

VINICIUS GENARO

**ANÁLISE DA DIFERENÇA TÉRMICA DENTRO DA ÁREA URBANA DE
VIÇOSA - MG, SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONDIÇÕES
SINÓTICAS, DURANTE O OUTONO DE 2008.**

Viçosa-MG
Julho de 2008

VINICIUS GENARO

ANÁLISE DA DIFERENÇA TÉRMICA DENTRO DA ÁREA URBANA DE
VIÇOSA - MG, SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONDIÇÕES
SINÓTICAS, DURANTE O OUTONO DE 2008.

Monografia apresentada ao curso de
graduação em Geografia da
Universidade Federal de Viçosa,
como requisito para a conclusão da
disciplina GEO – 481 - Monografia e
Seminário.

Membros da banca examinadora da Monografia:

Prof. Msc. Eduardo José Pereira Maia
Departamento de Artes e Humanidades – UFV.
Curso de Geografia

Prof. Msc. Rafael de Ávila Rodrigues
Departamento de Artes e Humanidades – UFV.
Curso de Geografia

Prof. Msc. Edson Soares Fialho
Departamento de Artes e Humanidade – UFV.
Curso de Geografia
Orientador

***Pai, Mãe, se hoje a felicidade toma conta de mim, é graças a vocês!
Se, cheguei até aqui, foi porque vocês em mim confiaram. Foi assim, de longe, que
eu aprendi o significado da palavra saudade. Por outro lado vocês me mostraram
que distância nenhuma é motivo para desistirmos dos nossos sonhos quando
temos a certeza de que somos queridos, e, que não há distância que separe o
verdadeiro amor entre pais e filhos...***

***...a vocês, com muito amor, eu a dedico!
Á Doralina e José Dias Cinque; Lourdes e João Genaro, em memória...***

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Artes e Humanidades e ao Curso de Geografia, pelo acolhimento, pela possibilidade de aprimoramento humano e intelectual;

Ao meu orientador Edson Soares Fialho, pela oportunidade de poder ter trabalhado um tema tão interessante nos dias atuais, além de me mostrar que a dedicação é o preço do sucesso. Muito obrigado, pelas idéias, conselhos e “puxões de orelha”. Nós conseguimos!

Aos professores do Curso de Geografia, pela dedicação e ensinamentos, em especial aos professores e amigos, Eduardo J. P. Maia, (cuja ajuda durante o processo de conclusão do curso foi fundamental), André L. L. de Faria e Antônio Oliveira, por todo o respeito e amizade durante esses anos; Prof. Ulysses Baggio, pela tranqüilidade, pela confiança transmitida e principalmente pela compreensão diante de um momento tão turbulento como esse. Por final, Prof. Elóy Alves Filho, do Departamento de Economia - UFV, pela ajuda e pelas oportunidades acadêmicas na fase inicial da minha graduação;

Ao NEPUT - UFV, em especial, a Rita, pela oportunidade de estágio e aos estagiários (as) e amigos (as) Édson, Bira, Nelsinho e cia;

Aos colegas do Curso de Geografia da UFV, pelos bons e intensos momentos vividos. Matheus (Negão), Marcus (Mineiro), Gustavo (Favela), Raquel, Diogo, Priscila, Lei e Carlo (Capi). Galera de 2004, Filipe (McCauglin), Rodrigo (Lobato), Marcelão, Lucas (Tom Hanks) e Kadú, foi bom demais.

Aos amigos e irmãos das Repúblicas Junta Mosca: Gelson, Gazito, Banitz, Ponte, Negão e Gaúcho, “saudades das baladas eternas”. República Toca: Prego, Igor, Rafa, Gurú, Poeira, Piau, Gordo, Torrão, Boi, Daéb, Gustoso, Fabão, Brisa e tia Eliana. Muito obrigado pela ajuda, vocês são demais!

A minha namorada Gisele, pelos ótimos momentos de carinho, dedicação, companheirismo e incentivo durante esses anos todos;

Aos amigos de Rio Claro, que mesmo à distância sempre estão comigo: Dan, Borges, Xingu, Diogo, Paulo e Xuxa. Pucci, Micuim, Rogério e Guilherme, saudações geográficas!

Aos meus queridos irmãos: Júnior, Érika e Danilo, pela torcida, incentivo, pelos ensinamentos, pelo amor e pela companhia que me fazem ao longo da vida.;

As minhas sobrinhas lindas: Bruna e Clara, muito obrigado por vocês existirem, amo vocês;

Aos meus cunhados (as), Márcio e Carla, por fazerem parte da nossa família;

Aos meus pais, Jair e Teresina, por serem pessoas tão maravilhosas e especiais, além de serem nossos exemplos. Não existe palavra capaz de mensurar o quanto AMO VOCÊS;

Ao meu querido São Paulo Futebol Clube, por me dar tantas alegrias e novos amigos durante os anos que estive em Viçosa, além de ter sido o motivo para a cerveja depois das aulas de quarta à noite;

Por final, agradeço a Deus, por me guiar em todos os momentos e meu grande amigo Filipe L. Cruz, por me mostrar o verdadeiro valor da vida...

Muito obrigado!!!

GENARO, Vinicius

ANÁLISE DA DIFERENÇA TÉRMICA DENTRO DA ÁREA URBANA DE VIÇOSA -
MG, SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONDIÇÕES SINÓTICAS, DURANTE O
OUTONO DE 2008. Viçosa: DAH/UFV, 2008, 64p. il.

Monografia, Universidade Federal de Viçosa: DAH/UFV, 2008.

1. Clima urbano. 2. Campo térmico. 3. Viçosa

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	II
AGRADECIMENTOS.....	III
FICHA CATALOGRÁFICA.....	V
SUMÁRIO.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABELAS	VIII
ÍNDICE DE QUADROS	VIII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	IX
EPÍGRAFE.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. JUSTIFICATIVA.....	4
1.2. OBJETIVOS.....	7
1.3. OBJETIVO GERAL.....	7
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL.....	8
2.1. O CLIMA COMO OBJETO DE ESTUDOS.....	8
2.2. O CLIMA EM SISTEMAS URBANOS.....	13
2.3. O CLIMA, A SOCIEDADE E SUAS IMPLICAÇÕES.....	17
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....	21
3.1. O CONTEXTO SÓCIO-AMBIENTAL DE VIÇOSA, MG.....	21
3.2. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA REGIONAL DE VIÇOSA.....	28
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
4. 1. SÍNTESE DOS SISTEMAS SINÓTICOS ATUANTES NO BRASIL DURANTE O MÊS DE MAIO DE 2008.....	46
5 – ANÁLISE DO CAMPO TÉRMICO NA ÁREA DE ESTUDOS.....	51
5. 1. EXPERIMENTO DE CAMPO DA QUARTA-FEIRA, 07/05/08 (1º DIA).....	51
5. 2. EXPERIMENTO DE CAMPO QUINTA-FEIRA, 08/05/08 (2º DIA).....	52
5. 3. EXPERIMENTO DE CAMPO SEXTA-FEIRA, 09/05/08 (3º DIA).....	53
5. 4. EXPERIMENTO DE CAMPO SÁBADO, 10/05/08 (4º DIA).....	54
5. 5. EXPERIMENTO DE CAMPO TERÇA-FEIRA, 13/05/08 (5º DIA).....	55
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. POPULAÇÃO URBANA E RURAL DO BRASIL ENTRE AS DÉCADAS DE 1950 -2000.....	2
FIGURA 2: MUDANÇAS CLIMÁTICAS E CONSEQÜÊNCIAS SÓCIO-AMBIENTAIS.....	17
FIGURA 3: NÚMERO DIÁRIO DE MORTES POR TODAS AS CAUSAS NA ONDA DE CALOR DE 1996 NA CIDADE DE NOVA IORQUE POR GRUPO DE IDADES.....	20
FIGURA 4: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO EM RELAÇÃO A MICRORREGIÃO DE VIÇOSA, MG.....	22
FIGURA 5: CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN.....	22
FIGURA 6: EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA, MG.....	26
FIGURA7: Mapa de temperatura do Estado de Minas Gerais, com a localização do município de Viçosa.....	30
FIGURA8: Mapa de localização dos pontos de coleta de dados.....	34
FIGURA 9 Temohigrômetro Digital Minipa MT-241.....	44
FIGURA 10: Receptáculo.....	44
FIGURA 11: Tubos e conexões de PVC.....	44
FIGURA 12: Imagem do Satélite GÓES e Carta Sinótica do dia 07/05/2008.....	46
FIGURA 13: Imagem do Satélite GÓES e Carta Sinótica do dia 08/05/2008.....	47
FIGURA 14. Imagem do Satélite GÓES e Carta Sinótica do dia 09/05/2008.....	48
FIGURA 15. Imagem do Satélite GÓES e Carta Sinótica do dia 10/05/2008.....	49
FIGURA 16. Imagem do Satélite GÓES e Carta Sinótica do dia 13/05/2008.....	50
FIGURA17. Variação da intensidade da ilha de calor às 9 horas.....	56
FIGURA18. Variação da intensidade da ilha de calor às 15 horas.....	56
FIGURA19. Variação da intensidade da ilha de calor às 21 horas.....	57
FIGURA20. Variação da umidade relativa às 9 horas.....	57
FIGURA21. Variação da umidade relativa às 15 horas.....	58
FIGURA22. Variação da umidade relativa às 21 horas.....	58
FIGURA 23. Taxa de Aquecimento	59
FIGURA 24. Taxa de Resfriamento	59

ÍNDICE DE TABELAS

<i>TABELA1: População e área das regiões administrativas do Brasil.....</i>	<i>3</i>
<i>TABELA2: Intensidade das Ilhas de Calor.....</i>	<i>16</i>
<i>TABELA 3: Densidade demográfica e população urbana dos municípios da microregião de Viçosa, MG.....</i>	<i>24</i>

ÍNDICE DE QUADROS

<i>QUADRO1: Fatores de Formação da Ilha de Calor... ..</i>	<i>16</i>
<i>QUADRO2: Aspectos gerais da área central e demais localidades.....</i>	<i>27</i>
<i>QUADRO3: Principais massas de ar atuantes no Brasil e suas características.....</i>	<i>29</i>
<i>QUADRO4: Caracterização dos pontos de mensuração.....</i>	<i>35</i>

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal mostrar as diferenças entre os campos térmicos dentro da área urbana do município de Viçosa, uma cidade média brasileira, situada no estado de Minas Gerais, durante Maio de 2008, sobre diferentes situações sinóticas de outono.

Esse estudo foi realizado no período dos dias 7, 8, 9, 10 e 13 do referido mês, onde os dados da temperatura e umidade foram coletados em três horas diferentes do dia: 09:00am, 15:00am e 21:00pm, passando por 27 pontos diferentes, usando a metodologia dos transetos móveis.

Viçosa possui atualmente, cerca de 80.000 habitantes vivendo, atuando e transformando o espaço urbano com suas atividades todos os dias, gerando degradação do ambiente, que pode trazer alguns problemas para a saúde dos cidadãos e para suas qualidade de vida.

Nós pudemos observar que as influências sinóticas são capazes de influenciar algumas mudanças climáticas dentro da área urbana de Viçosa, causando e agravando distúrbios como o fenômeno ilha de calor, conseqüentemente o desconforto térmico e provavelmente piorando o problema de poluição atmosférica.

Cada ano, a cidade cresce um pouco mais, então, é extremamente importante para a cidade e para a população que o poder público local e a Universidade trabalhem juntos, atuando efetivamente nos efeitos da atmosfera urbana.

Abstract

The present work has the main objective show the differences between the thermal fields inside the urban area of Viçosa council, a medium brazilian city situated on the state of Minas Gerais, during May 2008, under the autumn different synoptic situations.

This study was realized for the days period of 7, 8, 9, 10 and 13 of the such month, where the temperature and humidity data were collected in three different times of the day: 09:00m, 15:00 and 21:00pm, through by 27 different points, using the mobile transects methodology.

Viçosa have actually, almost 80.000 inhabitants living, acting and transforming the urban space with its activities everyday, generating degradation of the environment, that can bring some troubles for the citizen health and for its life's quality.

We can observe that the synoptic influences it able to influence some climate changes into the Viçosa urban area, causing and increasing disturbs like *urban heat island phenomena*, consequently the thermal discomfort *and* probably worsen the atmospheric pollution problems.

Each year, the city growing a little bit more, so, it's extremely important for the city and for the people that the local public power and the University work together act effectively in the effects of urban atmosphere.

The final results of this research show that the biggest values of relative temperature averages and the Urban Heat Island effects were checked under *Extratropical Systems* influence.

*“Quando uma criatura humana desperta
para um grande sonho e sobre
ele lança toda a força de sua alma,
todo o universo conspira a seu favor.”*

Johann W. V. Goethe

1. INTRODUÇÃO

A vida, no globo terrestre depende de uma série de condições físicas, químicas e biológicas como: luz, calor, umidade, diferentes gases da atmosfera, vento, solo (com suas variadas propriedades físicas e químicas), topografia (exposição das vertentes), latitude (pela incidência dos raios solares), altitude, além das condições criadas de forma recíproca entre os próprios seres vivos.

A história do ajustamento do homem às condições do meio e da transformação destas por suas atividades tem sido uma relação de conflito, porém, durante muitos séculos tais condições se mantiveram dentro dos limites sem causar impacto ambiental significativo, como por exemplo, o homem primitivo, que tinha sua economia baseada na caça, na pesca e na coleta, sendo ele um elemento integrado no sistema natural, capaz de interferir apenas de forma restrita sobre o meio.

Com o passar do tempo, a invenção dos instrumentos e a descoberta para aproveitar os metais tornaram as atividades humanas mais intensas e mais agressivas em relação à natureza, porém, foi após a Revolução Industrial e a evolução da sociedade de consumo, que a interferência e as perturbações provocadas pelo homem nos ecossistemas se tornaram mais drásticas e conduziram aos problemas ambientais de nossos dias. (ROSS, 2003)

Os ambientes urbanos têm concentrado cada vez mais a população no Mundo. A urbanização como fenômeno mundial é tanto um fato recente quanto crescente, pois por volta de meados do século XIX a população urbana representava 1,7% da população total do planeta, atingindo em 1960 (um século depois) 25% e; em 1980 esse número passou para 41,1% (SANTOS 1981 apud CARMO, 2007).

De acordo com o relatório do *Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA)* publicado no sítio da *Agência Brasil* ¹, cerca de 3,3 bilhões de pessoas - ou metade da população mundial atual - estará vivendo em áreas urbanas.

Segundo o mesmo relatório, até 2030, esse número deverá chegar a quase 5 bilhões de pessoas, correspondendo a cerca de 60% da população mundial, onde o crescimento mais intenso será na África e na Ásia, que deverão duplicar sua população urbana e acrescentar mais de 1,7 bilhão de pessoas no mundo.

No Brasil, o processo de urbanização se intensificou mais especificamente a partir da

¹ < <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/06/27/materia.2007-06-27.3709223479/view>>, visitado em 31/05/08.

década de 1960 (Figura 1), quando a industrialização, favoreceu o processo migratório para as cidades. Essa concentração, ligada a um crescimento desordenado e acelerada provocou uma série de mudanças no ambiente das cidades, como por exemplo, a ocupação irregular, ou seja, áreas que foram sendo ocupadas ilegalmente pela população de baixa renda, que migrou para a cidade em busca de melhores condições de vida.

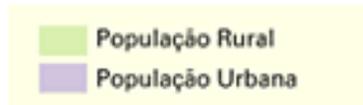
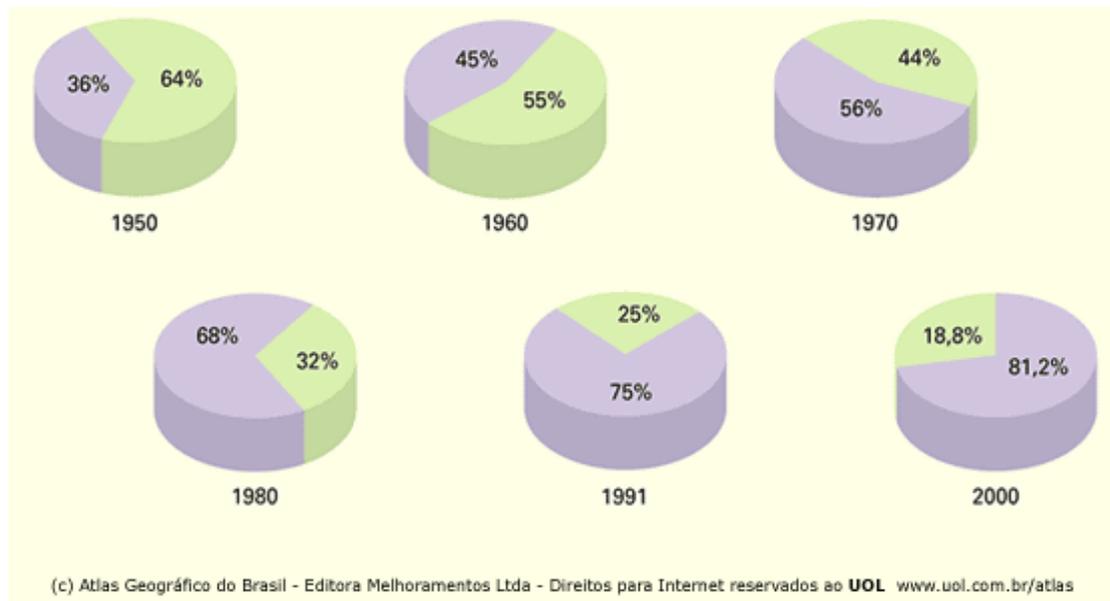


Figura 1: População Urbana e Rural do Brasil entre as décadas de 1950 -2000.

Fonte: Atlas Geográfico do Brasil.

De acordo com os dados da Tabela 1, o Brasil mostra-se bastante heterogêneo no que diz respeito à concentração populacional urbana e rural dentre as 5 regiões administrativas do país, nos mostrando grande discrepância entre a região Sudeste e as demais regiões. Essa discrepância teve sua origem cronológica durante o ciclo do café, que deu origem à última das três grandes aristocracias do país.

Depois dos senhores de engenho e dos grandes mineradores, os fazendeiros de café se tornaram a elite social e política brasileira (PRADO JÚNIOR, 1998, p.167) .

Os processos de migração e imigração decorrentes do ciclo do café também tiveram grande influência na configuração da distribuição sócio-espacial atual, como podemos observar no trecho a seguir:

“(…) foi assim com o deslocamento de populações de todas as partes do país, mas em particular do Norte, para o Sul, e São Paulo especialmente; o mesmo com a maciça imigração européia e a abolição da escravidão (…)” (PRADO JÚNIOR, *op cit*; p.167)

Outro fator importante observado pelo referido autor foi à concentração de indústrias na região Sudeste e especialmente em São Paulo, fator esse, explicado pelo número de circunstâncias favoráveis que aí se reuniam, onde a principal delas foi o progresso geral do Estado, graças ao desenvolvimento sem paralelo de sua lavoura cafeeira, o que lhe trouxera riqueza e população (PRADO JÚNIOR, *op cit*, p.260) .

Tabela 1: População e área das regiões administrativas do Brasil

REGIÃO	Área		População 2000					
	Absoluta (Km ²)	Relativa (%)	Total		Urbana		Rural	
			Absoluta (hab.)	Relativa (%)	Absoluta (hab.)	Relativa (%)	Absoluta (hab.)	Relativa (%)
Norte	3.869.637,9	45,26	12.900.704	7,60	9.014.365	6,53	3.886.339	12,20
Nordeste	1.561.177,8	18,27	47.741.711	28,12	32.975.425	23,90	14.766.286	46,37
C. Oeste	1.612.077,2	18,86	11.636.728	6,85	1.009.297	7,32	1.543.752	4,85
Sudeste	927.286,2	10,85	72.412.411	42,64	65.549.194	47,51	6.863.217	21,55
Sul	577.214,0	6,76	25.107.616	14,79	20.321.999	14,73	4.785.617	15,03
BRASIL	8.547.403,9	100	169.799.170	100	137.953.959	100	31.845.211	100

Fonte: IBGE - Censo 2000.

O fato é que ao longo de cinco milênios de organização urbana na face da Terra, nunca foram assumidas as proporções de expressão espacial e dinâmica funcional como as que caracterizaram a organização urbana a partir dos meados do século XX.

Se por um lado, os processos de urbanização e industrialização são indicadores do alcance de progresso e desenvolvimento, por outro, eles têm sido apontados como causa de deterioração do meio urbano e da qualidade de vida, seja pela implosão demográfica, pela diversidade das atividades ou pelo adensamento das edificações. (DREW, 2005; MONTEIRO, 1976; TROPMAIR, 2004)

Os centros urbanos de pequeno e médio porte dos municípios brasileiros também concentram grande percentual da população, atividades econômicas e,

conseqüentemente, problemas ambientais associados e amplificados nos últimos anos. Quando o crescimento urbano não é acompanhado por aumento e distribuição eqüitativa dos investimentos em infra-estrutura e democratização do acesso aos serviços urbanos, as desigualdades sócio-espaciais são geradas ou acentuadas (COELHO, 2004).

As cidades médias e pequenas já são em grande parte industriais, o que representa hoje a mais profunda modificação humana da superfície da Terra, da atmosfera e do geossistema terrestre que, ao contrário dos efeitos das atividades agrícolas, são altamente intensivos e localizados. Tais contrastes implicam na existência de um desequilíbrio no balanço energético dentro do sistema urbano, em relação às áreas circunvizinhas.

