

Jaime Augusto Alves dos Santos

**O campo Térmico na área central da cidade de  
Viçosa-MG em situação sazonal de outono em 2007.**

Viçosa-MG

Julho de 2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES**  
**DEPARTAMENTO DE ARTES E HUMANIDADES**  
**CURSO DE GEOGRAFIA**

**O campo térmico na área central da cidade de  
Viçosa-MG em situação sazonal de outono em 2007**

**Monografia apresentada à disciplina  
GEO 481 – Monografia e Seminário do  
curso de Geografia da Universidade  
Federal de Viçosa como exigência final  
para aprovação.**

**Autor: Jaime Augusto Alves dos Santos**

**Orientador: Edson Soares Fialho**

**Viçosa-MG**

**Julho de 2007**

Jaime Augusto Alves dos Santos

O campo térmico na área central da cidade de  
Viçosa-MG em situação sazonal de outono em 2007.

**Monografia apresentada à disciplina  
GEO 481 – Monografia e Seminário do  
curso de Geografia da Universidade  
Federal de Viçosa como exigência final  
para aprovação.**

**Membros da Banca Examinadora da Monografia:**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Maria Isabel de Jesus Chrysostomo**

**Departamento de Artes e Humanidades – UFV**

**Curso de Geografia**

---

**Prof<sup>o</sup>. Msc. Eduardo José Pereira Maia**

**Departamento de Artes e Humanidades – UFV**

**Curso de Geografia**

---

**Prof<sup>o</sup>. Msc. Edson Soares Fialho**

**Departamento de Artes e Humanidades – UFV**

**Curso de Geografia**

**Orientador**

*Dedico este trabalho ao*  
***Prof. Edson Soares Fialho,***  
*pelo apoio, dedicação e sobretudo paciência*  
*ao longo desta jornada.*

### **Agradecimentos:**

À minha esposa Débora, pelo companheirismo e pela luta constante para me ajudar a superar todas as dificuldades e pelo carinho especial com meu filho Luiz Miguel.

À todos os professores do Departamento de Artes e Humanidades pelo conhecimento construído durante todo este tempo.

À minha Mãe e meu Pai, pela ajuda, pela força, luta e empenho todos os dias, para um melhor conforto dos filhos, aos meus irmãos Rodrigo, Ronaldo, Ênio (e também minha cunhada Débora) e Fabrício pelo apoio em todos os momentos bons e ruins desta caminhada.

À Prof<sup>a</sup>. Cristine, pela confiança e incentivo ao meu trabalho desde 2003, sempre me apoiando e indicando os melhores caminhos.

Ao Museu de Ciências da Terra Aléxis Dorofeef e toda a sua equipe por me fazer acreditar que os nossos sonhos são possíveis de serem realizados, e que a mudança por um mundo melhor e mais justo pode ser alcançada.

À toda família do apartamento 1721, onde foram construídos eternos laços de amizade.

Aos melhores amigos de curso, Márcio, Douglas, Elias, Paolo, Inácio e Marcelo e também aqueles que ajudaram vencer esta etapa, André, Kiko, Vinicinho, Eliseu, Claudinei, Marcos, Carlão, Márcia e Luciana.

Aos meus padrinhos Renatinho e Fernandinha pelo apoio em todos os momentos.

Ao Programa Teia, por me aproximar dos movimentos sociais e por me fazer enxergar outras realidades.

Aos meus amigos de Jequitinhonha, Divinópolis e de Viçosa e a todos que contribuíram para a realização deste sonho.

Ficha Catalográfica

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	ii
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	iii
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	iv
<b>Introdução</b>	01
<b>Capítulo 1. Justificativa.</b>	03
1.1. Objetivos.	05
<i>Capítulo 2. Fundamento Teórico.</i>	
2.1. Alguns estudos de clima urbano	08
<b>Capítulo 3. Caracterização da área de Estudo.</b>	11
<b>Capítulo 4. Metodologia.</b>	16
<b>Capítulo 5. Condição sinótica no mês e nos dias de experimento de campo.</b>	25
<b>Capítulo 6. O campo térmico na área central de Viçosa.</b>	28
6.1. Experimento de Campo do dia 4 de maio de 2007	28
6.2. Experimento de Campo do dia 5 de maio de 2007	31
6.3. Experimento de Campo do dia 6 de maio de 2007	34
6.4 Experimento de Campo do dia 7 de maio de 2007	37
<b>Conclusões.</b>	41
<b>Referências Bibliográficas.</b>	42

### **Lista de Siglas**

S.C.U. – Sistema Clima Urbano.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFV – Universidade Federal de Viçosa.

TSM – Temperatura da Superfície do Mar

SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais.

CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos.

### **Lista de Figuras**

Figura 1. Intensidade da ilha de calor.	02
Figura 2. Localização da área central de Viçosa-MG	11
Figura 3. Topografia da área central de Viçosa-MG.	13
Figura 4. Trajetória aparente do sol.	13
Figura 5. Radiação direta global da área central de Viçosa-MG	14
Figura 6. Circulação dos ventos em fundo de vale.	15
Figura 7. Localização dos pontos de coleta de temperatura.	17
Figura 8. Equipamento de mensuração de campo (receptáculo termohigrométrico), associado à bicicleta.	18
Figura 9. Reduções de encanamento d'água utilizados para realizar a feitura do receptáculo termohigrométrico	18

Figura 10. Análise Rítmica do Município de Viçosa-MG	25
Figura 11. Campo térmico no Estado de Minas Gerais.	26
Figura 12. Cartas sinóticas na América do sul para os dias de experimento	27
Figura 13. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa às 5:00h do dia 04-05-2007	29
Figura 14. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa às 12:00h do dia 04-05-2007	30
Figura 15. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa às 19:00h do dia 04-05-2007	31
Figura 16. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa às 5:00h do dia 05-05-2007	32
Figura 17. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa às 12:00h do dia 05-05-2007	33
Figura 18. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa às 19:00h do dia 05-05-2007	34
Figura 19. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa às 5:00h do dia 06-05-2007	35
Figura 20. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa às 12:00h do dia 06-05-2007	36
Figura 21. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa às 19:00h do dia 06-05-2007	37
Figura 22. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa	

às 5:00h do dia 07-05-2007 38

Figura 23. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa

às 12:00h do dia 07-05-2007 39

Figura 24. Mapeamento do campo térmico na área central da cidade de Viçosa

às 19:00h do dia 07-05-2007 39

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Caracterização dos pontos de mensuração. 20

## Resumo

A forma como acontece o uso e a ocupação do solo urbano relacionada à disposição do relevo pode gerar significativas alterações no campo térmico urbano. Deste modo, o descontrole processual em que se dá o uso desse solo dificulta tecnicamente a implantação de infra-estrutura que produz altos custos de urbanização e gera desconforto ambiental, tanto em nível térmico, acústico, visual ou de circulação.

Nesse contexto, o presente trabalho buscou analisar o comportamento do campo térmico na área central de Viçosa-MG, em situação sazonal de outono. Os experimentos de campo foram realizados por meio de transetos móveis, utilizando uma bicicleta, que percorreu 20 pontos de coleta, na área central. As mensurações utilizaram um equipamento conhecido como termohigrômetro digital de leitura direta (Minipa – Modelo MT – 214) a uma altura de 1,5 m em relação ao solo, ao longo dos dias 4 (sexta-feira), 5 (sábado), 6 (domingo) e 7 (segunda-feira) de maio de 2007, para os horários de 5:00, 12:00 e 19:00 horas. Os resultados apontam que o campo térmico se mostrou influenciável de acordo com os sistemas produtores de tempo; o ritmo das atividades semanais influenciou no comportamento do campo térmico, a mediada em que os núcleos de calor apresentaram uma variabilidade espacial entre a sexta-feira e o domingo e que, a ilha de calor durante todos os dias de experimento de campo apresentou uma mobilidade espacial. A ilha de calor noturna apresentou baixa intensidade (no máxima de 1,6°C) em razão da influência da brisa de montanha durante o predomínio de sistemas anticiclônicos. Os núcleos de calor no horário da tarde, apresentaram a maior intensidade com 6°C, também coincidiram com as maiores taxa de aquecimento.

## **Introdução**

A urbanização brasileira intensificou-se com a industrialização (VILLAÇA, 1999), isto é, a partir do fim do século XIX, e se acelerou muito no século XX. Assim a partir de 1950, no momento em que a indústria se tornou o setor mais importante da economia nacional, representando assim um aspecto de transição de uma economia de modelo agrário-exportador para uma economia urbano-industrial.

A partir da década de 1960 o crescimento e o adensamento populacional ocorreu nas principais cidades brasileiras, em consequência do processo de êxodo rural provocado, principalmente, pela mecanização da agricultura, resultou em modificações do ambiente que na maioria das vezes interfere na qualidade de vida das pessoas. Assim, uma grande quantidade de pessoas passou a fazer parte do contingente urbano, produzindo o inchamento das mesmas, que não tendo como acompanhar o ritmo da demanda por serviços básicos. Criaram ambientes com grande desconforto térmico.

Tal processo revelou, portanto que, o campo deixou de predominar sobre a cidade, na medida em que, os principais interesses econômicos e a maior parte da força de trabalho dos países estão localizadas no meio urbano (VESENTINI, 2005, p.190).

Cabe salientar que a cidade não satisfaz as demandas referentes aos serviços públicos, possibilitou o surgimento de espaços desprestigiados, reforçando uma espacialidade urbana segregacionista. No entanto, fica difícil dizer que tal processo decorra de uma falta de planejamento, que venha a promover o desenvolvimento do caos urbano, uma vez que, segundo Villaça (1999, p. 227) atualmente, os planos passaram a valer por si sós, e não pelos resultados, criando um descolamento da realidade.

Desta forma as cidades concentram cada vez mais um grande contingente populacional, o que por sua vez, estabelecem uma imensa rede fluxos de pessoas, veículos, serviços e interações das mais diversas formas para atender todas as demandas urbanas.

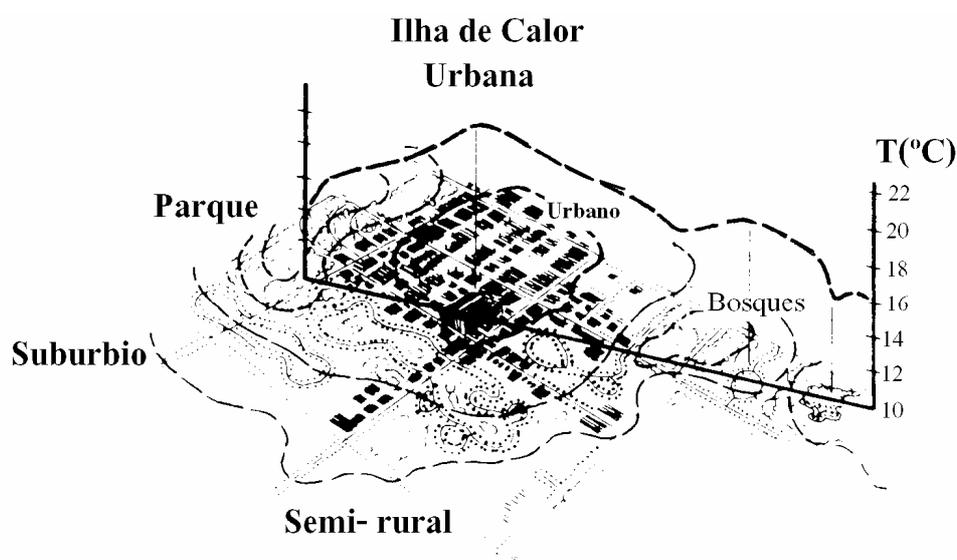
A partir do exposto percebe-se que o ser humano acaba exercendo um papel de agente transformador do espaço, ou como diria Santos (1994, p. 17) o homem se torna um fator geológico, geomorfológico e climático. Contudo, as modificações ocorrem de maneira desigual sobre a paisagem, pois a evolução espacial do processo de produção

do espaço geográfico, não se faz de forma idêntica em todos os lugares (SANTOS, 1996, p.122). Por conta disso, vários níveis de intervenções são implementados sobre o espaço, antes pouco alterado, com intuito de suprir as necessidades de moradia. Com isso surge um ambiente construído (MICHALKA JUNIOR, 2003, p. 49), ou seja, um espaço que o homem cria artificialmente para desenvolver uma atividade determinada.

A construção de um ambiente construído, no caso em estudo a cidade, utiliza-se de elementos diferenciados, materiais de construção com características, a umidade condutibilidade e químicas diferentes além de criar uma nova organização das atividades humanas, que muitas das vezes, produzem uma intensificação dos fluxos.

Assim, este novo ordenamento espacial acaba por produzir uma nova configuração do balanço de energia térmica com a nova superfície, que se torna mais impermeabilizada e com características térmicas distintas da área entorno da cidade. Por conta disso, as noites nas áreas urbanas tenderão a ser mais aquecidas, conforme é visualizado na figura 1, pois a velocidade de perda de energia irradiada será menor do que a área rural ou com menor densidade de construção, localizada nas áreas adjacentes, em virtude da maior inércia térmica dos materiais de construção associados à falta de vegetação, elemento capaz de consumir parte da energia, que não sendo utilizada na forma de calor latente será utilizada na forma de calor sensível, onde a capacidade da mesma será apenas de aquecer a camada basal da atmosfera (LOMBARDO, 1985; LANDSBERG, 2006; HASENACK; FLORES, 1994).

Figura 1. Intensidade da ilha de calor.



Fonte: Marsh, W. M. (1991, p.231. Adaptado.)

Assim, a forma como acontece o uso e a ocupação do solo urbano relacionada à disposição do relevo pode gerar significativas alterações no campo térmico urbano. Deste modo, o descontrole processual em que se dá o uso desse solo dificulta tecnicamente a implantação de infra-estrutura, produz altos custos de urbanização e gera desconforto ambiental, tanto em nível térmico, acústico, visual ou de circulação. Tudo isso contribui, de acordo com Lombardo (1985, p. 18) para uma contaminação ambiental que resulta num ambiente desagradável para o convívio humano.

## **1. Justificativa**

Dentre todas as transformações ocorridas no ambiente urbano, uma que merece especial atenção é a modificação dos parâmetros do clima (temperatura, umidade, ventos, precipitação), que afetam diretamente a vida de todos os urbanitas. Assim, surge a necessidade de estudos que valorizem a análise do comportamento da atmosfera urbana.

Quando comparadas com o meio rural próximo, as cidades têm a capacidade de gerar um geossistema próprio que, habitualmente, é caracterizado por altas temperaturas e conseqüente desconforto térmico.

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 (MONTEIRO, 1976, p. 54).

O ambiente urbano pode ser visto como uma segunda natureza, modificada pelo homem, que expressa às relações sociais de um espaço produzido e adaptado dentro dos parâmetros mundiais de modernização. Conseqüentemente, a cidade acaba por criar, um clima urbano, que será específico para cada ambiente urbanizado. Este irá manter relações com o ambiente regional em que está inserido, pois este clima urbano formou-se a partir da modificação dos elementos que compõem a atmosfera.

Para Monteiro (1990a) o clima urbano pode ser entendido como um sistema complexo, aberto, adaptativo que, ao receber energia do ambiente maior no qual se

insere, a transforma substancialmente a ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente.

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

Além disso, a geometria das superfícies urbanizadas, a forma e orientação dos edifícios, as propriedades térmicas dos materiais utilizados, a impermeabilização do solo ou o calor liberado pelas diversas atividades antrópicas, são algumas das contribuições decisivas para alterar o balanço energético nas cidades (MONTEIRO, 1997, p.206).

Conforme colocado, o balanço de energia urbana se dá de forma diferenciada de uma cidade para outra, e depende de diversos fatores, tais como: tipo e cor dos materiais utilizados nas edificações, densidades de construções, pavimentação, verticalização, presença de áreas verdes e arborização nas ruas e fundos de quintais etc.

