	71,0	73,0	81,0	75,0	77,0	72,0	80,0	79,0	60,0	64,0		58,0	80,0	81,0
	06:00	70,0	69,0	69,0	69,0	73,0	75,0	76,0	73,0	72,0	81,0	62,0	82,0	75,0	77,0	84,0	77,0	77,0	72,0	81,0	79,0	65,0	68,0		64,0	81,0	78,0
	09:00	58,0	62,0	59,0	59,0	60,0	61,0	61,0	58,0	58,0	70,0	59,0	69,0	58,0	57,0	58,0	64,0	59,0	64,0	58,0	63,0	60,0	62,0	61,0	61,0	62,0	60,0
	12:00	48,0	50,0	47,0	47,0	42,0	50,0	46,0	42,0	44,0	58,0	46,0	55,0	49,0	44,0	48,0	42,0	51,0	48,0	43,0	44,0	55,0	52,0		51,0	57,0	48,0
	15:00	55,0	80,0	78,0	61,0	59,0	58,0	46,0	41,0	46,0	53,0	45,0	52,0	43,0	45,0	43,0	40,0	44,0	44,0	37,0	42,0	64,0	63,0	58,0	48,0	57,0	58,0
	18:00	63,0	78,0	76,0	73,0	65,0	73,0	63,0	67,0	69,0	75,0	61,0	74,0	64,0	62,0	72,0	69,0	73,0	73,0	84,0	66,0	73,0	76,0		67,0	73,0	70,0
	21:00	68,0	79,0	77,0	76,0	71,0	76,0	67,0	69,0	69,0	74,0	61,0	83,0	69,0	67,0	76,0	72,0	77,0	74,0	82,0	76,0	75,0	77,0		67,0	77,0	72,0
5/3/2009	00:00	79,0	78,0	75,0	75,0	73,0	75,0	70,0	71,0	73,0	72,0	65,0	84,0	70,0	73,0	83,0	80,0	81,0	79,0	84,0	80,0	73,0	75,0		69,0	74,0	79,0
	03:00	83,0	88,0	83,0	84,0	81,0	85,0	80,0	83,0	85,0	91,0	82,0	94,0	83,0	80,0	84,0	82,0	85,0	83,0	90,0	84,0	83,0	94,0		83,0	90,0	87,0
	06:00	84,0	90,0	85,0	85,0	87,0	89,0	85,0	87,0	87,0	92,0	81,0	92,0	84,0	84,0	90,0	86,0	88,0	84,0	91,0	86,0	84,0	95,0		83,0	95,0	89,0
	09:00	60,0	72,0	67,0	68,0	66,0	69,0	68,0	67,0	71,0	80,0	70,0	79,0	69,0	61,0	65,0	70,0	66,0	75,0	71,0	70,0	69,0	68,0	67,0	64,0	70,0	68,0
	12:00	47,0	57,0	49,0	49,0	45,0	52,0	47,0	43,0	49,0	60,0	53,0	55,0	48,0	44,0	47,0	51,0	49,0	58,0	47,0	46,0	57,0	55,0		55,0	55,0	52,0
	15:00	40,0	41,0	36,0	40,0	31,0	44,0	34,0	34,0	41,0	48,0	41,0	50,0	38,0	34,0	36,0	38,0	41,0	45,0	37,0	43,0	42,0	35,0	33,0	40,0	43,0	42,0
	18:00	49,0	54,0	47,0	51,0	46,0	52,0	46,0	44,0	50,0	60,0	47,0	57,0	48,0	46,0	50,0	45,0	49,0	46,0	44,0	46,0	51,0	42,0		49,0	52,0	47,0
	21:00	62,0	67,0	65,0	64,0	62,0	65,0	61,0	65,0	67,0	70,0	63,0	81,0	70,0	69,0	80,0	74,0	75,0	80,0	92,0	79,0	67,0	65,0		63,0	71,0	72,0
6/3/2009	00:00	70,0	75,0	75,0	72,0	68,0	69,0	65,0	70,0	71,0	78,0	63,0	89,0	72,0	72,0	80,0	76,0	78,0	80,0	92,0	82,0	70,0	71,0		67,0	74,0	82,0
	03:00	77,0	81,0	79,0	77,0	78,0	78,0	76,0	77,0	78,0	85,0	73,0	86,0	79,0	80,0	86,0	82,0	83,0	83,0	92,0	86,0	78,0	80,0		76,0	85,0	87,0
	06:00	77,0	82,0	83,0	80,0	81,0	80,0	79,0	81,0	81,0	90,0	73,0	88,0	82,0	85,0	90,0	85,0	85,0	85,0	93,0	88,0	77,0	85,0		75,0	92,0	90,0
	09:00	57,0	62,0	64,0	64,0	64,0	64,0	66,0	60,0	63,0	72,0	63,0	71,0	63,0	61,0	62,0	69,0	61,0	75,0	69,0	69,0	63,0	66,0	65,0	61,0	66,0	67,0
	12:00	47,0	52,0	50,0	55,0	46,0	54,0	45,0	45,0	47,0	56,0	45,0	54,0	48,0	40,0	48,0	48,0	47,0	58,0	48,0	48,0	53,0	52,0		49,0	57,0	53,0
	15:00	53,0	52,0	49,0	53,0	38,0	48,0	40,0	40,0	40,0	51,0	44,0	44,0	42,0	41,0	41,0	38,0	48,0	56,0	41,0	45,0	48,0	44,0	42,0	43,0	52,0	53,0
	18:00	67,0	73,0	75,0	74,0	65,0	69,0	68,0	79,0	81,0	86,0	72,0	81,0	80,0	73,0	84,0	82,0	88,0	84,0	97,0	94,0	72,0	71,0		72,0	89,0	91,0
	21:00	67,0	74,0	76,0	76,0	77,0	80,0	79,0	83,0	87,0	91,0	79,0	84,0	83,0	83,0	88,0	86,0	87,0	87,0	97,0	95,0	75,0	83,0		80,0	95,0	90,0
7/3/2009	00:00	79,0	83,0	82,0	81,0	79,0	78,0	77,0	80,0	84,0	88,0	77,0	89,0	83,0	80,0	86,0	84,0	87,0	86,0	97,0	95,0	78,0	82,0		78,0	84,0	91,0
	03:00	79,0	82,0	84,0	81,0	83,0	82,0	82,0	86,0	87,0	90,0	80,0	87,0	85,0	85,0	90,0	88,0	90,0	87,0	97,0	95,0	79,0	91,0		80,0	95,0	94,0
	06:00	78,0	83,0	83,0	80,0	81,0	81,0	82,0	85,0	87,0	91,0	78,0	91,0	85,0	85,0	90,0	90,0	91,0	88,0	97,0	95,0	76,0	80,0		77,0	92,0	93,0
	09:00	82,0	87,0	81,0	82,0	85,0	87,0	79,0	83,0	89,0	88,0	81,0	81,0	80,0	81,0	80,0	80,0	80,0	82,0	97,0	88,0	78,0	93,0	90,0	84,0	85,0	84,0
	12:00	61,0	68,0	65,0	70,0	66,0	80,0	71,0	70,0	80,0	76,0	73,0	67,0	70,0	76,0	71,0	77,0	83,0	84,0	97,0	79,0	70,0	80,0		72,0	77,0	78,0
	15:00	71,0	71,0	77,0	69,0	62,0	71,0	68,0	65,0	73,0	70,0	68,0	71,0	67,0	72,0	71,0	73,0	74,0	75,0	86,0	69,0	65,0	67,0	68,0	68,0	79,0	77,0
	18:00	77,0	86,0	83,0	79,0	79,0	78,0	81,0	77,0	82,0	82,0	73,0	89,0	77,0	84,0	87,0	87,0	88,0	86,0	93,0	85,0	76,0	83,0		75,0	90,0	89,0
	21:00	89,0	92,0	90,0	86,0	85,0	84,0	85,0	82,0	82,0	83,0	74,0	91,0	80,0	87,0	91,0	90,0	89,0	88,0	94,0	86,0	77,0	97,0		77,0	91,0	90,0
8/3/2009	00:00	69,0	78,0	76,0	73,0	73,0	71,0	73,0	75,0	77,0	75,0	68,0	90,0	75,0	83,0	85,0	86,0	86,0	83,0	93,0	85,0	69,0	70,0		69,0	77,0	85,0
	03:00	86,0	87,0	80,0	76,0	76,0	79,0	81,0	80,0	82,0	82,0	74,0	88,0	80,0	85,0	88,0	85,0	83,0	82,0	93,0	83,0	75,0	73,0		75,0	91,0	87,0
	06:00	89,0	91,0	88,0	84,0	85,0	79,0	81,0	80,0	82,0	85,0	75,0	84,0	80,0	86,0	89,0	87,0	88,0	85,0	94,0	89,0	81,0	89,0		78,0	87,0	89,0
	09:00	71,0	82,0	70,0	71,0	68,0	72,0	69,0	66,0	73,0	73,0	68,0	71,0	68,0	70,0	66,0	72,0	72,0	77,0	81,0	72,0	68,0	68,0	67,0	68,0	71,0	73,0
	12:00	59,0	62,0	61,0	62,0	50,0	60,0	53,0	57,0	63,0	66,0	61,0	67,0	61,0	49,0	58,0	60,0	63,0	69,0	71,0	59,0	65,0	63,0		63,0	66,0	62,0
	15:00	48,0	55,0	50,0	54,0	40,0	57,0	45,0	47,0	52,0	60,0	48,0	59,0	49,0	47,0	52,0	52,0	54,0	55,0	63,0	56,0	55,0	49,0	50,0	53,0	56,0	53,0
	18:00	66,0	70,0	68,0	68,0	62,0	79,0	65,0	76,0	77,0	77,0	70,0	74,0	67,0	69,0	76,0	71,0	75,0	73,0	68,0	70,0	69,0	70,0		70,0	77,0	72,0
	21:00	76,0	79,0	79,0	76,0	74,0	76,0	74,0	79,0	80,0	77,0	72,0	87,0	74,0	77,0	81,0	81,0	81,0	79,0	81,0	78,0	73,0	76,0		72,0	79,0	80,0
9/3/2009	00:00	75,0	79,0	79,0	75,0	73,0	75,0	73,0	78,0	80,0	78,0	71,0	87,0	76,0	77,0	85,0	84,0	83,0	81,0	85,0	82,0	76,0	72,0		74,0	79,0	82,0
	03:00	79,0	82,0	82,0	78,0	78,0	79,0	76,0	80,0	82,0	84,0	75,0	87,0	79,0	79,0	87,0	85,0	87,0	83,0	88,0	85,0	75,0	76,0		75,0	80,0	84,0
	06:00	84,0	86,0	87,0	83,0	84,0	83,0	83,0	84,0	85,0	86,0	79,0	93,0	83,0	85,0	90,0	90,0	90,0	85,0	92,0	88,0	81,0	85,0		80,0	87,0	88,0
	09:00	67,0	76,0	69,0	68,0	68,0	70,0	69,0	68,0	75,0	79,0	71,0	79,0	71,0	63,0	66,0	74,0	71,0	74,0	68,0	68,0	68,0	72,0	70,0	67,0	73,0	72,0
	12:00	50,0	62,0	51,0	52,0	45,0	55,0	48,0	49,0	55,0	63,0	56,0	61,0	54,0	45,0	51,0	53,0	59,0	58,0	47,0	50,0	58,0	57,0		57,0	61,0	54,0
