

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG
Programa de Pós Graduação em Geografia – Análise Ambiental
Instituto de Geociências - IGC

Heli Cassio Monteiro

**USO DA TERRA E VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA
DO AR NA BACIA DO CÓRREGO MARINHEIRO, SETE LAGOAS – MG.**

Belo Horizonte
2016

Heli Cassio Monteiro

**USO DA TERRA E VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA
DO AR NA BACIA DO CÓRREGO MARINHEIRO, SETE LAGOAS – MG.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Jardim

Área de concentração: Análise Ambiental

Belo Horizonte

2016

M775u Monteiro, Heli Cassio.
2016 Uso da terra e variações de temperatura e umidade relativa do ar na bacia do Córrego Marinheiro, Sete Lagoas – MG [manuscrito] / Heli Cassio Monteiro. – 2016.
xiv, 138 f., enc.: il. (principalmente color.)

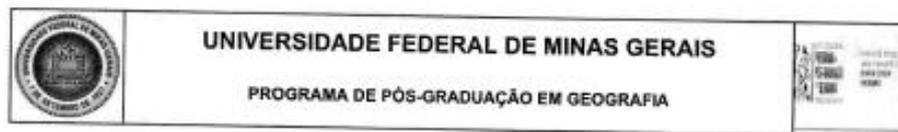
Orientador: Carlos Henrique Jardim.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2016.
Área de concentração: Análise Ambiental.
Bibliografia: f. 99-104.
Inclui apêndice.

1. Bacias hidrográficas – Sete Lagoas (MG) – Teses. 2. Solo – Uso – Sete Lagoas (MG) – Teses. 3. Temperatura atmosférica – Teses. 4. Umidade – Sete Lagoas (MG) – Teses. I. Jardim, Carlos Henrique. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 556.51(815.1)

Heli Cassio Monteiro

**USO DA TERRA E VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA
DO AR NA BACIA DO CÓRREGO MARINHEIRO, SETE LAGOAS – MG.**



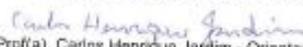
FOLHA DE APROVAÇÃO

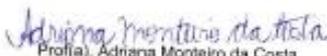
**USO DA TERRA E VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE
RELATIVA DO AR NA BACIA DO CÓRREGO MARINHEIRO, SETE
LAGOAS - MG.**

HELI CASSIO MONTEIRO

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOGRAFIA, área de concentração ANÁLISE AMBIENTAL.

Aprovada em 17 de agosto de 2016, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Carlos Henrique Jardim - Orientador
UFMG


Prof(a). Adriana Monteiro da Costa
UFMG


Prof(a). Wellington Lopes Assis
UFMG


Prof(a). João Herbert Moreira Viana
EMBRAPA

Belo Horizonte, 17 de agosto de 2016.

*Dedico esta pesquisa à minha esposa Cris,
aos meus irmãos, sobrinhos e pais, Elizier e Conceição.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus, que não poupou esforços para criar sistemas naturais tão eficientes e instigantes.

Agradeço aos meus pais e a toda minha família, que mesmo diante de tantas dificuldades sempre me incentivaram a prosseguir nos estudos e buscar novas perspectivas de vida.

Agradeço a orientação sempre presente, cuidadosa e diligente do Prof. Carlos Henrique Jardim.

Agradeço a todo corpo administrativo, docente e discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais que participaram direta e indiretamente desta pesquisa.

Agradeço aos professores Adriana Monteiro e Wellington Lopes pela paciência, auxílio e compreensão. Ao Prof. Dr. João Herbert por abrir as portas da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas e nos guiar pela área da bacia durante os trabalhos de campo.

Agradeço à FAPEMIG pelos recursos destinados ao projeto: Recursos Hídricos na bacia do Córrego Marinheiro, Sete Lagoas – MG: gestão do uso da terra, qualidade da água e disponibilidade para sistemas irrigados.

Agradeço aos amigos estudantes de climatologia Fabrício Lisboa, Lilian Machado e Joyce Marra pelos momentos de descontração em meio à tensão da pesquisa e também pelo auxílio durante o curso.

Agradeço às amigas da graduação que incentivaram este estudo, em especial o Marcelo Leal e a Mariana Campos, obrigado por se lembrarem de mim no setor de redação.

Agradeço a Amanda Ribeiro de Oliveira que junto à Prof. (a). Dr. (a) Adriana Monteiro possibilitou o acesso à base de dados cartográficos da bacia, essencial para a conclusão desta pesquisa.

Por fim, sou grato a todos os que participaram desta pesquisa e que por displicência minha não foram lembrados nominalmente. Muito obrigado!

*Ele estende os céus do norte sobre o espaço vazio;
suspende a terra sobre o nada.
Envolve as águas em suas nuvens
e estas não se rompem sob o peso delas.
Jó. 26, 7 e 8.*

RESUMO

Esta pesquisa apresenta a análise da influência de fenômenos climáticos de macro e mesoescala nas variações dos elementos climáticos (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação) na área da bacia hidrográfica do córrego Marinheiro, Sete Lagoas – MG, no intervalo entre 1930 e 2013. Fenômenos como a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e o El Niño foram fundamentais para a compreensão das variabilidades encontradas na sequência temporal. Com os dados disponíveis nesta perspectiva temporal foi possível verificar e discutir a importância da influência das transformações espaciais geradas pelo homem no comportamento dos elementos temperatura, umidade relativa do ar e precipitação na sequência temporal de 1930 a 2013, tendo em vista que o Município obteve um grande crescimento populacional entre as décadas de 1980 e 2000. Além dos dados históricos, os dados de campo gerados entre os meses de Junho a Agosto de 2015, permitiram compreender o comportamento dos elementos climáticos em diferentes tipos de uso e cobertura do solo e em distintas condições de tempo, em interação com as características naturais e antrópicas da área da bacia do córrego Marinheiro. A partir da leitura dos dados históricos, dos dados de campo e através da análise de cartas temáticas da bacia do córrego Marinheiro (mapas de relevo, orientação e inclinação das vertentes e uso da terra) foi possível elaborar a carta de unidades climáticas correspondente à área da bacia do córrego Marinheiro. Foram definidas quatro unidades climáticas.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, fenômenos atmosféricos, relevo, uso da terra, unidades climáticas.

ABSTRACT

This research presents an analysis of the influence of macro and mesoscale climatic phenomena on the climatic elements variation (temperature, relative humidity and precipitation) in the area of Marinho river basin, Sete Lagoas – MG, between 1930 and 2013. Phenomena such as Pacific Decadal Oscillation (PDO) and El Niño were fundamental to understanding the variability found within this time period. With the data available in this time frame, it was possible to verify and discuss the importance of the influence of man-made spatial transformations on the behavior of elements such as temperature, relative humidity and precipitation in the period from 1930 to 2013, since there was a large population growth between the 1980s and 2000s in the municipality. In addition to the historical data, the field research data collected between June and August 2015 allowed us to understand the behavior of climatic elements in different types of land use and land cover and in different weather conditions, in interaction with the natural and man-made features of the Marinho river basin area. From the reading both of the historical and field research data and through the analysis of thematic maps of the Marinho river basin (relief maps, orientation and inclination of the slopes and land use), it was possible to elaborate the corresponding climate units map for the Marinho river basin area. Four climatic units were defined.

Keywords: river basin, atmospheric phenomena, relief, land use, climate units .

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hipsometria de Sete Lagoas e localização do município no Estado de Minas Gerais.....	33
Figura 2 – Bacia hidrográfica do Ribeirão Jequitibá e do Córrego Marinheiro..	34
Figura 3 – Modelo Digital de Elevação da bacia do Córrego Marinheiro e entorno.....	35
Figura 4 – Mapa de Orientação de vertentes da bacia do Córrego Marinheiro e entorno.....	36
Figura 5 – Mapa de declividade da Bacia do Córrego Marinheiro e entorno...37	
Figura 6 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do Córrego Marinheiro e entorno.....	38
Figura 7 – Crescimento do núcleo urbano de Sete Lagoas entre 1984 e 2010.	41
Figura 8 – Sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul, posição média (A); verão (B) e inverno (B).....	45
Figura 9 – Atuação e Configuração da ZCAS.....	46
Figura 10 – Mapa geomorfológico simplificado de Sete Lagoas.....	49
Figura 11 – Roteiro metodológico da pesquisa.....	53
Figura 12 – Localização da Estação do INMET na bacia do Córrego Marinheiro.	54
Figura 13 – Abrigos para o confinamento dos sensores (1); Sensores de coleta de dados (2).....	58
Figura 14. Localização dos pontos de medição na área da bacia do Córrego Marinheiro (A). Perspectiva em três dimensões da bacia (B). Perfil topográfico e	

geocológico dos pontos de medição (C). Bloco diagrama simplificado da área da bacia (D).....	59
Figura 15 - Variabilidade da temperatura mínima (°C) em Sete Lagoas (1930-2013).....	66
Figura 16 - Desvios da temperatura mínima (°C) em Sete Lagoas (1930-2013).....	67
Figura 17 - Variabilidade da temperatura máxima (°C) em Sete Lagoas (1930-2013).....	67
Figura 18 - Desvios da temperatura máxima (°C) em Sete Lagoas (1930-2013).....	68
Figura 19 - Totais anuais de chuva (mm) em Sete Lagoas (1930-2013).....	69
Figura 20. Temperatura média máxima por dias da semana em Sete Lagoas.	70
Figura 21. Temperatura média mínima por dias da semana em Sete Lagoas..	73
Figura 22 - Umidade máxima média, por dias da semana em Sete Lagoas...	74
Figura 23. Umidade mínima média, por dias da semana em Sete Lagoas.....	75
Figura 24. Distribuição das chuvas, por dias da semana em Sete Lagoas entre 1930 e 1940.....	76
Figura 25. Distribuição das chuvas, por dias da semana em Sete Lagoas entre 2000 e 2010.....	76
Figura 26 – Localização dos pontos de medição na área da bacia do Córrego Marinheiro.....	78
Figura 27 - Temperatura (° C) média dos sensores nos entre os dias 09 de Abril e 14 de Junho de 2015.....	80
Figura 28 - Amplitude média diária da Temperatura dos sensores nos entre os dias 09 de Abril e 14 de Junho de 2015 e perfil topográfico dos pontos de	

medição.....	80
Figura 29 - Umidade (%) média dos sensores nos entre os dias 09 de Abril e 14 de Junho de 2015 e bloco diagrama com a localização dos pontos.....	83
Figura 30 - Amplitude média diária da umidade relativa do ar entre os dias 09 de Abril e 14 de Junho de 2015 e perfil topográfico com os pontos de medição.....	85
Figura 31- Sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul no dia 09 de Abril de 2015 (período A), ênfase para a atuação da mEc e mTc.....	87
Figura 32 - Sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul no dia 04 de Maio de 2015 (período B), ênfase para a atuação da mTas e da FPas.....	89
Figura 33 - Sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul no dia 31 de Maio de 2015 (período C), ênfase para a atuação intensa da mTas e da FPas.....	91
Figura 34 – As unidades climáticas na bacia do Córrego Marinheiro.....	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Localização e caracterização dos pontos de coleta.....	58
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Crescimento da população de Sete Lagoas entre 1960 e 2010.....	41
Tabela 2. Receitas por setor da economia em Sete Lagoas e Belo Horizonte ..	42
Tabela 3 - Temperatura e Umidade absoluta, média e amplitudes absoluta e média diária por abrigo.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental
APAS – Anticiclone Polar do Atlântico Sul
ASAS – Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
ASAS – Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
DRL – Serviço Espacial Alemão
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente
FPAS – Frente Polar do Atlântico Sul
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET. Instituto Nacional de Meteorologia
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MEA – Massa Equatorial Atlântica
MEC – Massa Equatorial Continental
MPAS – Massa Polar do Atlântico Sul
MTAS – Massa Tropical do Atlântico Sul
MTC – Massa Tropical Continental
MTC – Massa Tropical Continental
ODP – Oscilação Decadal do Pacífico
Org. – Organizador
PBL – Planetary Boundary Layer
UBL – Urban Boundary Layer
UBS – Unidade Básica de Saúde
UCL – Urban Canopy Layer
UPA – Unidade de Pronto Atendimento
ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

° C – Graus Celsius

E – Calor Latente

H – Calor Sensível

Km - Quilometro

m - Metro

m² - metro quadrado

Q* - Balanço Energético

R² - Índice de Correlação

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xiv
INTRODUÇÃO	15
Hipótese.....	17
Objetivo Geral.....	18
Objetivos específicos.....	18
Justificativas.....	18
CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
1.1 Impactos derivados da ação antrópica sobre o clima e o meio ambiente.....	21
1.2 As escalas superiores do clima.....	23
1.3 As escalas inferiores do clima.....	26
1.4 Estudos de Caso.....	28
1.5 O Clima urbano.....	30
CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO	33
2.1 Aspectos ambientais.....	33
2.2 Aspectos históricos.....	39
2.3 Aspectos climáticos.....	43
2.4.1 Fatores dinâmicos do clima.....	43
2.4.2 Fatores estáticos do clima.....	47

CAPÍTULO 3 - MATERIAL E MÉTODOS	51
3.1 Roteiro Metodológico.....	51
3.2 Análise da série temporal de dados climáticos de longo prazo.....	54
3.2.1 - Dados Meteorológicos.....	54
3.3 - A produção dos dados de campo.....	55
3.3.1 - Análise da série temporal de dados climáticos de curto prazo.....	61
3.3.2 - Elaboração das cartas analíticas.....	62
3.3.4 - Elaboração da carta de unidades climáticas.....	63
CAPÍTULO 4 – Análise e discussão dos resultados	65
4.1 Análise temporal dos dados históricos.....	65
4.2 Análise temporal dos dados climáticos de curto prazo: dados semanais.....	70
4.3 Análise temporal dos dados climáticos de curto prazo: dados de campo	77
4.4 - Cartografia temática: as unidades climáticas e suas características.....	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
APÊNDICE	105

INTRODUÇÃO

O clima é um constituinte dos sistemas naturais que se apresenta de maneira bastante distinta em termos de escala e abrangência. Seu significado como parte da natureza está diretamente relacionado à radiação solar e aos componentes da superfície terrestre, pois é na interação atmosfera e superfície que o clima se define e mostra sua importância.

As atividades humanas, principalmente após a fixação das comunidades primitivas devido à necessidade de produção agrícola vista no mundo antigo na região do Crescente Fértil, tornaram o desenvolvimento das sociedades cada vez mais dependente do conhecimento climático. Para que houvesse o desenvolvimento de novas técnicas de cultivo e com o surgimento das cidades, os sistemas naturais sofreram alterações. O uso da terra¹ e a cobertura vegetal tiveram seus padrões naturais descaracterizados.

Os padrões de uso da terra apresentam características peculiares que indicam o nível de alteração que o homem pode gerar no meio, criando assim diversos espaços geográficos. O espaço, categoria elementar da ciência geográfica alcançou na idade contemporânea níveis de alteração dos sistemas naturais nunca antes vistos. Tal ocorrência é fruto do desenvolvimento econômico de nosso tempo. Este desenvolvimento se lança sobre a paisagem a partir do surgimento de áreas industriais, logísticas, de serviços e comércio, além das regiões residenciais. Em cada um destes espaços, a economia se personifica em um oceano de elementos antrópicos na superfície do planeta.

Avaliar os impactos das organizações espaciais sobre os sistemas ambientais tem sido pauta presente nos principais encontros internacionais sobre o meio ambiente, desde a reunião de Estocolmo em 1972, a primeira grande assembleia mundial sobre o tema, até os encontros atuais como a Rio+20, em 2012 no Brasil e a Conferência Mundial sobre as Mudanças Climáticas na França em 2015. Isso sem contar os encontros locais sobre o tema que ocorrem em todo o planeta.

¹ Utilizou-se o termo “uso da terra” em sentido amplo semelhante aquele utilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (1999) que inclui não apenas o solo, mas outros atributos físicos como o relevo, a vegetação, suprimento de água etc., além das relações sociais de produção, todos levados em consideração na definição de classes.

Desde então agendas têm sido criadas a fim de que a curto, médio e longo prazo os países, estados e municípios tomem medidas que possam diminuir os impactos ambientais frente ao crescimento econômico.

Mesmo sendo um grande avanço contra o uso inadequado de recursos naturais e os efeitos negativos observados pelas alterações naturais geradas pela produção do espaço geográfico em todo o mundo, tais encontros, sejam eles de abrangência mundial ou local, necessitam cada vez mais de trabalhos que procurem apontar o caráter sistemático das ações antrópicas no meio ambiente.

Monteiro (1978) já relatava a complexidade de discutir, avaliar e propor soluções para o que o autor denomina de derivações antropogenéticas terrestres e as alterações climáticas. Neste sentido, o autor apresenta uma visão de diálogo entre as duas realidades, antrópicas e naturais:

Minhas preferências pessoais procuram evitar a consideração das relações entre natureza e sociedade em termo de antagonismo entre sistemas oponentes. Antes procuro encará-la dentro da perspectiva (embora incomoda à análise) de um sistema singular do tipo complexo, evolutivo e cibernético. O homem – parte integrante da natureza – tende (não sem razão) a ser visto como “vilão”, responsável pela destruição da natureza, Monteiro (1978, pg. 44)

Do ponto de vista dos processos naturais, a complexidade se conserva na estruturação sistêmica e integrada em que os fenômenos naturais se apresentam. Estruturação que, para o clima, define parte do comportamento dos elementos atmosféricos, a exemplo dos vales encaixados que direcionam a movimento do ar, as áreas divisoras de águas que geralmente possuem maior exposição à radiação solar e a movimentação da atmosfera por fatores de macroescala climática.

Do ponto de vista dos processos antrópicos, o nível da ação humana relacionado ao nível de alteração no uso da terra pode ser definido pela condição de desenvolvimento urbano/industrial de uma região. Os equipamentos urbanos, que facilitam e consolidam as sociedades cada vez mais citadinas no mundo moderno, interferem diretamente na camada de ar logo acima dos grandes centros, pois a constituição físico-química destes equipamentos (cimento, asfalto, cerâmicos) se dá por estruturas que ao interagirem com a radiação solar geram calor sensível (H) e aquecimento do ar.

Não somente as cidades apresentam os efeitos da ação humana na condição do ar, como também as áreas de cultivo agropecuário, pois a retirada de vegetação para a inserção de pastos e culturas diversas altera o comportamento do ar nessas áreas. A prática agropecuária também pode trazer outros impactos para o meio natural, como a redução na oferta de água e a contaminação de recursos hídricos pelo uso de insumos agrícolas tóxicos.

A interação entre os sistemas naturais e antrópicos geram unidades de paisagem que podem ser estudadas e analisadas pelas suas características ambientais.

Mesmo no que tange à interação entre a atmosfera e a superfície existem diversos elementos ambientais e sociais que ampliam a discussão geográfica a ponto de qualificar o pesquisador a formar unidades de paisagem com características peculiares, como afirma Conti (2001):

A Geografia tem por objeto próprio a compreensão do processo interativo entre sociedade e natureza, produzindo, como resultado, um sistema de relações e de arranjos espaciais que se expressam por unidades paisagísticas identificáveis. CONTI (2001, p.2).

A atmosfera e sua interação com a superfície do planeta fazem parte destas unidades gerando condições positivas ou negativas de parâmetros qualitativos para os dois tipos de sistemas como: a qualidade do ar (concentração de particulados na baixa atmosfera), o conforto térmico e as variações da umidade relativa do ar e dos agentes dispersores de poluição como a precipitação e os ventos. As unidades ambientais são dentro desta perspectiva, uma maneira de sintetizar as unidades de paisagem de acordo com peculiaridades naturais e antrópicas que podem ajustar dentro de um material de síntese, a complexidade do jogo de relações da sociedade com a natureza.

Hipóteses

As alterações no uso da terra e cobertura vegetal que aconteceram na cidade de Sete Lagoas durante parte do último século podem expressar uma das causas para as variações históricas dos elementos climáticos temperatura e umidade relativa do ar nas proximidades da área de estudo.

A área da Bacia do Córrego Marinheiro, nos arredores da zona urbana do Município de Sete Lagoas, compreende áreas distintas com relação ao uso e ocupação da terra (campos cerrados, matas estacionais, topos de morro sem vegetação) e pode representar em escala topo e microclimática, o grau das alterações antrópicas no espaço e como tais alterações interferem no comportamento de elementos climáticos.

Objetivo Geral

O objetivo da pesquisa é produzir um material analítico sobre a dinâmica dos elementos temperatura e umidade relativa na cidade de Sete Lagoas – MG a longo e curto prazo a fim de relacionar práticas sociais com o comportamento dos elementos nestas escalas temporo-espaciais.

Objetivos específicos

1. Quanto aos dados históricos: analisar a influência de fenômenos climáticos de macro e mesoescala nas variações dos elementos climáticos (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação) na área da bacia do córrego Marinheiro no intervalo entre 1930 e 2013.
2. Verificar e discutir a importância da influência das transformações espaciais geradas pelo homem no comportamento dos elementos temperatura, umidade relativa do ar e precipitação na sequência temporal de 1930 a 2013.
3. Quanto aos dados produzidos em campo: Compreender o comportamento dos elementos climáticos em diferentes tipos de uso e cobertura do solo e em distintas condições de tempo, em interação com as características naturais e antrópicas da área da bacia do córrego Marinheiro.
4. Elaborar a carta de unidades climáticas correspondente à área da bacia do córrego Marinheiro.

Justificativas

As variações temporais dos elementos climáticos correspondem à resposta dos sistemas climáticos à influência de fatores naturais e antrópicos. Quanto aos fatores naturais, a disposição do relevo, a cobertura vegetal e os sistemas

atmosféricos aliados à interferência de fenômenos, como o El Niño e a La Niña, atuantes sobre certa região, direcionam as variações climáticas. No caso dos fatores antrópicos, a principal ação humana como efeito catalisador de variações dos componentes do clima está nas alterações no uso da terra ao longo do tempo, o que gera interferência no albedo e no balanço de energia.

A Bacia do Córrego Marinheiro participa dos sistemas naturais e antrópicos de Sete Lagoas como importante fonte de recursos hídricos. Tal aspecto está inserido em um contexto de expansão urbana do município de Sete Lagoas a oeste da bacia e da presença latente dos equipamentos urbanos do município de Prudente de Moraes, a leste.

Além da pressão por recursos hídricos, o setor industrial de Sete Lagoas é responsável pelo lançamento contínuo de particulados na baixa troposfera acima do município. Empresas dos setores primário e secundário, incluindo mineradoras, siderúrgicas, montadoras e indústrias alimentícias contribuem para uma grande taxa de emissão de poluentes. A qualidade do ar é diretamente afetada por estas alterações.

Sendo assim, o diagnóstico e as avaliações dos impactos humanos em componentes naturais do meio, levando em conta a evolução destes impactos no tempo e no espaço, são imprescindíveis para a manutenção e preservação de áreas como a da bacia do córrego Marinheiro, essenciais para a reposição hídrica e para a boa qualidade do ar. A presença de vegetação pode trazer respostas positivas para melhorar a qualidade do ar, elevando a presença de umidade e desfavorecendo a contaminação tóxica pela inalação de ar poluído em situações de clima seco.

Além disso, compreender o comportamento de elementos climáticos nos diferentes tipos de uso da terra presentes na bacia favorece o zoneamento (definição de unidades climáticas) necessário para definir pontos de maior umidade relativa do ar, menores temperaturas médias e regiões mais expostas à movimentação do ar e à insolação, por exemplo. Em termos de topoclima e microclima, taxas maiores ou menores de escoamento do ar, somados à incidência de radiação direta ou difusa caracterizam locais de melhor ou pior qualidade do ar e favorecem o uso adequado deste espaço para a população.

Esta pesquisa se estrutura em quatro capítulos, além da introdução, considerações finais e referências bibliográficas. O primeiro capítulo traz uma discussão teórica entre as bases bibliográficas utilizadas na pesquisa como fonte conceitual. São apresentados temas que envolvem os estudos da climatologia na análise ambiental e o clima como elemento fundamental nos diagnósticos ambientais. As escalas do clima e seus métodos de análise específicos também são apresentados. O clima urbano e seus componentes de troca de energia com atmosfera são discutidos frente à temática de desenvolvimento urbano e variabilidade climática. Ao final do capítulo são apresentados alguns estudos de caso o Brasil e no mundo sobre a influência antrópica nas variações dos elementos climáticos, bem como estudos topoclimáticos e microclimáticos.

No segundo capítulo serão apresentadas as características socioambientais do Município de Sete Lagoas, levando em conta os principais aspectos da paisagem do município.

No terceiro capítulo, os materiais e métodos da pesquisa serão apresentados, sendo eles: o roteiro metodológico que foi seguido nas etapas de coleta; o tratamento, análise e discussão dos dados históricos e de campo, além da produção dos material cartográfico da área de estudo.

O quarto capítulo traz os resultados da pesquisa e a discussão sobre a os sistemas naturais e antrópicos do município além de sua caracterização climática entre os anos de 1930 e de 2013. Os elementos temperatura e umidade são avaliados separadamente. Soma-se neste capítulo um diagnóstico e zoneamento ambiental da bacia do córrego Marinheiro com a definição topoclimática e microclimática na área.

CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Impactos derivados da ação antrópica sobre o clima e o meio ambiente.

Tricart (1977) afirma que mesmo lentamente, as influências do homem nos ecossistemas conseguiram alcançar todos os sistemas naturais da terra. Estas interferências não estariam apenas ligadas ao desenvolvimento das cidades e civilizações modernas e suas técnicas de industrialização, mas seriam impactos que surgiram desde a idade antiga com a descoberta do fogo e construção de embarcações.

Monteiro (1978) discute que as ações do homem nas mudanças climáticas seriam o resultado de ações indiretas, principiadas pelas mudanças na cobertura biótica. Já as ações diretas sobre o clima são determinadas pela dinâmica dos sistemas atmosféricos globais. Ainda, quanto à interferência humana no clima, é na interface da litosfera, hidrosfera e atmosfera que se constitui a antroposfera, onde o homem pode interferir na variação dos elementos climáticos.

A atuação antrópica na dinâmica dos sistemas climáticos precisa corresponder a uma ordem de influência que parte das escalas inferiores para as superiores, enquanto a caracterização climática é regida das escalas superiores para as inferiores, (Monteiro, 1978). Dessa forma, o homem passa a ser visto como elemento catalisador, capaz de introduzir *feed-backs* regeneradores e auto-reguladores do sistema correspondente a cada escala.

Drew (1989) sobre a ação do homem no meio físico, discute a inter-relação dos diversos fatores ambientais e as consequências ambientais do nível de antropismo, mesmo que se trate de um caso isolado como a construção de uma casa e seus efeitos sobre o clima local, por exemplo:

A construção irá alterar parcialmente o clima circundante, o clima modificado alterará o caráter do solo e da vegetação vizinha e, por sua vez, a manutenção do solo e da vegetação redundará em alterações posteriores no clima local. O telhado conduzirá as águas da chuva diferentemente do que faria a vegetação preexistente e, assim por diante, Drew (1989, pg. 20).

Tarifa (1994) trata da relação entre clima, mudanças na paisagem e os impactos da expansão da agricultura no Brasil em seus principais domínios morfoclimáticos, descrevendo problemas ambientais como as queimadas e a perda de grande biodiversidade. O exemplo destes problemas pode ser visto nos biomas Cerrado e Mata Atlântica, sistemas naturais que tem sofrido severa devastação tanto da fauna como da flora em sua suas regiões de abrangência no país.

Azevedo e Tarifa (2001) expõe a importância das atividades humanas na dinâmica do clima da região metropolitana de São Paulo. O uso do solo define boa parte das variações de comportamentos dos elementos do clima, mas somado a isso, atividades humanas por si só podem expressar impactos até em dias específicos da semana. Para definir como ocorre tal interação, foi realizada a distinção de impactos do homem na baixa troposfera, tais como: a poluição do ar, o fluxo de calor liberado direto e indiretamente pela população humana, a turbulência do ar junto ao solo e, por último, o fluxo de água adicionada ao ar.

Neto (2003), quanto aos elementos climáticos, aponta que as variabilidades neste caso ocorrem de maneira bastante distinta. Sendo assim, além da identificação da influência antrópica é preciso compreender qual elemento é mais sensível às implicações humanas. Segundo o autor, as precipitações, por exemplo, seguem um nível de irregularidade que dificulta bastante a identificação de correlações com fatores antrópicos. Já a temperatura corresponde melhor a padrões de comportamento apresentado tendências de comportamento em recortes temporais. O homem teria participação nas variabilidades do clima, pois estas se mostram claramente apresentáveis em tempos históricos enquanto que as mudanças climáticas dizem respeito prioritariamente às mudanças de comportamento dos sistemas atmosféricos superiores.

Ruddiman (2005) discute que os efeitos das sociedades no clima não estão interligados somente às mudanças espaciais e de composição da atmosfera que a humanidade presenciou nos últimos 200 anos. O autor afirma que o homem começou a alterar o clima a partir de sua fixação espacial e produção agrícola mais intensa, algo em torno de 8 mil anos atrás.

Destaca, também, a dificuldade em separar a ação antrópica das variações naturais quando identificada uma tendência, bem como as peculiaridades de cada

ambiente (neste caso os principais domínios de paisagem do Brasil) frente aos impactos do clima (alterações decorrentes de climas urbanos, susceptibilidade à erosão, escorregamentos de solo etc.).

1.2 As escalas superiores do clima

Para discutir as escalas superiores do clima, foi preciso delimitar alguns fenômenos de ordem zonal que influenciam o comportamento dos elementos atmosféricos nas várias escalas.

Mantua et al. (1997) descreve o comportamento da temperatura da superfície do Oceano Pacífico a partir de uma definição de variação decadal do clima denominada de Oscilação Decadal do Pacífico. Os eventos de ODP duram de 20 a 30 anos, ao passo que eventos como o El Niño, de 6 a 18 meses. A gênese da ODP ainda não foi definida, nem os seus resultados foram explicitamente concluídos. Contudo, como o Oceano Pacífico, ocupa 1/3 da superfície terrestre é de grande relevância considerá-lo como elemento primordial para as variabilidades climáticas interdecadais.

Mesmo com uma tendência geral de aumento, estes dados de longo prazo apresentaram variações em situações isoladas de curta duração. Tais situações se mostram relevantes, pois promovem mudanças no comportamento dos elementos climáticos em intervalos anuais, bienais, quinquenais ou decadais e estão relacionadas à ação de fenômenos atmosféricos. Tais variações isoladas, analisadas sob a perspectiva de flutuações naturais, apontam o caráter dinâmico do clima bem como de seu funcionamento hierárquico no qual os sistemas atmosféricos macroescalares exercem controle sob as escalas locais, topoclimáticas e microclimáticas.

Este controle é impositivo na perspectiva de que um sistema superior altera o ritmo diário de comportamento da temperatura e umidade, por exemplo, principalmente em tipos de tempo instáveis com ocorrência de precipitações. A água como controle térmico consegue, quando em abundância no ambiente, definir comportamentos atmosféricos e influenciar o ritmo diário da temperatura mesmo nas escalas inferiores do clima, a exemplo dos microclimas.

Em tipos de tempo estáveis os controles de superfície, ou a alteração no comportamento dos elementos realizada pela interação da atmosfera com a superfície terrestre, pode gerar influência direta no comportamento climático. Em condições de estabilidade, o ar menos quente e úmido favorece trocas rápidas de energia alterando o balanço energético em áreas com características superficiais distintas (áreas urbanas e regiões florestais) bem como as taxas de refletividade da radiação solar (diferenças de albedo entre o concreto e a vegetação).

Fenômenos como a ODP, o El Niño e o La Niña provocam uma sequência anual de tipos de tempos entre as estações que resultam numa série de comportamentos horários, diários e mensais que somados a períodos decadais vão formar um intervalo onde houve tendência exclusiva. Esta tendência pode gerar a elevação ou queda da temperatura, da umidade, da intensidade de ventos e da precipitação. Isto não indica uma mudança climática, pois após o término desta sequência, os dados mostram que há um prosseguimento da situação pretérita ao intervalo específico.

No que diz respeito à ODP (Oscilação Decadal do Pacífico) este é um fenômeno relacionado ao aquecimento ou o resfriamento das águas superficiais oceânicas que ocorre a partir de escalas temporais de 20 a 30 anos. Em sua fase positiva, a ODP, aumenta a tendência de um maior número de eventos de El Niño e consecutivamente a elevação das temperaturas no Sudeste brasileiro. Já na fase negativa da ODP, há maior relação com os eventos de La Niña e a queda da temperatura da região Sudeste.

Durante sua atuação, o El Niño intensifica as situações de bloqueios atmosféricos no sudeste brasileiro levando a maior predominância de tempo estável, com características de dias quentes e secos. A estabilidade do ar favorece a identificação de registros extremos da temperatura. Com menos nebulosidade, as trocas de energia entre a superfície e a atmosfera ocorrem com maior intensidade, com rápida elevação da temperatura durante o dia e forte queda durante a noite.

No final da década de 1990, entre os anos de 1997 e 1998 houve a atuação de um dos eventos de El Niño de maior intensidade registrados até hoje. O resultado foram desvios positivos que variaram de 1,9°C para as mínimas e 0,7°C no caso das máximas.

El Niño e La Niña são eventos atmosféricos que trazem influência zonal,

sendo que a repercussão dos fenômenos é intensa em todo o planeta. No que diz respeito ao El Niño, a estratificação da temperatura das águas do Oceano Pacífico com o aquecimento oceânico na costa oeste da América do Sul, interfere longitudinalmente na localização dos sistemas atmosféricos relacionados à circulação da célula de Walker e traz para o sudeste do Brasil tempos mais secos e quentes devido ao fortalecimento do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS).

Com relação ao La Niña, o fenômeno, que é a intensificação da situação normal da temperatura do Pacífico na qual há um desequilíbrio térmico entre a borda leste e oeste no Pacífico sul, traz para o sudeste a queda das temperaturas. O ASAS perde forças com a atuação do La Niña e favorece a incursão de frente frias para latitudes menores influenciado no arrefecimento do ar.

A incidência da radiação solar sobre áreas urbanizadas e desmatadas provoca a elevação da temperatura da camada de ar próxima a superfície devido a alteração nos componentes que interagem com a energia disponível. Uma árvore, por exemplo, no contato com a radiação solar necessita desta energia para as transformações químicas e produção de alimento.

As alterações no uso e cobertura da terra geradas pelo crescimento econômico e populacional em Sete Lagoas nos últimos trinta anos, favoreceram maior disponibilidade de calor sensível em função da maior exposição (total e/ou parcial) dos solos nas áreas rurais, mudanças no valor de albedo (remoção da vegetação arbórea por herbáceas), acompanhados de redução do recobrimento foliar e taxas de evapotranspiração, baixo valor de calor específico dos materiais utilizados na construção civil e do solo exposto (período entressafra), aumento na área e densidade de edificações nos setores limítrofes à bacia do rio Marinho e participação de fontes adicionais de calor de origem antropogênica, principalmente no período posterior a 1980.

As transformações na taxa de albedo, ou seja, o aumento na absorção de energia e aumento do tempo de trânsito dessa energia no meio, associado ao armazenamento e multiplicação das fontes ativas (metabolismo dos animais, máquinas, etc.) e passivas (solo exposto, pavimento, paredes etc.) de produção de calor, no contexto do ambiente urbano e de áreas onde a vegetação nativa foi retirada faz com que ocorra maior incremento na temperatura.

Sob a atuação de sistemas atmosféricos que trazem estabilidade atmosférica, este ambiente favorece a identificação de eventos climáticos extremos assim como de variabilidade climática. Nas situações de instabilidade atmosférica, com nebulosidade elevada e precipitações as variações de temperatura e umidade tendem a diminuir.

Os elementos de superfície constituintes dos ambientes urbanos (concreto, asfalto) ou que passaram por processos de retirada de vegetação (pastagens, gramíneas, solo exposto) transformam a energia solar em calor sensível. Neste processo, a elevação da temperatura e diminuição da umidade tende a se tornar realidade em todos locais que passaram por um período de transformação espacial de mudança de padrões de uso da terra.

1.3 As escalas inferiores do clima

No presente trabalho, a definição de escalas inferiores foi utilizada para o topoclima e o microclima. No topoclima, a variação do clima local está interligada a variação da rugosidade do terreno gerando uma energização diferenciada do terreno segundo a exposição das vertentes à radiação solar.

Para Smith (1975), condições atmosféricas anticiclônicas, com estabilidade do ar e pouca formação de nuvens seriam as situações sinóticas mais reveladoras do topoclima, pois as respostas na escala topoclimática são frequentemente observadas nas situações opostas de radiação diurna e irradiação noturna.

Ribeiro (1993) também traz discussão a respeito das escalas em climatologia, onde a extensão horizontal do topoclima depende da forma do relevo e do tamanho da vertente. Este pode se apresentar entre 0,5 e 5 quilômetros de extensão e influenciar os elementos climáticos de uma altura de 50 a 100 metros. Este limite vertical representa o limite até onde a energia calorífica gerada na superfície pode atingir pelo processo de condução e onde a força de atrito supera a força de Coriolis no direcionamento dos ventos de superfície.

Para esse autor, o microclima é definido a partir das trocas gasosas e energéticas entre feições e estruturas particularizadas (objetos, plantas e animais) na superfície terrestre e o ar que as envolve. Também é sobre esta escala que os limites de atuação, comportamento dos elementos e interação destes com os fatores climáticos se encontram de forma mais imprecisa na climatologia.

Nas unidades topoclimáticas a diversidade está associada aos padrões de uso da terra vigentes, bem como na concentração de poluentes decorrentes dos meso e topoclimas naturais e urbanos. As alterações microclimáticas são de caráter qualitativo, ou seja, o estudo microclimático está relacionado, neste caso, diretamente às condições de vida da população urbana e das características do ar dentro de áreas florestais (Tarifa e Armani, 2000).

Segundo Geiger (1990), a microclimatologia se propõe discutir as interações entre superfície e atmosfera em uma camada limite de dois metros de altura (conforme análise do referido autor este seria o limite vertical de definição microclimatológica). O autor afirma que os primeiros estudos sistematizados da microclimatologia remontam do final do século XIX. Theodor Homén (1858-1953) efetuou na Finlândia, em Agosto de 1893, medidas comparativas do balanço térmico entre diferentes tipos de solo. Gregor Kraus (1841-1915) publicou em 1911 a obra: “Solo e clima nos espaços mais ínfimos” e é considerado o pai da microclimatologia. As aplicações práticas da microclimatologia foram desenvolvidas por Wilhelm Schimidt (1883-1936) em Viena e por August Schmauß (1877 – 1954) em Munique.

Essa categorização rígida imposta pelo autor aos limites dos microclimas recebeu inúmeras críticas de diversos autores pela relativa arbitrariedade e, ao que tudo indica, condicionada pela altura em relação à superfície dos abrigos meteorológicos nas estações meteorológicas padrão.

Para Sorre (1934), o microclima é uma realidade indiscutível. Dentro das cidades, nas ruas, as condições de temperatura e movimentação do ar são diferentes, mesmo dentro de um único perímetro urbano. No ambiente rural ou no campo, as diferenças no comportamento dos elementos climáticos entre os ambientes distintos são muito claras, a exemplo de locais como: o interior de um campo de trigo, a sombra ou a obscuridade de uma floresta ou um bosque de pinheiros.

A escala microclimática é marcada principalmente pela transferência vertical de calor e umidade. Sendo que o calor é transmitido por radiação e o outro componente por movimentos convectivos do ar. Neste aspecto, os dois metros de limite vertical apontado por Geiger (1990) estariam muito aquém da extensão superior do microclima, pois as trocas convectivas podem ocorrer há vários metros de altura, como a exemplo dos redemoinhos.

Alguns autores tentaram discutir um limite horizontal dos microclimas, contudo a grande divergência de opiniões veio reafirmar que nesta escala o clima precisa ser tratado segundo a natureza da superfície que lhe dá origem e não por uma definição geral de extensão horizontal e vertical.

Para Ometto (1981), o microclima é marcado por processos convectivos turbulentos do ar, que ocorrem por transferência de energia e que resultam em um estado da atmosfera bastante específico sobre determinado ponto:

A energia líquida disponível à superfície do solo vai se transferir em parte, para as primeiras camadas do ar. Este ar que se situa imediatamente junto ao solo, tomando-se mais energético, tendo a sofrer uma variação em sua densidade, visto aumentar a energia interna. A densidade dessa parcela de ar diminui, variando seu volume e pressão, ocasionando um processo convectivo em microescala. Ometto (1981, p. 50).

Fatores do relevo, como a exposição da vertente à radiação solar e seu grau de declividade, podem interferir nestes fluxos turbulentos em microescala, pois determina a intensidade de radiação solar recebida. O relevo é determinante nas variações dos elementos climáticos, pois consegue imprimir no clima local sua influência, a exemplo das chuvas orográficas, os ventos de vale e de montanha e as condições de umidade.

As escalas inferiores do clima representam de forma mais acentuada as interações atmosfera-superfície, pois se caracterizam principalmente pela forma com que a energia solar se relaciona com os elementos de superfície e suas propriedades físico-químicas. O local onde tais interações superfície-atmosfera estariam mais distantes do seu estado natural seria nas regiões urbanas, pois é onde o homem altera com maior intensidade o uso natural da terra.

1.4 Estudos de caso

As escalas microclimáticas e topoclimáticas fornecem uma infinidade de possibilidade de análise do ar próximo a superfície, justamente por participarem ativamente das trocas de energia e mistura do ar, essenciais para a existência do vida no planeta.

Formam a estrutura básica destes estudos, os aspectos de superfície terrestre e as diversas formas de cobertura do solo discutidos a partir das influências de tipos de tempo específicos gerados principalmente por sistemas atmosféricos de

estabilidade atmosférica. A exemplo, o trabalho de Shitara et al. (1973), discute como se dá o arrefecimento noturno de uma bacia hidrográfica situada na região nordeste do Japão e a complexidade do comportamento das trocas de energia e ventos nesta bacia, mesmo sob a atuação de sistemas condicionantes do ar.

Tarifa (1981) já havia discutido sobre as trocas horizontais e verticais de radiação e afirmou que estas interações dependem diretamente das características da superfície, especialmente no que concerne às escalas topoclimáticas e microclimáticas.