No caso específico do clima da área urbana de Viçosa, já foi constatado que há uma diferença na variação das temperaturas entre a área central de Viçosa e a periferia, que alcançou 3,8°C à noite e 6°C à tarde para a estação de primavera, conforme Rocha (2007, p. 64). Nesse sentido, de acordo com o trabalho do referido autor não foi possível identificar alguns pontos referentes à ilha de calor identificada para a área central, tais como: a) Existe uma mobilidade da ilha de calor ao longo da área central de Viçosa ao longo de 24 horas? b) As condições de tempo predominante influenciam a espacialidade do campo térmico? c) O horário de intensidade máxima da ilha de calor também se verifica à tarde, como constatado por Rocha (2007)? d) A circulação de brisas de montanha influencia na amenização da intensidade da ilha de calor na área central de Viçosa? e) Os núcleos de ilhas de calor na área central de Viçosa obedecem ao ritmo sazonal das atividades humanas?

Nesse contexto, o presente trabalho ao tentar responder as questões anteriormente levantadas, através dos seguintes objetivos.

## **1.1. Objetivos:**

### 1.1.1. Geral.

Analisar o comportamento do campo térmico na área central de Viçosa-MG, em situação sazonal de outono.

### 1.1.2. Específicos.

-Realização de experimentos de campo para coleta dos dados de temperatura do ar.

-Elaborar mapas do comportamento do campo térmico para área central de Viçosa-MG, a fim de analisar sua mobilidade espaço-temporal.

-Elaborar a análise rítmica do comportamento atmosférico nos dias de realização dos experimentos de campo.

-Levantamento e mapeamento da radiação solar direta.

-Elaboração de um mapa base de topografia.

-Elaboração e análises das taxas de aquecimento e resfriamento.

## **2. Fundamento Teórico**

Os estudos sobre as cidades de regiões tropicais são recentes e ainda escassos, embora, nesses últimos 30 anos, as pesquisas sobre clima urbano tenham crescido de maneira considerável. Pode-se destacar as seguintes:

Monteiro (1976) que formalizou uma teoria, a respeito do fenômeno “clima urbano”, onde em sua proposta não aborda o clima da cidade, a partir de uma perspectiva meteorológica, e sim a partir de uma visão integrada entre o homem, a natureza e a cidade sob uma mesma atmosfera.

Com base na Teoria Geral dos Sistemas, Monteiro (op. cit.) desenvolveu o método que intitulou de Sistema Clima Urbano (S.C.U.), Através do qual se indica a partir de alguns critérios, enunciados básicos e seus canais de percepção.

Assim, os critérios para a escolha do S.C.U. envolvem o pragmatismo, dinamismo, consistência, empirismo e o modelismo. O pragmatismo prevê uma

investigação que se concentre no pesquisador e vai ao encontro de outros pesquisadores e também dos demais que queiram utilizar os resultados da investigação.

O dinamismo envolve o conceito de clima com base na visão sorreana, ou seja, o ritmo do comportamento dos elementos climáticos é um fator mais importante para a definição do clima urbano.

A consistência estabelece uma estrutura teórica que seja tanto adequada para elucidar os fatores mais amplos e complexos como os mais simples e restritos. Assim critérios como a elasticidade no tempo e no espaço, presumindo assim que a investigação possa ser efetuada em qualquer cidade do globo sem restrições.

O empirismo serve de base para as observações, verificação ou refutação do fenômeno encontrado e o modelismo como forma de demonstração do conceito contido na teoria, ou seja, representação, mapeamento e diagramação dos resultados.

Os enunciados básicos para definição do S.C.U., são dez: o primeiro coloca a conceituação “(...) O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO, 1976, p. 95).

O segundo enunciado diz respeito à escala de análise, do local ao regional, além da noção de espaço para o clima e para o meio urbano “(...) O espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere” (MONTEIRO, 1976, p. 96).

No terceiro, quarto e quinto enunciados estão estabelecidas as formas de entrada, troca e saída de energia dentro do sistema, seja através da localidade no globo ou da relação entre a cidade, o meio ambiente e a atmosfera, formalizando um sistema aberto.

3. O S.C.U. importa energia através do seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria dos sistemas abertos;
4. As entradas de energia no S.C.U. são de natureza térmica (oriundas da fonte primária de energia de toda a Terra – o Sol), implicando componentes dinâmicas inequívocas determinadas pela circulação atmosférica, e decisivas para a componente hídrica englobada nesse conjunto;
5. A avaliação dessa entrada de energia no S.C.U. deve ser observada tanto em termos quantitativos como, especialmente, em relação ao seu modo de transmissão (MONTEIRO, 1976, p. 96-97).

No sexto enunciado está estabelecido como a estrutura interna do S.C.U. deve ser articulada e quais conexões devem ser realizadas. A “(...) estrutura interna do S.C.U. não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas parte

(compartimentação ecológica, morfológica ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas” (MONTEIRO, 1976, p.99).

O sétimo pressupõe a análise do S.C.U. a partir de três canais de percepção humana, ou seja, termodinâmico, físico-químico e o hidrometeorológico. O oitavo enunciado faz referência ao dinamismo do meio urbano, devido ao processo evolutivo da urbanização. Assim para um estudo de Clima Urbano faz-se necessário observar e diagnosticar como o crescimento da cidade alterou o sítio original.

O nono e o décimo enunciados pressupõem a auto-regulação do S.C.U., e sua designação como um sistema aberto e com propriedades de entropia negativas, desta forma podendo ser classificado como um sistema morfogenético S.C.U.

Diante do exposto, Monteiro (1976) formalizou uma estrutura teórica para a compreensão do fato urbano, definindo o Sistema Clima Urbano. O S.C.U. pode ser subdividido em três subsistemas, a partir de três canais de percepção humana, que são:

Canal I (Termodinâmico) – compreende os distúrbios ligados ao conforto térmico, que estão diretamente ligados à temperatura, umidade, precipitação e ventilação intra-urbana. No Brasil, o subsistema termodinâmico tem sido o canal de percepção mais estudado nas cidades.

Canal II (Físico-químico) – está ligado às condições de qualidade do ar presente na atmosfera urbana.

Canal III – (Hidrometeorológico) – privilegia as manifestações do impacto meteorológico sob o solo urbano, ou seja, como a precipitação vai afetar as condições de vida dentro da cidade.

Para se realizar um estudo de clima urbano é preciso uma estrutura teórica capaz de abordar tanto os fatores mais amplos e complexos como os mais simples e restritos. A conjuntura teórica estabelece uma análise que envolva o tempo e o espaço, de forma que estes sejam flexíveis, pois este contexto teórico deve ser capaz de nortear a investigação em qualquer cidade do globo. Por isso é importante uma abertura a todas as escalas de tratamento espacial e temporal e ao diferente grau da complexidade urbana.

Neste sentido, Monteiro (1976) propõe a divisão do espaço geográfico em três escalas de análise: zonal, regional e local. No nível zonal, o fator decisivo para a diversificação é a latitude, que num segundo momento irá influenciar na escala regional.

Na escala regional, há uma associação entre os centros de ação e os sistemas meteorológicos vinculados a faixas zonais diferentes; participariam no sentido de produzir uma organização climática, gerada pelos mecanismos da circulação atmosférica regional, capaz de manter a organização espacial através do ritmo de sucessão temporal dos seus estados, sobre o local, que seria proposto a ser local com uma cidade.

### **2.1. Alguns Estudos de Clima Urbano**

Neste tópico se fará uma revisão de alguns trabalhos referentes ao campo térmico, que nos inspiraram na definição de alguns critérios para a realização dos experimentos que foram feitos na área central de Viçosa.

Tarifa (1977) realizou uma análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos/SP. Utilizou como metodologia psicrômetros em pontos fixos, nos quais as leituras foram realizadas no verão. Concluiu que a zona urbana acusou valores de temperatura mais elevados que a zona rural ( $1^{\circ}\text{C}$  a  $3,4^{\circ}\text{C}$ ), sob o domínio dos sistemas atmosféricos extratropicais (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 diferenças quantitativas e a existência do fenômeno da “ilha de calor” para uma cidade média do trópico brasileiro.

Danni (1980) analisou a ilha térmica de Porto Alegre, ao longo de 35 pontos móveis, nos horários de 9,15 e 21 horas durante 15 dias dos meses de maio e Junho de 1979. Ficou constatado que dos 15 dias analisados apenas 2 não apresentaram ilhas 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.

Zamparoni e Lombardo (1995) compararam as variações de temperatura e umidade do ar em duas cidades médio e pequeno porte, Barra do Bugres (22.229 habitantes) e Tangará da Serra (39.840 habitantes) durante três dias em duas situações – estação chuvosa e estação seca. Utilizaram a metodologia dos transetos móveis e medidas em pontos fixos, realizadas as 8, 14 e 20 horas usando sensores de temperatura e umidade acoplados a um veículo. Os autores identificaram que em Barra do Bugres os

valores da ilha de calor foram de 2° C na estação chuvosa e de 3,6° C na estação seca e em Tangará da Serra, os valores da ilha de calor foram de 4° C na estação chuvosa e de 5,4° C na estação seca.

Melhuish e Pedder (1996) analisou a ilha de calor em Reading e Berkshire, com utilização de transetos móveis. As medidas foram coletadas ao longo de 15 pontos durante os meses de julho e agosto de 1996 e o meio de transporte utilizado foi uma bicicleta. O autor descreve a utilização deste método como simples e barata, bem como de fácil utilização tanto por parte dos pesquisadores como por estudantes secundaristas. Dado que este método que pode ser feito até mesmo por um observador amador. Por fim constatou-se que em dias de céu fechado, a intensidade da ilha térmica chegou aos 2,5°, já em condições de tempo aberto, sem nuvens as diferenças variaram entre 5,0°C e 9,0°C.

Fialho e Brandão (2000) estudaram o clima urbano na Ilha do Governador – RJ, com população de 200.000 habitantes, utilizando medidas móveis coletadas ao longo de 16 pontos. Os dados foram coletados durante os horários de 6, 14 e 21 horas, durante um dia em episódio de verão. E constataram neste estudo a presença da ilha de calor ao longo dos três horários de medidas, com intensidade de 5,8° C.

Lucena (2002) estudou o clima de Bangu no contexto do clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. Foram realizadas medições ao longo de 14 pontos de medida, utilizando transetos móveis, durante 4 dias, nos horários de 6, 13 e 21 horas. Ficou constatado que durante o verão a ilha de calor atingiu intensidade de 2,7°C, no outono 3,0°C, no inverno 2,0°C e na primavera 2,0°C.

Pope et al. (2002) estudaram o campo térmico na bacia hidrográfica do rio Rainha, com população aproximada de 70.000 habitantes em situações sazonal de outono, através de medidas móveis. Os registros foram obtidos por meio de transetos móveis às 7, 12 e 19 horas durante um dia em episódio de outono ao longo de 10 pontos, e constataram uma ilha de calor com intensidade de 3,2° C.

Silva e Abreu (2002) analisaram o clima urbano no campus da Pampulha, da UFMG em Belo Horizonte, os experimentos foram realizados nos dias 20 e 27 de maio de 1999, 18 de abril e 12 de junho de 2000, e as datas escolhidas (correspondentes à estação do outono), tiveram o propósito de fornecer aos dados coletados maior confiabilidade, uma vez que as estações da primavera e verão devido à sua característica de instabilidade atmosférica inibem a formação da Ilha de calor. Os dados com transetos

móveis ao longo de 13 pontos foram observados de hora em hora entre o período de 8:00 às 17:00 no trabalho de campo do dia 20 de maio, 9:00 às 17:00 no trabalho de campo do dia 27 de maio, 9:00 às 20:00 no trabalho de campo dia 18 de abril e de 8:00 às 20:00 no dia 12 de junho. E também constatam a presença de ilhas de calor.

Amorim (2005) estudou a ilha de calor em Birigui-SP (94.300 habitantes). Utilizando medições com transetos móveis, os registros foram efetuados durante 8 dias entre 24 de dezembro e 1º de janeiro de 2005, a partir da 20 horas somando um total de 56 registros. Também foram constatadas a presença de ilhas de calor com intensidade entre 4,0 °C e 6,0°C.

Fialho e Imbroisi (2005) analisaram o campo térmico no Alto Rio Joana, através da transetos móveis ao longo de 16 pontos, num intervalo de 24 horas, com medidas de três em três horas, somando um total de 7 horários de medições, realizadas em dois dias, em situação de outono. E apesar do estudo analisar a influência de fragmentos verdes no campo térmico constatou-se ilhas de calor com intensidades entre 2° C e 2,5° C e também que as condições sinóticas influenciaram no comportamento da temperatura do ar, onde a área encontrava-se sob domínio de um Anticiclone Tropical do Atlântico Sul (caracterizando dias limpos, sem nuvens), Verificou-se, portanto que tal área sofre influência de aquecimento pré- frontal o que tanto aumentou a nebulosidade e diminuiu a radiação solar e por sua vez a temperatura.

Rocha (2007) analisou o comportamento do clima/tempo, associado às ações antrópicas no campo térmico do município de Viçosa-MG em situação sazonal de primavera no ano de 2006. Os dados foram coletados ao longo de 19 pontos por meio de transetos móveis percorrendo uma distância de 15 km, durante 5 dias nos horários de 6, 13 e 20 horas. O estudo constatou a presença de ilhas de calor com intensidade de até 3,8° C à noite e de 6,0° C durante o dia.

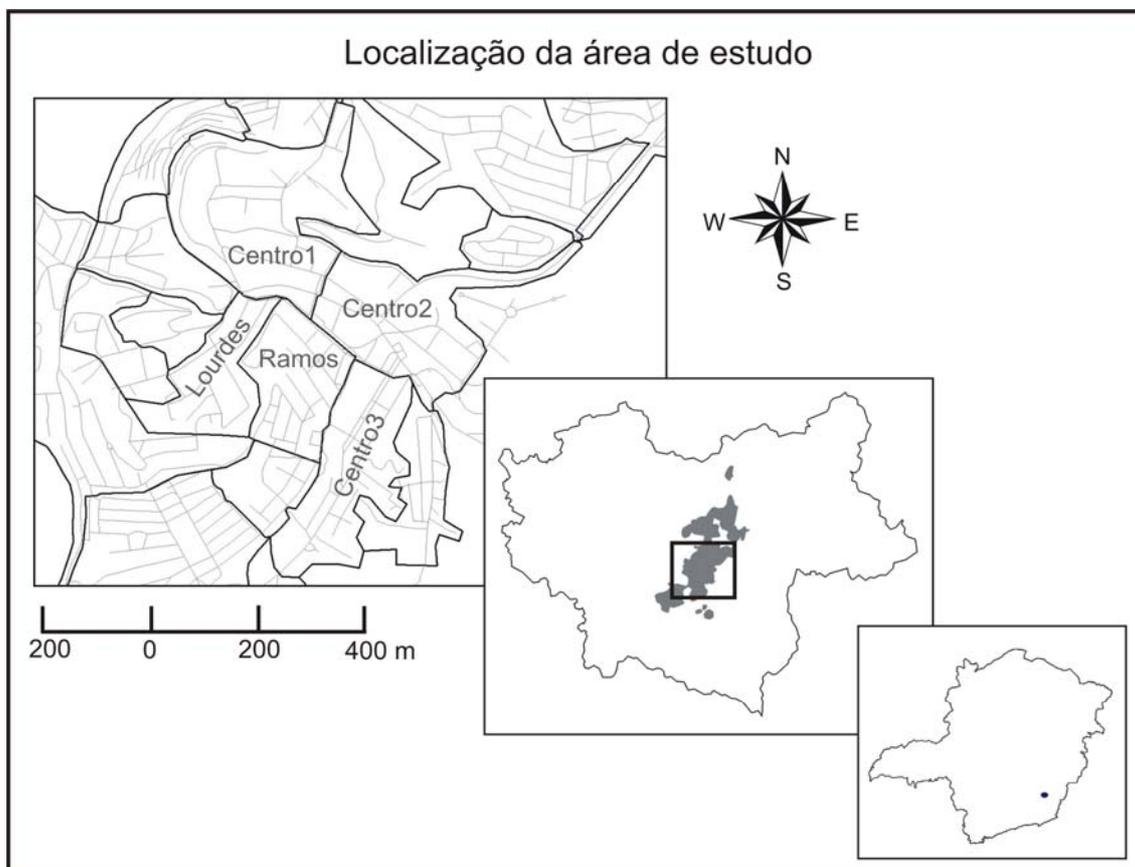
### 3. Caracterização da área de estudo

O município de Viçosa localiza-se na Zona da Mata Mineira (figura 2), mais precisamente, nas proximidades da escarpa da Serra da Mantiqueira, denominada regionalmente de Serra de São Geraldo. Faz parte do complexo de planaltos litorâneos brasileiros, e segundo Ab´ Saber (2003) é uma região sob predomínio de mares de morros.