	15:00	44,0	52,0	44,0	45,0	40,0	54,0	43,0	46,0	51,0	56,0	50,0	57,0	47,0	45,0	49,0	49,0	55,0	51,0	49,0	53,0	50,0	46,0	44,0	47,0	56,0	53,0
	18:00	59,0	63,0	58,0	58,0	55,0	60,0	52,0	55,0	59,0	70,0	55,0	66,0	54,0	55,0	60,0	58,0	61,0	59,0	58,0	60,0	58,0	50,0		57,0	60,0	59,0
	21:00	71,0	75,0	74,0	70,0	68,0	68,0	66,0	68,0	71,0	72,0	65,0	83,0	68,0	69,0	74,0	73,0	71,0	69,0	75,0	76,0	71,0	70,0		69,0	71,0	72,0
10/3/2009	00:00	73,0	78,0	77,0	74,0	72,0	71,0	70,0	72,0	74,0	77,0	68,0	82,0	71,0	73,0	79,0	79,0	80,0	73,0	80,0	79,0	73,0	71,0		71,0	74,0	77,0
	03:00	68,0	74,0	75,0	68,0	68,0	68,0	66,0	69,0	73,0	75,0	63,0	80,0	70,0	72,0	81,0	81,0	81,0	76,0	81,0	81,0	67,0	63,0		65,0	68,0	77,0
	06:00	71,0	75,0	76,0	71,0	74,0	73,0	70,0	73,0	76,0	80,0	66,0	83,0	73,0	76,0	85,0	84,0	84,0	77,0	85,0	85,0	69,0	71,0		68,0	73,0	80,0
	09:00	56,0	66,0	60,0	60,0	60,0	63,0	74,0	63,0	69,0	72,0	63,0	70,0	64,0	58,0	62,0	69,0	63,0	72,0	64,0	67,0	61,0	61,0	60,0	59,0	68,0	65,0
	12:00	43,0	50,0	45,0	50,0	41,0	48,0	44,0	40,0	48,0	58,0	45,0	59,0	51,0	40,0	44,0	42,0	49,0	53,0	42,0	47,0	53,0	49,0		49,0	52,0	49,0
	15:00	49,0	55,0	45,0	45,0	38,0	53,0	40,0	41,0	46,0	59,0	47,0	55,0	43,0	41,0	50,0	39,0	49,0	50,0	43,0	49,0	52,0	40,0	41,0	50,0	53,0	47,0
	18:00	58,0	60,0	57,0	56,0	55,0	57,0	52,0	53,0	57,0	68,0	54,0	69,0	53,0	54,0	61,0	57,0	60,0	57,0	58,0	61,0	60,0	56,0		57,0	59,0	59,0
	21:00	64,0	67,0	67,0	65,0	64,0	64,0	60,0	62,0	65,0	68,0	62,0	78,0	63,0	62,0	68,0	67,0	68,0	63,0	69,0	69,0	65,0	66,0		63,0	67,0	66,0
11/3/2009	00:00	67,0	70,0	69,0	62,0	68,0	67,0	67,0	68,0	70,0	72,0	62,0	77,0	67,0	68,0	75,0	73,0	75,0	68,0	74,0	73,0	70,0	60,0		66,0	71,0	72,0
	03:00	65,0	68,0	69,0	63,0	65,0	63,0	62,0	64,0	66,0	71,0	58,0	70,0	64,0	66,0	76,0	76,0	76,0	70,0	77,0	83,0	61,0	59,0		60,0	68,0	75,0
	06:00	69,0	72,0	75,0	69,0	70,0	69,0	66,0	68,0	70,0	80,0	62,0	77,0	69,0	70,0	80,0	80,0	81,0	74,0	84,0	85,0	65,0	64,0		64,0	68,0	78,0
	09:00	58,0	66,0	61,0	61,0	59,0	60,0	59,0	59,0	58,0	70,0	61,0	68,0	58,0	52,0	59,0	64,0	57,0	67,0	59,0	65,0	59,0	62,0	61,0	58,0	62,0	64,0
	12:00	43,0	49,0	43,0	47,0	37,0	49,0	38,0	43,0	44,0	50,0	41,0	51,0	43,0	39,0	45,0	44,0	45,0	51,0	42,0	47,0	49,0	49,0		45,0	48,0	47,0
	15:00	39,0	45,0	37,0	42,0	37,0	45,0	35,0	35,0	39,0	44,0	38,0	48,0	35,0	37,0	39,0	38,0	42,0	40,0	34,0	43,0	46,0	29,0	32,0	45,0	51,0	42,0
	18:00	53,0	55,0	56,0	54,0	46,0	52,0	46,0	48,0	51,0	60,0	49,0	64,0	50,0	47,0	53,0	47,0	55,0	48,0	51,0	55,0	57,0	40,0		53,0	52,0	50,0
	21:00	68,0	72,0	72,0	68,0	65,0	66,0	63,0	64,0	66,0	69,0	62,0	81,0	65,0	65,0	71,0	68,0	70,0	63,0	71,0	70,0	68,0	67,0		65,0	68,0	65,0
12/3/2009	00:00	67,0	71,0	71,0	67,0	65,0	65,0	65,0	66,0	68,0	72,0	60,0	76,0	66,0	68,0	76,0	73,0	75,0	68,0	77,0	73,0	70,0	62,0		65,0	69,0	72,0
	03:00	67,0	71,0	73,0	68,0	69,0	68,0	66,0	67,0	69,0	79,0	60,0	76,0	68,0	70,0	81,0	76,0	78,0	70,0	80,0	79,0	67,0	68,0		64,0	69,0	75,0
	06:00	72,0	74,0	76,0	71,0	74,0	71,0	69,0	70,0	72,0	82,0	64,0	82,0	71,0	76,0	83,0	81,0	81,0	76,0	83,0	83,0	69,0	70,0		67,0	72,0	79,0
	09:00	56,0	68,0	61,0	59,0	60,0	60,0	61,0	61,0	60,0	70,0	60,0	68,0	60,0	54,0	60,0	65,0	59,0	64,0	59,0	65,0	60,0	59,0	56,0	59,0	61,0	58,0
	12:00	42,0	50,0	45,0	45,0	38,0	47,0	44,0	40,0	48,0	52,0	49,0	49,0	47,0	39,0	51,0	43,0	46,0	50,0	40,0	46,0	51,0	47,0		50,0	51,0	47,0
	15:00	40,0	48,0	43,0	41,0	30,0	44,0	35,0	36,0	40,0	46,0	42,0	43,0	37,0	38,0	43,0	42,0	43,0	42,0	33,0	41,0	44,0	32,0	31,0	42,0	42,0	37,0
	18:00	47,0	50,0	46,0	48,0	41,0	49,0	44,0	46,0	51,0	53,0	47,0	63,0	50,0	47,0	51,0	48,0	56,0	49,0	53,0	56,0	53,0	34,0		50,0	54,0	53,0
	21:00	67,0	69,0	68,0	65,0	62,0	63,0	61,0	62,0	64,0	68,0	60,0	79,0	62,0	64,0	69,0	66,0	68,0	61,0	68,0	70,0	67,0	65,0		63,0	67,0	66,0
13/3/2009	00:00	68,0	72,0	71,0	68,0	65,0	65,0	64,0	64,0	67,0	74,0	62,0	81,0	65,0	67,0	75,0	72,0	75,0	67,0	75,0	75,0	68,0	68,0		65,0	68,0	71,0
	03:00	71,0	77,0	76,0	72,0	71,0	70,0	69,0	70,0	72,0	80,0	65,0	83,0	70,0	73,0	81,0	77,0	78,0	70,0	80,0	81,0	71,0	74,0		68,0	73,0	76,0
	06:00	71,0	79,0	74,0	74,0	74,0	75,0	75,0	76,0	75,0	84,0	67,0	81,0	75,0	77,0	84,0	81,0	80,0	76,0	83,0	85,0	74,0	75,0		71,0	79,0	81,0
	09:00	51,0	60,0	53,0	56,0	53,0	58,0	56,0	54,0	57,0	62,0	55,0	61,0	56,0	53,0	55,0	62,0	57,0	66,0	55,0	62,0	56,0	56,0	57,0	53,0	57,0	55,0
	12:00	48,0	55,0	47,0	52,0	44,0	53,0	46,0	40,0	46,0	51,0	50,0	49,0	45,0	44,0	43,0	41,0	44,0	50,0	39,0	42,0	55,0	50,0		48,0	54,0	46,0
	15:00	44,0	45,0	43,0	46,0	35,0	49,0	42,0	39,0	46,0	55,0	47,0	56,0	42,0	42,0	40,0	42,0	42,0	46,0	39,0	44,0	48,0	40,0	42,0	44,0	48,0	43,0
	18:00	64,0	69,0	69,0	65,0	62,0	61,0	60,0	57,0	58,0	70,0	59,0	73,0	57,0	58,0	65,0	61,0	59,0	60,0	60,0	58,0	63,0	67,0		61,0	66,0	61,0
	21:00	76,0	75,0	70,0	68,0	64,0	65,0	62,0	61,0	63,0	73,0	60,0	77,0	63,0	67,0	74,0	68,0	67,0	65,0	67,0	70,0	71,0	66,0		65,0	66,0	68,0
14/3/2009	00:00	76,0	78,0	75,0	72,0	70,0	70,0	68,0	66,0	69,0	76,0	63,0	83,0	70,0	72,0	80,0	73,0	74,0	72,0	79,0	79,0	75,0	75,0		69,0	73,0	76,0
	03:00	77,0	81,0	77,0	75,0	73,0	76,0	74,0	75,0	77,0	84,0	72,0	88,0	76,0	76,0	84,0	80,0	79,0	78,0	85,0	84,0	79,0	79,0		76,0	83,0	83,0
	06:00	77,0	81,0	82,0	80,0	81,0	80,0	80,0	79,0	80,0	88,0	76,0	89,0	79,0	81,0	89,0	85,0	86,0	82,0	89,0	86,0	84,0	86,0		80,0	92,0	87,0
	09:00	59,0	68,0	64,0	65,0	63,0	63,0	64,0	62,0	63,0	70,0	63,0	67,0	61,0	57,0	56,0	67,0	58,0	72,0	64,0	70,0	62,0	62,0	66,0	59,0	67,0	70,0
	12:00	50,0	48,0	49,0	44,0	44,0	46,0	48,0	43,0	46,0	52,0	49,0	49,0	46,0	45,0	46,0	46,0	43,0	52,0	39,0	42,0	51,0	48,0		50,0	58,0	48,0
	15:00	47,0	50,0	46,0	48,0	37,0	58,0	42,0	40,0	47,0	52,0	50,0	53,0	46,0	41,0	44,0	43,0	45,0	49,0	37,0	44,0	51,0	41,0	45,0	49,0	50,0	47,0
	18:00	63,0	65,0	61,0	57,0	56,0	57,0	54,0	53,0	55,0	61,0	54,0	65,0	53,0	55,0	60,0	55,0	56,0	56,0	53,0	56,0	55,0	57,0		55,0	59,0	56,0
	21:00	71,0	73,0	69,0	65,0	63,0	64,0	63,0	60,0	62,0	68,0	58,0	74,0	58,0	67,0	71,0	67,0	65,0	65,0	64,0	65,0	70,0	65,0		61,0	64,0	63,0