Em estudo realizado no deserto de Neguev, Kidron (2000) identificou e analisou a precipitação de orvalho em uma pequena bacia hidrográfica. Foi constatado pelo autor que a movimentação advectiva na camada de ar próxima ao solo consegue criar condições de umidade, temperatura e pressão atmosférica capazes de produzirem precipitações de orvalho até mesmo após o nascer do sol. O fator relevo é, neste caso, responsável por favorecer a recarga hídrica responsável pela vida em pequenos ecossistemas mesmo em uma área desértica.

Zhang e Huang (2004), em estudo no deserto de Gobi, concluíram que a condensação de vapor de água proveniente dos oásis na atmosfera é capaz de formar uma camada úmida na superfície do solo. A partir desta condensação há certa distribuição de energia e matéria específica para cada um dos ambientes distinguindo claramente o comportamento do ar entre eles. Através das diferenças de superfície, o deserto e o oásis possuem uma tendência de perpetuação nos sistemas naturais.

Armani (2004) identificou padrões de comportamento do ar muito distintos em uma área florestal no estado de São Paulo. Essa distinção ocorreu entre as medidas registradas por sensores instalados a cerca de dezenas de metros uns dos outros. Concluiu-se, portanto, que há uma influência topoclimática e microclimática direta para a camada limite da troposfera em interação com a superfície.

Padrões de comportamento do ar, mesmo em situações de modificação da condição natural das características atmosféricas como nas inversões térmicas podem ser alterados pela urbanização e as transformações humanas no espaço natural como analisado por Jardim (2007) e Fialho (2009). As mudanças no balanço de energia e as edificações formam um conjunto diversificado de formas e funções capazes de acentuar ou reprimir condições térmicas e de movimentos advectivos

Jardim (2010) afirma que a compartimentação pode ser a base de um aproveitamento sustentável dos recursos naturais em pauta, no caso, o clima. Segundo o autor, o clima é um recurso natural passível de retroação sobre o espaço que o produz, agindo de forma a estimular seu desenvolvimento ou levando a um estado de caos como os problemas de intensa poluição atmosférica, enchentes etc. Sendo assim, os diagnósticos ambientais relacionados ao clima são importantes para a prevenção de desastres e para a manutenção de faixas verdes como a bacia do Córrego Marinheiro.

Jin, Guo e Xia (2013) através da coleta de informações de estações meteorológicas e de imagens remotas conseguiram identificar padrões de evapotranspiração na bacia Qaidam no Tibete e discutir seus fatores controladores. Os autores conseguiram classificar os fatores correlatos entre diferentes usos e ocupação da terra com o nível freático e a capacidade de evapotranspiração em diferentes regiões da bacia.

Monteiro (2013), em pesquisa realizada na Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, identificou cinco unidades climáticas a partir das análises de uso da terra e dados de campo que mediram temperatura e umidade nos vários tipos de formação vegetal na área da estação. As condições fitofisionômicas de cada formação, bem como os aspectos do relevo como altitude e exposição à radiação solar foram fundamentais para a definição das unidades.

1.5 O Clima Urbano

A bacia do Córrego Marinheiro não está em um ambiente estritamente urbano, mas o seu contexto espacial local mostra uma grande proximidade com os centros urbanos, tanto de Sete Lagoas quanto de Prudente de Morais e com a dinâmica de expansão urbana das duas cidades. Sendo assim, a discussão sobre o Clima Urbano se torna útil e necessária neste momento, a fim de se apresentar as características deste sistema antrópico.

Landsberg (1981) e Monteiro (1976) apontam que a baixa troposfera em suas camadas inferiores nas regiões urbanizadas seria, a partir da interação com a radiação solar, formadoras do clima urbano.

Oke (1978) traz uma perspectiva dimensional para essa atmosfera especial que estaria sobre os centros urbanos, quando sugere as duas camadas

atmosféricas sobre o ambiente urbano: a Camada de Cobertura Urbana (UCL – *Urban Canopy Layer*) que seria a camada de ar que se estende da superfície até a altura média dos edifícios. A outra camada seria a Camada Limite Urbana (UBL – *Urban Boundary Layer*) que se estende do solo até acima da UCL, onde já se pode apontar as influências mesoclimáticas (circulação atmosférica superior).

O clima urbano segundo Monteiro (1976) é um sistema com características peculiares, denominado Sistema Clima Urbano e tem suas vias de interação ou canais de percepção a partir de três subsistemas: o termodinâmico, relacionado às variações de temperatura e umidade do ar; o físico-químico, relativo à poluição atmosférica; e o hidrodinâmico, concernente aos eventos de ordem meteórica (chuva, neve, granizo etc.).

Ainda, segundo Monteiro (1976), a análise do clima urbano e de seu funcionamento como sistema complexo precisa levar em conta a relação vital do sistema entre os fatores climáticos específicos desta parcela da atmosfera, os quais são: as formas de relevo, os tipos de uso da terra e a massa do tecido urbano. Tais fatores não podem ser desassociados, pois sua influência é sistêmica e totalmente interativa. É a ação conjunta dos fatores que gera o clima urbano.

Lombardo (1985) discute as implicações que as profundas alterações do homem no meio urbano podem gerar para a atmosfera e segue as definições de Monteiro para este clima, as quais se referem a um sistema: aberto, complexo e em constante adaptação.

Monteiro e Mendonça (2003) retratam que o intenso processo de urbanização e industrialização que modifica e transforma a superfície no ambiente urbano possui uma implicação sócio-econômica que vai além da preocupação com o meio ambiente. Essas implicações sociais só podem ser analisadas em pesquisas de clima a partir da ampliação da discussão teórico-metodológica.

Sendo o espaço de maior transformação humana, os centros urbanos geram consequências para o meio ambiente bem como para a própria população ali residente. Através do conforto, acessibilidade e produção, os equipamentos urbanos e industriais são importantes para a vida social.

No entanto, eles também geram resultados ou *feed-backs* negativos para as sociedades, como a poluição do ar, o risco maior de enchentes e a concentração de calor nos núcleos de aquecimento. Em uma perspectiva mais ampla, a

transformação do espaço e o valor agregado aos equipamentos provocam o enraizamento da segregação social, racial e cultural.

As mudanças geradas pelo homem no espaço exemplificam um maior nível de desenvolvimento econômico de uma cidade ou região. Os grandes centros urbanos são a personificação do poder e influência dos recursos financeiros na sociedade moderna. Os investimentos econômicos criam, modelam e qualificam equipamentos dentro das cidades, o que resulta em transformações espaciais menos ou mais profundas, que dependem diretamente do nível de conhecimento e da quantidade de recursos disponíveis para se investir nos centros urbanos.

A transformação do espaço em Sete Lagoas é inerente ao processo de expansão urbana do Município e, portanto, de alteração de padrões de uso da terra na região e na entrada de radiação. Tais fatores, entrada de radiação e uso da terra seriam os principais formadores do clima urbano.

Buscando a compreensão dos processos climáticos que envolvem a evolução da malha urbana do município de Sete Lagoas, o trabalho de Leão (2008) discute de forma singular as interações sociedade/natureza e forma bases para ações e políticas de planejamento urbano e qualidade do ar no município.

Neste sentido, Leão (2008) identificou em Sete Lagoas, diferenças de comportamento da temperatura do ar entre as regiões mais e menos urbanizadas do município. Esta conclusão foi definida a partir da medição de temperatura e umidade relativa do ar em onze abrigos na área do município bem como uma análise de 35 anos de dados (1970 e 2005) coletados na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada na área rural de Sete Lagoas.

Machado (2012) discute a partir de análise dos dados climáticos históricos de Sete Lagoas que a temperatura apontou uma tendência de aumento entre 1961 - 2010 ao mesmo tempo em que a cidade passou por um incremento populacional e expansão da malha urbana no período.

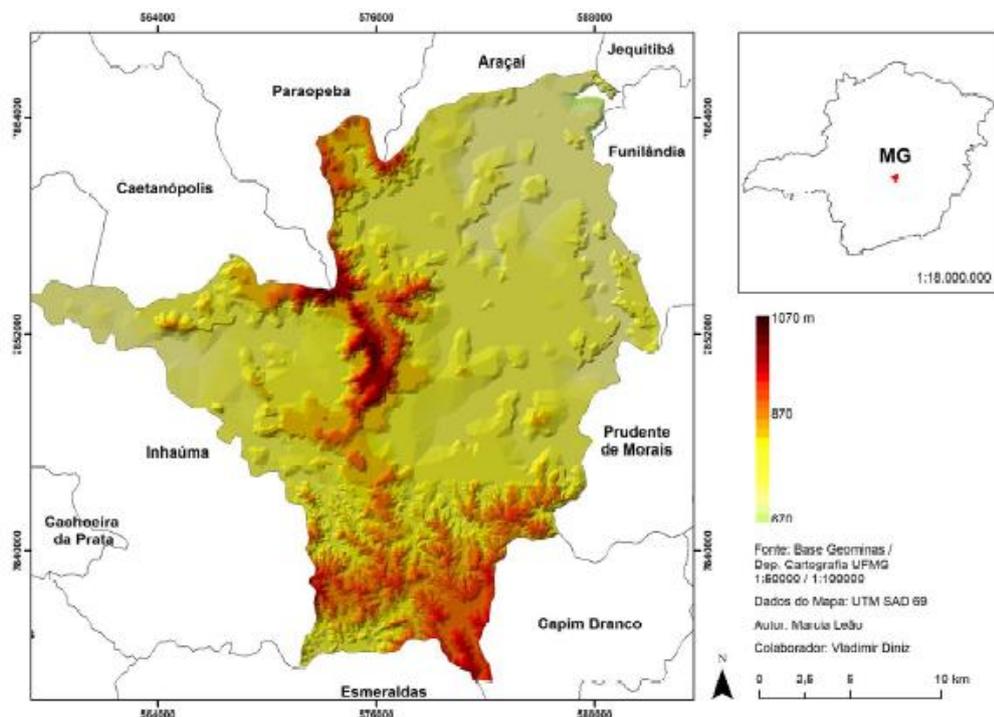
CAPÍTULO 2 - APRESENTAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

As principais características geográficas da região em análise estão apresentadas neste capítulo seguindo primeiramente os aspectos ambientais dos quais Sete Lagoas é constituída, especialmente as formas de relevo, o solo e as formações florestais. Em seguida, há uma descrição da história do município, a gênese e o desenvolvimento que o definiram espacialmente no contexto regional que se encontra. Por fim, há uma breve discussão dos constituintes dinâmicos e estáticos do clima de Sete Lagoas.

2.1 Aspectos ambientais

Localizada no interior da depressão São Franciscana, Sete Lagoas ($19^{\circ} 27' 57''$ S – $44^{\circ} 14' 48''$ W), a variação altimétrica do município é relevante (Fig. 1), com a maioria dos terrenos possuindo cotas entre os 700 e 900m, a não ser pela serra de Santa Helena que possui cerca de 1076 m de altitude, sendo o ponto mais elevado do Município, (Álvares, 2008).

Figura 1 – Hipsometria de Sete Lagoas e localização do município no Estado de Minas Gerais.

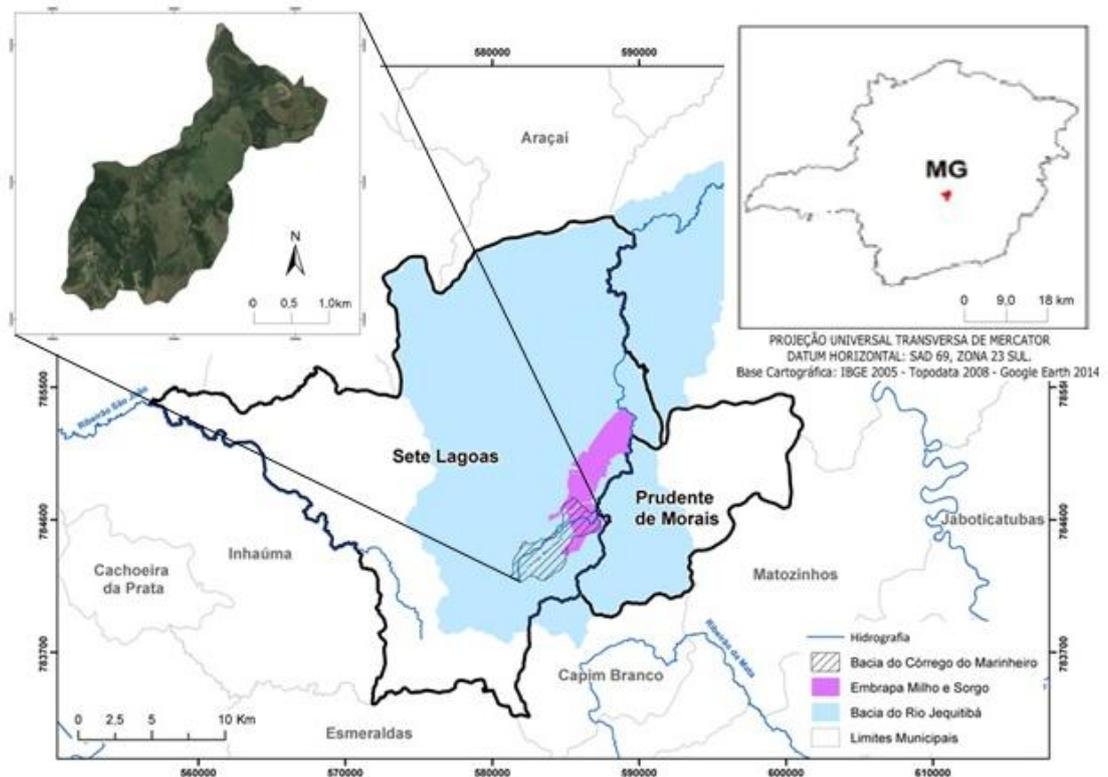


Fonte: Leão (2008)

Quanto à bacia do Córrego Marinheiro, as unidades geomorfológicas presentes são as superfícies aplainadas que se estendem até o encontro com o rio Jequitibá e as Zonas de Colina entremeadas de vales encaixados e cristas a montante, (Souza, 2011).

A bacia do córrego Marinheiro faz parte da bacia do Ribeirão Jequitibá, que por sua vez é um afluente do Rio das Velhas, Fig. 2. A área desta bacia é de aproximadamente 14,7 Km² e está entre os municípios de Sete Lagoas e Prudente de Morais. Seu prolongamento sudoeste-nordeste, possui um retificação natural peculiar na porção central, com a nascente do córrego se localizando na porção sul de Sete Lagoas e desaguando no Rio Jequitibá no limite municipal com o município de Prudente de Morais.

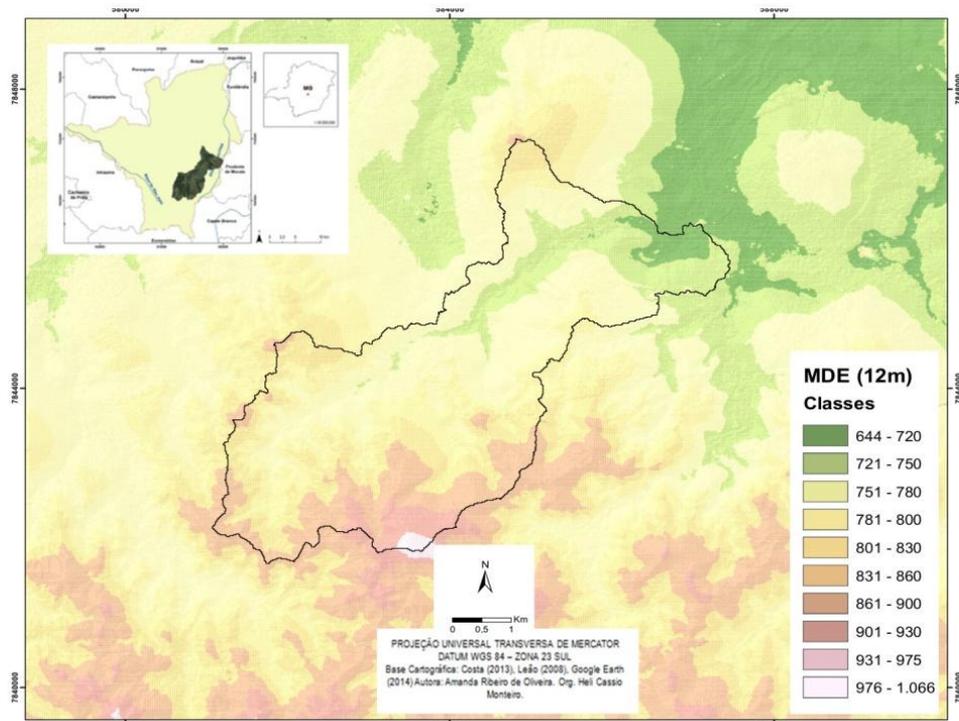
Figura 2 – Bacia hidrográfica do Ribeirão Jequitibá e do Córrego Marinheiro.



Fonte: Costa (2013). Autora: Amanda Ribeiro de Oliveira. Org. Heli Cassio Monteiro

O Modelo Digital de Elevação da área da bacia (Fig. 3) apresenta as maiores elevações na porção sul (830 m – 1066 m) onde predominam as colinas. Já ao norte, as altitudes estão entre 644 e 800 m, onde as superfícies aplainadas se apresentam com maior presença.

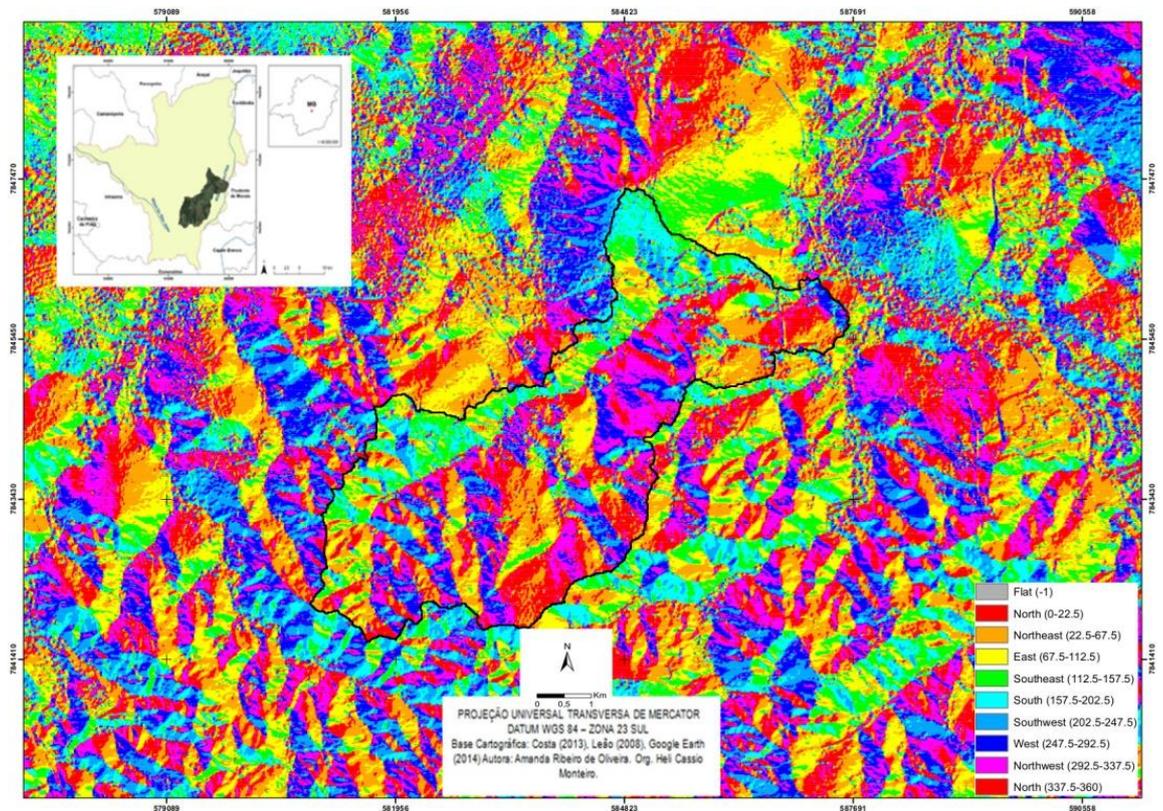
Figura 3 – Modelo Digital de Elevação da bacia do Córrego Marinheiro e entorno



Fonte: Costa (2013). Autora: Amanda Ribeiro de Oliveira. Org. Heli Cassio Monteiro

No mapa de orientação de vertentes (Fig. 4) é possível perceber que a área da bacia do Córrego Marinheiro possui a maior parte das vertentes voltadas Norte e Noroeste na borda leste do Córrego, ao passo que a oeste as vertentes possui um direcionamento sul mas com a área de representação menor se comparada a outra margem.

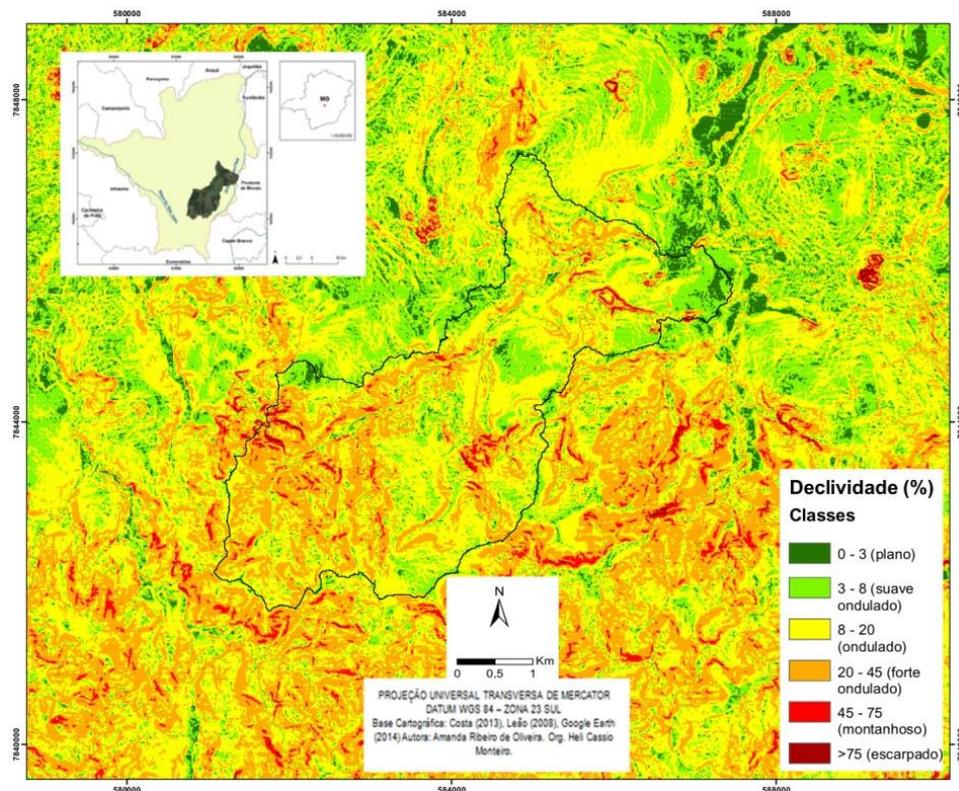
Figura 4 – Mapa de Orientação de vertentes da bacia do Córrego Marinheiro e entorno.



Fonte: Costa (2013). Autora: Amanda Ribeiro de Oliveira. Org. Heli Cassio Monteiro

Quanto a declividade (Fig. 5), a porção sudoeste da bacia possui uma declividade acentuada podendo apresentar até 75% de inclinação. No entanto, ao longo do curso d'água do Córrego e em regiões onde há afloramentos de rochas, a declividade também se apresentou intensa. Nas localidades a norte e nordeste, o relevo se mostra plano com declividade zero em alguns trechos.

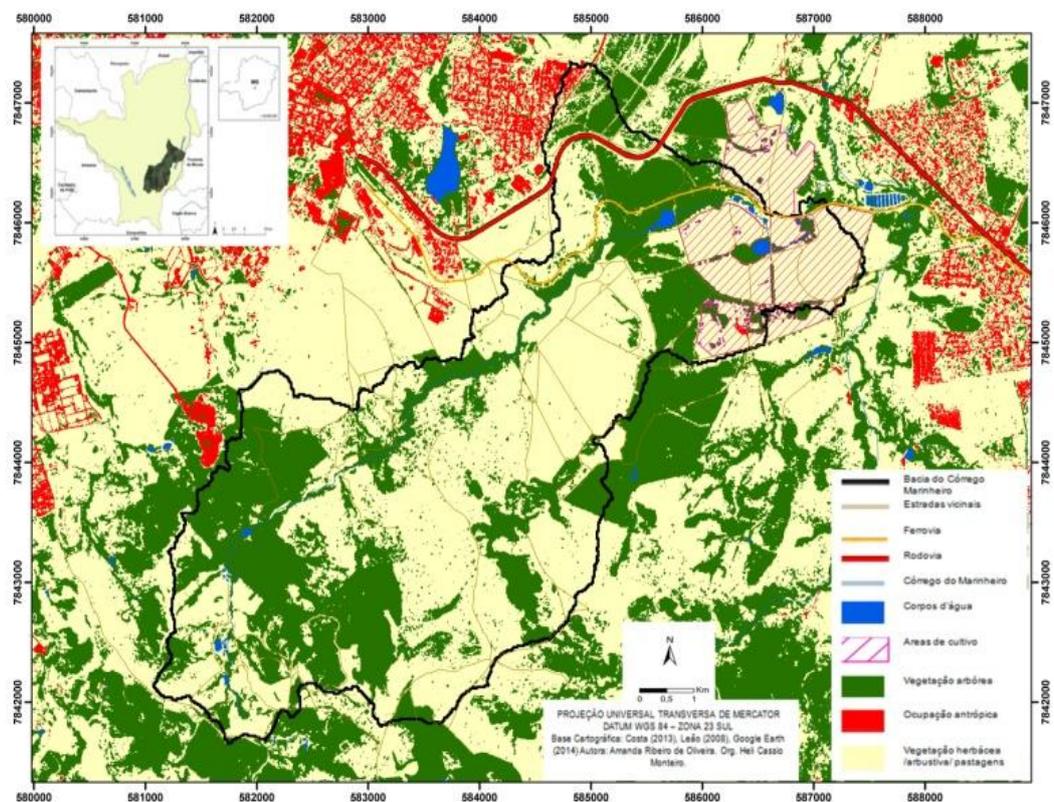
Figura 5 – Mapa de declividade da Bacia do Córrego Marinheiro e entorno.



Fonte: Costa (2013). Autora: Amanda Ribeiro de Oliveira. Org. Heli Cassio Monteiro

No mapa de uso e ocupação do solo (Fig. 6) , as pastagens e a vegetação rasteira cobriram a maior parte da imagem. Contudo, a vegetação de porte arbóreo ainda se faz bastante presente, com áreas predominando ao norte e ao longo do Córrego. Nota-se que a zona urbana tem se aproximado da área da bacia, principalmente ao norte onde a declividade é menor e já se faz presente a área da Embrapa Milho e Sorgo e alguns implementos estruturais como casas e galpões.

Figura 6 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do Córrego Marinheiro e entorno



Fonte: Costa (2013). Autora: Amanda Ribeiro de Oliveira. Org. Heli Cassio Monteiro

Segundo Leão (2008), a flora de Sete Lagoas é marcada principalmente pelo Cerrado e os Cerradões, com matas ciliares e formações densas ao longo dos cursos d'água. Nas elevações da Serra de Santa Helena se concentra grande parte da Floresta Estacional Semidecidual da região, reservada na área de preservação da serra (APA de Santa Helena).

Na área da bacia do Córrego Marinheiro, há uma confluência entre os biomas Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, aspecto biogeográfico comum nas faixas de transição do Brasil de Leste para as regiões internas do país. Especificamente, em Sete Lagoas há uma exuberância clara e definida nas formações densas ao longo dos ribeirões e rios.

Infelizmente, ambos os biomas, Cerrado e Mata Atlântica se apresentam bastante devastados. No caso da Floresta Atlântica, o desmatamento ocorreu desde o início do período colonial com os avanços dos colonizadores para o interior do território. Já no cerrado, a pecuária e agricultura foram os principais fatores de devastação, principalmente no século XX. Estas duas atividades dizimaram gigantescas áreas de mata nativa. Dentro da bacia do Córrego Marinheiro, as diferenças de cobertura vegetal ocorreram principalmente pela retirada das formações vegetais primárias com o desenvolvimento de atividade agropecuárias ao longo do séc. XX.

2.2 Aspectos históricos

A história do município se confunde com a interiorização da ocupação do território brasileiro e dos processos de divisão das antigas sesmarias, as concentrações de terra que influenciam a ocupação agrícola no Brasil até os dias atuais. Nestas divisões, grandes extensões de terras pertenciam à famílias de linhagem colonizadora, nas quais funcionavam práticas econômicas ligadas à agropecuária, ao comércio de produtos primários e a extração de recursos minerais. Com a fim da divisão das Sesmarias, a permanência das grandes faixas de terras e às leis de divisão territorial, o preço da terra muito elevado devia ser negociado com as lideranças publicas, fato que perpetuou no país a existência de grandes propriedades como a Fazenda Sete Lagoas.

A Fazenda concentrava em seu terreno considerável população que deu origem a um povoado, que em 1867 se tornou cidade, com a economia baseada

principalmente nas atividades agropecuárias. A partir das heranças do desenvolvimento tecnológico da primeira e segunda Revolução Industrial na Europa, a chegada das estradas de ferro no final do século XIX no Brasil fez com que a economia da região se tornasse muito mais dinâmica e abrangente, (Azevedo, 1963). O fluxo de recursos, produtos e pessoas estava agora facilitado se comparado aos antigos carros de boi e carroças que faziam as viagens intermunicipais dentro do estado.

A centralidade regional do Município possui relação direta com sua localização geográfica no estado de Minas Gerais. Sendo porta de entrada para o sertão mineiro ao norte, e um ponto de confluência entre culturas, rotas de transporte e características fito-fisionômicas distintas, Sete Lagoas apresenta em um território marcado pela convergência de comércio, serviços e produção da região.

Com a industrialização brasileira se erguendo durante o século XX o município se depara com mudanças estruturais necessárias, a fim de se adequar à nova demanda de espaços e ocupações da terra. Um dos principais fatores para que caracterizam a gênese da dinâmica econômica recente de Sete Lagoas foi a construção do trecho da rodovia federal BR-040 entre Belo Horizonte e Brasília, no final da década de 1950.

A rodovia foi responsável por integrar os polos urbano-industriais do Brasil de Sudeste com o centro político-administrativo do país em Brasília realizado por esta estrutura rodoviária. O desenvolvimento urbano-industrial se intensifica no município de Sete Lagoas com o crescimento metropolitano da capital Belo Horizonte na década de 1960. Até então, Sete Lagoas possuía suas bases econômicas enraizadas em quase sua totalidade nas práticas econômicas do setor primário.

Os incrementos de infraestrutura e a dinamização econômica de Belo Horizonte explica parte da rápida expansão industrial no município de Sete Lagoas, fato que se intensifica principalmente a partir da década de 1990. Neste período, incentivos municipais e federais favoreceram a inserção de unidades fabris de corporações industriais de nível internacional. Com a maior disponibilidade de emprego, crescimento econômico e melhores condições de vida, houve um salto demográfico em vinte anos, entre 1990 e 2000.

O período recente da história de Sete Lagoas marcado pela industrialização e aumento progressivo da população trouxe mudanças significativas no uso de

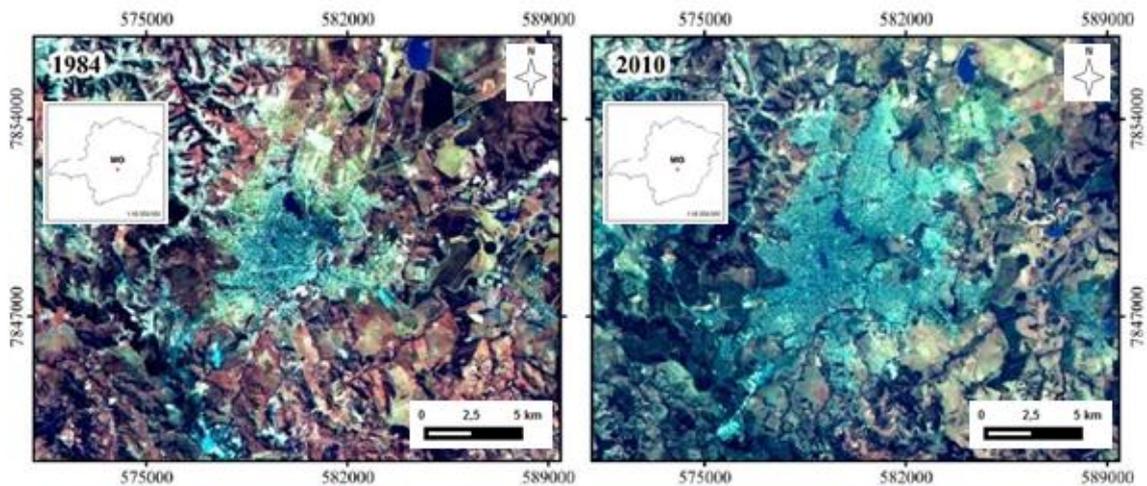
ocupação da terra, Tab. 1. Áreas que antes eram de uso estritamente rural deram lugar a novos bairros e a expansão urbana alcançou as regiões mais remotas do município, Fig. 7. O desenvolvimento econômico que se tornou fator atrativo para o crescimento populacional implica em mudanças e transformações dos setores produtivos, inclusive para a indústria. A proximidade com Belo Horizonte e a presença de uma via de escoamento rodoviário federal foram um dos fatores que fomentaram a expansão industrial na área do município.

Tabela 1 – Crescimento da população de Sete Lagoas entre 1960 e 2010.

ANOS POPULAÇÃO	1960	1970	1980	1991	2000	2010	CRESCIMENTO RELATIVO DA POPULAÇÃO URBANA (%)				
							1960 - 1970	1970 - 1980	1980 - 1990	1990 - 2000	2000 - 2010
URBANA	36271	61204	94604	140125	180785	208.956					
RURAL	5134	5432	6024	3889	4086	5.196	68,7	54,5	48,1	29,0	15,5
TOTAL	41405	66636	100628	144014	184871	214.152					

Fonte: IBGE, 2015.

Figura 7 – Crescimento do núcleo urbano de Sete Lagoas entre 1984 e 2010.



Fonte: Machado, 2012. Org. Heli Cassio Monteiro.

As vias asfaltadas de ligação entre os bairros e as cidades vizinhas, bem como o relevante aumento da população principalmente na segunda metade do Século XX e a ampliação da área construída mudaram o aspecto interiorano da cidade. Sete Lagoas atualmente se firma como polo industrial e possui os desafios de conciliar toda a sua expansão econômica e populacional com a preservação de áreas verdes, como é caracterizada parte da bacia do Córrego Marinheiro.

A importância regional da cidade se dá pelo fato de ser o centro de uma das vinte e cinco regiões administrativas do Estado, além das relações econômicas com o Quadrilátero Ferrífero ao sul (área de grande produção de minério de ferro do Brasil) e a exploração dos calcários do Grupo Bambuí ao norte, (Nogueira, 2003). O setor industrial, incrementado pela existência de empresas como a Iveco do Brasil e Pepsico (dos setores automobilístico e alimentício, respectivamente) e de serviços se destacam como os principais geradores de receita por setor do município, Tab. 2. Assim como no país em geral Brasil, são as empresas de serviços àquelas que produzem o maior volume de recursos.

Tabela 2. Receitas por setor da economia em Sete Lagoas e Belo Horizonte.

Aspecto	Sete Lagoas	Belo Horizonte
Receita do setor Agropecuário - 2013	R\$ 18.983	R\$ 105.163.000
Receita do setor Industrial - 2013	R\$ 2.761.460	R\$ 539.315.998
Receita do setor de serviços - 2013	R\$ 3.040.397	R\$ 1.197.774.001

Fonte: IBGE, 2016.

A receita do setor industrial no município de Sete Lagoas supera com grande diferença a produção gerada pela agricultura, mas não se sobrepõe ao setor de serviços que também define a maior parcela de receitas em Belo Horizonte. O caráter.

2.3 Aspectos climáticos

As características do clima do município de Sete Lagoas são definidas pela ação de vários sistemas atmosféricos que interagem com as múltiplas faces da superfície terrestre na região. Dentre os sistemas, destacam-se os equatoriais e tropicais além dos subtropicais e subpolares. Na superfície, as características de relevo, vegetação e uso da terra são importantes para o controle dos comportamentos climáticos sob a atuação dos centros de ação da atmosfera.

Neste sentido, Leão (2008) identificou em Sete Lagoas, diferenças de comportamento da temperatura do ar entre as regiões mais e menos urbanizadas do município. Esta conclusão foi definida a partir da medição de temperatura e umidade relativa do ar em onze abrigos na área do município bem como uma análise de 35 anos de dados (1970 e 2005) coletados na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada na área rural de Sete Lagoas.

2.3.1 Fatores dinâmicos do clima

Sobre a dinâmica climática de maior escala referente à cidade de Sete Lagoas, são vários os sistemas atmosféricos atuantes diretamente nos tipos de tempo do município. A circulação do ar na América do Sul se dá pelas ramificações celulares tanto de sistemas equatoriais, tropicais e polares. A relevância climática e a determinação temporal de cada um destes sistemas sobre Sete Lagoas depende da estação do ano e o deslocamento da terra em seu movimento de translação. Os principais fatores dinâmicos do clima de Sete Lagoas são o Anticlone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), as Frentes Frias do Atlântico Sul Anticiclone (FFAS) e as massas de ar frio que acompanham as frentes, bem como as linhas de instabilidade ligadas às condições de perturbação atmosférica e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) formada no verão, (Leão, 2008).

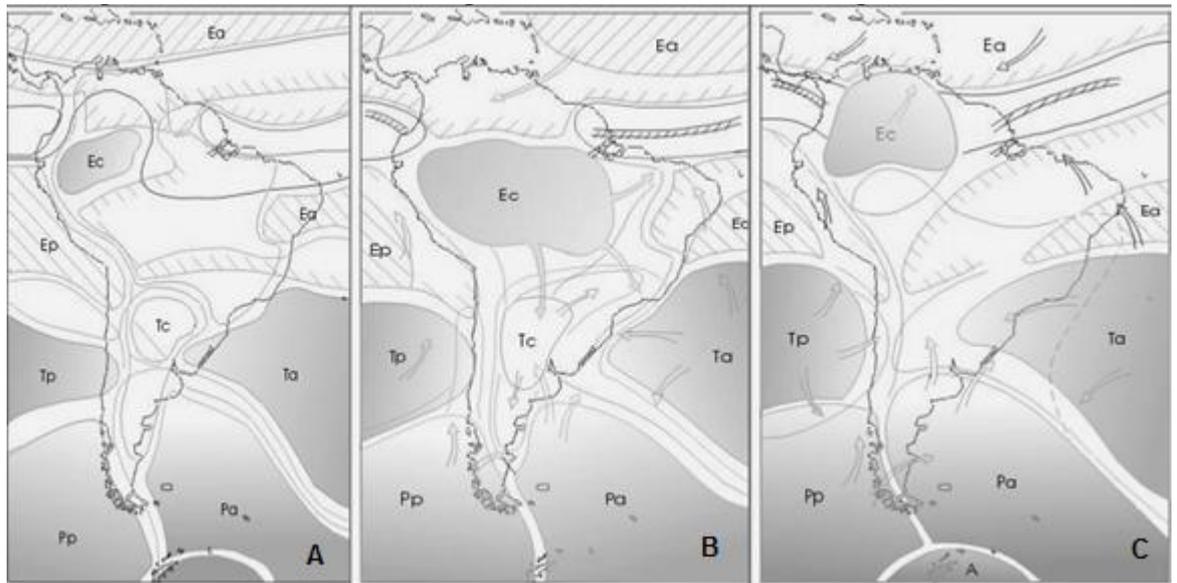
Além destes sistemas, há uma atuação relevante de outros centros dinâmicos da atmosfera que influenciam no comportamento do ar em Sete Lagoas, a exemplo da Massa Equatorial Continental (MEC) e a Massa Tropical Continental (MTC). Tais sistemas são mais intensos no verão, quando as taxas de radiação maiores no hemisfério Sul transformam a atmosfera muito mais instável e propiciam uma maior influência dos centros equatoriais e tropicais nos tipos de tempo dos países que possuem o território contemplado pela faixa intertropical do planeta.

As participações do ASAS e do APAS (Anticiclone Polar migratório do Atlântico Sul), são maiores para a determinação dos tipos de tempo no município de Sete Lagoas durante a estação do inverno (Fig. 8), quando as massas tropicais e equatoriais perdem força em direção ao Brasil de Sudeste devido às condições de menor intensidade de radiação solar do hemisfério Sul. No inverno, há a incidência perpendicular dos raios solares no Tropic de Câncer no hemisfério norte, fazendo com que as massas de ar subtropicais e polares atlânticas apresentem uma maior atuação neste período no hemisfério sul. O avanço destes dois sistemas provoca, por parte do ASAS, condições de estabilidade atmosférica, ao passo que o APAS traz consigo uma massa de ar frio responsável por diminuir as temperaturas.

O ASAS tem o seu fluxo da linha do Equador em direção aos polos. As baixas pressões em superfície na latitude zero são compensadas pela alta pressão atmosférica de subsidência dos ventos nas faixas subtropicais. Como centro dinâmico e móvel que condiciona maiores pressões do ar em superfície, a atuação do ASAS é caracterizada por gerar tipos de tempo estáveis, com céu claro, poucas nuvens e elevada incidência de radiação direta. Sob tais condições atmosféricas o ritmo diário da temperatura do ar e de sua umidade relativa no município de Sete Lagoas tende a sofrer grandes amplitudes.

O ASAS é um sistema atmosférico que causa grande dispersão de umidade, conseqüentemente ele provoca uma menor quantidade de nuvens no céu. A água é um regulador térmico que consegue diminuir as amplitudes de temperatura no meio. Com a atuação deste sistema, as amplitudes térmicas são maiores. Com relação à nebulosidade, as nuvens conseguem reter parte da energia liberada à noite pela superfície do planeta. Em situações de céu com poucas nuvens a perda de energia noturna é rápida e maior, fator que provoca quedas acentuadas da temperatura do ar pela noite.