Tal região, ainda com resquícios de Mata Atlântica semidecidual secundária, como se verifica no bairro do Paraíso, onde há a ocorrência do maior fragmento florestal do município com 1,94 km<sup>2</sup>, para uma área municipal correspondente a 279 km<sup>2</sup>, local de nascente do córrego Catarina, afluente do Rio São Bartolomeu, que por sua vez é tributário do Rio Turvo Sujo, integrante da Bacia do Rio Doce.

O processo de desmatamento das encostas das nascentes do Rio Doce iniciou, quando a cafeicultura avançou nesta área, cabe ressaltar que tal atividade econômica é importante até hoje para o município, porém apresenta menor punjância.

Figura 2. Localização da área central de Viçosa-MG



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

No contexto da expansão da cafeicultura, é construída a Estrada de Ferro Leopoldina *Railway*, que atravessa município, nos idos de 1884, trazendo importância mercantil à cidade. Surgiram fábricas de tecidos e houve novo surto de crescimento populacional em função do intercâmbio com outras cidades, principalmente com a capital do País, na época, o Rio de Janeiro (PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA, 2007).

Após esse momento de grande euforia, o município apenas registrou um outro surto de expansão, apenas na década de 1970, quando ocorrem dois fatores significativos que justificariam a expansão da área urbana, que foram a chegada da BR-120, que abriu a possibilidade de crescimento na cidade, pois interligou os bairros Santo Antônio, Cabana e Sivestre. Tal processo ampliou-se com a federalização da Universidade Federal de Viçosa que ampliou o número de curso e de alunos em seu campus.

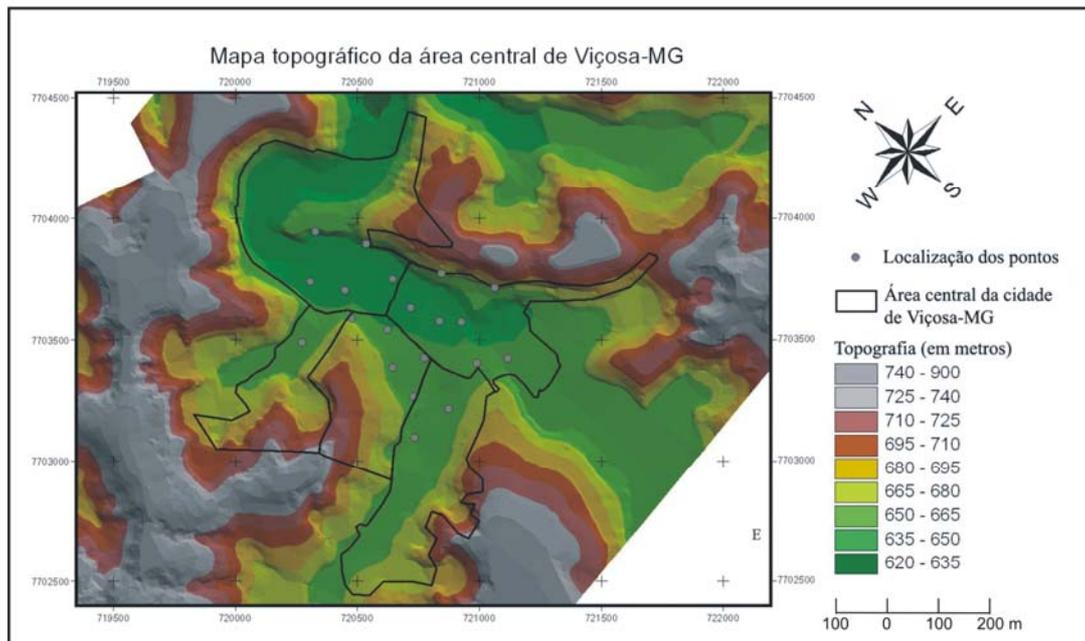
O fato da Universidade ser um agente indutor de migração para cidade, esta também contribui para o aumento da especulação imobiliária do centro de Viçosa, que se localiza ao lado do campus universitário. A consequência disso foi a verticalização da cidade, a fim de atender a demanda de moradia por parte dos acadêmicos.

Esse surto inicia-se na década de 1990, mais precisamente, no ano de 1997, quando ainda se quer havia prédios de 5 andares. Enquanto hoje, já existem a pelo menos 9 anos edifícios com 10 andares, como edifício Prof. Rolfs (Rainha da Sucata) e Tocquenville, e há apenas 3 anos o edifício Prof<sup>a</sup> Jacyra do Valle, que foi construído em cima do leito do rio São Bartolomeu, que ao longo desse trecho segue em uma forma de vale mais plana até o Hospital São Sebastião, local que fora originalmente ocupado no início do processo de ocupação da cidade, e que hoje experimenta um novo surto de substituição dos conteúdos e das formas, no espaço geográfico.

Junto ao fato da área central, compreendida entre Av. PH Rolfs, que se inicia-se no Departamento de Veterinária até a rua Dona Gertrudes, passando pela Praça do Rosário e Silviano Brandão, que apresenta uma área com pequena variação altimétrica, oscilando entre 650 e 620 metros (figura 3), concentrar a maior parte dos prédios da cidade, Também é a área com maior recepção de radiação solar. De acordo com a orientação das encostas, figura 5. A área central de Viçosa apresenta ao longo do ano uma taxa de radiação elevada, na casa de 1330 a 1410 Kw/h/ano, que diminui em direção as encostas do quadrante sul, identificadas pela coloração vermelha e

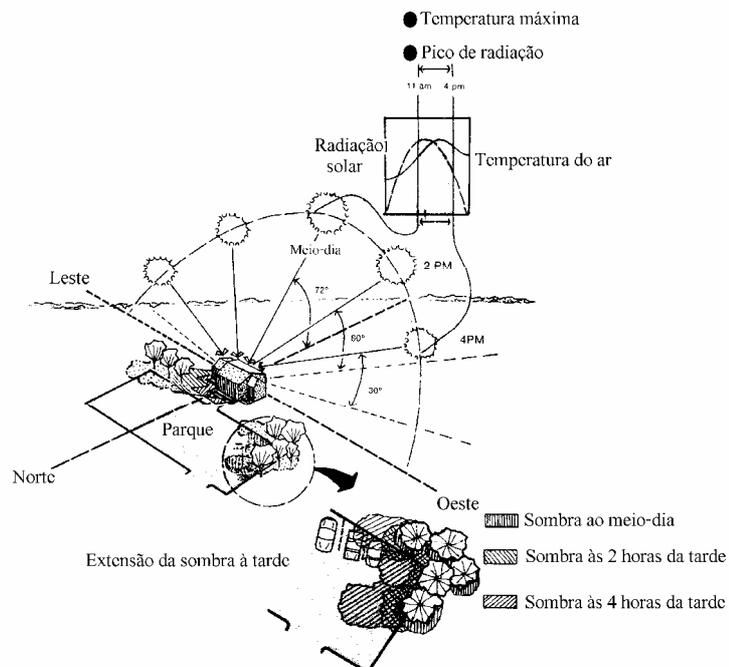
aumentando em direção as encostas voltadas para o quadrante norte, identificado pela coloração cinza.

Figura 3. Topografia da área central de Viçosa-MG.



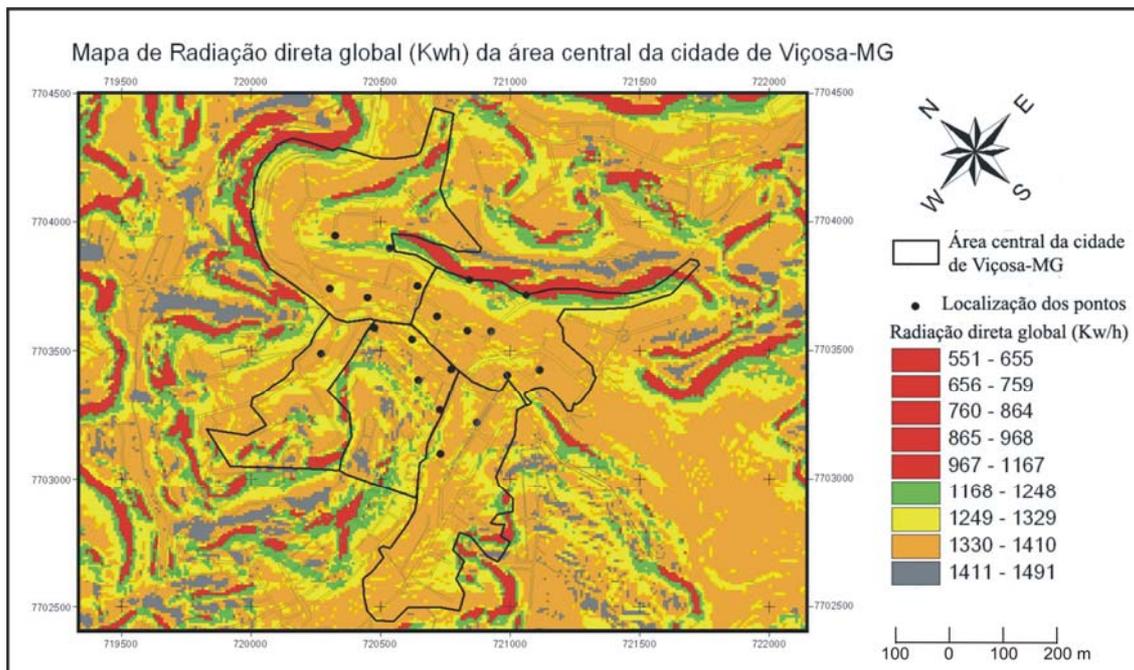
Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

Figura 4. Trajetória aparente do sol.



Fonte: Marsh, W. M. (1991, p.223. Adaptado.)

Figura 5. Radiação direta global da área central de Viçosa-MG.



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

Em conseqüências das diferenças da radiação solar ao longo de vale, ocorre uma diferenciação das células de pressão locais, ocasionado, por conseguinte, a formação de uma circulação de ventos locais, denominadas de brisas, conforme pode ser visualizado na figura 6.

Nos vales, o ar sobe pelas encostas durante o dia, pois o sol aquece-o, causando sua elevação. Correntes ascendentes formam-se nas encostas ensolaradas durante a manhã. Por volta do meio-dia, ventos ascendentes surgem do fundo dos vales.

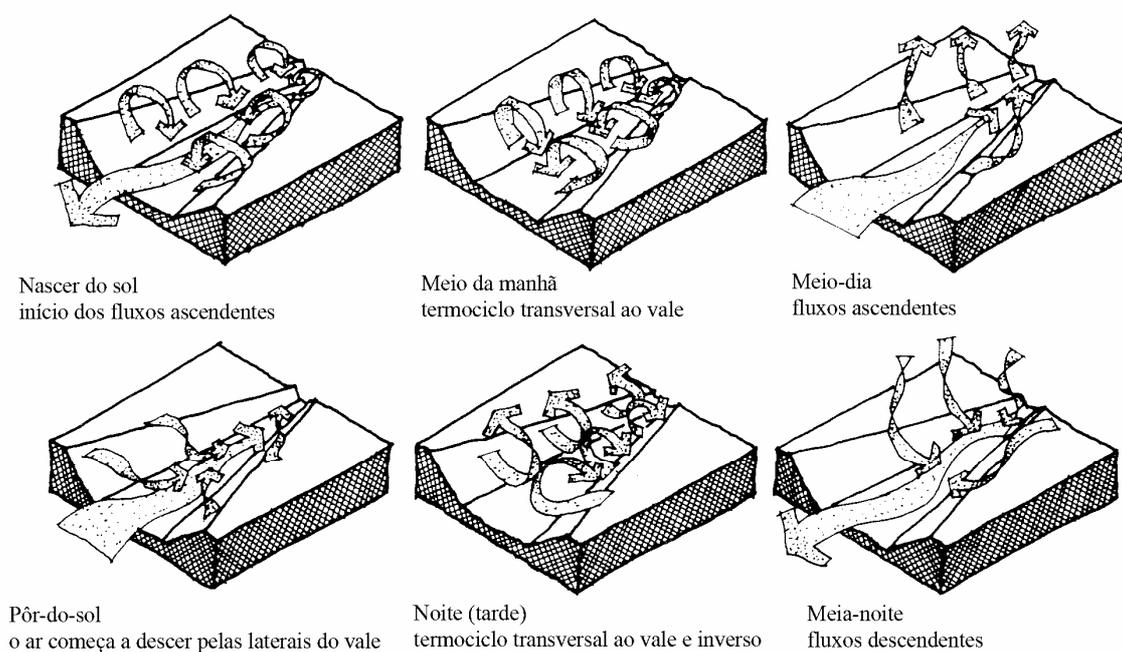
À noite o fluxo de ar é reverso, porque as superfícies de solo frio resfriam o ar circundante tornando-o mais pesado e puxando-o vale abaixo, inicialmente junto às encostas do vale.

Este tipo de circulação é mais evidente em dias de grande estabilidade atmosférica, com predominância de anticiclones tropicais e extra-tropicais, que dias de céu com poucas nuvens, o que possibilita maior radiação solar ao longo do dia.

Já em situações instabilidade atmosférica causada por avanço de sistema duram até extra-tropicais, resultam em dias com céu coberto por nuvens, o que dificulta a entrada da radiação solar no fundo do vale, fazendo com que o ar frio permaneça junto ao fundo vale durante a noite ocasionado nevoeiro ao amanhecer do dia seguinte.

Cabe salientar que o processo de inversão térmica é mais pronunciado durante a estação de inverno, porque as condições de tempo de maior estabilidade, associadas a maior extensão da noite, facilita o acúmulo de ar frio no fundo do vale, que terá dificuldades em ser aquecido na manhã seguinte, por conta da angulação das vertentes em relação a trajetória do sol que aumenta o sombreamento do fundo do vale.

Figura 6. Circulação dos ventos em fundo de vale.



Fonte: Brown, G. Z.;Dekay M. (2004, p.42).

#### 4. Metodologia

Segundo Landsberg (2006, p. 25) a avaliação da mudança no clima ao nível da cidade causada por uma transformação urbanas/sociais é muito difícil de ser identificado. Isto se deve ao fato de que muitas vilas e cidades foram construídas em locais nos quais as condições que governam o clima são muito complicadas. Locais na costa que permitam a construção de bons portos, vales que favoreçam o tráfego e o comércio e promontórios que sejam fortalezas naturais, normalmente já possuem um clima bem distinto do seu entorno. O desenvolvimento das cidades pode tender a acentuar ou eliminar estas diferenças causadas pela posição ou topografia. Porém, mesmo com essas dificuldades este trabalho procurou aplicar a concepção teórica do Sistema Clima Urbano desenvolvida por Sezerino e Monteiro (1990) em uma situação de sítio convergente, onde se localiza a área central do município de Viçosa-MG.

Para isso, o presente trabalho seguiu algumas etapas. A primeira refere-se a análise do meio intra-urbano, com objetivo de identificar os condicionantes geocológicos (topografia e orientação das vertentes) e urbanos (verticalidade e espaços abertos).

Nesse contexto, utilizou-se uma base de informação desenvolvida pelo professor Elpídio Inácio Fernandes Filho, ainda não publicada, sobre radiação direta, a fim de identificar se a área de estudo apresentava ou não uma distribuição desigual da mesma, por conta da orientação das encostas.