Nesse ambiente totalmente construído e transformado, o balanço energético e hidrológico é modificado. O relevo e os elementos da atmosfera são modificados, ocasionando transformações na natureza da superfície e na atmosfera, afetando o funcionamento dos componentes climáticos. (AMORIM, 2000, p.25)

Virtualmente, todos os aspectos ambientais são alterados pela urbanização e a industrialização, inclusive o relevo, o uso da terra, a vegetação, a fauna, o sistema hidrológico e o clima.

Do ponto de vista do clima local, as mudanças ocorridas dentro do organismo urbano se materializam na formação da chamada "*Ilha de Calor*" (Brandão, 1999). Entre as causas de sua gênese, como vimos acima são apontadas as grandes concentrações de atividades urbanas, contingentes populacional e de veículos, além do adensamento das edificações, que também contribuem para definir um clima da cidade distinto da área do entorno. Este novo ordenamento espacial acaba por produzir uma nova configuração do balanço de energia com a nova superfície mais impermeabilizada e com características térmicas distintas da área do entorno da cidade. (FIALHO, 2000; SANTOS, 2007)

1. 1. JUSTIFICATIVA

As compreensões do homem sobre os fenômenos do tempo eram inicialmente muito pequenas, no entanto, os fenômenos atmosféricos sempre despertaram o interesse e a curiosidade do homem desde as civilizações antigas, que consideravam tais fenômenos obra da força divina. (BRANDÃO, 2004)

Os fenômenos atmosféricos segundo a mesma autora, constituem uma das principais inquietações dos cientistas ligados a “desastres naturais” em todo o mundo, que tentam compreender suas causas, avaliar suas repercussões e encontrar formas mais seguras de prevenção, sobrepunhando os impactos negativos, proporcionando melhores qualidades de vida, inclusive nas atividades econômicas.

O ano de 2003 foi marcado por uma forte onda de calor sem precedentes, provocando a morte de milhares de pessoas em toda a Europa Ocidental. Dentre os mortos, a maioria das vítimas era de idosos residentes nas áreas urbanas (MARTO, 2005, p.3).

Segundo a autora, a população urbana é mais sensível aos efeitos nocivos do calor. O efeito tipo “ilha de calor” traduz as elevadas temperaturas que se fazem sentir nas zonas urbanas, devido à retenção mais eficiente de calor durante a noite, em relação às zonas rurais. A persistência do calor durante a noite pode criar um stress térmico crítico, responsável pela sobremortalidade relacionada com o calor verificado nos centros urbanos.

A demanda de estudos do clima urbano como instrumento de gestão, fornecendo subsídios à implementação de políticas de ordenamento do espaço urbano e de intervenção municipal vêm crescendo, seguindo a ordem do novo milênio, que é, sem dúvida, encontrar novos caminhos para as nossas cidades, viabilizando a sua própria existência. Faz-se, portanto, necessário realizar estudos integrados das interrelações climáticas em uma escala apropriada, em que as complexidades da realidade socioeconômicas e ambientais local/regional sejam levadas em consideração, como vemos no trecho abaixo:

“No momento em que se assiste, com maior frequência e intensidade, a uma série de *fenômenos, naturais extremos* destruidores de paisagens em diferentes escalas e em distintas regiões da Terra, urge investigar as ligações sincrônicas entre eventos de escala planetária com aqueles de natureza local e microclimática, como, por exemplo, os gerados na escala da cidade.” (BRANDÃO, 2004; p.49)

O clima urbano se apresenta como matéria de grande interesse para qualquer pesquisador, mas de forma mais acentuada para o geógrafo, por tentar compreender a relação entre sociedade e natureza, buscando um comedimento entre ambas. De acordo com Strahler (1982), a natureza das interações entre o homem e o ambiente deve ser o tema central do estudo da geografia física. Nesse sentido, estudos geográficos detalhados da urbanização, da natureza geomorfológica, hidrográficos e de impactos de natureza humana, podem contribuir para o melhor entendimento das relações dinâmicas

que ocorrem no ambiente urbano.

De acordo com García (1999) a aplicação dos conhecimentos sobre o clima urbano também podem servir para melhorar diretamente a qualidade ambiental e conseguir um maior conforto térmico, pois, a cidade possui condições de conforto térmico, diferentes entre seus bairros.

O estudo da climatologia urbana segundo o mesmo autor, pode ser utilizado com a finalidade de estudar a relação entre a economia e o gasto de energia, pode se conhecer as necessidades de calefação e refrigeração por bairros ou em relação com a saúde humana, mostrando os bairros ou áreas mais favoráveis para determinados tipos de infecções ou doenças.

Outro fato que nos chamou a atenção para a realização de tal pesquisa deve-se ao fato de Viçosa ter um clima peculiar na opinião de seus moradores, tanto que a cidade foi carinhosamente batizada pelos universitários de “*Perereca*”, pois, assim como o anfíbio, a cidade é considerada, fria e úmida. De acordo com os moradores do município, Viçosa também é considerada uma cidade singular no que diz respeito à variação diária do tempo, que, segundo eles a cidade é capaz apresentar as quatro estações do ano em um único dia. A questão envolvendo o tempo de Viçosa é tanta que até no Orkut² existe uma comunidade virtual intitulada “*Eu odeio o tempo de Viçosa*”, contando com a participação de mais de 800 usuários.

A cidade de Viçosa, como outras várias no Brasil, também se expandiu sem levar em consideração o contexto ambiental e as condições necessárias para uma boa qualidade de vida das pessoas.

Assim, ao se desenvolver, o município de Viçosa não levou em consideração as mudanças que o seu crescimento poderia ocasionar nas condições climáticas locais. As mudanças climáticas locais estão relacionadas às alterações de temperatura e umidade intra-urbana, que são ocasionadas pelo aumento do processo de urbanização.

Tendo em vista que as situações climáticas urbanas e suas conseqüências afetam seriamente a qualidade de vida do urbanita, justifica-se a necessidade de um estudo detalhado das mudanças ambientais induzidas pelo homem na cidade de Viçosa e a relação com o clima, fomentando assim, o debate acerca desta temática tão em pauta nos dias atuais.

² Site de relacionamentos: www.orkut.com, visitado em 07/05/08.

1. 2. OBJETIVOS

1. 3. OBJETIVOS GERAL:

- ✓ O presente trabalho pretende analisar a diferença térmica dentro da área urbana de Viçosa, MG, sob influência de diferentes condições sinóticas, durante a estação de outono.

1. 4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Caracterizar o enquadramento climático regional de Viçosa no contexto da Zona da Mata Mineira;
- ✓ Caracterizar os tipos de uso do solo para os pontos de mensuração;
- ✓ Analisar as condições sinóticas durante a semana de realização dos experimentos de campo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL

2.1. O CLIMA COMO OBJETO DE ESTUDOS

Ao longo da sua história, o homem vem procurando o que é necessário para se adaptar ao ambiente atmosférico. Sua dieta, seu vestuário e seus abrigos, seus métodos de produção e até a cor da sua pele foram se adaptando em decorrência do clima.

Logo na introdução do livro *The Atmospheric Environment*, escrito em 1973 por Willian R. Frisken, o então diretor do Programa de Qualidade Ambiental e Recursos para o Futuro, Allen V. Kneese afirma que muitas culturas, incluindo os hebreus, imaginavam que o tempo e o clima eram governados por forças sobrenaturais, através de apelações divinas. No entanto, foram os gregos que começaram a desenvolver o que atualmente nós chamamos de teorias científicas. A palavra 'clima', veio da palavra grega '*klima*', que significa inclinação. De acordo com esse povo, a primeira influência do clima era a inclinação do sol, o que os fizeram dividir o mundo em zonas climáticas. (FRISKEN, 1973).

De acordo com Frisken (*op.cit.*), em 1845, o então Geógrafo, Filósofo e Naturalista alemão Alexander Von Humboldt deu uma definição geral a respeito do clima, refletindo até os dias atuais. Humboldt se referiu ao clima como sendo, de modo geral, todas as mudanças na atmosfera capazes de afetar sensivelmente nossos órgãos, tais como: a temperatura, a umidade, a pressão, a diferença dos ventos, o campo elétrico, a pureza ou a contaminação atmosférica e, por final, o grau de transparência e claridade do céu, que segundo o alemão, não era importante somente por aumentar a quantidade de radiação solar recebida pelo solo, mas também por mexer com o bem-estar e o humor dos seres humanos.

No que diz respeito à antiguidade, Landsberg (1981, p.3) afirma que desde o desenvolvimento das cidades antigas as pessoas noticiam que o ar nas zonas urbanas era diferente da zona rural.

Em a Roma antiga, o autor faz referência ao poema *Quintus Horatius Flaccus*, escrito por Horácio, por volta do ano 24 a.C, que mencionava a poluição por causa do fumo. Ainda sobre a antiga capital italiana, os manuscritos de Seneca (3 d.C – 65 a.C) mostram a gravidade do problema segundo a sua percepção:

“(...) logo que eu tinha deixado o ar pesado de Roma com o seu mau cheiro fumado de chaminés que, quando abastecido, liberava pestilentos vapores de fuligem, senti uma mudança de humor (...)” (LANDSBERG, 1981; p.3)

Sobre o fator clima urbano, o estudo pioneiro surge em Londres, no início da era industrial, com a obra de Howard (1833), onde em três volumes ele se detém na análise dos contrastes meteorológicos entre a metrópole e vários lugares em torno dela (MONTEIRO, 1976; p. 54).

Luke Howard (1772–1864), era químico e foi um meteorologista amador pioneiro. Em 1803 ele publicou sua classificação de nuvens que até hoje serve de base para as classificações atuais, além de ter criado também o termo “*city fog*” ou uma espécie de nevoeiro urbano, efeito de uma série de fatores, dentre os quais a fumaça e os vapores fuliginosos descritos por Sêneca em Roma (LANDSBERG, 1981, p.3)

De qualquer forma, de acordo com Landsberg, a descoberta mais notável de Howard foi ter reconhecido que o centro urbano de Londres era mais quente que a área ao seu entorno. Em 1820 ele publicou uma tabela comparando as medições de termômetros alocados em Londres e nas áreas vizinhas, onde verificou que durante a noite, a cidade era 3,7° mais quente e durante o dia era 0,34° mais fria que as áreas vizinhas. Howard atribuiu a maior temperatura da cidade ao uso extensivo de combustíveis. Em resumo este é o reconhecimento da ilha de calor urbano (LANDSBERG, *op.cit*, p.5).

Em outra metrópole, Paris, nova evidência de clima alterado foi publicada algumas décadas depois por E. Renou (1815-1902), quando mais precisamente em 1885 iniciou seus estudos a respeito do tema, finalizado em 1868, onde chegou a conclusão que a diferença entre o campo térmico de Paris e suas áreas vizinhas era de aproximadamente 1°C na mesma elevação. No entanto, o autor não soube explicar exatamente se tal diferença da temperatura mais quente do ar dentro do perímetro urbano era fruto de suas suspeitas, como a absorção de energia radiotiva, da rejeição do calor industrial e do calor produzido pelo metabolismo dos seres (LANDSBERG, 1981, p.7).

Segundo García (*op. cit*, p.10), ao longo do século XX, a climatologia urbana experimentou um desenvolvimento espetacular, pois, o interesse veio crescendo de forma notória nas últimas décadas assim como o número de publicações a respeito do tema, como os trabalhos do próprio Landsberg e de Chandler, como sendo os pioneiros nos conhecimentos das alterações climáticas provocadas pela urbanização nas cidades industriais dos países situados em latitudes médias. O autor ainda cita as obras consideradas clássicas, como Oke e Jáuregui.

Ainda de acordo com as palavras do referido autor, o verdadeiro nascimento da climatologia urbana como tal, deve-se ao final da década de 1920 e início da década de 1930, quando se sucede uma novidade metodológica fundamental, ou seja, a utilização

de veículos a motor para obtenção de dados para a confecção de transectos em diferentes lugares, ao longo das cidades e dos seus arredores, permitindo assim, uma maior quantidade de dados a serem coletados e observados.

No Brasil, podemos citar como principais trabalhos, as obras de Monteiro (1976), intitulada *Teoria e Clima Urbano*; onde o autor formaliza uma teoria a respeito do fenômeno “clima urbano” em sua tese de livre docência pela Universidade de São Paulo.

Tarifa (1977), que em estudo comparou as diferenças climáticas entre a área urbana e rural da cidade de São José dos Campos, no interior de São Paulo, usando psicrômetros em pontos fixos, dos quais as leituras foram realizadas no verão. Concluiu que a zona urbana acusou valores de temperaturas mais elevadas que a zona rural (1°C a 3,4°C), sob o domínio dos sistemas atmosféricos extra-tropicais (Frente Polar Atlântica e Massa Polar Atlântica). Por fim, a área urbana de São José dos Campos acusou a existência de uma nítida influência na variação diurna da temperatura e umidade, em relação à área rural. Constatou-se quantitativamente o fenômeno “ilha de calor” para uma cidade de porte médio nos trópicos.

Danni (1980) analisou a ilha térmica em Porto Alegre, ao longo de 35 pontos móveis, nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00 horas, durante 15 dias dos meses de maio e junho de 1979. Ficou constatado que dos 15 dias analisados, apenas 2 não apresentaram ilha de calor, sendo estes aos domingos, dias em que as indústrias diminuem seu ritmo de produção. Em seu estudo a autora destaca a importância da topografia nas diferenças térmicas.

Lombardo (1985), que em detalhe estudou o problema ilha de calor na metrópole paulistana, ressaltando as modificações acentuadas ocorridas nos últimos anos, dando destaque a amplitude térmica entre o centro da cidade e das áreas periféricas florestadas, que, segundo a autora podem alcançar 14°C de diferença. A intensidade da ilha de calor da Metrópole Paulistana, de acordo com a autora, parece refletir a grande dimensão espacial da mancha urbanizada, como também a distribuição dos diferentes tipos de usos do solo.

O trabalho desenvolvido na capital paulista demonstrou que em regra geral, a maior evidência da ilha de calor ocorre a partir das 15h00min horas e continua com grande expressão até às 21h00min horas. No decorrer da madrugada, o equilíbrio do balanço de radiação, associado à baixa atividade urbana, faz com que haja a diminuição do fenômeno. Ficou comprovado também que durante os finais de semana, quando a interferência antropogênica gerada pela intensa atividade urbana diminui, as anomalias climáticas, tais como, ilhas de calor, poluição e precipitação também tendem a se

abrandar. No entanto, Lombardo (*op. cit*), ressalta que os maiores problemas de enchente ocorrem justamente nas áreas com maior grau de impermeabilidade do terreno, fato que coincide com os maiores picos da ilha de calor e de intensidade de chuvas.

Fialho e Brandão (2000) estudaram o clima urbano na Ilha do Governador – RJ, com população de 200.00 habitantes, utilizando medidas móveis coletadas ao longo de 16 pontos. Os dados foram coletados durante os horários de 06h00min, 14h00min e 21h00min horas, durante um dia em episódio de verão e constataram a presença da ilha de calor ao longo dos três horários de medidas, com intensidade de 5,8°C.

Utilizando-se de medidas móveis, e analisando os tipos de uso e ocupação do solo, além das características do relevo, Amorim (2005), identificou e comprovou a formação de ilhas de calor com intensidade máxima de até 6,2°C durante o período noturno em dias representativos de verão, na cidade de Birigui, no interior de SP.

As medições foram efetuadas em 8 dias entre 24 de dezembro de 2004 e 1º de janeiro de 2005, a partir das 20:00h, horário que as temperaturas não experimentam mudanças rápidas, justamente pela diferença de tempo entre a primeira e a última medida. O percurso realizado em Birigui durou cerca de 35 minutos e foram realizados 56 registros.

Nos oito dias em que foram realizadas as leituras da temperatura em Birigui, cinco deles (24, 28, 29, 30 e 31/12/2004) apresentaram condições sinóticas favoráveis à manifestação do fenômeno ilha de calor de forte magnitude, com baixa velocidade do vento e nebulosidade quase inexistente.

O tardio e reduzido número de publicações a respeito do clima urbano em cidades de latitudes tropicais deve-se, sobretudo, a escassez de recursos destinados a investimentos para pesquisas, aquisição de equipamentos e instrumentos meteorológicos, além da insuficiente rede-padrão de estações meteorológicas para realização de tais estudos. (BRANDÃO, 2004, p.53)

Em relação ao estudo do clima urbano da cidade de Viçosa, temos como exemplo os recentes estudos realizados por Rocha (2006); Santos e Carmo, ambos realizados durante o ano de 2007.

O comportamento do clima/tempo foi realizado por Rocha (2006.), que analisou tais fatos associados às ações humanas em uma situação sazonal de primavera. O trabalho foi realizado durante o ano de 2006, onde os dados foram coletados ao longo de 19 pontos ao longo da cidade, por meio de transetos móveis, durante 5 dias nos horários de 06:00, 13:00 e 20:00 horas. Ficou constatada a presença de ilhas de calor com intensidade de até 3,8°C durante a noite e de 6,0°C durante o dia. Em seu trabalho ficou

comprovado também que a área central de Viçosa, em noite de céu claro e ventos calmos apresentou dificuldade em dissipar a energia acumulada ao longo do dia, principalmente se comparada ao *campus* da UFV, localizado no mesmo fundo de vale, o que prova que o ritmo diário das atividades antrópicas está influenciando de forma significativa o campo termohigrométrico (temperatura do ar e umidade) da cidade, criando condições propícias para o surgimento das ilhas de calor no perímetro urbano.

Denominado “O campo térmico na área central da cidade de Viçosa-MG em situação sazonal de outono em 2007”, Santos (2007) realizou mensurações -utilizando a metodologia dos transetos móveis sobre bicicleta³ - entre os dias 4 (sexta-feira), 5 (sábado), 6 (domingo) e 7 (segunda-feira) do mês de maio de 2007, onde os horários estabelecidos para a coleta de dados foram: 05:00, 12:00 e 19:00, pois, segundo o autor, são faixas horárias onde o sol não está criando o efeito de sombreamento.

Quanto aos resultados obtidos, referentes às intensidades das ilhas de calor, pode-se dizer, que o campo térmico se mostrou influenciável de acordo com os sistemas produtores de tempo. Ficou constatado também que: os núcleos de calor durante o horário da tarde coincidem com os pontos de maior taxa de aquecimento; o ritmo das atividades antrópicas diárias influenciou o comportamento do campo térmico, à medida que os núcleos de calor apresentaram uma variabilidade espacial entre a sexta-feira e o domingo. Por final, verificou-se que os núcleos de intensidade da ilha de calor se apresentaram em pontos com menor verticalidade, fato que contraria alguns autores.

Finalmente, Carmo (*op. cit.*), estudou a quantificação da verticalidade e da densidade demográfica, relacionado com a poluição sonora na área central da de Viçosa-MG, fazendo uma análise do conforto térmico (relação da temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar direta) nos dias de realização do experimento, comparando com os tipos de construção na área em estudo. O autor ainda realizou entrevistas, onde buscaram compreender a percepção da população do município a respeito das transformações ocorridas na cidade, mudanças climáticas, poluição sonora, o aumento da verticalização e seus impactos para com o meio.

As mensurações utilizaram equipamentos conhecidos como termohigrômetro, luxímetro e decibelímetro, há uma altura mínima de 1,5m em relação ao solo, nos horários das 07:00, 13:00, 18:00 e 20:00 horas.

No que diz respeito às entrevistas os resultados obtidos apontam que os

³ De acordo com Santos (2007), essa metodologia foi utilizada por Melhuish e Padder (1996), para a cidade de Reading e Berkshire, no Canadá. De acordo com os autores, este método pode ser utilizado tanto por pesquisadores quanto por estudantes secundaristas e amadores, devido a sua simplicidade e seu baixo custo.

entrevistados, em sua grande maioria compreendem a percepção das transformações ocorridas no município, pelo processo de urbanização sem planejamento, que a atividade humana em Viçosa, o grande número de veículos, prédios, o asfalto das ruas e a diminuição das áreas verdes criam mudanças muito profundas na atmosfera local, modificando a temperatura, que a área de estudo é muito ruidosa e que a elevação dos níveis sonoros tem como uma das causas principais o grande número de veículos que circulam pelo centro da cidade e que os tipos de construção influenciam no conforto térmico ambiental da cidade (CARMO, *op cit.*, p.12)

2. 2. O CLIMA EM SISTEMAS URBANOS

A cidade constitui a forma mais evidente de transformação da paisagem natural. A modificação nos elementos do clima possui grande repercussão ecológica, pelo fato de afetar de maneira imediata os habitantes através do desconforto térmico⁴ e da concentração de poluentes.

Com o surgimento de centros urbanos cada vez maiores e sempre mais afastados das condições ecológicas naturais, a sobrevivência da flora, da fauna e do próprio homem torna-se cada vez mais difícil e principalmente mais complexo e dependente de tecnologia. (TROPPMAIR, 2004, p. 110)

Monteiro, *op. cit.*, p. 54, afirma que assim como a própria definição ou tomada de consciência do fato urbano emergiu do contraste com o campo, foi através dessa dicotomia e dos contrastes entre eles, que o homem tomou consciência de que a própria atmosfera sobre a cidade era sensivelmente diferente daquela do campo.

Vários estudos apontam variações nos parâmetros do balanço de energia entre a cidade e o campo, como: Lombardo, 1985; Garcia, 1999; Fialho e Brandão, 2000 e Brandão, 2004, concluindo que essas diferenças podem ser significativas, em geral, apresentando valores de insolação, albedo, umidade relativa, nebulosidade e velocidade do vento mais altos no campo no que nas cidades.