FIGURA 8 – Sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul, posição média (A); verão (B) e inverno (C).



Fonte: Neto (2005)

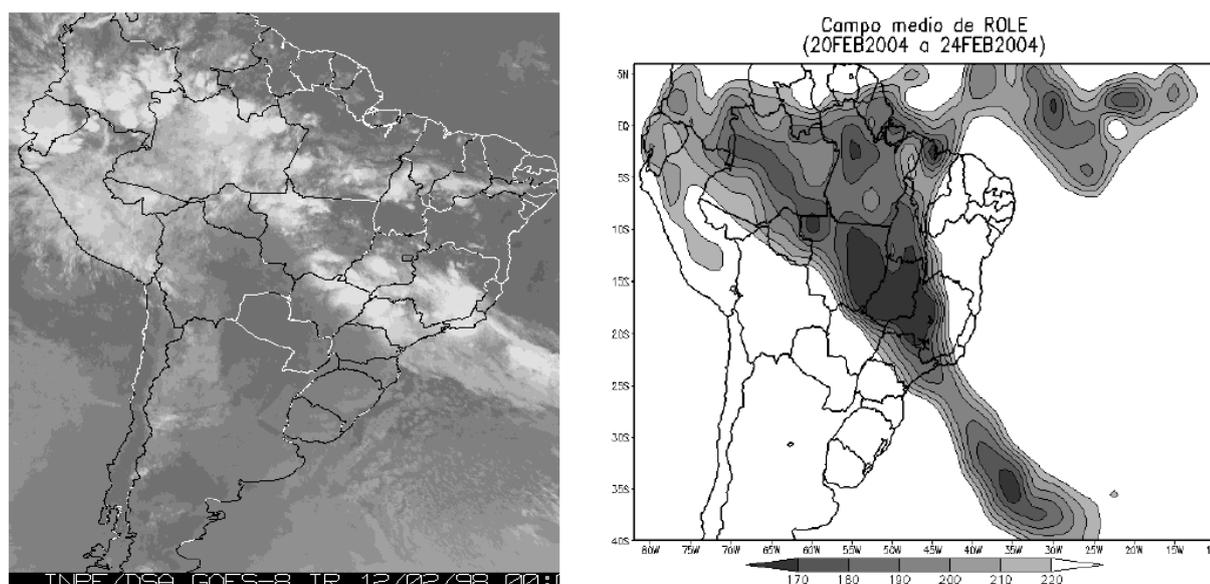
Durante o verão, a atuação do ASAS junto à umidade proveniente da Amazônia com a Massa Equatorial Continental (MEC) e as frentes frias que tentam avançar no território brasileiro faz com que se forme a ZCAS, o sistema que gera os maiores quantitativos de chuva na região Sudeste do Brasil. Nesta zona de convergência de umidade, boa parte do país fica sob atuação de chuvas contínuas relacionadas à presença de nuvens estratificadas o que leva à existência de taxas de saturação da umidade relativa do ar.

De acordo com Neto (2004) A ZCAS se forma a partir de um corredor de umidade da massa equatorial continental, no sentido noroeste/sudeste que sustenta e fortalece a frente em São Paulo e Minas Gerais. São muito comuns neste período, as grandes precipitações de fim de tarde, devido ao aquecimento da superfície durante o dia, a presença de umidade e a formação de nuvens tipo cumulonimbus responsáveis pelas tempestades tropicais no final do dia.

Os fatores de formação da ZCAS são bastante discutíveis e ainda não são passíveis de definição, a não ser pelo consenso quanto a importância da convecção amazônica

A ZCAS (Fig. 9) é um centro climático dinâmico essencial para a recarga hídrica do Sudeste brasileiro, principalmente para as cidades que possuem captação de água realizada por empresas municipais como é o caso de Sete Lagoas e não por sistemas de abastecimentos estaduais.

Figura 9 – Atuação e Configuração da ZCAS.



Fonte: Neto (2005).

No entanto, tais mananciais podem ser afetados quando há períodos de estiagem como os Veranicos, quando há a elevação da temperatura e a queda na precipitação mesmo na estação do verão, justamente a época do ano em que se esperam os maiores quantitativos pluviométricos. Além da queda no abastecimento hídrico, os veranicos podem gerar resultados negativos para a agricultura, por exemplo. A falta de chuvas gera impactos na produção de energia elétrica, tendo em vista que o nível das barragens das hidrelétricas é afetado pela redução pluviométrica comprometendo o funcionamento das turbinas. Somado a isso existem os fatores de o Sudeste ser o maior mercado consumidor de energia elétrica do país e as hidrelétricas fornecerem a maior quantidade de energia elétrica do Brasil.

As linhas de instabilidades ou os prosseguimentos contínuos de nuvens de grande desenvolvimento vertical são comuns no verão, pois dependem de condições de instabilidade atmosférica, altas temperaturas e umidade relativa do ar elevada.

No Brasil, as linhas de instabilidade se formam de oeste para leste, pois dependem das influências diretas da MTC e da MEC. Estas faixas de perturbação atmosférica são importantes para regular o volume pluviométrico anual, contudo, podem oferecer riscos de inundações e enchentes em áreas urbanas, pois geralmente são responsáveis por gerar precipitações intensas em um curto período de tempo.

As FFAS são importantes para o ritmo climático do Sudeste em todo o ano. Durante o verão, as frentes polares em contato com a umidade proveniente da MEC e do ASAS formam a Zona de Convergência do Atlântico Sul. Na estação do inverno as frentes polares avançam em direção à linha do Equador fazendo com que a temperatura caia nas latitudes mais próximas da latitude principal.

A entrada das frentes polares se dá em Minas Gerais no sentido SW-NE, gerando, no inverno, quedas acentuadas de temperatura. As frentes antecedem a atuação das massas de ar frio que se deslocam das latitudes médias e altas em direção ao Equador em um ritmo dinâmico e essencial para regular a temperatura média do planeta.

Assim como os sistemas equatoriais e tropicais se movimentam no sentido norte e sul de acordo com a estação do ano, levando calor para as regiões mais frias; as frentes subpolares seguidas das massas de ar frio são responsáveis por equilibrar esta balança energética quando alcançam as menores latitudes na época do inverno. O contexto de localização intertropical de Sete Lagoas faz com que ocorra a influência de vários sistemas atmosféricos nos tipos de tempo ao longo do ano.

2.3.2 Fatores estáticos do clima

Entre os elementos estáticos que condicionam as características climáticas de Sete Lagoas é possível listar três principais fatores, sendo eles: a continentalidade, a inserção do município na Depressão do Rio São Francisco o relevo marcado pela existência de colinas côncavo-convexas, e por fim, as condições de urbanização do Município.

. No que diz respeito à continentalidade, Sete Lagoas se encontra a 400 Km do litoral brasileiro. A maritimidade e sua influência como reguladora térmica e fornecedora de umidade já não é considerável ou de grande relevância para a

dinâmica climática do município. Os efeitos da continentalidade são perceptíveis nas maiores amplitudes térmicas devido à menor concentração de água responsável por controlar as variações de temperatura.

O ambiente continental afastado dos incrementos de umidade oceânica está muito mais propenso à grandes variações térmicas pois o aquecimento da superfície continental é ligeiramente mais intenso que da superfície oceânica. Isso ocorre devido às distinções de calor específico entre a água e o continente. O calor específico é uma grandeza física que ajuda a definir estas diferenças, pois está relacionada à variação térmica de determinada substância ao receber certa quantidade de calor.

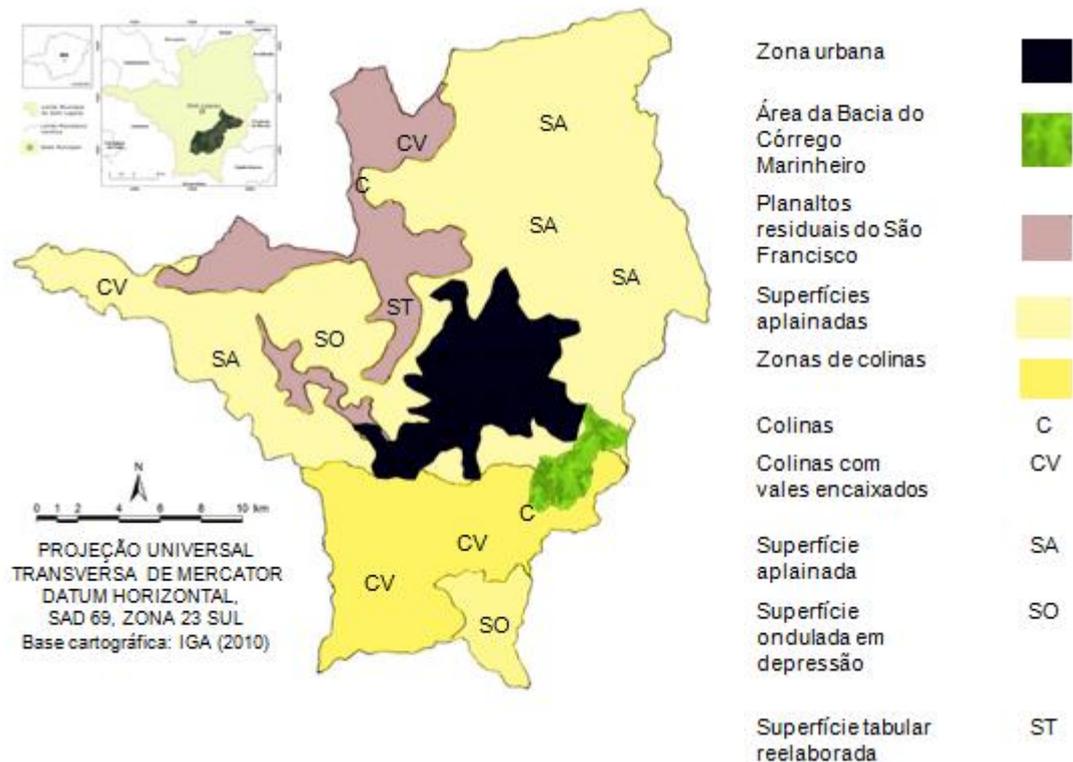
O município de Sete Lagoas está na Depressão do São Francisco em uma região de Graben, predominando colinas com cristas e vales encaixados, bem como as superfícies aplainadas.

A existência da Serra de Santa Helena na porção noroeste do Município além de implicar em uma área de preservação de formações florestais de importância ímpar para a qualidade do ar e manutenção de resquícios da biodiversidade de fauna e flora da região é marcada pela ocorrência de chuvas orográficas, principalmente no verão.

A instabilidade atmosférica, resultado das maiores taxas de radiação solar e a influência das linhas de estabilidade e as convergências de umidade facilitam a formação de nuvens no topo da Serra. A diminuição da pressão atmosférica em altitude provoca a nebulosidade, visível com regularidade no início da manhã, quando a umidade relativa do ar ainda está bastante elevada.

O núcleo urbano da cidade de Sete Lagoas fica situada nas regiões de superfície aplainada da área do município (Fig. 10), ao passo que a bacia do Córrego Marinheiro inclui uma faixa da zona de colinas ao sul, onde estão as maiores altitudes e declividades da bacia e uma porção aplainada ao norte. As elevações associadas a presença da Serra de Santa Helena formam um conjunto de terras altas à oeste do centro urbano.

Figura 10 – Mapa geomorfológico simplificado de Sete Lagoas



Fonte: Souza (2011). Org. Heli Cassio Monteiro.

No hemisfério sul, as vertentes com orientação norte estão mais suscetíveis à maior insolação e intensidade da incidência dos raios solares, o que é correlato para o hemisfério norte, alterando apenas o direcionamento da vertente, pois neste as vertentes que recebem maior insolação estão voltadas para sul.

Segundo Armani (2009), a orientação das vertentes é importante para definir topoclimas, pois podem alterar os valores de irradiância. A convexidade, a morfografia do relevo e a inclinação das vertentes são responsáveis por gerar as diferenças de exposição à energia solar e aos fluxos de ar ditados pela circulação atmosférica de escala sinótica em contato com a rugosidade do relevo.

A urbanização do Município pode trazer influência direta sobre a variabilidade da temperatura, pois há alteração no balanço de energia quando se altera a superfície de contato com a energia solar. As condições sócio-econômicas atuais da cidade Sete Lagoas, caracterizadas por uma prosperidade dos setores industrial, comércio e serviços favoreceu a expansão urbana do município intensificando a

alteração do balanço energético (Q^*) na cidade.

Os elementos constituintes do ambiente urbano, como o asfalto e o concreto, por exemplo, possuem um calor específico muito baixo, o que significa que é necessário uma quantidade de energia menor para se aquecer certa área composta destes materiais em comparação, por exemplo, com superfícies de cobertura vegetal ou com a presença de corpos hídricos. Sendo assim, maiores transformações na superfície natural em virtude das edificações urbanas, fazem com que haja mudanças no comportamento térmico bem como da umidade relativa do ar. O fator urbanização se tornou um elemento estático do clima de extrema relevância no município de Sete Lagoas devido, principalmente ao crescimento acelerado dos espaços urbanos principalmente no final do séc. XX e início do séc. XXI.

Os fatores estáticos que condicionam o clima de Sete Lagoas terão uma relevância maior de acordo com os sistemas atmosféricos atuantes e estação do ano relacionada à intensidade ou não destes sistemas. Sendo necessários portanto, estudos de análise rítmica que possam correlacionar a dinâmica atmosférica de mesoescala com os fatores de superfície.

De acordo com Landau et. al (2011), entre as década de 1960 e 1970 houve um crescimento da zona urbana de Sete Lagoas em cerca de 0,5 Km em diferentes direções. Nas duas décadas subsequentes a extensão se deu com intensidade para a direção norte. Nos anos 2000, diversos conjuntos habitacionais surgiram na porção Nordeste e a ocupação urbana foi acelerada nesta região. Na porção Oeste, aos pés da Serra de Santa Helena foram surgindo ao longo dos anos 1990 implementos imobiliários de padrão elevado. Na direção a leste nas proximidades da Bacia do Córrego Marinheiro surgiram bairros como Esmeraldas II e Santa Maria.

CAPÍTULO 3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Roteiro Metodológico

A Figura 11 sintetiza o roteiro metodológico em três níveis principais de análise. No primeiro momento, os processos básicos de análise para a bacia do Córrego Marinheiro necessitaram de uma definição particular. De um lado os processos ambientais que caracterizam o município e a bacia do Córrego Marinheiro como a geologia, o solo, as formas de relevo, a vegetação e a dinâmica atmosférica foram descritos. Por outro lado estão os implementos sociais como as áreas urbanas e industriais e as zonas agrícolas.

Em segundo lugar foram levados em conta os fatores e controles de superfície que condicionam o comportamento do ar dentro da área da bacia. No que diz respeito às condições naturais os mapas de declividade e orientação das vertentes, bem como a carta hipsométrica foram essenciais para a compreensão do comportamento da temperatura e umidade na área da bacia. Para a análise das influências antrópicas no ritmo climático da bacia, o mapa de uso e ocupação da terra foi ferramenta básica para a identificação de controles climáticos realizados pelo homem na localidade.

O terceiro passo do roteiro metodológico tem relação com a necessidade de identificação dos controles de escala regional e local para o comportamento dos dados históricos oriundos da estação meteorológica de Sete Lagoas.

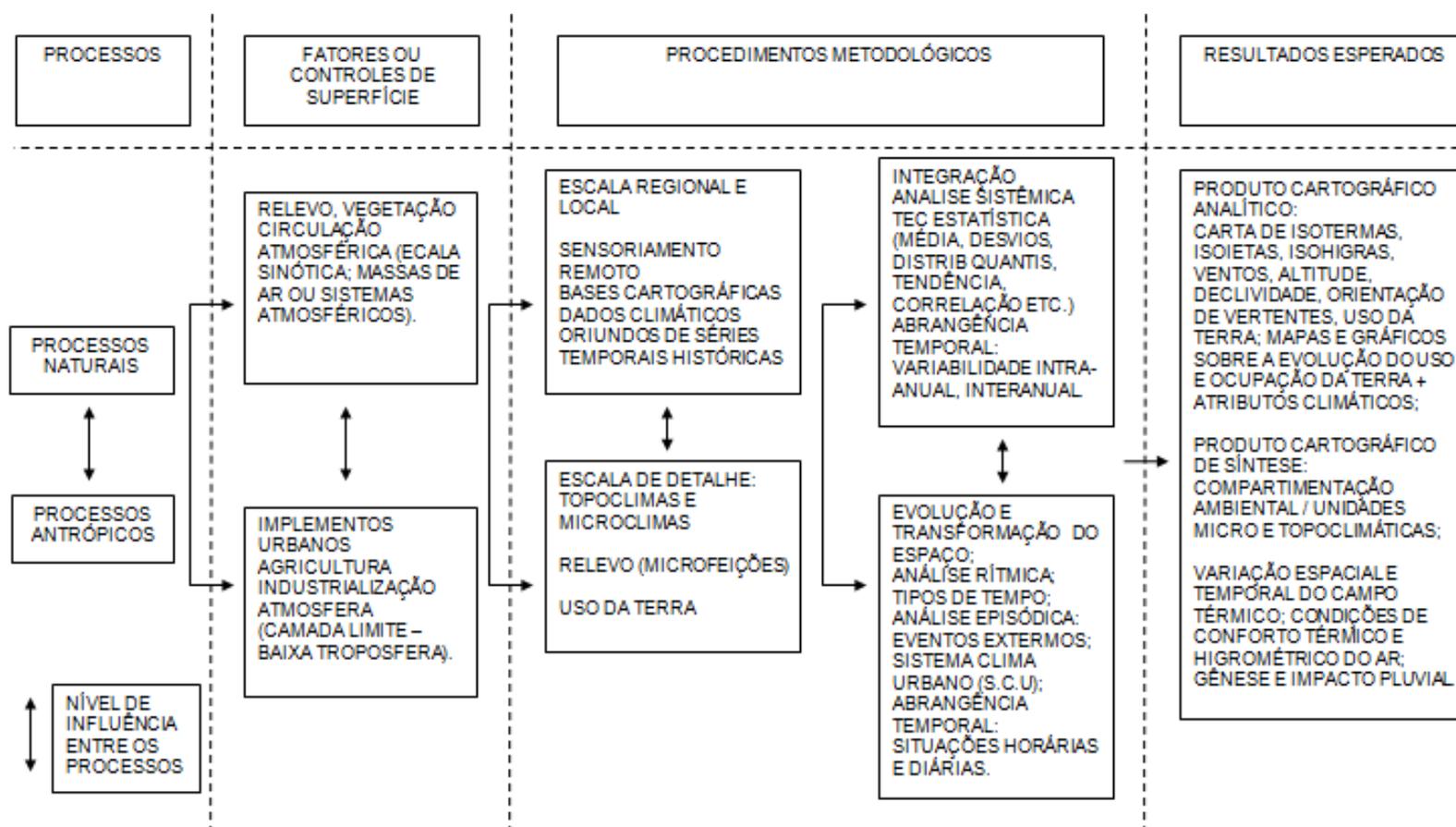
Dentre estes fatores podem ser citados os fenômenos de El Niño e La Niña, as fases quentes e frias da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) assim como a dinâmica dos sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul. Para a definição de controles antrópicos do clima dentro da pesquisa, foram utilizados instrumentos de análise direta de comportamento do ar na baixa troposfera. Sendo eles, a cartografia de detalhe e os dados provenientes de trabalhos de campo.

Entre os resultados esperados está a carta de unidades climáticas na qual está inserida os dados de campo em análise junto às cartas temáticas. A compartimentação ambiental da área em unidades topoclimáticas e microclimáticas aponta os níveis de susceptibilidade da população a determinados processos relativos ao clima dentro da bacia do córrego Marinheiro.

A carta de unidades é um instrumento que busca sintetizar o comportamento do ar nos diversos tipos de ambientes presentes na área estudada. Neste nível de análise há condições especiais tanto de coleta quanto de leitura e interpretação nos quantitativos adquiridos em campo.

Neste sentido, a formulação de uma base cartográfica analítica com os mapas de declividade, altitude, orientação de vertentes, uso da terra é fundamental para a compreensão do comportamento do ar nas escalas inferiores do clima.

Figura 11 – Roteiro metodológico da pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa. Org. Carlos Henrique Jardim e Heli Cassio Monteiro.

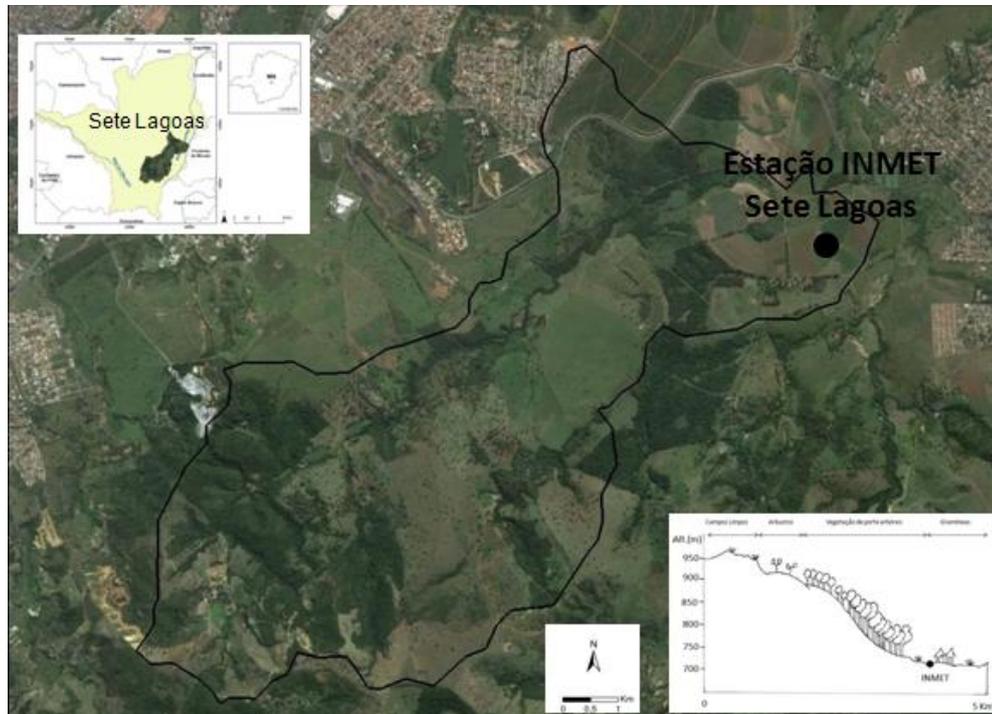
3.2 Análise da série temporal de dados climáticos de longo prazo

A análise dos processos naturais foi realizada a partir da obtenção, descrição e discussão dos dados meteorológicos junto à interpretação das cartas hipsométricas, inclinação e declividade das vertentes e de cobertura vegetal.

3.2.1 Dados Meteorológicos

Esta parte dos materiais e métodos diz respeito à análise dos processos naturais: a caracterização geral da área de estudo a partir das informações sobre o clima. As informações meteorológicas utilizadas são provenientes da Estação Convencional de Sete Lagoas (Fig. 12), sob a responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia INMET (2015)² - (Instituto Nacional de Meteorologia) situada na Fazenda da Embrapa nas coordenadas 19.485278° S / 44.174167°. A estação fica em uma área de campo aberto em relevo plano com a presença de vegetação rasteira.

Figura 12 – Localização da Estação do INMET na bacia do Córrego Marinheiro.



Fonte: Costa (2013). Autora: Amanda Ribeiro de Oliveira. Org. Heli Cassio Monteiro

² Os dados históricos da pesquisa foram obtidos mediante disponibilidade de informações do site do INMET e arquivos da Embrapa Milho e Sorgo fornecidos na pessoa do pesquisador Dr. João Herbert Moreira Viana.

Com os dados em mãos foi observado que na sequência destas informações existiram problemas, como a falta de dados em alguns meses, principalmente no período inicial entre os anos de 1926 e 1929, bem como algumas variações incomuns dos elementos em períodos curtos de tempo. Foi delimitado o período de tempo entre 1930 e 2013.

Os dados entre os anos de 1930 e 2013 disponíveis foram os de: temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa máxima e mínima do ar, precipitação, pressão atmosférica e ventos. Nesta pesquisa houve um direcionamento para os dados de temperatura, umidade e precipitação.

A sequência histórica de 83 anos permite a realização de análises de correlação e tendência entre os elementos climáticos. A análise de correlação envolve uma perspectiva de associação entre variáveis, o que não significa uma interação de causa e efeito, mas a presença de um nível de interpretação dialético entre processos concomitantes. Para a compreensão da correlação entre elementos é possível usar um plano cartesiano com um gráfico de dispersão ou mesmo analisando uma linha de tendência.

As medidas de tendência no caso da pesquisa foram realizadas a partir das médias anuais da temperatura, umidade e precipitação. A média de dados brutos é um elemento básico da análise de tendência central se dá pela seguinte fórmula:

A partir da média é possível estabelecer, para uma série temporal como a utilizada, a tendência de comportamento para algum elemento ou aspecto ambiental. Através do tabelamento e a constituição de gráficos no software Excel 2007, foi estabelecida uma análise descritiva do comportamento dos elementos climáticos.

3.3 A produção dos dados de campo

Os materiais que envolvem o levantamento das informações referentes aos processos antrópicos que trouxeram alterações para a dinâmica climática de Sete Lagoas, especificamente da bacia do Córrego Marinheiro são analisados neste caso, levando em conta os dados obtidos em campo, a carta de uso e ocupação da terra e as informações referentes ao processo de urbanização do município entre o final do séc. XX e início do séc. XXI.

Para esta análise, os dados dos processos naturais são também

discutidos, pois os efeitos antrópicos no comportamento dos elementos climáticos dependem de características ambientais que controlam a dinâmica destes elementos. Sendo assim, a análise dos processos antrópicos está separada dos processos ambientais apenas para vias de prosseguimento e descrição do método a ser utilizado. Nas práticas tanto de pesquisas de campo, quanto de análise de dados, os dois processos são levados com conta de maneira mútua e completamente dialética.

Os dados obtidos em campo foram coletados entre os dias 08 de Abril de 2015 até o dia 14 de Junho do mesmo ano, figurando pouco mais de dois meses de informação. O período foi escolhido devido às condições de outono/inverno que é marcada a sucessão de tipos de tempo com estabilidade atmosférica, o que favorece análises das variações de temperatura e umidade. Os meses de coleta representam a estação de transição entre o período mais quente e úmido do ano (verão) e os meses mais frios e secos (inverno) para a região. Sendo assim, houve a possibilidade de abarcar um número maior de tipos de tempos (condições estáveis e instáveis).

A coleta de dados de umidade e temperatura na bacia do córrego do marinho seguiu critérios de localização que já foram utilizados nas pesquisas topoclimáticas e microclimáticas realizadas em outras localidades do estado de Minas Gerais, a saber, o Parque das Mangabeiras em Belo Horizonte com o estudo de Machado, Monteiro e Bastos (2011), o Parque Nacional da Serra do Cipó; Marra et al. (2014) e a estação ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, Jardim e Monteiro (2014). Em ambos estes espaços os critérios de instalação dos abrigos seguiram a seguinte ordem:

- Diferenças nos constituintes da superfície terrestre: cobertura vegetal e uso da terra.
- Variações altimétricas: fundos de vale, topos de morro e média vertente.
- Viabilidade de instalação dos abrigos meteorológicos.

Segundo Ribeiro (1993), nesta escala os registros devem ser realizados a partir de instrumentos adequados e de relativa precisão e que estão preparados para realizar medidas em escalas temporais de horas e até minutos.

Os dados utilizados nos estudos topoclimáticos devem ser gerados a partir de estações não convencionais, fixas ou móveis, com o intuito de elaborar transectos e perfis geocológicos. As observações precisam ser episódicas e em escala horária.

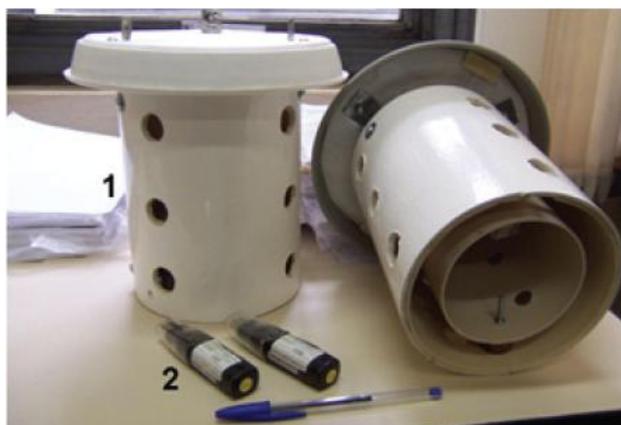
Alguns aspectos são básicos para a elaboração de análise neste nível escalar como dados de balanço de energia e transferência de umidade do sistema solo-planta-atmosfera sempre em uma perspectiva de variação diurna e noturna do tempo.

A tomada dos dados de temperatura do ar e umidade relativa foi realizada utilizando-se quatro sensores (registradores automáticos tipo *data-loggers*, modelo *Icel HT 4000*) que medem de forma contínua (de 30 em 30 minutos) a temperatura e a umidade relativa do ar.

Cada aparelho foi envolto por uma proteção feita em plástico do tipo PVC, que possui 22 cm de comprimento e uma largura de 15 cm. Essa proteção possui dois compartimentos: um externo com um PVC de 19 cm de altura e 15 cm de largura, e um interno com PVC de 19 cm de altura e 10 cm de largura, ambos com doze furos de 2 cm cada, equidistantes um do outro. Na parede interna do PVC maior existe uma camada de material isolante (espuma de E.V. A).

Na parte posterior dos abrigos foi feita uma tampa protetora, também de plástico, que serve para abrigar o sensor da radiação e para fixar os suportes que seguram o aparelho. O semi-confinamento dos sensores se deve ao fato de que o abrigo precisa evitar ao máximo a formação de um microclima na sua parte interna. Para isso os furos de 2 cm e as aberturas inferiores e laterais ao teto são importantes, pois ajudam na circulação do ar dentro do abrigo, figura 13.

Figura 13 – Abrigos para o confinamento dos sensores (1); Sensores de coleta de dados (2).



Fonte: Carlos Henrique Jardim.

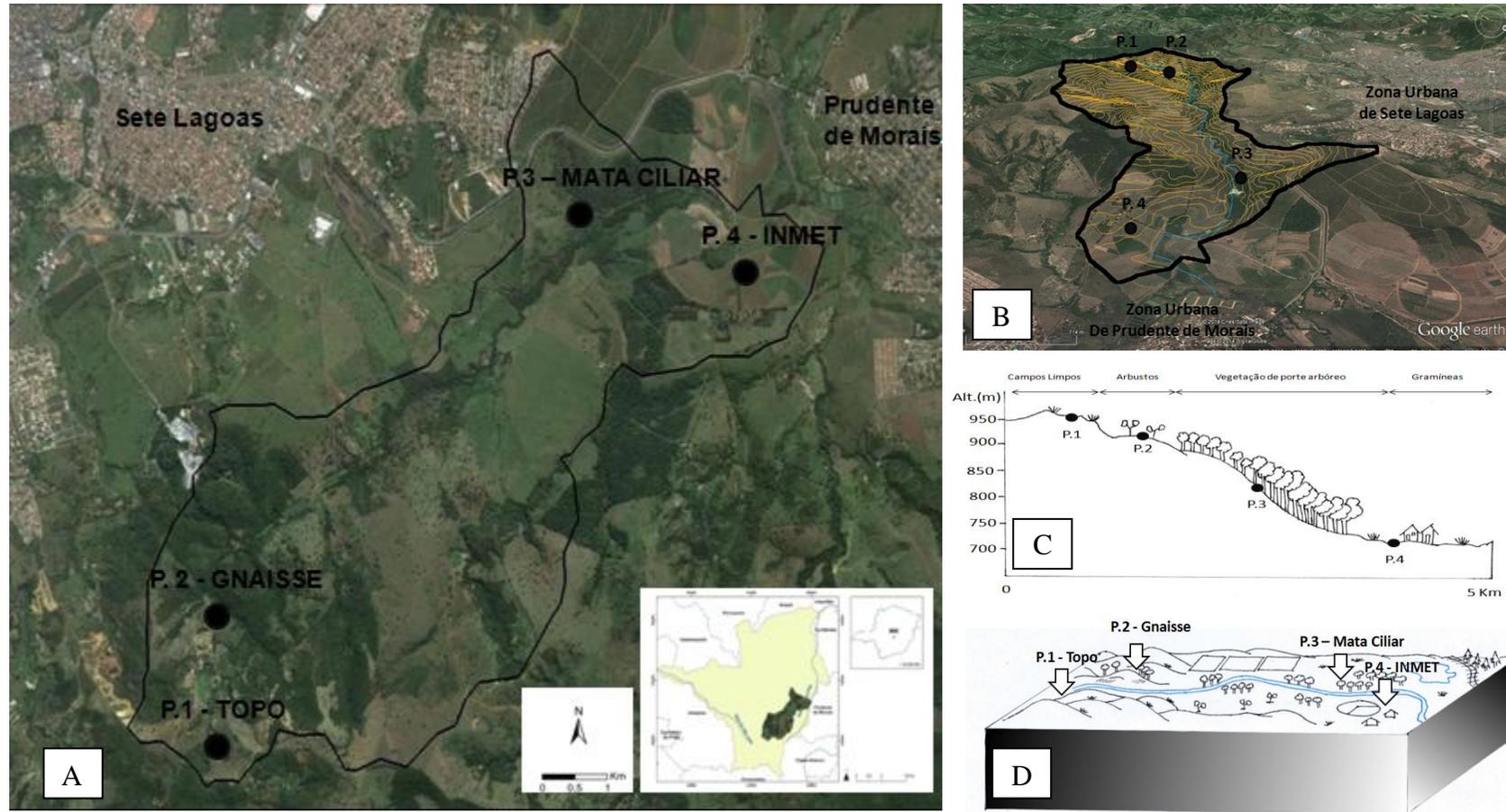
Os sensores foram aferidos junto aos dados da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na Pampulha situada no Município de Belo Horizonte. Os abrigos foram dispostos a uma altura de aproximadamente 1,5 m e fixados em pedestais e arvores, nas áreas escolhidas, quadro 1 e figura 14.

Quadro 1 - Localização e caracterização dos pontos de coleta

Ponto	Posição Geográfica		Altitude (m)	Características
1	19°. 51' S	44°. 21' E	930	Topo de morro, com campo aberto e presença de poucos arbustos. Utilizado como área de pastagem.
2	19°. 51' S	44°. 21' E	912	Média vertente em mata ciliar com a presença de curso d'água e formação granítica aflorante na superfície.
3	19°. 50' S	44°. 22' E	805	Baixa vertente com formação semidecidual densa e próxima a curso d'água. Condições de sombreamento e superfície com serrapilheira.
4	19°. 49' S	44°. 20' E	719	Campo aberto em área de planície com vegetação rasteira e sem arbustos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 14. Localização dos pontos de medição na área da bacia do Córrego Marinheiro (A). Perspectiva em três dimensões da bacia (B). Perfil topográfico e geocológico dos pontos de medição (C). Bloco diagrama simplificado da área da bacia (D).



Fonte: Mapas: Costa (2013); autora: Amanda Ribeiro de Oliveira. Org. Heli Cassio Monteiro.
 Perfil e bloco: autor: Heli Cassio Monteiro

Para a análise dos dados coletados em campo foi necessária a tabulação e tratamento estatístico dos dados meteorológicos. Os dados coletados foram manuseados no software *Microsoft Excel 2007*, utilizando a tabela de correção para dados horários, obtida a partir da aferição dos sensores na estação automática da Pampulha. Esta análise levou em conta a concepção rítmica de Monteiro (1971) para séries temporais.

Segundo Monteiro (1971) a sucessão dos tipos de tempo determina uma dinâmica climática onde se espera o retorno dos elementos atmosféricos aos mesmos estados e também a interação destes elementos com os outros aspectos ambientais do meio.

É necessário, portanto, compreender como se sucedem os tipos a partir da evolução dos sistemas atmosféricos no tempo e espaço, bem como avaliar concomitantemente os fatores de ordem estática que influenciam o comportamento destes elementos.

As cartas sinóticas Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil (2015), bem como as imagens de satélite disponibilizadas pelo CPTEC/INPE (2015) formam o banco de dados para a análise das condições de sucessão de tipos de tempo que ocorreram durante as medições em campo. Com tais documentos em mãos é possível delimitar quais foram os principais controles atmosféricos que constituíram os tipos de tempo durante as medições.

A análise rítmica apontada por Monteiro (1971) constitui o arcabouço teórico deste procedimento, pois nela é preciso avaliar as sequências de tipos de tempo buscando a correlação entre o comportamento das variantes climáticas com a dinâmica atmosférica para um determinado período.

Os fatores estáticos são essenciais para a variação no comportamento das variáveis climáticas, pois favorecem pelas condições locais, uma diversidade rítmica facilmente distinguível pela diferença de comportamento entre os dados. No entanto, é preciso compreender através de um mapeamento sistemático a caracterização dos fatores estáticos.

Para a identificação, leitura e discussão dos fatores climáticos estáticos e qual seu nível de atuação como direcionadores da dinâmica da baixa atmosfera presente na área da bacia, foi realizado a aquisição de bases cartográficas e a construção de mapas temáticos da região da bacia do córrego Marinheiro.

Assis (2010) em pesquisa sobre a evolução do clima de Belo Horizonte - MG afirma que os fatores estáticos altitude e relevo são de grande importância no controle no comportamento dos elementos climáticos na cidade. O mapeamento destes aspectos é fundamental para a compreensão dos diversos comportamentos.

3.3.1 Análise da série temporal de dados climáticos de curto prazo

Os dados de campo foram analisados em primeiro momento de acordo com as técnicas de estatística descritiva, basicamente a partir dos instrumentos de tendência central, especificamente os cálculos de média horária, diária e mensal para cada abrigo instalado em campo.

A partir das médias diárias e sua associação com os sistemas atmosféricos atuantes durante os dias de medição foi possível construir uma aproximação da análise rítmica proposta por Monteiro (1971):

O ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidade de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora de estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo. Monteiro (1971, pg. 9)

Para a identificação dos sistemas atmosféricos foi preciso acessar as imagens de satélite da América do Sul disponíveis no sítio eletrônico no CPTEC/INPE³. Tais imagens são provenientes do sensor GOES e apresentam boa resolução para a identificação de nuvens e sistemas mesoescalares. Além das imagens, foram utilizadas as cartas sinóticas da Marinha do Brasil. As cartas sinóticas são essenciais para a localização dos centros de alta e baixa pressão que influenciam nos tipos de tempo da América do Sul.

Foram selecionadas situações horário-diárias dentro da sequência temporal que apresentaram maiores correlações com a dinâmica atmosférica, principalmente nos períodos de tempo estável e seco, no qual os topoclimas e os microclimas se apresentam com maior relevância. Em tipos de tempo instáveis e com bastante nebulosidade, a tendência é que ocorra uma

³ O sítio eletrônico do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais foi consultado no dia 15 de Junho no link que remete ao banco de dados de imagens de satélite: <http://satelite.cptec.inpe.br/home>.

massificação no comportamento dos elementos climáticos, mesmo em espaços distintos, a exemplo de uma área florestal e uma clareira.

Baseado no trabalho de Azevedo (2001) com o intuito de ampliar a discussão em torno dos dados de curto prazo, foi realizada uma análise do comportamento dos elementos de acordo com os dias da semana e relacionada ao crescimento das atividades humanas no entorno da área onde o sensor está instalado. O objetivo neste caso é identificar o ritmo das atividades humanas. As médias diárias foram estruturadas em dois períodos temporais.

Em primeiro lugar foi analisada a série antiga de dados, entre os anos de 1930 e 1940. Na série antiga o município de Sete Lagoas ainda com o urbanismo ainda muito incipiente, possuía grande parte do seu território e população ligados às práticas agrícolas como fonte de produção econômica interna.

Em segundo lugar, a série recente compreendeu os anos de 2000 e 2010, nos quais o Município já tinha se estabelecido como polo regional e apresenta uma economia de maior dinamicidade. Neste período as transformações espaciais que levam à alteração dos elementos de uso e cobertura da terra além da alteração no balanço de energia e albedo são mais intensas se comparadas à série antiga.

3.3.2 Elaboração das cartas analíticas

Para a elaboração do material cartográfico foram utilizados os softwares Arc Giz 10.1 e QGiz. 2.4. Através destas bases cartográficas em escala detalhada (amplitude de curvas de nível de 12 m) foi possível elaborar as cartas temáticas da região da bacia do Córrego Marinheiro. Os mapas de declividade, orientação de vertentes e hipsométricos foram elaborados com base em um Modelo Digital de Elevação proveniente do Centro Aeroespacial Alemão (DRL), Wessel (2013)⁴. A partir da base cartográfica disponível, foi possível organizar os mapas de acordo com a necessidade da pesquisa. Para a organização foi utilizado o editor de imagens GIMP 2. Os recursos oferecidos por este software permitem o tratamento dos mapas com o uso de filtros que

⁴ O referido projeto é o PROPOSAL ID: IDEM_HYRR0093 "Tandem – X derived DEM applied to the modelling at a small rural catchment and impact assessment of urbanization on its water quality" www.dlr.de/HR <http://tandem-science.dlr.de>

podem ressaltar os aspectos relevantes para a análise. Cada mapa apresenta sua impressão na identidade das unidades climáticas, pois representam os fatores climáticos presentes dentro da bacia. Assim como discutido e apresentado por Armani (2009) as cartas estão apontados de acordo com o nível de interação com a atmosfera.

O mapa de altitude apresenta os níveis hipsométricos dentro da bacia e é fundamental para a compreensão do comportamento atmosférico na localidade. A altitude é um dos controles mais discutidos em clima. Sua influência talvez seja umas das mais intensas para se caracterizar climaticamente uma área. Trabalhos como o de Geiger (1990) e Tarifa (2002) confirmam a relevância de tais fatores para a classificação e definição de climas específicos.