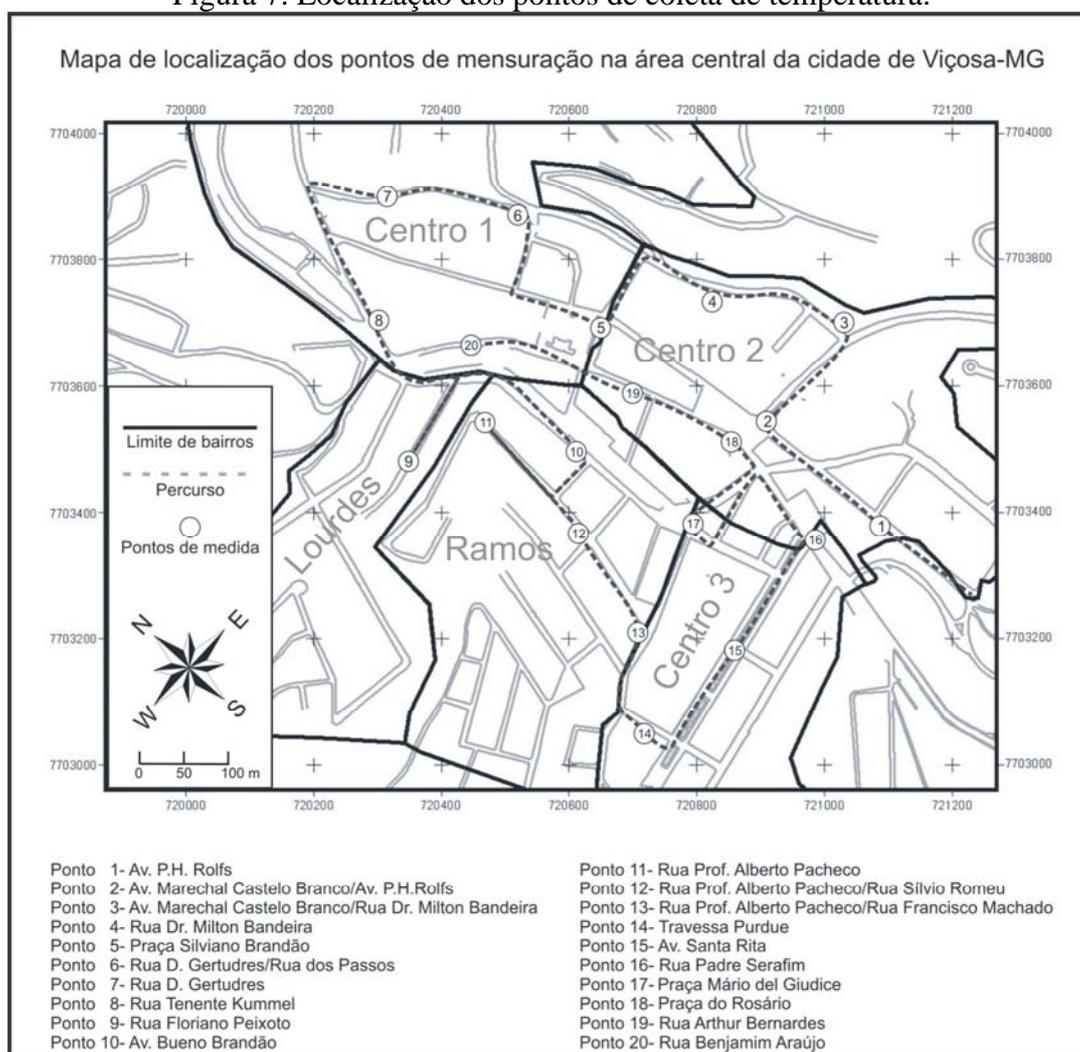
Essa etapa foi importante, pois de acordo com a trajetória do sol em uma área de domínio de mares de morros (AB´SABER, 2003) dependendo do horário do dia pode estar sob efeito de sombras. Por conta disso, a escolha dos horários e dos pontos respeitou tal influência, tanto assim, que os horários de medida foram às 5 horas da manhã, 12 horas e 19 horas. Faixas horárias, onde o sol não está criando o efeito de sombreamento.

Num segundo momento foram realizados experimentos de campo por meio de transetos móveis. Nesse momento, a tomada de decisão para a escolha dos pontos de medidas dentro da malha urbana teve como base uma foto aérea da área central de Viçosa, na escala de 1:5000 e uma base cartográfica do traçado das ruas de Viçosa,

disponibilizado pelo Departamento de Solos da UFV, na figura do Professor Elpídio Inácio Fernandes Filho.

As mensurações utilizaram um equipamento conhecido como termohigrômetro digital de leitura direta (Minipa – Modelo MT – 214) a uma altura de 1,5 m em relação ao solo, ao longo de um segmento percorrido por uma bicicleta (figuras 8 e 9), entre os dias 4, 5, 6 e 7 de maio de 2007, registrou-se a temperatura do ar e da umidade relativa em 20 pontos, conforme a figura 7. Quanto as condições de tempo, pode-se dizer que a mesma era massa Polar Atlântica (dias 4 e 5), Massa Polar Tropicalizada (dia 6) Tropical Atlântica (dia 7), com nebulosidade moderada e ventos fracos (Assim como a caracterização dos mesmos, na tabela 1).

Figura 7. Localização dos pontos de coleta de temperatura.



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

Para compreender o espaço local e as relações existentes entre os tipos de sítio e os modelos urbanos, utilizou-se a técnica de mapeamento, que segundo Amorim (2000, p. 35) é fundamental, pois é possível relacionar os atributos urbanos e a camada basal da atmosfera.

Figura 8. Equipamento de mensuração de campo (receptáculo termohigrométrico), associado à bicicleta.



Autor Edson Soares Fialho. Viçosa, 8 de maio 2007

Figura 9. Reduções de encanamento d'água utilizados para realizar a feitura do receptáculo termohigrométrico



T 100 x 50; 2 – Redução 50 x 40 ; 3 – Redução de 1 1/4 x 40; 4 – Rosca de 3/4

Fonte: Fialho (2002)

A análise rítmica (Monteiro, 1971) realizada entre os dias 4 e 7 de maio, baseou-se nos dados da plataforma automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, de classificação agrometeorológica, situada a 712,20 metros de altitude, sob as coordenadas 20°46' de latitude sul e 42°52' de longitude oeste (INMET, 2007).

Quanto às taxas de aquecimento e resfriamento foram obtidas através da metodologia empregada por Fialho (2002) e Rocha (2007). As primeiras resultaram da subtração das medidas de temperatura das 12 h pela das 5 h dividindo pelo intervalo de horas (6 h).

Para a Taxa de Resfriamento o procedimento foi o mesmo, só que utilizando as medidas de temperatura das 12 h subtraindo pela das 19 h e dividindo por 6 (valor do intervalo de horas).

$$\text{Taxa de Aquecimento} \rightarrow \text{Taq} = \frac{\mathbf{T}_{12\text{horas}} - \mathbf{T}_{5\text{horas}}}{7}$$

$$\text{Taxa de Resfriamento} \rightarrow \text{Tref} = \frac{\mathbf{T}_{19\text{horas}} - \mathbf{T}_{12\text{horas}}}{7}$$

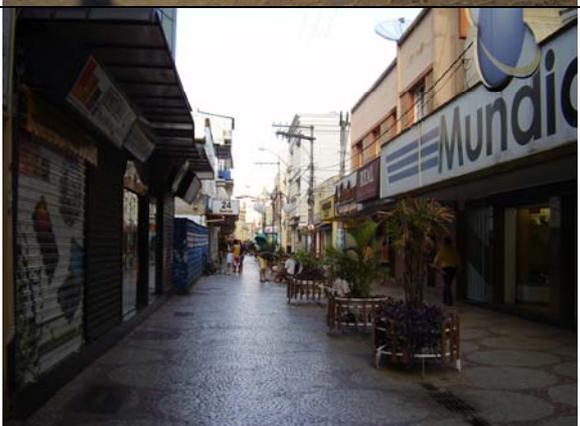
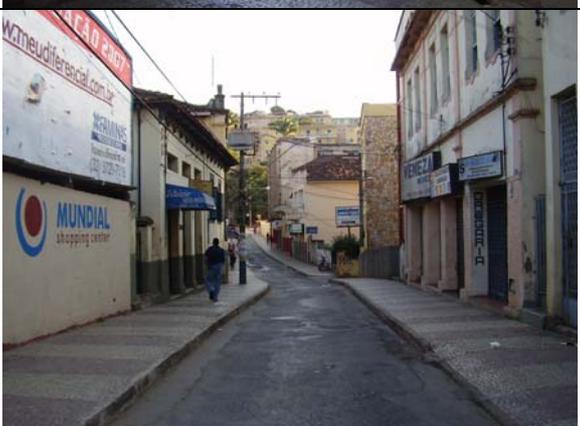
Tabela 1. Caracterização dos pontos de mensuração.

Localização	Características	Fotografia
1. Av. P.H. Rolfs (em frente ao restaurante charme)	Avenida asfaltada, tomada por prédios em ambos os lados. Apresenta um fluxo de veículos e pessoas intenso, principalmente nos horários de 8:00, 12:00, 14:00 e 18:00, em função de ser a principal via de acesso à UFV.	
2. Av. Marechal Castelo Branco/Av. P.H.Rolfs (bar do trevo)	Via principal de acesso a cidade. Área asfaltada, com fluxo intenso de veículos e pessoas ao longo de todo o dia. Com situação crítica de tráfego às 12:00 e às 18:00, sendo necessária intervenção da guarda de trânsito municipal de Viçosa.	
3. Av. Marechal Castelo Branco/Rua Dr. Milton Bandeira (ao lado do supermercado Bahamas)	Ainda na via principal de acesso, recebe todo fluxo de veículos das demais áreas centrais. Fica próximo ao terminal rodoviário, onde está localizada uma escola particular e um grande supermercado. Área urbanizada e fica próxima a uma encosta.	
4. Rua Dr. Milton Bandeira (Próximo a pizzaria papa akilo)	Área asfaltada com fluxo intenso de veículos apenas no horário comercial. Predomínio de prédios próximos a encosta, com lojas de comércio nos andares térreos.	

<p>5. Praça Silvano Brandão ( esquina próxima a caixa econômica federal)</p>	<p>Área totalmente urbanizada com fluxo de pessoas e veículos bastante intenso apenas no horário comercial.</p>	
<p>6. Rua D. Gertudres/Rua dos Passos (ao lado do gambás gás)</p>	<p>Cruzamento de ruas asfaltadas e fluxo intenso de veículos e pessoas somente durante o dia. Predominância de lojas de comércio</p>	
<p>7. Rua D. Gertrudes (próximo ao colégio gênesis)</p>	<p>Rua asfaltada, com uso predominantemente residencial. Próximo a uma escola particular.</p>	
<p>8. Rua Tenente Kummel (em frente ao hospital são João batista)</p>	<p>Área asfaltada, com uso predominante de lojas de comércio. Fluxo intenso apenas durante o dia.</p>	

<p>9. Rua Floriano Peixoto (próximo ao restaurante pau Brasil)</p>	<p>Área residencial, com fluxo de veículos e pessoas muito baixo por ser uma rua sem saída. Calçamento de rochas (gnaisses)</p>	
<p>10. Av. Bueno Brandão (em frente a estação cultural)</p>	<p>Fluxo intenso, também durante o dia, calçamento de blocos. Predomina lojas comerciais.</p>	
<p>11. Rua Prof. Alberto Pacheco</p>	<p>Área totalmente residencial, com baixo fluxo de veículos e pessoas.</p>	
<p>12. Rua Prof. Alberto Pacheco/Rua Sílvio Romeu</p>	<p>Área residencial também com baixo fluxo de veículos e pessoas</p>	

<p>13. Rua Prof. Alberto Pacheco/Rua Francisco Machado</p>	<p>Área urbanizada com uso comercial e residencial, asfaltada e com pouco fluxo de veículos e pessoas.</p>	
<p>14. Travessa Purdue</p>	<p>Cobertura com blocos, uso comercial bastante baixo, e fluxo pouco expressivo.</p>	
<p>15. Av. Santa Rita</p>	<p>Cobertura com blocos, predomínio de uso comercial e fluxo mais intenso apenas durante o dia.</p>	
<p>16. Rua Padre Serafim/Av. Santa Rita</p>	<p>Rua urbanizada, com predomínio de lojas comerciais e fluxo intenso apenas durante o dia.</p>	

<p>17. Praça do Rosário (próximo ao ponto de táxi)</p>	<p>Praça urbanizada na área central da cidade, cobertura com blocos e fluxo de pessoas e veículos intenso apenas durante o dia.</p>	
<p>18. Praça Mário del Giudice (próximo ao moreiras)</p>	<p>Praça com fluxo intenso durante o dia e predomínio de lojas de comércio. Cobertura com blocos.</p>	
<p>19. Rua Arthur Bernardes (calçada)</p>	<p>Predomínio de lojas comerciais e fluxo intenso apenas de pessoas durante o dia. Cobertura pedra portuguesa (calcários)</p>	
<p>20. Rua Benjamim Araújo (próximo ao supermercado viçosense)</p>	<p>Cobertura de asfalto, com uso predominantemente comercial e fluxo de veículos e pessoas mais intenso apenas durante o dia).</p>	

## 5. Condição sinótica no mês e nos dias de experimento de campo.

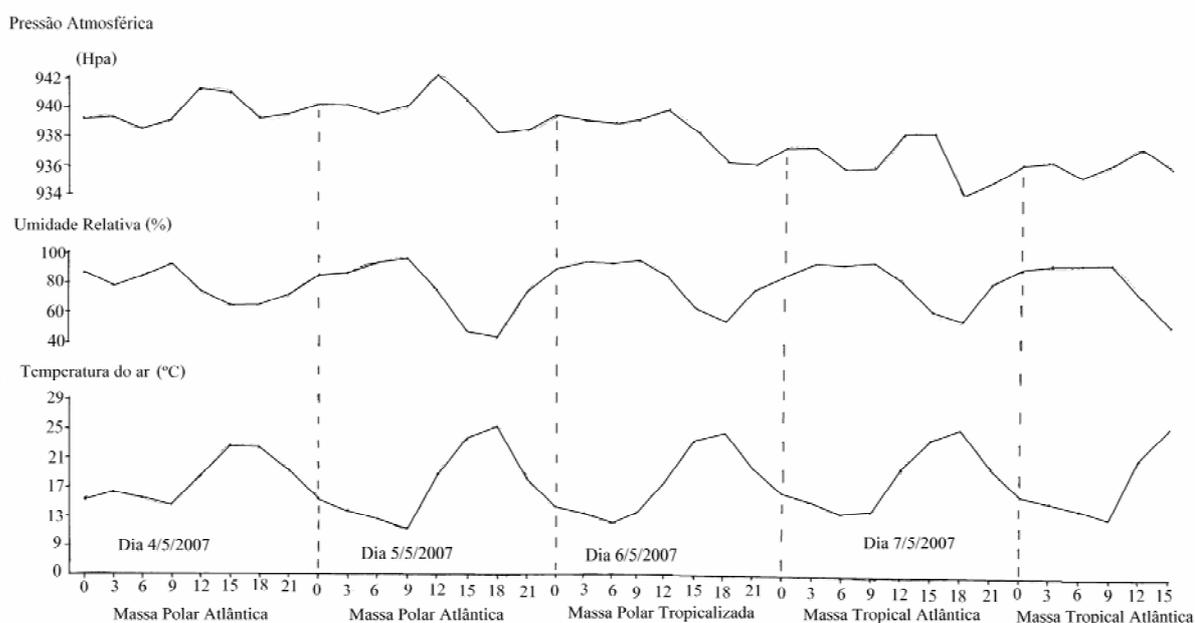
O mês de maio foi marcado pela forte atuação dos sistemas extra-tropicais, totalizando seis que atingiram a região sul do Brasil, além disso, este mês apresentou a indicação do estabelecimento do fenômeno La Niña no Pacífico Equatorial Leste, onde houve expansão das águas mais frias.

As anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) ao atingirem  $-3^{\circ}\text{C}$  próximo à costa do Equador e norte do Peru, influenciaram na intensificação da atividade do jato subtropical, que contribuiu à maior atuação dos sistemas frontais e das massas de ar frio na região Sul do Brasil (INFOCLIMA, 2007).

Por conta desta maior atuação das massas de ar frio, os Estados do Acre e Rondônia, registraram episódios de friagem. Na Região Sudeste, destacou-se a ocorrência de totais de precipitação inferiores a 50 mm e a baixa umidade relativa do ar. A umidade atingiu 19% em Uberaba-MG, no dia 2, e 22% em Brasília-DF, no dia 14.

De acordo com a análise rítmica, em relação aos dias 4 e 7 de maio, no município de Viçosa, visualizada na figura 10, a atuação de uma massa de ar extra-tropical (massa polar atlântica), no dia 4 que permaneceu até o dia 5.