Continua pag. 291 ⇨

Date	Hora (BR)	Umidade Relativa (UR%) - Dados Horários (3h)																								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
15/3/2009	00:00	76,0	76,0	73,0	70,0	68,0	69,0	67,0	65,0	66,0	72,0	63,0	76,0	69,0	69,0	75,0	71,0	69,0	68,0	73,0	74,0	72,0	70,0		68,0	69,0	71,0
	03:00	78,0	80,0	78,0	75,0	76,0	73,0	73,0	76,0	76,0	80,0	73,0	86,0	76,0	75,0	82,0	77,0	79,0	76,0	85,0	81,0	77,0	80,0		75,0	86,0	82,0
	06:00	85,0	85,0	85,0	80,0	83,0	79,0	80,0	81,0	80,0	85,0	77,0	91,0	80,0	81,0	87,0	83,0	82,0	81,0	89,0	85,0	82,0	88,0		80,0	90,0	86,0
	09:00	61,0	70,0	68,0	67,0	68,0	68,0	68,0	66,0	63,0	74,0	69,0	72,0	64,0	60,0	64,0	72,0	63,0	72,0	67,0	73,0	66,0	69,0	67,0	67,0	67,0	69,0
	12:00	46,0	53,0	50,0	50,0	47,0	48,0	47,0	43,0	48,0	58,0	54,0	59,0	49,0	42,0	49,0	47,0	49,0	55,0	48,0	51,0	51,0	49,0		53,0	55,0	52,0
	15:00	46,0	50,0	50,0	60,0	45,0	53,0	41,0	41,0	46,0	52,0	50,0	54,0	45,0	42,0	47,0	45,0	47,0	51,0	42,0	44,0	55,0	56,0	57,0	44,0	54,0	50,0
	18:00	55,0	58,0	55,0	56,0	55,0	56,0	51,0	49,0	54,0	63,0	51,0	66,0	58,0	60,0	60,0	55,0	55,0	62,0	58,0	60,0	55,0	56,0		53,0	63,0	61,0
	21:00	67,0	70,0	73,0	72,0	74,0	73,0	68,0	69,0	71,0	80,0	69,0	83,0	73,0	69,0	74,0	72,0	74,0	74,0	77,0	73,0	69,0	79,0		74,0	84,0	82,0
16/3/2009	00:00	71,0	78,0	78,0	77,0	76,0	75,0	71,0	72,0	73,0	79,0	71,0	91,0	76,0	76,0	82,0	78,0	81,0	76,0	81,0	79,0	79,0	82,0		75,0	81,0	79,0
	03:00	78,0	82,0	83,0	80,0	80,0	76,0	75,0	75,0	76,0	82,0	73,0	92,0	78,0	80,0	85,0	83,0	84,0	78,0	86,0	82,0	80,0	84,0		77,0	83,0	82,0
	06:00	81,0	83,0	86,0	81,0	82,0	79,0	78,0	79,0	79,0	83,0	75,0	93,0	81,0	82,0	87,0	85,0	86,0	81,0	89,0	84,0	81,0	85,0		78,0	85,0	85,0
	09:00	70,0	77,0	75,0	75,0	69,0	75,0	68,0	69,0	69,0	75,0	71,0	88,0	73,0	67,0	71,0	72,0	74,0	76,0	70,0	73,0	78,0	78,0	80,0	77,0	75,0	72,0
	12:00	56,0	63,0	57,0	61,0	53,0	61,0	54,0	54,0	56,0	65,0	59,0	67,0	57,0	53,0	54,0	54,0	60,0	60,0	56,0	54,0	65,0	68,0		62,0	69,0	60,0
	15:00	50,0	57,0	52,0	54,0	45,0	57,0	46,0	46,0	52,0	57,0	52,0	56,0	50,0	44,0	50,0	48,0	56,0	52,0	43,0	51,0	58,0	50,0	49,0	56,0	59,0	52,0
	18:00	81,0	88,0	84,0	81,0	68,0	69,0	60,0	62,0	65,0	68,0	64,0	79,0	64,0	59,0	66,0	60,0	66,0	61,0	62,0	63,0	75,0	85,0		70,0	68,0	64,0
	21:00	92,0	95,0	95,0	91,0	94,0	91,0	94,0	87,0	89,0	91,0	92,0	94,0	89,0	94,0	90,0	88,0	87,0	87,0	93,0	88,0	85,0	98,0		87,0	94,0	91,0
17/3/2009	00:00	84,0	93,0	96,0	88,0	95,0	93,0	96,0	92,0	91,0	93,0	92,0	96,0	88,0	94,0	93,0	86,0	86,0	83,0	94,0	85,0	80,0	98,0		86,0	92,0	89,0
	03:00	85,0	90,0	95,0	88,0	95,0	93,0	95,0	90,0	89,0	94,0	89,0	96,0	86,0	94,0	91,0	88,0	89,0	84,0	95,0	88,0	83,0	92,0		86,0	88,0	89,0
	06:00	86,0	90,0	96,0	87,0	95,0	90,0	93,0	87,0	88,0	94,0	86,0	96,0	85,0	93,0	92,0	89,0	89,0	84,0	95,0	88,0	83,0	90,0		85,0	88,0	89,0
	09:00	76,0	85,0	92,0	79,0	86,0	79,0	75,0	71,0	77,0	90,0	78,0	94,0	74,0	73,0	68,0	72,0	74,0	79,0	72,0	73,0	76,0	81,0	80,0	75,0	76,0	75,0
	12:00	55,0	67,0	66,0	68,0	63,0	75,0	67,0	69,0	70,0	72,0	67,0	71,0	65,0	66,0	63,0	69,0	78,0	78,0	69,0	72,0	69,0	77,0		68,0	78,0	74,0
	15:00	83,0	92,0	93,0	82,0	86,0	84,0	79,0	75,0	75,0	80,0	78,0	85,0	77,0	82,0	83,0	79,0	79,0	77,0	77,0	73,0	83,0	97,0	92,0	84,0	86,0	87,0
	18:00	77,0	82,0	80,0	79,0	74,0	79,0	71,0	70,0	73,0	75,0	71,0	88,0	73,0	72,0	73,0	71,0	78,0	74,0	79,0	77,0	77,0	80,0		74,0	73,0	76,0
	21:00	76,0	86,0	85,0	80,0	82,0	80,0	78,0	73,0	77,0	80,0	74,0	92,0	76,0	78,0	84,0	79,0	80,0	77,0	84,0	80,0	75,0	83,0		80,0	83,0	84,0
18/3/2009	00:00	82,0	86,0	84,0	83,0	85,0	85,0	83,0	81,0	82,0	86,0	78,0	89,0	80,0	86,0	89,0	85,0	85,0	80,0	88,0	84,0	76,0	86,0		77,0	88,0	85,0
	03:00	87,0	89,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	91,0	81,0	94,0	84,0	88,0	91,0	89,0	89,0	84,0	92,0	88,0	82,0	85,0		82,0	94,0	90,0
	06:00	89,0	91,0	90,0	87,0	90,0	88,0	89,0	89,0	88,0	92,0	82,0	95,0	87,0	90,0	94,0	91,0	90,0	85,0	93,0	90,0	83,0	92,0		83,0	94,0	91,0
	09:00	64,0	75,0	73,0	75,0	72,0	69,0	71,0	69,0	70,0	76,0	72,0	77,0	67,0	65,0	66,0	77,0	68,0	77,0	69,0	72,0	69,0	71,0	70,0	65,0	68,0	64,0
	12:00	51,0	65,0	65,0	59,0	51,0	60,0	59,0	53,0	55,0	67,0	58,0	59,0	54,0	48,0	53,0	50,0	57,0	62,0	55,0	53,0	60,0	58,0		59,0	61,0	58,0
	15:00	61,0	64,0	65,0	67,0	40,0	54,0	44,0	42,0	47,0	60,0	51,0	57,0	43,0	43,0	47,0	38,0	51,0	48,0	43,0	52,0	58,0	49,0	45,0	48,0	53,0	49,0
	18:00	63,0	65,0	64,0	68,0	60,0	64,0	59,0	59,0	63,0	63,0	64,0	63,0	59,0	55,0	62,0	58,0	60,0	57,0	62,0	63,0	61,0	60,0		63,0	62,0	61,0
	21:00	63,0	64,0	65,0	68,0	57,0	61,0	60,0	68,0	71,0	63,0	64,0	63,0	70,0	57,0	71,0	69,0	70,0	66,0	73,0	71,0	73,0	74,0		69,0	71,0	70,0
Média		65,0	69,9	67,8	66,6	64,0	67,4	64,0	63,8	66,2	72,2	62,7	74,3	64,8	64,8	69,4	67,8	69,0	68,7	70,5	69,9	66,6	67,1	57,3	64,5	70,5	69,6
Erro padrão		1,2	1,2	1,3	1,1	1,4	1,1	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,3	1,2	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,7	1,4	0,9	1,4	2,9	1,1	1,2	1,3
Mediana		67,0	71,0	69,0	68,0	65,0	68,0	66,0	66,0	69,0	73,0	63,0	77,0	67,0	67,0	73,0	72,0	73,0	72,0	73,0	73,0	68,0	68,0	58,0	65,0	69,5	72,0
Modo		67,0	50,0	75,0	68,0	68,0	79,0	68,0	70,0	71,0	70,0	63,0	83,0	70,0	67,0	84,0	72,0	75,0	72,0	97,0	79,0	69,0	68,0	67,0	53,0	68,0	72,0
Desvio padrão		13,4	13,3	14,8	12,7	15,8	12,2	14,6	15,0	14,1	12,6	12,4	14,3	13,8	15,8	16,2	15,8	14,9	13,2	18,9	15,4	10,7	16,0	16,2	12,0	14,0	15,2
Variância		179,7	176,5	218,5	160,5	249,9	149,5	212,0	226,0	198,6	157,7	153,6	204,6	189,6	248,3	263,9	250,7	221,0	173,0	358,8	236,9	114,8	256,2	262,7	143,5	195,4	231,7
Curtose		-0,9	-0,8	-0,8	-0,6	-0,7	-0,7	-0,6	-0,9	-0,8	-0,6	-0,4	-0,8	-0,7	-1,0	-1,1	-0,9	-1,1	-0,9	-1,0	-1,0	-0,8	-0,5	-0,4	-0,7	-0,9	-1,0
Assimetria		-0,1	-0,2	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,1	-0,5	-0,4	-0,2	-0,4	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	0,2	-0,2	-0,1	-0,3
Amplitude		55,0	56,0	60,0	55,0	65,0	52,0	63,0	59,0	57,0	54,0	61,0	57,0	59,0	60,0	61,0	59,0	51,0	50,0	64,0	54,0	45,0	69,0	61,0	54,0	56,0	58,0
Mínimo		37,0	39,0	36,0	36,0	30,0	41,0	33,0	33,0	34,0	40,0	31,0	39,0	30,0	34,0	33,0	32,0	40,0	39,0	33,0	41,0	40,0	29,0	31,0	33,0	39,0	36,0
Máximo		92,0	95,0	96,0	91,0	95,0	93,0	96,0	92,0	91,0	94,0	92,0	96,0	89,0	94,0	94,0	91,0	91,0	89,0	97,0	95,0	85,0	98,0	92,0	87,0	95,0	94,0
Contagem		129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	128,0	32,0	128,0	128,0	128,0