Armani (2009) afirma que esta carta é importante para a diferenciação altimétrica entre locais de maior ou menor exposição aos ventos superiores, fluxos advectivos e os processos de aquecimento ou resfriamento adiabático. A definição geral para o gradiente adiabático seco, em torno de $0,6 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ e acima do nível de base, ajuda a identificar as variações de temperatura da área de estudo.

Na pesquisa foi utilizado o intervalo de 30 m para a identificação das cotas altimétricas, tendo em vista que a partir deste valor foi possível definir a caracterização hipsométrica geral para toda a bacia.

3.3.3 Elaboração da carta de unidades climáticas

Com os dados analisados e já estruturados em gráficos e tabelas juntamente com as cartas de relevo uso da terra foi possível gerar a carta de unidades climáticas, contendo a síntese do clima na área da bacia do Córrego Marinheiro. Nesta carta os elementos climáticos (temperatura e umidade relativa) e os fatores (relevo, uso da terra e sistemas atmosféricos atuantes) foram representados por meio de unidades contínuas no terreno, apontando as áreas de características topoclimáticas e microclimáticas que existem na área de estudo.

Para a construção da carta de unidades climáticas foi utilizado a base cartográfica existente, em especial o mapa de declividade, que visualmente apresenta com melhor clareza as feições do relevo. O software utilizado para

as modificações no mapa de declividade e a delimitação da área, assim como a inserção de informações textuais, foi a plataforma de tratamento de imagem GIMP 2.

Para a elaboração da carta de unidades, será realizada a análise dos dados de acordo com as propostas de Bertrand (1972) e Christofolletti (1999), que sugerem: a integração entre os componentes e não a superposição deles; o estudo da dinâmica própria dos componentes e das unidades, e as propriedades novas ou emergentes do sistema que não existem no nível dos componentes individuais.

As ferramentas de construção foram voltadas para a interpretação das cartas e da imagem de satélite da bacia ao invés de gerar processamentos em plataformas SIG. Tais ferramentas interpretativas são basicamente a leitura e análise espacial a partir da inter-relação de informações e da continuidade espacial de elementos da superfície. A sobreposição neste caso não foi realizada por meio da interpolação ou por camadas vetoriais em softwares, mas pela interpretação das imagens de satélite e as cartas temáticas. A continuidade espacial dos ambientes presentes pode ser vista pelos aspectos apresentados nos diversos tipos de uso da terra, a exemplo, pasto, floresta, edificações, estradas e vegetação arbustiva.

Tanto a inter-relação de informações quanto a continuidade espacial dos aspectos das superfícies necessitam de uma análise conjunta com os dados gerados em campo, Tarifa (2002) discute que ao assumir a relação existente entre os atributos e controles climáticos, a análise topoclimática e microclimática entende que o espaço apresenta o resultado entre o processo de interação atmosfera e a superfícies e o ritmo no comportamento dos elementos climáticos, produzindo as unidades ou identidades climáticas.

O trabalho de campo contribui para a interpretação direta dos mapas e imagens, pois com as observações de campo foi possível relacionar os elementos de superfície identificados no gabinete e que forneceram a base cartográfica para a delimitação das unidades climáticas com a sua disposição real no espaço.

CAPÍTULO 4 - Análise e discussão dos resultados

4.1 Análise temporal dos dados históricos

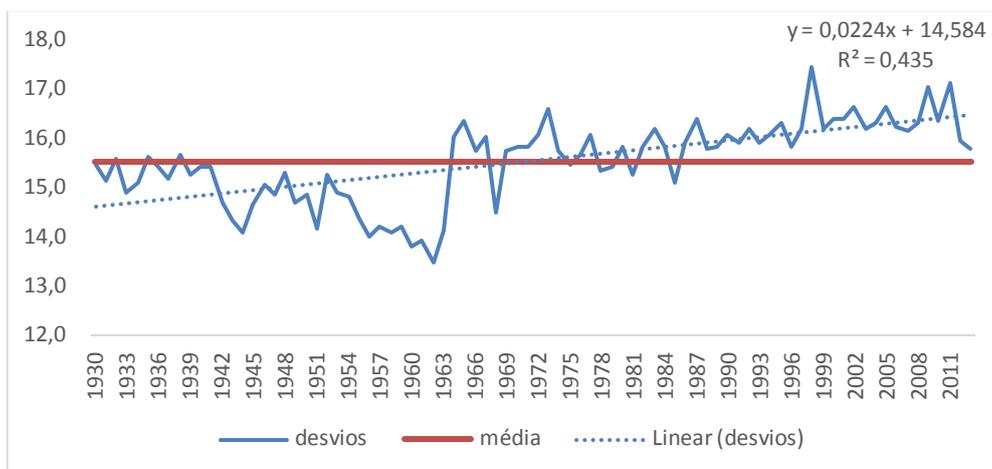
A sequência temporal dos dados históricos apontaram tendências gerais de aumento tanto para a temperatura mínima quanto para máxima, respectivamente em 1,4°C e 1,8°C, embora os índices de correlação (R^2) mostrem-se relativamente baixos (0,4). Essas variações guardam estreita relação com fenômenos de macroescala, notadamente as fases de aquecimento e resfriamento do oceano Pacífico (Oscilação Decadal do Pacífico - ODP).

A maior parte da tendência geral de aumento detectado na série desde 1930 está inserida nesse processo, conduzida principalmente pela última fase quente da ODP, com início em 1963 e de forma mais pronunciada a partir de 1973. Por outro lado, os valores de tendência verificados fornecem indícios de que a participação antropogênica pode ser explicada, em princípio, pelas alterações nos componentes do balanço de radiação causado pelo desmatamento e substituição da paisagem natural por componentes antrópicos (pastagens, agricultura, urbanização etc.).

De acordo com Landau et al. (2011) o crescimento da área urbana da cidade de Sete Lagoas se dá através de 2 Km² por mil habitantes a cada ano, o que aproxima esta expansão em cerca de 70 Km² nos últimos 20 anos. Junto ao crescimento da população, várias indústrias migraram para o município neste período, como a Iveco em 2000 e a Ambev em 2008.

Entre 1939 e 1962 verificou-se tendência de queda nas temperaturas mínimas ($R^2 = 0,5$), Fig. 15, invertendo essa situação partir de 1963 até o máximo em 1998 (14,1°C e 17,4°C; $R^2 = 0,2$).

Figura 15 - Variabilidade da temperatura mínima (°C) em Sete Lagoas (1930-2013).

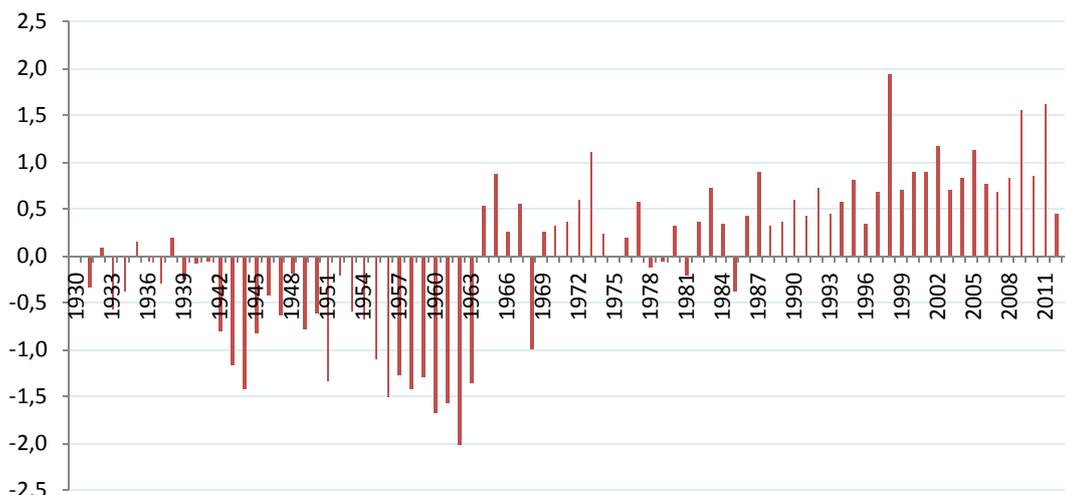


Fonte: INMET (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

Segundo Molion (2005) entre os anos de 1954 e 1956 foi identificada a ocorrência de um episódio de La Niña considerado de intensa magnitude. Nos dados analisados houve queda nas temperaturas médias anuais nesse período (figura 8).

Em 1954 houve redução na média anual da temperatura mínima de 0,9°C, partindo de 15,5°C para 14,6°C. A queda, apesar de não muito acentuada, apontava diminuição que chegaria aos 1,5°C em 1956, ano no qual a média anual foi de 14,0°C. O evento parece ter desencadeado um breve período de resfriamento, pois a temperatura mínima seguiu em queda até o ano de 1962, quando o desvio das médias foi de -2,0°C, sendo o desvio negativo (resfriamento) de maior relevância na série (Fig.16).

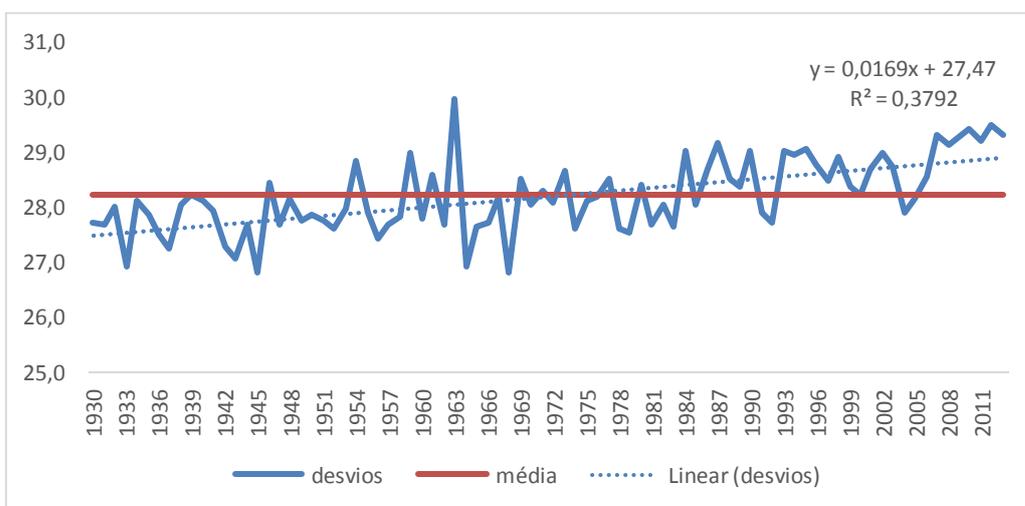
Figura 16 - Desvios da temperatura mínima (°C) em Sete Lagoas (1930-2013).



Fonte: INMET (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

No mesmo período a temperatura máxima oscilou de 28,8°C em 1954 para 27,4°C em 1956, Fig. 17. Como dito anteriormente, na ocorrência de um evento de La Niña, há diminuição das temperaturas na região sudeste do Brasil. Segundo Molion (2005) tal fenômeno reforça as baixas temperaturas das águas do Pacífico oriental na costa oeste da América do Sul a partir do fortalecimento dos ventos alísios que enfraquece os bloqueios atmosféricos que inibem o avanço de frentes frias no país.

Figura 17 - Variabilidade da temperatura máxima (°C) em Sete Lagoas (1930-2013).

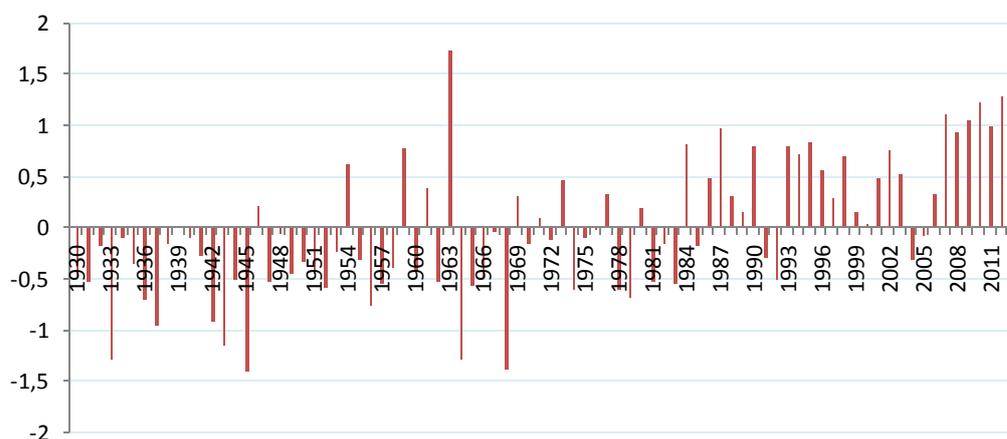


Fonte: INMET (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

O ano de 1963 foi marcado pela atuação de um El Niño de baixa intensidade, mas que trouxe consequências diretas para o comportamento da temperatura. Em razão disso, o ano de 1963 foi o que apresentou a maior variação positiva da temperatura máxima, com 29,9°C em relação à média anual que foi de 28,2°C. Esse ano também marca o maior desvio da temperatura máxima na série, com 1,7°C de aquecimento (Fig. 18).

Este evento de El Niño pode ter sido a causa da maior redução pluviométrica presenciada no município e em todo estado de Minas como atestado por Embrapa (2011) e Assis (2010). O ano de 1963 foi o mais seco da sequência (463,9 mm).

Figura 18 - Desvios da temperatura máxima (°C) em Sete Lagoas (1930-2013).



Fonte: INMET (2015). Organização: Heli Cássio Monteiro.

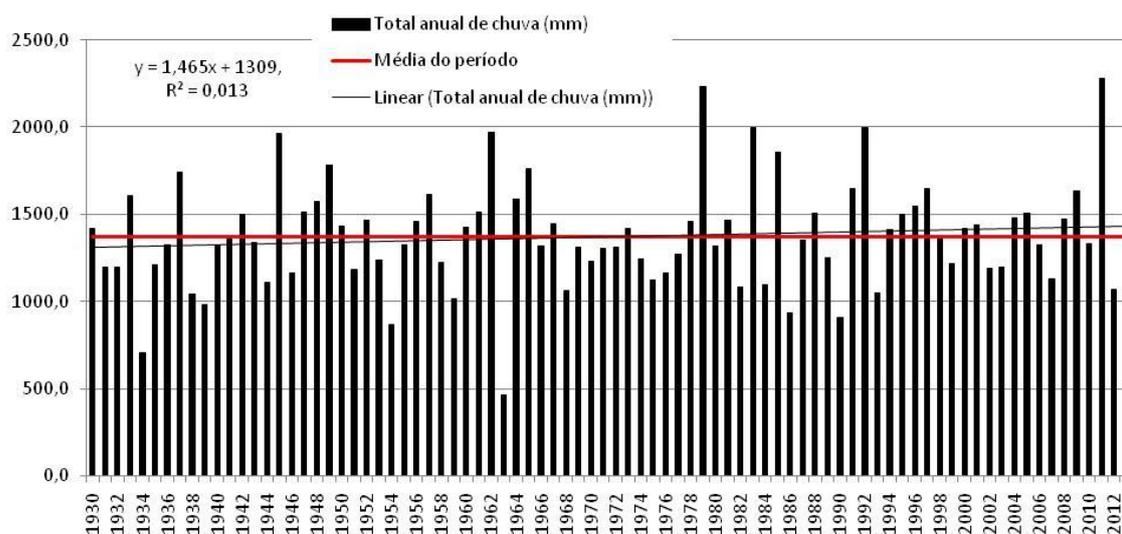
No que diz respeito à precipitação (Fig. 19), o valor de correlação (R^2) aplicado à distribuição temporal das chuvas não mostrou valor significativo (0,013). As chuvas geralmente não seguem padrões de comportamento definidos (estocásticos) e sua gênese, embora guarde relação com fatores locais, evidencia relação mais direta com controles atmosféricos de mesoescala (massas de ar, correntes oceânicas etc.).

Em Belo Horizonte e em todo o estado de Minas Gerais foi identificado um comportamento das chuvas semelhante no ano de 1963, no qual a precipitação registrada pela estação de Sete Lagoas foi de apenas 463,9 mm. Assis (2010) identificou em Belo Horizonte o quantitativo de 497,5 mm para o

mesmo ano. Percebe-se na sequência temporal, que a média de precipitação sofreu um pequeno aumento, apesar das variações presentes no período. Em 1979, por exemplo, foram registrados 2.233,9 mm de precipitação.

Houve uma queda na precipitação em Sete Lagoas entre 1998 e 2000, o que pode ser reflexo da atuação de uma dos eventos de El Niño de maior intensidade registrado nos últimos anos.

Figura 19 - Totais anuais de chuva (mm) em Sete Lagoas (1930-2013).



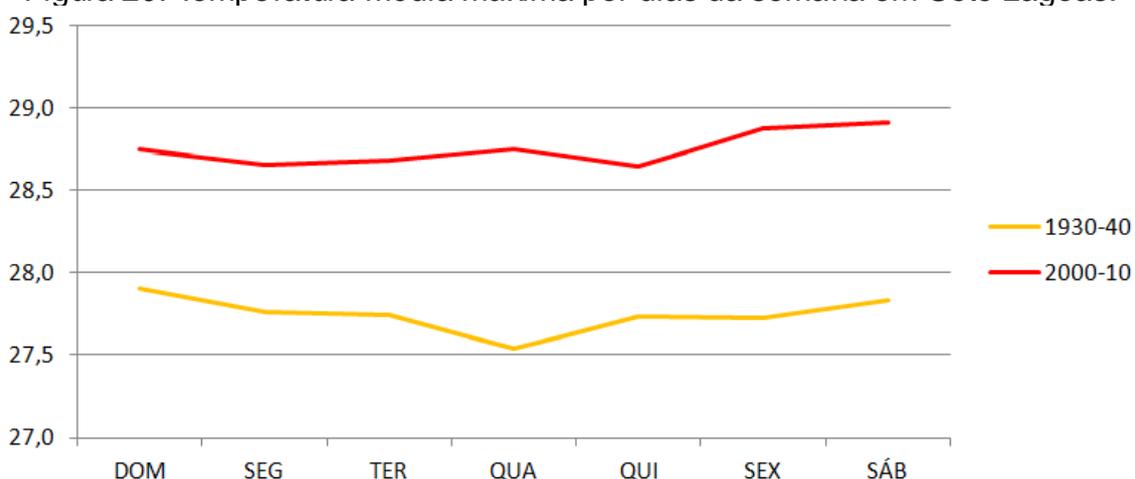
Fonte: INMET (2015). Organização: Carlos Henrique Jardim.

4.2 Análise temporal dos dados climáticos de curto prazo: dados semanais.

No período que compreende o final do século XX até o início da década atual a temperatura apresentou, de forma geral, elevação. Essa variação coincide com as mudanças sócio-espaciais ocorridas no município de Sete Lagoas a partir da década de 1980 e mais rapidamente na década posterior.

Os dados semanais de comportamento da umidade do ar, da temperatura e da precipitação indicaram que houve mudança entre o período antigo, neste caso delimitado entre os anos de 1930-1940 e o período recente 2000-2010. Não foram encontradas correlações (R^2) consideráveis entre os comportamentos de acordo com a sequência temporal. No entanto, a distribuição semanal, principalmente da temperatura, se mostrou maior e de maior intensidade no período de 2000-2010 quando comparado o intervalo antigo tanto para a temperatura máxima (Fig. 20) quanto para a mínima (Fig. 21). O comportamento da temperatura e da umidade nestes períodos distintos pode indicar indícios de influência humana nas variações climáticas em Sete Lagoas, especialmente no final do século XX e início do séc. XXI.

Figura 20. Temperatura média máxima por dias da semana em Sete Lagoas.



Fonte: INMET, 2016. Organização: Heli Cassio Monteiro.

Para a série antiga (1930 e 1940), os dados semanais de temperatura máxima e as maiores variações térmicas foram concentradas principalmente no meio de semana no período de 1930 e 1940. A quarta-feira

foi o dia de menor temperatura neste período, com média de 27,5°C e os fins de semana apresentaram as maiores temperaturas com média de 27,9°C.

Esta diferença mesmo sendo pequena (0,2 °C) indica que no meio da semana as atividades humanas eram menos intensas como nos dias atuais e que próximo a estação meteorológica do Município de Sete Lagoas já existia alguma atividade antrópica que favorecia elevação da temperatura no fim da semana.

Com relação a série mais recente de dados as temperaturas máximas não mostraram grandes variações ao longo da semana, a exemplo da série antiga (variações entre 0,1 e 0,5°C). A diferença está no maior acúmulo de calor durante os dias e em máximas mais elevadas. A linha do gráfico mostra como a temperatura máxima sofreu, ainda que baixa, menores variações se comparada à série antiga com amplitude entre 28,6 °C às quintas feiras e 28,9 °C aos sábados.

Mesmo o pico de temperatura máxima se mantendo nos finais de semana, os dados recentes mostram que entre 2000 e 2010 houve mais calor presente no ambiente. O incremento urbano presente nas imediações tanto pelos bairros de Sete Lagoas quando de Prudente de Moraes pode ter gerado influência para esta maior concentração de energia.

Quanto à temperatura mínima, a amplitude semanal do período antigo foi semelhante à temperatura máxima, com variações pequenas entre os dias da semana (Fig. 21). Os registros mínimos entre 1930 e 1940 foram na quinta feira, enquanto que as máximas foram registradas nas terças feiras. As temperaturas mínimas apontaram uma maior sensibilidade ao incremento térmico durante a semana, pois os valores das temperaturas mínimas apresentam menor grau de dispersão quando dispostos temporalmente se comparado aos valores das temperaturas máximas.

Essa condição pode ser compreendida pela perspectiva de que o ar mais frio está mais próximo do nível de saturação, ou seja, a capacidade de reter água é menor. Tal fato é comprovadamente notório em uma variação diária de amplitude térmica na qual os maiores índices de umidade estão relacionados às horas mais frias do dia. Neste sentido, qualquer mudança na temperatura mínima indica que houve além da atuação de controles térmicos, influência na umidade relativa do ar. Além da temperatura, a umidade é

variável em função da presença de fontes adicionais de umidade no ambiente como rios, lagos, vegetação, etc. Por estes motivos a temperatura mínima é um indicador que melhor demonstra alterações de comportamento dos elementos climáticos.

No que diz respeito à sequência de dados, entre 2000 e 2010, as variações entre os dias da semana foram menores, sendo que nos domingos, segundas, terças, quartas e quintas-feiras as médias foram de 16,5 °C e as sextas-feiras e sábados 16,3°C e 16,4°C respectivamente. Houve variação positiva de 1,0°C na comparação das máximas e mínimas entre o período mais recente e o antigo (15,3 e 15,5°C entre 1930 e 1940). A menor variação nos dados de temperatura mínima no ritmo semanal indica que no período mais recente houve maior quantidade de energia disponível do ambiente, indícios que as transformações espaciais antrópicas são capazes de incrementar a disponibilidade de calor no ambiente.

Tal fato está ligado à constituição física dos equipamentos urbanos que favorece a maior disposição de calor sensível quando interagem com a incidência dos solares nas superfícies de concreto, asfalto e cerâmicos. Além disso, houve uma inversão relevante no comportamento semanal no que diz respeito aos dias mais quentes. Na sequência antiga, ao que tudo indica havia maior irregularidade nos maiores e menores valores de temperatura ao passo que entre 2000 e 2010, as maiores temperaturas mínimas se concentraram no meio da semana entre segunda e quinta-feira.

Com a intensificação de atividades antrópicas voltadas para a produção econômica principalmente após a década de 1980 em Sete Lagoas no entorno da área da estação meteorológica, o meio da semana se tornou o período mais quente. Este novo comportamento aponta que o crescimento urbano e industrial, a expansão no uso de veículos pela população e a retirada de formações florestais alterou a forma com que a energia se distribui no ambiente nos últimos 30 anos.

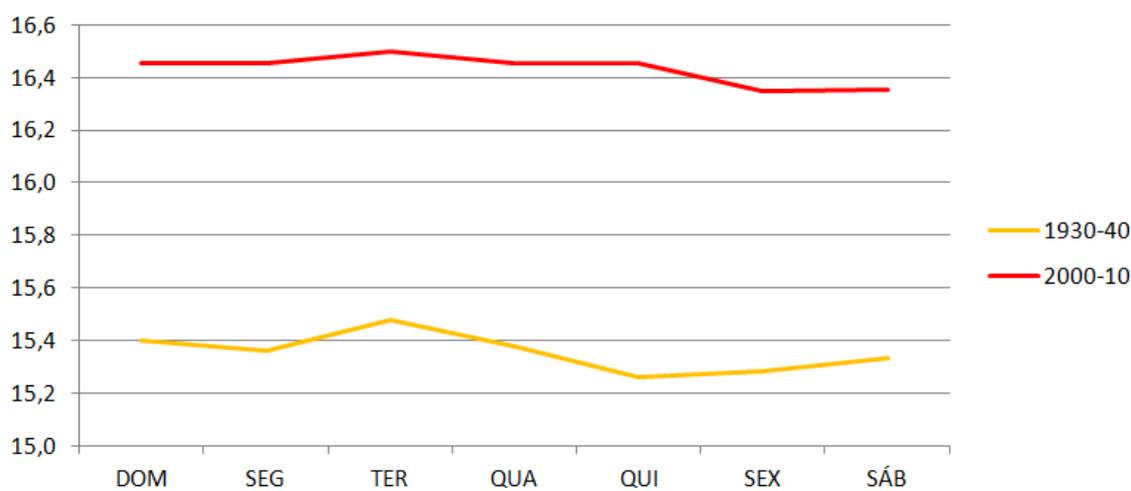
A redução da amplitude de variação da temperatura pode ser interpretada, também, como maior disponibilidade de calor no ambiente. Na série atual a amplitude é menor e se estende de terça a sexta. Na série antiga a amplitude é maior e termina na quinta.

Trabalhos recentes como os da Embrapa (2011) as menores médias de

temperatura máxima ocorreram na década de 1930 e as maiores na década de 2000 no município de Sete Lagoas. Ainda de acordo com a Embrapa a temperatura mínima apresentou as menores médias entre 1950 e 1960.

Houve um aumento de 1° C entre os dois períodos, sendo que a variação positiva do período recente pode ser o reflexo urbano da cidade nas três décadas passadas.

Figura 21. Temperatura média mínima por dias da semana em Sete Lagoas.



Fonte: INMET (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

A umidade máxima do ar apresentou variações semanais modestas tanto no período antigo quanto no mais recente (Fig. 22). Contudo, entre 1930 e 1940 além dos índices mais elevados no ambiente em torno de 85%, houve menores variações na disponibilidade da umidade no ar. Entre 2000 e 2010 o máximo da umidade foi entre 76% e 77% e foi identificada maior amplitude semanal (em torno de 1%) principalmente nas segundas e terças-feiras em relação ao fim de semana.

A queda da umidade máxima no intervalo temporal recente pode ser explicada pela maior quantidade de calor identificada pelos dados de temperatura que mostraram um incremento térmico entre os anos de 2000 e 2010.

Para o período de 1930 e 1940 a umidade mínima apresentou baixas variações no ritmo semanal (Fig. 23), partindo das máximas às quartas-feiras com médias de 54,1% e mínimas logo às quintas-feiras em média com

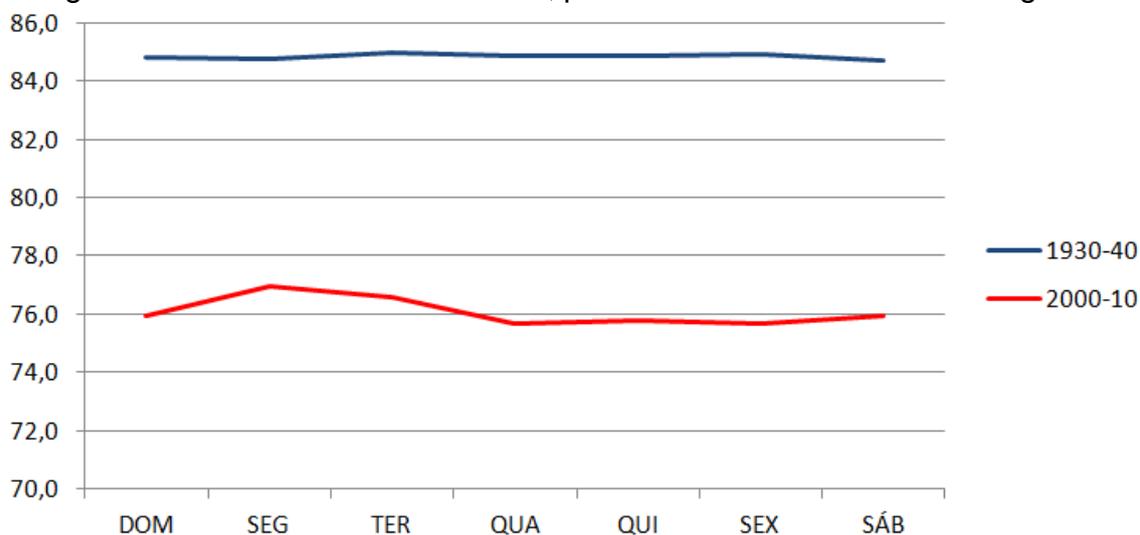
umidade de 53,4 %. No final de semana a umidade seguiu tendência de redução se elevando a partir da segunda-feira.

Considerando os dados de 2000 a 2010, a umidade mínima sofreu leve queda com máximas de 48,5% às segundas-feiras e 46,8% às sextas. Além da redução de cerca de 5% da umidade do ar, o ritmo semanal mais recente apontou que a umidade mínima foi marcada por maior amplitude.

A umidade do ar diminuiu na comparação dos dois períodos, sendo que a umidade máxima variou com maior intensidade no período mais recente. A elevação da temperatura na década de 2000 parece ter favorecido maiores disparidades de umidade e mais dias da semana com menor umidade. As maiores variações de temperatura no período recente podem ter influenciado as maiores amplitudes semanais e a queda na umidade.

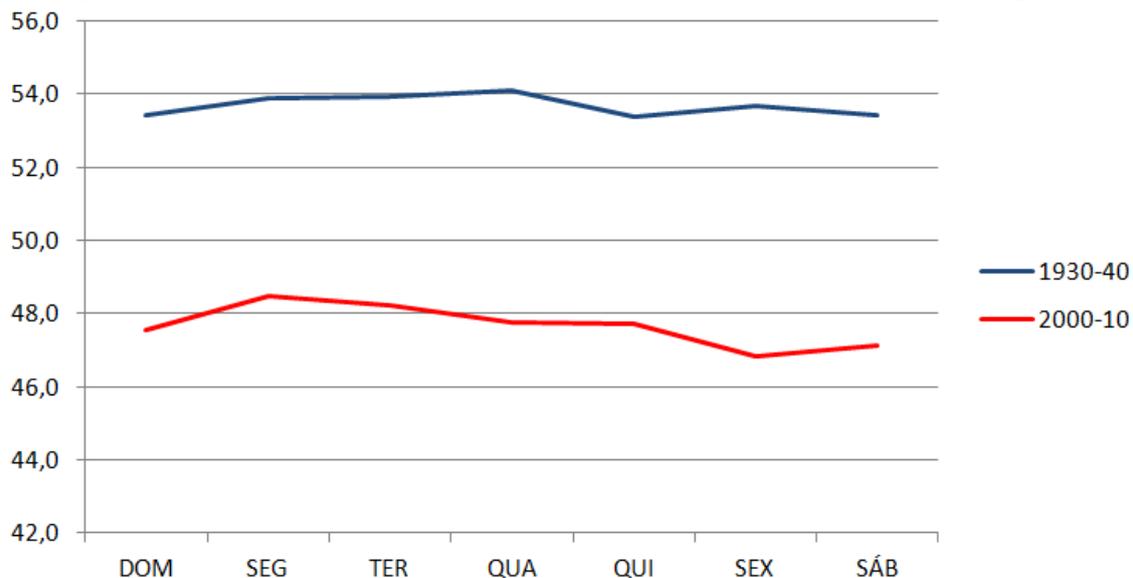
A redução da umidade tende a acompanhar o aumento da temperatura em direção às sextas-feiras na série recente, acompanhando o aumento na disponibilidade de calor.

Figura 22 - Umidade máxima média, por dias da semana em Sete Lagoas.



Fonte: INMET (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

Figura 23. Umidade mínima média, por dias da semana em Sete Lagoas.



Fonte: INMET (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

Quanto à precipitação, sua ocorrência e características de volume, intensidade e recorrência estão mais estreitamente relacionada à dinâmica dos sistemas atmosféricos e do fator relevo do que propriamente às mudanças de uso e ocupação da terra promovidas nas áreas urbanas.

Tanto entre 1930 e 1940 (Fig. 24) quanto para o período de 2000 a 2010 (Fig. 25), as precipitações não apresentaram um padrão de comportamento durante a semana, com variações constantes. A principal distinção entre as duas séries no que diz respeito ao ritmo semanal é a diminuição às quintas e sextas-feiras, bem como nos domingos.

Apesar do leve aumento para o período de 2000 e 2010, as variações diárias seguiram os ciclos de precipitação do período mais antigo. A relação urbanização e aumento ou diminuição de chuvas com o passar do tempo e as transformações sócio-espaciais em Sete Lagoas não pode ser realizada.

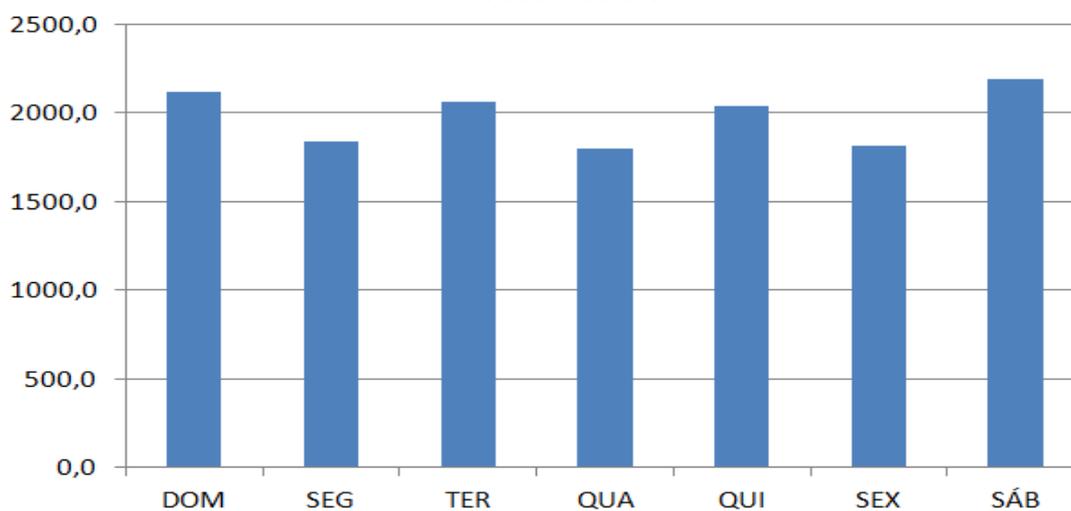
Houve drástica redução de umidade do ar no período recente (2000-2010), cerca de 6% de redução se comparado a sequência de 1930-1940 para a umidade mínima e 9% para a umidade máxima. Tal fato pode ser explicado pelo aumento da temperatura no ambiente.

As mudanças de temperaturas provocam alterações no comportamento e disponibilidade de umidade do ar. Com o maior desenvolvimento urbano da cidade nos últimos trinta anos, os incrementos da malha urbana podem ter

gerado um *input* de calor responsável por elevar a temperatura nos arredores da região urbana do município e ao mesmo tempo gerou uma queda considerável da umidade relativa do ar.

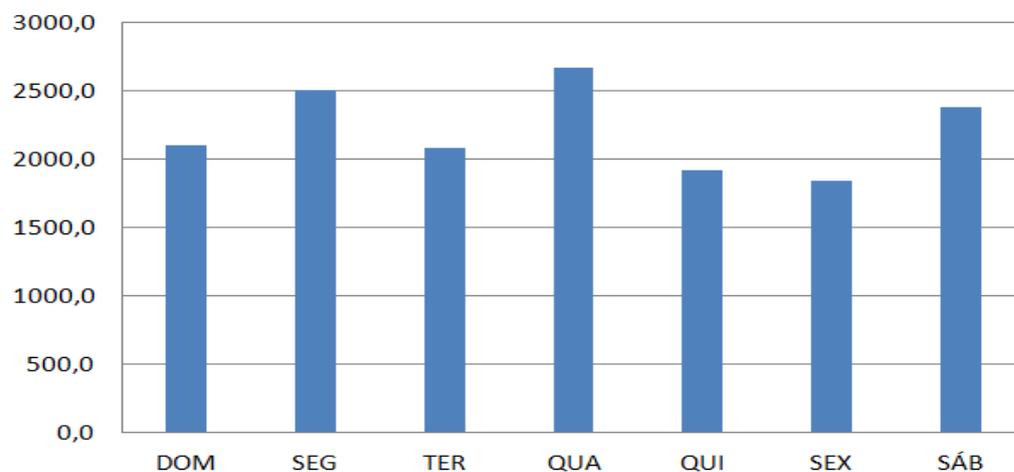
A mudança na disponibilidade de umidade devido ao aquecimento pode ser prejudicial à saúde, pois o ar mais quente e menos úmido é mais propenso a concentrar uma maior quantidade de poluentes na atmosfera e favorecer a maior ocorrência de doenças respiratórias na população do município, sobretudo em Sete Lagoas, cuja existe uma considerável presença de usinas de ferro-gusa e indústrias diversas.

Figura 24. Distribuição das chuvas, por dias da semana em Sete Lagoas entre 1930 e 1940.



Fonte: INMET (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

Figura 25. Distribuição das chuvas, por dias da semana em Sete Lagoas entre 2000 e 2010.



Fonte: INMET (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

4.3 Análise temporal dos dados climáticos de curto prazo: dados de campo.

Os dados coletados nos trabalhos de campo foram produzidos a partir das medições dos sensores (Tab. 3) e apresentaram comportamentos distintos de acordo com a variação dos fatores climáticos.

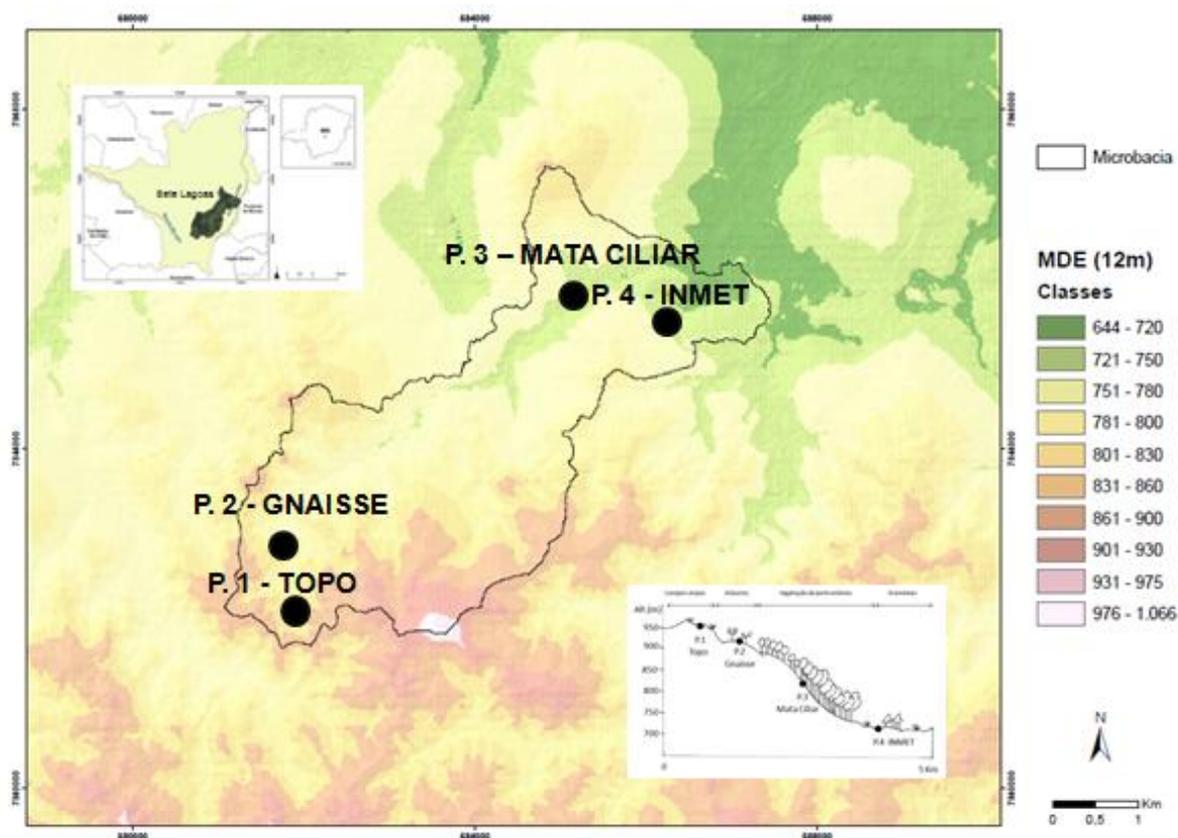
Tabela 3 - Temperatura e Umidade absoluta, média e amplitudes absoluta e média diária por abrigo.

Variável	Ponto 1 – Topo - 930m – Vegetação rasteira, pastos e campos Cerrados	Ponto 2 – Gnaisse - 912m – Presença de arbustos e afloramentos rochosos com a existência de curso d'água.	Ponto 3 - Mata ciliar – Vegetação arbustiva/arbórea com a predominância de radiação difusa - 805m -	Ponto 4 – INMET - 719m – Vegetação rasteira com a presença de implementos antrópicos.
Temperatura (°C) max. absoluta	29,7	27,6	26,2	32,4
Temperatura (°C) mín. absoluta	14,1	11,7	8,3	11,2
Amplitude absoluta da Temperatura	15,6	15,9	17,9	21,2
Temperatura média	20,4	19,7	18,0	20,8
Umidade (%) máx. absoluta	89,2	94,7	94,1	89,4
Umidade (%). mín. absoluta	35,7	38,6	53,3	27,9
Amplitude absoluta da Umidade	53,5	56,1	40,8	61,5
Umidade Média	66,8	73,1	80,8	68,4
Média da Temperatura máxima	24,9	23,7	22,5	27,6
Média da Temperatura mínima	16,9	16,3	14,4	16,0
Amplitude média diária Temperatura	8,0	7,4	8,1	11,6
Média um. Máxima	78	82,3	87,4	82,7
Média um. Mínima	53	59,4	71,1	46,8
Amplitude média diária Umidade	25	22,9	16,3	35,9

Fonte: dados da pesquisa. Organização: Heli Cassio Monteiro.

O ponto 1 (Topo de Morro) está a 930 metros de altitude (Fig. 26) e é um divisor de águas, sua cobertura biótica se dá por um solo coberto de gramíneas e presença de poucos arbustos. É utilizado prioritariamente como área de pastagem e constitui área importante para pecuária praticada na bacia.

Figura 26 – Localização dos pontos de medição na área da bacia do Córrego Marinheiro.



Fonte: Costa (2013). Autora: Amanda Ribeiro de Oliveira. Org. Heli Cassio Monteiro

Localizado na porção que inclui as cabeceiras de drenagem que formam o curso do córrego Marinheiro e que está ao sul da bacia, o entorno do ponto de medição P.1 inclui vertentes declivosas e uma orientação predominante voltada para o norte e oeste. Os aspectos físicos do entorno do abrigo neste ponto são bastante comuns nas áreas da bacia, tendo em vista que a prática agropecuária é a principal fonte de renda da população que reside nesta localidade.

No ponto 2 (Gnaisse), a 912 metros, foi instalado o abrigo em uma média vertente a beira de um curso d'água e afloramentos graníticos na superfície. A mata presente no entorno do curso d'água está bastante degradada, não se apresentando claramente como formação ciliar. Há presença de muitos cipós e árvores de pequeno porte. A população local utiliza o local para recreação e lazer devido ao fácil acesso e os afloramentos rochosos que permitem a permanência dos usuários no local.

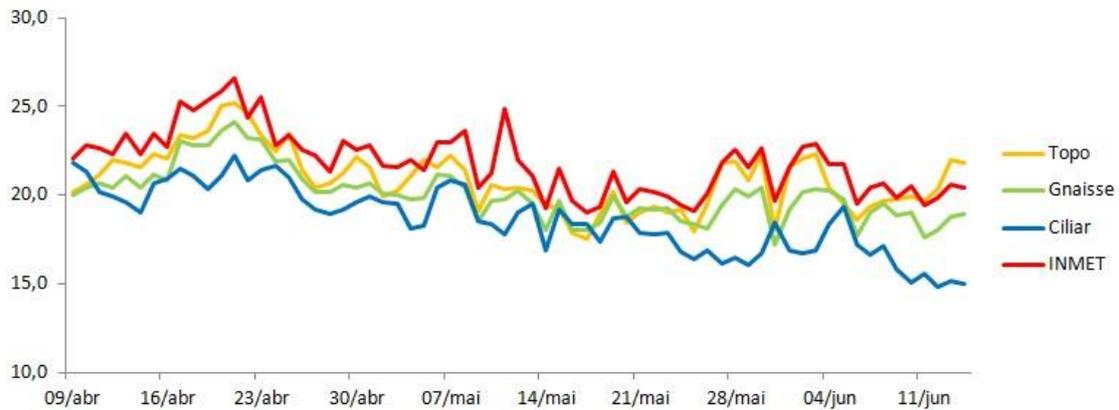
O ponto 3 (Mata Ciliar) localizado à 805 metros de altitude é uma baixa vertente de relevo plano com formação florestal semidecidual densa e próxima a curso d'água. Há condições de sombreamento e a superfície possui espessa camada de serrapilheira. A vegetação da área é constituída também por eucaliptos a não ser bem próximo ao curso d'água onde a formação é predominantemente de mata ciliar.

O ponto 4 (INMET) situado à 719 metros é um campo aberto em área de planície com vegetação rasteira e sem arbustos. O abrigo neste ponto foi disposto junto à Estação Meteorológica Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da cidade de Sete Lagoas. No entorno da Estação há uma estrada não pavimentada e algumas edificações habitacionais e dos centros de pesquisa da Embrapa. As edificações são comuns na porção norte e nordeste da bacia, onde está parte da área pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

As maiores médias de temperatura máxima foram registradas nos pontos Topo de Morro e INMET com 24,9°C e 27,6° C (Fig. 27), respectivamente, e estão associadas à maior exposição solar nestas áreas se comparadas às demais tanto no que diz respeito a ausência de vegetação de porte arbóreo quanto pelo relevo com baixa declividade. Sob tais condições o ar local tende ao rápido aquecimento durante o dia devido à elevada incidência de radiação direta na superfície.

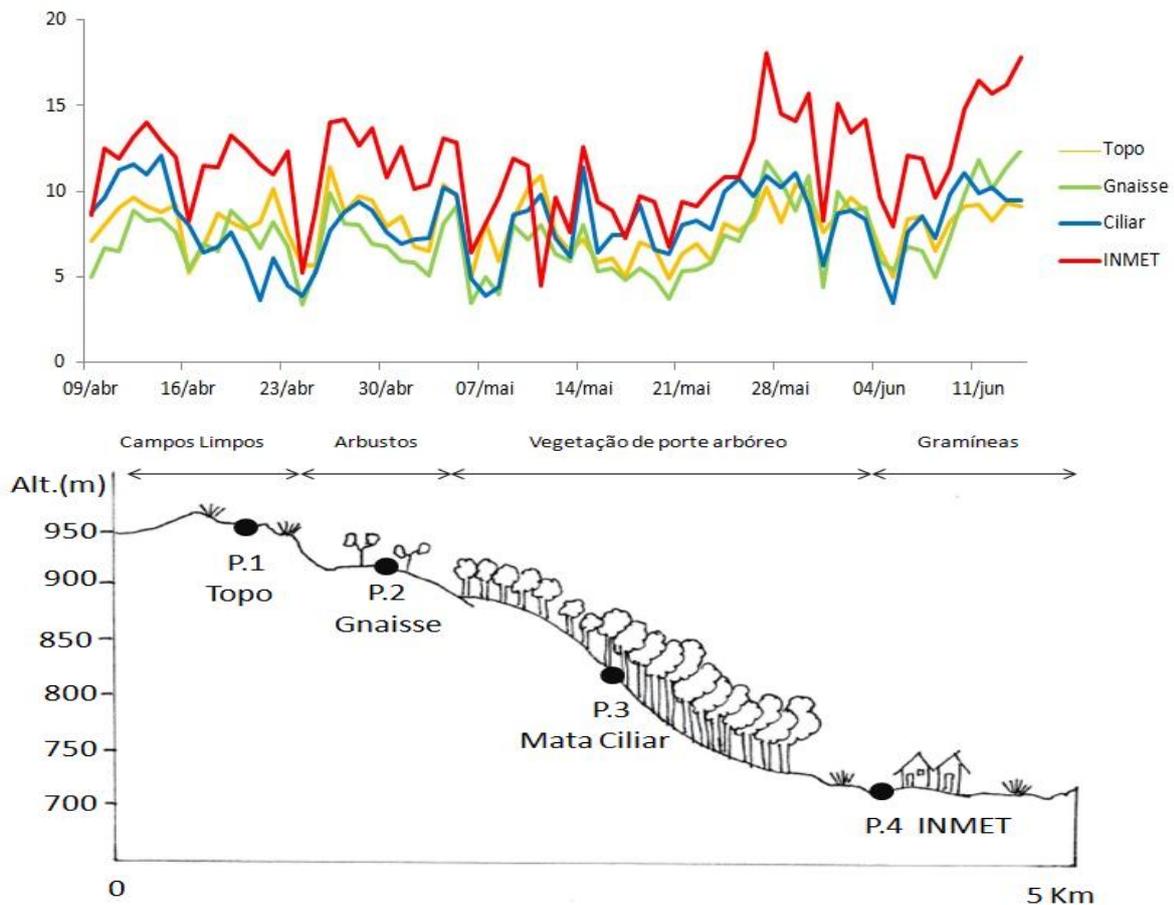
Sem barreiras à perda de energia pela noite há um resfriamento noturno acentuado e as baixas temperaturas mínimas 14,1°C no Topo e 11,2°C no INMET aumentam a amplitude térmica média diária entre os dois pontos de medição. Foram 8,0°C de amplitude para o Topo de Morro e 11,6°C no INMET (Fig. 28).

Figura 27 - Temperatura (° C) média dos sensores nos entre os dias 09 de Abril e 14 de Junho de 2015.



Fonte: Dados da pesquisa. Organização: Heli Cassio Monteiro.

Figura 28 - Amplitude média diária da Temperatura dos sensores nos entre os dias 09 de Abril e 14 de Junho de 2015 e perfil topográfico dos pontos de medição



Fonte: Dados da pesquisa. Organização: Heli Cassio Monteiro.

Junto às diferenças altimétricas entre os dois pontos de medição, o fator uso da terra se mostrou determinante como controlador térmico. As características de superfície semelhantes, como a falta de vegetação de porte arbustivo/arbóreo e a maior exposição à radiação direta aproximaram o comportamento dos dados entre o topo de morro e o INMET. Neste último a menor altitude favorece o confinamento do ar e a baixa interação com ventos superiores como no Topo, onde a ação do vento (local e regional) é mais efetiva atuando com maior intensidade.

No fundo de vale, os ventos de montanha ou ventos catabáticos pela noite levam a uma queda acentuada da temperatura noturna, intensificada pelas correntes de ar dos ventos de vale que fortalecem esta a brisa. Ao amanhecer e ao longo do dia, ocorre o aquecimento do ar no vale fazendo com que a temperatura aumente e provoque os ventos de vale ou ventos anabáticos.

A vegetação como controladora do comportamento, pois intensifica a condição de estabilidade tanto da temperatura quanto da umidade, quando não se apresenta de maneira efetiva faz com que aconteçam grandes amplitudes térmicas e de umidade entre o dia e a noite. Estas condições, de fundo de vale e ausência de vegetação, caracterizam o ponto INMET e ajudam a manter maior energia no ambiente assim como a diminuição da umidade relativa do ar.

Machado et al. (2014) realizou coletas de dados em campo na Serra do Cipó, na região central de Minas Gerais e constatou a existência de brisas de vale e montanha como uma das causas para comportamentos não muito comuns para as definições generalizadas sobre as diferenças térmicas entre áreas elevadas e àquelas próximas aos talwegues.

O gradiente térmico que aponta a diminuição da temperatura do ar nas maiores altitudes em uma relação de $-0,6^{\circ}\text{C}$ a cada 100 metros⁵ de desnível positivo, pode não ocorrer em algumas situações como na atuação das brisas de vale bem como em localidades onde não há a vegetação nos topos de morro ou áreas elevadas.

⁵ O gradiente $-0,65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ou $-6,5^{\circ}\text{C}/1000$ se trata de um valor teórico. As variações na atmosfera real são muito diferentes desse valor e estão fortemente vinculadas à presença de água e turbulência atmosférica (valores da adiabática seca e úmida).

Armani (2009) identificou uma relação mais direta em uma bacia hidrográfica na cidade de Cunha em São Paulo, onde os topos de morro apresentaram amplitudes térmicas maiores e os fundos de vale, as menores. No caso dos morros isso se deve à ação dos ventos, dissipando o calor. Os topos aquecem muito, pois não recebem radiação de uma direção preferencial, mas de todas as direções e, ao mesmo tempo, a ventilação dissipa o calor acumulado.

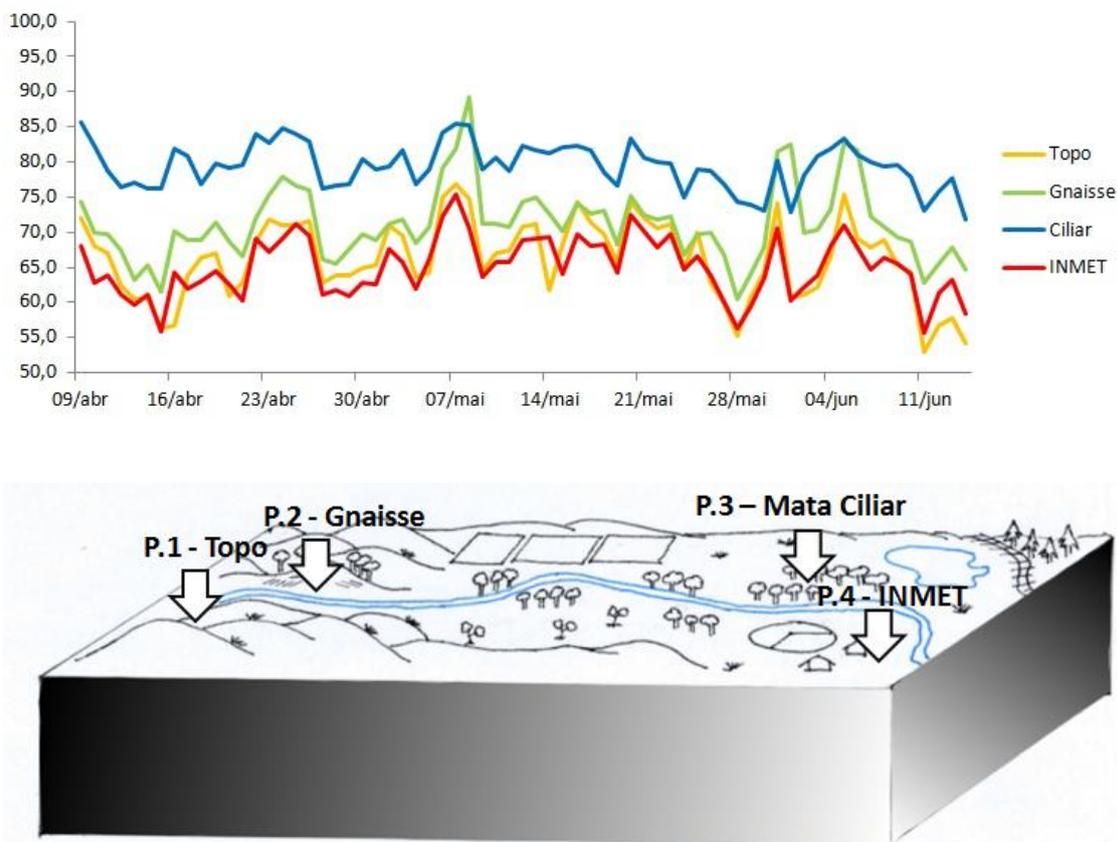
Outro fato apontado por Armani (2009) está no aquecimento diferenciado das vertentes. O autor constatou que as vertentes de maior aquecimento são aquelas voltadas para noroeste e as mais frias, as vertentes com direcionamento sudoeste. A direção predominante das vertentes nos arredores do local de instalação do abrigo no topo de morro é para noroeste. Essa exposição pode ter realizado um controle que aproximou o comportamento dos elementos tanto no INMET quanto no Topo, mesmo se os locais possuírem elevadas diferenças altimétricas.

No ponto INMET o ar se mostrou sensivelmente mais quente e seco (27,6 °C e 68,4%) se comparado aos outros abrigos. Sua posição em planície em vale fluvial (condição de semi-confinamento do ar no vale) sem vegetação de porte arbóreo-arbustivo nas proximidades do abrigo contribuiu para as elevadas temperaturas diárias, bem como as quedas pela noite.

Tanto no abrigo situado no Topo de Morro quanto no INMET a umidade relativa do ar foi a mais baixa entre os quatro abrigos com média de 66,8% e 68,4% respectivamente (Fig. 29). A amplitude média diária da umidade relativa do ar também foi a maior entre os pontos de medição, 25% e 35,9% respectivamente, (Fig. 30).

A umidade segue em proporção inversa o comportamento da temperatura, pois onde há o incremento térmico há a repentina diminuição da umidade. Em condições de tempo estável e com pouca nebulosidade nuvens esta dinâmica se torna ainda mais relevante. Os dias de medição foram marcados por condições temporais nestes moldes, em especial com a atuação da Massa Tropical do Atlântico Sul estabilizando a atmosfera e as Massas Polares influenciando ou favorecendo o declínio das temperaturas.

Figura 29 - Umidade (%) média dos sensores nos entre os dias 09 de Abril e 14 de Junho de 2015 e bloco diagrama com a localização dos pontos.



Fonte: Dados da pesquisa. Organização: Heli Cassio Monteiro.

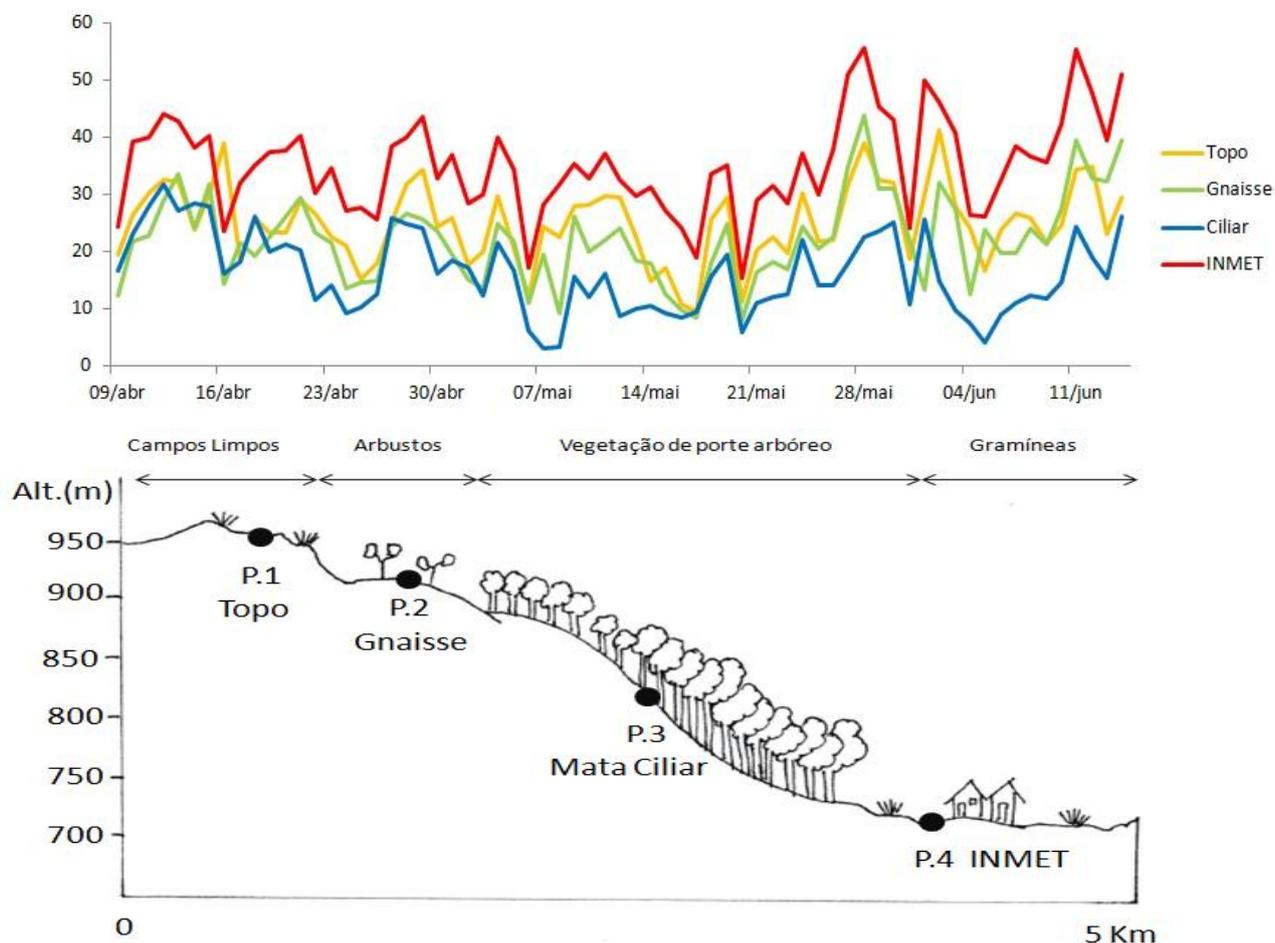
Para os abrigos dos pontos 2 e 3, a presença de arbustos e árvores e a disposição do relevo fizeram com que os registros apontassem médias térmicas de 19,7°C e 18°C. Houve 9,6°C de diferença da temperatura média entre os abrigos Mata Ciliar e INMET, sendo que este apontou a média de 27,6°C (figura 18). Na Mata, a formação vegetal densa permite a entrada de radiação predominantemente difusa até a superfície. Esta radiação é aproveitada pelas formações florestais como energia para as transformações químicas na geração de alimento e em sua evapotranspiração. A forma predominante de calor gerado nesse processo sugere maior participação de produção de calor latente (E) com menor participação da parcela relativa ao calor sensível, o que leva a existência de médias térmicas menos elevadas.

O relevo da área onde o abrigo foi instalado na Mata Ciliar é semelhante em declividade e exposição solar ao do ponto INMET. O local é um fundo de vale encaixado, sendo que nas proximidades do ponto há uma represa que pode ter influenciado os dados no ponto Mata Ciliar, principalmente aqueles referentes à umidade relativa do ar.

As distinções no uso e cobertura do solo demonstram que este fator é primordial na definição do comportamento térmico evidenciado pela grande diferença. A umidade acompanha o desequilíbrio entre os dois pontos, sendo que a média diária da amplitude de umidade relativa do ar foi 19,6% maior no ponto INMET se comparado à Mata, (Fig. 30).

Em ambiente arbóreo, o ar menos aquecido possui maior umidade devido tanto às fontes de evaporação (neste caso a vegetação) quanto à temperatura mais baixa, que força a aproximação em relação ao ponto de orvalho (valor de temperatura na qual ocorre a condensação do vapor d'água). Sendo assim, há maior regularidade na proporção de umidade relativa do ar dentro da Mata onde a amplitude diária deste elemento climático é menor.

Figura 30 - Amplitude média diária da umidade relativa do ar entre os dias 09 de Abril e 14 de Junho de 2015 e perfil topográfico com os pontos de medição.



Fonte: Dados da pesquisa. Organização: Heli Cassio Monteiro.

Se comparado ao ponto Topo de Morro a média térmica e as amplitudes no abrigo do ponto Gnaisse foram aproximadas, com 20,4°C para o Topo e 19,7°C de média para o Gnaisse e 8,0°C - 7,4°C de amplitude térmica média diária respectiva. Há semelhanças no desempenho térmico entre os dois pontos que pode ser compreendida sob dois aspectos, o primeiro diz respeito à formação vegetação do entorno do abrigo Gnaisse, esparsa e favorável à incidência de radiação direta favorecendo a elevação da temperatura. Em segundo lugar, a superfície constituída de afloramento rochoso possui um calor específico baixo, aquecendo-se com a radiação direta de forma contínua durante o dia e perdendo energia rapidamente pela noite gerando uma amplitude térmica considerável.

Mesmo sob estes dois aspectos, a diferença térmica entre os dois pontos é real. O fator relevo na área do ponto Gnaisse contribui para diferenças na intensidade de radiação durante o dia na comparação do Topo de Morro. Localizado em média vertente com orientação leste e declividade de 20%, a vertente recebe a maior quantidade de energia solar direta durante o período da manhã, ao passo que no Topo de Morro a entrada de radiação solar é intensa todo o dia.

Com a atuação do fator relevo as diferenças térmicas também influenciam nas disparidades de umidade relativa do ar, com médias 66,8% no topo de morro e 73,1% no ponto Gnaisse e amplitudes médias diárias de 25% e 22,9%, respectivamente. Como já indicado, o ar mais úmido mostra maior capacidade de reter calor e diminuir amplitudes térmicas diárias. Essa maior umidade só existe devido às menores temperaturas, às condições mínimas de sombreamento e de menor exposição à radiação solar direta.

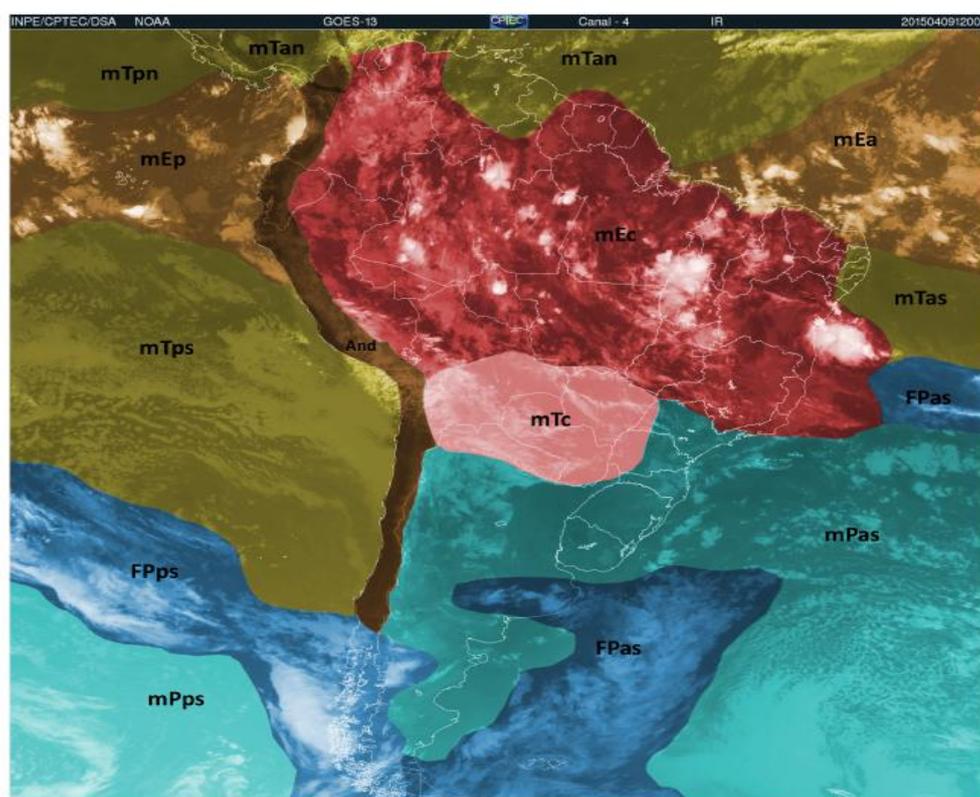
Foram identificados os fatores mesoescalares que participam na definição do comportamento do ar medido pelos sensores nos abrigos no interior da bacia. Nos primeiros quinze dias de coleta, houve forte atuação dos Sistemas Equatoriais e Tropical em grande parte do Brasil inclusive no Sudeste. Destaque para as massas Equatorial continental (mEc) e Tropical continental (mTc), ocasionando a elevação de temperaturas durante o dia e formação de nuvens convectivas no final da tarde.

Foi registrado pelos sensores, um comportamento semelhante na segunda metade dos primeiros quinze dias, com picos de elevação que atingiram as maiores médias térmicas, sendo 23,6°C / 22,9°C / 21,6°C / 24,3°C, respectivamente para os sensores Topo de Morro, Gnaisse, Mata Ciliar e INMET. Concomitantemente à elevação das temperaturas no recorte temporal citado acima, a umidade relativa do ar acompanhou diretamente as médias térmicas positivas apresentando as maiores médias de umidades, sendo 68,3% / 73,4% / 81,5% / 68,3% para os sensores Topo de Morro, Gnaisse, Mata Ciliar e INMET.

As massas equatoriais além de quentes são úmidas e favorecem a formação de nuvens e o aumento da umidade relativa do ar. Apesar de as medições compreenderem o período do outono, esta estação apresenta tipos de tempo relacionados tanto ao verão quanto ao inverno, pois é uma estação

de transição. Sendo assim, a temperatura e a umidade foram elevadas em todos os sensores na primeira quinzena de coleta (período A) devido á ação de sistemas atmosféricos equatoriais (Fig. 31).

Figura 31- Sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul no dia 09 de Abril de 2015 (período A), ênfase para a atuação da mEc e mTc.



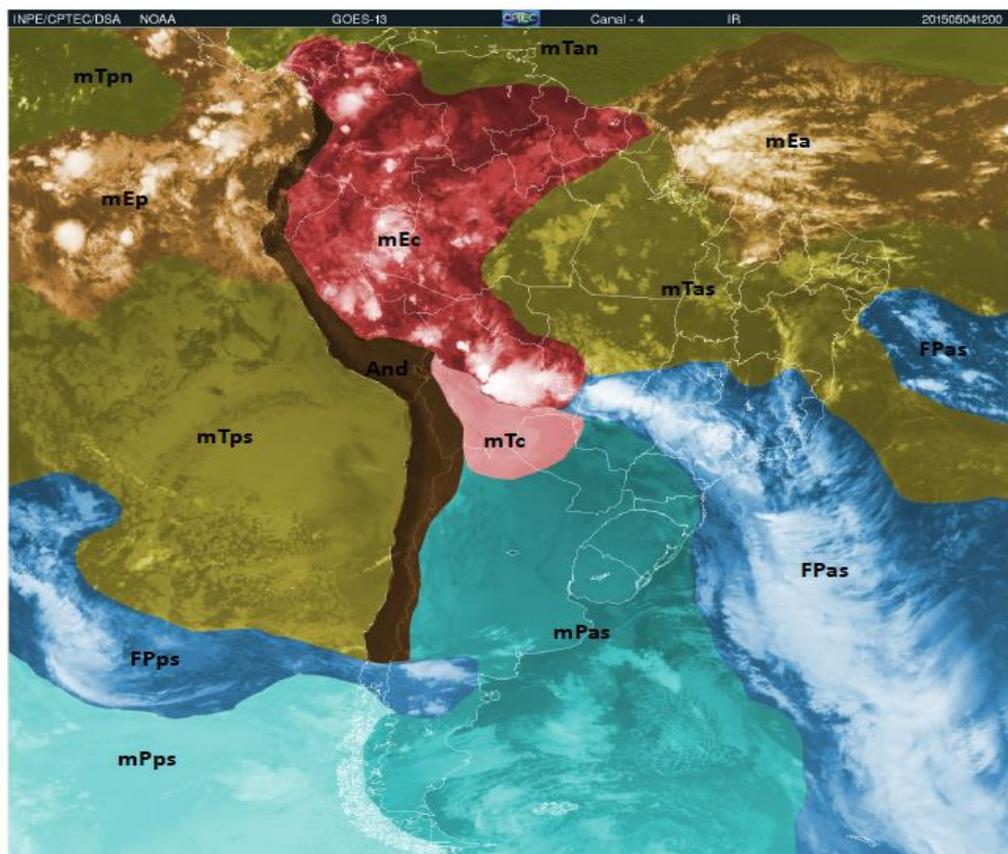
Sigla	Sistema	Sigla	Sistema
mTpn	massa Tropical do pacífico norte	mEa	massa Equatorial do atlântico
mEp	massa Equatorial do pacífico	mEc	massa Equatorial continental
mTps	massa Tropical do pacífico sul	mTc	massa Tropical continental
FPps	Frente Polar do pacífico sul	mTas	massa Tropical do atlântico Sul
mPps	massa Polar do pacífico sul	mPas	massa Polar do atlântico sul
mTan	massa Tropical do atlântico norte	FPas	Frente Polar do atlântico sul
		And	Efeito orográfico dos Andes

Fonte: CPTEC (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro

Após o período de aquecimento, houve queda considerável de temperatura entre os sensores com maior atuação da massa Polar do atlântico sul (mPas). Essa queda ocorreu entre os dias 17 de Abril e 09 de Maio, período B, (Fig. 32). A influência da mPas para as condições atmosféricas do Sudeste implica no arrefecimento térmico da região, tendo em vista que esta massa se forma em altas latitudes.

Com a aproximação do equinócio de inverno no mês de Junho há maior recorrência de entradas de massas polares, frentes frias e massas de ar frio que acompanham os sistemas de massas polares. Tais fatores fizeram com que as médias diminuíssem na semana entre os dias 01 e 08 de Maio, se mantendo em 18,5°C / 18,5°C / 17,2°C / 19,3°C para os respectivos pontos, Topo de Morro, Gnaisse, Mata Ciliar e INMET.

Figura 32. Sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul no dia 04 de Maio de 2015 (período B), ênfase para a atuação da mTas e da FPas.



Sigla	Sistema	Sigla	Sistema
mTpn	massa Tropical do pacífico norte	mEa	massa Equatorial do atlântico
mEp	massa Equatorial do pacífico	mEc	massa Equatorial continental
mTps	massa Tropical do pacífico sul	mTc	massa Tropical continental
FPps	Frente Polar do pacífico sul	mTas	massa Tropical do atlântico Sul
mPps	massa Polar do pacífico sul	mPas	massa Polar do atlântico sul
mTan	massa Tropical do atlântico norte	FPas	Frente Polar do atlântico sul
		And	Efeito orográfico dos Andes

Fonte: CPTEC (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

Entre os dias 10 de Maio até o final do período de medição, no dia 14 de Junho (período C), a massa Tropical do atlântico sul (mTas) juntamente com a mPas ganharam força e intensificaram suas atuações influenciando diretamente no comportamento dos elementos climáticos temperatura e umidade medidos pelos sensores (Fig. 33). Na última semana de medição (08

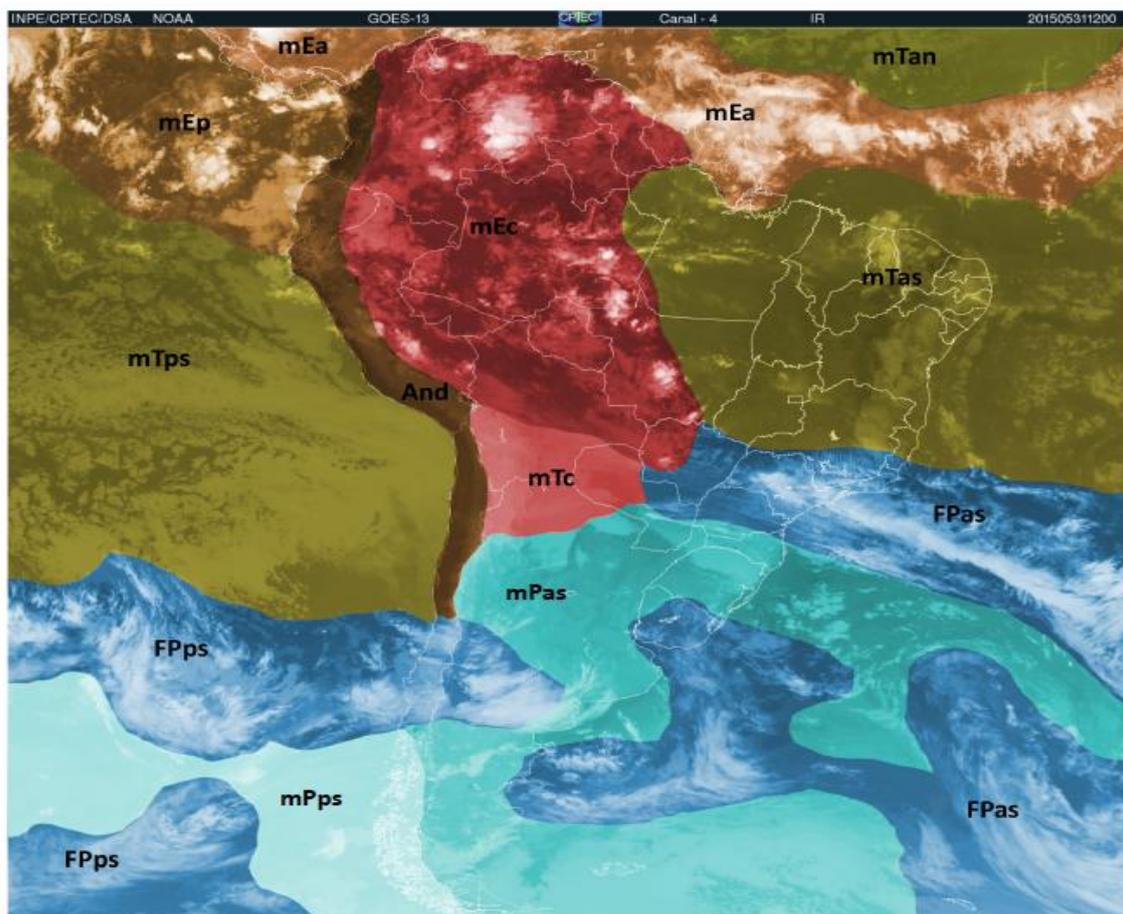
a 14 de Junho) a média de temperatura foi de 15,4°C na Mata, ao passo que no Topo de Morro a média foi de 21°C, INMET com 19,4°C e Gnaisse com 18,7°C.

Na Mata Ciliar, as condições de sombreamento, elevada umidade do ar pela evapotranspiração das plantas faz com que mesmo sob a ação de um sistema anticiclônico como a mTa, as médias térmicas sejam menores e a umidade se mantenha próximos dos 80%. Já nos pontos Topo de Morro, Gnaisse e INMET à maior exposição à radiação solar devido à ausência de formações arbóreas junto aos fatores declividade e orientação de vertentes faz com que as médias térmicas sejam mais elevadas se comparadas à Mata Ciliar, a exemplo da diferença de 5,6°C entre a Mata e o Topo de Morro.

A convergência de ventos na baixa troposfera pela atuação anticiclônica faz com que a mTa seja capaz de gerar tempos atmosféricos estáveis, céu com poucas nuvens e baixa umidade relativa do ar. Concomitantemente, a mPa faz com que às médias térmicas sigam tendência de queda sobre o Sudeste brasileiro. A ação conjunta destas duas massas indicaram à proximidade do equinócio de inverno, quando no Sudeste, a dinâmica atmosférica é regida principalmente pela ação da mPa, gerando arrefecimento térmico e da mTa, causando estabilidade do ar.

A diferença térmica também se reproduziu nas variações de umidade na última semana, com o Topo de Morro e o ponto INMET apresentando médias de 53,9% e 64,1%. No ponto Gnaisse, a esparsa vegetação de porte arbustivo e a presença do curso d'água conseguem manter a umidade do ar próxima a da Mata, sendo que no sensor instalado no Gnaisse a umidade média da última semana foi de 74,9% ao passo que na Mata foi registrado 78,2%.

Figura 33. Sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul no dia 31 de Maio de 2015 (período C), ênfase para a atuação intensa da mTas e da FPas



Sigla	Sistema	Sigla	Sistema
mTpn	massa Tropical do pacífico norte	mEa	massa Equatorial do atlântico
mEp	massa Equatorial do pacífico	mEc	massa Equatorial continental
mTps	massa Tropical do pacífico sul	mTc	massa Tropical continental
FPps	Frente Polar do pacífico sul	mTas	massa Tropical do atlântico Sul
mPps	massa Polar do pacífico sul	mPas	massa Polar do atlântico sul
mTan	massa Tropical do atlântico norte	FPas	Frente Polar do atlântico sul
		And	Efeito orográfico dos Andes

Fonte: CPTEC (2015). Organização: Heli Cassio Monteiro.

4.4 Cartografia temática: as unidades climáticas e suas características.

Os dados de campo coletados pelos sensores, junto às informações de uso da terra e características naturais da morfologia da região, aliados à interpretação dos sistemas atmosféricos atuantes durante o período de análise, foram capazes de fornecer a base cartográfica e estatística na construção das unidades climáticas da Bacia Hidrográfica do Córrego Marinheiro, (Fig. 34).

As informações de tipos de uso da terra dentro da bacia definem como pode ser compreendido o grau de interação da radiação solar com a superfície, tendo em vista que os diversos objetos que constituem a face do planeta respondem cada um à sua maneira quando sofrem a incidência de radiação.

As unidades climáticas encontradas correspondem as variações tanto de uso da terra quanto de relevo e se apresentam a partir da dinâmica dos sistemas atmosféricos identificados pela aproximação da análise rítmica. A compartimentação ambiental foi possível, pois as condições atmosféricas, predominantemente de estabilidade do ar favorecem a identificação das unidades devido à baixa turbulência e as menores trocas de calor por convecção.

A unidade A.1 foi representada na carta como uma unidade de transição onde foram serem encontrados aspectos de dinâmica atmosférica semelhantes à outras unidades. O predomínio de radiação direta devido á ausência de vegetação de porte arbustivo/arbóreo intensifica as trocas de calor principalmente as perdas noturnas de energia. A umidade do ar, suscetível, as variações diárias de temperatura possui neste caso uma amplitude média diária acentuada de 66%. A amplitude diária da temperatura é média: 7,7 °C e da umidade relativa do ar, 24%.

A orientação das vertentes nesta unidade é predominantemente para noroeste com exposição acentuada à radiação solar. A passagem das brisas de vale e montanhas entre as áreas de topo de morro e médias vertentes é intensa e pode ser a causa de suas amplitudes, principalmente de umidade, serem elevadas.

Na dinâmica atmosférica topoclimática desta unidade no ponto onde foi instalado este abrigo estão às passagens dos ventos de vale durante o dia, com o aquecimento do ar que estava no fundo de vale e sua expansão de

volume devido ao incremento térmico, bem como as brisas de montanhas ao anoitecer, quando o ar no topo diminui sua temperatura e tende a escoar em direção às regiões mais baixas do relevo.