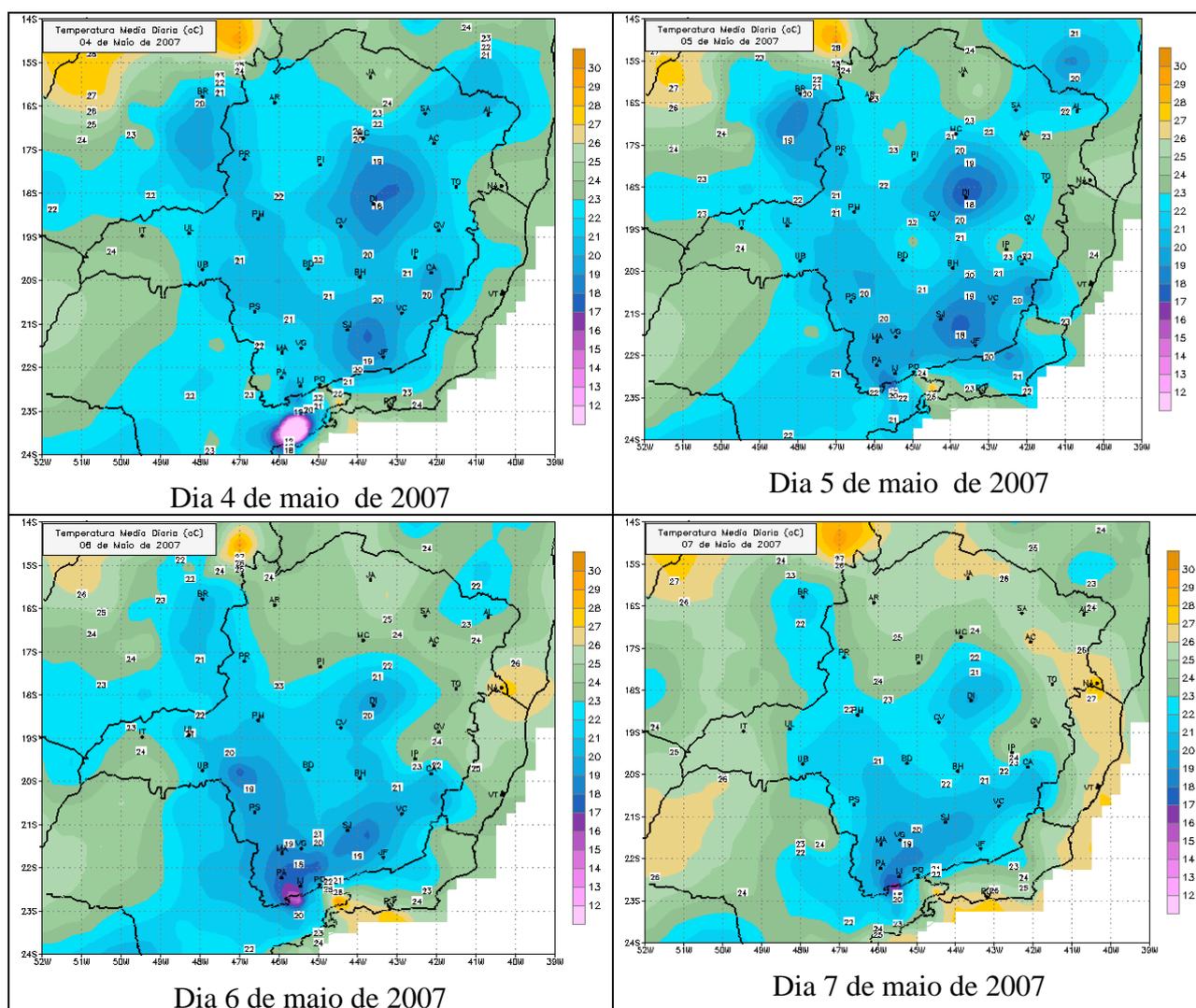
Figura 10. Análise Rítmica do Município de Viçosa-MG



Fonte: INMET (2007)

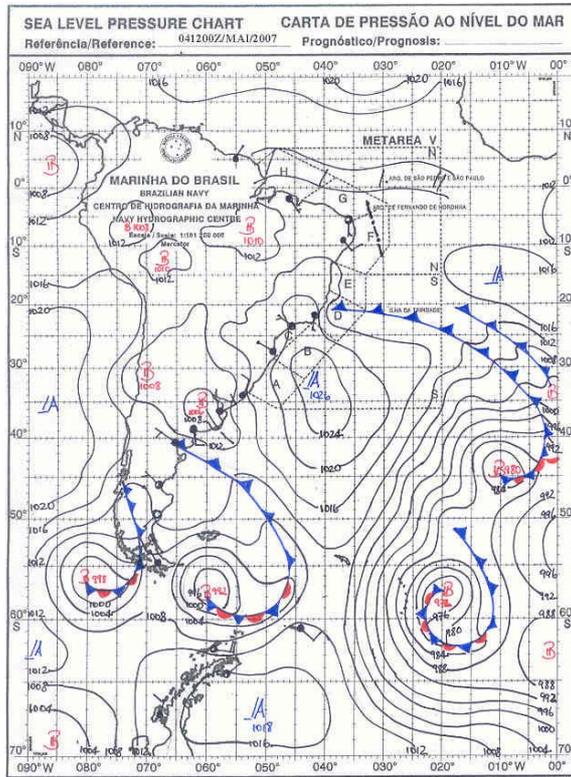
No dia 6, a mesma está em processo de tropicalização e no dia o sistema é de uma massa tropical atlântica. E tal mudança é corroborada pelo declínio da linha de pressão atmosférica, que oscilou de 940 hpa no dia 4 de maio para 934 no dia 7 do mês corrente, corroborando para mudança de sistema. Tal mudança pode ser visualizada na figura 11, que mostra o comportamento térmico do Estado de Minas Gerais e demonstra que o campo térmico ao nível estadual estava sofrendo um aquecimento, que pode ser percebido pela substituição da coloração azul dos dias 4 e 5 de maio, representado pelos valores de 17 a 22 °C para uma tonalidade de verde escuro, que representa uma temperatura na casa de 23 a 25°C. Tal comportamento, é consequência da atuação de sistemas sinóticos extra-tropicais (massa polar atlântica) nos dias 4 e 5 e tropicais nos dias 6 e 7, conforme a figura 12.

Figura 11. Campo térmico no Estado de Minas Gerais.

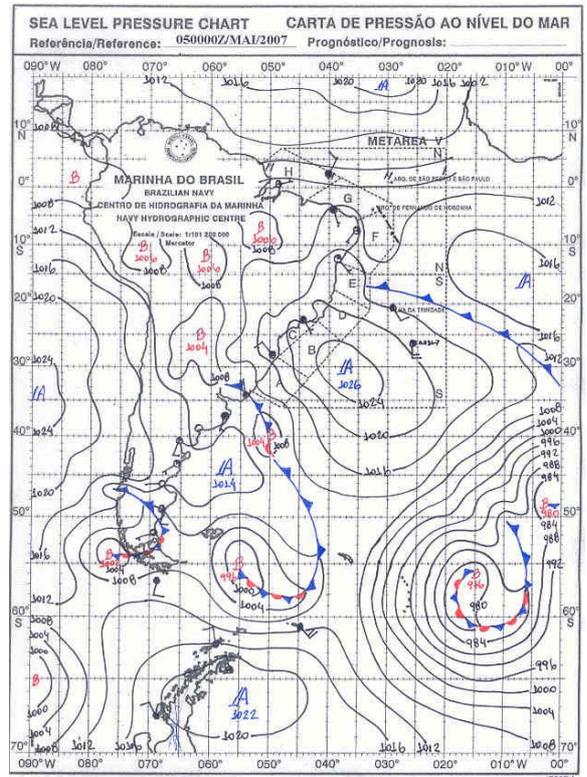


Fonte: Simge (2007)

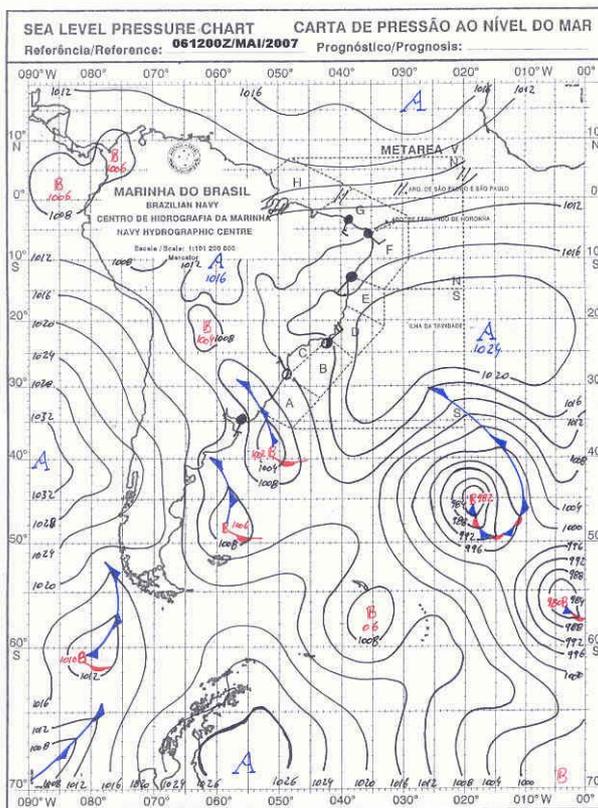
Figura 12. Cartas sinóticas na América do Sul para os dias de experimento.



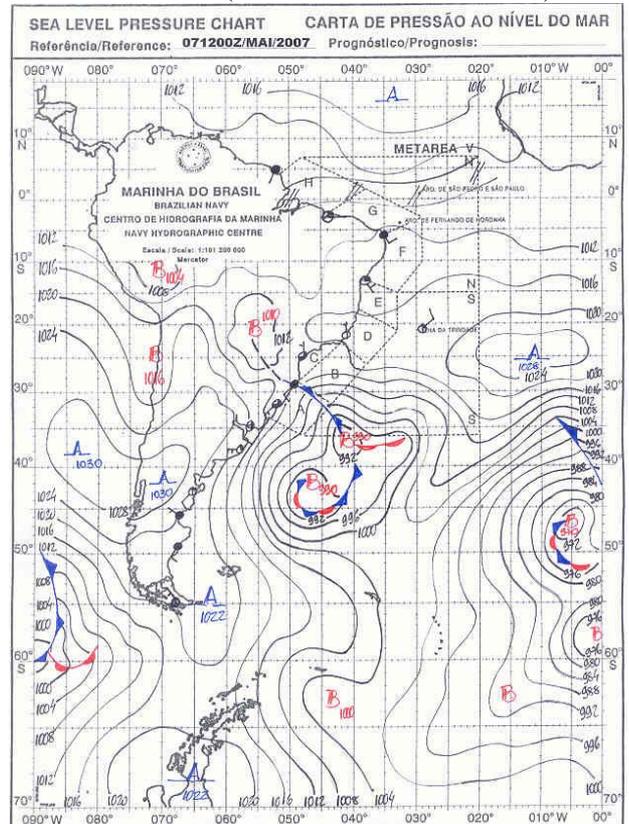
Dia 4/5/2007 - (9 horas - Horário de Brasília).



Dia 5/5/2007 (9 horas - Horário de Brasília).



Dia 6/5/2007 (9 horas - Horário de Brasília).



Dia 7/5/2007 (9 horas - Horário de Brasília).

Fonte: DHN (2007)

## 6. O campo térmico na área central de Viçosa.

Depois de realizados os trabalhos de campo, os dados obtidos foram convertidos em mapas de intensidade de temperatura. O processo de mapear utilizando os valores absolutos registrados, pois como se sabe as temperaturas do ar dentro da cidade não são uniformes até mesmo dentro de um quarteirão. Além disso, ao mapear com os valores absolutos estaria afirmando que as regiões mapeadas estariam dentro de uma faixa que não poderia estar.

Mas, como o mais importante para nós era encontrar os fatores controladores do campo térmico, a intensidade, que é fruto da relação entre o ganho e perda de energia, esta se torna mais confiável, na medida em que, os objetos físicos sobre o espaço geográfico, apresentam uma constante na relação com o balanço de energia.

Isto posto, inicializar-se-á as análises dos levantamentos episódicos de campo térmico para estação de outono.

### 6.1. Experimento de Campo do dia 4 de maio de 2007

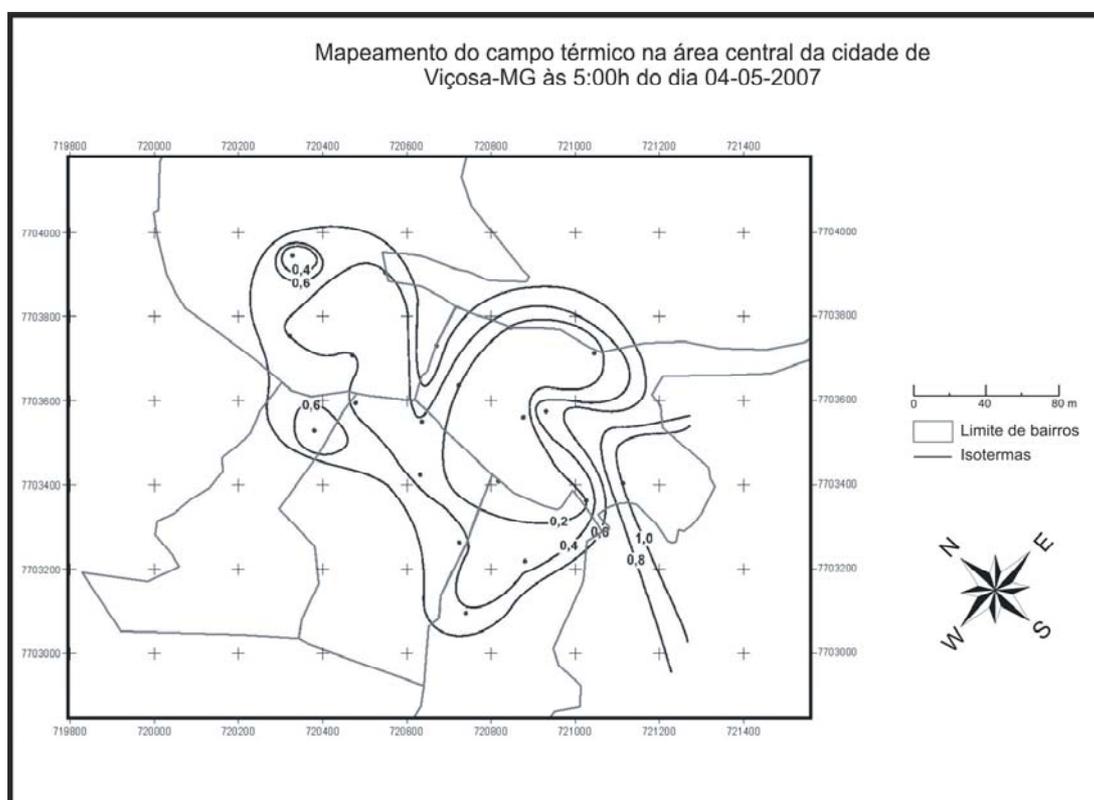
O campo térmico às 5 horas da manhã (figura 13) apresentou um gradiente térmico com fraca magnitude com temperaturas oscilando entre 0°C e 1,0° C. Nas proximidades dos pontos 5, 18 e 19 registraram-se as menores temperaturas, e uma intensidade fraca com valor de 0,2°C. Já nas áreas, localizadas na porção sudeste, onde se encontra o ponto 1 e 16, a intensidade chegou a 1°C. Cabe lembrar que neste horário o fluxo de pessoas e veículo é muito baixo. E ao longo da noite anterior ao ar frio da brisa de montanha foi drenado para a parte baixa do vale, onde se localiza a área de estudo em questão.

Às 12 horas o campo térmico (figura 14) mudou sua configuração apontando os pontos 2 e 18 com intensidade que atingiram os 6,0°C e no ponto 16 que chegou aos 4,0°C. Verifica-se que estes pontos que apresentaram as maiores diferenças térmicas, são aqueles onde as atividades humanas acontecem com maior intensidade neste horário, na medida em que, o fluxo das ruas é intenso tanto de pessoas, como de veículos. Além disso, cabe salientar, que de acordo com a orientação das encostas, neste horário o sol ilumina toda a extensão do vale do rio São Bartolomeu, na altura da P. H Rolfs, que compreende a faz que vai das 4 pilastras até o Hospital São Sebastião. Nesse

sentido, pode-se dizer que a localização do núcleo de calor de maior intensidade está associada a fatores de ordem natural e humana, visto que o ponto 2 se localiza numa área de entroncamento viário, de grande significado para o trânsito, pois é sua porta de entrada. Além disso, este local apresenta prédios mais baixos, que aqueles no início da P. H Rolfs, próximo da UFV e há um alargamento das ruas, o que favorece a maior chegada de radiação solar a este local.