Por outro lado, a temperatura e a precipitação apresentam valores mais elevados nas cidades. (BRANDÃO, 2004, p.52; TROPPMAIR, 2004, p.111)

⁴ Entende-se por conforto térmico o conjunto de condições climáticas onde a auto-regulação térmica do homem seja mínima. Os elementos climáticos que influenciam de maneira mais direta sobre a sensação de bem estar e conforto são: temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e a radiação (GARCIA *op cit.*; p.65).

A cidade é um grande modificador do clima. A camada de ar mais próxima ao solo é mais aquecida nas cidades do que nas áreas rurais. A atividade humana, o grande número de veículos, indústrias, prédios, o asfalto das ruas e a diminuição das áreas verdes criam mudanças muito profundas na atmosfera local modificando também a temperatura e as chuvas da região.

“As temperaturas mais elevadas no centro das cidades desempenham as funções de um centro de baixa pressão que atrai o ar circundante. Este ar, pelo processo de convecção, alcança, grande altitude, atinge o ponto de orvalho e provoca precipitação. Medições em vários centros urbanos revelam que o total de precipitação e o número de dias de chuva é maior no centro do que nas áreas periféricas das cidades.” (TROPMAIR, 2004, p.111)

O estudo de Eriksen (1983) *apud* Troppmair (2004), realizado em algumas cidades do mundo, mostra que na cidade de Chicago houve um aumento de 5% na precipitação, em St. Louis, 7%, em Kiel, 10%, em Moscou, 11%, e em Bremen 16%.

O trabalho desenvolvido na cidade de Munique por Schmauss (1927) *apud* Landsberg (2006), foi um dos primeiros a descobrir um aumento significativo no número de dias com pequenos totais de precipitação na cidade em relação às estações fora dela. Ficou comprovado que o número de dias com precipitação entre 0,004 e 0,200 polegadas foi 144 na cidade e apenas 130 na área rural, o que equivale a um aumento de onze por cento. A cidade de Munique apresentou também um grande aumento de chuvas fortes entre 0,8 e 1,6 polegada, onde o setor leste da cidade foi mais afetado que o setor oeste, o que está em acordo com os ventos predominantes de oeste.

Tendo em vista que o clima urbano difere consideravelmente do ambiente natural, a amplitude térmica, o regime pluviométrico, o balanço hídrico, a umidade do ar, a ocorrência de geadas, granizos e vendavais, precisam ser considerados, pois de acordo com o referido autor, a frequência de granizo e tempestades apresentou um incremento similar.

Quanto à qualidade do ar, esta fica comprometida pela combustão de veículos automotores e pela emissão de poluentes advindos de atividades industriais.

Os produtos resultantes das alterações antropogênicas no Sistema Climático são perceptíveis de modo mais eficiente nas áreas urbanas e se expressam através dos canais da percepção humana, conforme proposto por Monteiro *op. cit.*, p.58 :

(...) o do conforto térmico, o da qualidade do ar e o do impacto meteorológico, que se manifestam em eventos, já corriqueiros em nossas metrópoles, como poluição do ar, alteração na ventilação, configuração da ilha de calor, desconforto térmico, impacto pluvial concentrado, dentre outros. Estes, agravados por aspectos geocológicos do sítio, têm repercussão em problemas sanitários, de desempenho humano, de circulação e comunicação capazes de provocar o colapso do sistema urbano, como é o caso do sistema de transportes (...) portanto, é difícil dissociar atributos climáticos de qualidade ambiental, visto que estes são componentes do sistema urbano, intimamente relacionados e dependentes entre si.”

No final do século XX, surge a preocupação da sociedade moderna com o processo de urbanização e suas implicações sócio-ambientais. Dentre as degradações ambientais provocadas pelo processo de urbanização, destacam-se as alterações nas condições climáticas, com ênfase no aumento da temperatura do ar, estabelecendo um diferencial térmico intra e interurbano, que convencionou se chamar de “ilha de calor”⁵. (CORRÊA, 2005; p.6)

A ilha de calor produz uma série de conseqüências, que segundo García (*op. cit.*) incluem as meteorológicas (formação de centros de baixa pressão), econômicas (aumento do gasto energético) e biológicas (aceleração do processo de florescimento de algumas espécies vegetais), algumas de efeitos positivos⁶, e outras, negativas.

O *Quadro 1* nos mostra alguns fatores formadores da Ilha de Calor:

⁵ “(...) Fenômeno que associa os condicionantes derivados de ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano em termos de uso do solo e os condicionantes do meio físico e seus atributos geológicos (...) A urbanização considerada em termos de espaço físico construído, altera significativamente o clima urbano, considerando-se o aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização dos solos, alterações na cobertura vegetal, concentração de edifícios que interferem nos efeitos dos ventos, contaminação da atmosfera através da emissão dos gases (...)”. (LOMBARDO, 1985; p. 77)

⁶ Como efeitos positivos da ilha de calor, o referido autor cita o aumento do conforto térmico. No entanto, tal fato aplica-se somente nas cidades de clima temperado. Contudo, García afirma que quando combinadas com ondas de calor intensas e prolongadas agrava o stress térmico, incrementando o risco de mortes em um determinado setor da população urbana afetada por doenças cardiovasculares e respiratórias, principalmente.

Quadro 1: Fatores de Formação da Ilha de Calor

Categorias	Fatores
Arquitetural	<ul style="list-style-type: none"> - Geometria urbana; - Propriedade térmicas dos materiais de construção; - Maior absorção de ondas curtas devido ao canyon urbano; - Redução da velocidade do vento na área urbana; - Albeldo; - Densidade urbana.
Condição Sinótica	<ul style="list-style-type: none"> - Dinâmica da atmosfera; - Poluição do ar ou Permeabilidade da atmosfera.
Urbanização	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da emissão da radiação de ondas longas; - Adensamento populacional; - Topografia antrópica / Cobertura do céu (SVF); - Produção de energia antrópica; - Redução da evapotranspiração; - Metabolismo urbano; - Uso do solo; - Redução da área verde.
Geocológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Sítio; - Posição geográfica; - Morfologia; - Cobertura Vegetal; - Orientação das vertentes.

Fonte: Ibroisi, Fialho e Carneiro (2004) apud Corrêa (2005).

A Tabela 2 abaixo nos mostra a intensidade das ilhas de calor:

Tabela 2. Intensidade das Ilhas de Calor

Intensidade da Ilha de Calor	Categoria
0.0 – 1.9°C	Fraca
2.0 – 3,9°C	Moderada
4.0 – 5.9°C	Forte
> 6.0°C	Muito Forte

Fonte: Gómez (1993) apud Fialho (2002).

2. 3. - O CLIMA, A SOCIEDADE E SUAS IMPLICAÇÕES

Embora o objetivo principal do presente trabalho não seja discorrer a respeito dos efeitos positivos e (ou) negativos do clima em relação à população, devemos salientar que não podemos nos ater ao estudo do clima sem relacionar, mesmo que de forma sucinta, suas implicações no que diz respeito à sociedade.

Como já vimos acima, o clima e seus fenômenos há muito tempo despertam o interesse do ser humano e que o processo de urbanização interfere e modifica o clima dos sistemas urbanos. Por sua vez, essas modificações afetam de forma direta ou indireta a economia, os processos biológicos e também a saúde e o bem estar da população, fato que pode ser observado na Figura 2, abaixo:

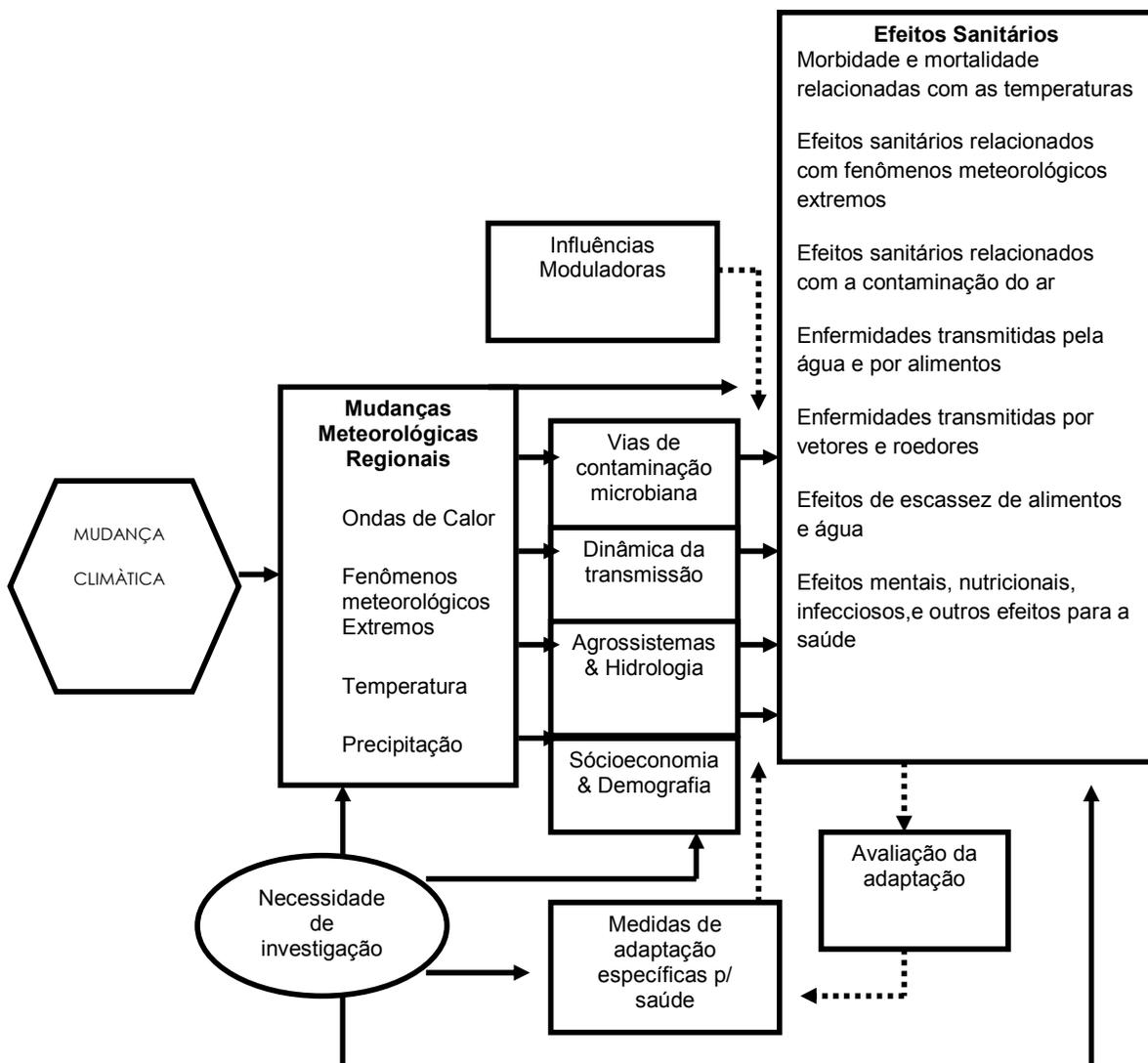


Figura 2. Mudanças Climáticas e consequências sócio-ambientais.

Fonte: Organização Mundial de Saúde (OMS).

Do Equador aos pólos, o clima⁷ e o tempo⁸ exercem grande influência direta e indireta na vida humana. Ainda que as pessoas se adaptem as condições em que vivem, a fisiologia humana suporta variações meteorológicas consideráveis, porém essa capacidade não é ilimitada. (OMS)

Corroborando a idéia de Humboldt, de que o clima é capaz de interferir no comportamento e no estado de humor do ser humano, Sorre (1984; p.36) vai além e diz que não se pode negar que as disposições nervosas e os estados mentais são influenciados pelos movimentos atmosféricos.

O camponês, segundo, Sorre, passa a maior parte de sua existência em meio ao clima local, ao passo que o homem da cidade exerce quase toda a sua atividade encerrada em microclimas, onde, a característica habitual dos microclimas urbanos é uma relativa constância, redução da amplitude das variações e alteração dos ritmos climáticos locais.

A amplitude das variações dos elementos do clima, tais como a da amplitude da variação média anual, amplitude da variação absoluta anual, amplitude da variação diurna, amplitude da variação de um dia pro outro nas áreas em que a sucessão dos tipos de tempo é rápida, os efeitos instantâneos isoladamente não nocivos podem se tornar insuportáveis frente à repetição e ao acúmulo dessas variações (Sorre *op.cit.*, p.36).

De acordo com o sítio da Organização Mundial de Saúde (OMS), grandes variações meteorológicas em períodos breves podem ter efeitos consideráveis para a saúde:

- O calor e o frio extremos podem causar transtornos potencialmente mortais, como os “*surtos de calor*” ou hipotermia, além de aumentar a mortalidade por doenças cardíacas e respiratórias;
- Nas cidades, a ausência de ventos pode conduzir a acumulação de calor e substâncias tóxicas, produzindo episódios de “*smog*” que tem repercussão importante para a saúde.

⁷ “O clima, num determinado local , é a série dos estados da atmosfera, em sua sucessão habitual” (SORRE, 1984; p. 32).

⁸ “Cada tempo se define por uma combinação de propriedades a que chamamos elementos do clima: pressão, temperatura, higrometria, precipitação, estado elétrico, velocidade de deslocamento, composição química e carga sólida, radiações de todo tipo” (SORRE, 1984, p. 32).

Outra ressalva feita pela OMS, consiste no fato de outras condições extremas, como as grandes chuvas, inundações e furacões também podem ter graves conseqüências sanitárias, como por exemplo, os fatos ocorridos durante a década de 1990, onde morreram cerca de 600.000 pessoas em decorrência de desastres naturais ligados ao clima. Cerca de 95% desses desastres ocorreram em países pobres.

Mesmo dentro dos sistemas urbanos, a população mais carente tende a sofrer mais com os desastres naturais.

“Os problemas ambientais (ecológicos e sociais) não atingem igualmente todo o espaço urbano. Atingem muito mais os espaços físicos de ocupação das classes sociais menos favorecidas do que os das classes sociais mais elevadas. A distribuição espacial das primeiras está associada à desvalorização de espaço, quer pela proximidade dos leitos de inundação dos rios, das indústrias, de usinas nucleares, quer pela insalubridade, tanto pelos riscos ambientais (susceptibilidade das áreas e das populações aos fenômenos ambientais) como desmoraamento e erosão, quanto pelos riscos das prováveis ocorrências de catástrofes naturais, como terremotos e vulcanismos” (COELHO, 2004, p.28)

As ilhas de calor durante o verão precisam ser levadas em consideração no que diz respeito aos efeitos adversos à saúde. O *stress térmico*, de acordo com Landsberg (*op. Cit*, p. 243) depende de uma série de variáveis, desde as ambientais às reações humanas individuais. As variáveis ambientais, segundo autor, incluem a temperatura, a umidade, o fluxo de radiação e a velocidade do vento. Os fatores fisiológicos que contribuem para os efeitos do *stress térmico* variam desde a idade e obesidade, à problemas de saúde, tais como: hipertensão, diabetes, doenças respiratórias e problemas no coração. De acordo com o autor, a população de meia idade (45-64 anos) e a população acima dos 80 anos são as mais susceptíveis a tais problemas.

O problema pode ser observado na *Figura 3*, que nos mostra o índice de mortalidade por faixa etária durante a onda de calor de 1966 que durante algumas semanas assolou a população de Nova Iorque, com temperaturas chegando a 107°F (41,7°C), matando algumas centenas de pessoas (LANDSBERG, 1981, p.244).

Devemos nos atentar nas análises dos dados realizados por Carmo (*op. cit*; p. 83), onde mostrou que a área central de Viçosa tem uma qualidade de conforto ambiental baixa, com altas taxas de nível de ruídos e de temperatura, fatores que podem acarretar sérios prejuízos a saúde e ao bem estar da população local.

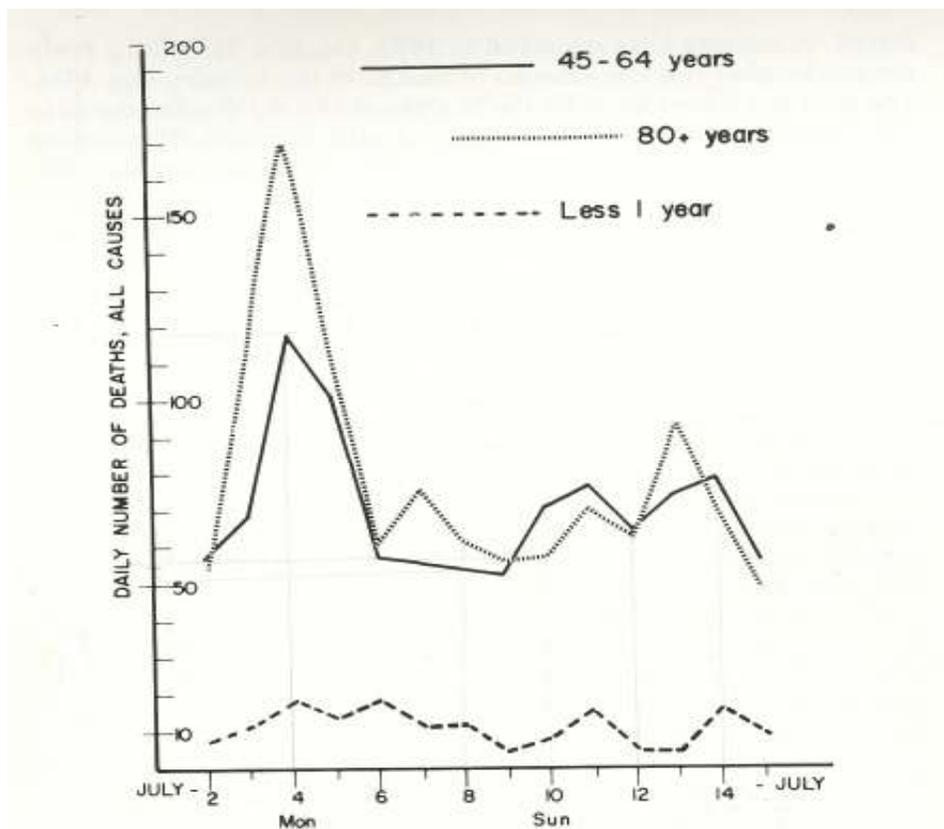


Fig. 10.11 Daily number of deaths from all causes in 1966 heat wave in New York City by age groups (from Schuman, 1972).

Figura 3 – Número diário de mortes por todas as causas na onda de calor de 1966 na cidade de Nova Iorque por grupo de idades.

Fonte: Schuman (1972) apud Landsberg (1981)

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

3.1. O CONTEXTO SÓCIO-AMBIENTAL DE VIÇOSA, MG.

Nosso local de estudo compreende a cidade do município de Viçosa (Figura 4), situado, na Zona da Mata⁹ mineira, mais precisamente, nas proximidades da escarpa da Serra da Mantiqueira, denominada regionalmente de Serra de São Geraldo, fazendo parte do complexo de planaltos litorâneos brasileiros, sendo uma região sob predomínio de mares de morros (AB´SÁBER, 2003, p.49).

A cidade de Viçosa está localizada entre as coordenadas geográficas de 20°45`14” de Latitude Sul e a 42°52`55” de Longitude Oeste de Greenwich.

O município possui uma área de 300,264 Km² e é considerado um dos mais importantes da Zona da Mata Mineira, por ter uma forte vocação voltada ao ensino, e, contar hoje com 4 instituições de ensino superior, com forte presença da Universidade Federal de Viçosa, fundada em 1922 com o nome de Escola Superior de Agricultura e Veterinária (ESAV), pelo então presidente da república, Artur da Silva Bernardes, natural desta cidade.

De acordo com o sítio da Assembléia Legislativa de Minas Gerais¹⁰, do ponto de vista climatológico, Viçosa encontra-se sob influência do Clima Tropical de Altitude, ou Cwa (clima temperado úmido com Inverno seco e Verão quente), de acordo com a classificação climática de Köppen (Figura 5). No entanto, os trabalhos de Carmo (2007) e Machado (2006) apontam que a na verdade a cidade está enquadrada no tipo Cwb (clima temperado úmido com Inverno seco e Verão temperado).

⁹ “(...) A porção sul e sul-oriental de Minas Gerais apresentava um quadro tão contínuo de florestas tropicais em áreas geomorfológicas típicas de “mares de morros”, que foi denominada Zona da Mata mineira(...) O domínio dos “mares de morros” corresponde à área de mais profunda decomposição das rochas e de máxima presença de mamelonização topográfica em caráter regional de todo país” (AB´SÁBER, 2003; p.49 e 57).

¹⁰ <<http://www.almg.gov.br/index.asp?grupo=estado&diretorio=munmg&arquivo=municipios&municipio=71303>> , visitado em 05/05/08.