P1 = Mangueiras (Barreiro)
P2 = Teixeira Dias (Barreiro)
P3 = Milionários (Barreiro)
P4 = Estrela do Oriente (Oeste)
P5 = Camargos (Noroeste)
P6 = Coração Eucarístico (Noroeste)
P7 = Conjunto Habitacional Alípio de Melo (Noroeste)
P8 = Bom Jesus (Noroeste)
P9 = Concórdia (Nordeste)
P10 = Parque Municipal (Centro-Sul)
P11 = Rua São Paulo (Centro-Sul)
P12 = Mangabeiras (Centro-Sul)
P13 = São Geraldo (Leste)
P14 = Itatiaia (Pampulha)
P15 = Enseada das Garças (Pampulha)
P16 = Visconde do Rio Branco (Venda Nova)
P17 = Minas Caixa (Venda Nova)
P18 = Campo Alegre (Norte)
P19 = Tupi (Norte)
P20 = Conjunto Ribeiro de Abreu (Nordeste)
P21 = Uni-BH (Estoril)
P22 = IGAM (Nova Gameleira)
P23 = SPPR - Aeroporto Carlos Prates (Noroeste)
P24 = 5º DISME/INMET - Santo Agostinho (Centro-Sul)
P25 = Estação Ecológica - UFMG (Pampulha)
P26 = SBBH - Aeroporto Pampulha (Pampulha)