Já às 19 horas, o campo térmico (figura 15) apresentou as diferenças mais baixas atingindo 1,2°C ao longo dos pontos 1, 2, 4, e 6, que compreende áreas próximas a encosta nordeste do vale.

Figura 13

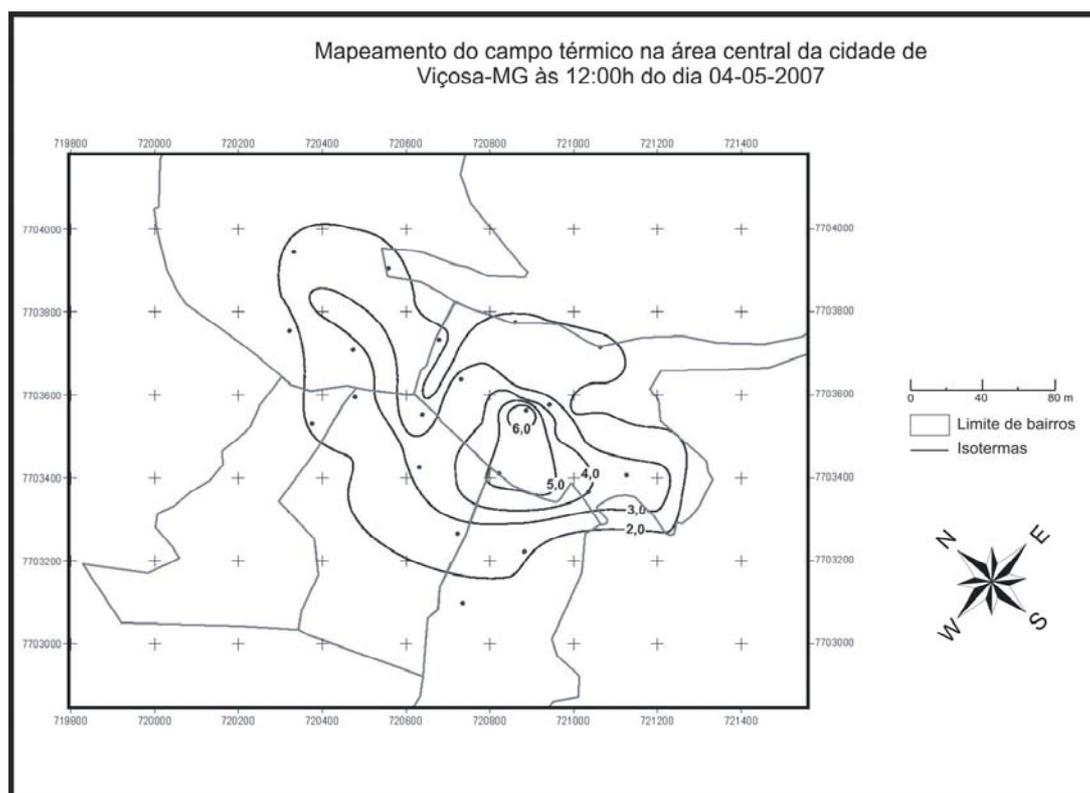


Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

Em relação a taxas de aquecimento, pode-se perceber que os pontos 2 e 17, registraram os maiores valores, com 2,11°C<sup>-h</sup> e 2,05°C<sup>-h</sup>, respectivamente, por estarem em áreas mais abertas, do que por exemplo o ponto 18, que embora esteja localizado entre os pontos 2 e 17, apresenta um maior sombreamento decorrente das edificações, o que justifica o seu valor ser mais baixo, na casa de 1,62°C<sup>-h</sup>.

De maneira geral, pode-se dizer que o comportamento do campo térmico às 12 horas foi fortemente influenciado pelas taxas de aquecimento, uma vez que os pontos 2 e 17 apresentaram as maiores intensidades e comungam da uma menor densidade de edificação, o que não dificulta a chegada da radiação solar.

Figura 14.



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

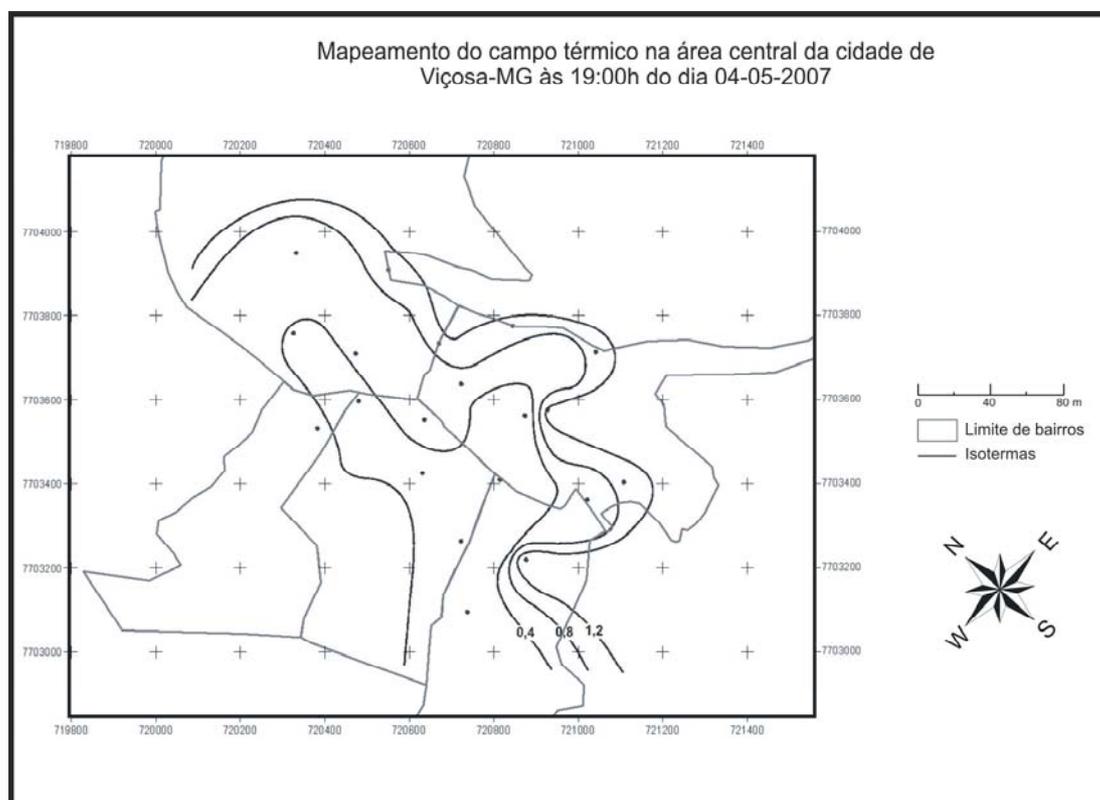
Em relação à taxa de resfriamento, constatou-se que os pontos de mensuração com maiores valores do índice de resfriamento se localizaram na área com menor intensidade de ilha de calor, com  $0,4^{\circ}\text{C}$ , como se pode observar na figura 15 a seguir. Essa área se caracteriza por um tipo de uso mais residencial, compreendendo os bairros de Lourdes, Ramos e o Centro 3, onde fica a encosta oeste do ribeirão São Bartolomeu.

Ainda referente às taxas de resfriamento, pode-se verificar que os pontos 2 e 17, que apresentaram as maiores taxas de aquecimento, foram os mesmos que apresentaram um maior ritmo de perda de energia noturna, na faixa de  $1,47^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$  e  $1,48^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$ , respectivamente. Todavia, isto não significou que os mesmos tivessem as mesmas

intensidades de ilha de calor. O ponto 17 ficou com uma intensidade inferior a  $0,4^{\circ}\text{C}$ , enquanto o ponto 2 apresentou um valor de  $1,2^{\circ}\text{C}$ .

Embora apresentassem índices de resfriamento semelhantes, a temperatura às 12 horas entre os dois pontos registrava uma diferença de  $0,9^{\circ}\text{C}$ . E essa diferença se manteve até às 19 horas. Acredita-se que tal diferença pode estar vinculada ao tipo de calçamento. O ponto 2 apresenta um calçamento de asfalto, enquanto o 17 são blocos de concreto, embora ainda seja preliminar tal afirmativa.

Figura 15.



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

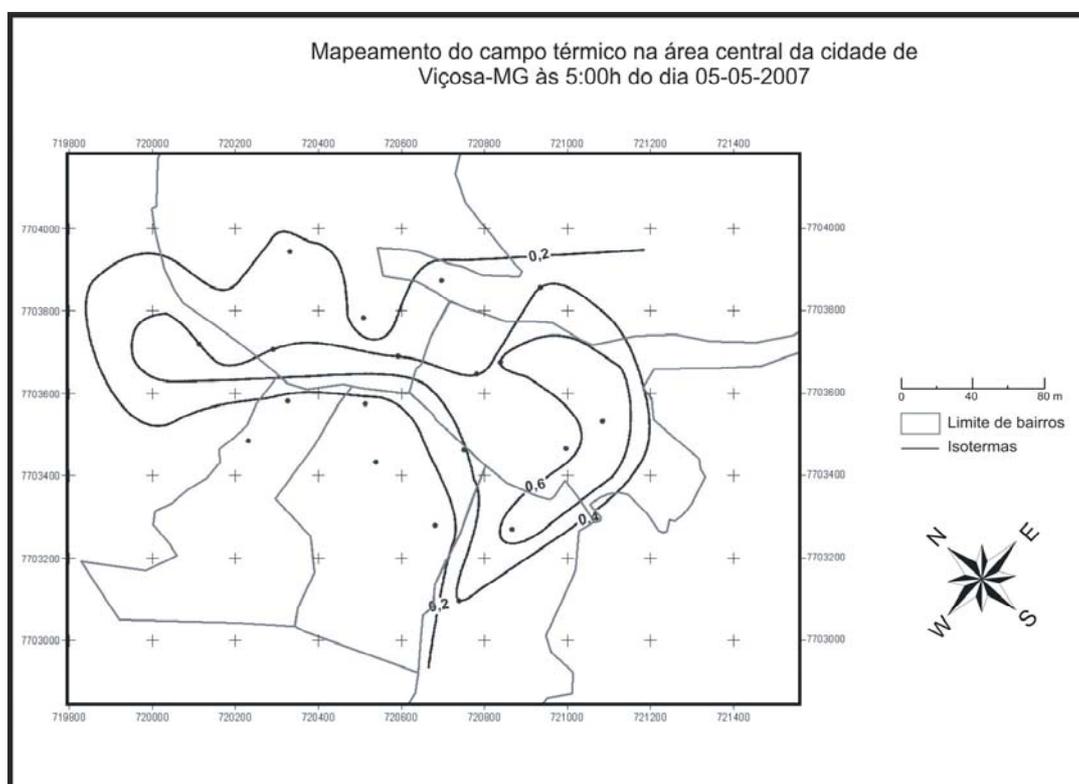
## 6.2. Experimento de Campo do dia 5 de maio de 2007

Às 5 horas da manhã o campo térmico (figura 16) apresentou uma configuração em forma de uma ilha ao longo dos pontos 2, 3, 15 e 16 com intensidade baixa registrando  $0,6^{\circ}\text{C}$ , quanto à configuração espacial, o núcleo mais aquecido se manteve

na mesma área. No entanto, os pontos de menor temperatura não são coincidentes, ficando agora nas áreas limites do centro.

Às 12 horas (figura 17) a intensidade máxima da ilha de calor foi  $3,0^{\circ}\text{C}$ , valor este 50% inferior ao mesmo horário do dia anterior para o mesmo ponto 2. A explicação para tal fato pode ser encontrada na dinâmica dos fluxos urbanos, uma vez que o dia 5 foi um sábado, onde a maioria das lojas de comércio da área central de cidade fecham suas portas às 12 horas. Como as medições foram feitas entre 12h e 12h50 o fluxo de veículos e de pessoas já estava em um fluxo decrescente.

Figura 16.



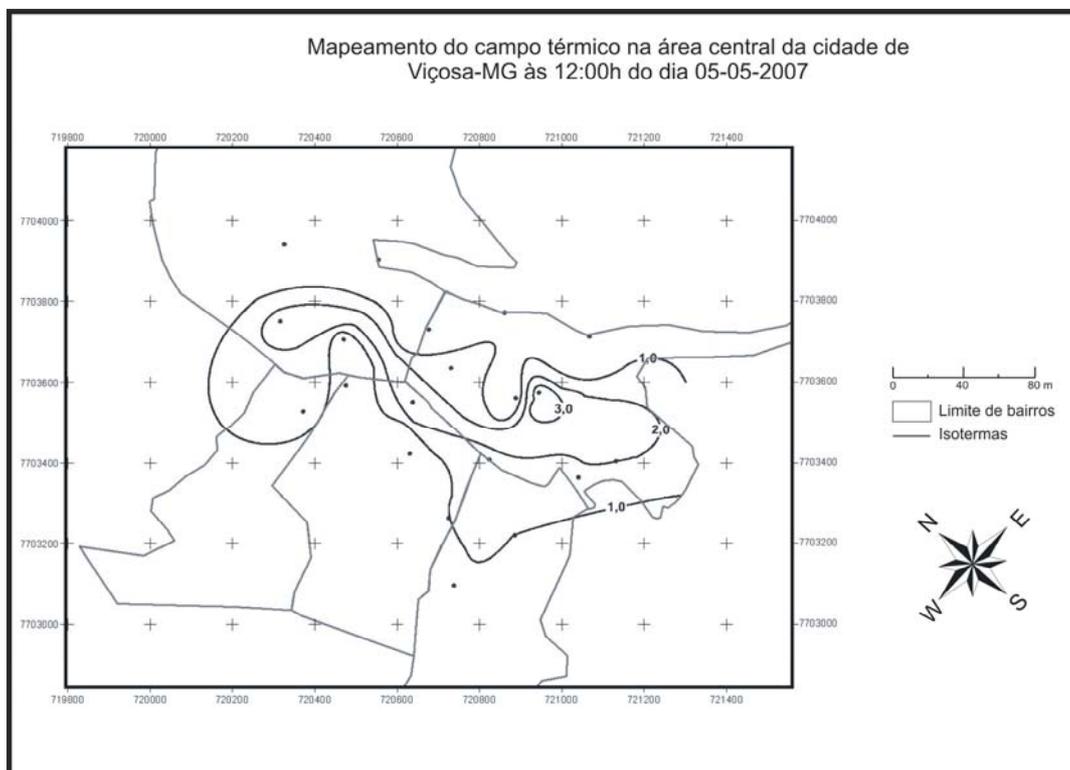
Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

No terceiro horário do dia (figura 18), na área central se localizou as menores intensidades, de  $0,2^{\circ}\text{C}$  de intensidade. Já as temperaturas com medidas mais altas se concentraram ao longo dos pontos 1 e 15 com intensidade registrada de  $1,2^{\circ}\text{C}$ .

Ao comparar os valores das taxas de aquecimento do dia 5 com o dia 4, o ponto 2 continuou a apresentar a maior taxa de aquecimento, cujo o valor era de  $2,42^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$ , seguido pelos pontos 10, 8 e 17, com taxas de  $2,40^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$ ,  $2,34^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$  e  $2,25^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$ , respectivamente. Mais uma vez se verificou que o núcleo de intensidade máxima da ilha

de calor coincidiu com o ponto de maior aquecimento, neste caso, o ponto 2 a diferença entre os dias 4 e 5 refere-se a intensidade, que no caso foi de 3°C, no dia 5 e 6°C, no dia 4.