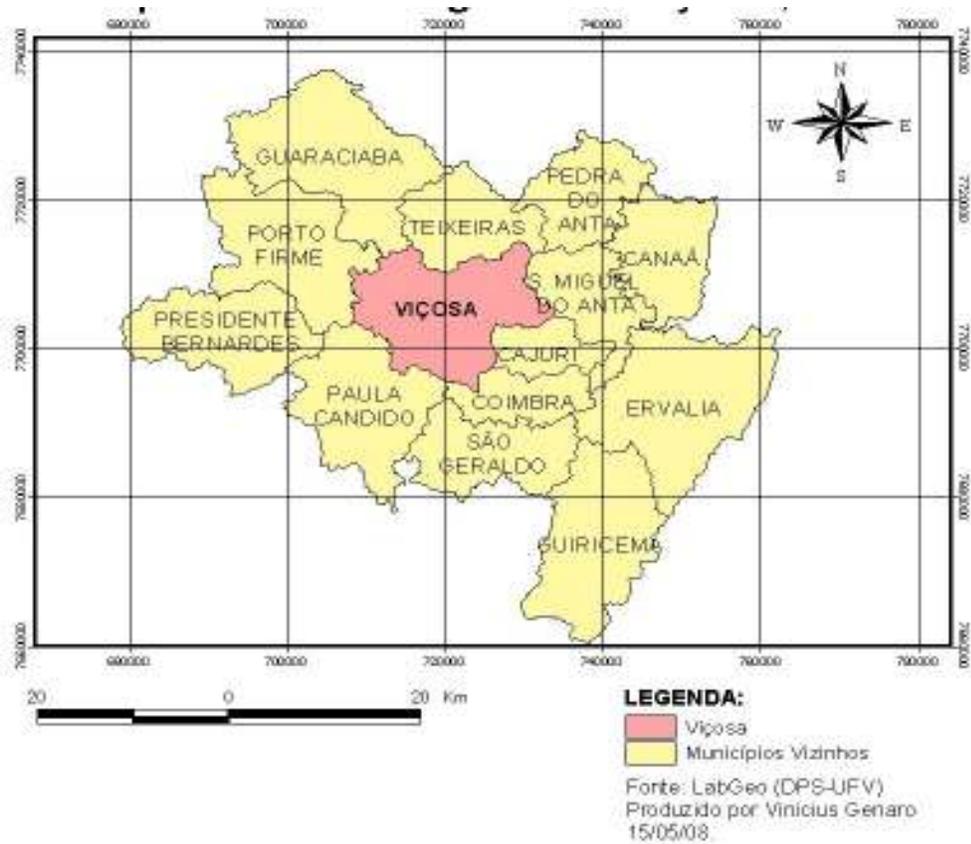


Figura 4. Localização do município em relação a Microregião de Viçosa, MG.

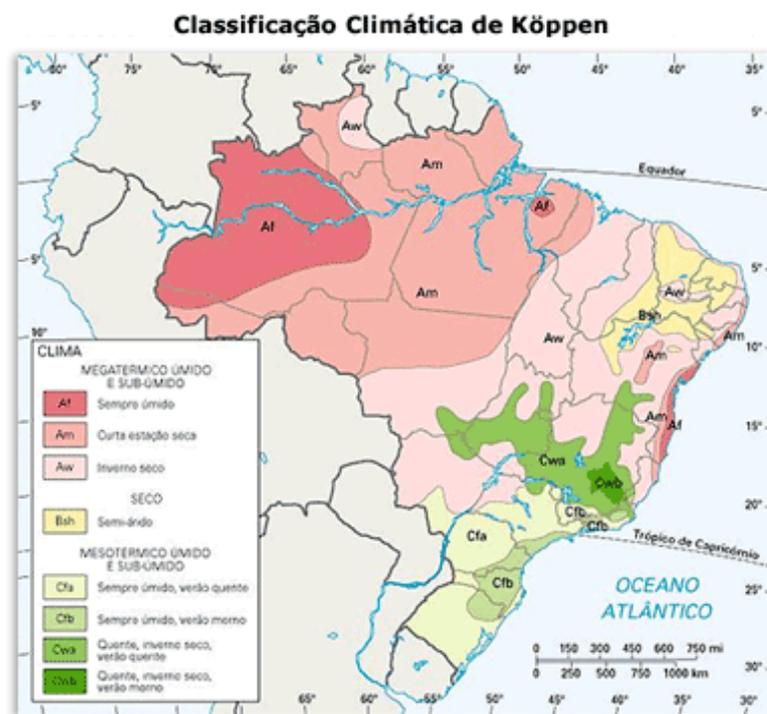


Figura 5. Classificação Climática de Köppen.

Fonte: <www.wikipedia.org>, visitado em: 22/05/08.

Esse tipo de clima apresenta médias de temperaturas mais baixas que o clima tropical, ficando entre 15° e 22° C, sendo a temperatura média da cidade 19,4°C. Este clima é predominante nas partes altas do Planalto Atlântico do Sudeste, estendendo-se pelo centro de São Paulo, centro-sul de Minas Gerais e pelas regiões serranas do Rio de Janeiro e Espírito Santo. As chuvas se concentram no verão. A média pluviométrica de Viçosa é de 1221,4 mm ao ano, sendo esse índice de pluviosidade influenciado pela proximidade do oceano.

De acordo com Ribeiro Filho (1990) *apud* Almeida (2006), entre o período de 1922 a 1926, com a construção da ESAV, numa área de topografia privilegiada em comparação ao restante da cidade, constituiu-se uma verdadeira barreira física para a expansão do espaço urbano da cidade naquela direção. Vale salientar que o domínio dos mares de morros é o meio físico mais complexo e difícil do país em relação às construções e ações humanas, além de ser a região mais sujeita aos processos de erosão e de movimentos coletivos de solos de todo território brasileiro (AB´SÁBER, 2003, p.62).

Foi a partir daí, quando a universidade tornou-se um forte chamativo de migrantes temporários, os estudantes, que a cidade de Viçosa passou por uma diferenciação dentre as demais cidades da região. (ALMEIDA, *op. cit.*, p.23)

Sendo assim, a expansão urbana de Viçosa relaciona-se com a expansão das atividades da Universidade Federal de Viçosa (UFV), a empregadora dominante na economia urbana local.

Atualmente, a UFV é um dos mais importantes centros de estudos agrônômicos da América Latina, segundo a Assembléia Legislativa de Minas Gerais.

Brandão e Fialho (2000), afirmam que o intenso processo de urbanização verificado nas últimas décadas tem concentrado de forma crescente população e atividades econômicas em espaços cada vez mais limitados. Diante de tal fato, a cidade de Viçosa não foge a regra, apresentando um excessivo adensamento urbano, que afeta a qualidade de vida de seus moradores. De acordo com os dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, a densidade demográfica estimada no ano 2000 para o município foi de 216,2 hab/Km², como nos mostra a Tabela 3.

Segundo Monteiro (1976) "(...) as pressões exercidas pela concentração da população e de atividades geradas pela urbanização e industrialização, concorrem para acentuar as modificações do meio ambiente, com o comprometimento da qualidade de vida (...)".

“Quanto maior a densidade, melhor será a utilização e maximização de infraestrutura e solo urbano (...), entretanto, assentamentos urbanos de alta densidade podem também sobrecarregar e mesmo causar uma saturação das redes de infraestrutura e serviços urbanos, colocando até uma maior pressão da demanda sobre o solo urbano, terrenos e espaço habitacional, o que conseqüentemente produzira um meio ambiente superpopuloso e inadequado ao desenvolvimento urbano” (Acioly & Davidson 1998 *apud* Carmo 2007).

Tabela 3: Densidade demográfica e população urbana dos municípios da microregião de Viçosa, MG

Município	Área (km ²)	Densidade Demográfica 2000 (hab/Km ²)	População Urbana 2000 (hab)
Alto Rio Doce (MG)	520,4	26,6	4912
Amparo do Serra (MG)	146,2	37,5	2506
Araponga (MG)	305,3	25,9	2541
Brás Pires (MG)	224	22,8	1805
Cajuri (MG)	83,6	49,9	2287
Canaã (MG)	175,6	27,3	1419
Cipotânea (MG)	153,9	41,2	2418
Coimbra (MG)	107,1	60,2	3488
Ervália (MG)	358,1	47,5	7560
Lamim (MG)	118,5	30,2	1362
Paula Cândido (MG)	269,5	33,5	3886
Pedra do Anta (MG)	164,2	23,9	2079
Piranga (MG)	659,3	25,8	5079
Porto Firme (MG)	285,8	33,1	3897
Presidente Bernardes	237,6	24,6	1365
Rio Espera (MG)	240,4	28,8	2238
São Miguel do Anta (MG)	152,7	43,5	3331
Senhora de Oliveira (MG)	170,3	33,1	2722
Teixeiras (MG)	167	66,8	6949
Viçosa (MG)	300,2	216,2	59.792

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, adaptado pelo autor.

A população do município que até o ano de 1960 era de 20.846 habitantes, sendo a maioria moradora do meio rural, nos anos subseqüentes não só cresceu em número, mas também se tornou essencialmente urbana. Atualmente, residem na zona rural apenas 5.000 habitantes aproximadamente, como podemos observar na Figura 6. Ao observar a Figura 3, verificamos que a população da cidade de Viçosa triplicou nos últimos quarenta anos, fazendo com que a população rural, então dominante na década de 60 fosse reduzida para menos da metade no ano 2000. Tal fato ocorre em decorrência da oferta de empregos e obras na universidade e na cidade.

A população do entorno também é atraída em busca de oportunidades decorrentes da prosperidade pela qual a cidade estava passando, atraindo assim, vários empreendedores do setor imobiliário, prestadores de serviços e algumas indústrias quem tinham como objetivo principal suprir as necessidades e a demanda para esse enorme contingente populacional.

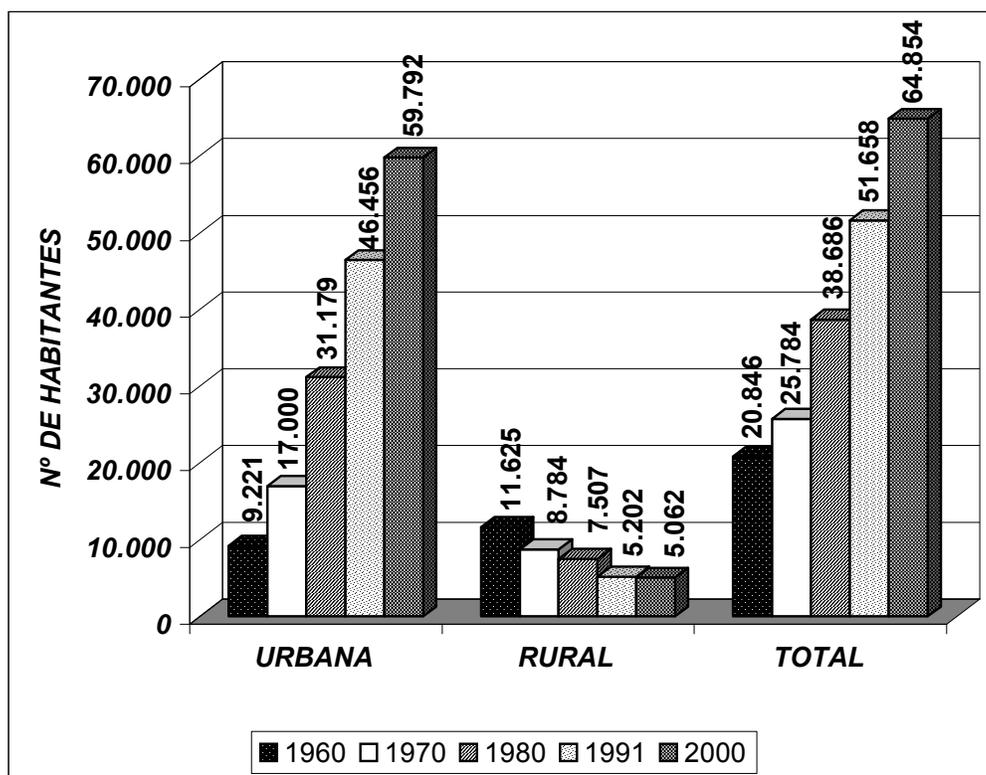


Figura 6 - Evolução da população do município de Viçosa, MG.

Fonte: <<http://www.vicosamg.gov.br>>, adaptado pelo autor.

De acordo com o censo realizado em 2005(1)¹¹ pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o município contabilizava na época 73.121 habitantes. No entanto, de acordo com o sítio da prefeitura municipal¹², há que se acrescentar que a população flutuante, predominantemente, de estudantes não é considerada e, de acordo com as agências bancárias, pelo movimento dos caixas eletrônicos, estima-se que a população da cidade ultrapasse 80.000 pessoas.

O trabalho de Carmo (2007, p.17), deixa esses fatos evidentes, nos mostrando que:

¹¹ < <http://www.almg.gov.br/>>, visitado em 05/05/08.

¹² < <http://www.vicosamg.gov.br> >, visitado em 30/04/08.

(...) Viçosa apresenta características próprias que permitem reflexão sobre o crescimento da concentração urbana e do contingente populacional e seus reflexos sobre o espaço. É inegável o papel que a Universidade Federal de Viçosa teve e tem no desenvolvimento da cidade. Esta instituição, pela sua tradição nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, proporcionou a vinda de um grande número de pessoas de todas as partes do Brasil e do mundo. Esse número de pessoas trouxe a cidade uma grande contribuição socioeconômica e cultural, mas também trouxe uma série de problemas decorrentes desse deslocamento (...)

Conseqüentemente, houve no município, uma mudança drástica no atual uso do solo urbano.

No centro, reflete-se a atividade capitalista através da especulação imobiliária. O centro da cidade é o pólo de valorização do solo (*Quadro 2*), onde a tendência é a ocupação intensiva vertical do solo urbano impulsionada pela existência de toda uma infra-estrutura ali presente.

(...) A verticalização no centro urbano de Viçosa é um processo intenso que tende a derrubar antigas estruturas e modificar o espaço rapidamente, dando ares de modernização com seus altos edifícios, e trazendo, por outro lado, o congestionamento das vias e problemas relacionados à capacidade de suporte dos sistemas de abastecimento em geral.(...) (ALMEIDA, 2006, p.27).

Para Nucci (1999), a verticalização faz com que a superfície do concreto, que por sua vez, possui alta capacidade térmica, aumente a impermeabilização do solo e conseqüentemente a diminuição dos corpos d'água e das áreas vegetadas.

Tendo em vista os problemas acima citados, o que está ocorrendo em Viçosa atualmente é um processo semelhante ao ocorrido durante a década de 40 na região metropolitana do Rio de Janeiro, onde as questões urbanas começaram a se agravar; quando o preço da terra teve alta valorização, houve ainda a intensificação do crescimento vertical, o aumento considerável da frota de veículos, além da proliferação de favelas e bairros de periferia, com resultante crise de transportes e de habitação, além dos problemas de ordem ambiental, principalmente os ligados a poluição, enchentes, deslizamento de terras e inundações, que passaram a ocorrer com maior freqüência. (Brandão, *op. cit*, p.83).

Quadro 2. Aspectos gerais da área central e demais localidades

	Aspectos	Características
Núcleo Central	Uso intensivo do solo	Lojas, supermercados, bancos
	Ampla escala vertical	Edifícios de escritórios
	Limitado crescimento horizontal	Passível de ser percorrido a pé
	Concentração diurna	Movimento de pedestre intenso no horário comercial
	Foco de transportes intra-urbanos	Ponto de convergência do tráfego urbano
	Área de decisões	Ponto focal da gestão do território
Zona Periférica do Centro	Uso semi-intensivo do solo	Comércio atacadista, armazenagem e indústrias leves
	Ampla escala horizontal	Prédios baixos, sendo fortemente consumidoras do espaço.
	Limitado crescimento horizontal	Crescimento restrito pelo fato de empresas e atividades instalarem-se em outros lugares
	Área residencial de baixo estatus social	Residências populares e de baixa classe média, como cortiços
	Foco de transportes interregionais	Localização de terminais ferroviários e rodoviários

Tabela 5: Núcleo central e zona periférica do centro e seus aspectos
 Fonte: Horwood e Boyce (1959), adaptado por Almeida (2006)

Associado ao crescimento populacional intenso encontra-se taxas elevadas de exclusão social e falta de investimentos, o que faz gerar um número cada vez maior de excluídos que vivem em condições de miséria nas cidades. Como resultado, tem-se um agravamento dos problemas sociais, como também, dos problemas ambientais urbanos.

Outro fato importante decorrente do aumento do fenômeno de urbanização experimentado por Viçosa e, por conseguinte, do aumento da população flutuante que atua na cidade, é o agravamento da situação do trânsito, decorrente do grande número de veículos que circulam pelas ruas diariamente, provocando engarrafamentos diários, gerando assim, problemas ambientais atmosféricos, causado pela grande emissão de gases poluentes.

Segundo o censo realizado pelo IBGE em 2000, 21.545 veículos foram licenciados somente na cidade de Viçosa.

Desconsiderando os automóveis da população flutuante de Viçosa (estudantes, professores e funcionários, que, possuem automóveis licenciados em suas cidades de origem), chegamos a impressionante marca de 13 automóveis por Km².

Tal fato pode acarretar ou mesmo acentuar os problemas climáticos na cidade de

Viçosa, pois, de acordo com Landsberg (2006, p.2), uma das principais causas da alteração climática nas cidades é a produção de calor pela própria cidade, indo desde aquele proveniente do metabolismo da massa de seres humanos e animais ao calor liberado por fornos residenciais e industriais, ampliada nos anos recentes por milhões de motores de combustão interna em função do grande aumento de veículos motorizados.

3. 2. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA REGIONAL DE VIÇOSA

O conhecimento das influências dos fatores estáticos ou geográficos que atuam sobre o clima de determinada região, por mais completos que sejam, não é suficiente para a compreensão de seu clima. Este não pode ser compreendido e analisado sem o concurso do mecanismo atmosférico, seu fator *genético*, objetivo da *Meteorologia Sinótica*¹³. Até mesmo os demais fatores, como o relevo, a latitude, a continentalidade ou maritimidade (nesta incluindo as correntes marítimas), etc, agem sobre o clima de determinada região em interação com os sistemas regionais de circulação atmosférica (NIMER, 1989, p. 268).

Para compreendermos o a dinâmica do clima em escala local (*mesoclima*¹⁴, ou *topoclima*¹⁵), no nosso caso, o clima urbano do município de Viçosa é necessário compreendermos o clima em sua escala mais ampla, ou seja, o *macroclima*, uma vez que o primeiro corresponde a uma situação particular do segundo.

Por conter dimensões continentais, o Brasil possui uma diversidade climática bastante ampla, onde, de acordo com Nimer (*op. cit;* p.9), todas as massas de ar responsáveis pelas condições climáticas na América do Sul atuam, de forma direta ou indireta no Brasil.

Monteiro (1963) *apud* Viana (2006) propôs um modelo para explicar a gênese da circulação atmosférica na América do Sul, procurando definir os sistemas atmosféricos atuantes. Segundo o autor, os sistemas atmosféricos são controlados por centros de

¹³ Fonzar *apud* Antas (1979), afirma que Climatologia Sinótica é um estudo dos climas baseado nos processos de circulação geral da atmosfera e que, antes de verificar a atuação dos sistemas regionais e locais, é necessário analisar a dinâmica geral da atmosfera da América do Sul e do Brasil.

¹⁴ Alguns autores, consideram *mesoclima* como sinônimo de regional, enquanto outros, adotam a terminologia *mesoclima*, como uma subdivisão do local ou ainda como sinônimo. A escala do local por sua vez, é para alguns estudiosos, a cidade como um todo, enquanto outros, a entendem como metrópole (FIALHO, 2002, p.131).

¹⁵ Hierarquicamente, o *topoclima* é entendido como uma sub-unidade do *mesoclima*, porém, essa terminologia era mais utilizada em estudos de áreas "naturais", onde o mesmo era entendido hierarquicamente, como acima do local, tanto assim que a utilização dessa nossa de unidade topoclimática, é entendida a partir da língua alemã como *lugar diferenciado pela topografia* (FIALHO, 2002, p.131).

ações, responsáveis pelas individualizações das massas de ar que definem os tipos de tempo na América do Sul.

Os sistemas atmosféricos que atuam na América do Sul são os seguintes:

Quadro 3. Principais massas de ar atuantes no Brasil e suas características

MASSAS	CARACTERÍSTICAS
Massa Equatorial Atlântica (mEa)	<i>Quente e úmida, dominando a parte litorânea da Amazônia e do Nordeste em alguns momentos do ano, tem seu centro de origem no Oceano Atlântico.</i>
Massa Equatorial Continental (mEc)	<i>Quente e úmida, com centro de origem na parte ocidental da Amazônia, que domina a porção noroeste da Amazônia durante quase todo ano.</i>
Massa Tropical Atlântica (mTa)	<i>Quente e úmida originária do Oceano Atlântico nas imediações do trópico de Capricórnio e exerce enorme influência sobre a parte litorânea do Brasil.</i>
Massa Tropical Continental (mTc)	<i>Quente e seca, que se origina na depressão do Chaco, e abrange uma área de atuação muito limitada, permanecendo em sua região de origem durante quase todo o ano.</i>
Massa Polar Atlântica (mPa)	<i>Fria e úmida, forma-se nas porções do Oceano Atlântico, próximas à Patagônia. Atua mais no inverno quando entra no Brasil como uma frente fria, provocando chuvas e queda de temperatura.</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Devido também à sua grande extensão territorial e por uma série de fatos que aí interagem, o estado de Minas Gerais possui uma climatologia bastante complexa (*Figura 7*), característica, aliás de toda a região sudeste (BUENO & FILHO, ?; p.11).