Dado não disponível
Estatístca realizada somente com dados sinóticos

Data	Hora (BR)	Vento - Direção Geográfica																								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
3/3/2009	9	N	NE	NW	N	NW	NW	N	NE	SW	E	E	E	W	NE	NE	N	E	W	E	W	NE	NW	E	E	NE	E
	15	NE	N	C	NE	NE	N	N	N	SW	C	W	NE	S	NE	NE	E	E	NW	W	C	N	NW	NW	C	NE	NW
	21	C	SE	NE	NE	N	NE	N	E	C	C	C	NE	E	E	E	NE	W	W	S	C	NE	NE		NE	E	E
4/3/2009	9	NE	NW	N	NW	NW	NW	N	W	SW	E	SW	NE	E	NE	NE	N	SE	NW	NW	W	NE	N	E	NE	E	E
	15	E	NE	SE	S	SW	S	SW	SW	SW	W	C	W	W	S	NE	NW	NE	SW	W	C	SW	SE	NW	NW	NW	W
	21	C	NE	NE	N	NW	N	NW	NW	C	SE	C	SE	W	NE	NE	N	N	W	W	W	NW	N		SE	N	E
5/3/2009	9	N	N	NW	NE	N	NW	NW	N	S	E	E	E	W	SW	N	W	SE	W	W	W	NE	NW	SE	E	SE	E
	15	C	SE	SE	E	NE	SE	SW	N	C	SE	SW	SE	W	E	NW	NW	NE	SW	W	W	NE	S	N	SE	W	SW
	21	C	SW	NE	NW	NW	N	NW	C	C	NE	N	NE	E	W	NW	N	SE	SW	C	C	N	C		NE	SE	SE
6/3/2009	9	W	W	NW	N	N	W	NW	NW	NW	W	NW	W	N	N	NW	N	SE	W	NW	W	N	W	E	W	NE	NE
	15	SE	SW	S	SW	SW	SW	W	NW	W	W	SW	W	N	NE	N	N	S	SW	NW	W	SW	SE	W	W	W	W
	21	S	NW	NW	NW	W	NW	W	NW	NW	W	C	W	NE	C	NW	NW	SE	SW	C	C	NW	N		W	N	C
7/3/2009	9	NE	N	NW	N	N	N	N	C	C	NE	N	NE	E	C	NE	N	C	W	NW	NW	NW	NW	E	NE	N	NE
	15	E	E	S	S	SW	SE	S	N	NW	NW	C	NW	N	S	C	NE	N	N	W	W	NW	S	E	NW	NW	SE
	21	W	NE	E	NE	N	NE	SW	W	N	SE	W	SE	N	C	NW	N	C	SW	NW	W	NE	E		SE	SW	SW
8/3/2009	9	NE	E	NW	N	NE	N	NW	NE	NW	NE	W	NE	N	N	SW	NW	E	SW	NW	W	NE	N	E	NE	E	E
	15	S	NW	NW	NW	N	N	NW	NE	N	NE	N	NE	N	NE	SW	W	W	SW	NE	NW	N	NW	NE	NE	E	SE
	21	SE	N	N	NE	N	N	NE	NE	N	N	C	NE	E	C	NE	NE	C	W	W	W	NE	N		NE	E	N
9/3/2009	9	N	NE	NE	N	NW	NW	NW	N	C	NE	SE	NE	S	S	N	E	N	NE	N	C	NW	N	E	NE	E	E
	15	NW	E	NE	NE	NW	N	N	N	C	C	C	NE	S	NE	NE	NE	NE	W	N	W	NE	NW	NE	NE	E	NE
	21	NE	N	N	N	NE	NE	N	N	N	NE	N	NE	E	N	NE	NE	N	E	NE	W	NE	N		NE	E	E
10/3/2009	9	N	NW	NE	NW	NW	N	E	NE	C	NE	E	NE	W	S	NE	NE	SW	SW	N	C	N	NW	E	NE	SE	NE
	15	N	N	N	N	NE	NE	NE	NE	SW	E	E	NE	E	NE	NE	NE	E	SE	NW	NW	NE	N	NE	E	E	E
	21	NE	SE	SE	E	SE	S	E	E	NE	NE	E	NE	N	N	E	E	E	SE	NE	NW	E	SE		NE	E	E
11/3/2009	9	NE	N	NE	N	NW	N	N	NE	C	E	E	E	E	SW	NE	NE	S	W	NE	NE	NE	N	E	E	E	E
	15	N	NE	W	NW	E	SE	SE	N	N	SW	E	SE	NE	W	NE	E	SE	W	NW	N	NW	SW	NE	SW	NE	E
	21	NE	NE	W	W	SW	S	E	N	NW	NE	C	NE	NE	E	SE	E	W	NE	NE	N	N	W		NE	E	E
12/3/2009	9	N	N	N	N	NE	NE	NE	SE	SE	C	C	E	N	NE	SE	SE	SE	W	SE	NW	NE	N	E	E	E	SE
	15	NE	SE	E	E	E	NE	E	NE	N	NW	N	NE	E	NE	N	NE	N	W	N	N	NE	E	NE	NW	NE	N
	21	NE	NE	N	NE	N	E	SE	W	N	NE	SE	NE	N	C	E	NE	NE	NW	E	NW	NE	N		NE	E	E
13/3/2009	9	W	NW	NW	NW	NW	W	N	NW	SE	NE	SE	NE	N	NE	NW	W	NW	SW	NW	W	NW	NW	NE	NE	NE	NW
	15	SW	NW	SW	W	W	NW	NW	NW	N	W	NW	W	S	S	W	NW	W	S	W	W	SW	NW	NW	W	NW	W
	21	S	SW	SW	SW	S	W	SW	W	NW	C	C	W	S	SW	W	W	N	S	W	W	SW	S		W	W	W
14/3/2009	9	SW	SW	NW	NW	W	NW	N	NW	N	NW	W	NW	E	C	W	W	NW	NW	W	W	W	W	NW	NW	NW	W
	15	S	SW	SW	W	NW	NW	NW	NW	NW	NW	SW	NW	N	SE	NW	NW	NW	N	W	NW	W	SW	NW	NW	NW	W
	21	SE	S	S	S	SW	SW	SW	W	NW	SW	W	SW	N	C	NW	NW	N	W	W	W	SW	S		SW	SW	W
15/3/2009	9	NW	NW	W	W	NW	N	NW	NE	W	NE	N	NE	S	NW	SW	W	NE	W	NW	NW	NW	W	NE	NE	E	SW
	15	N	SE	S	S	SW	S	NW	N	W	NW	N	NW	N	NW	NW	NW	N	S	NW	W	NW	S	NW	NW	NW	NW
	21	NW	S	S	SW	S	S	NW	N	NW	NW	C	NW	S	NW	SE	NW	N	W	SE	NW	W	S		NW	N	SE
16/3/2009	9	SE	SE	SW	S	SW	SW	N	SW	C	SE	C	SE	S	C	SE	S	W	SE	SE	W	SE	N	SE	SE	E	SE
	15	E	NW	NW	NW	W	W	W	SE	NW	C	C	E	NE	C	SE	S	SW	SW	SW	SW	NW	NW	E	E	E	SE
	21	SE	NW	NW	N	NW	SW	SW	S	W	C	C	SE	N	NW	SE	E	S	W	SE	W	SW	W		SE	SW	SE
17/3/2009	9	NW	NW	NW	N	NE	N	NE	E	C	E	NE	E	N	SW	NE	NE	NW	W	NE	NW	NE	N		E	E	
	15	N	NE	N	N	NE	SE	SE	C	C	SW	E	SW	S	E	E	E	N	W	N	W	SW	N		SW	S	
	21	E	N	E	E	SE	E	NE	C	C	C	C	N	N	N	NE	NE	NE	W	C	W	SE	E		C	NW	C
18/3/2009	9	NW	NE	N	NE	NE	NW	NW	N	W	E	W	E	N	S	NE	E	E	S	NE	W	NE	N		E	E	E
	15	N	N	N	N	NE	N	NE	N	NW	NE	NE	NE	W	SE	E	NE	E	W	E	NW	N	N	E	NE	E	E
	21	SE	NW	W	NW	N	W	NE	N	NE	NE	C	NE	S	SE	NE	E	E	S	SE	E	NW	W		NE	E	SE

P1 = Mangueiras (Barreiro)
P2 = Teixeira Dias (Barreiro)
P3 = Milionários (Barreiro)
P4 = Estrela do Oriente (Oeste)
P5 = Camargos (Noroeste)
P6 = Coração Eucarístico (Noroeste)
P7 = Conjunto Habitacional Alípio de Melo (Noroeste)
P8 = Bom Jesus (Noroeste)
P9 = Concórdia (Nordeste)
P10 = Parque Municipal (Centro-Sul)
P11 = Rua São Paulo (Centro-Sul)
P12 = Mangabeiras (Centro-Sul)
P13 = Esplanada (Leste)
P14 = Itatiaia (Pampulha)
P15 = Enseada das Garças (Pampulha)
P16 = Visconde do Rio Branco (Venda Nova)
P17 = Minas Caixa (Venda Nova)
P18 = Campo Alegre (Norte)
P19 = Tupi (Norte)
P20 = Conjunto Ribeiro de Abreu (Nordeste)
P21 = Uni-BH (Estoril)
P22 = IGAM (Nova Gameleira)
P23 = SPPR - Aeroporto Carlos Prates (Noroeste)
P24 = 5º DISME/INMET - Santo Agostinho (Centro-Sul)
P25 = Estação Ecológica - UFMG (Pampulha)
P26 = SBBH - Aeroporto Pampulha (Pampulha)

C = Calmaria
Dados não disponíveis

Data	Hora (BR)	Intensidade dos Ventos - Escala Beaufort (0-12)*																								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
3/3/2009	9	1	3	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	4	1	1	2
	15	1	2	0	1	2	1	2	1	1	0	1	2	1	2	3	2	1	1	2	0	1	2	3	0	2	3
	21	0	1	1	1	2	1	1	1	0	0	0	3	1	1	1	2	2	1	3	0	2	1		1	0	0
4/3/2009	9	2	3	4	2	2	2	2	1	1	1	1	3	1	2	2	1	1	1	3	1	2	3	4	2	2	4
	15	1	1	4	2	2	1	2	2	1	1	0	2	1	2	2	2	2	1	2	0	1	3	3	3	2	3
	21	0	1	2	2	1	1	2	1	0	1	0	3	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2		1	1	2
5/3/2009	9	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	3	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	4	1	2	3
	15	0	2	3	2	1	1	2	1	0	1	1	2	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	3	1	2	2
	21	0	2	2	1	2	1	2	0	0	1	1	2	1	1	3	1	2	1	0	0	2	2		1	2	2
6/3/2009	9	1	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	3	1	2	3	1	3	2	2	1	2	2	4	1	2	2
	15	1	2	3	2	3	3	2	1	1	1	1	3	1	2	3	2	2	3	2	1	1	2	3	2	2	3
	21	1	3	1	2	2	2	2	2	1	1	0	3	1	0	2	1	1	2	0	0	2	1		2	1	0
7/3/2009	9	2	3	2	2	2	2	2	0	0	1	1	3	1	0	1	1	0	1	2	1	2	2	3	1	1	1
	15	1	2	4	2	3	2	3	1	1	1	0	4	1	2	0	1	1	1	2	2	2	3	5	2	1	3
	21	1	3	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	1	0	2	2	0	2	2	1	1	1		1	1	2
8/3/2009	9	1	0	2	1	2	1	2	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	5	1	2	2
	15	1	3	2	2	2	1	2	1	1	1	1	3	1	3	2	2	1	1	2	1	2	2	3	1	2	2
	21	1	3	3	3	2	2	2	2	1	1	0	2	1	0	2	1	0	2	2	1	2	2		2	2	1
9/3/2009	9	3	3	3	2	2	1	2	2	0	1	1	3	1	3	3	1	1	3	2	0	2	2	3	1	3	3
	15	1	3	3	2	2	1	2	1	0	0	0	4	1	2	2	2	2	2	3	1	2	2	3	1	2	3
	21	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1	2	3	2	2	2	2	1	1	2		1	2	3
10/3/2009	9	3	3	2	2	2	2	2	1	0	1	1	4	1	1	3	2	1	2	2	0	1	2	3	2	2	3
	15	1	2	3	3	2	2	2	1	1	1	1	4	1	3	3	2	2	1	2	1	2	2	4	2	2	3
	21	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	2	2	2	2	1	2	2		2	2	3
11/3/2009	9	3	3	3	3	2	2	2	1	0	1	1	3	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	5	1	2	3
	15	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	2	3	1	2	1	4	2	1	3
	21	2	3	4	3	2	1	2	1	1	1	0	4	1	2	2	2	1	1	2	1	3	3		2	3	2
12/3/2009	9	2	3	3	2	1	2	2	1	1	0	0	3	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	4	2	2	2
	15	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3	3	2	2	1	3	1	1	2	4	1	2	3
	21	2	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	0	3	2	3	2	3	1	2	2		1	2	4
13/3/2009	9	2	2	2	2	3	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	4	2	2	2
	15	2	3	3	3	2	2	3	1	1	1	2	4	1	2	3	3	2	1	3	2	3	2	5	2	2	3
	21	2	2	3	3	3	2	2	1	1	0	0	3	1	2	3	2	1	2	2	1	2	2		1	1	2
14/3/2009	9	1	3	2	2	2	1	2	1	1	1	1	3	1	0	2	2	2	2	3	2	2	2	3	1	2	2
	15	3	3	4	3	3	1	1	1	1	1	2	3	1	4	3	2	2	2	3	2	3	3	4	2	2	3
	21	2	3	2	2	1	1	2	1	1	1	2	3	1	0	3	2	3	2	3	1	2	2		1	2	3
15/3/2009	9	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	3	1	1	2
	15	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	4	1	2	3	2	1	1	2	1	2	2	4	2	2	3
	21	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	0	3	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1		1	0	2
16/3/2009	9	2	2	3	3	3	2	2	1	0	1	0	3	2	0	2	2	1	1	2	1	3	3	5	2	3	3
	15	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	3	1	0	2	2	1	1	3	2	2	2	4	1	1	3
	21	1	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	3	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2		1	2	3
17/3/2009	9	2	2	3	2	1	1	1	1	0	1	1	3	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2		1	2	2
	15	1	2	2	2	1	2	2	0	0	1	1	4	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2		1	2	2
	21	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	3	2	2	2	2	1	1	0	1	1	1		0	1	0
18/3/2009	9	3	3	3	2	2	1	2	1	1	1	1	3	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2		2	2	3
	15	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	4	1	2	3	2	2	2	3	1	2	2	4	2	2	3
	21	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	0	3	1	2	2	2	3	2	3	2	2	2		1	1	3
Média		1,5	2,3	2,3	2,0	1,8	1,5	1,9	1,0	0,8	0,9	0,7	3,0	1,1	1,6	2,3	1,7	1,6	1,5	2,1	1,1	1,9	2,0	3,8	1,4	1,7	2,4
Erro padrão		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mediana		1,0	2,0	2,3	2,0	2,0	1,8	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	2,0	1,0	2,0	2,0	4,0	1,0	2,0	3,0
Modo		1	3	3	2	2	1	2	1	1	1	1	3	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	4	1	2	3
Desvio padrão		0,8	0,8	0,9	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7	0,3	1,0	0,7	0,5	0,7	0,6	0,8	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,9
Variância		0,7	0,6	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,1	0,9	0,5	0,3	0,5	0,3	0,6	0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,8
Curtose		-0,4	0,2	0,4	0,5	-0,2	-1,1	1,4	2,1	-0,2	2,1	-0,4	0,0	8,0	-0,1	1,0	-0,9	-0,1	-0,7	2,1	-0,2	0,4	0,9	-1,0	-0,1	0,9	1,6
Assimetria		0,2	-0,9	-0,1	-0,2	0,2	0,2	-0,6	0,2	-0,6	-0,9	0,1	-0,3	3,1	-0,3	-0,8	-0,2	-0,2	0,5	-1,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,2	-0,7	-1,1
Amplitude		3	3	4	3	3	3	2	2	2	2	2	3	1	4	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	4
Mínimo		0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	3	0	0	0
Máximo		3	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	4	2	4	3	3	3	3	3	2	3	3	5	3	3	4
Contagem		48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	29	48	48	48

* A velocidade dos ventos foi convertida de m/s para escala Beaufort.

P1 = Mangueiras (Barreiro)
P2 = Teixeira Dias (Barreiro)
P3 = Milionários (Barreiro)
P4 = Estrela do Oriente (Oeste)
P5 = Camargos (Noroeste)
P6 = Coração Eucarístico (Noroeste)
P7 = Conjunto Habitacional Alípio de Melo (Noroeste)
P8 = Bom Jesus (Noroeste)
P9 = Concórdia (Nordeste)
P10 = Parque Municipal (Centro-Sul)
P11 = Rua São Paulo (Centro-Sul)
P12 = Mangabeiras (Centro-Sul)
P13 = Esplanada (Leste)
P14 = Itatiaia (Pampulha)
P15 = Enseada das Garças (Pampulha)
P16 = Visconde do Rio Branco (Venda Nova)
P17 = Minas Caixa (Venda Nova)
P18 = Campo Alegre (Norte)
P19 = Tupi (Norte)
P20 = Conjunto Ribeiro de Abreu (Nordeste)
P21 = Uni-BH (Estoril)
P22 = IGAM (Nova Gameleira)
P23 = SPPR - Aeroporto Carlos Prates (Noroeste)
P24 = 5º DISME/INMET - Santo Agostinho (Centro-Sul)
P25 = Estação Ecológica - UFMG (Pampulha)
P26 = SBBH - Aeroporto Pampulha (Pampulha)

C = Calmaria
Dados não disponíveis

m/s*	Intens.
0,0 - 0,0	0
0,3 - 1,5	1
1,6 - 3,3	2
3,4 - 5,3	3
5,4 - 7,9	4
8,0 - 10,7	5

Apêndice 11 - Dados Resumidos do Campo III (05/06/2009 a 06/06/2009)

Temperatura do Ar

Date	Hora (BR)	Temperatura do Ar (°C)															Sistemas Atmosféricos
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
05/06/2009	12:00	24,8	26,0	23,9	28,4	22,9	26,7	26,2	25,1	25,0	26,0	24,8	25,7	28,9	26,0	26,8	27,8	ASAS
	13:00	26,1	26,7	25,0	28,6	24,2	27,6	26,5	26,3	25,5	26,6	26,5	26,0	28,1	26,4	28,0	28,1	
	14:00	26,0	27,2	26,0	29,0	24,5	27,5	27,9	27,5	25,4	25,6	25,5	26,4	28,4	27,0	28,1	28,3	
	15:00	27,0	28,6	26,8	28,1	25,2	27,2	26,6	28,2	26,2	26,2	25,9	27,5	28,5	28,2	28,3	28,5	
	16:00	26,5	27,3	25,8	26,6	25,8	26,4	25,6	26,6	25,9	26,2	25,2	26,4	27,2	26,7	26,9	27,4	
	17:00	25,5	25,4	25,2	25,5	24,6	24,8	25,0	25,2	24,6	25,4	23,2	25,6	25,8	25,5	25,9	26,2	
	18:00	23,6	24,4	24,2	23,5	23,7	23,0	23,8	23,7	22,9	24,1	21,2	24,8	24,0	23,6	24,7	24,8	
	19:00	22,8	23,7	23,5	22,4	22,6	22,2	22,6	22,6	22,2	23,3	20,3	24,4	22,9	22,8	23,7	24,1	
	20:00	21,2	22,8	22,0	20,5	21,6	21,2	20,8	21,7	21,3	22,2	19,6	22,4	20,8	20,8	22,6	22,5	
	21:00	20,2	22,0	21,2	19,7	20,6	20,2	19,8	20,5	20,4	21,4	18,7	21,0	19,8	19,9	21,3	21,2	
	22:00	19,6	21,5	20,6	19,2	20,2	19,3	19,4	19,9	19,8	21,2	18,2	20,4	19,2	19,4	20,7	20,8	
	23:00	19,1	21,2	20,4	18,7	19,9	19,0	19,2	19,7	19,5	21,0	17,6	20,2	18,9	19,0	20,2	20,7	
06/06/2009	00:00	18,8	21,3	20,0	18,7	19,7	19,2	18,8	19,8	19,5	20,6	17,8	19,9	18,8	19,1	20,0	20,4	FF
	01:00	19,2	21,2	19,9	18,7	19,6	19,4	18,8	19,5	19,5	20,2	18,0	19,5	18,9	18,9	19,9	20,1	
	02:00	18,7	20,7	19,7	18,2	19,4	18,9	18,4	19,0	19,0	19,8	17,6	19,2	18,3	18,4	19,3	19,6	
	03:00	18,1	20,8	19,4	17,7	19,1	18,4	18,0	18,6	18,6	19,3	17,0	18,8	17,8	18,0	18,7	19,2	
	04:00	18,2	20,2	19,4	17,8	19,0	18,5	18,0	18,7	18,7	19,7	17,2	18,8	18,0	18,2	18,7	19,2	
	05:00	17,8	18,1	18,8	18,1	18,0	18,3	18,3	18,5	18,1	18,7	17,7	18,7	18,4	18,2	18,2	18,4	
	06:00	17,4	18,0	18,6	17,8	18,2	17,9	18,1	18,0	17,7	18,1	17,2	18,5	18,0	18,0	17,8	18,4	
	07:00	17,2	18,1	18,7	17,3	18,2	17,6	17,6	17,9	17,6	18,0	16,6	18,4	17,3	17,8	17,5	18,4	
	08:00	18,3	19,0	19,0	17,6	19,3	18,0	18,5	19,8	18,5	19,4	17,4	20,2	19,3	19,9	18,4	20,9	
	09:00	22,5	20,5	20,1	20,6	22,6	20,5	21,6	21,8	20,1	19,9	18,6	22,5	23,1	22,6	19,3	23,1	
	10:00	23,0	23,6	21,2	24,8	24,5	24,4	23,8	23,2	22,7	24,5	20,9	23,1	25,6	24,5	21,2	25,5	
	11:00	23,8	25,1	23,4	28,3	24,9	27,5	24,2	25,1	25,6	26,5	22,2	24,0	27,8	26,7	24,8	27,5	
	12:00	25,8	26,8	24,4	29,5	24,6	28,0	26,5	26,7	26,4	28,4	25,2	25,6	27,4	27,3	27,3	28,1	
Média		21,6	22,8	21,9	22,2	21,7	22,1	21,8	22,1	21,6	22,5	20,4	22,3	22,4	22,1	22,4	23,2	
Erro padrão		0,7	0,6	0,5	0,9	0,5	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,9	0,7	0,8	0,7	
Mediana		21,2	22,0	21,2	20,5	21,6	20,5	20,8	21,7	20,4	21,4	18,7	22,4	20,8	20,8	21,2	22,5	
Modo		#N/D	21,2	21,2	18,7	24,5	27,5	26,5	25,1	19,5	26,2	25,2	26,4	18,9	26,7	19,3	18,4	
Desvio padrão		3,4	3,2	2,7	4,5	2,6	3,8	3,5	3,3	3,1	3,2	3,4	3,1	4,3	3,7	3,8	3,7	
Variância		11,2	10,1	7,0	20,2	6,8	14,5	12,2	11,2	9,6	10,1	11,4	9,4	18,1	13,7	14,3	13,8	
Curtose		-1,6	-1,1	-1,3	-1,5	-1,6	-1,5	-1,5	-1,3	-1,5	-1,4	-1,2	-1,6	-1,7	-1,6	-1,4	-1,6	
Assimetria		0,2	0,2	0,4	0,5	0,1	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,7	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	
Amplitude		9,8	10,6	8,2	12,2	7,8	10,4	10,3	10,3	8,8	10,4	9,9	9,1	11,6	10,4	10,8	10,1	
Mínimo		17,2	18,0	18,6	17,3	18,0	17,6	17,6	17,9	17,6	18,0	16,6	18,4	17,3	17,8	17,5	18,4	
Máximo		27,0	28,6	26,8	29,5	25,8	28,0	27,9	28,2	26,4	28,4	26,5	27,5	28,9	28,2	28,3	28,5	
Contagem		25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	