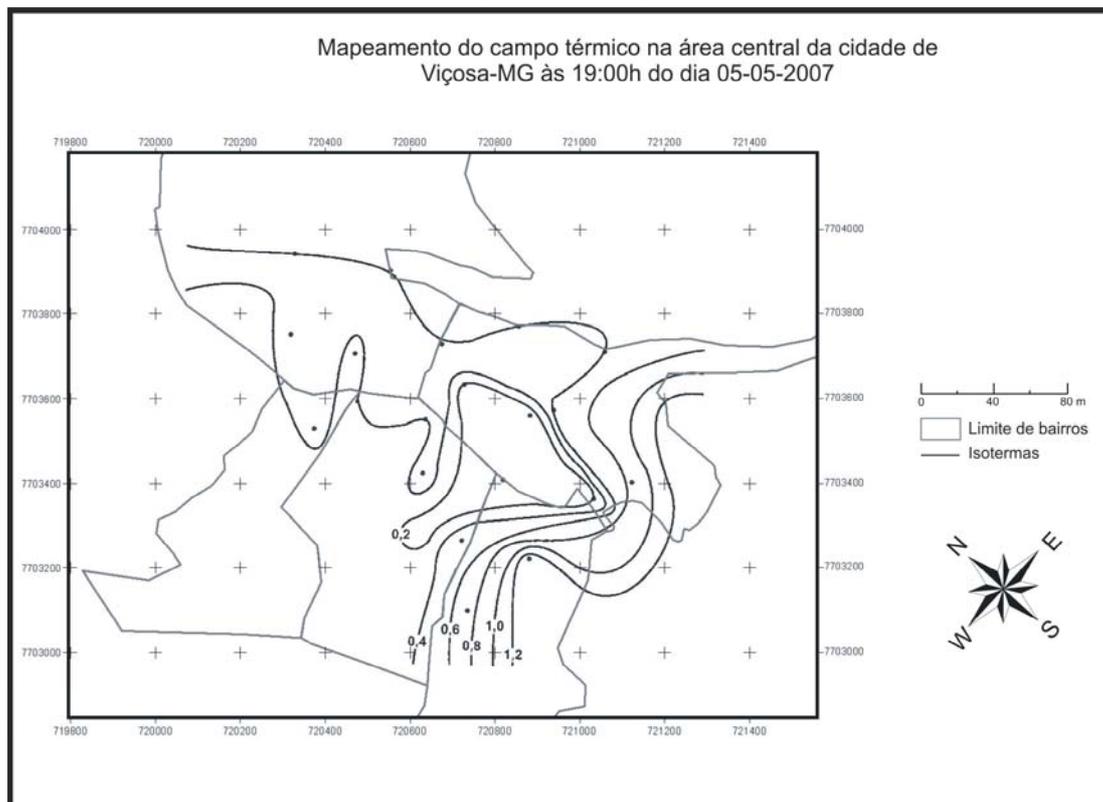
Figura 17.



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

Quanto às taxas de resfriamento, as mesas apresentaram o mesmo comportamento do dia anterior, o que acabou refletindo numa espacialização do campo térmico às 19 horas muito semelhante. Embora as escalas de intervalos dos mapas do dia 4 e 5 sejam um pouco diferentes, se considerarmos ambos com a escala de 0,4°C, poderá perceber o grande semelhança entre ambos. Cabe salientar que o tempo atmosférico para ambos os dias é o mesmo, o que explicaria o mesmo comportamento espacial.

Figura 18.



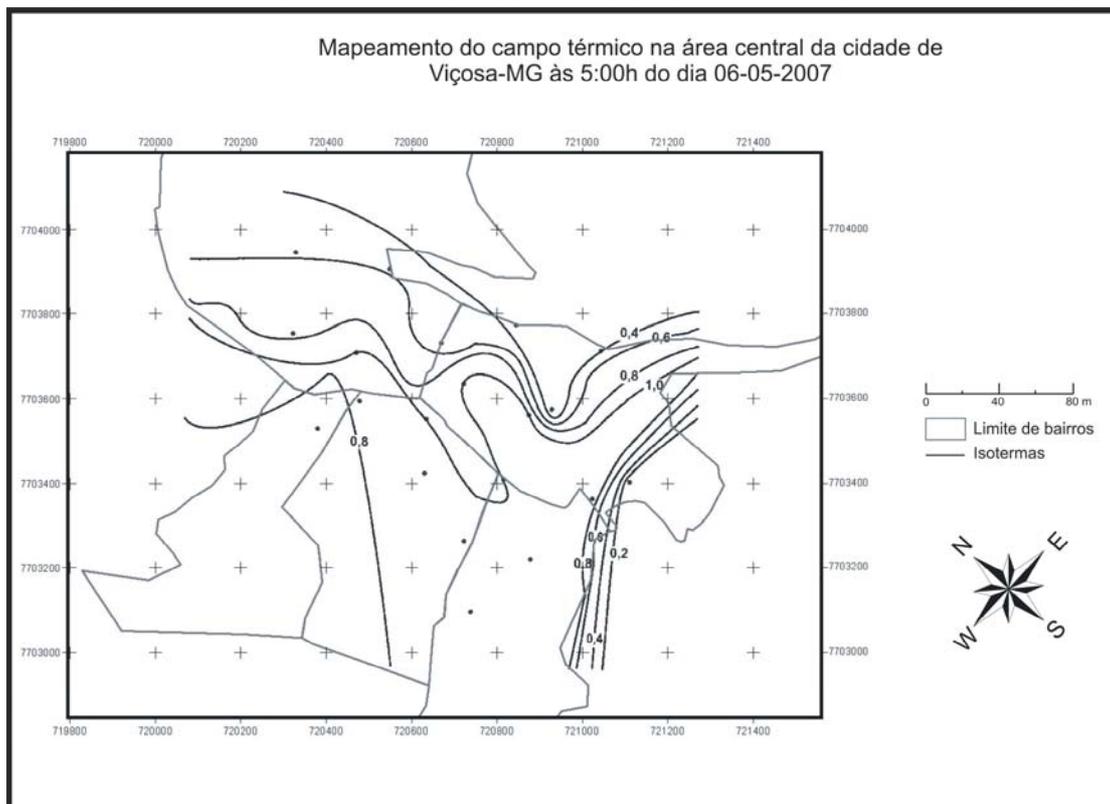
Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

### 6.3. Experimento de Campo do dia 6 de maio de 2007

Neste dia, um fato importante ocorreu na condição do tempo. Uma vez que o sistema produtor de tempo, não mais era a Massa Polar Atlântica, mas uma Massa Polar Tropicalizada, com características de transição para a massa tropical atlântica. Em consequência disso, o campo térmico às 5 horas da manhã já apresentou uma configuração espacial distinta aos dias 4 e 5.

Inicialmente, os pontos de maior intensidade de ilha de calor pela manhã (figura 19) se localizaram nos pontos 11, 12, 13, 14, 15, 17 e 18, que ficaram entre 0,8°C e 1°C, formando uma mancha que se estendia para parte oeste e sudoeste da área central. Enquanto nos dia 4 o núcleo o de calor se situava na porção sudeste e no dia 5 na porção centro-sudeste.

Figura 19.

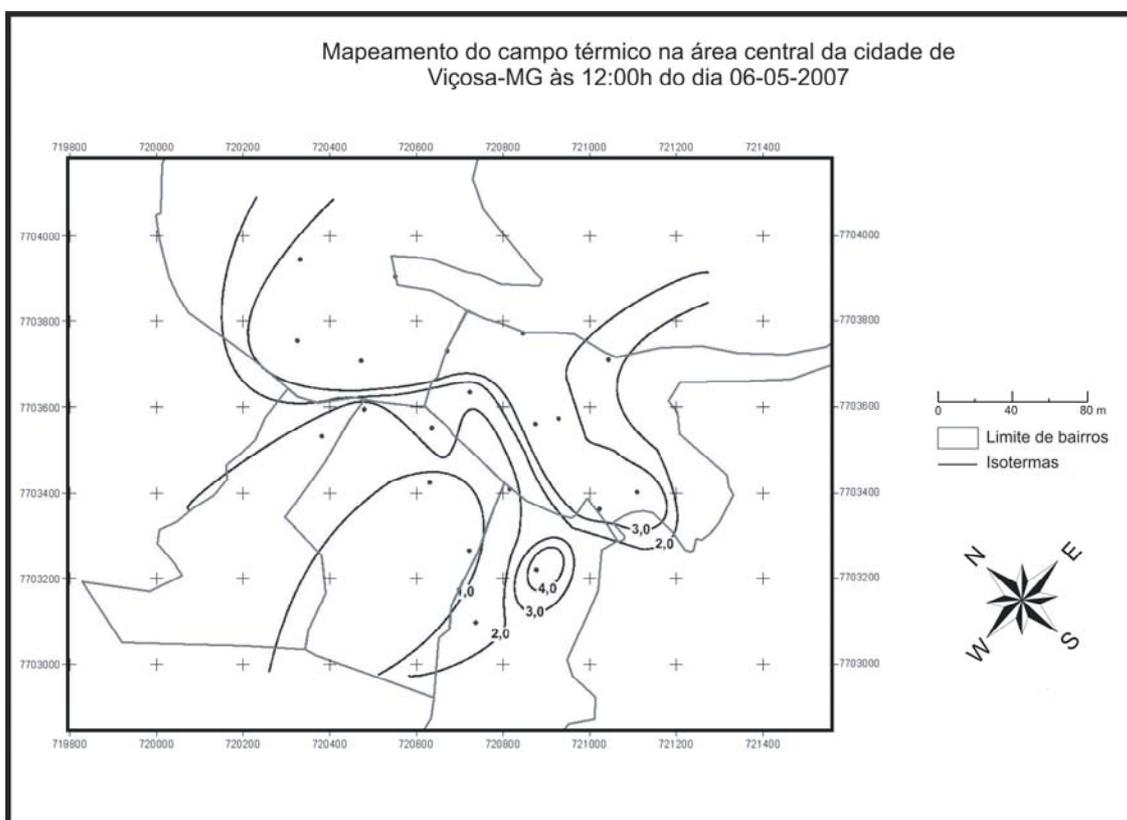


Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

Às 12 horas (figura 20) intensidade se constituiu em um núcleo isolado de  $4,0^{\circ}\text{C}$  situado no ponto 15 e também numa extensa faixa que se estendeu por toda margem direita do Ribeirão São Bartolomeu até a encosta compreendendo os pontos 3, 4, 6 e 7.

Em relação às taxas de aquecimento os pontos 15, 10, 19 e 9, com  $2,11^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$ ,  $1,87^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$ ,  $1,78^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$  e  $1,77^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$ , respectivamente, foram os que apresentaram a maior velocidade de aquecimento. Assim como nos dias 4 e 5, os núcleos de calor mais uma vez foram os pontos de maior taxa de aquecimento. No entanto, a diferença desta vez se reporta a localização do núcleo de calor, que no dia 6 às 12 horas se encontra deslocado para porção oeste, onde se localiza o ponto 15.

Figura 20.

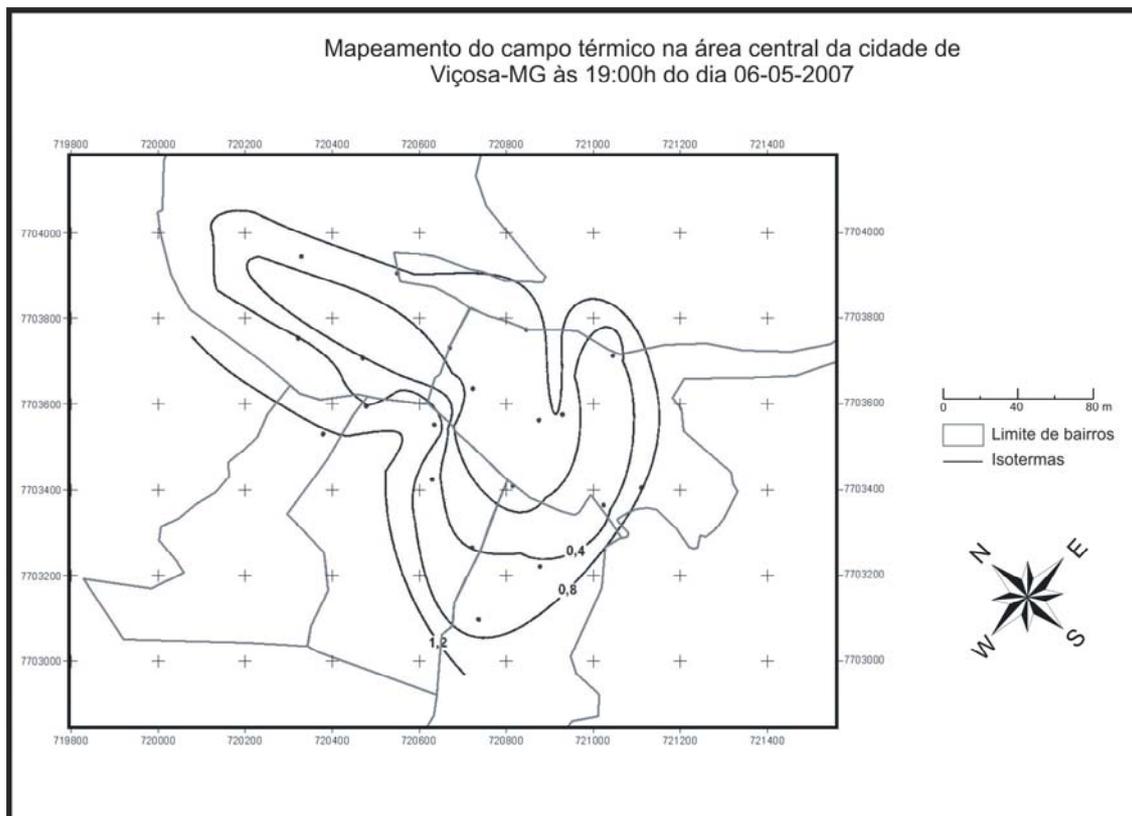


Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

Às 19 horas a área central (figura 21) apresentou uma espacialidade com gradiente térmico com variações mais baixas. As áreas de maior intensidade ficaram localizadas na porção oeste das áreas central, que se situa próximo aos pontos 9 e 14, com intensidade de  $1,2^{\circ}\text{C}$ , enquanto os localizados nas proximidades da praça do Rosário, registraram as menores intensidades.

Os pontos 15, 19 e 10 com maior taxa de resfriamento foram coincidentes aos pontos de maior taxa de aquecimento, exceto o ponto 9, que registrou o núcleo de maior calor à noite, com  $1,2^{\circ}\text{C}$ , conforme dito no parágrafo anterior.

Figura 21.



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

#### 6.4. Experimento de Campo do dia 7 de maio de 2007

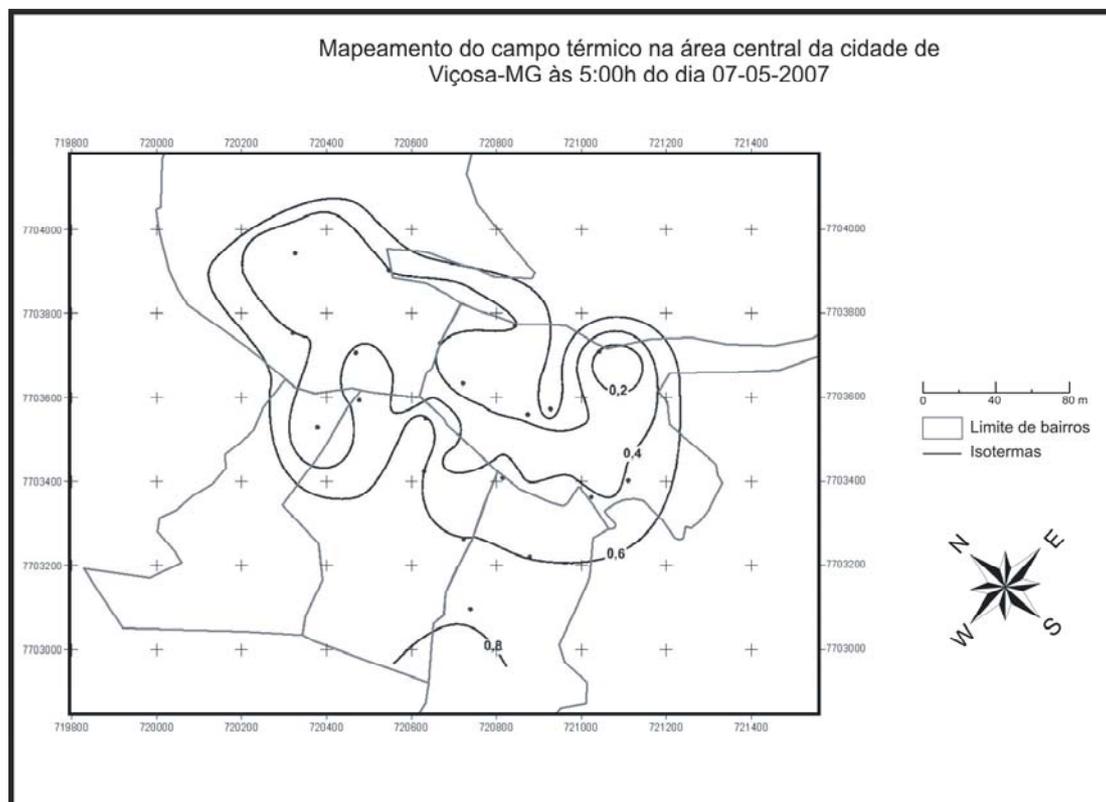
No primeiro horário (figura 22) o ponto 3 apresentou a menor diferença térmica com intensidade de  $0,2^{\circ}\text{C}$ , seguido por um núcleo secundário de  $0,6^{\circ}\text{C}$ , que circunda ilha circundou toda a área central ao longo das vertentes leste e oeste.