“A dinâmica atmosférica característica da região sudeste

apresenta duas situações distintas. No verão há predominio das correntes de leste, originadas pelo deslocamento dos ventos alísios, materializadas na baixa troposfera pela massa tropical atlântica (mTa). Este sistema produz estabilidade do tempo e, à medida que penetra pelo interior da região, pelo efeito adiabático, provoca elevação da temperatura e diminuição da umidade em sua trajetória. Em função da grande rugosidade do relevo, a cada vertente a barlavento, este sistema deixa parte da umidade e, ao transpor-las provoca ressecamento adiabático das vertentes a sotavento, além de aquecimento nos vales encaixados” (SANT’ANNA NETO, 2005, p.6)

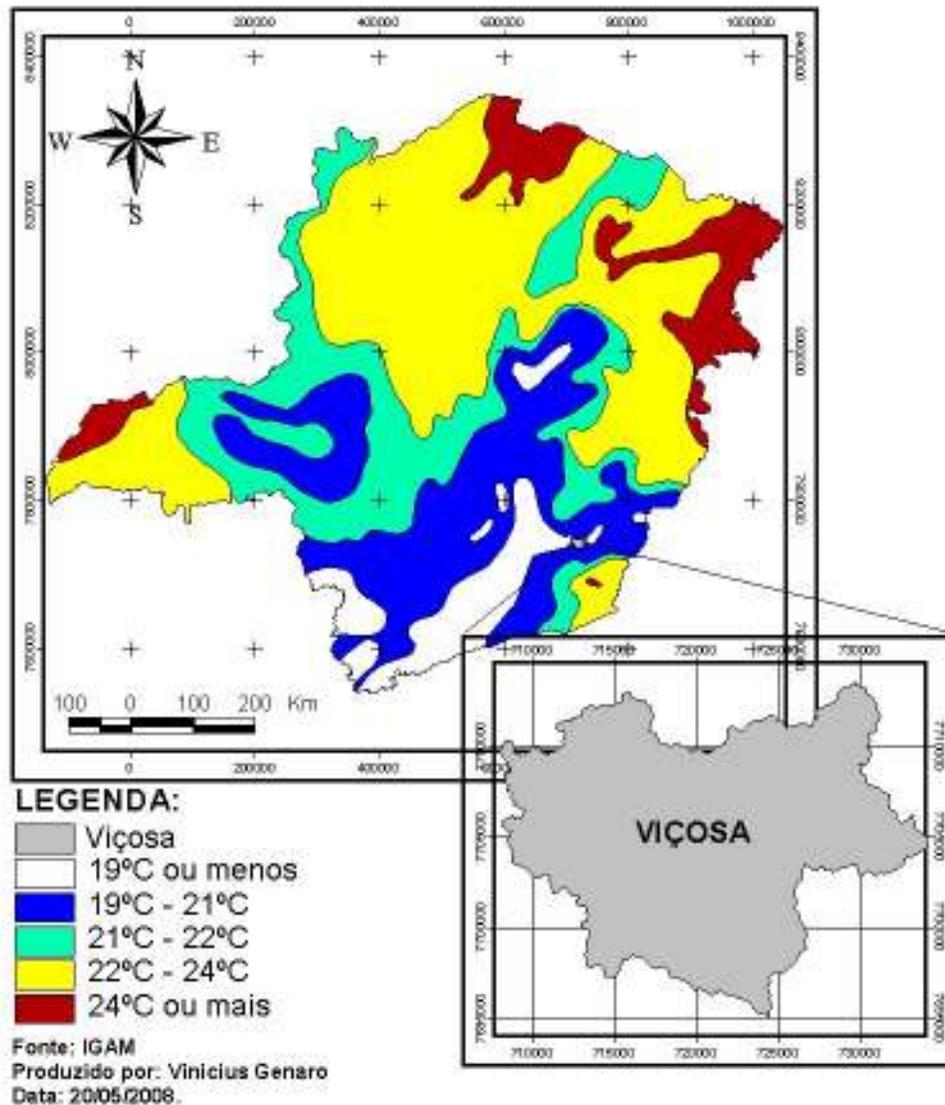


Figura 7. Mapa de temperatura do Estado de Minas Gerais, com a localização do município de Viçosa.

De acordo com Nimer (*op. cit.*), para a compreensão dos processos climatológicos dessa Região torna-se necessário um conhecimento prévio de um conjunto de fatores, tanto “estáticos” quanto “dinâmicos”.

Dentre os fatores citados como “estáticos”, os principais são a posição e a topografia. A posição latitudinal entre 14° e 25° Sul faz com que Minas Gerais esteja toda contida na zona tropical. “Compreende-se, portanto, porque a região é submetida a forte radiação solar, uma vez que o fenômeno depende essencialmente da altura do sol no horizonte...” (NIMER, 1989, p.266).

Outro fator importante ligado à posição geográfica do Estado de Minas é a relativa proximidade do Oceano Atlântico, pelo menos no que diz respeito à parte oriental do território mineiro.

Ainda entre os fenômenos classificados como estáticos, a topografia acidentada de Minas Gerais desempenha papel importante. As altas superfícies, as encostas montanhosas (em especial aquelas voltadas para leste e para o sul) e os grandes vales fluviais formam uma “topografia que favorece as precipitações, uma vez que atua no sentido de aumentar a turbulência do ar pela ascendência orográfica, durante a passagem de correntes de ar perturbadas” (NIMER, 1989, p.268).

“Desde a publicação do celebre trabalho de De Martinne (1944), sobre os problemas morfológicos do Brasil tropical Atlântico, que o efeito orográfico nos climas regionais do país passou a ser considerado de forma mais presente” (SANT’ANNA NETO, 2005, p.5)

Em relação aos fatores tidos como dinâmicos, o papel fundamental cabe à circulação atmosférica com ação sobre a Região Sudeste e, conseqüentemente, também sobre Minas Gerais.

Para o autor, o Sudeste recebe, durante todo o ano, ventos de leste e nordeste, provenientes do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. Enquanto perdura o domínio desse anticiclone, o tempo mantém relativa estabilidade, com o céu ensolarado. Essa estabilidade cessa com a chegada de *correntes de circulação perturbada*. Essas correntes, responsáveis por instabilidades e bruscas mudanças de tempo, geralmente acompanhadas de chuvas, na região Sudeste, compreendem três sistemas principais: o de correntes perturbadas do sul, o de oeste e o de leste.

O sistema de correntes perturbadas do sul resulta da invasão de anticiclones polares. No inverno, o avanço de frentes polares é responsável pelas quedas de temperatura na

Região Sudeste, enquanto no verão, o avanço dessas frentes polares é o principal responsável pelas precipitações nessa região.

Os fenômenos de perturbação do sistema de correntes perturbadas de leste ocorrem no âmbito de anticiclones tropicais, sob a forma de ondas que se dirigem para oeste, como “*pseudofrentes*”, provocando chuvas de outono e inverno e raramente no período de primavera-verão.

Como resultado do funcionamento mais ou menos regular dos fatores dinâmicos resumidos e simplificados, em interação com os fatores estáticos, os climas de Minas Gerais apresentam algumas características predominantes.

Em primeiro lugar, são dominantes os climas tropicais de temperaturas elevadas, com suas estações: inverno fresco e seco (frio realmente em apenas algumas áreas, principalmente das terras altas do sul e do sudeste do Estado), e verão, com temperaturas mais elevadas e maior pluviosidade.

Na parte oriental do Estado, excluída as regiões de maiores altitudes, a sucessão de tempos no ano apresenta temperaturas mais regulares. No sentido contrário, quanto mais se caminha para oeste, a continentalidade começa a fazer sentir seus efeitos, que contribuem com o aumento dos contrastes térmicos e pluviométricos entre o verão e o inverno.

O panorama sintético até agora apresentado refere-se, naturalmente aos mecanismos e tipologias climáticas padrão para o Estado de Minas Gerais. No entanto, como afirmam Bueno & Filho (*op. cit.*), nos últimos anos vêm se agravando os efeitos, em todo o Brasil, do fenômeno conhecido como **El Niño**¹⁶. Esse fenômeno é responsável por significativas alterações meteorológicas na sucessão de tempos padrão no Brasil e, por extensão, em Minas Gerais. Suas conseqüências têm sido algumas vezes catastróficas devidas, principalmente, ao processo de urbanização e ao uso e ocupação inadequadas dos solos nas áreas rurais.

¹⁶ El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a obtenção dos objetivos traçados, o presente trabalho em etapas, onde o primeiro passo foi à realização do levantamento bibliográfico, através de livros, periódicos e internet, sobre estudos a respeito do clima urbano desenvolvidos em cidades de pequeno, médio e grande porte, além de estudos já realizados a respeito do tema no município de Viçosa.

Posterior a essa fase inicial, fez-se necessário realizar o levantamento cartográfico da área de estudos a fim de se estabelecer os pontos para a coleta dos dados no campo. Para a realização desta etapa, foi utilizada uma base cartográfica do traçado das ruas da cidade, obtida no Departamento de Artes e Humanidades da Universidade Federal de Viçosa, além de imagens de satélite extraídas do Google Maps, onde pudemos escolher as áreas de mensuração ao longo do município (*Figura 8*).

Quanto à seleção das áreas para os levantamentos de campo, procurou-se obter a maior quantidade de áreas diferenciadas em relação ao uso do solo, totalizando 27 pontos amostrais (*Quadro 4*) ao longo da malha urbana de Viçosa.

O passo seguinte foi à ida ao campo para uma análise de reconhecimento do trajeto escolhido, para verificarmos a situação dos pontos e assim, definir a melhor metodologia para a coleta dos dados.

Baseado no trajeto escolhido, optou-se pela metodologia dos transetos móveis, empregadas por vários autores, tais como: Lombardo (1985), Fialho (2002), Corrêa (2005), Rocha (2006) e Santos (2007).

As medidas móveis combinadas com as medidas fixas podem contribuir para a análise da dinâmica da ilha de calor; elas representam, no entanto, apenas uma das técnicas para a análise do fenômeno ilha de calor (LOMBARDO, 1985, p.168).

De maneira geral, os autores não apresentam um consenso entre o tempo para percorrer o trajeto, a quilometragem do percurso e a velocidade do veículo. Especificamente no nosso caso, foi adotada a velocidade média de 50Km/h, demorando assim cerca de 1 hora para concluir o circuito de 27 pontos.

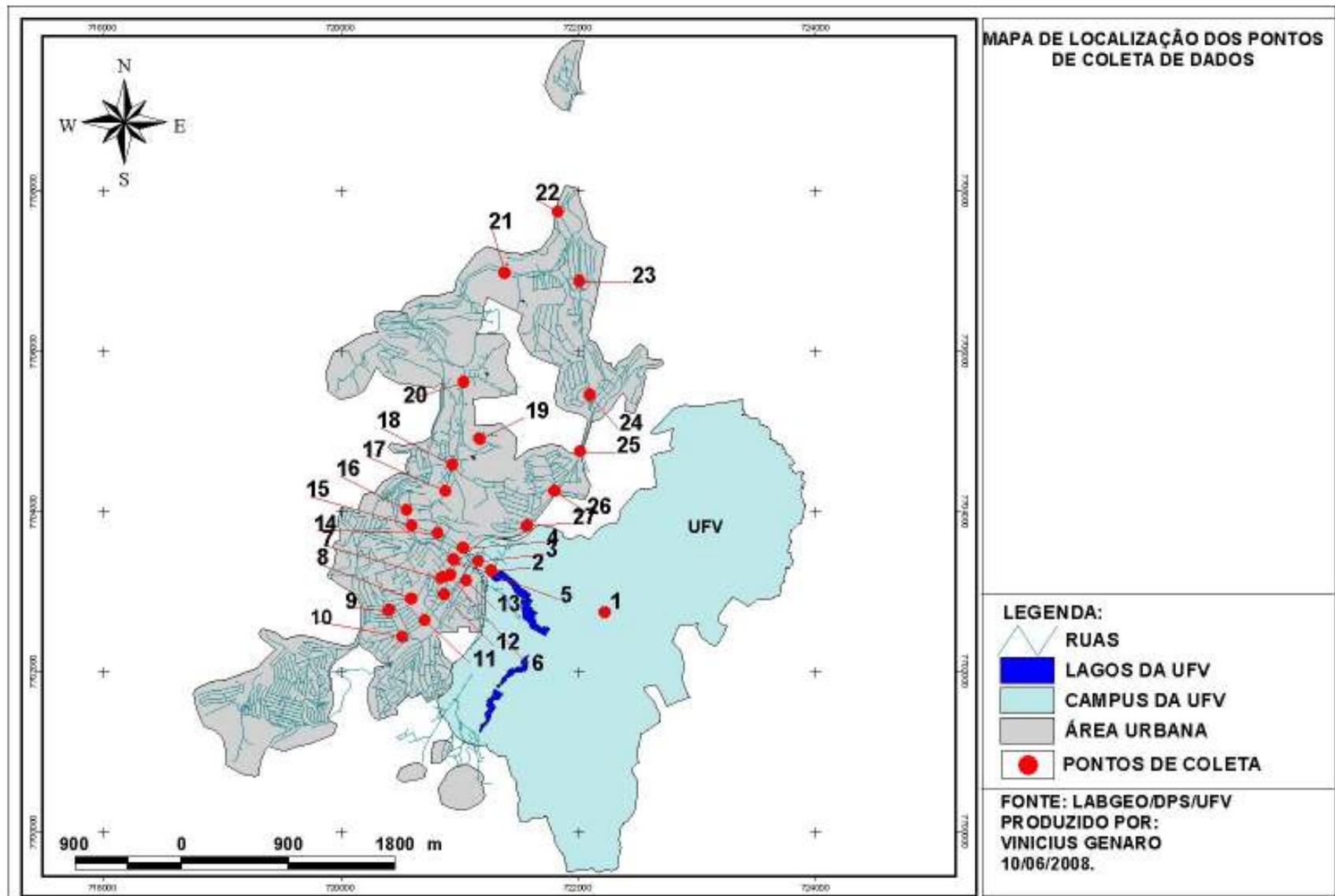


Figura 8. Mapa de localização dos pontos de coleta de dados.

Quadro 4. Caracterização dos pontos de mensuração

Ponto	Descrição	Foto
<p>1 Departamento de Artes e Humanidades (DAH)</p>	<p>Via de acesso ao Hospital Universitário, apresentando pavimentação asfáltica, com fluxo moderado de veículos motorizados e pedestres durante o horário comercial. O local apresenta ainda uma ampla área não edificada ao seu redor.</p>	
<p>2 Av. P.H. Rolfs (4 Pilastras)</p>	<p>Avenida asfaltada, tomada por prédios em ambos os lados. Apresenta intenso fluxo de veículos e pedestres, principalmente nos horários de 8:00, 12:00, 14:00 e 18:00, em função de ser a principal via de acesso a UFV.</p>	
<p>3 Av. P.H. Rolfs/Rua Feijó Bhering (Boca do Forno)</p>	<p>Assim como no ponto 2, a avenida neste local possui fluxo intenso de veículos e pedestres (pelo mesmo motivo acima citado), intensificado pelo fato de no local existir um posto de gasolina, uma padaria, e alguns restaurantes, além da Rua Feijó Bhering ser a única via de acesso para a Rua dos Estudantes.</p>	

Ponto	Descrição	Foto
4 Praça do Rosário (Prefeitura)	Área de tráfego intenso de veículos e pessoas, influenciados pela localização, pois, além de ser via de acesso para outras áreas da região central e de outros bairros, é onde está situada a Prefeitura Municipal, o calçadão e o terminal de ônibus. O local é também uma congruência da Av. Castelo Branco.	
5 Praça Mário Del Giúdice (Moreira's Bar)	Área basicamente comercial na região central de Viçosa, pavimentada com "bloquetes" (blocos de concreto). Durante o dia e parte da tarde concentra grande fluxo de veículos e pessoas.	
6 Rua Prof. Alberto Pacheco (Clínica Sta. Maria)	Área urbanizada, com uso alternado de comércios e residências. Pavimentação asfáltica, com fluxo moderado.	

Ponto	Descrição	Foto
<p>7 Rua Prof. Sílvio S. Brandão</p>	<p>Área urbana com alto índice de verticalização. Pavimentação asfáltica e baixo fluxo de pedestres e veículos.</p>	
<p>8 Av. Juscelino Kubitschek (Torre de Transmissão)</p>	<p>O local possui uma topografia bem elevada, com asfaltamento de rochas (gnáissicas) e quase nenhuma edificação ao seu redor. Devido ao difícil acesso da área, o local conta com pouco movimento.</p>	
<p>9 Av. Brasília/Rua Sobradinho</p>	<p>Assim como o ponto nº8, o local possui muito pouco fluxo devido a sua acentuada declividade. O solo aqui também é recoberto por rochas.</p>	

Ponto	Descrição	Foto
<p>10 Av. Brasília (Igreja de Fátima)</p>	<p>Área urbana, com calçamento de “bloquetes” e fluxo moderado durante algumas horas do dia.</p>	
<p>11 Rua Olívia de Castro/Rua Nagib Balut</p>	<p>Área residencial, com algumas edificações verticais, calçamento de “bloquetes” e fluxo moderado/intenso durante algumas horas do dia.</p>	
<p>12 Rua Olívia de Castro/Rua Elvira Santana</p>	<p>Área residencial, com algumas edificações verticais, calçamento de “bloquetes” e fluxo moderado/intenso durante algumas horas do dia</p>	

Ponto	Descrição	Foto
<p>13 Av. Santa Rita (Dom Porco)</p>	<p>É uma das principais vias de Viçosa, ligando a área central a bairros como São José, Ramos, Fátima e Clélia Bernardes. O tráfego de pedestres e veículos é intenso na maior parte do dia, agravando-se nos horários de pico. A pavimentação é de bloquetes e, no que diz respeito ao uso/ocupação do solo possui residências, comércios e escolas.</p>	
<p>14 Praça Silviano Brandão (Igreja Matriz)</p>	<p>É a “área core” da região central de Viçosa, onde se concentra a maior parte dos estabelecimentos comerciais do município. Devido a isso, o trânsito nessa área é intenso na maior parte do dia, assim como o fluxo de pessoas, que vai reduzindo com a chegada da noite. A área é totalmente edificada em tal ponto, e o solo é impermeabilizado por asfalto.</p>	
<p>15 Rua Virgílio Val/Rua Tenente Kummel</p>	<p>Via recoberta por rochas gnáissicas e fluxo moderado durante partes do dia e da tarde.</p>	

Ponto	Descrição	Foto
<p>16 Rua Dr. Brito/Rua Afonso Pena</p>	<p>Área predominantemente residencial, com pavimentação asfáltica e intenso fluxo de veículos durante os períodos da manhã e tarde.</p>	
<p>17 Rua dos Passos (Posto BR)</p>	<p>Área com características mistas, residencial/comercial, com pavimentação asfáltica e intenso fluxo de veículos durante os períodos da manhã e tarde, tornando-se moderado ou pouco intenso durante o período noturno.</p>	
<p>18 Rua dos Passos (Hospital S. Sebastião)</p>	<p>Área com características mistas, residencial/comercial, com pavimentação de rochas gnáissicas e intenso fluxo de veículos durante os períodos da manhã e tarde, tornando-se moderado ou pouco intenso durante o período noturno.</p>	

Ponto	Descrição	Foto
19 Condomínio Júlia Mollá	Área meramente residencial, caracterizada por residências de médio e alto valor. O fluxo existente no local resume-se somente ao dos moradores. O é recoberto por rochas do tipo gnáissicas e assim como o ponto nº 8, encontra-se situado em um local bem elevado. Apesar do tamanho das residências, existe uma grande área verde não edificada devido à topografia local.	
20 Av. Jacob Lopes (Posto Líder)	Avenida asfaltada que dá acesso ao trevo de Porto Firme. Durante o período da manhã e a tarde o movimento de veículos é razoavelmente moderado, passando a inexpressível durante a noite.	
21 Rua Gumercindo Iglesias	Avenida asfaltada que dá acesso ao bairro Novo Silvestre. O fluxo de pedestres e automóveis nessa área é inexpressivo durante todas as horas do dia. Nos seus arredores encontra-se uma pequena planície com propriedades rurais de pequeno porte.	

Ponto	Descrição	Foto
<p>22 Rua José Lustosa (Espaço Multishow)</p>	<p>Área relativamente afastada de residências e comércios. O fluxo de pedestre e automóveis é baixo a maior parte do dia, com exceção aos dias em que ocorrem algum evento no Espaço Multishow (<i>espaço destinado a realização de eventos</i>) ou finais de semana, devido à presença do clube recreativo Recanto das Águas.</p>	
<p>23 BR-120 (Trevo do Silvestre)</p>	<p>É a principal via de acesso à cidade de Viçosa. O tráfego de pedestres é baixo a maior parte do tempo, porém o trânsito é relativamente constante, porém moderado, podendo variar de acordo com os dias da semana e horário.</p>	
<p>24 BR-120 (Cabana Roda)</p>	<p>Nessa região estão situados algumas oficinas mecânicas, restaurantes, postos de gasolina, residências e condomínios. Em relação ao tráfego, chega a ser bem intenso algumas horas do dia, tanto em relação a pedestres como automóveis, com forte presença de veículos pesados.</p>	

Ponto	Descrição	Foto
<p>25 Av. Castelo Branco (Posto Millenium)</p>	<p>Ao adentrar no perímetro urbano, nessa parte da cidade, a rodovia BR-120 passa a se chamar Av. Castelo Branco. As características dos fluxos nessa região são bastante semelhantes à da figura anterior (<i>Ponto 24</i>).</p>	
<p>26 Av. Castelo Branco (Ed. Pombal)</p>	<p>Nessa área há o predomínio de estabelecimentos comerciais, como distribuidoras de gás, cerveja, produtos agrícolas, materiais de construção e principalmente peças de carros e motos. O trânsito torna-se menos intenso depois das 19:00. Até então, é consideravelmente saturado durante o dia todo.</p>	
<p>27 Av. Castelo Branco (Entrada Secundária da UFV)</p>	<p>Região bastante próxima da área central de Viçosa, com fluxo principalmente de veículos variando de intenso a moderado, situação essa que se agrava ao chegar na área central, que converge o trânsito de todas as direções, tornando-o algumas vezes caótico, com a necessidade de intervenção de guardas de trânsito. Vale salientar também, que alguns anos atrás essa área foi palco de um grande deslizamento de terras que interrompeu um sentido da via.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

As mensurações foram realizadas em três horários distintos, sendo eles: 09:00, 15:00 e 21:00. O fato de termos escolhido tais horários é justificado por ser esses os horários padrões de coleta de dados na estação climatológica oficial de Viçosa, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da UFV e situada no próprio *campus* da referida instituição.