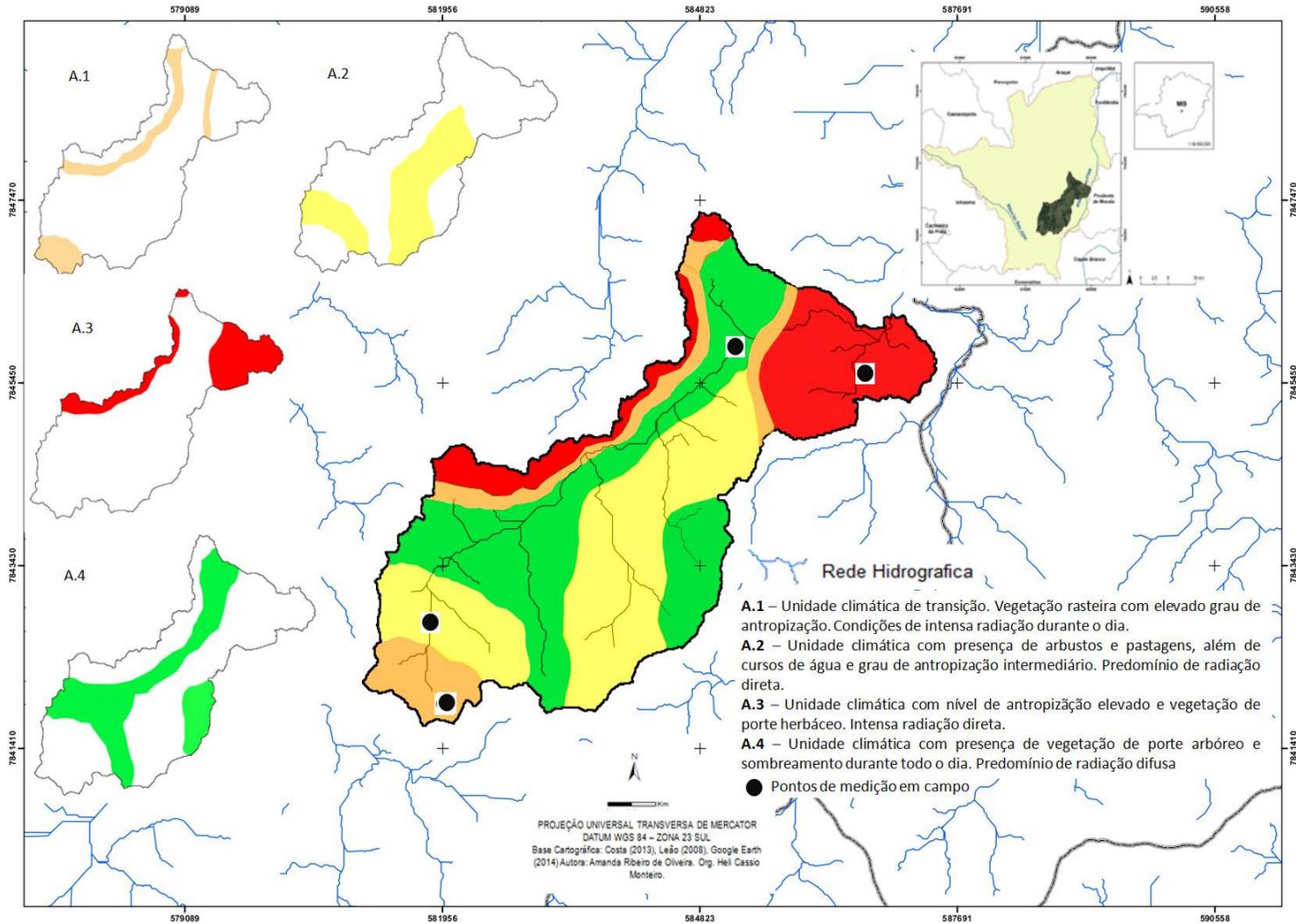
Pelas condições morfológicas da bacia, tais movimentos do ar são facilitados pelo direcionamento dos ventos realizado pela calha de escoamento da bacia, que ocorre no sentido NE-SW desfavorecendo o confinamento do ar quando sob a atuação de sistemas atmosféricos que provocam a instabilidade atmosférica, evitando nestas ocasiões a formação de geadas e nevoeiros. Contudo, em períodos do ano onde o céu se apresenta com poucas nuvens e a quantidade de turbulência na troposfera é baixa, a falta de vegetação pode favorecer o intenso arrefecimento noturno e provocar geadas.

A unidade A.2 foi representada seguindo os dados gerados pelos sensor no ponto Gnaisse no qual existem vegetação de porte arbustivo e o curso d'água do Córrego Marinheiro. Esta unidade não possui declividade acentuada, a disposição do relevo favorece a interação tanto da radiação direta e difusa quanto dos ventos de leste que podem subir a bacia no sentido NE-SW ou mesmo escoar no sentido preferencial. Nesta unidade, a maior presença do estrato arbustivo se faz primordial para as variações diárias de temperatura e umidade.

Já na unidade A.3 há os Topos de morro, escarpas e planícies florestadas, vegetação arbustivo-arbórea. No interior desta unidade há condições de sombreamento e predominância de incidência de radiação difusa. A Amplitude diária de temperatura é de 8,1°C e da umidade relativa do ar: 16,3%. Nesta unidade o nível de antropização da unidade é de baixo a médio, com presença de estradas, aceiros e formações arbóreas.

Há maior amplitude térmica nesta unidade se comparada à A.1, mesmo com a presença de vegetação densa em A.2. Tal fato pode estar relacionado à advecção do ar que pode alterar a temperatura do ar rapidamente no ritmo diário e ainda sim fazer com que a umidade relativa permaneça elevada, pois são alterações de comportamento que não representam com grande relevância a temperatura. De acordo com a disposição do relevo, a calha da bacia favorece trocas de calor por vias advectivas devido ao predomínio de ventos de leste.

Figura 34 – As unidades climática na bacia do Córrego Marinheiro



Fonte: Dados da pesquisa. Org. Heli Cassio Monteiro

. Devido às condições de maior umidade, menor temperatura e maior interação com os elementos advectivos, a ocorrência de geadas, nevoeiros e orvalho durante à noite na unidade A.3 é mais propícia. Estes eventos comuns no período do outono-inverno na região Sudeste do Brasil, ocorrem devido a rápida perda de energia da superfície para a atmosfera logo após o pôr do Sol. Tal perda ocorre por condições de estabilidade do ar (estratificação da baixa troposfera) e poucas nuvens (pequena ou nula retenção de energia). Tais eventos podem gerar efeitos negativos para a produção agrícola, principalmente às hortaliças, mais sensíveis às variações bruscas de temperatura e a grande amplitude térmica.

A unidade A.4 é representada pelas Planícies cobertas de gramíneas. A incidência de radiação direta é predominante. A amplitude diária de temperatura é de 11,6°C e da umidade relativa do ar 35,9%. O Nível de antropização da unidade é elevado. Quanto ao uso da terra há cultivo de grãos, construções de alvenaria para habitação e centros de pesquisa da Embrapa, aceiros e estradas. O relevo não possui orientação definida nesta unidade, tendo em vista que a declividade é baixa. Esta unidade é a mais quente e seca entre as quatro unidades definidas dentro da bacia.

A cota altimétrica próxima aos 700 m e o relevo plano facilita o aprisionamento do ar, tendo em vista que o entorno possui elevações de diversas inclinações e orientações. O ar durante à noite nesta localidade se resfria consideravelmente pois as brisas de montanhas oriundas do arrefecimento ar nos topos de morro descendem sobre os vales diminuindo as temperaturas. Durante o dia, a falta de vegetação arbustivo-arbórea faz com que nas primeiras horas do dia ocorra um rápido aquecimento gerando os ventos de vale devido à incidência de radiação solar direta.

Sob tais condições, as variações diárias de temperatura são intensas bem como de umidade que segue o ritmo inverso do comportamento térmico. Para a população que habita no entorno da estação do INMET, estas condições são prejudiciais para a saúde, pois as variações térmicas e de umidade são bastante amplas, podendo ampliar casos ligados ao sistema respiratório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto à questão norteadora desta pesquisa, que consiste basicamente no diálogo ativo e intenso entre a sociedade e a natureza, foi possível concluir que a relação entre o crescimento urbano/industrial de Sete Lagoas e as suas implicações para o comportamento dos dados da estação convencional do município na bacia do córrego Marinheiro são reais e se mostraram com maior relevância na análise semanal dos dados históricos. Conforme discutido por Monteiro (1978) os implementos urbanos geram alterações diretas para o comportamento da camada de ar da superfície.

Além da modificação nos padrões de uso da terra houve a identificação da influência de fenômenos climáticos de macro e mesoescala que também condicionaram as variações do clima em Sete Lagoas durante os anos de 1930 e 2013. Entre estes fenômenos podem ser citados, o El Niño e a La Niña, além da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) em suas fases positivas e negativas. Como afirmado por Molion (2005) as intervenções de fenômenos naturais nas variações dos elementos atmosféricos durante sequências históricas podem ajudar a identificar as excentricidades destas variações. O maior exemplo foi a diminuição acentuada de chuvas no ano de 1963 em Sete Lagoas, Belo Horizonte e no estado de Minas Gerais. Esta queda pode estar relacionada ao intenso evento de El Niño que ocorreu naquele ano.

Durante toda a série histórica houve variações consideráveis de temperatura e umidade do ar. Tais elementos mostram uma ligação direta com os fenômenos atuantes no período. Sendo que, foi possível observar períodos de aquecimento e diminuição da umidade do ar nos anos de maior influência de El Niño e ODP positiva, por exemplo.

O comportamento atmosférico no Município se mostra suscetível às influências de eventos atmosféricos de escala sinótica, mas também apresentou influência das interferências antrópicas em Sete Lagoas, basicamente o crescimento urbano que se deu a partir de 1980 e a industrialização a partir dos anos 2000, crescimento este identificado por Landau (2011). Esta interferência pôde ser identificada com maior clareza nos dados diários de temperatura e umidade analisados nos períodos antigos e recentes, 1930 – 1940 e 2000 – 2010, respectivamente.

Levando-se em conta os dados de campo, as cartas temáticas e os

sistemas atmosféricos atuantes foi possível concluir que mesmo em áreas de pequena representatividade espacial é possível definir unidades climáticas, conforme já havia sido apontado por Jardim (2007; 2010) e Monteiro (2014). O comportamento do ar nestes ambientes ocorre devido à interação da radiação solar com o relevo específico, os variados tipos de uso da terra dentro da bacia e os sistemas atmosféricos que constituem a base do ritmo climático. Tais informações constituíram um conjunto de dados capazes de fornecer à pesquisa uma perspectiva de análise ambiental integradora e sistêmica.

Nesta perspectiva, a delimitação das unidades climáticas favoreceu uma compartimentação da bacia de forma aproximada e inerente às pesquisas de análise ambiental, além de permitir analisar a bacia sobre a perspectiva dos topoclimas e microclimas ali encontrados. A discussão microclimática levantada por Geiger (1990) e Sorre (1934), como realidade climática indiscutível foi confirmada pela definição das unidades. Mesmo em uma área não muito extensa, 14 Km², é possível encontrar tais unidades.

As quatro unidades definidas são sintéticas e apresentam uma natureza completamente aberta à novos apontamentos sobre a dinâmica da baixa troposfera na área da bacia. Elas compõem uma discussão microclimática e topoclimática muito especial no que diz respeito aos aspectos de levantamentos de dados e análise pois representam o ponto de maior contato entre as interferências antrópicas no espaço e as consequências para os sistemas naturais, neste caso a atmosfera.

Dentro do diálogo sociedade e natureza e busca pelos fatores do clima que podem favorecer esta troca, foi possível caminhar por diversas escalas temporais e espaciais. Ao passo que os dados históricos eram lidos, interpretados e discutidos, os trabalhos de campo apresentavam por meio dos dados coletados na bacia, uma nova orientação para o comportamento dos dados. Este jogo de interações ligados pelos fatores estáticos e dinâmicos formaram um conjunto de informações climáticas do município que foram capazes de ajudar no zoneamento ambiental da região do Córrego do Marinheiro.

O contexto de crescimento urbano e industrial do município nas últimas décadas pode fazer que as transformações espaciais sejam mais intensas e provoquem maiores alterações no ar que circunda a cidade nos anos que estão por vir. Neste sentido, uma pesquisa que se volte para a produção de dados também no interior do centro urbano de Sete Lagoas a fim de delimitar as unidades com maior e menor nível de alteração antrópica é de grande importância.

As alterações humanas nos sistemas ambientais como afirmadas por Tricart (1977) apesar de serem bastante discutidas ainda precisam de aprofundamentos quanto a interligação da antropização com os fenômenos naturais como El Niño, La Niña e ODP. Na pesquisa, os dados históricos apontaram as intervenções destes fenômenos de larga escala nas variações os elementos climáticos, ao passo que os dados medidos em campo mostraram que a antropização e as mudanças de uso da terra geraram influências de maior predominância no comportamento dos elementos.

A decomposição espaço-temporal permitiu definir o grau de importância das interferências, mas ainda é preciso estudos mais aprofundados para que esta interação seja quantificada para se conhecer até que ponto vai o que é antrópico e o que é natural nas variabilidades do clima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, K. V. **Rede de avaliação e capacitação para a implementação dos planos diretores participativos**. Belo Horizonte: Pontifícia Católica de Minas Gerais, 2008.

ARMANI, G. **Interações entre a atmosfera e a superfície terrestre: variações da temperatura e umidade na bacia B no Núcleo Cunha (IF) – SP**. São Paulo. 2004. 198 f.1v. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2004.

ARMANI, G. **Análise topo e microclimática tridimensional em uma microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude**. 2009. São Paulo, 2v. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letra e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ASSIS, W. L. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial**. 2010. 299 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2010.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

AZEVEDO, G. G. de. **A Região de Sete Lagoas (Estudo geográfico)**. 1963.109f. Tese (Livre docência) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia, Belo Horizonte, 1963.

AZEVEDO, T. R.; & TARIFA, J. R. O ritmo semanal das atividades humanas e o clima na Região Metropolitana de São Paulo. **GEOUSP**, Revista do Departamento de Geografia, FFLCH, USP. São Paulo, n.9, 2001.

BERTRAND, G. **Paisagens e Geografia Física Global: Esboço Metodológico**. Caderno de Ciências da Terra, nº 13. Instituto de Geografia – USP, São Paulo, 1972.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. 1.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA DO BRASIL – **Serviço Meteorológico/Cartas Sinóticas**. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>> Acessado em 15 de junho de 2015>.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais – CPTEC-INPE. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/home/>. Acessado em 15 de Junho de 2015.

COSTA, A. M. **Recursos hídricos na Bacia do Córrego do Marinheiro, Sete Lagoas, MG**: gestão do uso da terra, qualidade da água e disponibilidade para sistemas irrigados, 2013, (FAPEMIG) Fundação de amparo á pesquisa do Estado de Minas Gerais. Projeto APQ-03178-13. Belo Horizonte, 2013.

DREW, D. **Processos interativos: homem-meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA Caracterização das séries temporais de Temperatura e Precipitação Pluvial em Sete Lagoas, MG. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 21 ed. Sete Lagoas, 2011.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Um caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. 2009. São Paulo, 1v. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2009.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento sustentável. Mapa de solos do estado de Minas Gerais 2010. **Minas Gerais**. Escala 1:650.000.

GEIGER, R. **Manual de microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo**. 2ª ed. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1990.

GOOGLE EARTH – **Imagem de satélite Google** 2014. Disponível em <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth>>. Acesso em: 5 dez. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Censo Demográfico Sete Lagoas, Minas Gerais. 2010. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 out. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra. 1999. Disponível em: <www.biblioteca.ibge.gov.br/livros/liv81615> Acesso em 15 de Maio de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. 2016. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br> Acesso em: 28 maio 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para o Ensino e Pesquisa**. Estação Convencional de Sete Lagoas. 2015. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>> Acesso em 05 de Junho de 2015.

JARDIM, C.H. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas**. 2007. São Paulo, 1v. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

JARDIM, C.H. A Representação Gráfica Dinâmica como subsídio a elaboração de cartas de unidades climáticas. **Geografias**. Revista do departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte p. 140-151, 2010

JARDIM, C.H.; MONTEIRO, Microclimatic units in the ufmg ecological station in Belo Horizonte, Brazil: Methodological aspects and the role of vegetation in thermal impacts. **Geografias**. Revista do departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, vol.10, n.1, p. 86-102, Belo Horizonte, 30 Jun. 2014.

JIN, X. GUO, R. XIA, W. Distribution of Actual Evapotranspiration over Qaidam Basin, an Arid Area in China. **Remote Sensing**.p. 6976-6996, 2013

KIDRON, G. J. Analysis of dew precipitations in three habitats within a small arid drainage basin, Negev Highlands, Israel. **Atmospheric Research**, v. 55, p. 257-270, 2000.

LANDAU. E.C. et. al. Expansão Urbana da Cidade de Sete Lagoas/MG entre 1949 e 2010. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011, Curitiba. **Anais...** 2011, p. 4011.

LANDSBERG, H. E. The urban heat island. **The urban climate**. New York: Academic Press, v.28, 275p.

LEÃO, M. S. **Diagnostico climático e estudos das variações termo-higrométricas do Município de Sete Lagoas – MG**. 2008. 150 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Geografia. Belo Horizonte – 2008.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

NOGUEIRA, M. **Sete Lagoas: a dinâmica funcional de um lugar na rede urbana de Minas Gerais**. 2003. Rio de Janeiro. 1v. 291p. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

MACHADO, F. L. V.; MONTEIRO, H. C.; BASTOS L. G. Diversidade topo e microclimática no aglomerado da Serra e Parque das Mangabeiras. In: Simpósio Nacional de Geografia Urbana, 12, 2011 Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte, 2011. Disponível em <www.revistas.usp.br/article/view>.

MACHADO, L. A. et. al. Análise do comportamento térmico e higrício em áreas do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 11, 2014, Curitiba, **Anais...**, 2014, p. 449-460. CD-ROM.

MANTUA, N. J. et. al. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. **Bulletin of the American Meteorological Society**, p. 1069-1079, 1997.

MARRA, J. et. al. Identificação e caracterização dos microclimas da porção oeste do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG). In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 11, 2014, Curitiba, **Anais...**, 2014, p. 1072-1084. CD-ROM.

MOLION, L.C.B., Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. **Cimanalise**, nº 8, 2005. Disponível em: <www6.cptec.inpe.br/revclima/revista> Acesso em 06 Junho de 2015.

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em Climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Revista Climatologia**, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, nº 1, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

MONTEIRO, C. A. F. Derivações Antropogenéticas dos Geossistemas no Brasil e Alterações Climáticas. Perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. In: SIMPÓSIO ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. São Paulo. A Comunidade Vegetal como unidade biológica, turística e econômica. **Anais...** São Paulo: Aciesp, 1978, p.43-76.

MONTEIRO, C.A.F. MENDONÇA, F. A. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, H. C. **Unidades Climáticas na Estação Ecológica da UFMG: o episódio de Abril e Maio de 2013**. 2013. Belo Horizonte. 70 f.1v. Monografia de Graduação. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

NETO, J.L.S. Decálogo da climatologia do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol.1, nº 1, 2005, p. 4160.

NETO, J. L. S. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. **Terra Livre**, São Paulo, vol. 1, ano 19, nº 20, p. 51-63, jan-jul, 2003.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. London: Methuen & Co. LTD, 1978.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981.

RIBEIRO, A.G.R. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teorética**. Uberlândia, nº 23, p. 288-294, 1993.

RUDDIMAN, W. F. **Quando os humanos começaram a alterar o clima?** In: Scientific American Brasil, 2005. Disponível em < www2.uol.com.br/sciam/reportagens> Acesso em: 18 abr. 2015.

SAADI, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e suas margens. Belo Horizonte, p. 41-63, 1995.

SHITARA, H. et al. On the micro-escale distribution of the nocturnal cooling in a small basin. **Science Reports of the Tohoku University**. Tohoku, v.23, p.163-185, 1973.

SMITH, K. **Principles of applied climatology**. London: Mcgraw-Hill Book Company UK Limite, 1975.

SORRE, M. Objeto e Método da Climatologia. In: _____ **Traité de Climatologie Biologique et Médicale**. Vol.1, p. 1-9 Tradução de José Bueno Conti. Paris: M. Piery Massos et Cie Éditeurs, 1934.

SOUZA, V. A. Mapa geomorfológico do município de Sete Lagoas – MG. **Sete Lagoas**. 2011. Disponível em <vasgeomapas.blogspot.com> Acesso em 10 de Julho de 2016.

TARIFA, J.R. **Os climas nos maciços litorâneos da Juréia-Itains: um ensaio de ritmanálise**. São Paulo, 2v. Tese (livre-docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2002.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. As Unidades Climáticas Urbanas da Cidade de São Paulo. In: José Roberto Tarifa. (Org.). **Atlas Ambiental do Município de São Paulo**. São Paulo: 2000.

TARIFA, J. R. Análise topo e microclimática e o trabalho de campo: o caso de São José dos Campos. **Climatologia**, Instituto de Geociências, USP, São Paulo, nº11, 25 p., 1981.

TARIFA, J. R. Alterações climáticas resultantes da ocupação agrícola no Brasil. **GEOUSP**, Revista do Departamento de Geografia, FFLCH, USP. São Paulo; n. 8, p. 15-27, 1994.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977

TULLER, M. P. Carta geológica. PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL. **Serviço geológico do Brasil** - CPRM. Escala 1:100,000. 2009.

WESSEL, B. TanDEM-X Ground Segment – **DEM Products Specification Document**. Project Report. EOC, DLR, Oberpfaffenhofen, Germany, Public Document TD-GS-PS-0021, Issue 3.0. 2013. Disponível em:< <http://elib.dlr.de/93565>> Acesso em 18 de Junho de 2015.

ZHANG, Q.; HUANG, R. Water vapor Exchange between soil and the atmosphere over a Gobi surface near an oasis in the summer. **Journal of Applied Meteorology**, v. 43, p. 1917-1928, 2004.

APÊNDICE

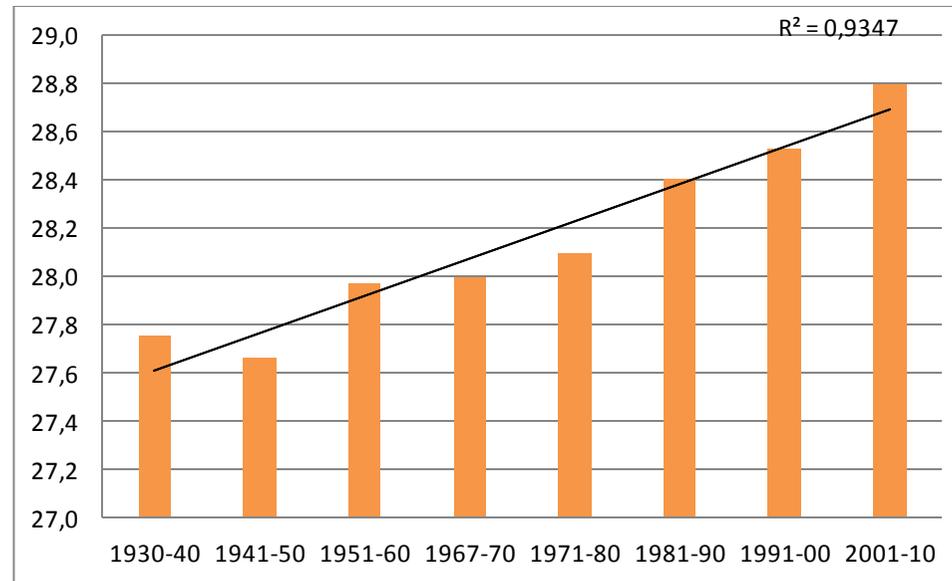
Dados de Temperatura Máxima média entre 1930 e 2010. (a delimitação deste período foi realizada com o intuito de valorizar as variações decadais)

Ano/Mês													Médias
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	ANUAIS
1930	30,1	28,9	29,6	26,8	26,5	26,3	25,9	28,7	28,5	28,5	25,3	27,1	27,7
1931	30,1	27,1	27,4	28,4	27,4	26,1	25,5	25,8	28,3	28,5	28,5	28,9	27,7
1932	26,3	29,7	28,5	30,3	27,2	27,0	25,8	27,5	29,9	28,3	28,2	27,7	28,0
1933	27,3	30,3	28,2	25,2	25,6	25,0	25,0	27,2	28,4	27,5	27,4	25,9	26,9
1934	29,7	30,9	29,9	28,4	26,5	25,5	24,3	27,8	28,1	28,5	29,3	28,6	28,1
1935	29,3	29,0	29,1	26,2	24,9	26,1	25,9	25,6	28,2	29,7	29,7	28,7	27,8
1936	30,3	28,3	28,2	27,9	27,0	25,5	25,5	26,7	27,7	28,7	27,0	27,1	27,5
1937	27,7	28,6	29,2	28,2	25,7	24,9	25,0	28,2	28,8	27,9	27,2	25,7	27,2
1938	31,0	30,2	29,6	28,5	26,8	25,6	25,5	27,2	28,6	28,2	28,9	26,5	28,0
1939	28,6	28,9	31,1	28,8	28,0	25,9	23,9	27,6	28,3	28,5	30,2	28,9	28,2
1940	28,9	28,9	28,5	29,6	27,3	26,3	26,7	28,7	27,5	28,9	26,8	29,1	28,1
1941	28,8	30,7	28,8	28,3	27,7	25,8	25,1	28,3	27,2	28,1	28,7	27,8	27,9
1942	28,7	29,1	29,4	27,1	27,4	26,2	25,3	26,2	28,6	27,4	27,6	24,7	27,3
1943	27,0	29,0	28,3	27,4	26,4	26,2	25,2	27,2	26,5	27,6	27,5	26,5	27,1
1944	29,3	29,0	29,1	26,9	25,3	26,8	24,7	26,2	28,7	29,4	29,0	27,8	27,7
1945	27,0	28,8	28,6	26,2	24,8	25,3	25,0	28,5	27,6	27,3	26,5	26,2	26,8
1946	29,1	31,8	28,9	26,6	27,2	27,0	27,1	28,0	28,1	30,2	28,3	28,9	28,4
1947	29,4	30,2	27,5	28,5	27,9	26,6	25,7	27,0	27,1	27,9	26,0	26,9	27,7
1948	30,0	30,3	28,9	28,4	27,4	26,0	27,0	27,9	28,7	28,6	28,4	26,0	28,1
1949	26,9	27,8	31,6	27,3	26,3	26,3	25,9	26,8	28,7	27,4	29,6	28,6	27,8
1950	29,8	30,1	28,7	27,8	26,5	25,3	25,9	28,1	29,2	28,1	27,0	28,0	27,9
1951	28,4	28,1	29,3	26,8	26,4	23,9	24,9	26,8	29,0	31,0	30,9	27,6	27,8
1952	27,0	27,9	27,2	27,9	25,8	26,3	26,3	27,3	29,4	29,6	28,6	28,1	27,6
1953	31,1	29,9	28,0	26,8	26,6	26,2	25,6	27,6	28,1	29,8	28,4	27,6	28,0

1954	30,9	29,8	30,3	28,3	27,0	27,7	26,5	27,1	30,5	30,5	28,8	28,5	28,8
1955	28,6	29,8	29,4	27,6	27,1	26,3	26,5	27,7	30,9	28,1	26,7	26,2	27,9
1956	31,5	29,6	28,7	28,2	25,9	23,0	24,9	24,8	29,9	29,1	26,4	27,1	27,4
1957	28,4	27,9	28,4	27,1	25,1	25,4	26,4	28,1	29,0	30,1	27,8	28,2	27,7
1958	28,7	29,2	29,4	26,9	26,2	25,6	25,1	27,6	27,2	28,3	30,6	29,0	27,8
1959	28,5	32,2	28,3	30,5	28,8	26,2	27,2	29,2	30,2	29,6	28,3	29,0	29,0
1960	28,4	31,5	28,0	28,0	26,6	25,4	25,2	27,5	30,6	29,4	27,5	27,7	27,8
1961	26,4	29,2	29,3	29,5	29,3	26,3	26,5	28,7	33,0	29,5	30,7	27,7	28,6
1962	28,2	29,0	29,3	29,3	27,0	24,8	25,6	28,2	28,7	27,0	28,8	26,3	27,7
1963	31,1	29,5	32,7	31,3	28,4	26,1	26,2	28,8	31,3	31,7	31,5	30,7	29,9
1964	25,8	28,8	28,7	28,8	26,0	25,8	23,8	26,7	28,5	27,3	26,7	26,4	26,9
1965	27,5	28,1	27,5	28,5	27,7	25,9	25,3	28,0	29,9	26,4	27,6	29,4	27,6
1966	27,5	29,1	29,0	27,7	25,8	26,1	25,3	28,1	28,0	29,7	27,8	28,4	27,7
1967	28,9	29,7	29,4	27,7	27,2	26,5	26,0	28,5	29,7	30,5	27,5	26,2	28,2
1968	29,7	26,7	28,7	26,6	24,8	24,2	24,3	25,0	27,1	26,9	29,3	28,3	26,8
1969	30,0	30,9	29,5	28,6	27,2	25,7	26,5	29,0	30,6	29,1	28,4	26,8	28,5
1970	28,1	28,9	29,6	27,3	27,8	27,1	25,3	26,8	28,0	27,7	28,2	31,3	28,0
1971	31,3	31,8	30,4	30,0	27,9	26,4	26,5	27,7	27,9	26,4	26,0	27,4	28,3
1972	30,3	29,1	29,7	26,8	26,4	26,9	25,6	28,4	27,3	29,0	28,4	29,0	28,1
1973	30,7	30,5	29,3	30,5	27,1	27,7	27,0	29,3	28,4	27,4	27,6	28,8	28,7
1974	29,1	29,4	27,6	26,0	26,1	24,7	24,8	26,9	30,4	29,2	30,0	27,4	27,6
1975	29,0	30,5	30,7	27,6	26,2	26,2	24,6	28,0	28,9	29,2	27,5	29,1	28,1
1976	31,6	27,6	29,5	29,0	27,1	27,6	25,7	28,4	27,7	27,5	27,9	27,2	28,2
1977	28,4	30,3	31,4	28,2	26,0	26,4	27,1	29,6	27,4	29,7	29,0	29,1	28,5
1978	29,0	28,5	28,8	27,6	25,6	25,0	26,0	27,5	27,4	29,9	27,4	28,3	27,6
1979	26,6	27,8	28,6	27,7	27,3	24,9	25,4	27,6	27,6	29,4	28,5	28,9	27,5
1980	28,2	28,8	30,4	27,7	27,6	25,7	26,9	28,2	28,6	31,2	28,7	28,5	28,4
1981	28,0	30,1	29,6	27,8	26,6	25,0	26,7	27,1	30,2	27,3	27,0	28,5	27,7
1982	27,2	29,7	28,1	26,6	25,1	27,0	26,3	27,9	29,2	29,9	32,0	27,8	28,0
1983	27,3	29,0	28,3	28,1	27,4	27,4	27,0	27,4	27,7	26,9	28,0	27,5	27,6
1984	31,2	31,8	30,2	28,1	29,4	28,1	27,4	26,9	28,0	28,2	29,6	28,8	29,0

1985	27,2	30,8	29,4	28,7	27,3	25,1	24,9	28,5	28,3	29,3	29,0	28,0	28,0
1986	29,5	29,8	30,9	29,8	28,0	25,6	25,9	27,9	28,0	30,7	30,0	28,2	28,7
1987	30,2	30,2	30,0	28,7	28,3	26,3	27,7	29,5	29,1	32,1	29,9	28,1	29,2
1988	30,8	29,5	30,0	29,1	28,7	25,9	24,8	27,2	31,3	28,5	27,8	28,7	28,5
1989	30,4	30,1	29,7	30,3	27,2	26,2	25,7	26,4	30,5	28,8	28,3	26,9	28,4
1990	31,2	30,2	31,0	30,2	27,5	26,6	26,7	25,6	28,2	30,3	31,2	29,5	29,0
1991	27,3	29,8	28,7	28,4	26,2	26,5	25,4	27,2	28,3	28,4	29,2	29,6	27,9
1992	27,1	27,8	29,6	29,4	28,6	26,3	25,9	27,6	26,7	27,8	27,8	28,1	27,7
1993	30,1	29,3	31,6	29,0	26,8	25,8	28,1	27,8	29,2	29,8	30,6	28,4	29,0
1994	28,7	32,4	28,3	28,6	28,1	26,4	26,3	28,2	30,3	31,8	29,2	29,1	28,9
1995	31,5	30,1	30,0	28,7	27,2	26,2	27,3	29,9	29,8	30,6	28,3	28,9	29,0
1996	30,9	31,1	30,7	29,0	26,9	26,4	27,0	27,7	28,4	30,5	27,3	29,2	28,8
1997	29,1	29,8	27,3	27,6	24,9	25,4	25,9	27,6	32,0	31,2	31,6	29,7	28,5
1998	29,9	31,2	31,0	29,8	26,9	25,3	26,8	28,8	31,1	28,7	27,8	29,6	28,9
1999	30,2	30,4	28,1	28,9	27,1	27,2	27,0	27,5	27,9	28,3	27,0	28,2	28,3
2000	29,3	29,3	28,3	28,4	27,3	26,9	26,0	28,3	26,4	27,2	27,3	29,5	28,2
2001	30,2	32,2	30,2	30,3	27,9	27,1	27,5	26,7	28,0	28,0	28,6	27,8	28,7
2002	29,4	28,1	30,1	30,0	28,1	27,3	26,7	28,9	28,5	32,1	29,0	29,1	29,0
2003	28,4	30,7	29,2	29,3	26,4	27,8	26,4	28,3	29,5	30,3	29,3	29,4	28,7
2004	27,8	27,6	28,3	27,3	27,1	25,3	23,9	27,4	30,8	30,6	30,5	28,1	27,9
2005	28,9	29,8	28,5	29,1	26,3	25,5	26,0	28,3	28,8	31,7	26,9	27,8	28,1
2006	30,6	31,4	28,8	28,4	27,2	25,3	27,3	29,0	29,4	29,3	28,1	28,8	28,5
2007	28,8	28,8	31,3	29,3	27,6	27,5	27,6	28,2	30,2	32,2	30,1	30,0	29,3
2008	28,5	30,0	29,8	30,1	27,9	27,7	27,1	29,6	30,2	31,6	28,9	28,2	29,1
2009	29,9	30,0	30,8	28,6	27,5	26,7	28,7	28,3	31,2	29,8	31,2	28,4	29,2
2010	31,6	32,4	30,4	29,0	28,1	26,1	27,1	28,4	30,5	30,6	28,2	30,2	29,4

Gráfico com o comportamento decadal da Temperatura máxima média nos período de 1930 a 2010.



Fonte: INMET (2015)

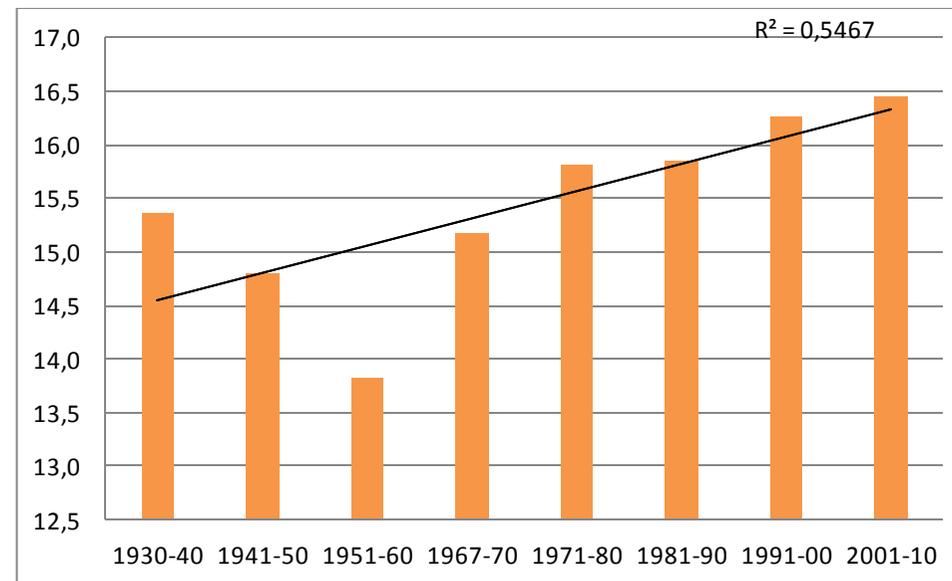
Dados de Temperatura mínima média entre os anos de 1930 e 2010.

Ano/mês													MÉDIAS
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	ANUAIS
1930	18,2	18,1	17,3	15,7	13,8	11,3	10,8	12,5	14,9	17,6	17,5	18,5	15,5
1931	18,9	18,4	15,7	16,5	13,2	10,0	10,1	10,7	14,9	17,0	18,1	18,6	15,2
1932	17,8	18,2	17,0	15,2	14,4	11,9	10,9	11,6	15,2	18,0	18,0	18,9	15,6
1933	19,0	17,6	17,1	15,6	11,4	8,9	11,0	10,8	15,0	17,1	16,7	18,8	14,9
1934	18,1	17,9	17,8	16,9	12,8	9,6	9,4	12,2	15,0	15,4	17,3	19,2	15,1
1935	18,5	18,6	17,7	16,9	11,3	11,5	10,9	11,4	15,0	17,5	18,2	17,1	15,7
1936	17,3	18,2	18,0	15,8	14,2	11,6	10,1	12,3	14,3	16,5	18,4	18,6	15,4
1937	18,4	17,9	18,0	16,5	12,6	10,8	10,0	10,0	14,0	18,0	18,0	18,3	15,2
1938	18,2	18,7	17,6	16,2	13,6	11,7	10,1	13,4	15,6	17,5	17,6	18,3	15,7
1939	18,2	16,9	17,6	16,4	14,1	10,9	10,0	11,3	15,0	15,5	18,5	19,0	15,3
1940	18,3	18,5	17,9	16,3	14,7	10,7	11,1	11,8	13,7	16,4	17,8	17,8	15,4
1941	18,0	18,3	17,4	16,1	12,6	10,5	10,7	12,6	14,6	16,4	19,7	19,6	15,4
1942	18,3	17,6	17,1	15,5	12,4	11,5	9,8	10,8	14,3	16,1	16,5	16,8	14,7
1943	17,3	17,3	16,8	14,7	11,1	11,6	9,3	11,3	12,9	16,1	16,8	17,1	14,3
1944	16,7	17,5	17,4	14,4	10,8	10,4	9,9	10,3	12,9	16,0	16,3	16,5	14,1
1945	17,6	16,1	17,1	15,2	14,0	13,1	9,4	12,0	12,6	14,9	17,0	17,2	14,7
1946	17,8	17,6	17,9	14,6	13,7	9,6	11,4	12,2	14,6	16,7	17,7	17,5	15,1
1947	18,5	18,1	18,2	14,7	13,7	12,0	11,0	11,8	12,6	12,5	14,6	18,5	14,9
1948	18,0	18,9	17,8	14,8	13,5	11,0	12,4	11,9	14,0	16,3	18,2	17,1	15,3
1949	17,3	17,5	17,9	15,7	11,7	12,3	10,1	11,8	13,0	15,7	16,2	17,6	14,7
1950	17,1	17,4	16,8	15,9	12,5	11,9	11,4	11,5	14,8	15,8	17,3	16,3	14,9
1951	17,4	17,2	17,6	13,2	11,9	9,7	8,5	10,8	12,7	16,9	17,2	17,1	14,2
1952	17,9	18,1	17,6	15,9	11,7	11,5	11,1	12,5	14,8	17,0	17,7	17,8	15,3
1953	17,9	18,2	17,4	15,1	11,9	11,5	11,1	12,7	15,3	17,2	17,7	17,9	14,9

1954	16,5	17,5	16,5	14,8	14,3	11,5	11,0	10,9	14,4	16,8	17,2	16,7	14,8
1955	17,2	16,2	16,8	15,1	12,9	11,6	10,2	11,5	13,4	15,8	15,0	17,2	14,4
1956	16,1	16,5	16,0	14,7	13,6	9,2	10,2	10,5	14,0	15,0	15,2	17,1	14,0
1957	16,3	16,8	16,6	14,8	11,7	10,5	9,9	10,9	15,0	15,1	16,1	17,4	14,2
1958	16,8	17,0	15,4	14,4	12,4	9,9	11,7	11,4	13,0	15,3	15,9	16,0	14,1
1959	16,9	16,8	17,1	14,7	12,7	9,4	10,0	11,7	13,9	15,1	16,1	16,2	14,2
1960	16,7	16,8	16,5	13,1	11,8	9,9	9,3	11,4	12,8	15,5	16,3	16,2	13,8
1961	16,5	16,7	16,4	14,3	16,8	10,6	9,5	10,2	13,9	15,0	16,6	16,1	13,9
1962	17,2	16,9	16,1	13,7	16,6	8,4	8,4	10,5	13,6	14,8	14,8	16,7	13,5
1963	16,3	16,4	15,6	14,3	9,6	8,4	8,2	10,0	13,5	19,6	19,6	18,1	14,1
1964	19,0	19,6	17,4	17,1	14,4	11,4	11,9	13,7	15,2	17,7	16,8	18,3	16,0
1965	18,2	19,2	18,0	16,0	14,7	13,6	12,4	13,9	17,6	17,1	17,7	18,6	16,4
1966	18,7	18,2	17,7	15,7	14,5	10,9	12,6	12,7	14,2	17,8	17,3	18,9	15,8
1967	18,8	18,8	18,2	16,5	12,9	12,3	11,1	12,9	15,3	17,3	17,9	18,0	16,1
1968	18,1	17,7	16,5	14,8	10,3	9,3	10,7	11,5	13,5	16,3	17,9	17,6	14,5
1969	18,3	19,1	18,0	16,1	13,4	11,7	11,5	13,2	15,3	17,6	18,1	17,3	15,8
1970	18,8	18,0	17,7	16,4	13,6	12,7	11,7	12,5	15,9	15,2	17,0	18,2	15,8
1971	18,0	18,3	18,4	17,2	14,2	12,7	12,0	12,8	14,8	16,4	17,1	18,5	15,9
1972	19,5	18,4	18,4	15,3	13,1	11,3	12,7	13,4	15,5	17,6	19,6	18,3	16,1
1973	19,5	19,4	19,5	18,2	14,0	13,6	12,8	13,6	15,3	16,8	18,1	18,9	16,6
1974	18,6	18,2	18,7	16,8	14,5	11,7	10,1	12,7	15,6	17,7	16,9	17,6	15,7
1975	18,1	19,0	18,1	15,7	12,9	11,8	11,0	12,0	14,8	17,2	17,9	17,5	15,5
1976	17,9	18,1	17,9	15,6	14,1	11,7	11,5	13,1	15,7	16,1	17,9	18,5	15,7
1977	18,2	17,4	18,7	17,3	13,2	13,1	11,4	13,2	15,8	17,5	18,8	18,1	16,1
1978	18,2	18,4	17,4	15,7	13,2	11,3	12,3	11,9	14,2	16,9	17,7	17,5	15,4
1979	18,2	18,3	17,2	15,6	14,2	9,9	10,7	13,3	15,1	17,1	17,2	18,5	15,4
1980	18,6	18,0	16,9	17,2	14,5	12,7	11,4	13,5	14,5	16,4	17,7	18,6	15,8
1981	18,2	17,4	18,8	15,1	13,5	11,6	9,2	12,1	14,4	16,9	18,2	17,9	15,3
1982	18,1	17,5	18,7	15,1	12,7	12,6	11,6	14,0	14,6	17,3	19,2	18,8	15,9
1983	19,0	18,5	18,1	16,5	15,6	13,8	12,3	11,8	16,6	16,6	17,9	18,3	16,2
1984	17,2	18,4	18,6	16,3	14,6	12,0	12,6	13,7	17,9	15,8	17,2	18,7	15,8

1985	19,0	18,0	18,8	16,1	13,7	8,4	9,5	12,2	14,8	16,5	17,4	17,5	15,1
1986	18,1	18,2	18,2	16,7	15,2	11,7	11,4	14,0	14,3	16,7	17,9	18,9	15,9
1987	19,0	18,5	18,4	17,2	15,2	12,3	11,6	12,4	16,2	18,4	18,7	19,0	16,4
1988	19,3	19,2	17,8	17,8	14,9	11,7	10,4	11,3	15,3	17,1	17,1	18,2	15,8
1989	18,3	19,4	17,9	16,5	13,7	12,9	10,0	13,4	16,2	16,2	18,3	18,0	15,9
1990	17,7	18,4	18,7	17,6	13,9	12,0	12,4	13,6	14,8	17,4	18,3	18,3	16,1
1991	18,6	18,9	18,6	16,4	14,2	12,9	11,6	12,2	14,6	16,3	18,1	18,8	15,9
1992	18,9	17,1	17,6	17,5	15,1	13,1	12,4	13,8	18,3	17,5	17,7	18,1	16,2
1993	17,8	18,0	17,9	17,3	13,5	11,9	12,0	12,9	18,2	17,0	18,3	18,6	15,9
1994	18,7	18,5	18,3	16,6	15,4	12,1	12,1	11,7	14,6	18,0	18,4	18,7	16,1
1995	19,1	18,6	18,4	17,2	15,3	11,6	13,2	13,6	15,2	17,6	17,4	18,8	16,3
1996	18,3	18,9	18,8	16,5	13,1	11,0	11,0	12,7	15,6	17,9	17,8	18,7	15,8
1997	18,8	18,3	17,9	16,0	13,7	11,5	11,7	11,8	16,9	18,1	20,1	19,8	16,2
1998	19,7	20,3	19,6	18,2	15,1	12,9	12,3	16,4	17,9	19,0	18,6	19,6	17,4
1999	19,8	19,6	15,4	16,7	12,5	13,0	13,9	12,4	13,8	16,9	17,3	18,6	16,2
2000	19,5	19,1	18,8	16,7	13,4	11,7	12,3	13,5	16,0	14,5	18,3	19,3	16,4
2001	18,9	19,3	18,3	17,2	14,5	13,4	12,6	13,2	15,7	16,4	19,0	18,5	16,4
2002	19,3	18,8	18,3	17,0	15,1	13,0	13,4	14,2	15,0	17,9	18,6	19,5	16,7
2003	19,6	18,2	18,4	17,1	13,0	12,3	11,4	14,0	15,5	17,2	18,6	19,1	16,2
2004	18,9	18,5	17,5	17,0	15,1	12,9	11,8	12,9	15,6	18,4	18,9	18,8	16,3
2005	19,5	18,2	18,8	17,4	14,8	13,6	12,3	13,8	16,6	18,4	18,3	18,0	16,6
2006	18,4	19,4	19,1	17,3	13,2	12,0	10,7	14,1	15,4	15,5	18,3	19,3	16,3
2007	19,7	18,5	17,8	17,6	13,8	11,9	12,2	12,1	15,2	18,3	19,0	18,3	16,2
2008	18,4	19,0	18,5	17,6	13,6	13,1	10,8	13,7	15,2	18,3	19,1	18,9	16,3
2009	19,4	19,3	19,0	17,2	14,4	13,0	13,5	14,3	17,8	18,7	19,3	19,0	17,1
2010	19,2	19,2	19,3	16,8	14,4	10,9	13,0	11,5	15,4	18,0	18,7	19,7	16,3

Gráfico com o comportamento decadal da Temperatura mínima média no período de 1930 a 2010.