P1 = 5°DISME/INMET
P2 = Uni-BH
P3 = Rua São Paulo
P4 = Santa Tereza
P5 = Funcionários
P6 = Corpo de Bombeiros
P7 = Pça Floriano Peixoto
P8 = Pça Tiradentes
P9 = Pça Liberdade
P10 = Pça Savassi
P11 = Parque Municipal
P12 = Pça Sete
P13 = Pça da Estação
P14 = Rodoviária
P15 = Hosp Vera Cruz
P16 = Hosp Socor

ASAS = Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
FF = Frente Fria

Date	Hora (BR)	Umidade Relativa (%)																Sistemas Atmosféricos
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
05/06/2009	12:00	60	56	63	50	65	55	59	60	61	59	68	57	51	58	62	60	ASAS
	13:00	55	53	59	54	60	51	55	54	57	54	56	58	50	54	59	55	
	14:00	53	51	54	47	58	51	50	49	56	55	58	54	48	53	52	51	
	15:00	51	44	52	51	55	50	52	48	54	54	58	51	48	49	48	49	
	16:00	52	49	53	52	54	52	55	52	54	54	60	52	50	52	49	49	
	17:00	54	55	55	54	56	55	56	54	57	55	64	54	52	55	53	52	
	18:00	60	58	58	60	59	60	59	59	64	58	70	57	57	60	57	57	
	19:00	63	61	61	65	64	65	64	63	68	62	73	60	61	64	60	60	
	20:00	71	67	70	76	70	70	74	70	74	68	78	71	73	76	68	70	
	21:00	76	71	74	80	75	73	79	75	77	73	82	76	78	80	74	75	
	22:00	80	73	76	82	76	78	80	78	80	74	84	79	80	82	76	77	
	23:00	80	74	78	83	76	79	81	79	82	75	86	80	81	84	78	78	
06/06/2009	00:00	81	74	79	84	78	79	83	80	82	77	87	81	82	84	79	79	FF
	01:00	82	75	80	85	80	80	83	80	82	79	88	82	82	84	80	80	
	02:00	83	76	80	86	82	81	85	82	84	80	89	84	84	86	83	82	
	03:00	85	76	82	87	83	83	87	83	85	82	90	85	86	87	84	83	
	04:00	86	78	82	88	82	83	87	84	85	82	91	85	85	87	84	83	
	05:00	89	89	87	90	91	87	90	87	91	88	92	89	87	91	88	90	
	06:00	88	90	85	88	90	87	90	88	89	90	92	89	86	89	89	89	
	07:00	89	89	86	91	88	89	90	90	92	91	93	90	89	89	90	90	
	08:00	90	90	85	91	86	89	90	86	90	86	94	84	85	84	90	81	
	09:00	74	87	82	84	75	84	80	78	85	84	93	75	72	74	88	72	
	10:00	71	72	77	68	67	68	71	71	75	69	84	71	62	67	78	64	
	11:00	61	63	68	53	60	54	62	61	61	59	76	66	52	57	65	55	
	12:00	48	45	53	41	53	44	49	48	50	45	58	50	52	52	47	42	
Média		71,3	68,6	71,2	71,6	71,3	69,9	72,4	70,4	73,4	70,1	78,6	71,2	69,3	71,9	71,2	68,9	
Erro padrão		2,8	2,9	2,5	3,4	2,5	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,8	3,1	3,0	3,0	3,0	
Mediana		74,0	72,0	76,0	80,0	75,0	73,0	79,0	75,0	77,0	73,0	84,0	75,0	73,0	76,0	76,0	72,0	
Modo		60,0	74,0	82,0	54,0	60,0	55,0	90,0	54,0	82,0	54,0	58,0	57,0	52,0	84,0	78,0	60,0	
Desvio padrão		14,2	14,5	12,3	16,9	12,3	14,8	14,7	14,2	13,8	13,7	13,3	13,9	15,5	14,9	14,8	14,8	
Variância		201,8	211,2	150,9	285,9	150,9	218,6	215,2	200,2	189,1	186,8	177,3	193,0	241,6	220,9	218,4	219,3	
Curtose		-1,5	-1,1	-1,5	-1,5	-1,4	-1,5	-1,6	-1,4	-1,5	-1,3	-1,3	-1,6	-1,8	-1,7	-1,4	-1,3	
Assimetria		-0,2	-0,1	-0,4	-0,4	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,1	-0,5	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	
Amplitude		42,0	46,0	35,0	50,0	38,0	45,0	41,0	42,0	42,0	46,0	38,0	40,0	41,0	42,0	43,0	48,0	
Mínimo		48,0	44,0	52,0	41,0	53,0	44,0	49,0	48,0	50,0	45,0	56,0	50,0	48,0	49,0	47,0	42,0	
Máximo		90,0	90,0	87,0	91,0	91,0	89,0	90,0	90,0	92,0	91,0	94,0	90,0	89,0	91,0	90,0	90,0	
Contagem		25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	

P1 = 5°DISME/INMET
P2 = Uni-BH
P3 = Rua São Paulo
P4 = Santa Tereza
P5 = Funcionários
P6 = Corpo de Bombeiros
P7 = Pça Floriano Peixoto
P8 = Pça Tiradentes
P9 = Pça Liberdade
P10 = Pça Savassi
P11 = Parque Municipal
P12 = Pça Sete
P13 = Pça da Estação
P14 = Rodoviária
P15 = Hosp Vera Cruz
P16 = Hosp Socor

ASAS = Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
FF = Frente Fria

Date	Hora (BR)	Direção dos Ventos - Geográfica																Sistemas Atmosféricos
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
05/06/2009	12:00	NE	S	SE	SE	E	E	SW	C	E	E	SE	SE	SE	SE	SE	E	ASAS
	13:00	N	SW	SW	N	E	N	S	C	SW	W	N	E	SW	S	N	SE	
	14:00	NW	NE	NW	S	SW	N	W	S	C	W	N	SW	S	S	NE	S	
	15:00	C	NE	SE	N	W	S	W	E	SW	SE	NW	SW	W	W	N	SW	
	16:00	W	S	SW	SW	E	N	E	SE	SW	E	N	W	SE	S	NW	S	
	17:00	W	S	S	SE	SW	N	E	SE	C	S	NW	SW	SE	E	NE	SW	
	18:00	W	S	S	S	SW	S	C	C	SE	C	N	SW	SE	N	SW	SW	
	19:00	W	C	C	C	E	N	SW	S	C	SE	N	SW	SW	C	NE	SW	
	20:00	E	SW	SW	C	SE	N	C	S	C	C	C	SE	SW	E	NE	NW	
	21:00	NE	S	C	S	SE	NW	C	SW	C	C	N	E	S	E	N	NE	
	22:00	SE	SW	SE	W	SE	N	C	S	SW	C	C	SE	SE	E	SE	NW	
	23:00	C	SW	SW	SW	SE	E	C	C	S	W	C	SE	E	E	C	SW	
06/06/2009	00:00	E	C	C	S	SE	N	C	NW	C	S	C	SE	S	E	N	NW	FF
	01:00	C	SW	SW	SW	S	W	C	W	W	C	N	SE	NE	SW	SW	SW	
	02:00	C	C	C	C	SE	S	C	C	W	C	C	SE	C	E	SW	NE	
	03:00	C	C	C	S	C	N	C	C	C	C	C	NE	C	SE	C	C	
	04:00	C	C	C	C	S	N	NE	C	C	C	C	E	W	E	W	NW	
	05:00	SW	SW	C	W	SW	N	SW	C	C	C	NW	W	NE	SW	NE	SW	
	06:00	C	SW	S	SW	C	N	C	W	C	C	C	NE	C	C	SW	W	
	07:00	S	SW	SW	N	C	N	C	W	C	C	C	SE	SW	S	NE	SW	
	08:00	SE	SW	SW	N	C	E	W	NW	C	W	C	E	NW	S	SW	NW	
	09:00	C	NE	NE	N	SE	NW	E	N	NE	NW	C	NE	SW	NW	NE	NW	
	10:00	W	S	S	NW	C	E	N	NE	C	NW	N	SW	SW	N	C	SW	
	11:00	NW	SW	SW	NE	SW	E	C	N	SE	NW	N	SW	SW	E	N	W	
	12:00	SW	S	SE	N	SW	E	E	SW	SE	NW	NW	SW	SW	S	NW	SW	

P1 = 5°DISME/INMET
P2 = Uni-BH
P3 = Rua São Paulo
P4 = Santa Tereza
P5 = Funcionários
P6 = Corpo de Bombeiros
P7 = Pça Floriano Peixoto
P8 = Pça Tiradentes
P9 = Pça Liberdade
P10 = Pça Savassi
P11 = Parque Municipal
P12 = Pça Sete
P13 = Pça da Estação
P14 = Rodoviária
P15 = Hosp Vera Cruz
P16 = Hosp Socor

ASAS = Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
FF = Frente Fria

Date	Hora (BR)	Intensidade dos Ventos - Escala Beaufort (0-12)*																Sistemas Atmosféricos
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
05/06/2009	12:00	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	0,0	1,0	2,0	1,0	1,0	3,0	2,0	2,0	3,0	ASAS
	13:00	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	0,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	
	14:00	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	2,0	3,0	3,0	2,0	
	15:00	0,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	4,0	3,0	2,0	
	16:00	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	3,0	2,0	3,0	3,0	2,0	
	17:00	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	
	18:00	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	
	19:00	1,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	2,0	0,0	1,0	1,0	
	20:00	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	
	21:00	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0	2,0	1,0	2,0	
	22:00	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	
	23:00	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	0,0	2,0	2,0	1,0	0,0	2,0	
06/06/2009	00:00	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	2,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	FF
	01:00	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	02:00	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	1,0	2,0	
	03:00	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	0,0	0,0	
	04:00	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	05:00	2,0	1,0	0,0	1,0	1,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,0	3,0	1,0	1,0	2,0	
	06:00	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	2,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,0	1,0	
	07:00	1,0	1,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	
	08:00	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	09:00	0,0	1,0	1,0	1,0	2,0	0,0	1,0	1,0	1,0	2,0	0,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	
	10:00	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	0,0	2,0	
	11:00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	3,0	2,0	
	12:00	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	
Média		0,8	0,9	1,0	0,9	1,1	1,0	0,8	0,8	0,5	1,0	0,6	1,8	1,7	1,4	1,6	1,7	
Erro padrão		0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	
Mediana		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	
Modo		0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	
Desvio padrão		0,8	0,6	0,7	0,4	0,7	0,8	0,9	0,6	0,6	1,0	0,6	0,6	0,9	0,9	1,0	0,7	
Variância		0,6	0,4	0,5	0,2	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,9	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,5	
Curtose		-1,2	0,0	-1,0	2,3	-0,8	-1,5	-0,4	-0,3	-0,5	-2,0	-0,7	-0,3	0,1	1,5	-0,9	0,3	
Assimetria		0,5	0,0	0,1	-0,7	-0,1	0,0	0,8	0,1	0,6	0,0	0,3	0,1	-0,6	1,1	0,1	-0,3	
Amplitude		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	4,0	3,0	3,0	
Mínimo		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Máximo		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	
Contagem		25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	

* A velocidade dos ventos foi convertida de m/s para escala Beaufort.

P1 = 5°DISME/INMET
P2 = Uni-BH
P3 = Rua São Paulo
P4 = Santa Tereza
P5 = Funcionários
P6 = Corpo de Bombeiros
P7 = Pça Floriano Peixoto
P8 = Pça Tiradentes
P9 = Pça Liberdade
P10 = Pça Savassi
P11 = Parque Municipal
P12 = Pça Sete
P13 = Pça da Estação
P14 = Rodoviária
P15 = Hosp Vera Cruz
P16 = Hosp Socor

m/s*	Intens.
0,0 - 0,0	0
0,3 - 1,5	1
1,6 - 3,3	2
3,4 - 5,3	3
5,4 - 7,9	4
8,0 - 10,7	5

ASAS = Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
FF = Frente Fria

Date	Hora (BR)	Fluxo de Veículos (0-3)*															Sistemas Atmosféricos
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
05/06/2009	12:00		2,0	3,0	2,0	3,0	0,0	2,0	2,0	2,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	ASAS
	13:00		2,0	3,0	2,0	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	14:00		2,0	3,0	2,0	3,0	0,0	2,0	2,0	1,0	2,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	15:00		2,0	3,0	1,0	2,0	0,0	1,0	2,0	2,0	2,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	16:00		1,0	3,0	1,0	2,0	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	17:00		1,0	3,0	1,0	2,0	0,0	2,0	3,0	3,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	18:00		2,0	3,0	2,0	3,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	19:00		1,0	3,0	2,0	2,0	0,0	1,0	3,0	2,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	20:00		0,0	3,0	1,0	1,0	0,0	1,0	2,0	2,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	
	21:00		1,0	3,0	0,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	0,0	3,0	2,0	3,0	1,0	3,0	
	22:00		2,0	2,0	0,0	0,0	1,0	2,0	2,0	1,0	3,0	0,0	3,0	2,0	3,0	1,0	2,0	
	23:00		2,0	2,0	0,0	0,0	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	0,0	2,0	2,0	2,0	0,0	1,0	
06/06/2009	00:00		2,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	0,0	2,0	2,0	1,0	0,0	1,0	FF
	01:00		1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	2,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	
	02:00		1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	
	03:00		1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	
	04:00		1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	
	05:00		1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	
	06:00		1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	
	07:00		1,0	2,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	0,0	3,0	2,0	3,0	2,0	2,0	
	08:00		2,0	3,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	
	09:00		2,0	3,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	
	10:00		2,0	3,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	
	11:00		2,0	3,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	
	12:00		3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	1,0	2,0	
Média			1,5	2,3	0,8	1,3	0,7	1,2	1,7	1,6	2,2	0,0	2,5	2,4	2,4	1,6	2,0	
Erro padrão			0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Mediana			2,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	
Modo			2,0	3,0	0,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
Desvio padrão			0,7	0,9	0,9	1,1	0,5	0,7	0,7	0,9	0,8	0,0	0,8	0,8	0,9	1,2	1,1	
Variância			0,4	0,8	0,7	1,1	0,3	0,5	0,5	0,8	0,7	0,0	0,7	0,7	0,8	1,5	1,2	
Curtose			0,0	-1,4	-1,6	-1,3	-0,3	-0,7	-0,7	-0,4	-1,4	#DIV/0!	-0,4	-1,0	-0,8	-1,6	-0,9	
Assimetria			-0,1	-0,7	0,3	0,1	-0,2	-0,2	0,4	-0,2	-0,4	#DIV/0!	-1,2	-0,8	-1,0	-0,2	-0,7	
Amplitude			3,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	
Mínimo			0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	
Máximo			3,0	3,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
Contagem			25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	

P1 = 5°DISME/INMET
P2 = Uni-BH
P3 = Rua São Paulo
P4 = Santa Tereza
P5 = Funcionários
P6 = Corpo de Bombeiros
P7 = Pça Floriano Peixoto
P8 = Pça Tiradentes
P9 = Pça Liberdade
P10 = Pça Savassi
P11 = Parque Municipal
P12 = Pça Sete
P13 = Pça da Estação
P14 = Rodoviária
P15 = Hosp Vera Cruz
P16 = Hosp Socor

Fluxo*	
0	Nenhum
1	Baixo
2	Médio
3	Alto

ASAS = Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
FF = Frente Fria

Dados não coletados

* No momento da coleta dos dados

Date	Hora (BR)	Fluxo de Pedetres (0-3)*																Sistemas Atmosféricos
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
05/06/2009	12:00		1,0	3,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	ASAS
	13:00		1,0	3,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	
	14:00		1,0	3,0	2,0	2,0	0,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0	2,0	
	15:00		1,0	3,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0	2,0	
	16:00		1,0	3,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	
	17:00		1,0	3,0	1,0	2,0	0,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0	2,0	
	18:00		1,0	3,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	
	19:00		1,0	3,0	1,0	2,0	0,0	1,0	1,0	2,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	
	20:00		1,0	3,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	2,0	3,0	0,0	3,0	2,0	3,0	1,0	1,0	
	21:00		0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	3,0	0,0	3,0	2,0	3,0	1,0	1,0	
	22:00		1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	3,0	0,0	3,0	2,0	2,0	1,0	0,0	
	23:00		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	3,0	0,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	
06/06/2009	00:00		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	1,0	1,0	0,0	0,0	FF
	01:00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	
	02:00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	
	03:00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	
	04:00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	
	05:00		0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	
	06:00		1,0	2,0	0,0	0,0	1,0	2,0	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0	1,0	2,0	0,0	1,0	
	07:00		1,0	2,0	0,0	0,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0	3,0	1,0	1,0	
	08:00		1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	3,0	2,0	3,0	2,0	1,0	
	09:00		1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	3,0	2,0	3,0	1,0	2,0	
	10:00		1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	0,0	3,0	2,0	3,0	1,0	2,0	
	11:00		1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	0,0	3,0	2,0	3,0	1,0	2,0	
	12:00		1,0	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0	2,0	
Média			0,7	2,2	0,6	0,9	0,5	1,1	0,9	1,1	2,0	0,4	2,5	2,0	2,4	0,9	1,2	
Erro padrão			0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	
Mediana			1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	0,0	3,0	2,0	3,0	1,0	1,0	
Modo			1,0	3,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	0,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	
Desvio padrão			0,5	1,2	0,6	0,9	0,5	0,7	0,5	0,8	0,9	0,5	0,8	0,9	0,9	0,7	0,9	
Variância			0,2	1,4	0,4	0,7	0,3	0,4	0,3	0,7	0,8	0,3	0,7	0,8	0,8	0,5	0,9	
Curtose			-1,4	-0,6	-0,5	-1,7	-2,2	-0,6	0,9	-1,5	-1,8	-2,0	-0,4	-1,7	-1,0	-1,0	-0,8	
Assimetria			-0,8	-1,0	0,6	0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	0,1	0,4	-1,2	0,0	-0,9	0,2	0,2	
Amplitude			1,0	3,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	
Mínimo			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	
Máximo			1,0	3,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	
Contagem			25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	

P1 = 5°DISME/INMET
P2 = Uni-BH
P3 = Rua São Paulo
P4 = Santa Tereza
P5 = Funcionários
P6 = Corpo de Bombeiros
P7 = Pça Floriano Peixoto
P8 = Pça Tiradentes
P9 = Pça Liberdade
P10 = Pça Savassi
P11 = Parque Municipal
P12 = Pça Sete
P13 = Pça da Estação
P14 = Rodoviária
P15 = Hosp Vera Cruz
P16 = Hosp Socor

Fluxo*	
0	Nenhum
1	Baixo
2	Médio
3	Alto

ASAS = Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
FF = Frente Fria

Dados não coletados

* No momento da coleta dos dados