As coletas dos dados nos 27 pontos anteriormente escolhidos, foram realizadas durante os dias 07 (quarta-feira), 08 (quinta-feira), 09 (sexta-feira), 10 (sábado) e 13 (terça-feira) de maio de 2008, utilizando um Termohigrômetro digital de leitura direta da temperatura e umidade relativa do ar, modelo MT-241, da Minipa, acoplado em um veículo.

De acordo com a metodologia utilizada por Corrêa (2005); Santos (2007) e Rocha (2006), seguindo a orientação de alguns autores, o Termohigrômetro (*Figura 9*) foi instalado, a 1,5m em relação ao solo no lado direito (do carona), protegido por um receptáculo (*Figura 10*) de tubos e conexões de PVC¹⁷ (*Figura 11*), com o fim de protegê-lo das incidências da radiação solar e ondas curtas e longas, além de permitir uma maior circulação em seu interior.



Figura 9. Termohigrômetro Digital Minipa MT-241



Figura 10. Receptáculo



Figura 11. Tubos e conexões de PVC

¹⁷ (...) O receptáculo termohigrômétrico é composto por um cano de PVC de 3/4", com um metro de comprimento; um "T" de 100x50; e conexões de redução, como rosca de 1 1/4" e 3/4". O fio do termohigrômetro tem 1,5m de comprimento e é inserido pelo interior do cano até chegar à parte superior, onde se encontra o "T" de 100x50, onde é fixado por fita do tipo *Durex* (...). (CORRÊA, 2005; p.20)

Os dados coletados (umidade, temperatura, horário e coordenada UTM) foram devidamente anotados em uma planilha desenvolvida no software *Microsoft Excel*, para posteriormente serem tabuladas.

A caracterização climática regional realizada procurou caracterizar a semana do experimento de campo, a fim de avaliar as condições do ritmo da atmosfera, pautando-se nas informações fornecidas pela estação automática de classificação agrometeorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que está localizada a 712,20m de altitude, nas coordenadas 20°46' de latitude sul e 42°52' de longitude oeste (INMET, 2008).

Para a caracterização dos sistemas produtores de tempo atuantes durante os dias de experimento, foram utilizadas cartas sinóticas obtidas no Departamento de Hidrologia e Navegação da Marinha (DHN), por meio do sítio <<http://www.mar.mil.br>>, assim como as cartas de superfície e imagens de satélite, fornecidas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CEPTEC), através do sítio <<http://www.cptec.inpe.br>>.

Com o intuito de analisar o comportamento térmico na cidade de Viçosa, optou-se pela metodologia adotada por Fialho (2000), Brandão e Fialho (2003) *apud* Corrêa (2005), Rocha (2006) e Santos (2007), que utilizam as taxas de aquecimento e resfriamento de superfícies urbanas para avaliar o fenômeno ilha de calor e sua intensidade ao longo do dia.

A obtenção da taxa de aquecimento e resfriamento através dessa técnica se dá pela subtração do segundo horário (15:00h) pelo primeiro (9:00h), dividido pelo intervalo de horas, no caso 6 horas, ao passo que a taxa de resfriamento se dá pela subtração entre o segundo horário (15:00h) pelo terceiro (21:00), dividido pelas mesmas 6 horas (CORRÊA 2005; SANTOS, 2007).

$$1 - \text{Taxa de Aquecimento} \rightarrow \mathbf{T_{aq}} = \frac{\mathbf{T_{15 \text{ horas}} - T_{9 \text{ horas}}}}{\Delta \mathbf{T} (6 \text{ horas})}$$

$$2 - \text{Taxa de Resfriamento} \rightarrow \mathbf{T_{resf}} = \frac{\mathbf{T_{15 \text{ horas}} - T_{21 \text{ horas}}}}{\Delta \mathbf{T} (6 \text{ horas})}$$

4. 1. SÍNTESE DOS SISTEMAS SINÓTICOS ATUANTES NO BRASIL DURANTE O MÊS DE MAIO DE 2008.

Assim como no trabalho de Santos (2007, p.25), o mês de Maio de 2008 foi marcado pela forte atuação dos *sistemas extratropicais*, ou, *Massa Polar Atlântica (mPa)*, contabilizando 9 no total, sendo 3 até o dia 07/05, nosso primeiro dia de coleta de dados, com ênfase a primeira frente fria do mês, originada de um ciclone extratropical sobre o Rio grande do Sul no dia 02/05, cuja intensidade do vento chegou a ultrapassar os 100 km/h em algumas localidades do litoral do RS e de SC. Este sistema de baixa pressão foi uns dos mais intensos dos últimos anos (CPTEC/INPE, 2008).

A frente fria chegou ao sul da BA (Ilhéus) no dia 07/05 (quarta-feira), e a partir daí, o sistema adquiriu características subtropicais, deslocando-se pelo oceano. Durante a quarta-feira ainda observamos a atuação da massa de ar frio atuando sobre o sul do Brasil (*Figura 12*). No litoral do Rio Grande do Sul o tempo ficou instável, ao passo que em São Paulo houve variações de nebulosidade no oeste e sul do Estado.

Entre os Estados de Rondônia, Amazonas, Pará e o centro norte da Região Nordeste houve condições para pancadas de chuva localmente fortes, além do fenômeno denominado friagem.

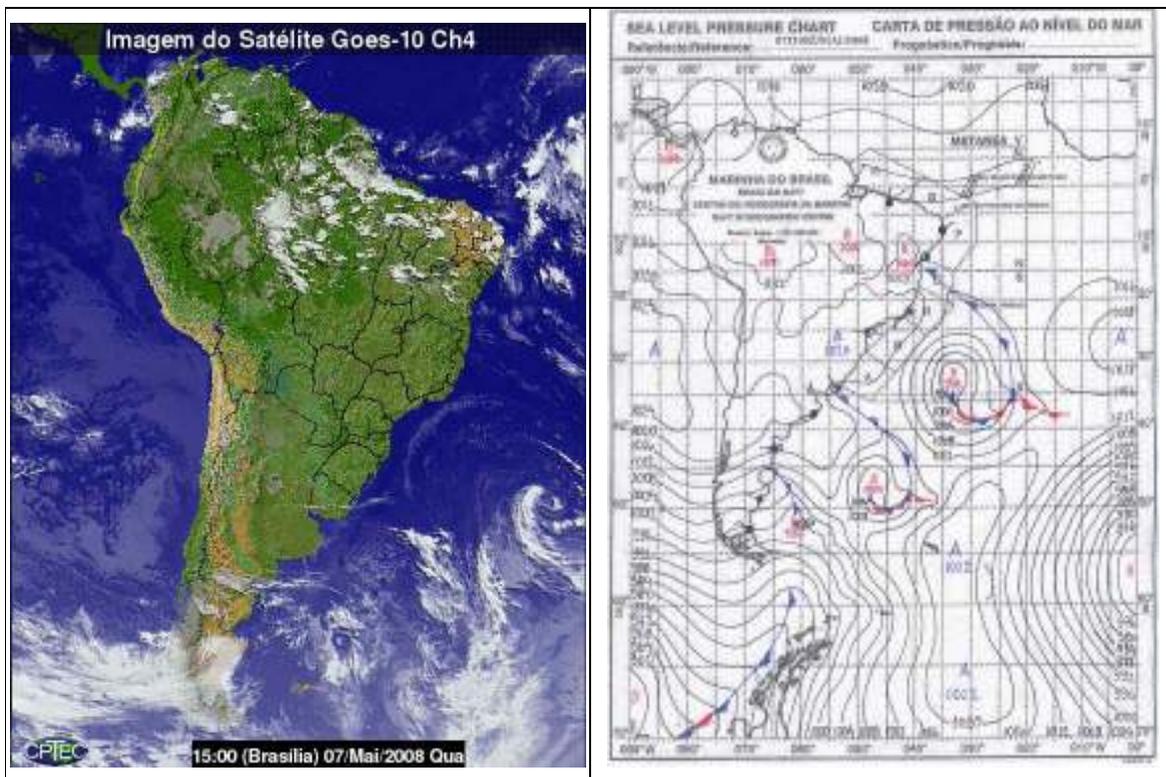


Figura 12. Imagem do Satélite GÓES e Carta Sinótica do dia 07/05/2008.

Fonte: INPE/DHN.

De acordo com a Síntese Sinótica do mês de Maio, divulgada pelo INPE, a presença do anticiclone provocou geada ampla nos Estados do Sul do país e na Serra da Mantiqueira (SP-MG) entre os dias 07 e 09 e houve registro de chuva congelante em ponto localizado da Serra Catarinense.

Na imagem de satélite (*Figura 13*) do dia (08/05), quinta-feira, observam-se nuvens sobre parte da Região Norte e Mato Grosso, devido a ventos em altitude e à convergência de umidade. Observamos também o ramo frio de uma frente fria estende-se pelo oceano até as proximidades do litoral sul da Bahia, além de uma frente fria pouco ativa deslocando-se entre o Uruguai, Rio Grande do Sul e interior da Argentina.

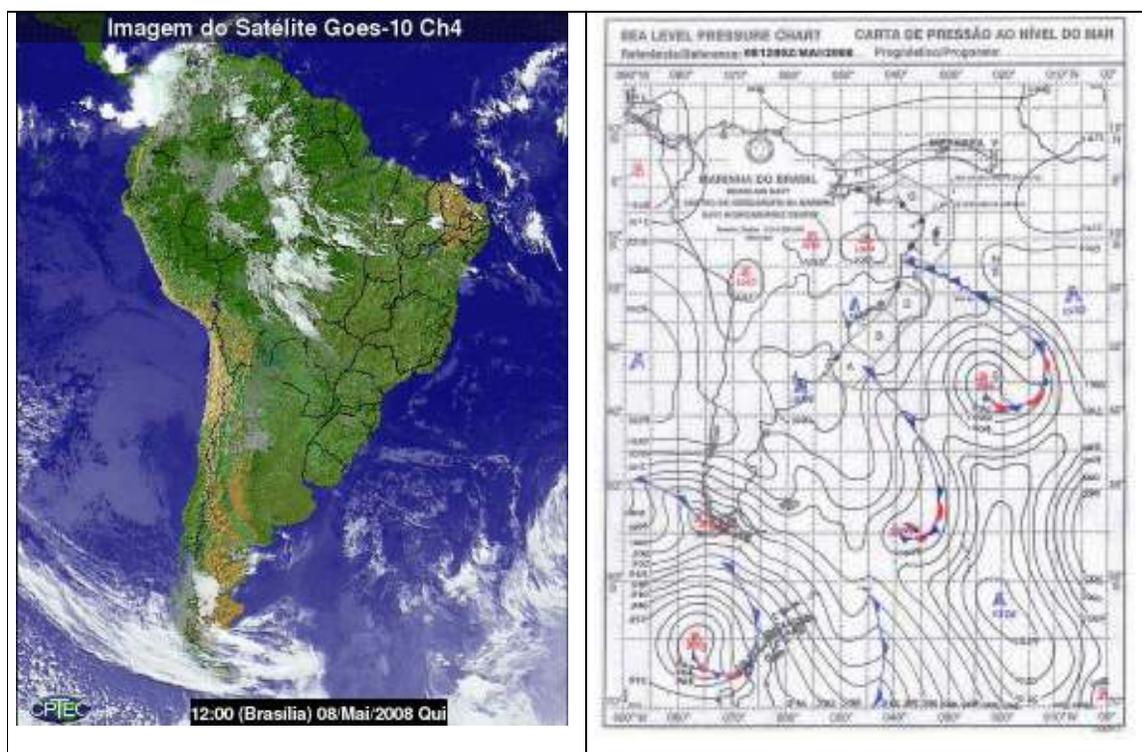


Figura 13. Imagem do Satélite GÓES e Carta Sinótica do dia 08/05/2008.

Fonte: INPE/DHN.

O terceiro sistema frontal que se deslocou pela Argentina a partir do dia 07, chegou ao Estado do Rio de Janeiro no dia 10. No interior este sistema atuou na Argentina, Uruguai e sul do RS.

A alta pressão associada a este sistema reforçou a queda de temperatura na Argentina, Uruguai e centro-sul do Brasil. Este sistema também foi responsável pelo registro das menores temperaturas mínimas do ano até esse momento (CPTEC/INPE,

2008).

A partir do dia 09/05 (Figuras 14 e 15), a alta pós-frontal localizou-se no Oceano Atlântico reforçando a Alta Subtropical do Atlântico. A permanência deste sistema sobre o oceano favoreceu a advecção de ar úmido para a faixa leste do Sudeste e litoral do Nordeste, onde deu suporte para ocorrência de chuva e dias consecutivos com muita nebulosidade.

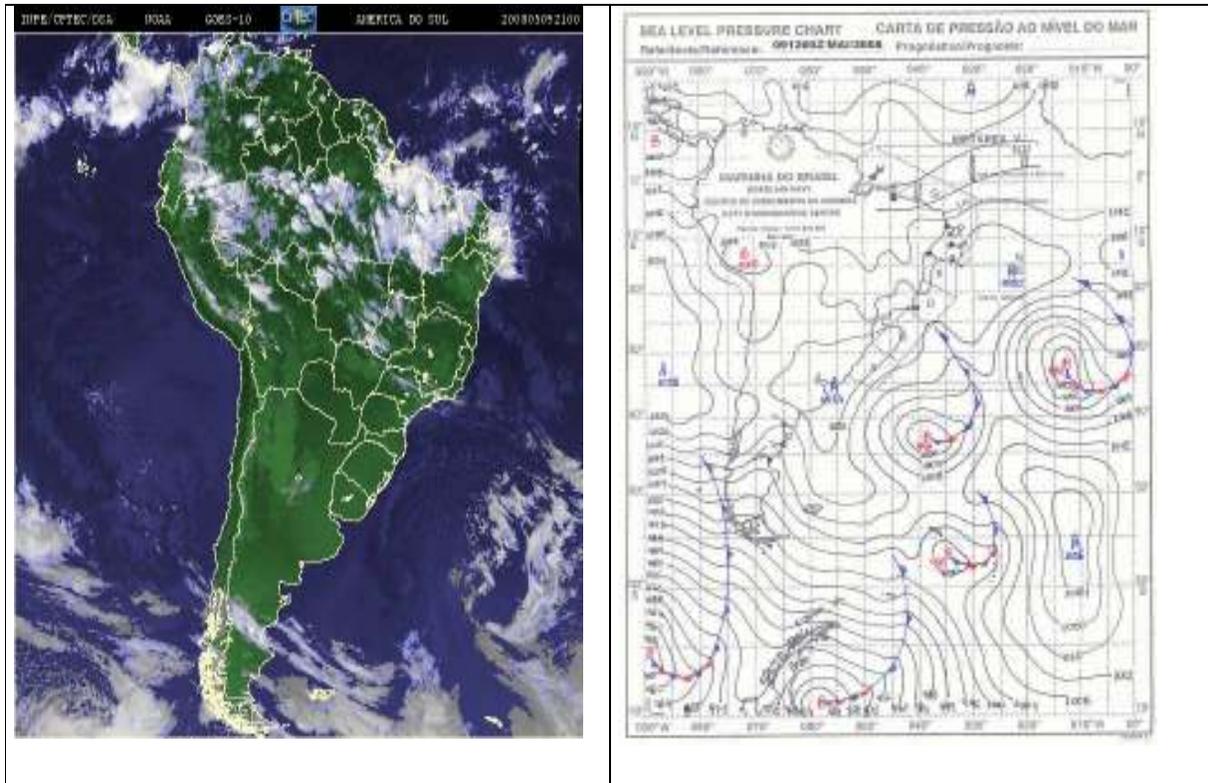


Figura 14. Imagem do Satélite GÓES e Carta Sinótica do dia 09/05/2008.

Fonte: INPE/DHN.

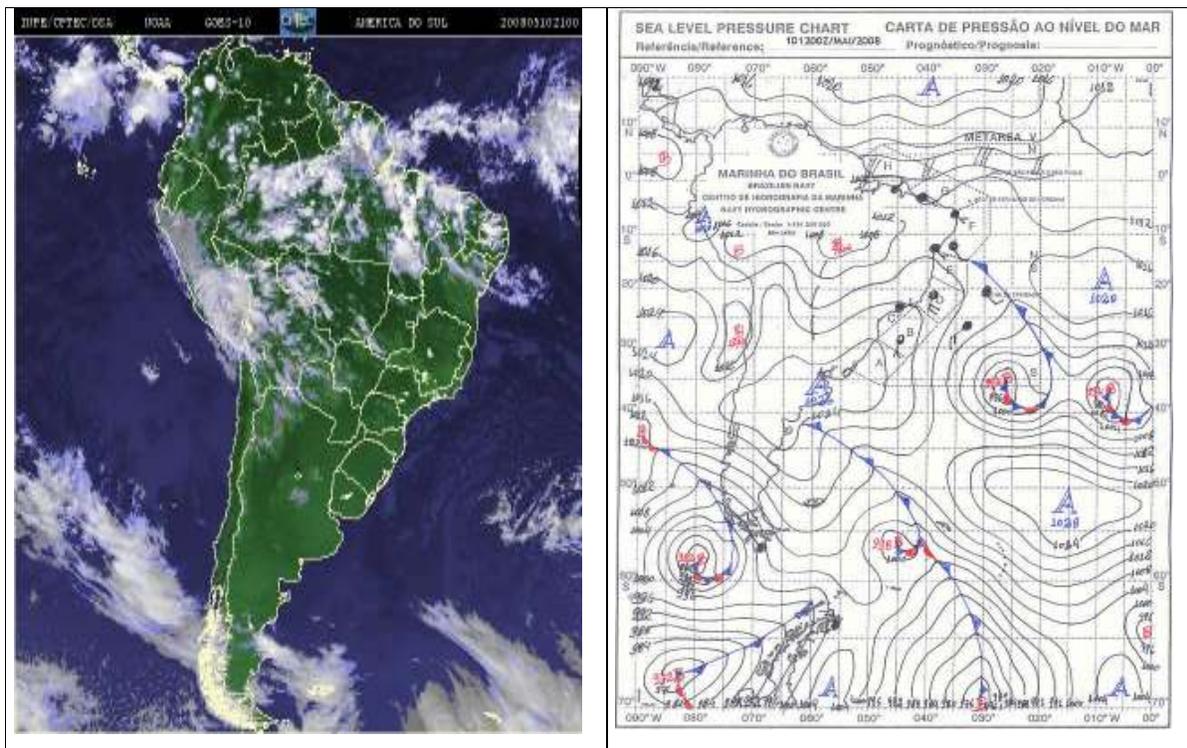


Figura 15. Imagem do Satélite GOES e Carta Sinótica do dia 10/05/2008.

Fonte: INPE/DHN.

Na imagem de satélite do dia 13/05 (Figura 16), observam-se nuvens sobre grande parte da Região Norte, na Bolívia, parte de Mato Grosso, sul de Goiás, Triângulo Mineiro e sul de Minas Gerais e São Paulo, devido a ventos em altitude e à convergência de umidade.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é observada penetrando o continente no norte do Amapá. Ventos de sudeste, favorecidos pela atuação de um sistema de alta pressão, causam muitas nuvens baixas na faixa leste do Sudeste e do Sul do Brasil. Ventos de sudeste também causam nebulosidade entre a Bahia e o Rio grande do Norte e contribuem para a nebulosidade. No sul da Argentina e do Chile a nebulosidade é provocada por uma frente fria.