A configuração espacial do campo térmico, neste dia 7 se aproxima e muito com o do dia 4, quando também estava sob o predomínio de um anticiclone, só que de origem extra-tropical (massa polar atlântica). Já no dia 7 o anticiclone predominante é o semi-fixo do oceano atlântico (massa tropical atlântica), que embora tenha características distintas, são sistemas produtores de estabilidade de tempo, o que permite que a circulação de brisas atue de maneira mais significativa.

Tanto assim, que no primeiro horário, tanto no dia 4, quanto no dia 7, as menores intensidades se localizam no eixo central do vale o rio São Bartolomeu, o que demonstra que a circulação de brisa de montanha ao longo da madrugada, determine a configuração espacial do campo térmico, durante o horário das 5 horas, onde se espera que se alcance a menor temperatura do dia, pois estamos próximo do momento das

menores emissões de radiações de onda longa (radiação terrestre), que se situa próximo ao nascer do sol.

Figura 22.



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

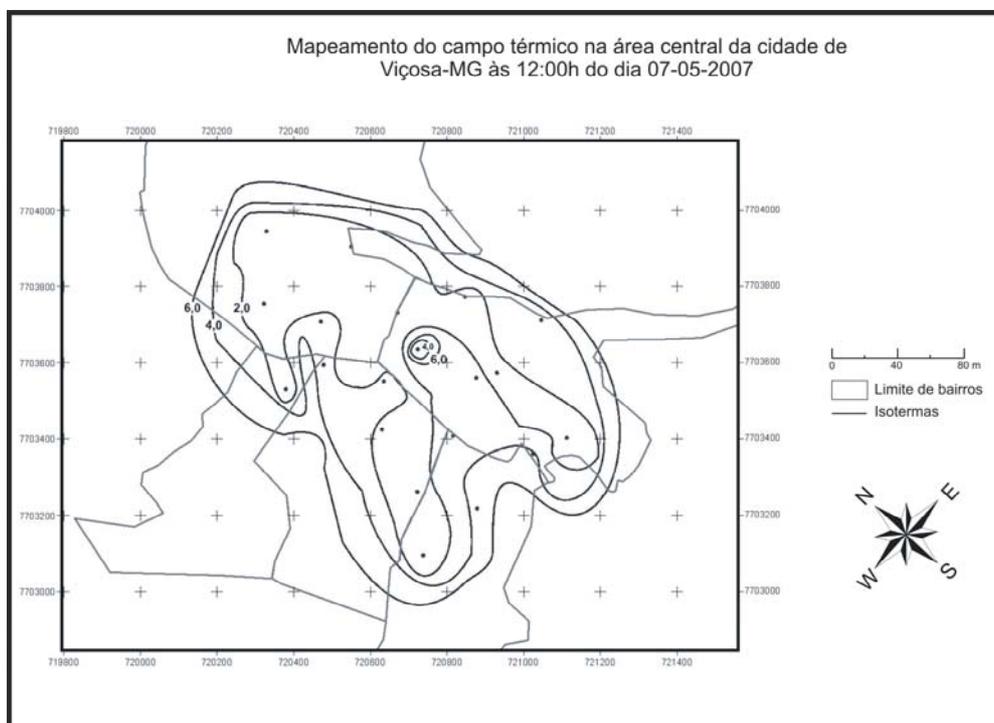
No segundo horário (figura 23), o campo térmico sofreu uma influência da forte variação da nebulosidade ao longo da medida. Por conta disso o ponto 19 foi o local de maior intensidade da ilha de calor com  $6^{\circ}\text{C}$ . Enquanto o ponto 2, que sempre esteve entre o primeiro e o segundo ponto de maior intensidade ao longo dos outros dias, registrou uma intensidade de  $1,7^{\circ}\text{C}$ .

Todavia, cabe ressaltar, que mesmo numa condição de maior estabilidade não se pode dizer que o ponto 2 registraria a maior intensidade de ilha de calor, uma vez que, sempre o ponto de maior ritmo de aquecimento fora o local central da ilha de calor, como ocorreu desta vez com o ponto 19, localizado no calçadão que registrou  $2,52^{\circ}\text{C}^{-\text{h}}$  de taxa de aquecimento.

No terceiro horário (figura 24), a área central, que compreende aos pontos 2, 10, 17 e 18, apresenta a menor temperatura, ou seja, abaixo de  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Enquanto na porção

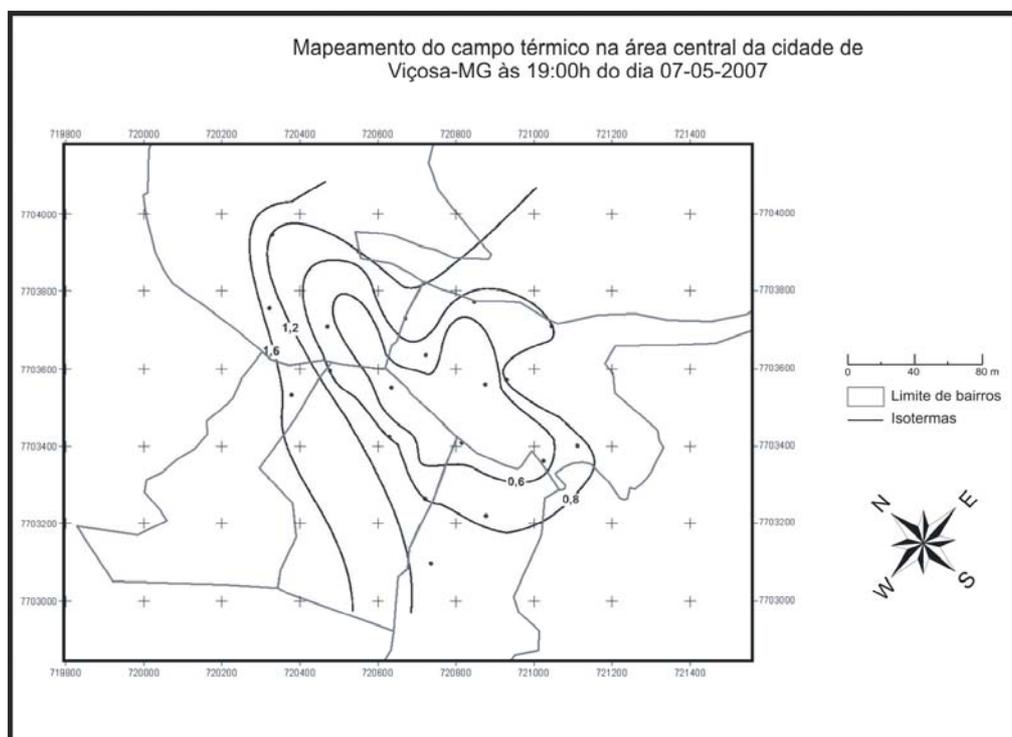
noroeste, onde se situam os pontos 8 e 9, localizaram-se as maiores intensidades da ilha de calor, com  $1,6^{\circ}\text{C}$ .

Figura 23.



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

Figura 24.



Organizado por Jaime Augusto Alves dos Santos (2007)

De acordo com resultados encontrados ao longo do trabalho pode-se dizer que a técnica de transetos móveis foi significativa importância para os levantamentos de temperatura do ar. Assim como foi verificado nos estudos de Zamparoni e Lombardo (1995), e Amorim (2005).

No entanto, diferentemente, dos mesmos utilizou-se a técnica não para se mensurar ao longo de um percurso com distintos tipos de usos do solo, mas ao longo de um circuito, a fim de possibilitar, posteriormente, a realização de um mapeamento do campo térmico, a fim de analisar os comportamentos ao longo do tempo e do espaço.

Em razão das especificidades da área de estudo e da carência de infra-estrutura logística para a realização do campo, resolveu-se lançar mão do uso da bicicleta como instrumento multiplicador de pontos de coleta, assim como utilizado por Melhuish e Pedder (1996), para a cidade de Reading no Canadá.

Apesar de ser um instrumento que pode apresentar uma série de interferências ao aparelho, não se identificou forte influência no conjunto de dados, que se mostrou consistente. Por conta disso, constatou-se que a utilização da bicicleta serviu aos propósitos do trabalho de pesquisa, principalmente, por se tratar uma área de extensão reduzida.

Quanto aos resultados referentes as intensidades de ilhas de calor, pode-se dizer, que os mesmos foram semelhantes aos de Fialho e Imbroisi (2005), que identificaram a maior intensidade da ilha de calor à tarde, assim como uma forte influência da condição do tempo, na determinação do campo térmico.

Em relação as intensidades da ilha de calor, a área central de Viçosa apresentou maior intensidade do que no alto rio Joana (FIALHO; IMBROISI, 2005), para o horário da tarde, que chegou a 6°C. Porém em relação ao Birigui, a intensidade foi inferior, na medida em que alcançou 1,6° para 4 e 6°C para Birigui, às 20 horas, que apresenta uma população de cerca de 100.000 habitantes.

## Conclusões

1. O campo térmico se mostrou influenciável de acordo com os sistemas produtores de tempo.
2. A ilha de calor noturna apresentou baixa intensidade em razão da influência da brisa de montanha durante o predomínio de sistemas anticiclônicos.
3. Os núcleos de calor no horário da tarde são coincidentes com os pontos de maior taxa de aquecimento. E também nos pontos que apresentaram a maior taxa de aquecimento, quase sempre apresentaram maior taxa de resfriamento.
4. O ritmo das atividades semanais influenciou no comportamento do campo térmico à mediada em que em função da influência os núcleos de calor apresentam uma variabilidade espacial entre a sexta-feira e o domingo.
5. A ilha de calor durante todos os dias de experimento de campo apresentou uma mobilidade espacial.
6. Embora se diga de acordo com a literatura que as áreas mais verticalizadas apresentem o centro dos núcleos de calor. Observamos neste trabalho que não há uma relação positiva para todos os dias de experimento de campo. Visto que os núcleos de intensidade de ilha de calor se apresentaram em pontos com menor verticalidade no segundo horário.

## Referências Bibliográficas

AB´SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2003, 159p.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor em Birigui-SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 119-150, 2005.

AMORIM, M.C.C.T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 378f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – FFLCH – USP, SP, 2000. 378f.

BROWN, G. Z.;DEKAY M. **Sol, Vento e Luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Traduzido por: Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra. 2 ed. Porto Alegre: Bookman,2004, 415p.

CPTEC. Previsão do tempo. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/infoclima/>. Acesso em 11 jun. 2007

DANNI, I. M. A ilha térmica de Porto Alegre: contribuição ao estudo do clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**. Porto Alegre, n. 5, p. 33-48, 1980

FIALHO, E. S.; BRANDÃO, A. M. P. M. Particularidades do clima do Rio de Janeiro: O caso da ilha do Governador. in: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 4., 2000, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2000. cd-rom

FIALHO, E. S. **Análise Temporoespacial do Campo Térmico na Ilha do Governador-RJ em situações sazonais de verão e inverno**. 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza-Instituto de Geociências da UFRJ. RJ, 2002.

FIALHO, E. S.; IMBROSISI, E. G. A influência dos fragmentos verdes intra-urbanos no campo térmico no alto rio Joana-RJ. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., 2005, São Paulo, **Anais...** São Paulo: USP, 2005. cd-rom

HASENACK, H; FLORES, F. E. V. O ambiente urbanizado e o clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**. Porto Alegre, n. 19, p. 57-90, 1994.

INMET. **Previsão do tempo**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em 11 jun. 2007

INFOCLIMA. **Boletim de Informações Climáticas**. São José dos Campos, v. 14, n. 6, 2007.

LANDSBERG, H. E. O Clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, v. 18, p. 95-111, 2006.

LOMBARDO, M. **Ilha de calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985, 244p.

LUCENA, A. J. **O clima urbano de Bangu no contexto do clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. 91f. Monografia (Bacharel em Geografia) – Curso de Geografia – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

MELHUIISH, E. and PEDDER, M. **Observing an urban heat island by bicycle**. *Weather*. London, v. 53, n. 4, p.121-128, 1998.

MICHALKA JUNIOR, C. A inserção do ambiente construído no ambiente natural. in: ROSSI, A. M. G. (org.). **Ambiente construído: Reflexões sobre o desenvolvimento urbano sustentável**. Rio de Janeiro: AFEBA, p. 49-61, 2003, 136p.

MARSH, W. M. **Landscape planning: environmental applications**. 2ª ed. John Wiley & Sons. New York, 1991. 340p.

MONTEIRO, C. A de F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p.

MONTEIRO, C. A de F. O campo térmico na cidade de Florianópolis: Primeiros experimentos. **Geosul**. Florianópolis, v.5, n.9, p.20-60, 1990a

MONTEIRO, A. **O clima urbano do Porto**: contribuição para a definição das estratégias de planejamento e ordenamento do território. Fundação Calouste Gulbenkian–Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, Lisboa, 1997. 485p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA. Site oficial. Disponível em: [www.vicosas.mg.br](http://www.vicosas.mg.br), acesso em 13/07/2007.

POPE, A. M. G. et al. O campo térmico na bacia hidrográfica do Rio Rainha em situação sazonal de outono. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 5., 2002, Paraná, **Anais...** Curitiba: UFPR, 2002. cd-rom.

ROCHA, V. M. **Influência das atividades antrópicas no campo termohigrométrico do município de Viçosa-MG em situações sazonais de primavera no ano de 2006**. 2007. 75f. Monografia (Bacharel em Geografia) – Curso de Geografia – Departamento de Artes e Humanidades, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

ROSSI, F. A.; KRÜGER; E. L. Análise da variação de temperaturas locais em função das características de ocupação do solo em Curitiba. **Revista RAÍÇA**, Curitiba, n. 10, p. 93-105, 2005.

SANTOS, M. **Técnica, Espaço e Tempo**: globalização e meio-técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1994, 190p.

SANTOS, M. **Por uma Geografia Nova**: da crítica da geografia a uma geografia crítica. 4. ed. São Paulo: Hucitec 1996, 236p.

SEZERINO, M. L.; MONTEIRO, C. A. F. O campo térmico na cidade de Florianópolis: Primeiro experimento. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 5, n. 9, p. 20-60, 1990.

SILVA, L. A.; ABREU, M. L. O clima urbano. in: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 13., 2002, Paraíba, **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2005. cd-rom

SIMGE. **Mapas climáticos**. Disponível em: <http://www.simge.mg.gov.br/>. Acesso em 10 mai. 2007

TARIFA, J. R. Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP). **Geografia**, Rio Claro, v.2, n.4, p.59-80, 1977.

VESENTINI, J. W. **Sociedade e espaço: geográfico e do Brasil: livro do professor**. 44<sup>a</sup> ed. São Paulo: Ática, 2005. 544p.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, C.; SCHIFFER, S. R. (orgs.). **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: Fupam/Edusp, p. 169-243, 1999, 346p.

ZAMPARONI, C. A. G. P., LOMBARDO, M. A. As variações da temperatura e umidade relativa em cidades de pequeno porte em área tropical: Estudo de caso – Barra do Bugres e Tangará da Serra – MT. **Revista Mato-grossense de Geografia**, Cuiabá, v. 1, n. 0, p. 46-60, dez. 1995.