Fonte: INMET (2015).

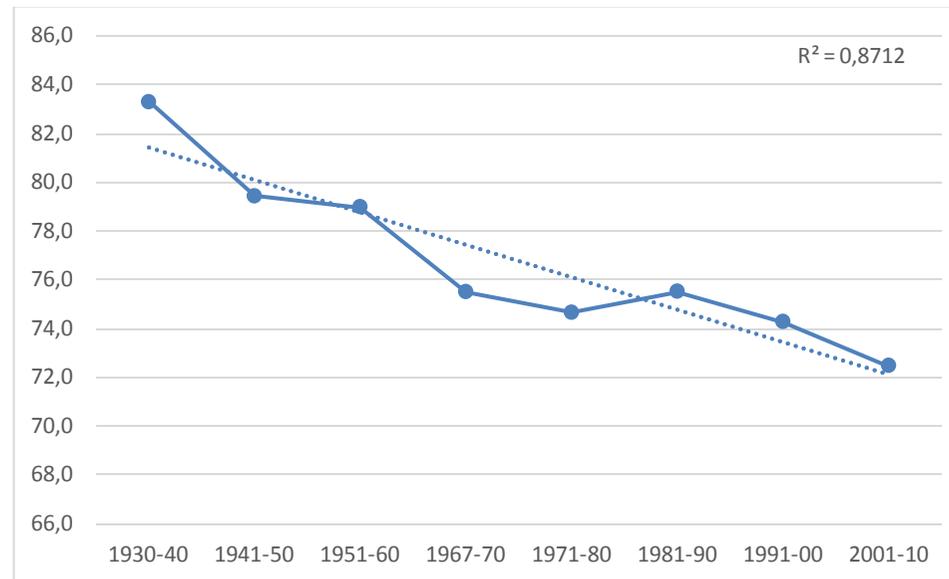
Dados da Umidade do ar máxima média no período de 1930 a 2010.

Ano/Mês													MÉDIAS
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	ANUAIS
1930	84,3	86,9	91,0	92,2	91,8	90,9	86,4	80,7	79,8	75,5	91,3	89,9	86,9
1931	89,9	92,1	92,2	91,4	90,8	90,4	85,7	80,6	79,4	79,2	81,3	87,0	86,6
1932	88,1	89,4	88,7	87,4	87,3	88,7	88,7	77,3	71,6	76,2	81,8	88,7	84,2
1933	90,4	83,8	88,1	89,0	87,8	86,5	84,9	75,1	73,9	86,1	82,5	92,1	84,6
1934	81,7	82,6	81,5	89,0	87,8	85,3	85,4	76,9	77,6	73,5	78,9	84,4	81,3
1935	89,1	92,1	91,8	92,2	88,3	91,0	88,4	85,0	79,6	81,0	81,1	81,0	87,4
1936	82,5	91,1	92,1	91,8	90,6	89,8	88,9	84,5	80,9	80,8	88,5	91,2	87,7
1937	90,3	90,5	86,8	89,5	90,5	89,7	85,7	77,5	73,7	84,6	88,9	92,6	86,7
1938	76,7	82,1	82,8	84,3	83,9	77,6	73,1	74,1	73,4	76,8	75,8	86,5	78,9
1939	80,7	78,1	73,6	78,0	76,5	71,8	72,8	62,3	70,8	70,6	74,0	80,3	74,1
1940	83,0	83,9	85,3	79,4	80,4	77,2	73,5	64,5	68,3	73,3	85,3	80,9	77,9
1941	85,7	83,7	83,2	79,7	79,5	79,9	80,6	74,3	80,1	79,7	79,5	84,4	81,0
1942	84,9	82,2	82,5	82,0	79,3	78,1	75,2	68,9	73,9	76,2	81,1	86,4	79,2
1943	85,9	82,9	84,7	80,9	79,6	80,1	74,4	70,1	69,1	76,7	77,8	84,8	78,9
1944	80,1	86,2	84,7	83,8	81,1	80,0	74,1	64,9	63,0	75,0	78,5	84,1	78,0
1945	88,1	84,5	86,0	88,6	84,2	83,1	76,1	69,9	68,6	79,2	85,1	88,3	81,8
1946	82,6	77,9	84,7	86,0	83,4	79,8	76,6	68,3	71,4	71,9	79,3	77,2	78,2
1947	82,2	81,2	87,0	80,3	81,0	78,2	79,7	75,2	76,6	77,1	80,3	87,4	80,3
1948	78,5	83,5	83,9	79,6	79,9	78,9	76,4	70,5	68,5	72,9	81,3	87,8	78,5
1949	88,0	87,5	78,3	84,3	82,5	81,3	75,8	71,9	67,9	77,7	76,9	85,2	79,7
1950	84,6	82,3	82,1	81,9	78,6	80,4	77,1	69,0	69,6	74,6	84,5	80,4	78,7
1951	82,3	85,7	86,4	81,6	81,5	80,0	75,8	72,1	66,3	67,9	64,6	78,6	76,9
1952	85,5	85,8	86,4	84,0	78,8	81,4	76,3	71,5	71,4	71,3	82,0	84,1	79,8
1953	85,2	86,4	85,2	83,4	79,2	81,1	75,3	70,3	71,8	73,2	82,9	83,0	78,0
1954	75,1	79,8	77,6	79,9	81,8	77,3	71,8	69,3	66,6	69,0	77,5	78,9	75,3

1955	82,9	79,2	81,1	81,6	80,8	80,1	74,3	69,7	63,8	79,8	84,9	89,4	79,0
1956	74,6	81,2	84,5	81,7	86,2	83,1	81,4	73,0	72,1	76,6	81,9	85,9	80,2
1957	83,6	86,5	87,0	88,6	86,7	86,4	82,1	76,7	75,8	71,5	84,9	86,6	83,0
1958	82,0	81,9	81,0	80,9	80,8	78,5	79,3	73,6	75,5	77,8	73,8	81,5	78,9
1959	87,6	82,6	85,4	80,3	79,3	77,3	76,2	73,8	68,5	73,4	81,2	80,9	78,9
1960	85,4	83,7	87,5	82,9	83,6	81,9	76,4	71,8	67,8	71,2	81,9	86,3	80,0
1961	90,3	84,5	87,0	82,3	86,2	79,6	74,3	66,7	61,5	70,5	74,1	78,9	77,4
1962	91,2	86,6	82,7	80,1	86,0	79,3	76,8	71,3	73,9	81,2	80,1	89,4	81,0
1963	80,0	84,1	75,9	77,6	73,2	74,2	67,7	59,5	53,8	63,3	71,8	69,5	70,8
1964	87,5	84,9	78,8	78,9	80,2	79,2	80,8	70,9	65,9	78,2	80,8	84,8	79,2
1965	83,4	89,3	88,2	83,1	82,3	77,8	76,4	67,7	63,0	78,9	78,1	77,8	78,8
1966	82,8	77,8	79,3	78,1	79,0	75,6	72,9	65,5	63,7	78,4	81,9	83,3	76,5
1967	84,5	84,3	81,4	78,3	72,4	73,7	69,2	60,4	61,1	59,1	77,4	80,7	74,2
1968	74,4	80,1	73,8	77,5	73,0	72,2	67,2	64,7	64,6	73,1	71,9	76,3	72,4
1969	74,4	75,5	77,1	74,9	72,9	71,7	68,8	62,2	60,2	68,7	77,7	77,1	72,2
1970	81,1	73,9	72,2	76,2	70,0	68,3	69,0	61,6	72,4	72,2	78,6	71,9	72,6
1971	66,6	69,4	72,0	73,6	71,4	74,7	68,2	61,3	65,5	75,2	81,8	82,7	71,9
1972	70,4	79,0	78,8	80,8	78,3	73,4	73,2	68,6	67,8	71,5	80,2	76,2	74,8
1973	77,4	80,0	83,0	75,7	76,4	75,2	68,9	62,5	62,4	71,7	78,0	79,6	74,2
1974	78,1	75,2	83,2	79,0	79,3	77,4	67,0	66,8	57,6	72,0	69,8	80,1	73,8
1975	77,6	78,7	71,4	77,4	75,2	73,5	73,5	61,4	58,5	72,9	81,4	74,3	72,9
1976	69,7	80,7	77,0	73,9	76,7	69,8	74,5	65,3	72,1	72,6	79,1	85,4	74,4
1977	79,7	70,5	73,2	79,7	77,5	76,1	71,0	60,9	66,6	66,1	77,0	75,7	73,0
1978	79,7	81,6	79,5	81,1	83,2	80,3	79,6	67,3	70,2	72,0	78,3	79,5	77,7
1979	85,5	84,5	80,1	80,9	81,1	77,0	77,0	72,5	72,3	69,8	78,7	82,1	78,4
1980	84,3	80,1	74,6	83,1	78,3	79,7	74,6	65,9	66,0	58,8	77,5	83,0	75,4
1981	83,2	72,9	80,5	77,0	77,6	80,0	78,0	66,4	59,6	78,4	84,6	80,1	75,7
1982	82,5	75,8	86,4	80,8	81,4	80,8	74,5	69,1	63,2	73,4	65,3	81,6	76,3
1983	87,5	81,9	84,5	83,0	82,7	81,8	77,8	65,2	74,1	76,9	83,4	84,9	80,3
1984	72,7	72,0	78,7	78,0	73,5	70,9	68,6	68,3	81,0	76,5	70,8	84,0	73,2
1985	88,2	75,5	82,9	78,4	80,8	75,1	71,4	64,6	68,4	72,5	74,9	80,2	76,1

1986	80,4	80,2	75,3	75,4	78,2	74,9	72,0	69,5	61,1	57,4	66,2	81,8	72,7
1987	79,7	76,4	80,3	82,3	83,0	83,5	76,4	64,0	70,6	63,1	74,8	84,2	76,5
1988	79,7	85,2	81,5	82,2	82,2	77,5	67,3	60,2	53,9	72,9	74,8	79,5	74,8
1989	75,3	79,6	79,8	74,0	68,7	81,5	77,5	71,7	67,3	73,1	81,8	79,6	76,4
1990	70,3	76,8	78,5	76,4	76,3	76,0	75,1	72,0	66,5	65,6	71,6	75,5	73,4
1991	86,5	81,7	82,3	78,3	80,1	77,9	74,6	64,4	67,3	71,7	79,7	82,0	77,2
1992	88,2	78,9	74,1	80,7	80,8	79,0	75,1	67,7	81,5	76,4	80,0	83,0	78,2
1993	78,2	80,6	73,9	80,1	77,5	77,4	68,3	66,9	77,7	67,8	72,1	81,2	73,7
1994	85,2	71,5	85,0	80,4	81,3	79,0	72,8	63,9	55,2	60,0	72,9	80,3	74,0
1995	74,3	80,8	78,0	81,5	83,0	79,5	71,4	58,4	59,8	69,4	74,9	83,1	74,5
1996	74,6	77,9	79,5	75,6	83,1	74,7	68,9	66,6	68,8	70,3	79,5	84,0	74,9
1997	82,5	73,2	80,4	81,1	80,5	82,3	73,9	61,1	64,1	64,9	69,6	79,7	74,5
1998	79,4	78,6	75,6	77,1	78,5	78,9	72,9	69,9	59,6	72,2	79,8	79,2	75,1
1999	76,4	72,0	77,2	73,5	70,7	70,6	67,5	55,7	60,0	62,8	75,1	77,5	69,9
2000	78,2	77,6	78,0	72,2	72,7	67,1	66,5	61,2	66,2	64,0	77,9	76,3	70,9
2001	73,1	66,4	72,4	67,7	71,4	69,7	66,5	61,3	63,0	70,2	78,5	78,6	69,9
2002	78,9	82,9	73,2	72,0	72,6	69,9	72,6	59,1	65,9	56,1	70,6	77,4	70,8
2003	82,7	70,9	78,7	73,5	74,3	70,2	67,5	63,8	60,8	55,0	70,1	74,0	70,1
2004	79,2	84,2	77,9	80,3	77,7	75,5	73,5	62,2	53,7	62,5	66,1	81,2	72,8
2005	81,8	76,0	80,6	73,5	75,7	75,2	69,9	63,1	67,8	59,6	82,8	79,4	73,8
2006	70,0	76,0	85,1	82,1	77,8	75,8	69,6	67,6	65,5	65,7	80,9	83,8	75,8
2007	87,4	80,5	71,2	76,6	75,8	75,6	69,0	59,3	55,0	56,6	71,5	74,0	71,0
2008	79,0	76,9	80,5	77,7	73,9	72,0	65,5	59,9	60,3	61,0	75,4	82,0	72,0
2009	79,6	78,4	79,9	80,4	78,3	71,3	71,8	66,6	65,8	76,0	71,9	83,0	75,9
2010	73,7	70,1	81,2	75,7	77,5	76,3	68,6	56,5	58,6	71,1	82,0	78,4	72,6

Gráfico com o comportamento decadal da Umidade do ar máxima média no período de 1930 a 2010.



Fonte: INMET (2015)

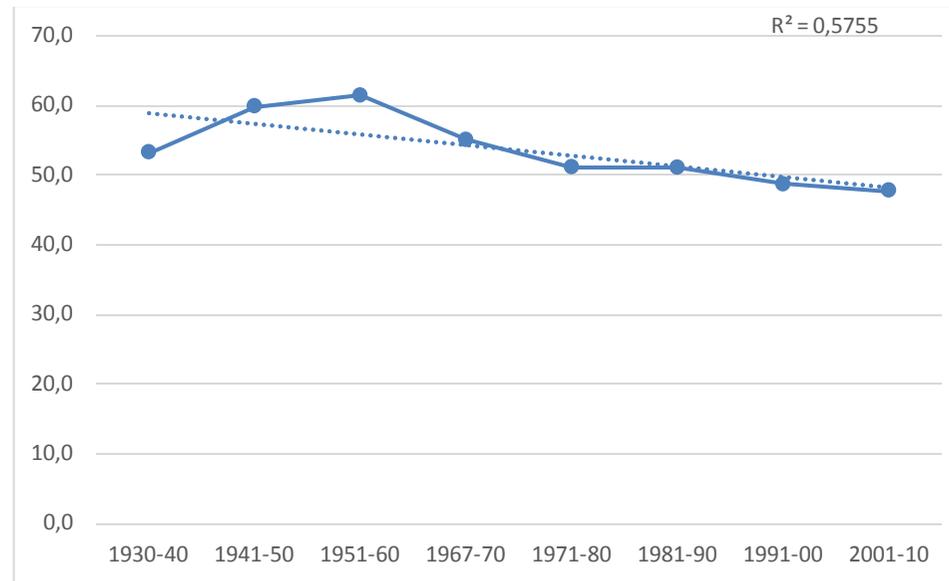
Dados da Umidade do ar mínima média no período de 1930 a 2010.

Ano/Mês													MÉDIAS
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	ANUAIS
1930	49,8	59,1	58,8	58,4	47,9	45,4	39,1	35,5	44,4	49,9	67,1	64,9	51,7
1931	57,5	68,5	66,3	56,1	49,0	39,8	39,4	36,3	38,8	49,0	54,9	58,4	51,1
1932	66,6	56,0	54,2	40,0	46,1	41,5	41,1	33,5	33,4	53,0	52,6	64,7	48,6
1933	65,1	51,0	53,0	58,2	44,1	37,4	42,5	31,8	37,4	52,7	52,5	75,0	50,1
1934	48,2	43,8	44,5	53,1	45,5	38,8	37,8	34,0	42,0	42,1	49,6	61,3	45,1
1935	59,8	66,4	60,1	64,9	47,4	47,7	42,9	43,0	49,1	53,0	51,1	55,3	50,8
1936	53,5	67,5	67,5	63,1	57,1	57,5	66,4	56,5	49,8	53,5	68,4	71,5	61,0
1937	69,0	64,6	59,5	59,7	58,2	55,3	47,7	39,8	44,3	62,9	69,6	77,0	59,0
1938	58,4	61,3	64,7	65,6	61,5	52,9	45,3	49,5	50,0	60,5	58,8	74,2	58,6
1939	63,7	60,1	47,9	55,3	51,8	45,7	45,0	38,0	49,2	50,8	55,1	65,2	52,3
1940	65,4	66,4	67,3	56,5	59,1	53,2	49,9	39,5	47,6	54,9	73,7	63,1	58,0
1941	68,3	66,0	66,3	57,5	56,2	54,0	56,6	48,9	62,0	62,7	64,7	70,7	61,4
1942	72,5	63,2	64,0	63,9	51,9	55,6	48,2	43,3	47,6	59,7	62,6	79,6	59,3
1943	71,4	64,7	66,4	59,9	55,2	55,5	48,9	43,8	48,4	58,6	63,3	73,0	59,1
1944	64,2	72,7	68,7	66,6	59,4	54,7	50,5	39,7	39,8	58,8	62,8	67,8	58,8
1945	75,4	66,0	71,2	71,8	61,1	55,7	53,3	45,5	47,7	60,7	74,2	75,4	63,1
1946	66,8	56,3	69,0	67,1	60,2	49,5	48,7	43,9	49,0	52,5	64,0	61,3	57,4
1947	64,5	60,0	72,9	55,8	57,2	57,1	54,8	54,2	53,9	58,5	66,3	75,4	60,6
1948	59,0	62,9	68,5	59,3	57,3	55,6	54,1	48,0	46,6	55,5	68,4	77,2	59,4
1949	75,7	71,1	55,6	68,6	59,2	58,6	52,5	51,2	46,0	61,8	59,0	72,3	60,9
1950	67,9	65,1	64,0	64,3	55,8	55,4	52,6	44,2	48,9	57,1	69,4	65,0	59,1
1951	65,0	73,7	71,7	62,7	60,3	61,4	52,6	50,2	43,6	46,0	47,0	60,8	57,8
1952	70,5	72,0	73,6	66,7	56,5	56,9	51,5	50,6	50,3	52,8	65,7	69,2	61,3
1953	70,5	73,4	69,6	66,1	56,7	57,4	49,8	49,8	51,5	54,6	66,7	67,7	57,9
1954	54,2	63,0	56,3	58,9	61,9	53,1	44,6	51,7	48,2	51,4	60,2	61,0	55,3
1955	69,9	62,6	64,2	66,9	61,1	59,2	53,5	49,6	45,5	65,8	73,2	81,5	62,8
1956	55,9	63,9	68,6	65,2	70,8	60,7	57,4	52,8	53,5	65,1	70,3	75,0	63,3

1957	69,6	70,8	75,4	78,0	75,1	71,3	66,7	55,9	58,0	53,0	71,5	73,4	68,2
1958	67,9	64,8	61,1	61,9	59,0	53,2	57,2	52,2	56,0	61,4	57,0	66,8	59,9
1959	77,3	68,0	75,8	63,8	62,4	60,9	59,8	57,3	49,1	57,1	68,9	67,1	64,0
1960	71,0	69,9	75,3	64,5	64,0	63,9	57,4	51,5	49,0	56,9	68,8	76,2	64,1
1961	81,9	75,4	74,9	64,5	75,3	58,4	53,6	46,7	40,6	54,4	59,3	68,1	61,5
1962	81,6	73,0	66,9	60,8	74,1	58,3	56,9	53,8	58,4	70,9	66,3	83,3	65,7
1963	67,4	71,2	60,2	56,2	52,3	52,5	41,0	32,5	28,3	42,5	53,7	48,9	50,5
1964	77,9	68,1	59,1	58,2	59,5	51,7	57,5	48,6	44,0	59,0	63,7	71,5	59,9
1965	70,4	78,3	73,6	65,2	57,7	49,7	48,1	39,0	38,2	60,2	59,8	58,2	58,1
1966	66,1	60,7	57,7	57,2	56,0	45,4	47,3	38,4	42,0	62,5	68,8	72,6	56,2
1967	70,4	69,4	62,1	54,3	41,6	46,0	40,4	33,4	36,4	36,7	64,4	67,7	53,4
1968	53,0	64,1	51,1	54,9	44,8	40,7	38,0	36,1	38,6	55,6	52,3	58,9	48,9
1969	53,8	52,9	54,2	48,4	45,1	43,8	38,3	36,0	33,5	48,8	57,9	59,3	48,1
1970	64,3	53,5	50,4	55,0	40,2	40,0	40,8	34,9	45,7	48,3	56,6	46,8	48,4
1971	43,3	42,4	47,6	43,7	39,5	42,6	35,9	32,5	40,6	55,7	63,4	63,1	45,9
1972	45,1	61,7	55,2	58,4	46,5	38,2	42,8	35,2	43,9	47,9	63,4	55,3	49,4
1973	56,1	59,4	61,5	49,3	48,0	41,9	39,2	32,8	40,5	53,0	61,3	61,6	50,4
1974	54,3	54,0	65,1	57,9	51,1	48,9	38,3	37,2	31,7	52,0	44,8	65,6	50,1
1975	59,6	57,5	48,6	52,4	50,0	44,0	43,1	33,6	35,7	48,0	63,8	58,2	49,5
1976	45,5	57,3	58,1	46,6	47,9	38,3	45,7	37,7	50,1	53,8	59,4	68,4	50,7
1977	61,9	49,1	49,3	59,3	55,0	49,6	40,8	32,7	45,0	45,7	59,4	59,1	50,8
1978	61,4	61,4	57,7	57,5	60,1	53,2	50,0	39,5	47,0	48,8	64,8	61,7	55,2
1979	72,3	69,5	63,8	59,7	53,4	48,8	46,9	45,2	49,1	50,0	58,8	69,1	57,2
1980	68,0	59,8	52,5	62,5	52,8	49,8	42,1	38,2	42,2	36,1	60,9	64,7	52,4
1981	66,6	50,9	62,3	53,4	51,4	48,2	39,0	38,9	32,8	57,5	69,9	65,8	52,9
1982	68,4	53,9	69,1	57,3	54,2	48,0	42,4	42,4	39,0	50,5	45,8	63,7	52,9
1983	75,2	62,8	64,4	61,7	58,5	50,1	44,3	36,3	51,4	58,1	67,9	68,5	58,2
1984	49,5	48,9	57,9	56,9	42,5	37,3	36,8	43,9	67,2	52,7	50,5	64,1	48,1
1985	76,5	51,9	61,4	54,1	50,5	37,0	37,9	34,1	44,0	50,8	54,6	62,4	51,3
1986	61,0	55,5	51,3	48,5	50,1	42,1	38,7	40,5	36,0	36,2	47,8	63,7	47,6
1987	58,8	52,3	54,6	56,9	53,9	50,2	38,8	31,6	45,3	39,9	53,6	67,4	50,3

1988	59,1	64,1	57,5	61,4	52,5	44,3	36,0	31,5	29,8	49,3	55,3	60,2	50,1
1989	50,4	57,9	57,5	47,3	40,9	49,6	45,7	47,9	40,9	49,4	64,0	66,1	52,0
1990	45,5	56,2	52,4	50,0	46,0	42,8	42,8	47,7	40,9	41,8	47,5	55,3	47,4
1991	72,4	60,2	60,0	53,9	51,9	42,9	41,1	32,5	38,8	51,0	56,6	62,0	51,9
1992	73,1	56,9	46,5	52,1	47,3	44,3	41,9	37,1	66,4	58,5	61,6	63,6	52,9
1993	53,5	56,5	44,1	55,2	46,5	43,3	34,1	37,5	58,0	44,7	49,0	67,6	47,3
1994	66,0	44,7	66,2	55,9	51,5	44,8	40,2	30,5	29,8	40,0	54,9	59,4	48,7
1995	50,5	57,6	54,2	55,0	54,3	41,4	38,4	27,9	35,5	42,4	55,8	65,1	48,1
1996	52,3	52,7	55,2	49,4	46,1	39,3	34,9	34,9	43,3	45,9	64,2	62,7	48,4
1997	61,4	51,0	61,1	52,4	53,6	47,5	38,8	29,9	37,1	40,3	48,4	59,0	48,4
1998	57,7	55,0	50,4	52,4	48,5	46,1	36,0	39,6	32,7	52,1	60,1	55,4	48,8
1999	54,2	50,9	54,9	47,8	37,5	36,6	37,6	28,4	32,7	46,1	55,7	59,5	45,4
2000	58,5	54,6	58,3	47,8	40,2	35,2	37,2	34,4	48,4	41,0	58,4	56,2	47,0
2001	51,3	41,4	49,7	40,6	41,0	40,4	36,2	36,3	41,4	48,0	55,5	62,7	45,4
2002	57,4	63,3	49,6	44,7	43,8	38,8	40,6	32,9	42,4	33,5	51,5	61,8	46,6
2003	65,6	45,3	55,7	47,5	43,7	35,7	35,4	36,9	37,4	35,2	49,2	57,7	45,5
2004	63,5	65,8	54,9	56,0	50,5	44,4	44,2	33,5	29,7	43,6	44,7	61,4	49,3
2005	62,8	51,8	61,9	47,8	47,8	47,3	40,6	34,8	44,7	38,7	65,9	59,2	50,2
2006	46,3	53,4	66,8	55,1	44,5	45,1	34,2	37,0	40,2	40,6	66,6	65,6	51,0
2007	68,5	59,1	41,8	51,2	43,9	40,6	36,5	32,2	31,6	33,2	50,0	54,9	45,2
2008	60,8	55,9	54,2	52,9	41,9	38,3	30,7	32,6	33,7	39,3	55,3	62,6	46,5
2009	56,5	59,0	56,6	53,0	49,5	37,1	37,8	38,7	40,5	56,3	53,3	67,0	51,0
2010	50,0	48,1	58,6	50,4	47,4	42,6	38,5	28,4	34,2	47,7	61,8	59,7	47,3

Gráfico com o comportamento decadal da Umidade do ar mínima média no período de 1930 a 2010.



Fonte: INMET (2015).

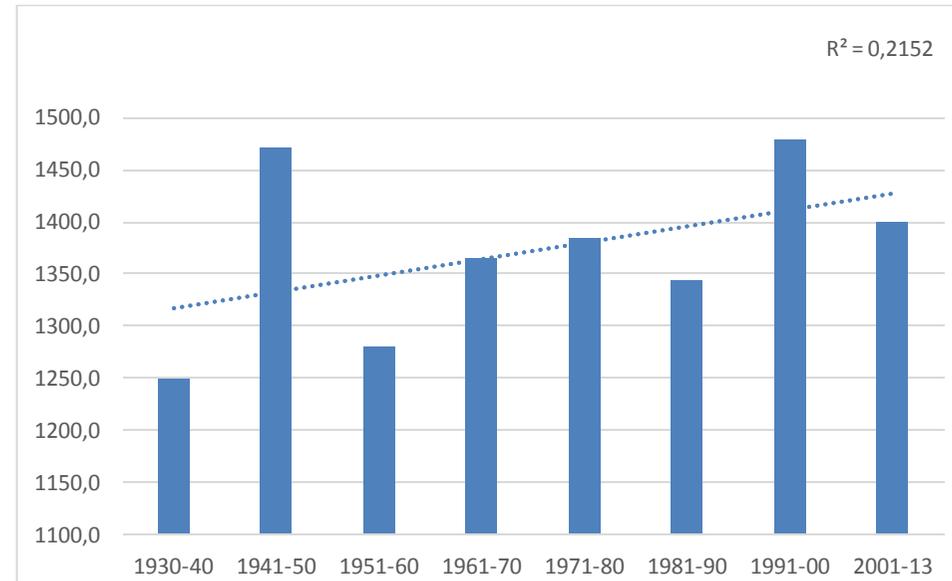
Dados de precipitação no período de 1930 a 2010.

Ano/Mês	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL
1930	138,0	193,2	96,1	86,9	7,9	0,0	16,7	11,2	22,6	191,9	367,9	282,3	1414,7
1931	173,7	182,1	242,7	61,0	5,6	0,3	0,0	3,6	19,9	98,6	202,2	207,4	1197,1
1932	259,4	105,5	68,1	3,8	32,2	13,1	13,1	1,4	5,5	147,6	218,3	339,0	1194,0
1933	425,3	46,0	134,7	104,1	2,3	0,0	18,1	6,4	56,8	180,7	125,8	590,1	1609,0
1934	89,7	100,3	23,2	76,2	3,9	0,3	0,0	0,0	32,7	8,3	142,2	142,0	706,8
1935	259,4	270,6	135,2	143,5	0,0	7,6	15,6	0,0	59,4	57,8	144,6	111,6	1210,8
1936	111,7	255,2	122,9	82,9	0,1	0,0	6,3	45,1	42,9	87,1	152,1	418,0	1324,3
1937	347,2	204,7	128,9	11,7	42,5	6,4	0,3	0,0	10,9	147,7	11,0	499,2	1741,9
1938	37,1	191,1	69,2	30,1	20,6	0,0	0,0	40,4	64,9	88,9	118,8	377,4	1038,5
1939	346,3	112,8	65,9	27,1	13,5	1,4	8,6	16,4	33,7	121,7	41,3	190,8	979,5
1940	239,0	150,4	201,8	11,2	17,2	1,5	0,0	0,0	59,5	174,3	270,8	201,2	1326,9
1941	363,7	162,2	112,5	25,3	11,9	0,0	51,7	0,0	125,1	2,4	73,9	336,1	1357,5
1942	250,5	135,8	162,9	48,7	0,2	9,0	0,1	0,0	48,2	155,2	192,9	495,8	1499,3
1943	397,4	118,2	223,8	19,7	0,0	11,4	0,0	8,7	22,0	121,6	123,8	292,2	1338,8
1944	126,7	219,4	116,2	51,9	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	147,6	172,9	271,0	1106,0
1945	432,7	163,4	304,8	146,7	22,1	0,0	0,0	0,0	9,3	122,1	396,1	368,3	1965,5
1946	279,1	20,8	136,5	140,9	13,2	4,3	16,3	0,0	71,8	10,9	349,8	116,5	1160,1
1947	207,7	117,7	286,1	5,2	8,9	0,5	13,7	36,0	91,5	140,1	174,2	481,2	1513,1
1948	96,1	302,9	273,1	9,8	3,6	3,5	0,5	0,5	16,5	94,7	275,7	495,5	1572,4
1949	478,3	464,4	48,6	104,6	12,6	16,5	0,0	0,0	0,0	130,0	69,7	453,9	1778,6
1950	213,9	85,9	282,0	54,9	0,0	17,7	1,2	0,0	39,7	89,4	276,3	369,0	1430,0
1951	282,7	276,3	257,8	22,5	7,0	1,0	2,0	0,0	8,8	41,7	34,1	249,8	1183,7
1952	292,3	340,7	203,3	81,1	0,0	14,9	0,0	0,6	35,9	52,1	150,3	294,2	1465,4
1953	309,5	340,1	125,9	81,1	0,0	14,9	0,0	0,6	35,9	70,4	162,2	266,9	1235,8
1954	61,9	148,4	178,9	57,9	20,1	0,2	0,0	0,0	3,0	25,3	122,4	251,9	870,0
1955	287,1	133,2	29,6	53,3	42,5	0,0	0,0	0,0	0,0	119,4	135,1	522,0	1322,2
1956	15,7	256,5	187,6	8,4	100,1	87,4	3,0	16,2	10,2	38,1	229,0	505,1	1457,3
1957	263,1	247,9	182,0	153,5	2,0	0,1	0,0	0,0	88,7	28,8	247,3	342,4	1616,2

1958	268,6	118,0	89,1	83,9	25,5	1,5	70,0	0,0	68,8	99,5	170,6	228,5	1224,0
1959	216,0	33,6	225,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,2	179,4	263,9	93,4	1013,2
1960	261,7	108,2	262,0	6,8	48,6	6,3	0,0	0,0	14,4	65,9	285,8	300,8	1425,7
1961	711,2	308,4	215,4	54,3	166,8	1,8	0,0	0,0	147,4	49,5	92,8	136,8	1512,8
1962	492,0	187,4	143,4	2,4	136,0	20,0	2,0	0,7	32,4	184,1	225,4	673,1	1966,8
1963	50,7	117,8	0,0	24,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	30,2	88,3	152,1	463,9
1964	477,0	170,1	25,7	43,8	16,1	5,0	47,3	2,0	2,8	171,3	267,5	354,5	1583,1
1965	245,6	490,1	210,2	22,9	41,6	0,9	6,6	13,6	36,0	249,3	222,5	223,3	1762,6
1966	372,4	202,1	151,5	51,2	44,6	0,0	0,8	0,0	28,4	55,7	126,0	283,5	1316,2
1967	346,8	140,8	127,0	38,2	0,0	4,2	0,0	0,0	0,9	48,0	243,2	214,7	1447,3
1968	137,8	134,0	36,9	112,8	11,7	0,7	0,0	17,2	71,3	96,7	227,0	214,6	1060,7
1969	239,2	116,2	104,0	20,7	32,3	6,7	1,3	14,7	27,3	160,0	290,3	295,3	1308,0
1970	348,5	136,8	41,0	68,5	2,6	0,9	14,9	26,3	56,5	238,2	242,9	52,2	1229,3
1971	103,3	49,0	20,4	40,7	33,9	31,4	0,7	2,0	84,3	136,4	447,2	351,2	1300,5
1972	71,1	252,0	185,8	67,8	6,6	0,0	51,7	22,6	29,2	178,0	250,4	196,6	1311,8
1973	163,2	204,2	258,0	12,9	21,5	14,2	0,0	2,9	18,7	177,2	268,2	279,2	1420,2
1974	228,8	115,1	230,1	40,2	37,9	17,1	0,0	14,6	0,2	151,2	54,0	351,6	1240,8
1975	182,4	167,5	43,6	88,7	27,7	3,1	43,0	0,0	2,8	142,7	238,2	185,2	1124,9
1976	77,9	1,7	86,4	10,1	16,2	0,0	54,4	9,1	92,6	107,7	264,5	323,3	1165,3
1977	427,6	14,1	99,3	74,4	11,6	9,9	25,5	4,1	52,4	62,7	282,4	172,5	1271,1
1978	317,9	311,6	97,9	99,7	79,0	0,0	16,4	0,9	19,6	120,1	233,6	163,2	1459,9
1979	574,7	544,3	97,5	63,4	95,9	0,0	16,5	25,3	47,6	121,7	285,1	361,9	2233,9
1980	249,4	98,1	31,3	164,8	10,9	45,3	0,0	0,5	14,4	34,4	324,9	344,4	1318,4
1981	237,8	20,7	119,1	19,2	11,3	37,9	0,0	36,3	1,2	233,5	403,6	346,9	1467,5
1982	285,9	36,1	316,0	51,9	34,1	0,0	3,6	0,0	7,8	64,8	62,4	221,1	1083,7
1983	471,1	305,1	261,3	107,4	44,5	2,3	19,2	1,5	85,5	174,7	235,6	284,6	1992,8
1984	191,5	5,5	113,1	54,3	0,0	0,0	2,1	45,4	368,4	365,8	107,7	341,7	1092,7
1985	646,2	169,6	428,1	19,7	43,1	12,5	0,0	4,5	57,2	76,0	194,8	205,1	1853,2
1986	247,7	119,3	36,2	24,0	63,6	4,2	30,6	36,4	5,3	0,3	95,0	273,8	936,4
1987	230,6	49,8	200,3	117,8	37,6	16,0	3,6	1,4	52,9	73,5	185,8	381,0	1350,3
1988	216,8	434,4	244,4	82,0	10,5	11,0	0,0	0,0	75,3	48,1	183,7	200,1	1506,3

1989	149,7	124,2	145,4	0,5	36,2	58,7	74,2	8,4	7,8	98,1	229,6	350,7	1248,7
1990	115,5	196,1	126,0	2,6	18,7	1,7	22,2	29,8	26,7	57,3	229,6	83,1	909,3
1991	551,5	221,4	270,8	91,0	6,4	0,0	1,1	0,0	57,9	73,7	205,9	187,9	1646,3
1992	574,9	273,3	21,1	131,4	9,7	40,6	12,4	4,0	419,5	106,9	407,1	305,6	1995,2
1993	133,6	167,2	31,2	68,1	3,5	17,4	0,0	3,8	113,7	102,6	187,5	230,8	1050,9
1994	409,6	74,4	308,9	49,6	46,5	12,3	0,9	0,0	0,8	50,2	145,8	313,1	1412,1
1995	94,9	218,4	257,7	57,5	24,6	0,0	0,0	0,0	64,6	105,6	123,7	552,6	1499,6
1996	149,9	231,6	93,6	45,5	34,8	0,2	1,0	13,7	86,1	55,8	484,5	346,2	1542,9
1997	437,0	135,3	182,8	169,1	40,9	40,3	1,1	3,0	41,1	43,5	163,2	387,7	1645,0
1998	339,8	223,2	79,4	34,5	96,6	0,1	0,0	53,4	0,6	82,6	258,9	198,0	1367,1
1999	175,0	75,0	261,4	4,7	2,4	0,3	0,0	0,0	45,9	95,2	245,2	314,1	1219,2
2000	387,0	216,5	151,7	13,2	2,6	0,1	8,9	38,3	60,2	105,8	216,3	282,3	1417,7
2001	105,5	50,6	134,9	19,8	37,4	0,0	0,1	29,7	65,3	130,7	338,5	528,4	1440,9
2002	196,2	247,1	74,8	17,3	11,9	0,0	15,7	0,0	44,0	52,2	199,3	327,7	1186,2
2003	436,2	73,1	133,9	18,8	28,1	0,0	0,0	6,0	28,4	18,5	197,2	255,6	1195,8
2004	379,3	313,0	108,6	104,0	5,0	0,3	46,1	0,0	0,0	32,8	104,1	384,9	1478,1
2005	280,7	148,1	275,2	35,6	26,5	1,1	1,4	8,6	108,2	54,8	293,4	275,0	1508,6
2006	68,6	141,6	317,1	24,5	27,7	2,8	11,8	17,5	38,4	38,4	202,4	375,5	1320,7
2007	389,8	90,2	91,8	119,5	8,5	1,9	6,6	0,0	0,0	65,6	147,3	205,8	1127,0
2008	324,5	108,8	237,6	88,9	0,0	0,1	0,0	15,9	39,4	85,5	169,8	401,1	1471,6
2009	327,7	208,6	174,1	67,7	31,7	0,1	0,0	12,4	54,9	282,1	110,0	364,0	1635,1
2010	153,8	118,2	190,9	55,3	46,2	6,3	0,0	0,0	33,5	106,3	265,0	358,3	1333,8

Gráfico com o comportamento decadal da Precipitação no período de 1930 a 2010.



Fonte: INMET (2015).

Dados climáticos diários entre 1930 e 1940.

DOMINGO							SEGUNDA							TERÇA						
ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip	ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip	ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip
1930	27,6	15,3	91,3	83,6	54,8	149,7	1930	27,7	15,3	90,0	82,9	51,0	324,6	1930	28,2	15,4	88,8	81,4	47,8	142,8
1931	27,8	15,4	89,2	83,2	50,4	85,3	1931	27,5	15,2	91,0	83,0	53,1	157,4	1931	27,2	15,3	91,5	82,7	52,1	271,6
1932	28,1	15,4	89,7	79,1	47,2	165,9	1932	28,0	15,5	89,9	80,1	49,3	144,7	1932	28,0	15,4	90,1	79,3	48,8	136,9
1933	27,0	14,9	89,0	79,5	49,5	376,8	1933	27,3	15,0	88,5	79,2	49,4	163,2	1933	27,2	15,2	88,8	79,1	50,1	143,5
1934	28,4	15,2	85,6	75,3	45,3	147,2	1934	28,0	15,3	86,2	76,9	45,2	54,4	1934	28,1	15,7	87,1	76,3	46,2	101,9
1935	28,0	15,4	89,4	83,7	53,0	410,7	1935	27,8	15,8	89,1	85,7	55,9	267,2	1935	27,8	15,9	89,6	86,1	55,7	295,8
1936	27,5	15,6	89,6	85,6	61,4	206,6	1936	27,5	15,8	88,7	85,8	60,7	179,1	1936	27,5	15,6	88,9	85,7	60,5	137,1
1937	27,9	15,4	88,8	84,6	57,6	252,0	1937	27,6	15,2	89,8	84,7	58,8	237,4	1937	26,9	15,2	88,5	84,2	60,7	307,4
1938	28,4	15,6	75,4	81,3	57,1	40,3	1938	28,1	15,8	74,3	81,9	57,4	67,0	1938	28,1	15,4	75,2	80,7	59,2	223,4
1939	28,1	15,7	71,3	78,6	53,5	137,4	1939	28,3	14,9	70,9	77,7	52,2	238,7	1939	28,1	15,2	71,1	77,7	52,7	101,5
1940	28,0	15,6	73,8	81,8	57,6	143,7	1940	27,6	15,1	73,8	81,4	59,6	3,7	1940	28,0	15,7	74,8	84,5	59,2	200,8

QUARTA							QUINTA							SEXTA						
ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip	ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip	ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip
1930	27,6	15,7	88,5	82,0	51,9	206,7	1930	27,7	15,6	90,0	85,5	50,2	109,7	1930	27,6	15,7	91,2	51,5	237,2	
1931	27,5	14,9	90,8	83,2	51,3	171,6	1931	27,9	15,3	89,8	82,5	50,2	176,8	1931	27,8	14,9	90,7	50,3	228,3	
1932	27,8	15,4	87,8	80,1	50,0	196,8	1932	28,1	15,6	87,8	78,9	47,7	214,5	1932	28,1	15,8	88,7	49,3	188,3	
1933	26,6	14,9	88,6	79,8	50,9	157,1	1933	26,8	14,9	89,2	81,0	49,1	147,0	1933	26,6	14,8	89,8	51,4	152,1	
1934	27,7	15,3	87,7	77,5	45,8	37,8	1934	28,1	14,8	86,4	77,8	44,3	172,9	1934	28,2	14,7	85,6	44,8	66,4	
1935	27,9	15,8	90,4	84,9	54,6	207,2	1935	27,9	15,7	89,8	85,0	55,5	108,9	1935	27,2	15,6	89,6	56,4	87,5	
1936	27,3	15,3	89,4	87,3	61,3	174,4	1936	27,6	15,1	90,2	86,5	60,5	261,8	1936	27,5	15,3	89,5	61,4	88,3	
1937	26,8	15,2	89,2	85,3	59,0	216,1	1937	27,2	15,0	89,5	83,2	59,3	251,5	1937	27,2	15,1	88,9	58,5	203,5	
1938	27,9	15,8	75,3	83,5	58,7	92,4	1938	27,4	15,7	76,3	84,5	60,8	214,7	1938	27,9	15,7	77,0	59,3	240,7	
1939	27,8	15,1	71,5	78,4	53,2	125,6	1939	28,3	14,9	70,8	77,0	51,5	204,1	1939	28,4	15,3	70,0	51,4	65,7	
1940	28,0	15,6	74,4	82,1	58,5	208,8	1940	28,2	15,3	73,8	81,6	58,1	173,6	1940	28,5	15,2	73,1	56,0	259,3	

SABADO						
ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip
1930	27,6	15,3	91,2	84,1	54,5	244,0
1931	28,0	15,2	89,8	82,4	50,0	106,1
1932	28,1	15,9	89,0	79,3	47,8	146,9
1933	26,8	14,7	89,9	79,8	50,5	469,3
1934	28,2	14,8	85,5	75,9	43,8	126,2
1935	27,6	15,3	89,9	84,6	54,0	132,9
1936	27,6	15,5	88,7	85,9	61,2	277,0
1937	27,1	15,2	89,8	83,3	59,1	274,0
1938	28,4	15,9	75,1	80,9	57,7	160,0
1939	28,6	15,5	69,6	76,3	51,7	106,5
1940	28,4	15,4	73,4	80,6	57,3	144,5

Dados climáticos diários entre 2000 E 2010

DOMINGO							SEGUNDA							TERÇA						
ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip	ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip	ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip
1930	28,0	16,7	69,7	76,7	50,2	165,6	1930	28,0	16,2	70,0	74,0	46,6	470,1	2000	27,9	16,2	67,6	73,8	47,9	165,9
1931	28,6	16,2	66,0	70,8	43,2	219,8	1931	28,2	16,5	70,4	72,7	48,3	262,9	2001	28,6	16,2	66,6	72,1	46,0	274,5
1932	29,0	16,7	68,7	72,3	45,7	205,4	1932	28,9	16,8	69,3	73,4	46,8	198,3	2002	28,9	16,7	68,2	74,7	48,1	114,0
1933	28,5	16,2	68,3	72,1	44,8	136,8	1933	28,6	16,0	66,5	73,6	45,6	144,7	2003	28,7	16,2	67,3	72,3	45,5	130,5
1934	27,8	16,3	69,4	74,9	50,0	167,3	1934	27,6	16,4	72,1	77,8	52,7	199,5	2004	28,1	16,3	71,2	75,8	48,5	399,0
1935	28,2	16,5	69,5	76,9	48,9	249,8	1935	28,2	16,5	70,9	77,3	50,3	213,2	2005	28,4	16,8	70,0	77,2	48,6	86,6
1936	28,7	16,3	71,1	80,7	49,6	132,4	1936	28,7	16,4	70,2	81,2	51,9	76,6	2006	28,5	16,6	70,8	82,9	51,4	121,4
1937	29,8	16,2	66,1	74,9	45,3	206,6	1937	29,4	16,4	66,8	76,1	44,5	186,4	2007	29,0	16,4	65,9	77,0	46,9	120,8
1938	29,0	16,1	67,8	76,5	45,8	148,0	1938	29,1	16,5	68,3	78,1	47,1	316,2	2008	29,1	16,6	66,1	76,0	46,7	156,8
1939	29,2	17,3	70,2	81,3	51,7	310,8	1939	29,2	17,0	72,3	82,6	52,1	268,9	2009	29,2	16,9	72,1	81,8	51,9	294,3
1940	29,4	16,4	65,9	78,3	47,6	160,0	1940	29,2	16,3	68,5	79,6	47,5	161,7	2010	29,3	16,5	68,4	79,1	49,1	211,8
QUARTA							QUINTA							SEXTA						
ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip	ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip	ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip
2000	28,4	16,1	68,4	72,8	46,9	137,9	2000	28,2	16,5	66,6	71,8	45,4	120,8	2000	28,6	16,4	67,4	72,4	45,7	172,2
2001	28,9	16,3	68,9	71,5	45,1	202,7	2001	28,9	16,6	67,7	71,4	45,3	72,5	2001	28,8	16,7	67,9	73,1	45,1	118,5
2002	28,7	16,8	69,9	73,6	48,4	154,0	2002	29,0	16,4	67,4	71,3	45,7	104,3	2002	29,1	16,6	68,3	71,6	45,0	113,2
2003	28,9	16,4	67,0	74,2	46,8	164,4	2003	28,6	16,3	66,7	73,6	46,2	190,6	2003	28,8	16,0	67,6	72,6	45,2	172,9
2004	28,0	16,5	70,5	73,8	49,8	160,1	2004	28,0	16,6	70,4	74,2	47,4	174,0	2004	27,8	16,4	69,9	76,5	49,7	155,3
2005	27,9	16,7	70,4	78,5	51,5	304,7	2005	27,8	16,8	70,0	78,1	52,2	202,5	2005	28,2	16,6	69,3	77,9	50,4	193,1
2006	28,4	16,1	70,6	80,9	51,5	203,9	2006	28,4	16,2	70,9	81,2	52,1	330,3	2006	28,6	16,1	71,2	79,7	48,7	222,3
2007	29,4	16,3	66,0	74,1	44,1	226,0	2007	29,0	16,3	64,7	76,5	45,9	74,1	2007	29,2	15,8	67,1	75,3	44,7	181,7
2008	29,2	16,4	67,6	75,5	44,7	219,4	2008	28,7	16,2	67,4	76,5	47,8	195,0	2008	29,3	16,0	66,8	76,7	45,1	172,2
2009	29,2	16,8	69,2	78,4	48,3	645,8	2009	29,2	16,9	70,5	80,6	50,1	335,8	2009	29,6	17,2	67,9	80,5	48,9	122,9
2010	29,4	16,5	68,1	78,8	48,0	249,0	2010	29,2	16,3	67,2	78,1	46,8	188,3	2010	29,6	16,1	67,0	76,1	46,8	218,1
SÁBADO																				
ANO	Tmax	Tmin	UR	UR	UR	Precip														
2000	28,6	16,7	67,4	73,4	46,0	185,2														
2001	28,8	16,2	68,1	71,8	45,0	290,0														
2002	29,2	16,7	68,7	74,5	46,4	297,0														
2003	29,0	16,2	67,6	72,7	44,3	255,9														
2004	28,0	15,8	68,8	74,1	47,2	222,9														
2005	28,3	16,5	69,8	77,0	49,8	258,7														
2006	28,5	16,1	69,4	80,9	51,7	233,8														
2007	29,4	16,0	67,1	76,1	44,8	131,4														
2008	29,4	16,1	66,2	77,4	46,4	180,6														
2009	29,1	17,2	69,2	81,1	51,2	178,8														
2010	29,7	16,3	65,8	76,2	45,5	144,9														

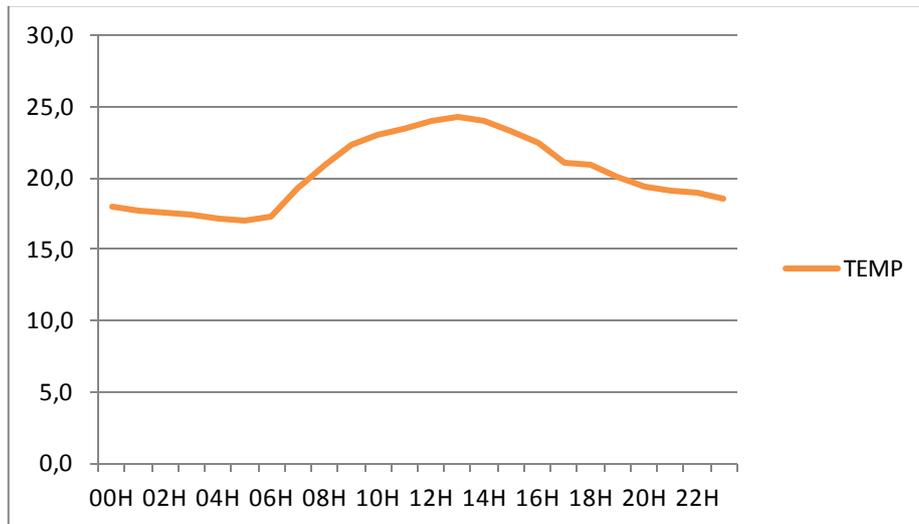
Fonte: INMET (2015)

Dados de campo durante os dias de medição no sensor Topo de Morro.

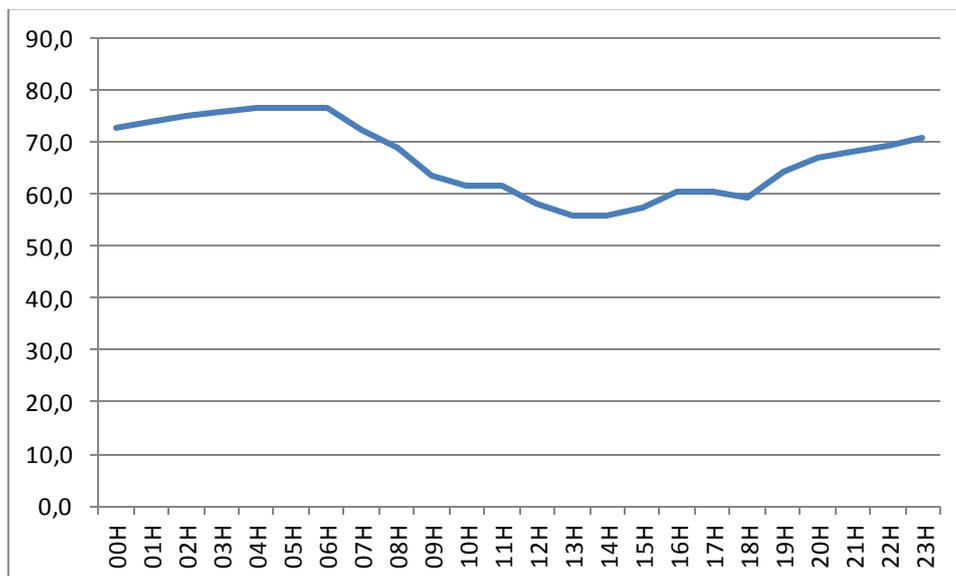
TOPO DE MORRO					
Tmax	Tmin	Tamp	Umax	Umin	Uamp
23,7	16,6	7,1	81,7	62,3	19,4
24,6	16,6	8	81,2	54,7	26,5
25,7	16,7	9	82,2	51,9	30,3
26,8	17,2	9,6	78,6	46	32,6
26,4	17,3	9,1	76,6	44,2	32,4
26	17,2	8,8	72,6	48,8	23,8
26,9	17,7	9,2	71,4	41,3	30,1
24,7	19,5	5,2	76,2	37,2	39
26,8	20	6,8	73,1	54,6	18,5
27,6	18,9	8,7	79,3	53,4	25,9
27,7	19,5	8,2	78,7	55,4	23,3
28,9	21,1	7,8	72,6	49,3	23,3
29,3	21,1	8,2	77,3	48,4	28,9
29,7	19,6	10,1	82,1	55,4	26,7
27,1	19,6	7,5	83,2	60,5	22,7
25,3	19,6	5,7	81,6	60,5	21,1
26,3	20,6	5,7	78,6	63,5	15,1
27,1	15,7	11,4	80,6	62,7	17,9
24,8	16	8,8	75,4	50,3	25,1
25,5	15,8	9,7	79,9	48	31,9
26	16,5	9,5	80,9	46,6	34,3
26,1	18,2	7,9	77,1	52,7	24,4
25,8	17,3	8,5	78,2	52,4	25,8
23,3	16,5	6,8	79,9	62,1	17,8
23,5	17	6,5	79,4	59,5	19,9
26,3	15,9	10,4	78,4	48,7	29,7
26,8	17,1	9,7	74,5	53,9	20,6
24	19,1	4,9	81	68,8	12,2
26,3	18,1	8,2	89,2	64,7	24,5
24,4	18,5	5,9	86	63,4	22,6
23,3	14,9	8,4	78,4	50,4	28
25,6	15,5	10,1	81,2	53	28,2
25,8	14,9	10,9	82,4	52,6	29,8
24,2	16,7	7,5	85,6	56	29,6
23,5	17	6,5	82,4	59,8	22,6
23	15,8	7,2	69,1	54,2	14,9
22,2	16,4	5,8	76,9	59,7	17,2
20,9	14,8	6,1	79,7	68,9	10,8
20	15	5	76,2	66,7	9,5
22,4	15,4	7	82,6	56,9	25,7

23,5	16,8	6,7	80,5	51,1	29,4
20,9	16	4,9	80	68,6	11,4
22,2	15,9	6,3	82,1	61,9	20,2
22,8	15,9	6,9	81,8	59,2	22,6
22	16,1	5,9	81,1	61,3	19,8
23,2	15,1	8,1	79,9	49,5	30,4
21,8	14,1	7,7	80,8	58,9	21,9
23,7	15,3	8,4	73,9	51,9	22
26,9	16,7	10,2	75,9	44	31,9
26	17,8	8,2	74,6	35,7	38,9
26	15,6	10,4	77	44,4	32,6
27,3	17,3	10	80,3	48,1	32,2
21,8	14,2	7,6	83,6	64,8	18,8
25,9	17,3	8,6	75,7	45,6	30,1
26,9	17,3	9,6	81,7	40,4	41,3
26,8	17,9	8,9	76,3	48,2	28,1
23,7	17,1	6,6	78,6	54,6	24
22	17	5	83,8	67	16,8
22,8	14,4	8,4	81	57,2	23,8
23,6	15,1	8,5	81,3	54,5	26,8
22,9	16,4	6,5	81,9	56	25,9
23,9	15,7	8,2	76,1	54,5	21,6
24,5	15,4	9,1	76,6	51,9	24,7
24,3	15,1	9,2	70,3	35,8	34,5
24,5	16,2	8,3	74,3	39,3	35
26,6	17,3	9,3	69,3	46,1	23,2
26,4	17,3	9,1	69	39,4	29,6
25,7	17,2	8,5	70,9	39,7	31,2
25,5	17,4	8,1	69,9	42	27,9
26,7	16,4	10,3	65,5	38,2	27,3
24,9	16,9	8,0	78,2	53,0	25,2

Dados horários de temperatura durante os dias de medição no sensor Topo de Morro.



Dados horários de umidade do ar durante os dias de medição no sensor Topo de Morro.



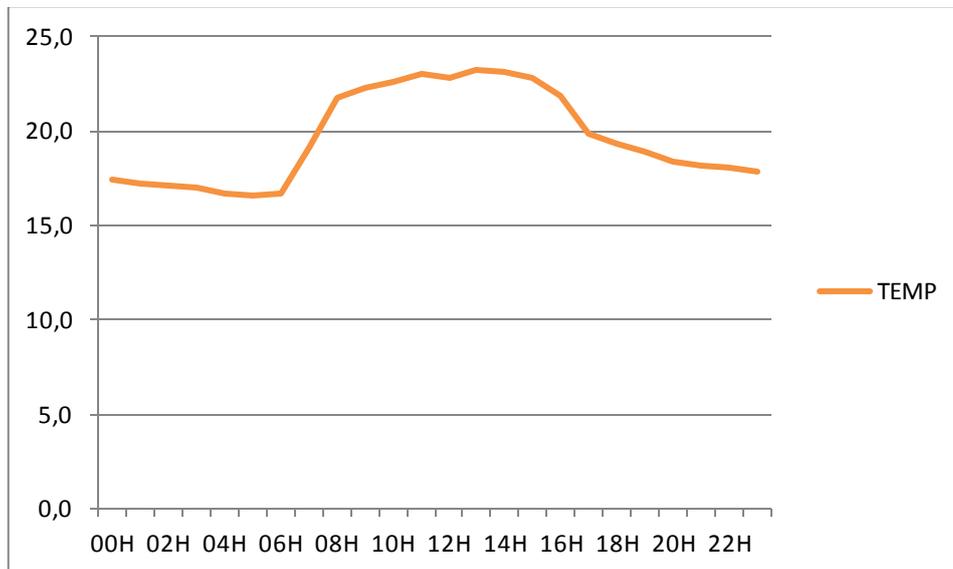
Fonte: Dados da pesquisa.

Dados de campo durante os dias de medição no sensor Gnaisse.

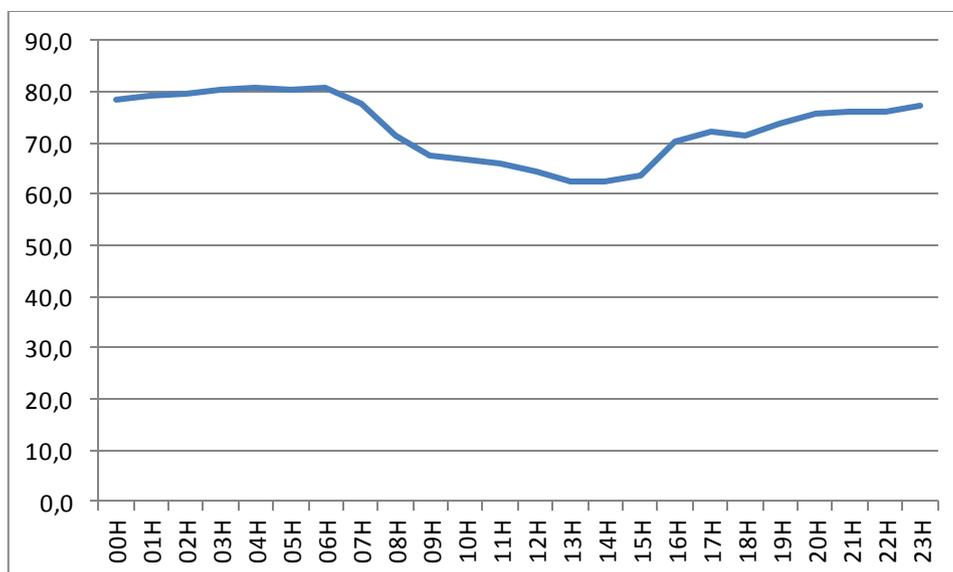
GNAISSE					
Tmax	Tmin	Tamp	Umax	Umax	Uamp
22,5	17,5	5	80,4	68,1	12,3
23,8	17,1	6,7	80,7	59	21,7
23,9	17,4	6,5	81,2	58,3	22,9
24,9	16	8,9	82	53	29
25,2	16,9	8,3	80	46,5	33,5
24,6	16,2	8,4	77,5	53,3	24,2
25	17,4	7,6	77,5	45,6	31,9
23,5	18,1	5,4	77,3	62,9	14,4
26,5	19,6	6,9	79,6	58	21,6
26,1	19,6	6,5	78,5	59,3	19,2
27,3	18,4	8,9	82,6	60	22,6
27,6	19,6	8	81,8	55,7	26,1
27,5	20,8	6,7	81,4	51,9	29,5
27,3	19,1	8,2	83,6	60,3	23,3
26,5	19,7	6,8	86,1	64,6	21,5
23,6	20,2	3,4	84,6	71,1	13,5
24,7	19,3	5,4	84	69,4	14,6
25,9	16	9,9	83,5	68,5	15
24,2	16,1	8,1	78,4	54	24,4
24,2	16,2	8	78,9	52,1	26,8
24	17,1	6,9	80,4	54,8	25,6
23,8	17	6,8	81,5	57,9	23,6
23,6	17,7	5,9	78,7	59,2	19,5
23	17,2	5,8	78,7	63,6	15,1
22,6	17,5	5,1	78,7	65	13,7
23,8	15,7	8,1	80,8	56	24,8
24,4	15,3	9,1	81,7	59,9	21,8
22,9	19,4	3,5	84,6	73,6	11
23,6	18,6	5	91,5	72,1	19,4
22,4	18,4	4	93,8	84,6	9,2
22,5	14,5	8	84,4	58,1	26,3
23,3	16,1	7,2	81,3	61,2	20,1
23,8	15,8	8	81,8	59,7	22,1
23,4	17,1	6,3	86,5	62,3	24,2
22,5	16,6	5,9	84,1	65,7	18,4
22	14	8	81,7	63,8	17,9
22,3	17	5,3	76,4	63,8	12,6
20,8	15,3	5,5	78,9	69,2	9,7

20,4	15,6	4,8	76,8	68,4	8,4
21,2	15,7	5,5	82,1	64,1	18
22,4	17,5	4,9	80,6	55,8	24,8
20,6	16,9	3,7	79,2	71,2	8
21,9	16,6	5,3	80,8	64,3	16,5
21,9	16,5	5,4	81	62,8	18,2
22,2	16,4	5,8	80,6	63,7	16,9
22,2	14,8	7,4	79,1	54,6	24,5
21,9	14,8	7,1	80	59,4	20,6
22,5	13,7	8,8	81,2	58,5	22,7
25,3	13,6	11,7	84,1	49,3	34,8
25,6	15	10,6	82,4	38,6	43,8
24,4	15,5	8,9	79,5	48,5	31
25,9	15	10,9	83,4	52,3	31,1
19,4	15	4,4	92,3	70,6	21,7
24,2	14,2	10	89,3	75,9	13,4
24,6	15,7	8,9	86	54	32
24,8	15,8	9	84,1	56,7	27,4
23,2	17,3	5,9	79,6	66,9	12,7
22,5	17,1	5,4	94,7	70,9	23,8
21,1	14,3	6,8	91,6	71,8	19,8
22,3	15,8	6,5	82,1	62,4	19,7
22	17	5	82,8	58,6	24,2
22,5	15,2	7,3	80,1	58,7	21,4
23,9	14,1	9,8	82,3	54,9	27,4
23,5	11,7	11,8	82,5	42,9	39,6
23,1	13	10,1	81,9	49,1	32,8
24,5	13,1	11,4	84	51,7	32,3
25,1	12,7	12,4	84,4	44,8	39,6
24,9	12,5	12,4	83,3	45,9	37,4
23,9	13,1	10,8	83	47,5	35,5
25,5	12,3	13,2	83,4	42,8	40,6
23,7	16,3	7,4	82,3	59,4	22,9

Dados horários de temperatura durante os dias de medição no sensor Gnaisse.



Dados horários de umidade do ar durante os dias de medição no sensor Gnaisse.

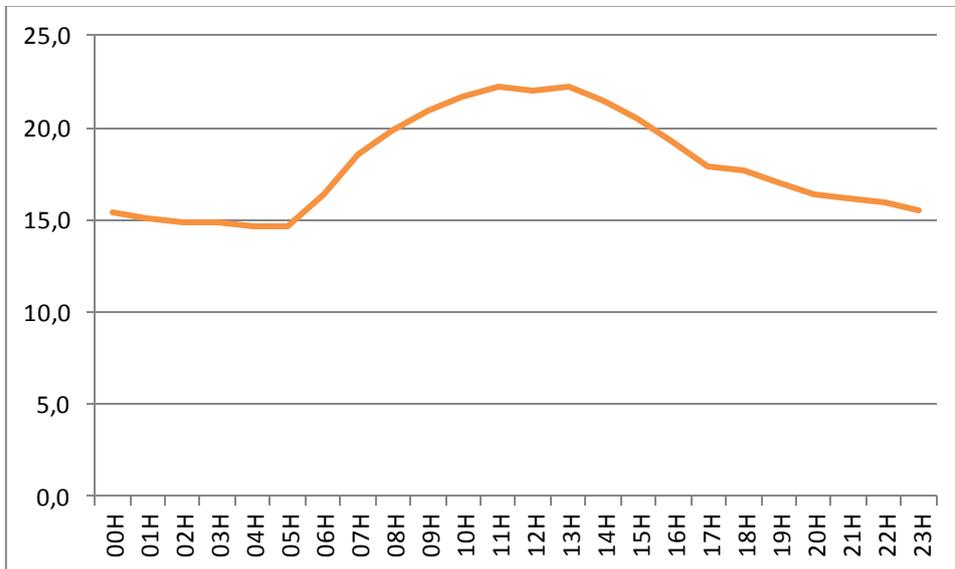


Dados de campo durante os dias de medição no sensor Mata Ciliar.

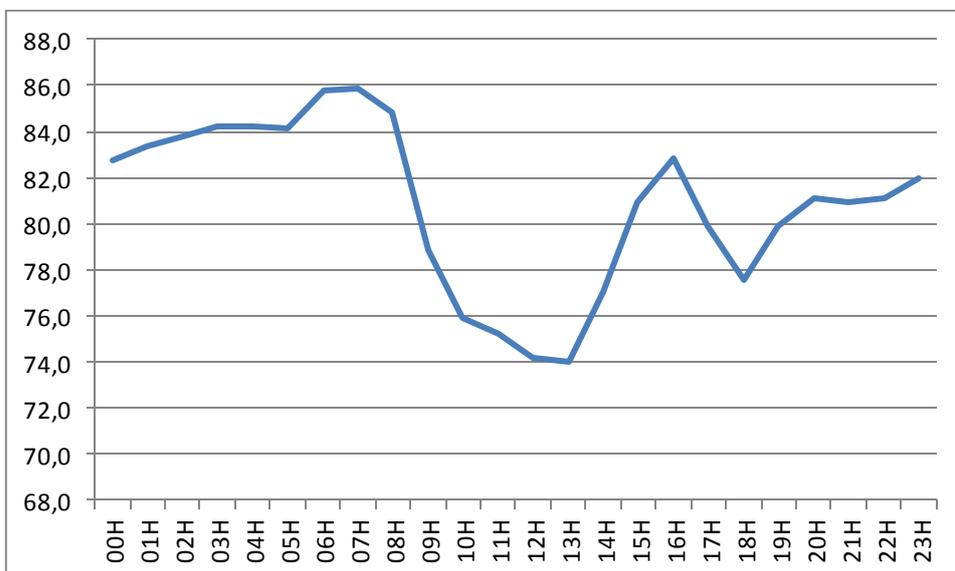
MATA CILIAR					
Tmax	Tmin	Tamp	Umax	Umin	Uamp
26,2	17,4	8,8	94,1	77,4	16,7
26,1	16,5	9,6	93,9	70,9	23
25,8	14,6	11,2	92,7	64,7	28
25,7	14,1	11,6	92,3	60,5	31,8
25,1	14,1	11	90,7	63,5	27,2
25,1	13	12,1	90,6	62	28,6
25,1	16,2	8,9	90,3	62,2	28,1
24,9	16,9	8	90	73,8	16,2
24,7	18,3	6,4	90	71,7	18,3
24,5	17,7	6,8	89,9	63,7	26,2
24,1	16,5	7,6	89,8	69,7	20,1
24	18,1	5,9	89,8	68,5	21,3
24	20,4	3,6	89,8	69,5	20,3
23,9	17,8	6,1	89,7	78,2	11,5
23,7	19,2	4,5	89,7	75,7	14
23,6	19,7	3,9	89,5	80,3	9,2
23,6	18,4	5,2	89,2	78,9	10,3
23,6	15,9	7,7	89,2	76,5	12,7
23,6	14,8	8,8	89,2	63,4	25,8
23,6	14,2	9,4	89	64,1	24,9
23,6	14,7	8,9	88,8	64,7	24,1
23,4	15,8	7,6	88,5	72,2	16,3
23,4	16,5	6,9	88,2	69,6	18,6
23,2	16	7,2	88	70,9	17,1
23,2	15,9	7,3	87,9	75,5	12,4
23,2	13	10,2	87,6	66	21,6
23,2	13,4	9,8	87,3	70,5	16,8
22,9	18	4,9	87,2	81,1	6,1
22,8	18,9	3,9	87,1	84	3,1
22,8	18,4	4,4	86,9	83,6	3,3
22,8	14,2	8,6	86,8	71,2	15,6
22,8	13,9	8,9	86,7	74,7	12
22,7	12,9	9,8	86,7	70,6	16,1
22,7	15,4	7,3	86,7	77,9	8,8
22,6	16,4	6,2	86,6	76,6	10
22,6	11,2	11,4	86,6	76	10,6
22,4	16	6,4	86,6	77,4	9,2
22,1	14,7	7,4	86,5	78	8,5
22,1	14,7	7,4	86,5	76,9	9,6
22	12,8	9,2	86,4	70,8	15,6
22	15,4	6,6	86,3	66,8	19,5

21,9	15,6	6,3	86,2	80,3	5,9
21,9	13,9	8	86,2	75,1	11,1
21,9	13,6	8,3	86,2	74	12,2
21,8	14	7,8	86,1	73,5	12,6
21,8	11,8	10	86	63,9	22,1
21,7	11	10,7	85,9	71,9	14
21,7	12	9,7	85,9	71,7	14,2
21,6	10,7	10,9	85,7	67,8	17,9
21,6	11,4	10,2	85,7	63	22,7
21,6	10,5	11,1	85,7	62,1	23,6
21,3	12,1	9,2	85,7	60,6	25,1
21,3	15,6	5,7	85,7	74,8	10,9
21,2	12,5	8,7	85,7	60	25,7
21,2	12,3	8,9	85,6	70,6	15
21,1	12,7	8,4	85,6	75,9	9,7
21,1	15,7	5,4	85,6	78,1	7,5
21,1	17,6	3,5	85,5	81,3	4,2
21	13,4	7,6	85,5	76,5	9
20,9	12,4	8,5	85,5	74,5	11
20,8	13,5	7,3	85,5	73,2	12,3
20,7	10,9	9,8	85,4	73,6	11,8
20,6	9,5	11,1	85,3	70,7	14,6
20,5	10,6	9,9	85,3	60,8	24,5
19,9	9,7	10,2	85,3	66,3	19
19,9	10,4	9,5	85,3	70	15,3
19,7	10,2	9,5	85	58,8	26,2
19,1	9,4	9,7	84,6	63,1	21,5
17,5	10,7	6,8	84,6	65,7	18,9
11,3	9,4	1,9	84,5	53,3	31,2
22,4	14,4	8,0	87,4	70,9	16,6

Dados horários de temperatura durante os dias de medição no sensor Mata Ciliar.



Dados horários de umidade do ar durante os dias de medição no sensor Mata Ciliar.



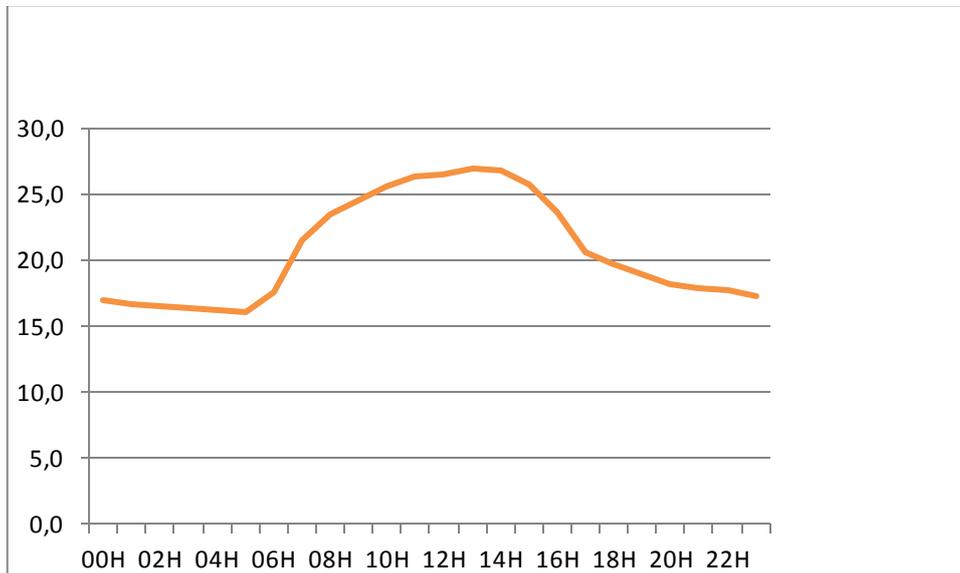
Fonte: Dados da pesquisa

Dados de campo durante os dias de medição no sensor INMET.

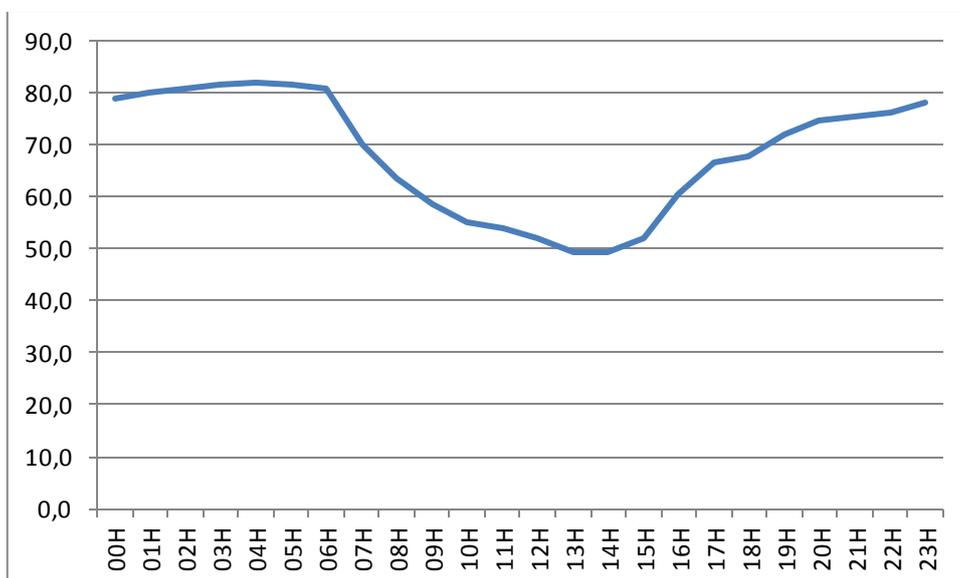
SENSOR INMET					
Tmax	Tmin	Tamp	Umax	Umin	Tamp
26,4	17,8	8,6	80,2	55,8	24,4
29,1	16,6	12,5	82,5	43,2	39,3
28,6	16,7	11,9	83,8	43,8	40
28,9	15,7	13,2	83,1	39	44,1
30,5	16,5	14	81	38,2	42,8
28,8	15,9	12,9	80,2	42	38,2
29,5	17,5	12	75,9	35,7	40,2
26,9	18,6	8,3	76	52,4	23,6
31	19,5	11,5	78,1	46	32,1
30,5	19,1	11,4	80,6	45,5	35,1
32	18,7	13,3	83,2	45,8	37,4
32,1	19,6	12,5	81,4	43,8	37,6
32,4	20,8	11,6	80,5	40,2	40,3
29,9	18,9	11	84,3	54	30,3
31,7	19,4	12,3	84,6	49,9	34,7
25,4	20,2	5,2	82,7	55,5	27,2
27,8	18,9	8,9	85,1	57,3	27,8
29,6	15,6	14	82,3	56,6	25,7
29,3	15,1	14,2	80,4	42	38,4
27,7	15	12,7	81,7	41,6	40,1
29,9	16,2	13,7	82,6	39,1	43,5
28	17,2	10,8	79,2	46,3	32,9
29,1	16,5	12,6	81,1	44,1	37
26,7	16,6	10,1	81,9	53,3	28,6
26,8	16,4	10,4	80,7	50,6	30,1
28,5	15,4	13,1	82,1	42	40,1
27,8	15	12,8	83,5	49	34,5
26,2	19,8	6,4	80,9	63,7	17,2
27	18,9	8,1	89,4	61,2	28,2
28,4	18,8	9,6	86,4	54,6	31,8
26,4	14,5	11,9	81,2	45,9	35,3
27	15,5	11,5	82,2	49,4	32,8
22,6	27,1	-4,5	84,3	47,1	37,2
26,8	17,2	9,6	85,1	52,6	32,5
24,9	17,3	7,6	84	54,3	29,7
25,6	13	12,6	84,8	53,6	31,2
26,2	16,8	9,4	77,7	50,5	27,2
24,1	15,2	8,9	81,8	57,7	24,1
22,7	15,4	7,3	77,6	58,5	19,1
24,2	14,5	9,7	85	51,5	33,5

26	16,6	9,4	81,8	46,6	35,2
23	16,2	6,8	80,2	64,9	15,3
25	15,6	9,4	84,7	55,7	29
24,7	15,6	9,1	83,7	52,1	31,6
25	14,9	10,1	83,9	55,5	28,4
24,8	14	10,8	83,3	46,2	37,1
24,5	13,7	10,8	81,6	51,7	29,9
26,6	13,6	13	82,7	44,8	37,9
30,9	12,8	18,1	85,5	34,5	51
29,8	15,3	14,5	84,1	28,4	55,7
28,6	14,5	14,1	82,1	36,8	45,3
30,5	14,8	15,7	85,1	41,9	43,2
23,8	15,5	8,3	82,5	58,5	24
29,1	14	15,1	85,3	35,2	50,1
29,4	16	13,4	85,2	39,1	46,1
30	15,8	14,2	84,3	43,5	40,8
26,5	16,9	9,6	81,3	54,8	26,5
25,7	17,8	7,9	84	57,9	26,1
25,6	13,5	12,1	84,1	51,5	32,6
26,4	14,5	11,9	84	45,5	38,5
25,5	15,9	9,6	84,7	47,9	36,8
25,5	14,2	11,3	83,3	47,6	35,7
27,9	13,1	14,8	85,3	43	42,3
27,7	11,2	16,5	83,3	27,9	55,4
27,7	12	15,7	85,3	37,5	47,8
28,7	12,5	16,2	82,9	43,4	39,5
29,3	11,5	17,8	84	32,9	51,1
30,8	11,6	19,2	83,8	30,9	52,9
29	12,6	16,4	84,3	34,8	49,5
29,3	11,6	17,7	84,5	33	51,5
27,6	16,0	11,6	82,7	46,8	35,9

Dados horários de temperatura durante os dias de medição no sensor INMET.



Dados horários de umidade do ar durante os dias de medição no sensor INMET.



Fonte: Dados da pesquisa