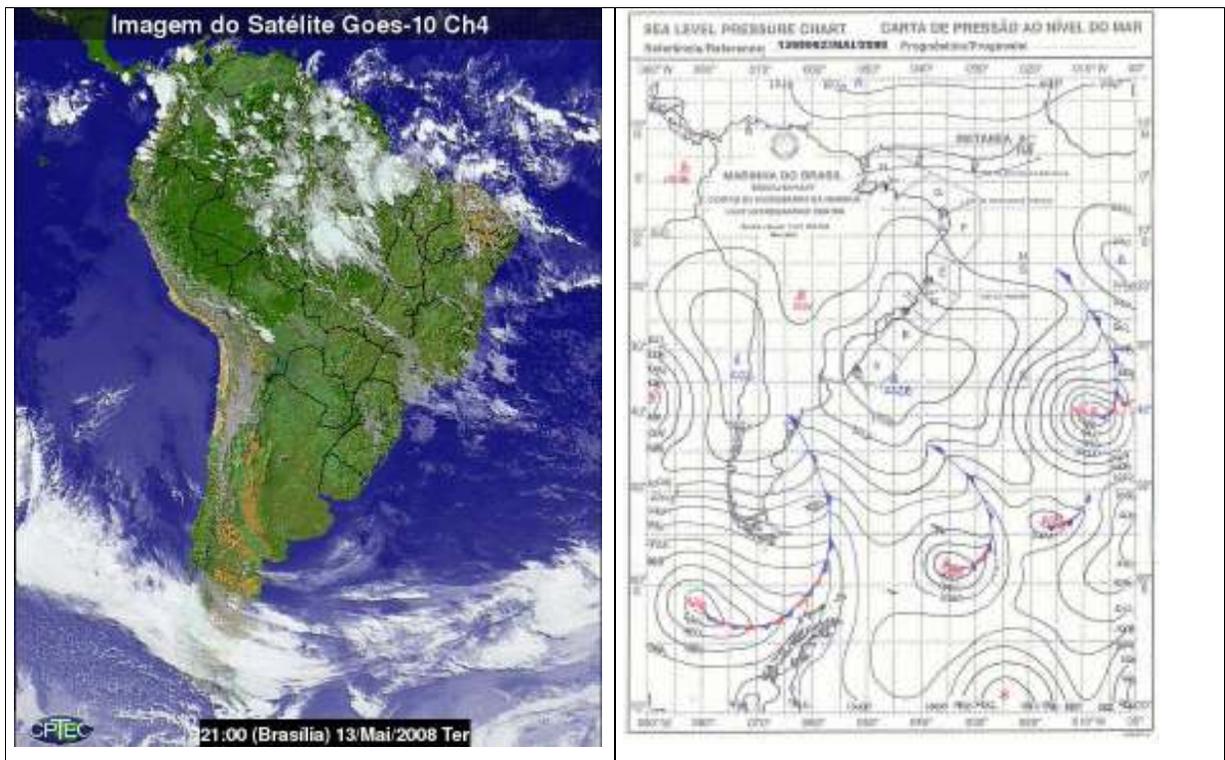


Figura 16. Imagem do Satélite GÓES e Carta Sinótica do dia 13/05/2008.

Fonte: INPE/DHN.

No que diz respeito à pluviometria, Maio, que de fato tem uma baixa taxa de pluviosidade (em torno de 40mm), encerrou com 0.0mm, ou seja, não choveu foi em nenhum dia, quebrando o ciclo de chuvas acima da média que se iniciou em janeiro (CLIMATEMPO, 2008).

5 – ANÁLISE DO CAMPO TÉRMICO NA ÁREA DE ESTUDOS.

5. 1. EXPERIMENTO DE CAMPO DA QUARTA-FEIRA, 07/05/08 (1º DIA).

Às 09h00min da manhã, o campo térmico apresentou um gradiente térmico com a temperatura oscilando entre 0°C e 2°C, dos pontos 1 ao 13. Nos pontos 14 e 15 foram encontradas as maiores temperaturas, 22,9°C e 23,9°C respectivamente, gerando também os maiores índices relativos, 3 e 4°C, acusando uma ilha de calor de intensidade média/forte (*Tabela 2*), provavelmente causada pelo adensamento demográfico e tráfego intenso de veículos que trafegam na área durante todo o período diurno. Outro fator responsável pela alta intensidade das ilhas de calor de acordo com Lombardo (1985, p.210) foi situação sinótica favorável causada pela presença do *Anticiclone Tropical Atlântico*, que atuou no país durante o primeiro dia de mensurações (*Figura12*). A presença da *Massa Polar Atlântica* também foi responsável pela queda taxa de umidade, que durante a parte da manhã oscilou de 53 a 67%, ao passo que no dia anterior estava na casa dos 90%.

Ainda de acordo com a autora, podemos afirmar que os maiores índices de poluição são encontrados nos locais com ocorrem tais características, confirmando em termos espaciais, uma alta relação entre o fenômeno ilha de calor e concentração de poluentes.

Às 15h00min, a ilha de calor mudou sua configuração, apontando 3,4°C no ponto 17, que também foi o ponto que atingiu a maior temperatura 23,5°, contra 21,9°C, as menores temperaturas, encontradas nos pontos 25 e 27 que apesar de serem pontos com grande fluxo de circulação durante esse horário, sofrem influenciado relevo, ou seja, devido à orientação da encosta (Morro do Café), que durante esse horário recebe a maior parte da radiação solar.

No horário das 21h00min, a estação automática indicava que a velocidade do vento era nula, ou 0 Km/h, ou seja, apresentava situação de calmaria, ao passo que as medidas móveis máximas no horário foram encontradas nos pontos 11 e 12, ambas indicando 15,5°C, apresentando uma pequena ilha de calor de intensidade moderada. Em contrapartida, a menor temperatura foi observada no ponto 21, com 12,6°C. Tal fato pode ser explicado pela localização da área em questão consiste em ampla área verde, com baixo grau de urbanização, como nos mostra a figura do Quadro 4.

5. 2. EXPERIMENTO DE CAMPO QUINTA-FEIRA, 08/05/08 (2º DIA).

O experimento de campo realizado durante a manhã do dia 8 foi marcado por diversas nuances no campo térmico que deram origem a uma série de ilhas de calor de baixa intensidade, que atingiu os pontos 1, 2, 3 e 4. Do ponto 5 ao 23, a temperatura variou de 20,4°C no ponto 12 a 22,8°C no ponto 23, enquanto as intensidades das ilhas de calor oscilaram entre intensidades baixas e moderadas. No ponto 24 o fenômeno ilha de calor atingiu o grau categoria forte, com gradiente de 4,4°C. A umidade média nesse horário foi de 50,7%, atingindo o nível mais baixo justamente no ponto 24, que apresentou 46% (*Figura 20*).

Lombardo (1985, p. 210) afirma que de maneira geral a maior evidência da ilha de calor ocorre a partir das 15:00 horas, fato comprovado durante a quinta-feira, onde o campo térmico nesse horário apresentou um gradiente térmico um tanto quanto amplo, uma vez que as intensidades relativas das ilhas de calor variaram de 0°C (ponto 25) e 4,2°C, no ponto 6, que nesse momento apresentava uma temperatura de 25°C. Assim como às 15h00min do dia anterior, a menor temperatura do ar foi novamente encontrada no ponto 25, provando a influência exercida pela topografia frente às ações antrópicas, no que diz respeito ao microclima.

Às 21h00min, a estação automática do INMET apontava uma temperatura de 12,9°C, e a umidade estava acima dos 90%, valores não condizentes com os encontrados no campo, onde a menor temperatura observada foi de 13,4°C no ponto 22, provavelmente devido às características do tipo de uso do solo e aos corpos d'água existentes próximo ao referido ponto. Em relação à umidade, os valores mais baixos puderam ser observados nos pontos 21, 22 e 23, apresentando 77%, ao passo que contrariando nossas expectativas, o valor mais alto de temperatura foi encontrado no ponto 21, formando um núcleo de calor de 4°C. Devido ao tipo de uso do solo e pelo baixo fluxo de movimento naquela região, a taxa de resfriamento deveria ser maior que dentro da malha urbana (Oke e Maxwell 1975 *apud* Fialho 2000).

5. 3. EXPERIMENTO DE CAMPO SEXTA-FEIRA, 09/05/08 (3º DIA).

Os dados de campo referentes à manhã do dia 9 foram os que apresentaram a menor taxa de variação térmica relativa ($1,6^{\circ}\text{C}$) durante o período da coleta dos dados para as 9:00. De acordo com a *Tabela 2*, a ilha de calor observada durante a sexta-feira é considerada de intensidade fraca. A umidade também se manteve relativamente estável,

A menor temperatura encontrada foi no ponto 3 ($21,5^{\circ}\text{C}$), que apesar de ser um local de grande movimento essa hora da manhã é influenciado pelo sombreamento decorrente das edificações, justificando o seu valor. O mesmo fato foi observado pro Santos (2007, p. 29), ao estudar a região correspondente ao nosso ponto 5.

Os pontos 4 e 14 foram os locais mais quentes durante o período da manhã, apresentando $23,1^{\circ}\text{C}$, apontando forte indício das influências geradas pelas ações antrópicas. Assim como na quarta-feira, o dia 14 foi reincidente no que diz respeito à temperatura mais alta.

Em relação às mensurações realizadas durante o horário de 15:00 da sexta-feira, os valores mínimos de temperatura foram encontrados ao longo dos pontos 10, 25 e 27, que apresentaram $22,1^{\circ}\text{C}$. Por outro lado, as maiores temperaturas registradas foram de $24,3^{\circ}\text{C}$ nos pontos 6 e 21. Especificamente nesse caso a topografia foi outra vez a principal responsável pelos valores encontrados, tanto em relação às mínimas quanto às máximas. De acordo com a posição do sol as 15:00, os pontos onde foram observadas as menores temperaturas são afetados pelo sombreamento das encostas localizadas a sudoeste e oeste da malha urbana, ao passo que no ponto 21, que corresponde a uma planície, a radiação solar atua de forma direta, chegando a causar um certo desconforto visual aos motoristas que trafegam pela Av. Jacob Lopes sentido Silvestre, fato comprovado durante o período de coleta de dados.

A exemplo dos dias anteriores, o campo térmico na noite do dia 09 seguiu a tendência das demais, de forma ascendente, com o gradiente subindo de 1°C no ponto 1 chegando a $2,5^{\circ}\text{C}$ no ponto 5, permanecendo com esse valor até o ponto 8, sofrendo uma pequena queda de $0,2^{\circ}\text{C}$ no ponto seguinte, recuperando-se novamente, até atingir seu grau máximo no ponto 12, onde atingiu $3,2^{\circ}\text{C}$, formando uma grande ilha de calor de valor moderado dos pontos 7 ao 14. Outra ilha de calor de mesma intensidade foi observada entre os pontos 15, 26 e 27. Os valores mais altos de umidade foram encontrados dentro do perímetro urbano, mais precisamente entre os pontos 2 e 7 (*Figura 22*).

5. 4. EXPERIMENTO DE CAMPO SÁBADO, 10/05/08 (4º DIA).

O sábado foi o dia que apresentou maior peculiaridade no gradiente térmico dentre todos os dias de mensuração. Foi também o dia que acusou maior amplitude em relação à intensidade das temperaturas relativas durante os dois primeiros horários (*Figuras 17 e 18*).

A primeira anormalidade ocorreu ao analisarmos os dados da estação automática do INMET, que durante as 9:00 apontava temperatura máxima de 16,9°C e mínima de 15,7°C, dados esses, condizentes com a situação sinótica vigente no dia, que apontava para a presença do terceiro sistema frontal que atingiu o Brasil durante a semana de estudos, sendo o responsável pelo registro das menores temperaturas mínimas do ano até então (*Figura 15*). Todavia, os valores obtidos em campo foram muito discrepantes em relação aos dados acima citados. Em nosso experimento, a temperatura máxima encontrada no transeito da manhã foi 25,9°C no ponto 21, enquanto o ponto 3 registrou o valor, 19,1°C. Vale a pena salientar que durante todos os dias e horas do experimento a metodologia e os equipamentos utilizados foram sistematicamente os mesmos.

O comportamento do campo térmico durante a manhã começa com um núcleo de calor classificado como forte, apresentando intensidade de 4°C. no ponto 1. No ponto 2 essa ilha torna-se de intensidade moderada, apresentando 0°C no ponto 3, tornando a classificação de forte nos pontos 4 e 5. Dos pontos 6 a 20, a intensidade da grande ilha recebe novamente a classificação de moderada. No ponto 21 a ascensão é acelerada e atinge valor máximo de quase 7°C, recebendo a classificação de muito forte (*Tabela 2*).

Durante o segundo horário, também pudemos observar a formação de várias ilhas de calor de intensidades moderadas e fortes, com forte presença da encontrada nos pontos 1 e 5.

A maior temperatura foi 32°C encontrada no ponto 13, provavelmente explicada pelo grande adensamento encontrado no local, intensificado pelo grande fluxo de veículos e pessoas a essa hora. As menores temperaturas encontradas foram na casa dos 27°C, nos pontos 24, 25, 26 e 27, provando mais uma vez a importância no relevo em relação ao clima local. corroborando os resultados de Amorim (2005), Rocha (2006) e Santos (2007)

Se por um lado os dados não são compatíveis com os valores obtidos junto à estação climática, os dados da umidade nos dois horários comprovam mais uma vez a influência sinótica junto ao campo térmico da cidade de Viçosa, ocorrendo o mesmo

fenômeno do dia 07, que também foi influenciado pela presença do *Anticiclone Tropical*.

Durante o período das 9:00 os dados se tornaram mais homogêneos em relação aos dois horários anteriores, com o campo térmico apontando uma variação máxima de 2,3°C nos pontos 5, 6 e 7.

5. 5. EXPERIMENTO DE CAMPO TERÇA-FEIRA, 13/05/08 (5º DIA).

Os transetos apontam que os valores encontrados durante o período da manhã de terça-feira foram responsáveis pela formação de ilhas de calor de baixa intensidade durante todo o trajeto, onde a maior amplitude dos valores relativos correspondem a 1,7°C nos pontos 5 e 14, que apresentaram também a maior temperatura observada durante o dia. enquanto a menor temperatura foi observada no ponto 3, com 20,9°C. Os valores de umidade pouco variam durante todo o transeto, ficando na média dos 47,3%, valor mais baixo apenas que o encontrado durante o primeiro dia.

No período das 15:00 de *terça-feira*, a umidade relativa do ar teve média ainda menor que no horário da manhã, ficando na casa dos 43%, apresentando um tempo seco. A temperatura média foi de 24,6°C, atingindo mais uma vez maior valor no ponto 21, com 26,6°C e menor no ponto 1, que atingiu 22,5°C.

As intensidades das ilhas de calor durante à tarde variam de forte, no ponto 20, a moderada nos pontos 5, 6, 8, 9, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23 e 26. No restante do trajeto as intensidades dos núcleos de calor fora, fracos, abaixo de 1,9°C.

A temperatura na noite do dia 13 caiu em relação ao dia 10, ao passo que a umidade relativa aumentou em relação ao mesmo dia, ficando com média de 75,7%.

Ilhas de calor de intensidades fracas e moderadas foram encontradas ao longo de todo o trajeto e as maiores (17,4°C) e menores (13,4°C) temperaturas puderam ser observadas nos pontos 21 e 22, respectivamente. Os corpos d'água e o tipo de solo existente nos arredores do ponto 22 possuem maior taxa de resfriamento (*Figura 24*) do calor incidente na parte da manhã talvez sejam a explicação para a ocorrência desse valor.

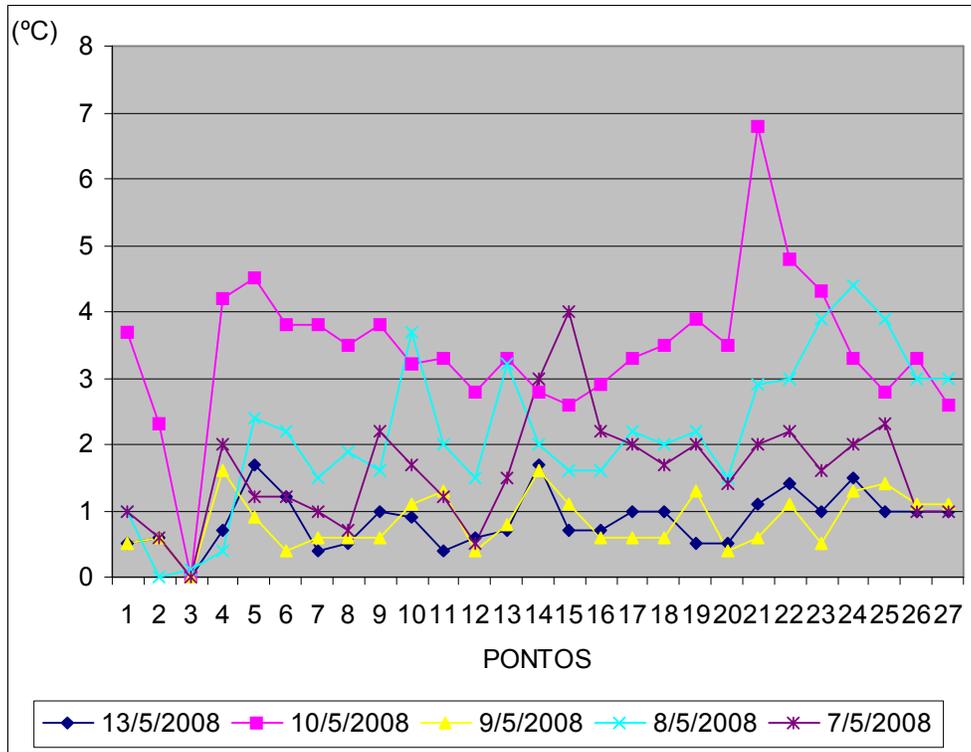


Figura17. Variação da intensidade da ilha de calor às 9 horas.

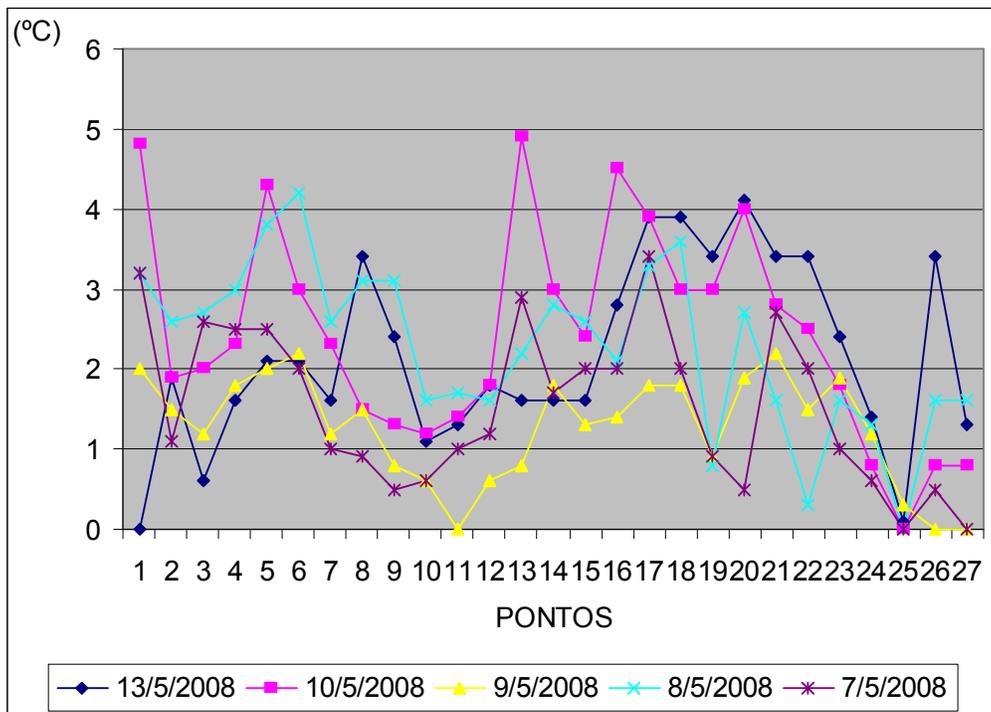


Figura18. Variação da intensidade da ilha de calor às 15 horas.

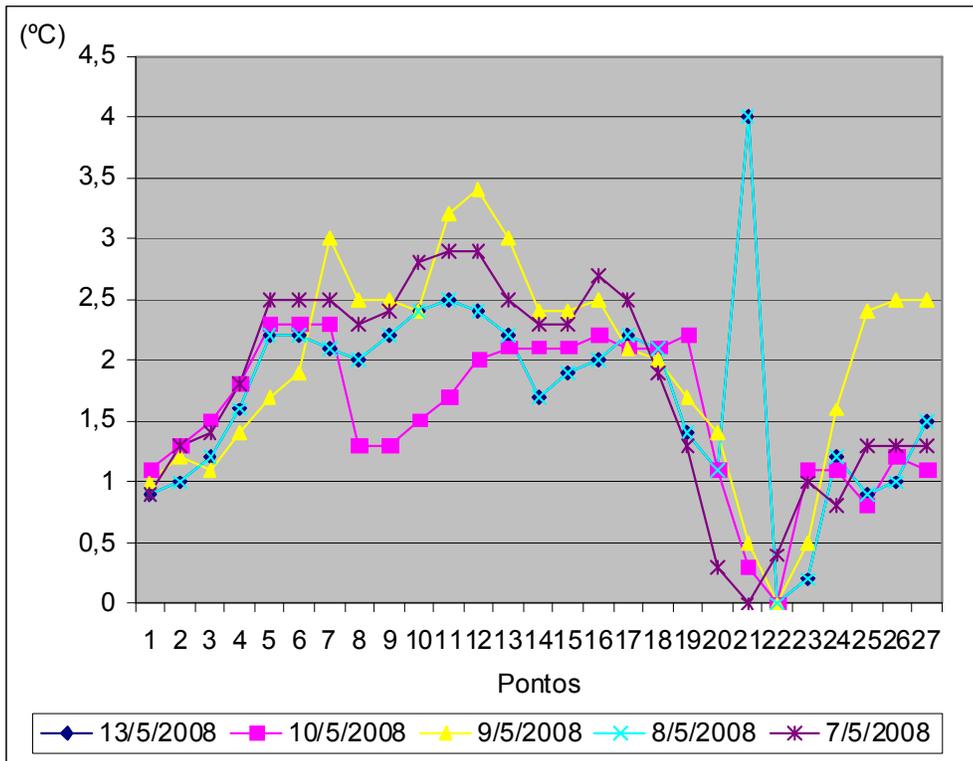


Figura19. Variação da intensidade da ilha de calor às 21 horas.

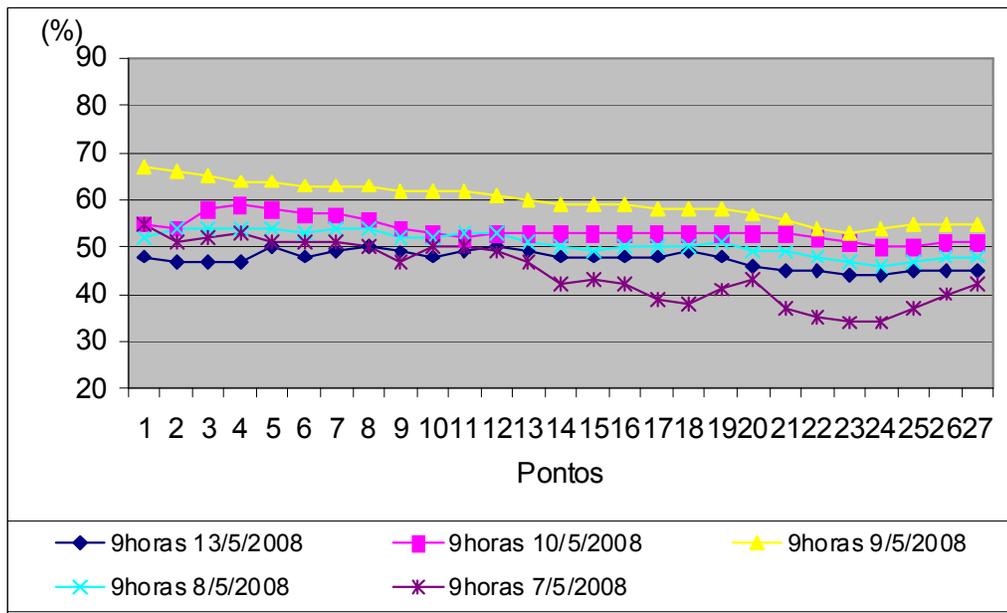


Figura20. Variação da umidade relativa às 9 horas.

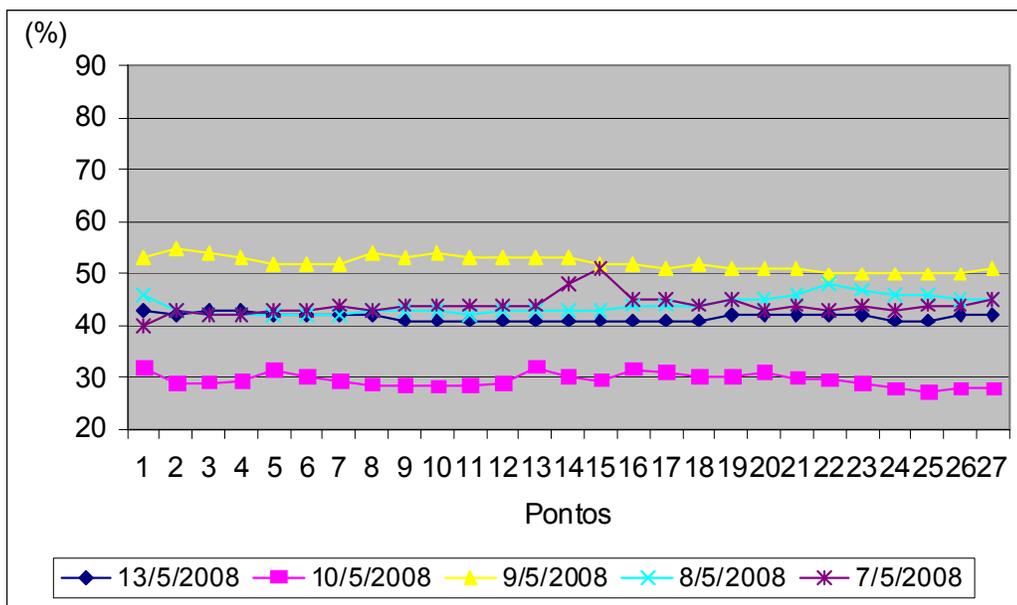


Figura21. Variação da umidade relativa às 15 horas.

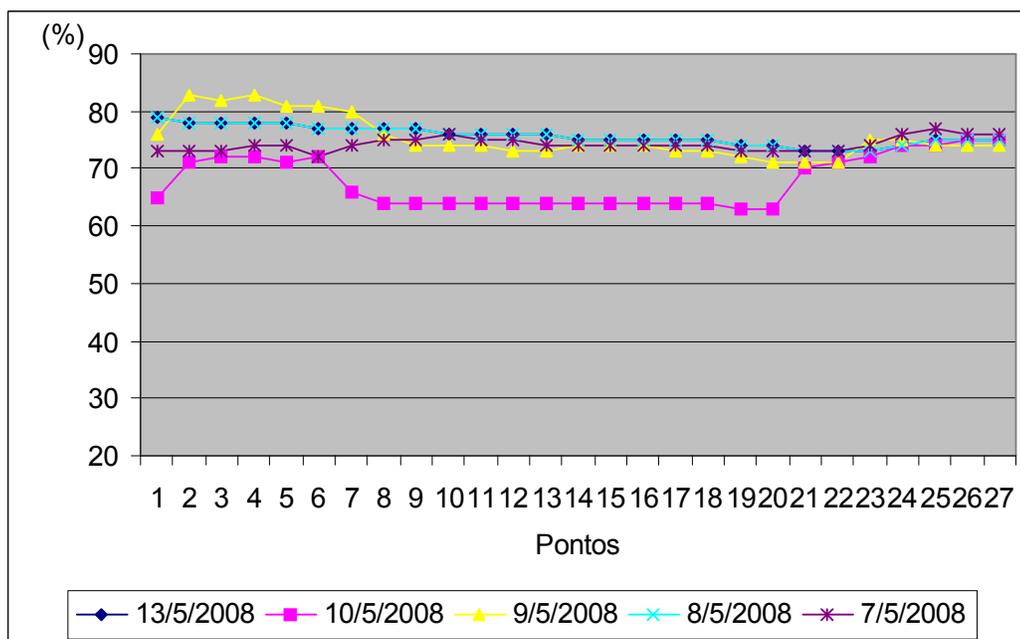


Figura22. Variação da umidade relativa às 21 horas.

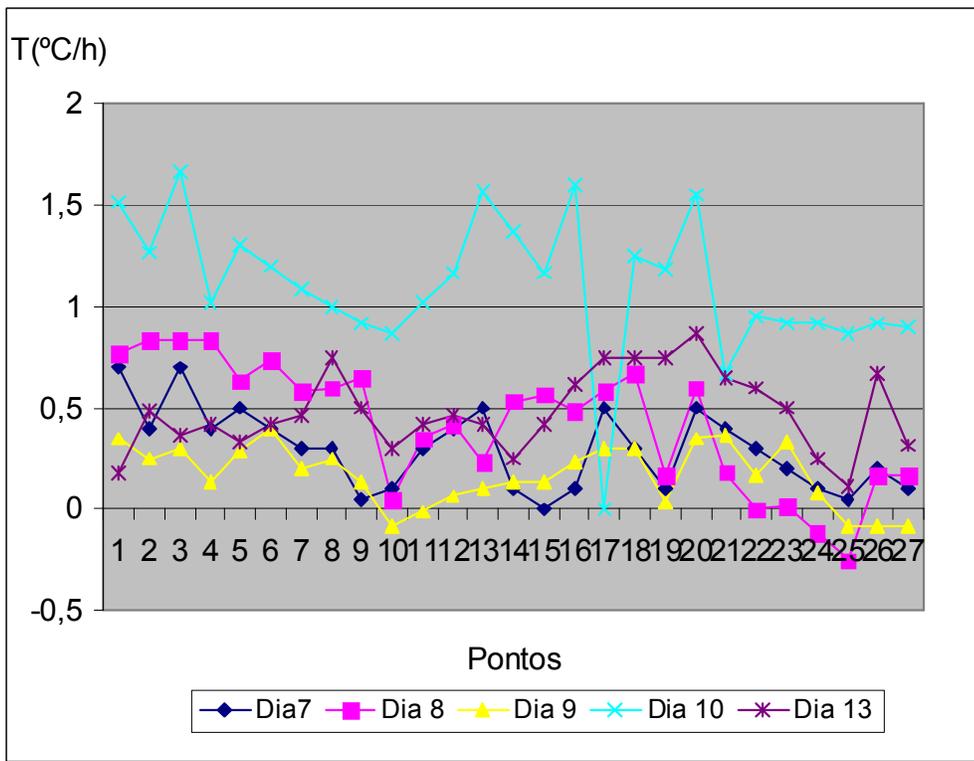


Figura 23. Taxa de Aquecimento

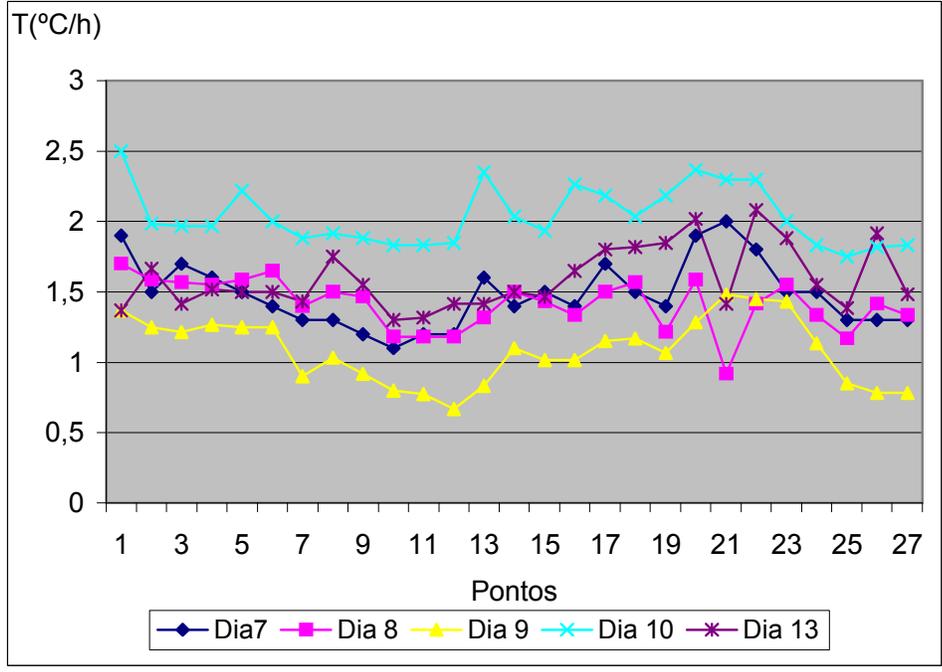


Figura 24. Taxa de Resfriamento

6. DISCUSSÕES DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Viçosa, apesar de ser uma cidade de médio porte, com população urbana de aproximadamente 80.000 habitantes, já apresenta características peculiares quanto ao uso e ocupação do solo, fruto da sua ocupação inicial, com a formação da ESAV e do seu desenvolvimento posterior, principalmente a partir da década de 1970, quando a população urbana começa a quase dobrar a cada dez anos.

Diante do processo histórico de uso e ocupação do solo de Viçosa pudemos observar que o Poder Público Municipal em momento algum conseguiu de forma evidente se antecipar frente aos problemas decorrentes de décadas de administração pública ineficiente, deixando o município à mercê dos problemas gerados pela falta de um planejamento urbano adequado. No que se refere ao clima urbano, essa falta de planejamento criou de forma direta ou indireta, condições propícias para a degradação do meio ambiente físico e de qualidade de vida da população, que de acordo com Lombardo (1985, p.116) está ligada com a interferência da obra do homem no meio natural urbano. Devido a algumas características físicas da cidade, alguns locais são mais propícios a certos tipos de problemas do que outros. Em relação ao nosso local de estudos, Carmo (2007) aponta que as propriedades térmicas e caloríficas dos materiais de construção e suas baixas taxas de resfriamento, associadas à produção do calor antropogênico (circulação de veículos e pessoas) estudados por Santos (2007), assim como as alterações no campo higrométrico apontado por Rocha (2006) fazem do centro da cidade de Viçosa o local com maior índice de problemas ligados ao clima urbano.

Os dados coletados nesta pesquisa evidenciaram que Viçosa apresenta um perfil térmico que coincide com grande parte dos estudos já realizados no período noturno, os quais registram na área mais densamente construída, um pico positivo de temperatura. As isotermas apresentaram uma disposição concêntrica em torno das áreas densamente construídas, assinalando as áreas de temperaturas mais elevadas, configurando as ilhas de calor. O ponto 14, que corresponde ao à Praça Silviano Brandão (Igreja da Matriz) foi o ponto mais crítico em relação ao processo de formação de Ilhas de Calor gerado pelo alto grau de antropização da área, sendo esse, um dos pontos que merecem maior atenção.

Além dos processos humanos formadores do fenômeno ilha de calor, o presente trabalho nos mostrou também a grande influência exercida pela topografia da nossa área de estudos. No nosso caso em especial, ficou evidente a topografia pode influenciar tanto no processo de formação de ilhas de calor, quanto na dissipação dessas ilhas. Nesse

caso em especial, as condições naturais, ligadas ao relevo (orientação das vertentes e a altitude) atuaram de forma direta sobre os valores climáticos mínimos, quando a radiação solar em alguns horários do dia sofria interferência do sombreamento gerado pela topografia, como foi visto em alguns dias, principalmente durante o segundo horário, de 15:00.

Durante o horário das 15:00, a região dos pontos 20, 21, 22 e 23 recebiam de forma direta toda a radiação solar, fato que pode explicar a reincidência do ponto 21 no que diz respeito as maiores temperaturas encontradas em alguns momentos do trabalho. A influência topográfica foi capaz de superar a questão do uso do solo no local, que na teoria possui taxa de aquecimento menor que a encontrada dentro da área urbana.

A conclusão da análise dos dados nos mostrou que, de acordo com Lombardo (1985, p. 167) as medidas móveis aliadas às fixas, apesar de serem onerosas pode contribuir de forma significativa para a análise da dinâmica do fenômeno ilha de calor. As variações de topografia e a associação com os tipos de uso do solo, através da análise de imagens de satélite também foram imprescindíveis para a explicação de conformação da ilha de calor nos três horários analisados.

Deve-se ressaltar que este estudo torna-se relevante na medida em que Viçosa para diagnosticar eventuais mudanças no clima devido ao seu contínuo processo de crescimento. Entretanto, sob condições atmosféricas ideais, como as observadas durante a semana de estudos, a cidade apresenta microclimas que precisam ser considerados pelos planejadores para que sejam tomadas medidas que contribuam com a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população. As ilhas de calor criam uma circulação do ar na cidade que favorece a concentração de poluentes, podendo provocar distúrbios nas pessoas, tais como: doenças respiratórias, circulatórias, e, nos países tropicais, como no nosso caso, grande desconforto térmico, provocado pelas altas temperaturas comuns nestas latitudes.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB´SABER, A. N. “Os Domínios de Natureza no Brasil, Potencialidades Paisagísticas”. 3ª edição – São Paulo: Ateliê Editora, 2003.
- AGÊNCIA BRASIL – EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO – Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/06/27/materia.2007-06-27.3709223479/view>> , visitado em 30/05/2008
- ALMEIDA, C. C. *Vou à rua: Centro Urbano e Centralidades do Município de Viçosa-MG*. Monografia (Bacharel em Geografia). Departamento de Artes e Humanidades, UFV. Viçosa 2006.
- AMORIM, M. C. C. T. *Ilhas de calor em Birigui, SP*. Revista Brasileira de Geografia, Vol. 1, nº1, Dezembro de 2005.
- ATLAS GEOGRÁFICO DO BRASIL – Disponível em: <www.uol.com.br/atlas>, visitado em 27/05/2008.
- BRANDÃO, A.M.P.M.. *Clima Urbano e Enchentes na Cidade do Rio de Janeiro*, in GUERRA, Antonio J. T.; CUNHA, Sandra B. da. (org): Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 47- 95, 2005.
- CLIMATEMPO – Disponível em: <www.climatempo.com.br>, visitado em 05/06/2008.
- COELHO, M. C. N. *Impactos ambientais em áreas urbanas: teoria, conceitos e métodos de pesquisa*. in: GUERRA, Antonio J. T.; CUNHA, Sandra B. da. (org): Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 19- 43, 2005.
- CORRÊA, D. S. *O clima urbano no município de São Gonçalo: uma análise episódica (28/07/04) da influência do complexo topográfico Patronato-Mineiro, no campo térmico do quarto distrito de São Gonçalo-Neves, em situação sazonal de inverno*. 2005. 75p. Dissertação (monografia em geografia). Departamento de Geografia, UERJ-FFP.
- DHN. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Disponível em <<http://www.mar.mil.br/dhn>>, acessado em 06 de maio de 2008, 07 de maio de 2008, 09 de maio de 2008 e 12 de maio de 2008
- DANNI, I. M. *Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em Janeiro de 1982: contribuição ao estudo do clima urbano*. São Paulo, 1987. 129p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- DREW, D. *Processos Interativos Homem e Meio Ambiente*. Bertrand Brasil, 6ª ed. 206p. 2005.
- DUARTE, J.S.S. *Clima e Qualidade de Vida na Cidade de Sobral: Buscando a Dimensão Cotidiana dos Estudos Climáticos*. In: Revista da Casa da Geografia de Sobral. Vol. 6/7 – nº1 – 2004/2005.
- FIALHO, E.S. *As Chuvas e a (Des) organização do Espaço Urbano Carioca*. Departamento de Geografia, CCMN/IGEO. UFRJ. Monografia. Rio de Janeiro, 61p. 1998.

- _____ . *Análise Temporoespacial do Campo Térmico da Ilha do Governador, RJ em episódios de verão e inverno*. Dissertação de Mestrado. UFRJ-RJ, 163p, 2002.
- _____ . *Os Contrastes Térmicos na Ilha do Governador*. IV Simposio Brasileiro de Climatologia Geográfica – IV SBCG, Rio de Janeiro/Climageo, UFRJ, 2000.
- _____ . *Os microclimas e o uso do solo na ilha do governador*. in: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Rio de Janeiro. 2003
- FIALHO, E. S; BRANDÃO, A. M de P.M. *A variabilidade temporoespacial do Campo Térmico na Ilha do Governador, RJ e, situações sazonais constantes*. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, Curitiba, Anais. Paraná: UFPR, 2002, Cd-rom. P.343
- FRISKEN, W.A. *The Atmospheric Environment*. Resources for the Future, Inc. Whashington, DC, 1973.
- GARCÍA, M. del C.M. *Climatologia Urbana*. Departament de geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. Col·lecció Textos Docents. Universitat de Barcelona, 1999, 71p.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: <<http://biblioteca.uol.com.br/atlas/tabelas/>> visitado em 27/05/2005.
- IMAGENS SINÓTICAS DO SATÉLITE GOES - Disponível em:
- <<http://www.cptec.inpe.br>>, extraídas nos dias 07, 08, 09, 10 e 13 de Maio de 2008.
- LANDSBERG, M. E. *The Urban Climate*. New York: Academia Press, 1981. 275p.
- LOMBARDO, M.A. *Ilha de Calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.
- MONTEIRO, C.A. de F. *Teoria e Clima Urbano*. In: Série Teses e Monografias, n.25 – Instituto de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.181p.
- NIM ER, E.
- NUCCI, J. C. *Análise Sistêmica do Ambiente Urbano, Adensamento e Qualidade Ambiental*. Artigo publicado na revista PUC-SP. Ciências Biológicas e do Ambiente, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 73-88, 1999.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS) – Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/es/index.html>>, visitado em: 29/05/08.
- _____ , *Cambio Climático y Salud Humana - Riesgos y Respuestas*. Biblioteca de la OMS, Organización Mundial de la Salud 2003.
- PRADO JÚNIOR, C. *História Econômica do Brasil*. 45ª ed. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1998.
- ROCHA, V. M. *Influência das atividades antrópicas no campo termohigrométrico do município de Viçosa-MG em situações sazonais de Primavera, no ano de 2006*. Monografia (Bacharel em Geografia). Departamento de Artes e Humanidades, UFV. Viçosa 2006.

- SANT'ANNA NETO, J.L. *Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro*. Revista Brasileira de Climatologia, Vol.1, nº1, 2005.
- SANTOS, J. A. A. *O campo térmico na área central da cidade de Viçosa-MG em situação sazonal de outono em 2007*. Viçosa 2007. Monografia (Graduação em Geografia). Departamento de Artes e Humanidades, UFV.
- SORRE, M. *Geografia*. (org) MEGALE, Januário Francisco; tradução: MEGALE, Januário Francisco; FRANÇA, Maria Cecília; MARQUES, Moacyr. São Paulo: Ática, 1984.
- STRAHLER,
- TARIFA, J. R. *Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP)*. *Geografia*, v.2, n.4, p.59-80, outubro 1977.
- _____ . *A análise topo e microclimática e o trabalho de campo: o caso de São José dos Campos*. São Paulo: IGEO/USP, 1981.
- TROPPEMAIR, H. *Biogeografia e Meio Ambiente*. 6ª edição – Rio Divisa, 2004, 205p. Claro: