

VINICIUS MACHADO ROCHA

**INFLUÊNCIA DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS NO CAMPO
TERMOHIGROMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA-MG EM
SITUAÇÕES SAZONAIS DE PRIMAVERA NO ANO DE 2006**

VIÇOSA-MG
FEVEREIRO/2007

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

**INFLUÊNCIA DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS NO CAMPO
TERMOHIGROMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA-MG EM
SITUAÇÕES SAZONAIS DE PRIMAVERA NO ANO DE 2006**

Monografia apresentada à disciplina GEO 481 -
Monografia e Seminário - do curso de Geografia
da Universidade Federal de Viçosa como
exigência para obtenção do título de Bacharel.

Autor: Vinicius Machado Rocha
Orientador: Prof. Edson Soares Fialho

VIÇOSA-MG
FEVEREIRO/2007

Agradecimentos

Mais uma etapa da vida vencida. Depois de tantas noites em claro e boas doses de caféina me encontro sentado à frente do meu computador e pela primeira vez as palavras parecem desaparecer... Meus dedos permanecem imóveis... Fecho os olhos... Um divertido filme se passa em minha mente... Longos cinco anos... Muitas saudades... Choro... Olho para trás e sinto o gostoso sabor e a sensação do dever cumprido... É... Mais uma etapa da vida vencida...

Sei que nesse momento posso me esquecer de algumas pessoas, desde já peço desculpas se por ventura isso acontecer, mas agora quem escreve não é a razão e sim a emoção, e aparentemente sempre surge uma certa dosagem de amnésia aliada a esse sentimento, pelo menos em mim.

Tudo o que faço é pensando, primeiramente, nos meus pais, Joubert Paschoalino Rocha e Cornélia Machado Soares Rocha. Vocês são tudo em minha vida. Procuro seguir sempre os exemplos que me deram desde criança. Mais do que ninguém vocês merecem essa alegria, só tenho a agradecer o esforço que fizeram para que eu pudesse realizar o meu sonho. Amo vocês.

Agradeço ao meu irmão pelo companheirismo, a cumplicidade, a camaradagem, as brincadeiras e as gargalhadas, principalmente nos tempos em que moramos juntos em Viçosa. Aprendo muito com você Augusto.

A minha namorada Natália, pelo carinho, confiança, tranquilidade e, sobretudo, pela compreensão de minha ausência nos últimos tempos em função da pesquisa. Amo você Tatá, muito obrigado pela paz e a liberdade que me proporciona.

Ao meu orientador, Edson Soares Fialho, que desde o início colocou-se em prontidão para me ajudar, tanto na parte teórica quanto nos experimentos de campo, abrindo mão, até mesmo, dos momentos em que poderia estar com sua família. Valeu mesmo meu caro, não teria conseguido sem sua ajuda. Obrigado pela confiança, paciência e os puxões de orelha.

Aos professores André Luiz Lopes de Faria, do curso de Geografia do Departamento de Artes e Humanidades, e Elpídio Inácio Fernandes Filho, do Departamento de Solos, ambos da Universidade Federal de Viçosa, por terem cedidos os mapas utilizados no trabalho.

Ao Núcleo de Estudo de Planejamento e Uso da Terra (NEPUT), também do Departamento de Solos da UFV, onde estagiei no ano de 2006 no setor de Geoprocessamento e fiz muitas amizades.

Aos tios e tias: Jackson, Jansen, Leila e Lílian, que mesmo distantes sempre me telefonaram para me dar força nessa caminhada, obrigado pelo carinho. As minhas vovós Lila e Bertilha, pelas doces palavras de amor. Ao meu tio-avô Isaac, não pelas contribuições financeiras para a aquisição de livros e viagens a congressos, que foram extremamente importantes durante minha vida acadêmica, mas principalmente pela presença à mesa nos almoços de domingo na casa de meus pais, alegrando o ambiente.

Aos que muito queriam e se esforçaram para me ver formando, mas que pela vontade de Deus não se encontram mais presentes no meio de nós, o meu muitíssimo obrigado: aos meus tios Antônio e Luís e aos meus avôs Belchior e Jober.

Aos companheiros da República Ama-Zonas, Guilherme, João Marcos e Phablo Nheru, fundamentais para a realização dos experimentos de campo. Valeu moçada, obrigado pela força. A turma de Geografia do ano de 2002 da UFV e aos amigos que levarei no coração por toda a vida: Gilmar, Wagner, Rômulo, Diogo, André, Vinícius Conrado e Claudinei.

E a Deus, onde busco forças para me sustentar longe das pessoas que tanto amo. Obrigado por me abençoar Senhor, pela família que tenho e por esse momento de infinita alegria, não só para mim, mas principalmente para minha mãe e meu pai, que trabalhou muito nesses últimos cinco anos, indo de uma cidade a outra, em cima de uma moto, faça sol ou faça chuva, correndo todos os riscos de vida possíveis e que agora tem a oportunidade de retornar, vinte e cinco anos depois, à mesma universidade em que se formou, e ter o orgulho em ver seu primeiro filho se formar.

A jornada foi longa e pedregosa, não havia somente uma pedra no meio do caminho, eram várias, tanto que caí inúmeras vezes, mas me levantei e segui em frente. Como diria o poeta:

“Todos esses que aí estão atravancando o meu caminho, eles passarão. Eu passarinho!”

(Mário Quintana)

O meu muitíssimo obrigado a todos... Mais uma etapa da vida vencida... E a vitória é nossa!

Resumo

Localizado entre as latitudes 20° 40' e 20° 50' sul e longitudes 42° 45' e 43° 00' a oeste do meridiano de Greenwich o município de Viçosa (65.000 habitantes, aproximadamente), inserido na região da Zona da Mata do estado de Minas Gerais, iniciou-se um vertiginoso crescimento urbano, principalmente a partir da década de 1960, pautado, sobretudo, na influência da Universidade Federal de Viçosa sobre a micro-região. A população da cidade aumentou exorbitantemente nas últimas quatro décadas e, consigo, o processo de urbanização se desenvolveu sem nenhum planejamento, especialmente em relação às questões ambientais de natureza climática.

Nesse contexto, o presente estudo procurou analisar a relação entre o uso do solo e os aspectos geocológicos, enfatizando, primordialmente, os atributos climáticos térmico e hídrico no intuito de revelar se na cidade existem indícios para a formação de ilhas de calor urbana, além é claro, de contribuir para ampliar os conhecimentos sobre a climatologia urbana de cidades médias tropicais, sobretudo as situadas no Domínio Morfoclimático dos “Mares de Morros” Florestados, e se tornar um referencial teórico para os próximos a serem desenvolvidos em Viçosa.

Para tanto, utilizou-se do método dos transetos móveis durante 5 episódios sazonais de primavera do ano de 2006. Nos experimentos de campo, as mensurações ocorreram as 06:00h, 13:00h e 20:00h. Empregou-se um termohigrômetro digital de leitura direta da temperatura e da umidade relativa do ar e um termômetro, também digital e de leitura direta, da temperatura do solo. O transeto abarcou um percurso de 15km compreendendo 19 pontos de amostragem ao longo do eixo Mata do Paraíso-Novo Silvestre.

Os resultados comprovaram que a área central da cidade, em noites de céu claro e ventos calmos, apresentou dificuldades 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, significativamente, o campo termohigrométrico da cidade e criando condições propícias ao surgimento de ilhas de calor urbana. Tanto assim que picos de temperatura com magnitudes até 3,8°C chegaram a ser detectados no dia 24/11/2006.

Sendo assim, visando contribuir com o planejamento urbano local, a pesquisa aponta algumas sugestões estratégicas e mitigadoras para se pensar em uma cidade mais harmônica do ponto de vista da justiça social, da qualidade de vida, do equilíbrio ambiental e da necessidade de desenvolvimento com respeito à capacidade de suporte da cidade.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	ii
Lista de Quadros.....	ii
Lista de Tabelas.....	ii
Introdução.....	10
Capítulo 1. Justificativa.....	12
1.1. Objetivos.....	13
Capítulo 2. Fundamentação Teórica.....	14
2.1. Contribuições para o estudo do clima em cidades médias.....	24
Capítulo 3. Área de Estudo.....	26
3.1. De Santa Rita do Turvo à Viçosa dos tempos atuais.....	32
Capítulo 4. Metodologia.....	38
Capítulo 5. Resultado e Discussão.....	42
5.1. Análise da variação da temperatura do ar no período de 1970-2005.....	42
5.2. Análise dos eventos episódicos.....	44
5.3. Taxas de aquecimento e de resfriamento.....	62
Capítulo 6. Considerações Finais.....	64
Referências Bibliográficas.....	68
Anexos.....	72

Lista de Figuras

Figura 1: Evolução da População Rural e Urbana no Brasil.....	10
Figura 2: Estratificação Vertical da Atmosfera Urbana proposta por Oke.....	19
Figura 3: Localização da Área de Estudo.....	26
Figura 5: Brisa Vale-Montanha.....	27
Figura 4: Altimetria de Viçosa.....	28
Figura 6: Brisa Montanha-Vale.....	29
Figura 7: Uso e ocupação do solo no município de Viçosa – MG.....	30
Figura 8: Comportamento termo-pluviométrico da estação climatológica de Viçosa com base nas normais climatológicas de 1961-1990.....	32
Figura 9: Vista parcial do <i>campus</i> da Universidade Federal de Viçosa	34
Figura 10: Localização dos pontos móveis no transeto Mata do Paraíso-Bairro Novo Silvestre.....	39
Figura 11: Evolução da temperatura média do ar na estação climatológica de Viçosa entre 1970 e 2005.....	42
Figura 12: Perfil Topográfico e Gradiente Térmico do Transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre nos dias 23/11/2006 e 24/11/2006.....	49
Figura 13: Variação da u. r. do ar e das diferenças térmicas ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre (27/11/2006 – 06:00h).....	50
Figura 14: Variação da u. r. do ar e das diferenças térmicas ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre (27/11/2006 – 13:00h).....	52
Figura 15: Variação da u. r. do ar e das diferenças térmicas ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre (27/11/2006 – 20:00h).....	54
Figura 16: Variação da u. r. do ar e das diferenças térmicas ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre (06/12/2006 – 06:00h).....	55
Figura 17: Variação da u. r. do ar e das diferenças térmicas ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre (06/12/2006 – 13:00h).....	56
Figura 18: Variação da u. r. do ar e das diferenças térmicas ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre (06/12/2006 – 20:00h).....	58
Figura 19: Variação da u. r. do ar e das diferenças térmicas ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre (19/12/2006 – 06:00h).....	60
Figura 20: Variação da u. r. do ar e das diferenças térmicas ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre (19/12/2006 – 13:00h).....	61
Figura 21: Variação da u. r. do ar e das diferenças térmicas ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre (19/12/2006 – 20:00h).....	62
Figura 22: Padrão da disposição da temperatura do ar ao longo do transeto Mata do Paraíso – Novo Silvestre.....	64

Lista de Quadros

Quadro 1: Fatores formadores da ilha de calor urbana.....	17
Quadro 2: Sistema Clima Urbano – Articulações dos subsistemas segundo os canais de percepção.....	22
Quadro 3: Funções da Vegetação no Espaço Urbano.....	66

Lista de Tabelas

Tabela 1: Uso e ocupação do solo ao longo do transeto Mata do Paraíso-Novo Silvestre	40
Tabela 2: Taxa de aquecimento e resfriamento ao longo dos dias do estudo.....	63

“O clima não é apenas ambiente na terra, isto é, meio em que os seres que nela existem se banham com satisfação ou dificuldade. É ação e reação, acomodamento, alterações, novas formas de seres, dotados de qualidades que retratam esses meios diversos. O clima é assim o artista da vida”.

(Afrânio Peixoto, 1938)

Introdução

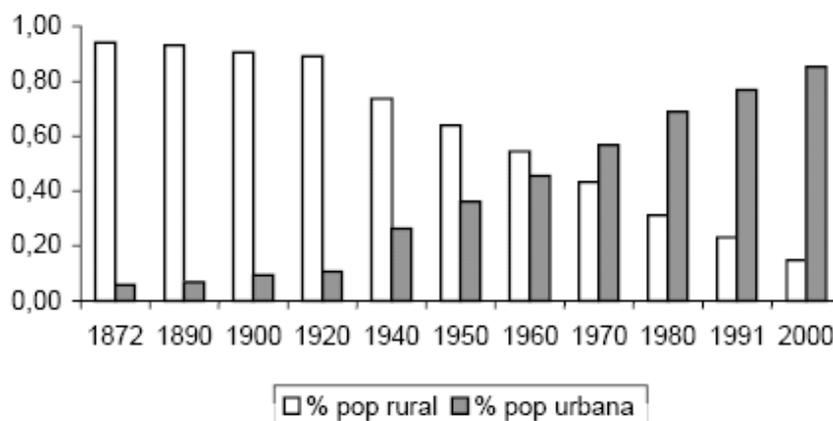
O surgimento das cidades mudou, significativamente, a vida da espécie humana no planeta. Ao longo de seu processo de formação as atividades humanas se diversificaram. Contudo, durante muito tempo, a maioria das pessoas continuou vivendo diretamente ligada à produção de alimentos, ou seja, no meio rural.

Iniciado há dois séculos, o intenso processo de urbanização, incluindo praticamente todo o planeta Terra, tem transformado a paisagem em função do aumento da concentração populacional em alguns centros urbanos.

No caso do Brasil, especificamente, o processo de concentração urbana iniciou-se na década de 1940, quando começou a ocorrer uma inversão quanto ao local de residência dos brasileiros, saindo da zona rural em direção às cidades (SANTOS *apud* LIMA, 2005, p. 33).

A figura 1 ilustra o acontecimento, verifica-se a drástica mudança no perfil da população brasileira que em menos de duzentos anos se tornou predominantemente urbana: em 1872 representava apenas 5,9% do total, e em 2001, 85,2%.

Figura 1: Evolução da População Rural e Urbana no Brasil.



Fonte: LIMA, 2005, p. 34.

Nesse contexto de fortes mudanças na paisagem, novas configurações territoriais e fluxos capazes de aumentar a área de influência do fenômeno urbano, assim como a da abrangência de seus resíduos, surgem os problemas hídricos e atmosféricos. Este último capaz de produzir modificações na composição do ar nas cidades que o diferem do campo.

No entanto, apesar dessas diferenciações serem percebidas, segundo Andrade (2005, p. 80) os fatores e elementos do clima como um todo raramente tem um papel decisivo no

planejamento urbano das cidades brasileiras, que como pode ser induzido pela figura 1 apresentou um crescimento acelerado, resultando na impermeabilização dos solos, na construção de viadutos e edificações e na retirada das coberturas vegetais, logo, sendo capazes de alterar completamente o balanço hídrico e energético do clima nas cidades.

Os atributos ou elementos climáticos (temperatura do ar, precipitação, nebulosidade, direção e intensidade do vento, pressão atmosférica, etc.) que antes eram regidos pelos controles climáticos ou fatores geográficos naturais, passaram a ser alterados pelas novas formas de uso e ocupação do solo e pelos materiais utilizados pelo homem no espaço (FIALHO; IMBROISI, 2005, p. 5170), principalmente, nas cidades de grande porte.

Porém, essa situação cada vez mais se faz presente em cidades de médio porte, que segundo MENDONÇA (*apud* LAMBERTS et al., 2006, p. 3), “começaram a apresentar, a partir da década de 1980, um crescimento urbano muito intenso, superior inclusive ao das cidades de maior porte (taxas de crescimento urbano de 4,8% e 1,3% respectivamente)”.

Conforme acentua Lombardo (*apud* ASSIS, 1990, p. 1):

A grande concentração de áreas construídas, parques industriais, adensamento populacional, pavimentação asfáltica, associados à concentração de poluentes, criam condições para alterar o comportamento da baixa troposfera em ambientes urbanos.

O efeito denunciador da mudança climática em escala local, causada pelas estruturas urbanas, é o aumento da temperatura nos centros mais densos, configurando o fenômeno que se convencionou denominar ilha de calor.

Lombardo (*apud* ASSIS, 1990, p. 4) ainda alerta que:

Uma área metropolitana sem um adequado planejamento e monitoramento do uso e ocupação do solo e sem parâmetros convenientes para a orientação da expansão horizontal e da verticalização, sobretudo onde o crescimento da mancha urbana é tão rápido e não se dispõe de muitos recursos técnicos e econômicos, pode colocar em risco a qualidade de vida de seus habitantes.

Dessa forma, Santos (*apud* CORRÊA, 2005, p. 4) afirma que “o crescimento urbano propicia o surgimento de um meio geográfico artificial, que desenvolve um quadro de vida, onde as condições ambientais são ultrajadas, com agravo à saúde física e mental da população urbana”.

1. Justificativa

A partir do exposto por Santos (op. cit), criou-se um cenário ao nível mundial à discussão sobre a necessidade de se pensar formas de desenvolvimento capazes de promover uma melhora da qualidade de vida, que se materializa com a Rio-92.

Naquele evento, uma nova forma de pensar foi semeada, a partir da idéia da construção de um novo paradigma de desenvolvimento que protegesse as oportunidades de vida das presentes e futuras gerações e que respeitasse a integridade dos sistemas naturais, permitindo, desse modo, a existência de vida no planeta (PINTO, 2006, p. 1).

Nesse sentido, segundo Fialho (2002, p. 4), ocorre uma reaproximação aos elementos naturais e, como conseqüência, percebe-se uma crescente importância que se concede ao clima nos estudos ambientais urbanos, considerando-o um dos componentes de sua qualidade ambiental nas cidades.

A constatação da perda da qualidade de vida urbana, das afinidades de problemas decorrentes da ação não planejada do ser humano sobre a paisagem e do crescimento acelerado das cidades, despertaram o interesse em diversos pesquisadores de estudar o clima das cidades através de um subsistema elaborado por Monteiro (1976) para que melhor se possa compreender a relação entre os agentes naturais e antrópicos no âmbito do campo termohigrométrico.

Com isso, Os estudos de climatologia urbana, de modo especial em regiões tropicais, como no Brasil, tornaram-se essenciais na compreensão dos problemas ambientais resultantes da urbanização. Além disso, os resultados obtidos por tais estudos podem auxiliar no planejamento urbano ao englobar soluções que contemplem índices adequados de uso e ocupação do solo e a preservação ou reconstituição de áreas verdes e demais recursos naturais.

Desse modo, os estudos sobre clima urbano nas cidades de médio porte merecem especial atenção, já que os dados obtidos poderiam auxiliar no planejamento ambiental e urbano, pois, o ritmo de crescimento nesses locais ainda é mais elevado nas últimas décadas, diferente das grandes cidades, que apresentam urbanização praticamente consolidada.

Tanto assim, que Mendonça (*apud* LAMBERTS, GOMES, GOMES, 2006, p. 3) ressalta que:

As cidades de médio porte de zonas tropicais como o Brasil, só muito recentemente tiveram seus ambientes climáticos como objeto de estudo. Nestas localidades, a variação sazonal da precipitação e da umidade do ar é consideravelmente importante na determinação da atmosfera urbana, e seu estudo pode auxiliar na compreensão dos vários problemas urbanos das cidades tropicais.

Nesse contexto, esta pesquisa tem o intuito de revelar se no município de Viçosa/MG existem indícios para a formação de ilhas de calor urbana através da relação entre os tipos de usos do solo e o microclima.

Com isso, o presente trabalho visa contribuir na discussão para a construção de uma cidade melhor, apontando novos elementos ou índices que possam servir à discussão sobre o planejamento da cidade.

Além disso, Viçosa ainda é carente em estudos sobre clima urbano, apresentando apenas um trabalho de impacto meteórico desenvolvido por Dutra et al. (2005).

1.1. Objetivos

De tal modo, o OBJETIVO GERAL do trabalho é:

Analisar o comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar, de acordo com os diferentes tipos de usos do solo, visando diagnosticar indícios para a ocorrência do fenômeno ilha de calor.

Para a obtenção de tal propósito, os OBJETIVOS ESPECÍFICOS são:

- ✓ Caracterizar o enquadramento climático regional de Viçosa no contexto da Zona da Mata Mineira;
- ✓ Analisar a tendência da temperatura do ar do município entre 1970 até 2005;
- ✓ Caracterizar os tipos de uso do solo para os pontos de mensuração;
- ✓ Identificar e caracterizar os tipos de tempo predominante ao longo dos dias da realização dos experimentos de campo.

2. Fundamentação Teórica

O crescimento populacional e o desenvolvimento da tecnologia nos últimos dois séculos têm proporcionado um aumento do consumo *per capita*, sobretudo nos países industrializados, o que gera conseqüentemente, significativas alterações na natureza.

A relação entre essas inovações tecnológicas e os impactos ambientais não são recentes, embora muitos imaginem que se iniciou com a Revolução Industrial, datam de aproximadamente 15.000 anos atrás, e não somente dos dois últimos séculos, quando a invenção da agricultura possibilitou a fixação espacial da espécie humana (LIMA, 2005, p. 28). Porém, antes da Revolução Industrial, eventos como estes eram isolados, possibilitando a regeneração da natureza.

Após o evento histórico que transformou significativamente as formas de comunicação, produção e consumo no século XIX, as cidades sofreram inúmeras modificações impostas pelos novos sistemas produtivos e pelo crescente contingente populacional que emigrava do campo.

Segundo Corrêa (2005, p. 5), “com o desenvolvimento da tecnologia o ser humano deixou de ser um agente totalmente dependente do ritmo dos ciclos naturais passando a ter uma atividade determinada pela dinâmica da produção do capital”.

Com a Revolução Industrial os progressos científicos e técnicos geraram um grande crescimento demográfico após 1850, quadruplicando a população mundial e multiplicando por 10 a população das cidades (LIMA, 2005, p. 21).

Lima (2005, p. 21) relata que:

As transformações na produção e organização do trabalho estavam ligadas às novas fontes de energia, primeiramente a energia hidráulica e depois o carvão. A rede de transporte foi renovada, criaram-se as estradas de ferro. A população que abandonava o campo se encaminhava para as cidades necessitando de novos locais de moradia, que eram supridos com a expansão e criação dos bairros periféricos. O adensamento acontecia sem planejamento e sem criação de infraestrutura: não havia abastecimento de água, o esgoto corria a céu aberto, não havia coleta de lixo, etc. As cidades eram construídas pela iniciativa privada visando o máximo lucro em detrimento da qualidade das construções. A qualidade de vida atravessou um dos piores períodos da história da humanidade.

A tecnologia e a cultura exerceram papel fundamental na intensidade dos impactos ambientais por determinarem os padrões de produção e consumo (LEFF *apud* LIMA, 2005, p.

30). A grande escala de consumo de materiais constituintes dos produtos industrializados e utilizados para geração de energia está diretamente relacionada à emissão de poluentes e à devastação do ambiente.

Atualmente, configura-se uma crise ambiental global que pode ser tratada sob dois aspectos: a escassez de energia e de matérias-primas para suprir as necessidades atuais e futuras da população mundial e a complexidade de reverter e conter os processos de poluição do ambiente.

No entanto, a dificuldade em diminuir as emissões de poluição reflete a (des)organização atual da sociedade que, comandada sobretudo pelos processos econômicos, colocam em segundo plano os interesses sociais e de preservação da natureza. A situação se agrava ainda mais nos países do hemisfério sul, onde as cidades continuam a crescer (MENEZES *apud* LIMA, 2005, p. 33).

Os espaços urbanos, em decorrência de sua concentração demográfica e das atividades humanas, vêm sendo considerados como áreas de impacto máximo da organização das sociedades sobre a superfície terrestre e na deterioração do ambiente. As principais alterações apresentam-se no relevo, nos recursos hídricos, na cobertura vegetal e, sobretudo, nas condições climáticas, “com ênfase no aumento da temperatura do ar, estabelecendo um diferencial térmico intra e interurbano, que se convencionou chamar ilha de calor” (FIALHO, 2000, p. 2).

A superfície da Terra intercambia calor através do tempo com a atmosfera ao seu redor. Este intercâmbio, chamado balanço de energia, varia ao longo do dia, das estações e anualmente. O fenômeno envolve a transferência de calor para e da superfície da terra pelos processos de radiação, condução e convecção. A maneira como operam estes processos é, significativamente, alterada na cidade em função de três fatores: mudança na superfície física, na produção de calor e na turbidez do ar (ASSIS, 1990, p. 24).

Deste modo, as atividades humanas, em conjunção com o fluxo natural de energia, produzem um tipo especial de balanço de energia no sítio urbano, gerando áreas nas quais a temperatura é mais elevada que nas áreas circunvizinhas, o que propicia o surgimento de uma circulação local do ar (LOMBARDO *apud* ASSIS, 1990, p. 27).

Em dias de calmaria ou com ventos regionais muito fracos um sistema de circulação de ar se estabelece em função da diferença de pressão entre o centro urbano e a periferia, ocasionada pelo maior aquecimento do centro devido à ilha de calor. O centro, mais aquecido, configura-se uma zona de baixa pressão (ciclone), desse modo, cria-se uma corrente

ascendente e centrípeta de ar na direção periferia-centro. A velocidade deste deslocamento é proporcional à diferença de temperatura entre as duas regiões.

Em algumas ocasiões o fluxo de ar que converge à cidade pode ser o ar puro dos campos do entorno, em outras o ar contaminado das áreas industriais situadas na periferia urbana. Se os ventos regionais são fracos, o fluxo do ar dentro da cidade perde ainda mais velocidade, causando um acúmulo de poluentes na área central urbana, que contribui para o aquecimento local, já que os gases produzidos pelas atividades humanas têm a propriedade de reter o calor emitido pela superfície terrestre (ondas longas) (LANDSBERG *apud* ASSIS, 1990, p. 31).

Como consequência, essa energia fica “armazenada” na cidade, durante um longo período e seus valores podem se expressar em maiores grandezas durante a noite, geralmente, em áreas de grande concentração de edificações e de relativa rarefação de parques e jardins. Daí a razão de muitos autores atribuírem ao fenômeno ilha de calor ser eminentemente noturno e espacialmente localizado nos centros urbanos que apresentam maior densidade demográfica.

No entanto, Corrêa (2005, p. 7), baseada em outros autores, critica a representação. Segundo a autora:

Essa caracterização teve como base os estudos realizados em cidades de clima temperados e com formas de desenvolvimento concêntricas. Já nos países em desenvolvimento, como o Brasil, onde as cidades apresentam vários sub-centros comerciais, não necessariamente demonstram as mesmas características. Como verificado em estudos realizados em cidades tropicais, como o Rio de Janeiro (BRANDÃO, 2003); São Paulo (LOMBARDO, 1995) e Campo Grande (ANUNCIAÇÃO E SANT’ANNA NETO, 2002).

Vale ressaltar, que as diferenças de estabilidade e do balanço de energia entre as áreas rural e urbana produzem taxas diferentes de aquecimento e resfriamento na parte inferior da camada basal. Este fato está relacionado aos distintos regimes de variação da temperatura do ar ao longo do dia, cujo diferencial define a intensidade da ilha de calor urbana (ASSIS, 1990, p. 29).

Corrêa (2005, p. 5) ainda alerta que, a formação de ilhas de calor “varia de cidade para cidade em virtude da intensidade do uso do solo, do processo de crescimento urbano e das características geológicas do lugar”.

Segundo Steinke (2004, p. 34): “como as características geocológicas (sítio) e geourbanas (estruturas e funções) diferenciam os organismos urbanos, da mesma forma as especificidades das cidades e seus sítios marcam contrastes internos”.

Para Fialho (2000, p.3):

A identificação dos diferentes espaços intra-urbanos é de grande importância, pois, a partir daí, torna-se possível definir os fatores causadores da diferenciação climática do ambiente da cidade. O estudo de clima urbano, enquanto subsidiário, deve oferecer um grau de detalhamento capaz de possibilitar uma intervenção mais consciente na gestão da cidade, afinal, o processo de produção do espaço urbano é desigual. E isto aparece de maneira clara na paisagem através do uso do solo, decorrente do acesso diferenciado da sociedade à propriedade privada da terra.

As “causas” sugeridas por vários autores para a formação da ilha de calor no sítio urbano encontram-se presentes no quadro 1:

Quadro 1: Fatores Formadores da Ilha de Calor Urbana.

Categorias	Fatores
ARQUITETURAL	Geometria urbana; Propriedades térmicas dos materiais de construção; Maior absorção de onda curta devido aos canyons urbanos; Redução da velocidade do ar intra-urbano; Albedo; Densidade Urbana.
CONDIÇÃO SINÓTICA	Dinâmica da atmosfera; Poluição do ar.
URBANIZAÇÃO	Aumento da emissão de radiação de ondas longas; Adensamento populacional; Topografia antrópica; Produção de energia antrópica; A redução da evapotranspiração; Metabolismo urbano; Uso do solo; Redução da vegetação intra-urbana.
GEOECOLÓGICAS	Sítio; Posição geográfica; Morfologia; Cobertura vegetal; Orientação dos ventos.

Fonte: IMBROISI, FIALHO e CARNEIRO *apud* CORRÊA, 2005 p. 6.

Nota-se que, com a substituição das superfícies e formas naturais pelas unidades “artificiais” urbanas o ser humano modifica as propriedades físicas e químicas e os processos aerodinâmicos, térmicos, hidrológicos e de intercâmbio de massa que ocorrem na Camada Limite atmosférica. Em consequência, as propriedades meteorológicas do ar dentro e imediatamente acima das áreas urbanas ficam profundamente modificadas, criando um distinto tipo climático local, que se convencionou chamar “clima urbano” (CHANDLER *apud* ASSIS, 1990, p. 17).

Inoportuno seria, em estudos sobre ilha de calor e clima urbano, não mencionar Luke Howard. O inglês foi, em 1833, o primeiro a observar que as temperaturas do ar são frequentemente mais altas na cidade, sobretudo na região central, em relação às suas áreas imediatamente adjacentes (LANDSBERG, 1981, p. 83).

Desde então, este fato tem sido documentado e analisado por inúmeros pesquisadores em uma série de cidades de porte variados, tanto européias quanto sul-americanas. O volume de informações existentes já permite segundo Assis (1990, p. 22), fazer algumas generalizações:

1. A cidade modifica o clima através de alterações em superfície. Ela tem formas mais complexas, apresentando grandes superfícies horizontais e verticais, que respondem diferentemente, tanto à radiação solar quanto ao regime de ventos;
2. A cidade tem muitas fontes adicionais de calor, resultantes das atividades antropogênicas. Além disso, dos distintos materiais que compõem suas variadas superfícies, quase todos têm boa condutividade térmica¹ e capacidade calorífica², provocando o aquecimento dos ambientes para onde flui o calor;
3. O aumento na produção local de calor é complementado por modificações na ventilação, na umidade e até nas precipitações, que tendem a ser mais acentuadas. Através dos sistemas de escoamento e da impermeabilização do solo, a água é rapidamente removida, reduzindo o efeito de resfriamento do ar urbano através da evaporação. Por outro lado, a concentração de material particulado no ar altera a incidência da energia radiante do sol, bem como propicia o surgimento de nuvens e facilita a formação de núcleos de condensação;
4. A maior influência manifesta-se através da alteração da própria composição da atmosfera, atingindo condições adversas na maioria dos casos.

¹ Condutividade térmica indica a propriedade física de um material homogêneo de conduzir calor.

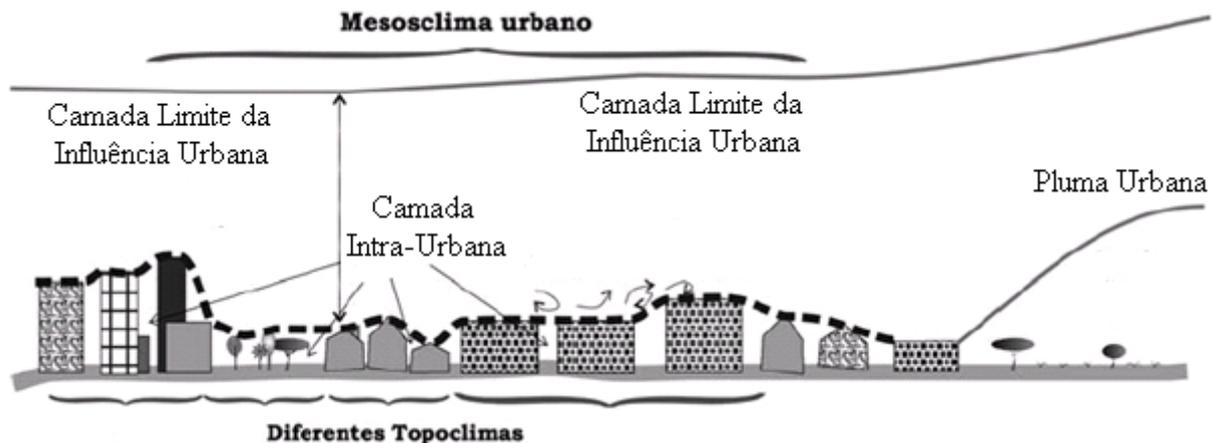
² Capacidade calorífica é definida como a quantidade de calor que um corpo pode armazenar por unidade de volume.

Oke, em 1976, estudando o comportamento do clima das cidades propôs uma divisão da atmosfera urbana em duas camadas, sendo essa amplamente aceita por estudiosos em climatologia urbana (LANDSBERG, 1981, p. 113). São elas:

- Canopy Layer (Camada Intra-Urbana) – É a camada de “cobertura” urbana. Estende-se desde o solo até aproximadamente o nível médio das coberturas das edificações. É produzida pelos processos em micro-escala localizados nas ruas, entre os prédios, etc.
- Urban Boundary Layer (Camada Limite da Influência Urbana) - Estende-se acima do nível dos telhados. É um fenômeno localizado, com características produzidas pela natureza da superfície urbana, cuja rugosidade, proporcionada pela presença de prédios relativamente altos, provoca uma aerodinâmica particular. A velocidade do vento se reduz, mas ocorre um aumento da turbulência e no arrasto produzidos pela fricção do ar. É uma camada limite interna de escala mesoclimática, cujas características são determinadas pela presença da malha urbana.

A figura 2 introduz estes conceitos, a partir dos quais têm se desenvolvido mais recentemente, os estudos observacionais para a caracterização do comportamento do clima urbano.

Figura 2: Estratificação Vertical da Atmosfera Urbana proposta por Oke.



Fonte: ANDRADE, 2005, p. 71.

O *microclima* reflete a influência dos elementos urbanos individuais e dos seus arranjos mais elementares; a dimensão típica pode ir até cerca de uma centena de metros. O *clima local* representa o clima de uma área com uma combinação característica de elementos,

podendo corresponder seja a um tipo de ocupação do solo diferenciado (bairro, parque urbano), seja as condições topográficas específicas (vale, colina, etc.). Um clima local engloba um mosaico de microclimas, que se repetem com alguma regularidade e, idealmente, corresponde a uma “unidade climo-topológica” (ALCOFORADO *apud* ANDRADE, 2005, p. 73). Todavia, Brandão (1996) e Monteiro (1990) discordam de tal assertiva, propondo que o conjunto dos microclimas compõe uma nova escala, inserida na cidade, denominada topoclíma.

A unidade escalar advinda do conjunto de topoclímas definem as unidades mesoclimáticas, que podem ser, na paisagem, um bairro ou um tipo de uso de solo específico de dimensões representativas.

Cabe salientar, que essa proposta de escala, embora não seja consensual para as escalas inferiores, optou-se em definir como microclima uma rua, enquanto a unidade topoclimática seria o quarteirão, que apresenta, pelas diferentes orientações em relação ao sol, uma nova configuração, principalmente, se tratando de uma área urbana. Por fim, a unidade mesoclimática seria composta pelo conjunto de unidades topoclimáticas que se encontram sob um único agente controlador do clima.

Retornando ao modelo proposto por Oke (*op. cit.*), é permitido concluir que a Camada Limite da Influência Urbana é maior durante o dia, onde existe um aumento da convecção do ar aquecido pelos processos térmicos ou mecânicos (elevação do ar pela rugosidade da superfície). À noite, a Camada Limite se contrai devido à estabilização vertical, entretanto a convecção forçada é capaz de desestabilizar o ar da zona rural, produzindo advecção (ventos horizontais) sobre a cidade.

Assim, pode-se dizer que a Camada Limite Urbana apresenta um perfil vertical térmico diferente das áreas rurais, consequência principalmente do fluxo de calor sensível, antropogênico ou não, liberado pela Camada Intra-Urbana, além de um previsível arrasto do ar friccionado em movimentações provocadas pela ilha de calor.

Todavia, muitos autores atribuem ao professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, em sua obra *Teoria e Clima Urbano* de 1976, a maior contribuição já realizada na tentativa de elucidar o clima urbano.

Em seu trabalho, o pesquisador introduz um novo enfoque na discussão científica: o Sistema Clima Urbano (SCU), presente, mais tarde, em *Dissertações de Mestrado e Doutorado*, trabalhos e obras literárias de diversos autores. Dentre eles destacam-se: Assis (1990); Mendonça (1994); Zamparoni e Lombardo (1995); Sette (2002); Silva e Ribeiro

(2002); Sartori (2002); Scopel e Mariano (2002); Paron e Zavattini (2002); Fialho e Brandão (2002); Martins e Fialho (2002); Corrêa (2005) e Amorim (2005).

Segundo Monteiro (*apud* FIALHO, 2002, p. 7): “a abordagem feita por Oke é meteorológica, expressando apenas as variações no balanço de energia, não sendo suficiente para o entendimento do clima urbano, que é reflexo de uma organização social sobre o espaço geográfico”.

Para Monteiro (*apud* STEINKE 2004, p. 34):

A interferência de todos os fatores que se processam sobre a Camada Limite Urbana, e que agem no sentido de alterar o clima, são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e de deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes.

Sette (2002, p. 36) também compartilha da mesma opinião. Segundo a autora:

As alterações na Camada Limite Urbana geram profundas modificações no comportamento da atmosfera sobre a cidade, com efeitos capazes de desorganizar a vida urbana e comprometer a qualidade ambiental dos cidadãos. São eles: ilhas de calor, inundações e poluição do ar. Estes problemas são tão comuns em cidades tropicais que fazem parte do dia a dia em reportagens de todo tipo de imprensa.

Nesse sentido, através desta caracterização, faz-se necessária uma síntese dessa análise de modo a permitir uma abordagem organizada e coerente do problema. Monteiro sugere que o agrupamento ordenador dessa produção deva ser feito através de canais da percepção humana (ASSIS, 1990, p. 23). Considerando que o SCU compõe-se de três subsistemas, o termodinâmico, o físico-químico e o hidrodinâmico, a cada um deles corresponderia, respectivamente, um canal de percepção: conforto térmico, qualidade do ar e impacto meteórico. O quadro 2 ilustra os três canais permitindo um paralelo comparativo entre eles.

Quadro 2:

Sistema Clima Urbano – Articulações dos Subsistemas segundo os Canais de Percepção.

Sub-Sistemas canais	I Termodinâmico Conforto Térmico	II Físico-Químico Qualidade do Ar	III Hidrometeorológico Impacto Meteorológico
Caracterização			
Fonte	Atmosfera Radiação Circulação Horizontal	Atividade Urbana Veículos Auto- motores Indústrias Obras – Limpeza	Atmosfera Estados Especiais (Desvios Rítmicos)
Trânsito no Sistema	Intercâmbio de Operador e Operando	De Operando ao Operador	De Operador ao Operando
Mecanismo de Ação	Transformação no Sistema	Difusão Através do Sistema	Concentração no Sistema
Projeção	Interação Núcleo Ambiente	Do Núcleo ao Ambiente	Do Ambiente ao Núcleo
Desenvolvimento	Contínuo (Permanente)	Cumulativo (Renovável)	Episódico (Eventual)
Observação	Meteorologia Especial (T. de Campo)	Sanitária e Meteorológica Especial	Meteorológica Hidrológica (T. de Campo)
Correlações Disciplinares e Tecnológicas	Bioclimatologia Arquitetura Urbanismo	Engenharia Sanitária	Engenharia Sanitária e Infra-Estrutura Urbana
Produtos	“Ilha de Calor” Ventilação Aumento de Precipitação	Poluição do Ar	Ataques à Integridade Urbana
Efeitos Diretos	Desconforto e Redução do Desempenho Humano	Problemas Sanitários Doenças Respiratórias, Oftalmológicas, etc.	Problemas de Circulação e Comunicação Urbana
Reciclagem Adaptativa	Controle do Uso do Solo Tecnologia de Conforto Habitacional	Vigilância e Controle dos Agentes de Poluição	Aperfeiçoamento da Infra-Estrutura Urbana e Regularização Fluvial. Uso do solo
Responsabilidade	Natureza e homem	Homem	Natureza

Fonte: MONTEIRO *apud* ASSIS, 1990, p. 25.

Corrêa (2005, p. 11), ao analisar o quadro opina:

Na proposta de análise do Sistema Clima Urbano, Monteiro destaca o termodinâmico afirmando ser um canal onde ocorre uma co-participação natureza-homem e que o uso do solo, a morfologia urbana, bem como suas funções, estão intimamente implicadas no processo de transformação e produção.

Fialho (2000, p. 2), em estudo sobre ilha de calor na Ilha do Governador – RJ, também se refere ao SCU quando afirma que “embora a ilha de calor não seja a única consequência da urbanização, é certamente um dos aspectos que mais afetam as condições de conforto e salubridade da população, ao lado da poluição do ar”.

O motivo pelo qual Monteiro se tornou um referencial teórico foi por traduzir com clareza e precisão as regras que apresentam o papel de prumo em várias pesquisas sobre a realidade climática brasileira no escopo da Geografia: investigar o clima da cidade não sobre uma conduta antagônica entre sociedade-natureza, mas como uma co-participação. Além disso, o autor traça os enunciados básicos ao enfoque do clima na cidade como um sistema dinâmico, adaptativo. De acordo com o paradigma por ele definido:

Só a análise rítmica detalhada ao nível de ‘tempo’, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores, dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos desta região (ZAVATTINI *apud* CORRÊA, 2005, p. 11).

Nesse contexto, o presente trabalho tem a preocupação em adotar a concepção dinâmica conduzida pelo paradigma do ritmo de sucessão habitual dos estados atmosféricos sobre os lugares a fim de identificar se no município de Viçosa/MG existem indícios para a formação de ilhas de calor urbana.

De acordo com Monteiro (*apud* FIALHO, 1998, p.7) “a análise rítmica propõe a análise do clima ao nível da escala diária, onde é possível associar a variação dos elementos do clima e os tipos de tempo que se sucedem, segundo os mecanismos de circulação regional”. A referida pesquisa foi realizada durante cinco dias representativos da primavera de 2006.

2.1. Contribuições para o estudo do clima urbano em cidades médias

Sob os princípios elaborados por Monteiro para a abordagem do clima urbano vários trabalhos foram e estão sendo desenvolvidos em alguns centros de médio porte em diferentes regiões do país. Destacam-se os realizados em Presidente Prudente/SP (200 mil habitantes), por Amorim (2003), que utilizando medidas móveis, e de acordo com os tipos de uso e ocupação do solo e características do relevo, identificou a formação de ilhas de calor noturnas de altas e médias magnitudes, com intensidade máxima de 5,6°C, em episódio de verão. Também em Birigui/SP (94 mil habitantes), Amorim (2005), ao adotar os mesmos procedimentos metodológicos comprovou a formação de ilhas de calor com intensidades máximas de 6,2°C, novamente durante o período noturno em dias representativos de verão.

Em Londrina/PR (480 mil habitantes), Mendonça (1994), ao empregar a estratégia de pontos móveis detectou o fenômeno climático tanto na estação de verão quanto na de inverno, mas, com magnitudes mais expressivas em noites de verão com condições de vento calmo e céu limpo, 9°C e 10°C. No Mato Grosso, Zamparoni (1995), em Barra do Bugres (23 mil habitantes) e Tangará da Serra (40 mil habitantes), analisou e comparou as variações da temperatura e umidade do ar na estação chuvosa e seca e verificou que, em Barra do Bugres, a ilha de calor obteve valores de 2°C na estação chuvosa e 3,6°C na estação seca e, em Tangará da Serra, 4°C na estação chuvosa e 5,4°C na estação seca, também utilizando-se da mesma técnica dos transetos móveis e, ainda, um ponto fixo determinado na área central de cada cidade. A autora constatou ilhas de calor em intensidades máximas durante o período noturno.

Em Juiz de Fora/MG (500 mil habitantes), em estudos realizados por Martins e Fialho (2002), verificou, a partir de análises da linha de tendência da temperatura mínima do ar, as possíveis alterações climáticas na cidade. Os autores constataram três momentos significativos de aumento nos valores da variável: 1921-1932; 1963-1971; 1980-1990, e atribuem ao processo de urbanização (verticalização do Centro, aumento no contingente populacional de veículos e densidade de construção) um dos principais vetores que levaram a tal aquecimento.

Em São Gonçalo/RJ (890 mil habitantes), Corrêa (2005), ao procurar desvendar o comportamento do campo térmico no distrito de Neves diagnosticou o fenômeno de ilha de calor em sua maior intensidade, 5,7°C, durante as tardes da mesma estação, pautada nas mensurações móveis, nas análises do uso do solo e nas características do sítio.

E na Ilha do Governador, na cidade do Rio de Janeiro, que segundo Fialho (2000, p.3) “com uma população de aproximadamente 200 mil habitantes é comparável às cidades de

porte médio do ponto de vista estrutural e de suas funções urbanas”. O autor constata a formação de ilhas de calor com intensidades máximas de 5,8°C durante as tardes de verão, valendo dos mesmos princípios de Corrêa (2005).

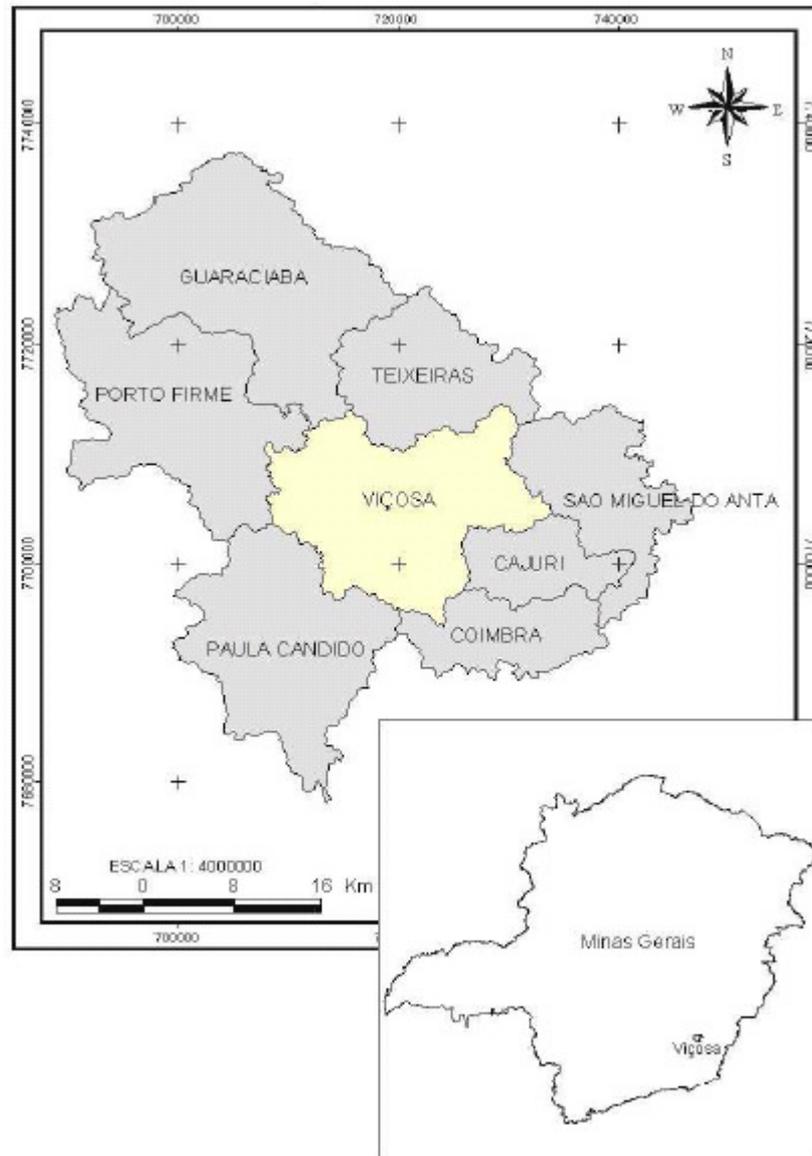
Nota-se que, os dois últimos estudos foram realizados em lugares litorâneos e, coincidentemente, ambos diagnosticaram a formação da ilha de calor durante o período vespertino, contrariando grande parte dos trabalhos na literatura que citam o horário noturno como aquele mais provável de se registrar a ocorrência do fenômeno. Segundo Fialho (2000, p.11):

A explicação pode estar ligada aos mecanismos das brisas marítimas que em condições sinóticas de frente fria, durante o período vespertino, não conseguem atingir os bairros centrais localizados no fundo de vale, favorecendo a concentração do calor antropogênico represado no fundo do mesmo. Já no período noturno, quando as atividades humanas diminuem significativamente, a intensidade da ilha de calor é reduzida.

3. Área de Estudo

Localizado na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 20° 40' e 20° 50' latitude sul e 42° 45' e 43° 00' longitude oeste do meridiano de Greenwich, o município de Viçosa limita-se, ao norte, com o Teixeira, ao sul com Paula Cândido e Coimbra, a leste com Cajuri e São Miguel do Anta, a oeste com Porto Firme e a noroeste com Guaraciaba, conforme se visualiza na figura 3.

Figura 3: Localização da Área de Estudo.



Fonte: DUTRA et al. 2006, p. 4.

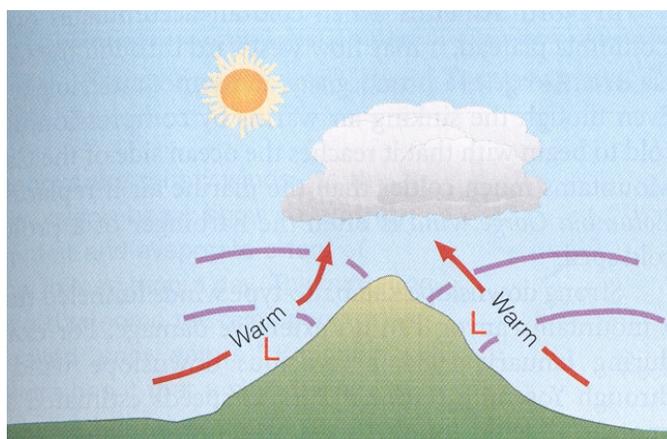
Possui uma área de 279 km² e encontra-se a uma altitude de 648 metros acima do nível do mar (mensuração realizada no Centro da cidade – Praça Silviano Brandão). O acesso ao município é feito pelas rodovias BR-120 e MG-280. De acordo com os dados do IBGE sua população estimada em 2000 era de 64.854 habitantes, dos quais 59.792 residiam no perímetro urbano e 5.062 na zona rural.

É uma cidade de relevo movimentado, com presença de muitas colinas e fundos de vale (figura 4), característica marcante da Zona da Mata mineira, tanto que Ab´Sáber (2003, p. 61) denomina esta porção do território brasileiro como Domínio Morfoclimático dos “Mares de Morros Florestados”. Essa estrutura geomorfológica influencia significativamente a circulação regional dos ventos atmosféricos - criando situações de condensação a barlavento (chuvas orográficas) e refrescamento a sotavento (sobra de chuva) - e, por conseguinte, o clima local, visto que as diferenciações altimétricas apresentam, em mesoescala, papel destacado na distribuição da radiação líquida, na retenção do vapor d’água e no armazenamento de calor sensível (RIBEIRO *apud* STEINKE, 2004, p. 32).

Durante o dia a superfície da encosta da montanha mais voltada para o sol aquece mais rapidamente que o ar na mesma altura, sobre o vale adjacente. Conseqüentemente o ar sobre a montanha é aquecido e expande, diminuindo sua densidade. Origina-se assim um centro relativo de baixa pressão comparado com o vale relativamente mais frio, sobre o qual predomina um centro de alta pressão.

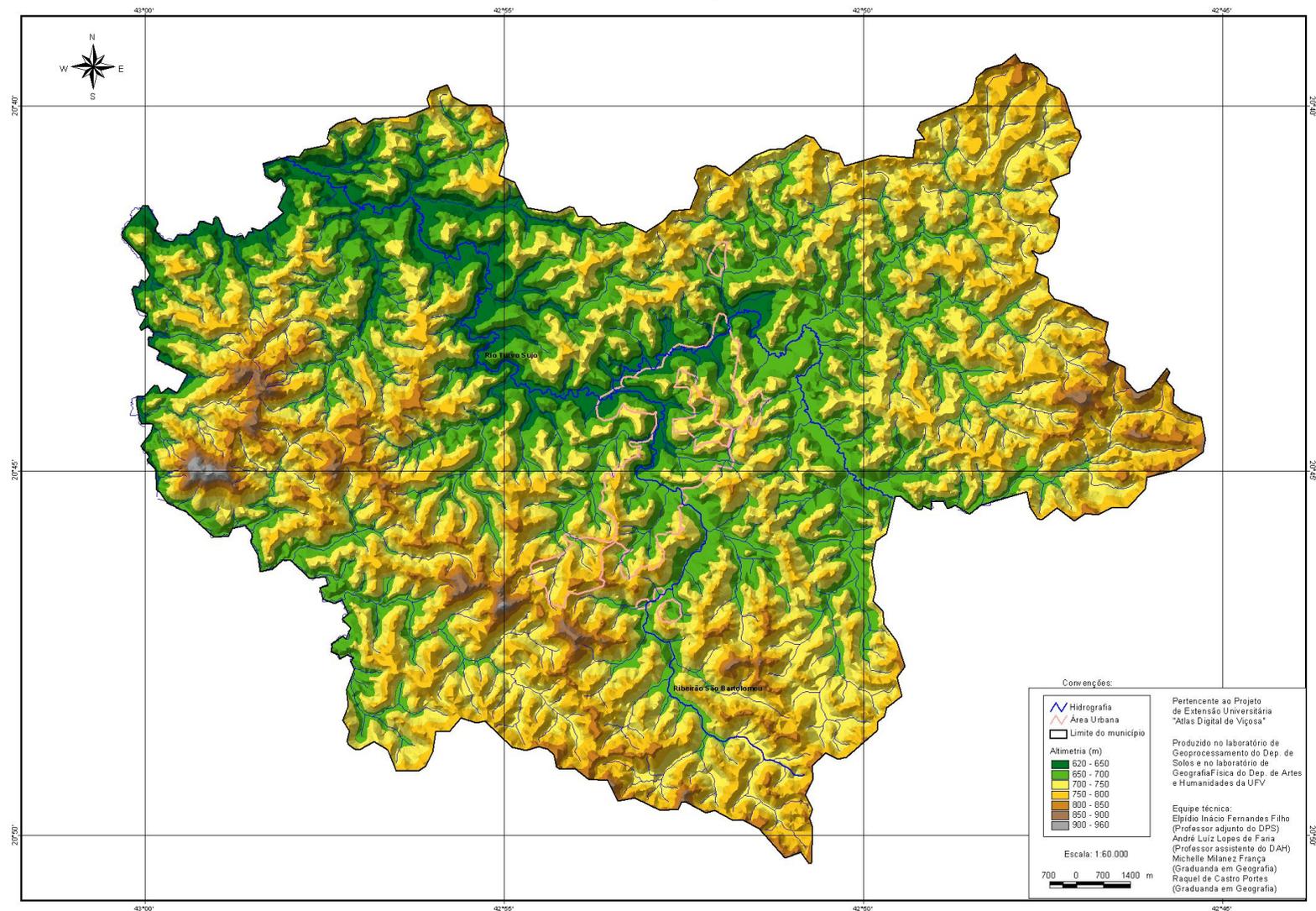
A diferença espacial de pressão estabelecida entre a montanha e o vale origina uma circulação diurna do ar em direção à encosta da montanha (figura 5).

Figura 5: Brisa Vale-Montanha.



Fonte: Disponível em: < <http://www.master.iag.usp.br>>. Acesso em: 06 dez. 2006.

Figura 4:
ALTIMETRIA DE VIÇOSA

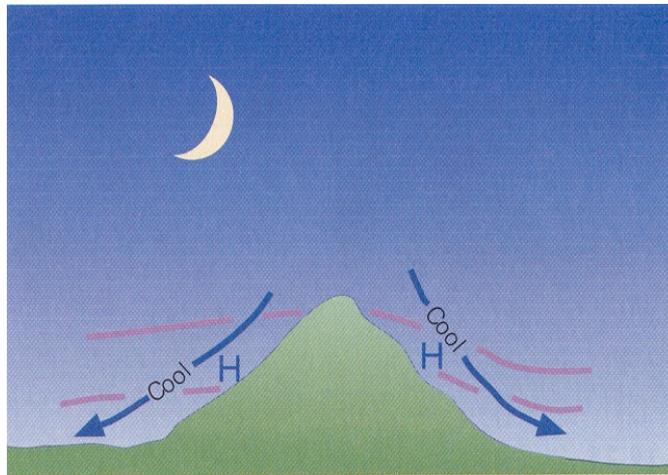


Fonte: IBGE, 2001

Se a atmosfera estiver instável na região e houver disponibilidade de vapor d'água no ar, a presença da circulação em direção ao topo da montanha contribuirá com a formação de nuvens e, dependendo das condições atmosféricas pode ocorrer chuvas locais, nas regiões mais elevadas.

À noite o resfriamento radiativo no topo da montanha é mais intenso do que o do ar acima do vale na mesma altura. O ar resfriado se torna mais denso estabelecendo assim um centro relativo de alta pressão sobre a montanha e um de baixa pressão sobre o vale, menos frio. Esta inversão na posição dos centros de pressão origina uma circulação noturna com o ar mais frio e denso fluindo em direção ao vale (figura 6).

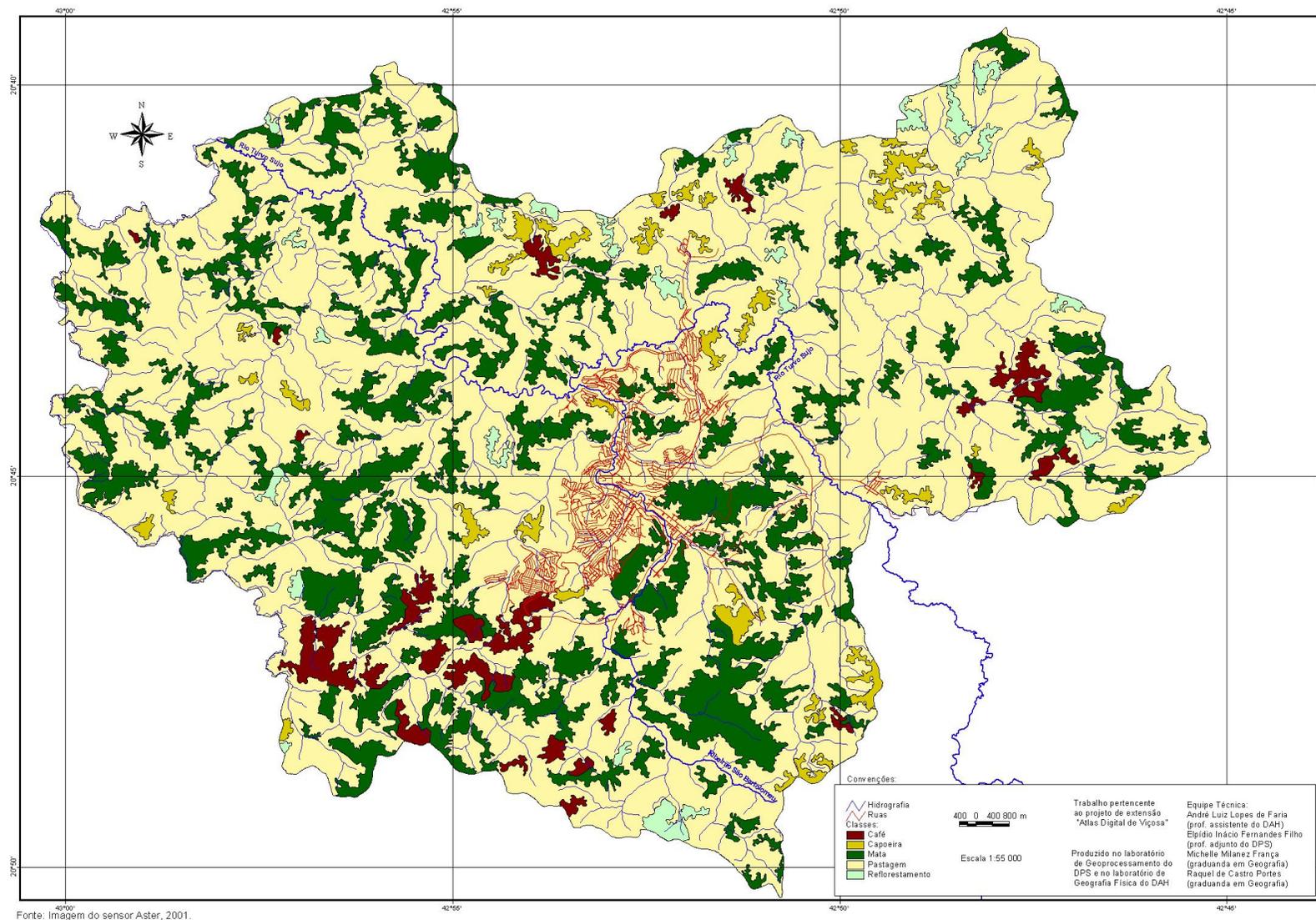
Figura 6: Brisa Montanha-Vale.



Fonte: Disponível em: <<http://www.master.iag.usp.br>>. Acesso em: 06 dez. 2006.

A cobertura vegetal nativa do município é mata atlântica, a qual, em razão do intenso processo de substituição às áreas de ocupação urbana, pastagens e lavouras, encontra-se fragmentada, como pode ser identificado na figura 7, que retrata o atual uso e ocupação do solo no município. Como reflexo da supressão da vegetação houve dispersão da fauna silvestre da região, sendo essa representada apenas por espécies plásticas, ou seja, que conseguem sobreviver em ambientes alterados (MELLO, 2002, p. 34).

Figura 7:
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG



Dentre os fragmentos de mata atlântica ainda restante destaca-se a Reserva Florestal Mata do Paraíso (RFMP), localizada na zona rural e abrangendo uma área total de, aproximadamente, 195 ha.

Durante o século XIX, esta reserva foi intensamente desmatada para o plantio de café, força motriz que impulsionava a economia da região. Posteriormente, com a decadência do ciclo do produto, a área passou a ser utilizada como pastagem para o gado (LEAL-FILHO *apud* MELLO, 2002, p. 34). Atualmente, a RFMP caracteriza-se por apresentar regeneração secundária quanto à vegetação, e uso da terra que se resume em pastagens, culturas anuais e perenes e um pequeno plantio de *Pinus* e *Eucalyptus* com sub-bosque em seu interior.

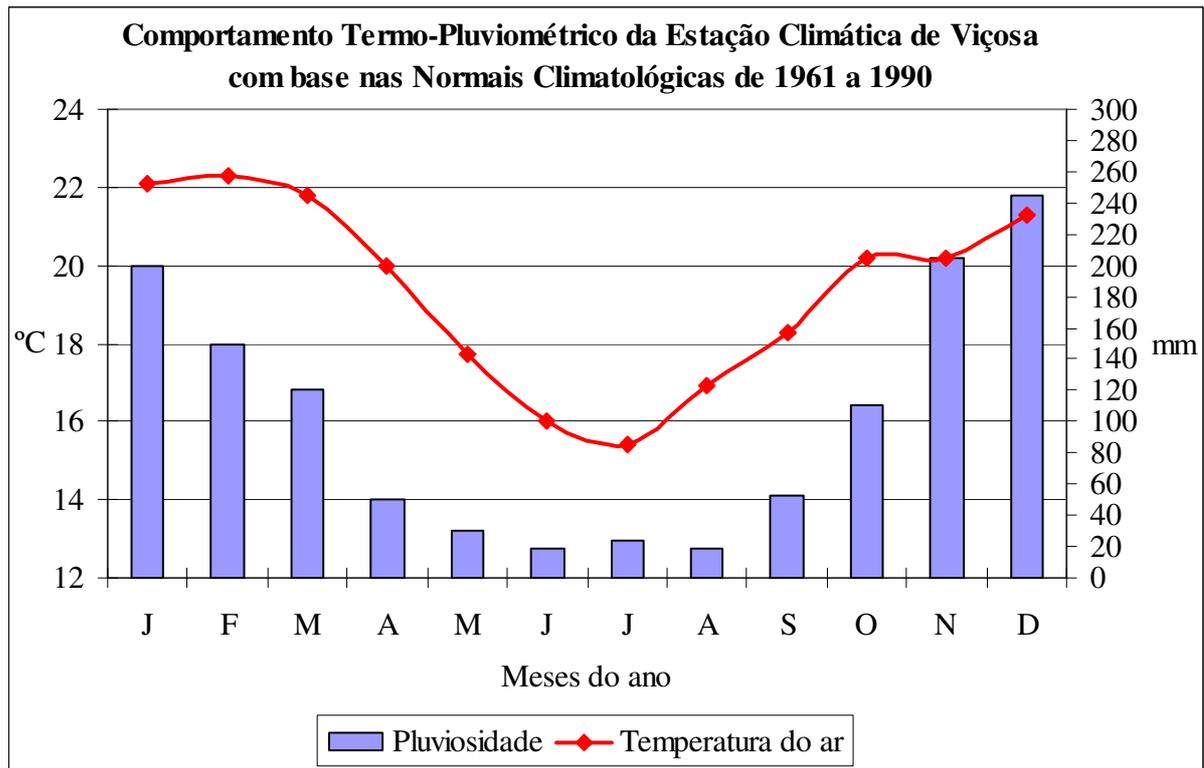
Em termos de recursos hídricos, o principal curso d'água do município é o ribeirão São Bartolomeu (afluente do rio Turvo Sujo), que “corta” a cidade.

Com relação ao quadro sinótico, as principais massas de ar que atuam sobre a região são: a Tropical Continental (MTC - quente e seca), a Tropical Atlântica (MTA - quente e úmida) e a Polar Atlântica (MPA - no início fria e úmida, depois se torna seca). O clima regional, segundo a classificação de Koppen, é o tropical de altitude mesotérmico (Cwb). Os sistemas frontais predominam no inverno, com poucas chuvas e geadas frequentes. No verão as temperaturas elevadas e as chuvas abundantes associam-se, principalmente, ao aquecimento superficial e às linhas de instabilidade.

Desse modo, com base nas normais climatológicas de 1961 a 1990 (figura 8), percebe-se que em Viçosa o total pluviométrico anual gira em torno de 1.247mm e temperatura média de 19,3°C; sendo os meses mais chuvosos janeiro, novembro e dezembro, com valores sempre iguais ou superiores a 200mm. Por outro lado, os mais secos são abril, maio, junho, julho e agosto, expressando resultados iguais ou inferiores a 50mm; estes três últimos também são os mais frios, com temperaturas, em média, abaixo dos 17°C. Fevereiro é o mês mais quente do ano, com valores entorno de 22,3°C; janeiro, março e dezembro também se destacam por apresentar temperaturas elevadas, com médias anuais acima dos 21°C.

Embora essa caracterização climática seja extremamente importante para o estudo em questão, pois elucida a interpretação e o entendimento da dinâmica atmosférica regional, não significa que dentro dos limites municipais diferenciações climáticas não possam ocorrer.

Figura 8:



Fonte: Estação Climática de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola – UFV.
Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

3.1. De Santa Rita do Turvo à Viçosa dos tempos atuais

Viçosa teve sua origem no final do século XVIII, durante o declínio do ciclo do ouro de Ouro Preto e Mariana. Os pioneiros que se assentaram na região vinham em busca de terras férteis para a agricultura e a pecuária, dada a crescente escassez de alimentos naquelas cidades (PANIAGO, *apud* MELLO, 2002, p. 37).

O assentamento surgiu nos arredores da Capela dos Passos, localizada na atual Rua dos Passos, em 8 de março de 1800. Naquela data, foi concebido ao padre São Francisco José da Silva licença para a construção de uma capela sob a evocação de Santa Rita (ALENCAR, *apud* MELLO, 2002, p. 43). A capela se ergueu e consigo a história de Viçosa, a priori com o nome de Santa Rita do Turvo.

O vilarejo foi crescendo e a necessidade de ocupação de novas áreas se tornando cada vez mais eminente, em razão disso, no ano de 1813, ergueu-se uma ermida no local onde hoje situa-se a Praça Silviano Brandão, no Centro (MELLO, 2002, p. 38). A partir do marco

histórico, o povoado se desenvolveu ao longo dos vales mais planos de uma região preponderantemente montana.

Mello (2002, p. 44) ao verificar o sítio onde se consolidou o município analisa:

Constata-se que, por estar localizado num vale de largura reduzida, dois elementos impunham limites ao crescimento do povoado: de um lado o ribeirão São Bartolomeu e, de outro, um terreno com aclive acentuado, hoje ocupado pelo morro Carlos Dias. Supõe-se ser esse o motivo da transferência da capela de Santa Rita, marco principal do povoado, para um local de topografia mais plana, onde fosse possível a expansão da área urbana.

Ainda, segundo o autor, esses elementos influenciaram o sentido de crescimento da cidade até a década de 1960.

Como consequência do adensamento populacional e desenvolvimento econômico, 58 anos depois, em 30 de setembro de 1871, o povoado de Santa Rita do Turvo foi elevado à categoria de Vila e, em 3 de junho de 1876 à de cidade (MELLO, 2002, p. 46).

Já na segunda década do século XX, a transferência da estação ferroviária da Violeira, a aproximadamente 6 km do núcleo urbano, para a Praça Silviano Brandão foi outro fator que impulsionou o crescimento da cidade. (ALENCAR *apud* MELLO, 2002, p. 49).

A nova estação foi ativada em 31 de agosto de 1914 e em seu trajeto criou-se uma parada no até então distrito de Silvestre, contribuindo, dessa forma, para o início do processo de ocupação daquele local (Alencar *apud* MELLO, 2002, p. 50).

De acordo com Ribeiro Filho (*apud* MELLO, 2002, p. 50):

A ferrovia foi uma grande alavanca para a formação do espaço construído de Viçosa, sendo o segundo marco no desenvolvimento da cidade. Sua chegada dinamizou o sistema de transporte local, integrando o município num contexto regional.

De imediato a nova estação promoveu o desenvolvimento de suas áreas adjacentes. Conforme a Resolução Municipal nº 345 de 17/01/1914, estabeleceu-se a abertura da Avenida Bueno Brandão ao longo da linha férrea em construção (REIS FILHO *apud* MELLO, 2002, p. 50). Naquela época Viçosa possuía 2000 habitantes distribuídos em cerca de 330 prédios, a cidade era constituída de quatro praças (Silviano Brandão, da Estação, Emílio Jardim e do Rosário), do Largo São Francisco e de nove ruas: Senador Vaz de Melo, Arthur Bernardes, do Comércio, Municipal, do Cruzeiro, dos Passos, Santa Rita, da Estação e Gomes Barbosa (RIBEIRO FILHO *apud* MELLO, 2002, p. 50).

Dessas quatro praças, a Silvano Brandão se consolidava como o grande pólo centralizador da cidade, abrigando, além da igreja matriz, a sede do fórum. Com a autonomia municipal, após a Proclamação da República, também foram organizados os três poderes (legislativo, executivo e judiciário) em seus arredores, de tal modo que o local passou a ser sede tanto da representação religiosa quanto da administração pública (MELLO, 2002, p. 52).

Na década de 1920, o vice-presidente em exercício Dr. Eduardo Carlos Vilhena do Amaral, de acordo com a Lei nº 761 de 06 de setembro de 1920, criou a Escola Superior de Agricultura e Veterinária do estado de Minas Gerais (ESAV), pelo decreto nº 6.053 de 30 de março de 1922 (PANIAGO *apud* MELLO, 2002, p. 52). Por influência do então presidente Arthur da Silva Bernardes a escola foi construída em Viçosa. A ESAV, atual Universidade Federal de Viçosa (figura 9), viria a ser o principal elemento a impulsionar o desenvolvimento econômico não só da cidade, mas de toda a micro-região.

Figura 9: Vista Parcial do *campus* da Universidade Federal de Viçosa (2002).



Fonte: Disponível em: <<http://www.ufv.br>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

O *campus* universitário foi erguido sobre o principal vale contíguo à área já ocupada pela cidade tornando, de tal maneira, uma “barreira” à expansão urbana, obrigando-a a seguir em outras direções.

Segundo Ribeiro Filho (*apud* MELLO, 2002, p. 52), entre os anos de 1920 e 1930 Viçosa possuía cerca de 800 edificações concluídas e algumas em construção, a maior parte na Praça da Matriz e nas ruas Arthur Bernardes, Benjamin Araújo e Bueno Brandão.

Quanto aos aspectos legais, em 1948 foi aprovado o Código de Postura do Município. Em 18 de maio de 1956 criou-se a primeira Lei de Parcelamento do Solo (Lei nº 280/56), que vigorou até 1979 (MELLO, 2002, p. 54). Segundo Ribeiro Filho (*apud* MELLO, 2002, p. 54), “havia inúmeras lacunas nessa lei, de modo que permitia ao construtor, muitas vezes, infringir determinadas exigências do documento”. Sendo assim, imagina-se que um grande número de projetos irregulares foram aprovados.

Na década de 1960 o processo de urbanização se consolidou ainda mais. Os fundos de vales foram praticamente todos ocupados. Já se fazia parte da malha urbana nessa época parte do Bairro de Ramos, parte do Bairro de Fátima, o Bairro Fuad Chequer, a Vila Dr. Horta e os bairros periféricos Bela Vista, Conceição, Pau de Paina e Santo Antônio (MELLO, 2002, p. 54).

O desenvolvimento da cidade se processava em razão das oportunidades de emprego oferecidas pela universidade (MELLO, 2002, p. 54). Assim como em várias cidades brasileiras a indústria dinamizou a economia, em Viçosa foi à universidade, a princípio, a responsável em desempenhar tal função.

Segundo Mello (2002, p. 56):

Até 1960 a população rural em Viçosa era maior que a população urbana, 11.625 habitantes residindo no campo e 9.221 habitantes na cidade. Na década de 1960 houve a inversão desse quadro, passando a população urbana para 15.551 habitantes e a rural para 10.226 habitantes.

Para Ribeiro Filho (*apud* MELLO, 2002, p. 56), a explicação para tal fato se vincula:

À universidade, que passava por um momento de expansão. Com isso, além de empregos burocráticos, estava sendo contratada mão-de-obra para a construção de novos edifícios no *campus*, atraindo pessoas de outras localidades e da zona rural.

Contudo, a estrutura urbana não se encontrava preparada para absorver tamanho crescimento populacional. A infra-estrutura era precária, o relevo acidentado e a legislação local permissiva e sujeita a “manobras” políticas (MELLO, 2002, p. 56).

Outro fator que influenciou o crescimento da cidade, segundo Mello (2002, p. 56), “foi a distância entre as demais áreas ocupadas e o núcleo urbano”. As regiões onde estão centralizadas as atividades comerciais e administrativas, os serviços e o lazer, condicionam a escolha do local de moradia do cidadão. Nesse sentido, Viçosa possuía como pólos de atração o seu Centro e o *campus* universitário. Muitas das áreas ocupadas próximas a esses pólos, nas expansões anteriores, eram, e ainda são consideradas impróprias do ponto de vista ambiental ao processo de urbanização, como as encostas, os topos de morros e ao longo dos cursos hídricos. Partindo das principais vias de acesso ao centro da cidade e ao *campus* da universidade foram registrados loteamentos de ocupação dessas áreas desde a década de 1970 (MELLO, 2002, p. 56).

A abertura da Av. Castelo Branco, que se tornou à via de ligação da cidade com outras localidades, veio a ser mais um vetor da expansão urbana, propiciando o desenvolvimento dos bairros Santo Antônio, João Braz e Silvestre (MELLO, 2002, p. 57). Nos últimos tempos mais áreas adjacentes à via foram loteadas acarretando grande ocupação ao longo do seu percurso.

Em suma, nas últimas décadas, Viçosa vem apresentando um crescimento populacional e urbano até certo ponto carente de um planejamento adequado, caracterizando-se pela verticalização e expansão horizontal indiscriminada das moradias no Centro e em direção à periferia e a zona rural.

Tal fato pode ser considerado como fruto da intensa especulação imobiliária que se faz presente na cidade, em virtude, sobretudo, da Universidade Federal de Viçosa e das faculdades particulares UNIVIÇOSA, ESUV e FDV. Os altos edifícios que vem sendo construídos ocupam os poucos vazios urbanos que ainda restam na região central, que são justamente as encostas, os topos de morros e ao longo do Ribeirão São Bartolomeu, todos áreas de preservação permanentes - APP.

Outra característica marcante que o município apresenta diz respeito ao tráfego de veículos automotores. Viçosa é a quarta maior relação veículo/habitante do estado de Minas Gerais, sendo estimada em um carro para cada quatro habitantes, o que implica em maiores emissões de poluentes na atmosfera e, conseqüentemente, aumento na temperatura do ar.

Com relação aos impactos nas cidades em decorrência do tráfego de veículos Artaxo e Mouvier (*apud* FIALHO, 2002, p. 9) vão mais além. Segundo os autores:

A intensificação das atividades humanas e o aumento da circulação de veículos concorrem para o adensamento de partículas em suspensão na atmosfera, pois atuam como incentivadores de condensação. Dependendo das condições geográficas e sinóticas ocorrerá o aumento

da concentração de poluentes atmosféricos, principalmente nos meses de inverno, quando em situações de estabilidade atmosférica, geralmente sob o predomínio de massa polar atlântica, pode ocorrer um aumento da incidência de doenças respiratórias.

Estes fatores, adensamento populacional, expansão da malha urbana e circulação de veículos motorizados, talvez sejam os mais relevantes aspectos antropogênicos a serem analisados em estudos sobre clima urbano na cidade, já que, até a data desta pesquisa, a presença de indústrias de grande porte e altamente impactantes, ambientalmente falando, ainda inexistem.

4. Metodologia

Na tentativa de se aplicar à concepção teórica do SCU, desenvolvido por Monteiro, e alcançar os objetivos propostos, a pesquisa percorreu algumas etapas. A primeira refere-se à análise temporal dos dados da estação climatológica de Viçosa, operada pelo Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da UFV, no período de 1970 a 2005, com intuito de retratar a evolução da temperatura média do ar e o comportamento termo-pluviométrico do município, enquadrando-o, climaticamente, no âmbito da Zona da Mata Mineira. Com esses dados foi elaborado um gráfico de tendência no *software* Excel v. 5, onde se construiu uma média móvel de 4 anos, com objetivo de suavizar as discrepâncias anuais e servir de subsídio para a verificação, ou não, do incremento da temperatura do ar na cidade.

Posteriormente, fez-se um levantamento bibliográfico a respeito do processo de ocupação e transformação da paisagem urbana de Viçosa e dos trabalhos já desenvolvidos sobre clima urbano em cidades de médio porte, a fim de definir a melhor estratégia para sua aplicação no município.

Mediante tais levantamento, adotou-se a técnica dos transetos móveis³ para mensurar a temperatura do ar, a nebulosidade, a temperatura do solo e a umidade relativa do ar, no intuito de correlacionar esses elementos climáticos de acordo com os diferentes tipos de usos do solo identificados ao longo do trajeto estabelecido (Tabela 1), que se iniciou na Mata do Paraíso, passou pela UFV e a área central da cidade e terminou no bairro Novo Silvestre.

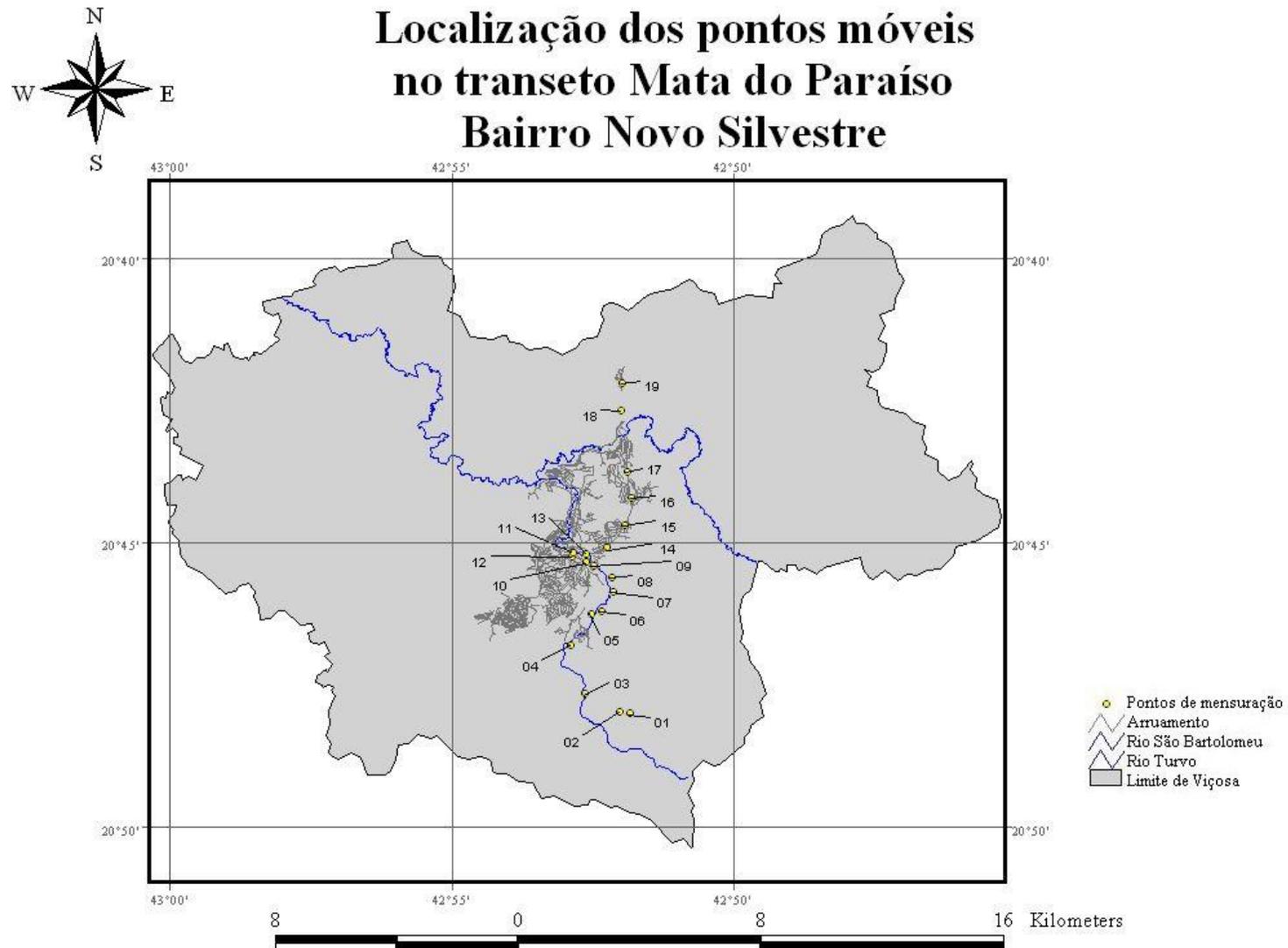
Para definir os pontos de mensuração que abrangessem os mais diferenciados usos do solo, a escolha baseou-se nos mapas temáticos produzidos no Laboratório de Geoprocessamento, do Departamento de Solos (DPS), e no Laboratório de Geografia Física, do Departamento de Artes e Humanidades, ambos pertencentes à Universidade Federal de Viçosa, e em observações de campo.

Sendo assim, o transeto determinado compreendeu dezenove pontos de amostragem e uma distância de 15 km. Utilizou-se, ainda, um GPS (Global Position System) de navegação com precisão de oito metros para melhor representar o perfil topográfico do terreno. Os resultados podem ser vistos a seguir, na figura 10 e na tabela 11.

³ Segundo Schimidt (*apud* Fialho, 2002, p. 8), “a técnica dos transetos móveis tem como objetivo ampliar os pontos de observação dentro da cidade e, assim, melhor verificar as alterações intra-urbanas”. Como já bem visto no capítulo 1, são muitos os pesquisadores que empregam esta técnica.

Figura 10:

Localização dos pontos móveis no transecto Mata do Paraíso Bairro Novo Silvestre



Fonte: Departamento de Solos - UFV (Elaborado por Vinicius Machado Rocha, 2007).

Tabela 1: Uso e Ocupação do Solo ao longo do Transeto Mata do Paraíso-Novo Silvestre.

Pontos de Mensuração	Distância (km)	Altimetria (m)	Uso do Solo
1. Represa da Mata do Paraíso	0,0	730	Área com atividade pecuária; casas unifamiliares; apresentam os maiores resquícios de fragmentos de mata atlântica de Viçosa.
2. Portão da Mata do Paraíso	0,3	711	
3. Escola Municipal Almiro Paraíso	1,0	684	
4. Acamari 52	3,0	677	
5. Laboratório de Papel e Celulose do DEF/UFV	4,0	665	Áreas esparsas, com prédios de até 5 andares; fluxo moderado de veículos; área de lazer nos finais de semana.
6. Departamento de Engenharia Agrícola - UFV	5,0	652	
7. Centro de Ciências Exatas - UFV	6,0	652	
8. Centro de Vivência – UFV	6,7	653	
9. Quatro Pilastras – UFV	7,0	649	
10. Restaurante Charm	7,4	649	Área densamente povoada; intenso fluxo de veículos e pessoas; ausência de áreas verdes, exceto na praça Silviano Brandão; co-existência de uso residencial e comercial.
11. Praça Silviano Brandão	8,0	648	
12. Balaustre	8,3	648	
13. Posto Caçula	9,0	658	
14. Acesso Alternativo à UFV	10,0	698	
15. Posto Millenium	11,0	688	Áreas adjacentes ao centro; apresentam forte indução de expansão do núcleo urbano intercalado com áreas de atividades rurais
16. Cabana Roda	11,6	692	
17. Univiçosa	12,0	674	
18. Apae Rural	14,0	664	
19. Bairro Novo Silvestre	15,0	659	

Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

A escolha de tal percurso considerou os eixos de expansão da malha urbana, que se estende no sentido sudoeste-nordeste. Quanto à definição dos pontos de registros, os critérios se respaldaram nas características peculiares de cada local, principalmente, quanto ao uso e ocupação do solo e a dinâmica das atividades humanas ao longo do dia.

Para a identificação dos sistemas produtores de tempo atuantes durante os dias de realização dos experimentos de campo, foram utilizadas cartas sinóticas obtidas à Diretoria de

Hidrologia e Navegação (DHN) da marinha do Brasil pelo site www.mar.mil.br/dhn e imagens de satélites adquiridas ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na página da internet www.cptec.inpe.br, serviram para ilustrá-los com mais acuidade.

Com relação aos experimentos de campo, as mensurações realizaram-se nos dias 23/11/2006, 24/11/2006, 27/11/2006, 06/12/2006 e 19/12/2006, todos em situações sazonais de primavera, em três horários: 06:00h, 13:00h e 20:00h.

As medidas móveis efetuaram-se por meio de um sensor digital de leitura direta da temperatura e umidade relativa do ar (TEMPEC) montado no interior de um tubo de PVC revestido por papel alumínio, a fim de protegê-lo das incidências da radiação solar de ondas curtas e longas e permitir uma maior circulação em seu interior.

O aparelho encontrou-se acoplado ao lado direito de um veículo, no sentido transversal ao mesmo, a uma altura de aproximadamente 1,5m do chão, seguindo as recomendações adotadas pelas estações climatológicas que definem esta altura como sendo a de menor interferência da superfície sobre o sensor e por estar mais afastado da influência do motor do automóvel.

No que diz respeito às coletas da temperatura do solo, utilizou-se um termômetro de medição direta (INFRARED THERMOMETER), em punho, apontado para a superfície do terreno. Já a nebulosidade foi registrada a partir de observações visuais da cobertura do céu, variando de 0 (céu aberto) a 8/8 (céu nublado).

O percurso foi realizado em aproximadamente 45 minutos com velocidade média do veículo em torno de 50Km/h.

Com o objetivo de discriminar os locais de maior aquecimento diurno e perda radiativa noturna calcularam-se as taxas de aquecimento e resfriamento. A taxa de aquecimento foi obtida pela subtração da segunda medida pela primeira, dividido pelo intervalo de horas, no caso sete. Já para a taxa de resfriamento subtraiu-se o segundo pelo terceiro horário e dividiu-se novamente por sete o resultado.

Por fim, para a determinação da intensidade do gradiente térmico horizontal considerou-se a diferença de temperatura entre o ponto de menor e o de maior registro.

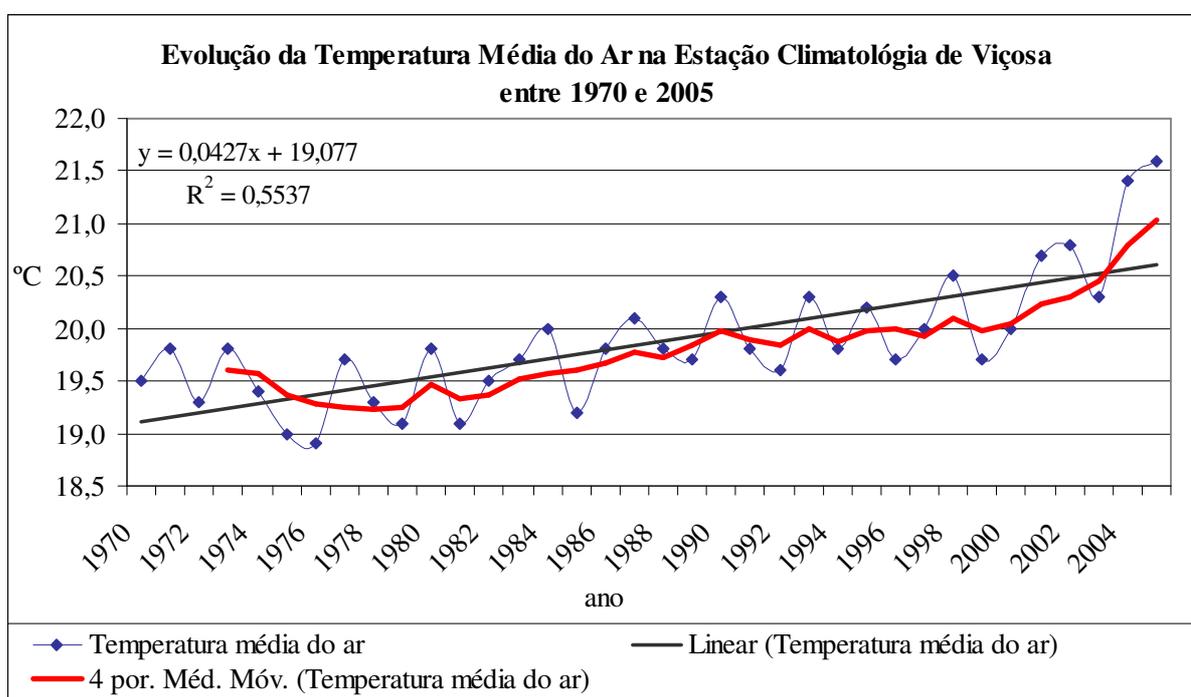
5. Resultados e Discussão

Após a caracterização da área de estudo e da apresentação dos procedimentos metodológicos, o presente capítulo apresenta às análises dos dados de campo e das variações do tempo ao longo dos dias de realização dos experimentos e desvenda os meandros do comportamento dos elementos climáticos, temperatura do ar, nebulosidade, temperatura do solo e umidade relativa do ar, nos diferentes tipos de usos do solo retratados.

5.1. Análise da variação da temperatura do ar no período de 1970-2005

Os dados da estação climatológica de Viçosa, como são possíveis de se identificar pela figura 11, comprovam que o município, no período entre 1970 e 2005, apresentou um aumento significativo nos valores referentes à temperatura do ar.

Figura 11:



Fonte: Estação Climatológica de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola - UFV
 Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

Em termos gerais, a média das grandezas manteve-se entorno dos 19,9°C. Na década de 1970 esse valor era de 19,4°C. Também é importante mencionar sobre a população. Em 1970, segundo o IBGE (2005), 17.000 indivíduos fixavam-se na zona urbana e 8.784 na zona

rural. Na década seguinte, o número de habitantes do perímetro urbano quase que dobrou, passando a 31.143, e na zona rural diminuiu para 7.512, num total de 38.655 habitantes em 1980 (IBGE, 2005). A média da temperatura, nesse intervalo, foi cerca de 0,3°C superior à de 1970 e 0,2°C inferior à dos 35 anos de mensurações.

A década de 1990 representa o momento em que a temperatura média do episódio é sobreposta, com registros entorno dos 20,0°C. A população continuava a crescer, tanto que superou os 50.000 habitantes em 1990, dos quais 46.456 residiam na zona urbana e 5.202 na zona rural (IBGE, 2005).

Nos cinco primeiros anos da atual década, a média das temperaturas já alcança os 20,8°C, superior em 1,4°C à dos anos 70 e 0,9°C à do período de coletas. Quanto à população, sua estimativa em 2000 era de 64.854 habitantes, sendo que 59.792 estabeleciam-se na cidade e 5.062 no campo (IBGE, 2000).

Nota-se que o aumento da temperatura coincide, notadamente, com o crescimento populacional da cidade, como ocorrera com o município de Juiz de Fora, conforme verificado por Martins e Fialho (2002), quando da análise da série histórica compreendida entre 1915 e 2000.

Porém, diferentemente de Juiz de Fora, a estação climatológica de Viçosa, ao contrário de muitas outras estações brasileiras, localiza-se fora do centro urbano, mais precisamente no *campus* da UFV, que impediu o avanço da malha urbana em direção a estação. No entanto, mesmo assim, se constata na figura 11, um crescimento contínuo da temperatura do ar. Então se pergunta. Qual seria a razão?

É importante ressaltar que com essa base de dados, mesmo sendo de um período correspondente a 35 anos, não há como afirmar com segurança que a causa do aumento da temperatura na cidade seja consequência direta e exclusiva do processo de urbanização, embora o presente estudo se proponha a investigar indícios de um clima urbano comprometido.

A resposta poderia estar associada aos ciclos globais, ou seja, aos ritmos naturais de aquecimento (interglaciação) e resfriamento (glaciação) ao longo das eras geológicas, conforme afirma Ayoade (2006, p. 215).

Nesse sentido, relacionar o acréscimo da temperatura do ar em Viçosa pode estar associado aos ciclos naturais da Terra, que atualmente é o interglacial, e favorece o aquecimento natural do planeta, o que pode agravar o desconforto térmico nas escalas inferiores, ao nível da cidade, podendo ampliar as diferenças térmicas entre o campo e a cidade.

5.2. Análise dos eventos episódicos

Durante o dia 23/11/2006, encontrava-se estacionada sobre boa parte do território nacional, principalmente na faixa costeira, uma MPA, que adentrou o continente pela Argentina e deixou o tempo instável nessa região ao se colidir com as massas de ar quentes (MTA e MTC). Ao norte do Brasil muitas nuvens se formaram devido às áreas de instabilidades tropicais. Na região Nordeste, a atuação de áreas de baixa pressão em altitude causou muita nebulosidade sobre os estados, sobretudo nas partes mais próximas ao litoral como a Zona da Mata e o Agreste. Nota-se, também, muitas nuvens sobre o Centro-Oeste e em Minas Gerais, resultado do forte calor e da umidade. Nas demais regiões a nebulosidade não se mostrou significativa (Anexo 1).

Em Viçosa, o tempo se manteve instável durante todo o dia, de parcialmente nublado a nublado com pancada de chuva a tarde, por volta das 16:30h. A nebulosidade, pela manhã, sempre foi entorno de 8/8. À tarde, oscilou entre 5/8, nos pontos 15, 16 e 17, e 6/8, nos demais. À noite subiu novamente, 7/8 para todos os pontos de mensuração.

Durante o período diurno do experimento de campo foi identificado um pico de temperatura de 2,1°C nos pontos 16 (Cabana Roda) e 17 (UNIVIÇOSA). Os registros da temperatura do ar nesses locais foram de 20,4°C. É importante mencionar que estes pontos localizavam-se na BR-120 e a explicação para tal resultado baseia-se em função, principalmente, do intenso fluxo de veículos automotores que utilizam a rodovia para se deslocarem rumo aos municípios vizinhos e ao Centro da cidade nesse horário. É bem provável que nessa região a concentração de gás carbônico seja mais elevada em relação à de outras áreas da cidade, em função, sobretudo, do tráfego. Por esse gás ser considerado de efeito estufa, já que impede a radiação infravermelha de retornar ao espaço, daí a razão para as altas temperaturas. Os menores valores ocorreram do ponto 1 ao 7, nunca ultrapassando os 19°C. No Centro a temperatura do ar oscilou entre 19,4°C e 19,9°C, sendo possível identificar um núcleo de calor de baixa intensidade na Praça Silviano Brandão e no Balaustre (1,3°C), e outro no Posto Caçula e no acesso alternativo à UFV (1,6°C), que também pode ser resultado do tráfego de veículos automotores na Av. Castelo Branco, principal via de acesso dos Bairros João Braz, Silvestre e Novo Silvestre à região central da cidade e à UFV.

Ao conjugar estes dados com os da umidade relativa do ar nota-se que nos pontos onde se verificou as maiores temperaturas a umidade foi baixa. No ponto 17, por exemplo, seu valor foi de 72%, a menor marca. No Centro essa variável obteve uma média de 74,25%,

já na zona rural o resultado foi de 84,66%. Os valores mais expressivos ocorreram nos pontos 1 e 2, 89% e 88%, respectivamente.

Já a temperatura do solo variou proporcionalmente à temperatura do ar. Nos locais onde se registrou núcleos de calor expressivos, como no ponto 16, a temperatura do solo verificada foi de 33°C, mesma mensura do ponto 15. Os menores valores foram identificados nos pontos 1 e 2, na Mata do Paraíso, 25°C. Vale lembrar que na zona rural o solo encontra-se exposto, por isso esses resultados. A média dos pontos de mensuração estabelecidos no Centro se deu entorno de 31°C, 0,6°C superior à do transeto.

À tarde, os picos de calor apresentaram maiores magnitudes nos pontos 13, 15 e 17, 4,2°C. Ao comparar a temperatura do ar nos pontos estabelecidos na UFV com os da região central da cidade um fato curioso pôde ser verificado: apesar do *campus* universitário possuir vastos campos gramados, bosques, lagoas e prédios espaçados um dos outros, a média da temperatura nessa região foi cerca de 0,38°C superior à do Centro, que registrou 30,0°C. De tal modo que um núcleo de calor com intensidade de 3,7°C se formou sobre a UFV, nos pontos 6 e 8.

O *campus* universitário, como bem relatado, apresenta muitas características distintas em relação ao Centro. Os prédios da UFV atingem uma altura máxima de três andares, são bem distantes uns dos outros e provavelmente tenham sido construídos fundamentados em certos aspectos climáticos, como por exemplo, aproveitar ao máximo a radiação solar direta e não se tornar um obstáculo a ela. As árvores também são bem espaçadas, principalmente as das Avenidas P. H. Rolfs e Purdue, e nota-se que o dossel não é alto, o que contribui para uma maior incidência dos raios solares na superfície. Como no Centro da cidade o processo de urbanização e o adensamento populacional são mais evidentes, é bem provável que a altura dos prédios influenciou a circulação local dos ventos atmosféricos e aumentou a área total de sombreamento na região, provocando, desse modo, uma queda nos registros térmicos. Os menores valores da temperatura ocorreram na Mata do Paraíso e após o deslocamento da UNIVIÇOSA em direção aos dois últimos pontos do transeto. Na Praça Silviano Brandão o fenômeno climático atingiu uma magnitude de 3,2°C.

Quanto à umidade, seu comportamento não se manteve semelhante ao horário diurno, os menores valores registrados ocorreram nas áreas de pastagem, pontos 18 e 19. As grandezas mais expressivas foram identificadas, novamente, na Mata do Paraíso, sobretudo no ponto 2, 59%. Nas marcas 6 e 8 esses valores foram 54% e 55%, respectivamente. No Centro, a mesma oscilou 5%, de 52% no Balaustre a 57% no Posto Caçula. Nos pontos 13, 15 e 17 a umidade relativa do ar variou entre 55% e 57%.

Em relação à temperatura do solo, as demarcações situadas na Mata do Paraíso obtiveram os menores registros. A Cabana Roda foi o local da maior mensura, 57°C. Nos pontos 13, 15 e 17 esses valores também se apresentaram altos, entre 52°C e 54°C. Na UFV a média dos resultados (50°C) foi superior à do Centro (48°C), assim como ocorreu com a temperatura do ar.

À noite, as regiões que mais retiveram calor uma hora após o por do sol foram o Centro e os pontos 15 e 17. Na região central o fenômeno espacializou-se sobre os pontos 11, 12 (2,1°C) e 13 (2,3°C). Na periferia as magnitudes atingiram 2,0°C no ponto 15 e 2,1°C no 17. Com relação à temperatura do ar, os primeiros e últimos pontos do transeto identificaram os menores valores do período. Na UFV esses resultados também foram pouco expressivos, sobretudo se comparados com as mensurações do horário vespertino.

A umidade relativa do ar apresentou-se entre 74%, no ponto 3, e 83%, no ponto 1. Todas as marcas estabelecidas na UFV registraram 75%, exceto o ponto 9 com 77%. No Centro esses valores foram entorno de 78%, salvo engano o ponto 10 também com 77%. No Posto Millenium mensurou-se 78% e na UNIVIÇOSA 80%, uma das maiores grandezas do horário.

A temperatura do solo variou 9°C. A mínima se deu na Mata do Paraíso, 25°C no ponto 1, e a máxima no Centro de Ciências Exatas (CCE), 34°C. Os resultados mais expressivos ocorreram nas áreas centrais e periféricas. Nas marcas 11, 12 e 13 a temperatura do solo oscilou de 30° a 32°C e no ponto 15 se registrou 33°C, a segunda maior mensura do turno.

O dia 24/11/2006 apresentou muitas nuvens ao norte do país, conseqüência, mais uma vez, das áreas de instabilidades tropicais. No Nordeste, a atuação de áreas de baixa pressão em altitude enfraqueceu e a nebulosidade diminuiu sobre a região. Também predominaram muitas nuvens sobre o Centro-Oeste e em Minas Gerais, novamente devido ao forte calor e a umidade relativa do ar, e no Sul, em razão de um “cavado em altitude” (Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 06 dez. 2006). Nas demais áreas do Brasil, assim como no dia 23/11/2006, não houve nebulosidade significativa (Anexo 2).

Durante as mensurações realizadas pela manhã, o tempo encontrava-se nublado e uma nebulosidade de 7/8 pôde ser identificada. À tarde, as nuvens se dissiparam um pouco, o sol surgiu e os registros marcaram 5/8 para os três primeiros e últimos pontos do transeto e 6/8 para os demais. Sendo assim, nota-se que durante a tarde deste dia, na área urbana de Viçosa, sobretudo no Centro, o céu apresentava-se mais encoberto em relação à Mata do Paraíso e os

bairros localizados no trecho final do transeto. Já à noite, a presença de nuvens na atmosfera inexistiu e o vento manteve-se em estado de calmaria.

No primeiro horário do experimento de campo identificou-se um núcleo de calor com intensidade de $1,5^{\circ}\text{C}$ dos pontos 15 ao 18. No Centro também se presenciou o fenômeno nos pontos 11 e 12, com magnitudes de $1,3^{\circ}\text{C}$ e $1,4^{\circ}\text{C}$, respectivamente. O que de fato comprova que a urbanização ao longo do fundo do vale já faz efeito, pois nesse horário esperavam-se menores temperaturas na região, já que o ar frio, por efeito da gravidade, desloca-se durante a madrugada no sentido montanha-vale. O maior pico de temperatura aconteceu no ponto 19, $1,9^{\circ}\text{C}$. As menores temperaturas ocorreram na Mata do Paraíso e na UFV.

A umidade relativa do ar não demonstrou grande oscilação, manteve-se entre 71%, nos pontos 1, 2, 7 e 15, e 76%, no ponto 5. Nota-se que a Mata do Paraíso apresentou o menor registro ao longo do percurso. Na UFV, assim como no Centro da cidade, a média dessa variável se deu entorno de 72,8%. Do ponto 15 ao 18 este valor foi de 72,0%. Por outro lado o ponto 19 obteve 75%, uma das maiores mensuras. A explicação fundamenta-se na circulação regional dos ventos atmosféricos que, durante a madrugada, é capaz de desarticular a umidade que se encontra nas partes íngremes da montanha para os fundos de vale.

A temperatura do solo sofreu uma variação de apenas 4°C . Na Mata do Paraíso obtiveram-se as mínimas, 24°C nos pontos 1 e 2. Na UFV todas as grandezas apresentaram 26°C , exceto a marca 9, 28°C . Este valor se caracterizou o maior do período e também foi encontrado no Ponto Millennium. Os resultados mais expressivos ocorreram do ponto 15 ao 18, com registros acima da média. No Centro, nos pontos 11 e 12 identificou-se 27°C e 26°C , respectivamente.

À tarde, núcleos de calor foram diagnosticados em vários locais. Entre $5,0^{\circ}\text{C}$ e $7,0^{\circ}\text{C}$ verificou-se a formação do fenômeno nos pontos 10, 13 e 17. No Centro sua magnitude nunca diminuiu de $4,0^{\circ}\text{C}$. Na universidade puderam ser observados picos de temperatura com intensidades de $4,0^{\circ}\text{C}$ no ponto 7, e ainda de $3,7^{\circ}\text{C}$ no ponto 8. No Bairro Novo Silvestre também ocorreu o fenômeno, $3,0^{\circ}\text{C}$ de magnitude. Os menores valores foram registrados, novamente, na Mata do Paraíso.

Em relação à umidade relativa do ar, constatou-se uma oscilação entorno de 14%. Nos pontos onde os núcleos de calor fizeram-se presentes com maiores temperaturas, 10, 13 e 17, seus valores foram de 55%, 52% e 55%, respectivamente. No ponto 7 identificou-se 55%, e no 8 54%, assim como no ponto 19. O maior registro da variável ocorreu no ponto 2, 56%. Na UFV a média da umidade relativa do ar se estabeleceu entorno de 53,2%, nos pontos de

mensuração delimitados na área central da cidade esse valor foi de 50,8%, e na periferia 51,8%.

A temperatura do solo manteve uma média de 47,5°C. A UFV se destacou por apresentar valores acima da média. O ponto 6 foi o local onde se obteve a maior mensura, 55°C, assim como as marcas 13 e 14. No Centro de Ciências Exatas (CCE) e no Centro de Vivência verificou-se 53°C e 52°C; no Restaurante Charm 45°C; na UNIVIÇOSA 48°C e no Bairro Novo Silvestre 34°C. Os menores resultados ocorreram na Mata do Paraíso.

Durante a noite o Centro foi a região mais afetada pelas altas temperaturas. Projetou-se sobre a Praça Silviano Brandão um núcleo de calor com intensidade de 3,3°C. Nas demais marcas da área central picos de temperatura oscilaram entre 2,3°C e 2,9°C. Na Cabana Roda e na UNIVIÇOSA o fenômeno obteve magnitudes de 2,0°C e 1,9°C, respectivamente. Na UFV, averiguou-se um núcleo de calor com intensidade de 1,8°C sobre os pontos 8 e 9. As menores temperaturas do ar ocorreram nas marcas iniciais e finais do transeto.

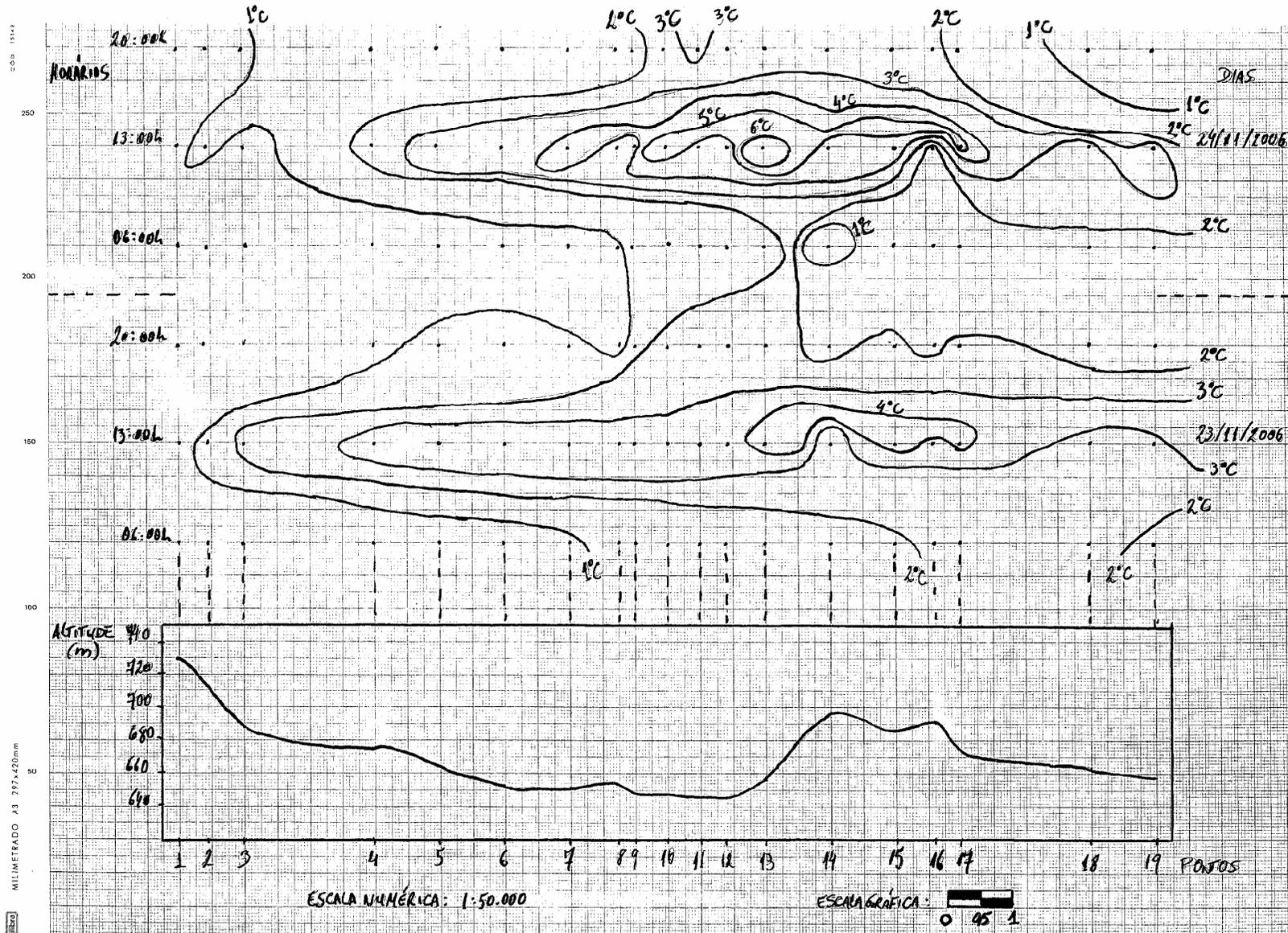
Quanto à umidade relativa do ar, os pontos estabelecidos na Mata do Paraíso apresentaram uma média de 67,66%. Na UFV, esse valor foi 65,2%. O Centro da cidade registrou 63,0% e os pontos estabelecidos nos bairros periféricos 62,2%. Na Praça Silviano Brandão ocorreu uma das menores mensuras no período, 63%, assim como na Cabana Roda e na UNIVIÇOSA com 62% e 63%, respectivamente.

A temperatura do solo oscilou 12°C nesse horário, de 25°C no ponto 1 a 37°C no ponto 4. Na Praça Silviano Brandão identificou-se 31°C, nos pontos 16 e 17 30°C e nas marcas 8 e 9 33°C. Os pontos 1 e 2 obtiveram as menores grandezas.

A figura 12 retrata bem estes dois episódios e espacializa os núcleos de calor ao longo do transeto, demonstrando os locais mais propícios ao aquecimento e à perda radiativa de energia. Além de exibir o perfil topográfico do trajeto.

No dia 27/11/2006, as áreas de instabilidade tropical continuavam a atuar sobre a região Norte do país. Como resultado da dinâmica atmosférica muitas nuvens se formaram sobre os estados amazônicos. A atuação de áreas de baixa pressão em altitude se enfraqueceu ainda mais e a nebulosidade sobre o Nordeste persistiu decaindo. Todavia, no Sudeste e Centro-Oeste, como consequência do deslocamento de uma área de baixa pressão em altitude associada à umidade elevada e ao calor, a nebulosidade não se dissipou. Em virtude de tal fato, durante todos os horários de mensuração realizados neste dia a cobertura de nuvens manteve-se sempre em 8/8 e durante a tarde houve ameaça de chuva (Anexo 3).

Figura 12: Perfil Topográfico e Gradiente Térmico do Transeito Mata do Paraíso – Novo Silvestre nos dias 23/11/2006 e 24/11/2006.

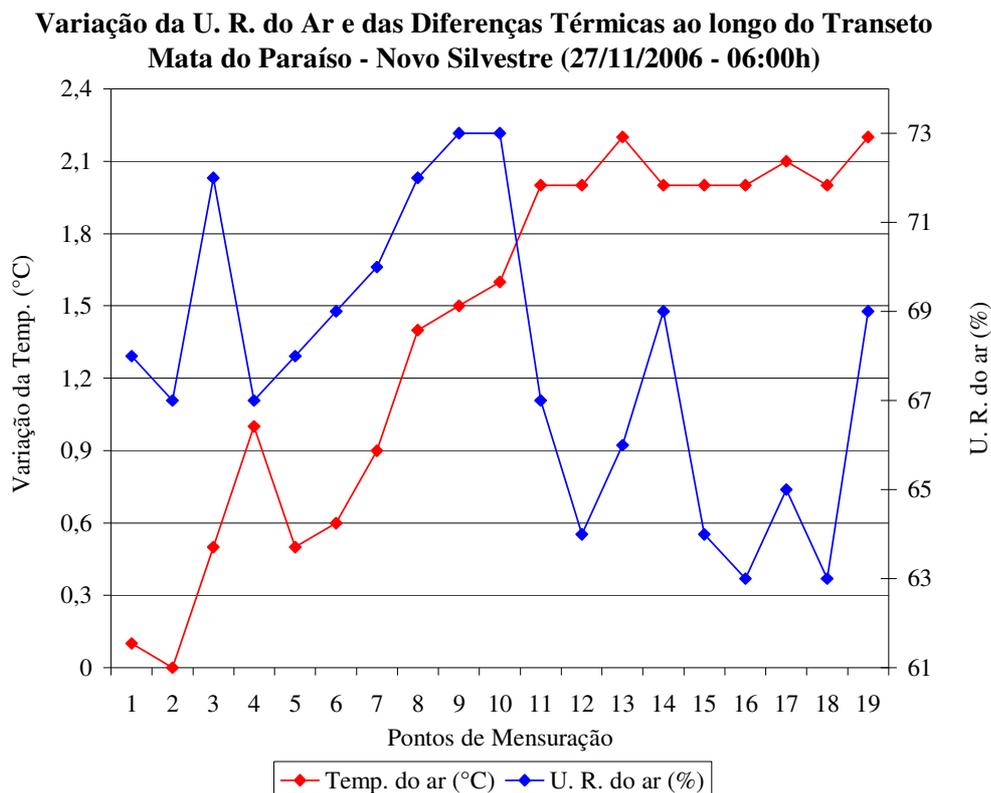


Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

Pela manhã, um núcleo de calor com intensidade de $2,2^{\circ}\text{C}$ se formou sobre os pontos 13 e 19. Os menores registros da temperatura do ar ocorreram, novamente, na Mata do Paraíso. Sobre a UFV, picos de temperatura com magnitudes de $1,4^{\circ}\text{C}$ e $1,5^{\circ}\text{C}$ puderam ser identificados sobre os pontos 8 e 9, respectivamente. No Centro da cidade a temperatura do ar oscilou entre $2,0^{\circ}\text{C}$ e $2,2^{\circ}\text{C}$, exceto no ponto 10 cujo registro se deu entorno de $1,6^{\circ}\text{C}$. Na UNIVIÇOSA o fenômeno também se expressou em magnitude elevada, se comparado às demais mensurações do horário, $2,1^{\circ}\text{C}$, a segunda maior marca.

A umidade relativa do ar oscilou cerca de 10%. De 63% nos pontos 16 e 18 a 73% nos pontos 9 e 10. Sobre a UFV ocorreu a maior média da variável ao longo do transecto, 70,4%. No Centro esse valor foi de 67,8% e nos bairros João Braz, Silvestre e Novo Silvestre 64,8%. Na Mata do Paraíso os registros se deram entorno de 69,0% (figura 13).

Figura 13:



Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

Nota-se que nas regiões onde a presença de áreas verdes é marcante, como a Mata do Paraíso e a UFV, a umidade relativa do ar manteve-se alta, por outro lado a temperatura do ar registrada foi baixa. Segundo Romero (*apud* FIALHO, E. S., IMBROISI, E. G., 2005, p. 5174) e Assis (1990, p. 45-58):

As áreas verdes intra-urbanas são fatores que controlam os atributos climáticos mais importantes, como a temperatura e a umidade, tendo diversas funções benéficas para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, sobretudo no que diz respeito ao conforto térmico. Além disso, funcionam como verdadeiros filtros para o ar contaminado e diminuem a intensidade dos ruídos.

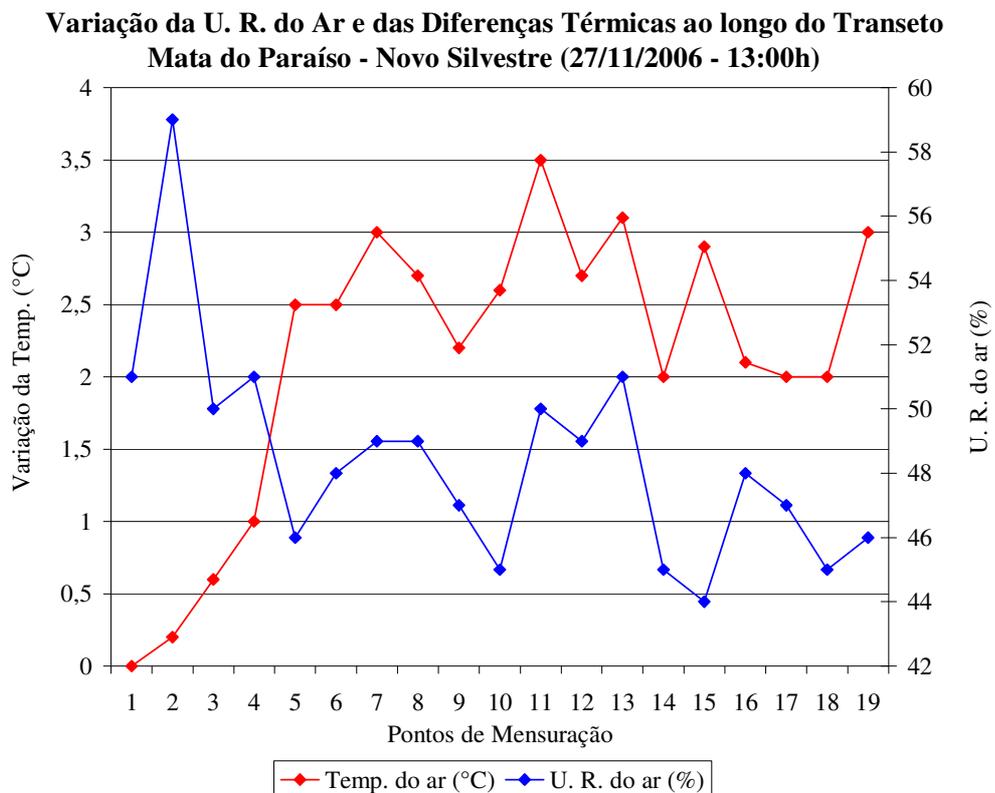
As vegetações em ambientes urbanos funcionam para sombrear, purificar e gerar amenidades térmicas. A radiação solar incidente nesses locais é absorvida, refletida e emitida de acordo com os materiais, as cores, as formas e os tipos de controles climáticos existentes. Nas folhas ela é na maior parte retida, devido a um alto coeficiente de absorção. Os raios solares incidem sobre a copa das árvores e a maior parte é absorvida pelas folhas, uma pequena fração é refletida e uma outra, que não é utilizada pela planta, é emitida na direção da superfície. Esse processo faz com que se crie um ambiente microclimático com uma temperatura mais baixa que o entorno (ROMERO *apud* FIALHO, E. S., IMBROISI, E. G., 2005, p. 5174).

Os pontos localizados nos bairros João Braz e Novo Silvestre obtiveram a média mais significativa quanto à temperatura do solo, 29,4°C. O maior registro ocorreu nos pontos 16 e 18, 30°C. A região vem se desenvolvendo rapidamente nos últimos tempos, em razão, principalmente, das faculdades ESUV e UNIVIÇOSA, notam-se muitos lotes vagos prontos para serem erguidas edificações, mas percebe-se claramente que não há uma preocupação ambiental na gestão e no planejamento dos bairros, sobretudo no que se concerne às questões climáticas com ênfase em conforto térmico. A região é palco de um intenso fluxo de veículos que se deslocam diariamente em direção a outras localidades vizinhas e ao Centro da cidade, além disso, não apresenta uma boa arborização. Como resultado tem-se um aumento da poluição sonora e da temperatura do ar e do solo. Parece que a situação também se repete na Av. Castelo Branco, no ponto 15 se identificou o mesmo valor. No Centro, as marcas 10 e 11 também registraram 30°C. Na Mata do Paraíso mensurou-se os menores índices. Novamente se constata que a temperatura do solo oscilou proporcionalmente à temperatura do ar.

Durante a tarde, na Praça Silviano Brandão e no Posto Caçula, verificou-se um núcleo de calor acima dos 3,0°C em relação ao ponto 1. As maiores temperaturas ocorreram no Centro. Na UFV identificou-se o fenômeno com intensidade de 3,0°C sobre o ponto 7, Centro de Ciências Exatas (CCE). Na mesma magnitude outro núcleo de calor se configurou no Bairro Novo Silvestre, ponto 19. Entre 2,0° e 3,0°C o fenômeno ocorreu em diversos pontos. As menores temperaturas foram coletadas nos extremos do transeto.

A umidade relativa do ar variou entre 44%, no ponto 15, a 59%, no ponto 2. Nas marcas onde os picos de temperatura atingiram valores máximos, pontos 11 e 13, a umidade relativa do ar permaneceu entre 50% e 51%, respectivamente. Na região central da cidade registrou-se a maior média da variável, 48,0%, menor apenas que a média dos pontos de mensuração localizados na Mata do Paraíso, 53,3%. Tal resultado é consequência direta da ameaça de chuva que vigorava no horário. No trecho final do transecto, cinco últimos pontos, esse valor se deu entorno de 46,0%, o menor do período (figura 14).

Figura 14:



Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

De maneira geral, a UFV apresentou as temperaturas do solo entorno de 43,8°C, as maiores da tarde. No Centro de Ciências Exatas (CCE), identificou-se o valor mais significativo do período, 47°C. No Centro da cidade esses resultados se mantiveram próximos aos 41,2°C (média dos pontos da região). As marcas 11 e 13 registraram 43°C e 45°C, respectivamente. No final do percurso, a maior grandeza se estabeleceu no Posto Millenium, 43°C. No ponto 19 tem-se 39°C. As menores mensuras puderam ser observadas na Mata do Paraíso.

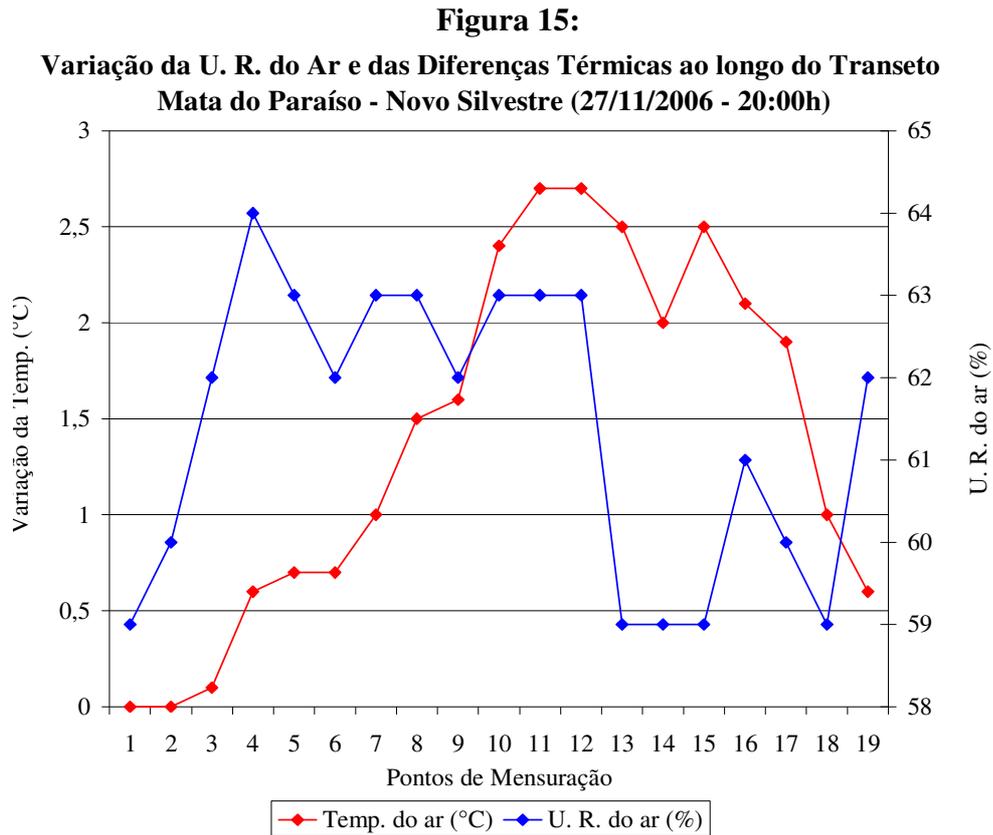
No horário noturno o fenômeno mostrou-se mais evidente nos pontos 11 e 12, Praça Silviano Brandão e Balaustre. Diagnosticou-se um núcleo de calor com intensidade de 2,7°C nesses locais. Nos pontos 13 e 15 as magnitudes foram de 2,5°C, na Cabana Roda 2,1°C e na UNIVIÇOSA 1,9°C. Nota-se que o fenômeno se fez presente, mais uma vez, na região central e nos bairros João Braz e Silvestre, principalmente nos pontos 15, 16 e 17. Na UFV, núcleos de calor se localizaram sobre os pontos 8 (1,5°C) e 9 (1,6°C). As menores temperaturas foram registradas na Mata do Paraíso.

Todo fundo de vale encontra-se mais aquecido durante a noite em relação à encosta da montanha. Considerando tal afirmação, este episódio retrata algo interessante: a UFV e o Centro de Viçosa localizam-se no mesmo fundo de vale, porém, não apresentaram índices térmicos semelhantes. Os pontos 11 e 12 demonstraram gradientes 1,1°C superior ao ponto 9, localizado na divisa dos locais. Como a urbanização no Centro é mais evidente do que na UFV, logo, é permitido concluir que as atividades antrópicas estão influenciando o balanço de energia na cidade, retardando a dispersão de energia acumulada ao longo do dia para a atmosfera.

Quanto à umidade, sua variação se deu entorno de 59% a 64%. Nos pontos 11 e 12 acusou-se 63%, e nas marcas 13 e 15, 59%. Na UFV, nos locais onde ocorreram os maiores picos de temperatura, a umidade mensurada foi de 62%, no ponto 8, e 63%, na marca 9. Para a Cabana Roda e UNIVIÇOSA os resultados foram de 60% e 61%, respectivamente (figura 15).

As temperaturas do solo mais elevadas ocorreram no segmento final do transeto, mais precisamente nos cinco últimos pontos, média de 33,2°C; 1,1°C superior à geral. Os pontos 15 e 16 marcaram 35°C, o maior valor. No Centro, as marcas 11 e 12 registraram 33°C e 31°C, respectivamente. No entanto, no Posto Caçula verificou-se o resultado mais significativo, 34°C. No ponto 8 identificou-se 32°C e no 9 33°C. Na Mata do Paraíso, mais uma vez, tem-se as menores mensuras, 25°C na marca 1 e 27°C na 2.

Em relação ao dia 06/12/2006, as massas de ar que atuavam sobre o Brasil eram a MTC e a MTA, de tal modo que muitos centros de baixa pressão se formaram sobre o território. No oeste da região Norte observa-se a ocorrência de muitas nuvens. Também é possível identificar a nebulosidade sobre o Centro-Oeste e o Sudeste, que pode ser explicada pela convergência de umidade para estas áreas. Com relação ao Sul, percebe-se a presença significativa de nuvens sobre a região, em virtude, principalmente, da atuação de uma área de baixa pressão. Já no Nordeste a nebulosidade não se destacou (Anexo 4).



Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

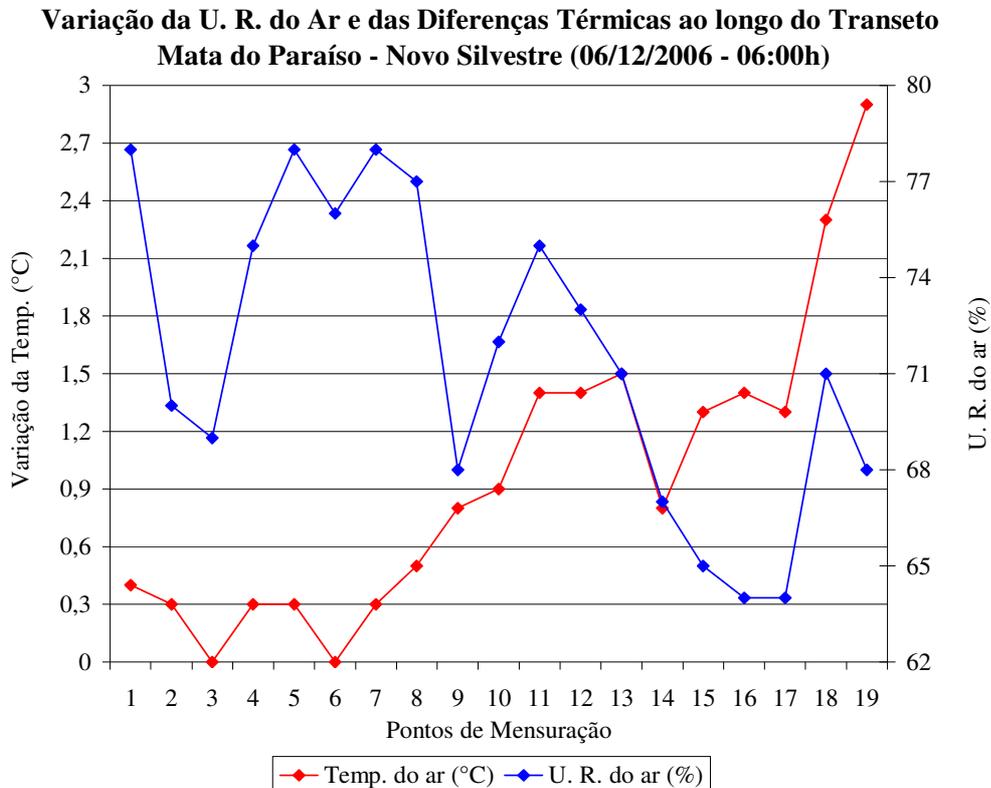
Em Viçosa, esta variável oscilou consideravelmente ao longo do dia. Pela manhã, seu registro se deu entre 5/8, nos pontos 1, 2, 3 e 19, e 6/8, nos demais. Nota-se que o vale onde estão localizados a UFV e o Centro da cidade apresentou-se mais nebuloso em relação à Mata do Paraíso, situada na montanha, o que leva a crer que uma brisa montanha-vale atuou durante toda a madrugada. No segundo horário de mensuração a temperatura se elevou em função do forte calor e a nebulosidade manteve-se entre 3/8 e 6/8, sempre aumentando do ponto 1 em direção ao 19. À noite, as variações ocorreram entre 1/8 e 4/8, os quatro primeiros pontos do transecto registraram 2/8. Para toda a UFV os valores foram de 3/8, no momento em que os limites da universidade foram sobrepostos e adentrou-se o Centro da cidade, essa marca se elevou para 4/8, permanecendo, desse modo, até o acesso alternativo à UFV - ponto 14. Deste local em diante os valores tornaram a cair: No Posto Millenium e na Cabana Roda registrou-se 3/8, na UNIVIÇOSA 2/8, e na APAE Rural e no Bairro Novo Silvestre 1/8.

Pela manhã, um núcleo de calor com intensidade de 2,9°C se formou sobre o Bairro Novo Silvestre e outro de 2,3°C na APAE Rural. Os pontos 15 e 17 obtiveram picos de temperatura de 1,3°C e o 16 de 1,4°C. Este último valor também ocorreu no Centro, nas marcas 11 e 12. Se referindo agora a esta região, identificou-se um núcleo de calor com 1,5°C

de intensidade sobre o ponto 13. As menores temperaturas foram registradas na Mata do Paraíso. Quanto aos pontos localizados na UFV, a intensidade do fenômeno não chegou a atingir 1°C.

No que tange à umidade relativa do ar, sua oscilação se deu entorno de 14%. Com 78% se destacaram os pontos 1, 5 e 7. Percebe-se que do ponto 1 ao 9 os valores foram expressivos, sobretudo na UFV. Os menores registros ocorreram nos pontos 16 e 17, 64%. Nos locais onde o fenômeno climático alcançou suas maiores magnitudes a umidade relativa do ar foi de 71%, para o ponto 18, e 68%, para o 19. Na Praça Silviano Brandão, no Balaustre e no Posto Caçula, identificou-se 75%, 73% e 71%, respectivamente (figura 16).

Figura 16:

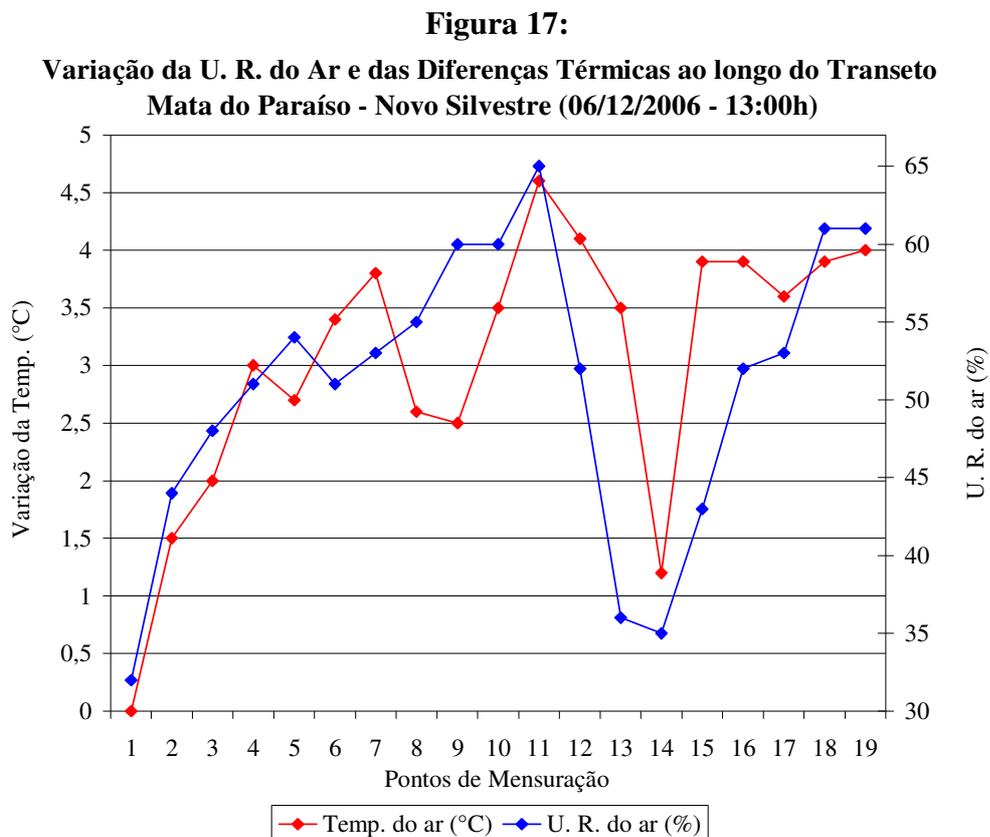


Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

Novamente a temperatura do solo oscilou proporcionalmente à tendência da temperatura do ar. Sendo assim, as maiores mensuras ocorreram no trecho final do transepto, do ponto 15 ao 19, em média 26,0°C. No Posto Millenium verificou-se 27°C. No Centro e na UFV esses valores foram de 24,8°C, superior à média geral em 0,2°C. Os pontos 11, 12 e 13 registraram 25°C, 24°C e 25°C, respectivamente. Na UFV todos os pontos marcaram 25°C, exceto o 5 com 24°C. A Mata do Paraíso apresentou os menores resultados.

No período vespertino as regiões mais afetadas pelos núcleos de calor foram o Centro, com média de intensidade entorno de 3,38°C, e o fragmento final do transeto, que compreende os cinco últimos pontos e engloba os bairros João Braz, Silvestre e Novo Silvestre, com 3,86°C. O fenômeno se mostrou mais atuante nos pontos 11, 12 e 19, com magnitudes acima dos 4,0°C. Na UFV os maiores registros ocorreram nos pontos 6 e 7, 3,4°C e 3,8°C, respectivamente. As menores temperaturas se estabeleceram na Mata do Paraíso, assim como a umidade relativa do ar. Em relação a esta variável, na UFV tem-se a maior média do horário, 54,6%. O *campus* possui quatro lagoas, o que de fato pode ter contribuído para esse resultado. No Centro da cidade esse valor foi de 49,8% e no trecho final do transeto 54,0%. A umidade sofreu uma variação muito grande nessa tarde, 33%. O ponto de maior pico de temperatura foi também onde ocorreu o registro mais significativo da umidade relativa do ar, 65%. O mesmo se identificou para o ponto 19, com 61%, a segunda maior grandeza do horário juntamente com o ponto 18 (figura 17).

Nota-se que no ponto 14 tanto a temperatura do ar quanto a umidade sofreram uma brusca queda, conseqüência de uma nuvem que encobriu o sol e de uma rajada de vento no exato momento da mensuração.



Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

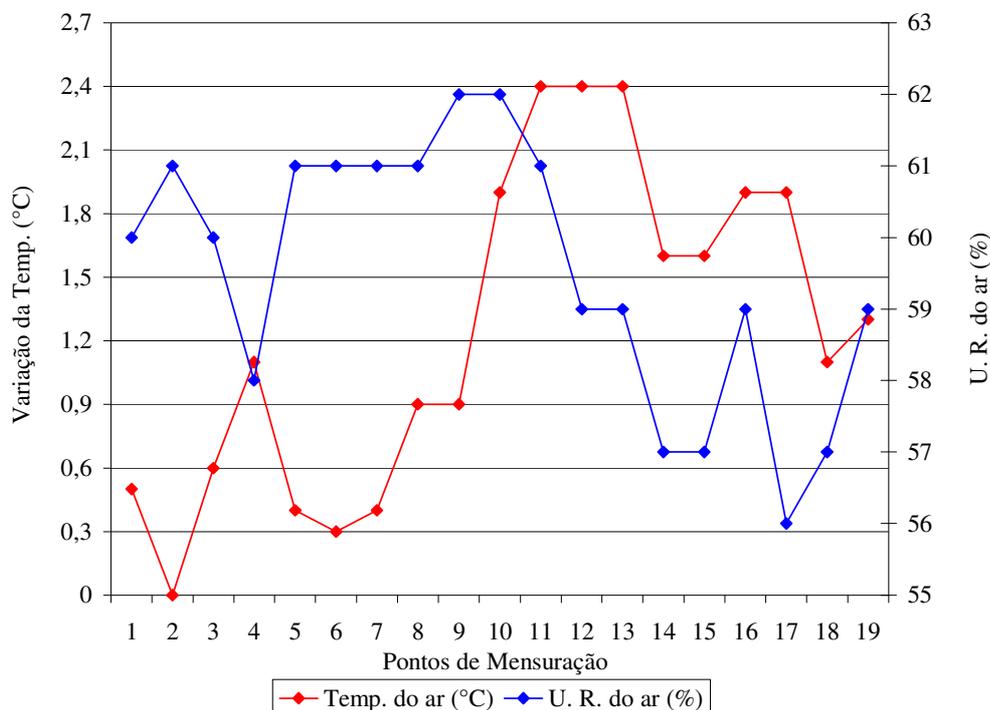
As temperaturas do solo obtiveram uma média de 50,0°C. Os pontos localizados na UFV destacaram-se apresentando valores entorno de 52,6°C. No Centro e na Mata do Paraíso verificou-se as menores mensuras, média de 48,8°C e 44,3°C respectivamente. Na região central este resultado pode ter ocorrido em função, sobretudo, do sombreamento causado pelos arranha-céus, já na Mata do Paraíso o motivo fundamenta-se na exposição do solo. Do ponto 15 ao 19 as grandezas se deram entorno dos 50,6°C. A máxima pôde ser constatada no ponto 18 (59°C) e a mínima no 1 (35°C).

Durante as mensurações realizadas no período noturno, espacializou-se sobre os pontos 11, 12 e 13, todos na área central, um núcleo de calor com intensidade de 2,4°C, o maior do horário. Em magnitudes inferiores se constatou o fenômeno nos pontos 14 e 15, com 1,6°C, e nas marcas 10, 16 e 17, com 1,9°C. Nos dois últimos pontos do trajeto identificaram-se picos de temperatura de 1,1°C e 1,3°C. Na UFV, em virtude das baixas temperaturas registradas, se comparadas sobretudo com as dos pontos de mensuração localizados na região central da cidade e final do transeto, o fenômeno climático não chegou a atingir 1,0°C. A Mata do Paraíso foi onde, novamente, a temperatura do ar obteve seus menores valores.

A UFV apresentou a maior média referente à umidade relativa do ar, 61,2%, seguida da Mata do Paraíso, com 60,3%. Observa-se, mais uma vez, que as regiões dotadas de áreas verdes e corpos d'água revelaram os índices mais expressivos no que tange à variável. No Centro esse valor foi de 59,6% e nos bairros localizados no sentido nordeste do transeto 57,6%. Nos locais onde se identificaram núcleos de calor com intensidade de 2,4°C a umidade oscilou entre 59% e 61%. No Restaurante Charm registrou-se 62%, na Cabana Roda 59% e na UNIVIÇOSA 56%, a menor marca. Nos pontos 18 e 19 os resultados também foram pouco significativos, 57% e 59% (figura 18).

A temperatura do solo mostrou-se mais elevada nas marcas situadas no Centro da cidade e do ponto 15 em diante, igualmente aos picos de temperatura. Os pontos 11, 13 e 16 marcaram 35°C e o 15 36°C, a maior grandeza. As mínimas ocorreram, novamente, nos pontos 1 e 2, 23°C e 26°C, respectivamente.

Figura 18:
Varição da U. R. do Ar e das Diferenças Térmicas ao longo do Transepto
Mata do Paraíso - Novo Silvestre (06/11/2006 - 20:00h)



Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

Analisando a imagem de satélite e a carta sinótica do dia 19/12/2006 (Anexo 5) observa-se muita nebulosidade sobre o Norte e o Centro-Oeste do país, conseqüência das áreas de instabilidades tropicais. Em parte do Sudeste e do Nordeste um vórtice ciclônico (área de baixa pressão) gerou muitas nuvens entre o oeste de Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia. No Sul verifica-se mais nebulosidade, que pode ser explicada em razão do calor, da umidade elevada e de “uma área de baixa pressão em médios níveis na atmosfera” (Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 06 dez. 2006).

Quanto aos experimentos de campo, pela manhã a nebulosidade apresentou sua maior variação: de 3/8, nos pontos 1 e 2, a 7/8, nos pontos 3 e 4. Todas as marcas estabelecidas no *campus* universitário registraram 6/8. Na região central da cidade esses valores foram 4/8. Rumo ao trecho final do percurso o acesso alternativo à UFV e o Posto Millenium identificaram 5/8, assim como os pontos 18 e 19. Na Cabana Roda e na UNIVIÇOSA os resultados foram 3/8. Nota-se claramente a mudança na circulação regional dos ventos atmosféricos: de brisa montanha-vale, que ocorre durante a madrugada, para a brisa vale-montanha. À tarde, a nebulosidade oscilou entre 2/8, na APAE Rural e no Bairro Novo Silvestre, e 4/8, do Acamari - 52 até o Restaurante Charm. Em boa parte do Centro e dos

pontos situados no extremo nordeste do transeto, principalmente da Praça Silviano Brandão até a UNIVIÇOSA, verificou-se 3/8, do mesmo modo que do ponto 1 ao 3. Já a noite, a presença de nuvens na atmosfera inexistiu e o vento se encontrou em estado de calmaria.

No primeiro horário das mensurações, as menores temperaturas foram coletadas na Mata do Paraíso. Um núcleo de calor com intensidade de 1,6°C pôde ser observado sobre o Centro, nos pontos 11 e 13. Na UFV, o fenômeno climático expressou-se com magnitudes de 1,2°C, no ponto 7, e 1,3°C, no 9. Mais uma vez, pela manhã, tem-se o Centro da cidade com temperaturas mais elevadas que o *campus* universitário, situado na mesma altitude. Sendo assim, não é difícil perceber que essa região vem enfrentando dificuldades em dissipar a energia acumulada durante o dia. Seguindo em direção ao trecho final do transeto, as marcas 15, 16 e 17 vinham apresentando, continuamente, os mesmos valores, 0,6°C, no entanto, no momento em que o sol raiou, aproximadamente as 06:40h, a intensidade do fenômeno elevou-se consideravelmente nos pontos 18 e 19, já que foram os primeiros a receberem os raios solares do início da manhã, isto explica os resultados de 1,8°C e 3,6°C, respectivamente.

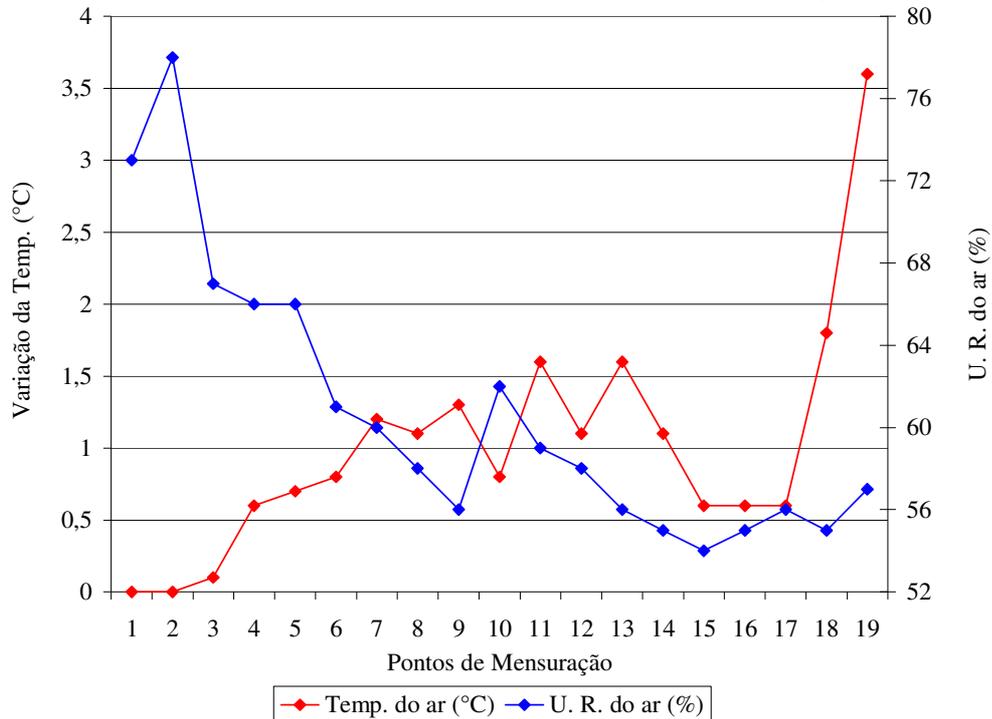
No que diz respeito à umidade, seus maiores valores foram registrados na Mata do Paraíso, 73% no ponto 1 e 78% no ponto 2. Na UFV sua média se deu entorno de 60,2%, superior à do Centro, com 58,0%, e à dos pontos localizados nos bairros João Braz, Silvestre e Novo Silvestre, 55,4% (figura 19).

A temperatura do solo oscilou 9°C, de 21°C nos pontos 1 e 2 a 30°C no ponto 15. Na UFV, as marcas 7 e 9 obtiveram 26°C. No Centro registrou-se 28°C na Praça Silviano Brandão e no Posto Caçula. A maior média pôde ser observada nos cinco últimos pontos do transeto, 28°C.

No período da tarde, um núcleo de calor com intensidade de 3,0°C se formou sobre o último ponto de mensuração. Com 2,0°C, o fenômeno se localizou sobre as marcas 15, 17 e 18. Ainda foi possível constatar, com 1,9°C e 2,5°C de intensidade, picos de temperatura nos pontos 11 e 14, respectivamente. Sobre a UFV, sua maior expressão aconteceu nos pontos 8 e 9, 1,1°C. As menores temperaturas registradas ocorreram no início do percurso, nunca acima dos 30,1°C, entretanto, no momento em que a mensura no ponto 4 era realizada, o sol que encontrava-se encoberto pela nebulosidade, surgiu elevando-a para 30,6°C. Desse modo, foi possível diagnosticar um pico de temperatura de 1,7°C de intensidade nesse local (figura 20).

Figura 19:

Varição da U. R. do Ar e das Diferenças Térmicas ao longo do Transeto Mata do Paraíso - Novo Silvestre (19/12/2006 - 06:00h)

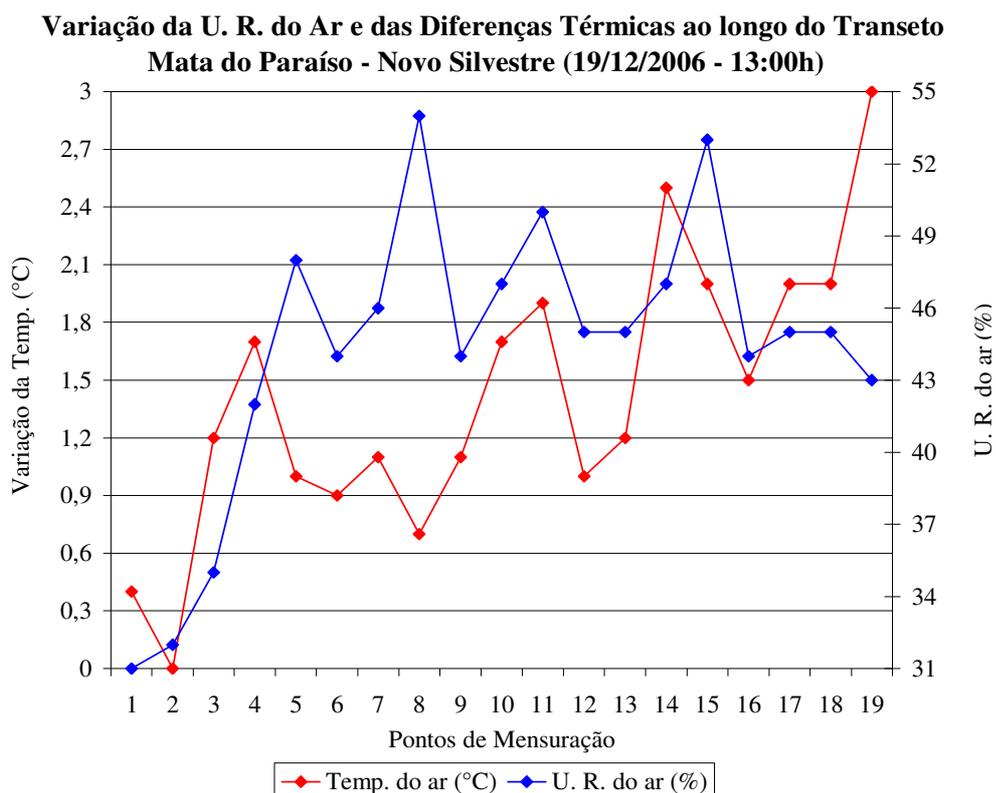


Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

A umidade relativa do ar apresentou seus menores índices na Mata do Paraíso. A média mais elevada figurou-se na UFV (47,2%), seguida do Centro (46,8%) e dos bairros periféricos do segmento final do transeto (46,0%). Nos locais onde os núcleos de calor mostraram-se mais atuantes, pontos 4, 7, 9, 15, 17, 18 e 19, esse resultado foi em torno de 45,8%. Observa-se que a umidade relativa do ar manteve uma relação inversamente proporcional à temperatura.

Verificou-se uma oscilação de 27°C na temperatura do solo, de 30°C no ponto 2 a 57°C no 18. A média dos pontos de mensuração estipulou-se em 46,8°C. As marcas situadas no final do transeto obtiveram os maiores valores, entorno de 50,8°C. No Centro esse resultado foi de 48,8°C. Na Praça Silviano Brandão registrou-se 49°C. Nos pontos 8 e 9, locais onde se detectaram picos de temperatura expressivos, as grandezas registradas foram 48°C e 50°C, respectivamente.

Figura 20:

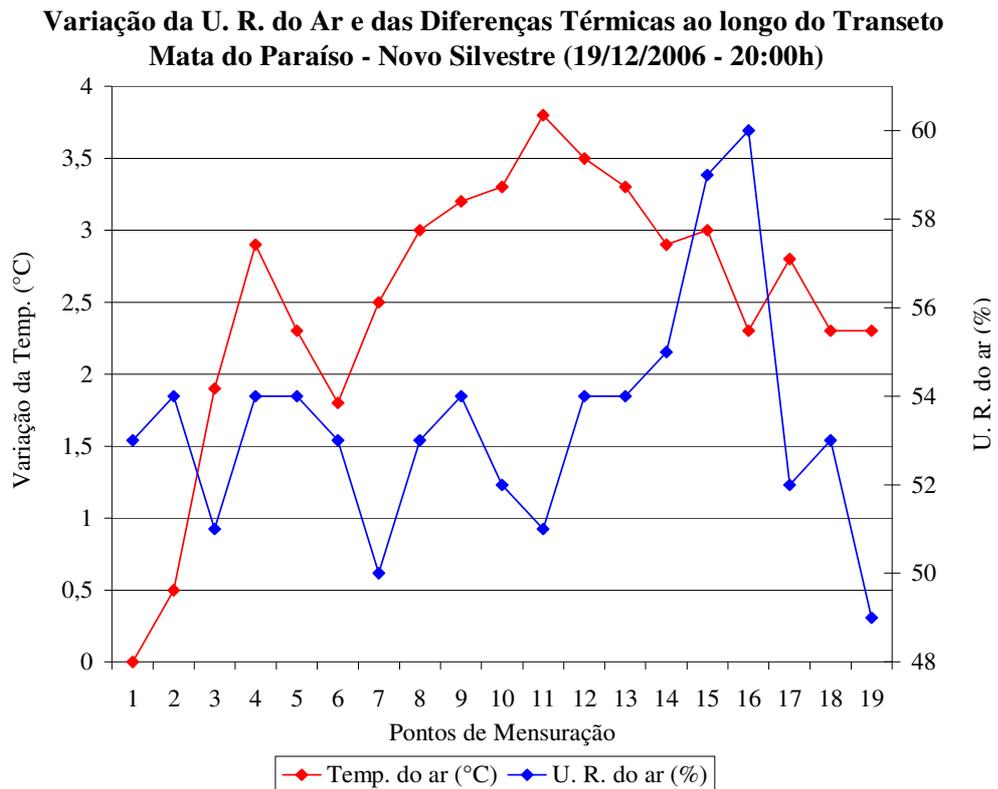


Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

Nas mensurações realizadas durante a noite, o Centro demonstrou as maiores temperaturas do ar. Formou-se um núcleo de calor dos pontos 10 ao 13 acima dos 3,0°C de intensidade. Na Praça Silviano Brandão se registrou 3,8°C. Da marca 15 até a 19 o fenômeno oscilou entre 2,3°C e 3,0°C de magnitude. Na UFV, a média estabeleceu-se em 2,5°C. As menores temperaturas, novamente, ocorreram na Mata do Paraíso

A umidade relativa do ar variou cerca de 11%. De 49%, no ponto 19, a 60%, na marca 16. A média manteve-se em 53,42%. Nos pontos localizados na UFV esse resultado foi entorno de 52,8%, do bairro João Braz ao Novo Silvestre 54,6% e no Centro 52,7%. Novamente a umidade relativa do ar apresentou-se baixa em trechos com picos de temperatura muito alta, basta analisar o gráfico, segundo a figura 21, para comprovar o fato.

As maiores temperaturas do solo foram detectadas nas marcas 3, 7, 11, 15 e 16, 36°C. Com 35°C destacaram-se os pontos 8 e 9. O *campus* universitário apresentou a maior média, 34,8°C; superior à do Centro e à dos bairros situados no extremo final do percurso em 0,2°C e 0,4°C, respectivamente. Os menores valores foram registrados na Mata do Paraíso.

Figura 21:

Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

5.3. Taxas de aquecimento e de resfriamento

O Centro da cidade demonstrou as maiores taxas de aquecimento em quase todos os dias de realização dos experimentos de campo caracterizando-se, desse modo, a região mais quente da cidade.

A energia acumulada ao longo do vale onde se localizam a área central de Viçosa e o *campus* da UFV não se revelou resultado, somente, da dinâmica atmosférica regional, mas também do ritmo das atividades antrópicas que se expressam no local.

Se comparadas às taxas de resfriamento dessas duas regiões, verifica-se que a UFV dissipa mais rapidamente a energia acumulada ao longo do dia do que o Centro da cidade, na mesma altitude. Ou seja, a urbanização está interferindo no balanço energético da cidade. As altas taxas de resfriamento na UFV devem-se, principalmente, à presença de áreas verdes e corpos d'água, que agem como verdadeiros reguladores térmicos.

Os pontos 15, 16 e 17, Posto Millenium, Cabana Roda e UNIVIÇOSA, áreas adjacentes ao Centro, também apresentaram taxas de aquecimento elevadas. Tal fato se

resulta, sobretudo, do fluxo diário de veículos automotores que utilizam a via para se deslocarem rumo às localidades vizinhas, à UFV e ao Centro. Tanto é que foram identificados núcleos de calor nesses locais, em certos dias até expressivos, apesar das altas taxas de resfriamento.

Os pontos 18 e 19, cujo principal uso do solo é pastagem, apresentaram taxas de aquecimento intermediárias. Com relação às taxas de resfriamento, durante três dias dos experimentos, 27/11/2006, 06/12/2006 e 19/12/2006, mantiveram-se elevadas. Sendo assim, conclui-se que as áreas de pastagens dissipam mais rapidamente a radiação de ondas longas para a atmosfera. Fato este fácil de compreender, já que a cobertura vegetal nessas áreas praticamente inexistente.

Por fim, a Mata do Paraíso obteve as temperaturas mais constantes, tanto as taxas de aquecimento, quanto às de resfriamento foram baixas. A reserva florestal possui vegetação exuberante e, como descrito acima, é um importante fator de regulação térmica. A tabela 2 apresenta os valores.

Tabela 2: Taxas de Aquecimento e Refriamento ao longo dos Dias do Estudo.

Taxas de Aquecimento (Txa) e Resfriamento (Txr) – (°C)										
PONTOS	23/11/2006		24/11/2006		27/11/2006		06/12/2006		19/12/2006	
	Txa	Txr								
1	1,1	0,9	1,2	0,6	0,7	0,5	1,3	0,4	1,1	0,8
2	1,2	1	1,3	0,7	0,8	0,3	1,5	0,7	1	0,6
3	1,5	1,1	1	0,6	0,8	0,4	1,6	0,6	1,2	0,6
4	1,6	1,2	1,4	0,9	0,7	0,4	1,7	0,7	1,2	0,5
5	1,6	1,2	1,5	0,9	1	0,6	1,6	0,8	1,1	0,5
6	1,6	1,2	1,5	1	1	0,6	1,8	0,9	1,1	0,6
7	1,6	1,2	1,6	1	1	0,6	1,8	0,9	1	0,5
8	1,6	1,2	1,6	0,9	0,9	0,5	1,6	0,7	1	0,4
9	1,5	1,3	1,4	0,8	0,8	0,4	1,5	0,7	1	0,4
10	1,5	1	1,8	1,1	0,9	0,3	1,7	0,7	1,2	0,5
11	1,5	1	1,5	0,7	1	0,4	1,7	0,8	1,1	0,4
12	1,1	1	1,9	0,9	0,8	0,3	1,7	0,7	1	0,4
13	1,6	1,2	1,9	1,2	0,9	0,4	1,6	0,6	1	0,4
14	1,2	0,9	1,7	1	0,7	0,3	1,3	0,4	1,2	0,7
15	1,5	1,2	1,6	1	0,9	0,4	1,7	0,8	1,2	0,6
16	1,4	1,1	1,4	0,8	0,8	0,3	1,6	0,7	1,2	0,6
17	1,5	1,2	1,6	1,1	0,7	0,3	1,6	0,7	1,2	0,6
18	1,2	1	1,3	0,9	0,7	0,5	1,5	0,8	1,1	0,7
19	1,2	1	1,3	1	0,9	0,7	1,4	0,8	1	0,8

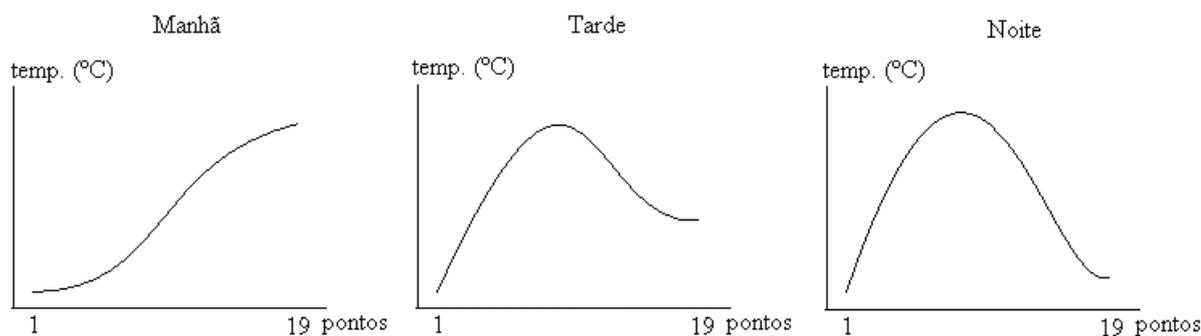
Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

6. Considerações Finais

Durante os experimentos de campo foi possível identificar um certo padrão na disposição da temperatura do ar ao longo do transeto. Pela manhã, os menores registros aconteceram na Mata do Paraíso e na UFV. Com temperaturas mais elevadas destacaram-se o Centro e, principalmente, os pontos localizados na Av. Castelo Branco e na BR-120, trecho final do trajeto.

No segundo horário das mensurações, assim como no período noturno, a região central da cidade apresentou os núcleos de calor mais intensos. A Mata do Paraíso e o *campus* da UFV continuaram revelando as menores temperaturas. Por outro lado, o fragmento final do transeto demonstrou ser a região mais propícia à dispersão de energia, sobretudo ao decorrer da noite. A figura 22 esquematiza estes padrões.

Figura 22: Padrão da Disposição da Temperatura do Ar ao longo do Transeto Mata do Paraíso-Novo Silvestre.



Fonte: Elaborado por Vinícius Machado Rocha, 2007.

A pesquisa também diagnosticou que em noites de céu claro e ventos calmos o núcleo de calor sobre o Centro da cidade foi maior em relação às noites nubladas. Os dias 24/11/2006 e 19/12/2006, por exemplo, que apresentaram a janela atmosférica aberta, os picos de temperatura no ponto 11 (Praça Silviano Brandão) foram de 3,3°C e 3,8°C, respectivamente. Já em noites nubladas, no mesmo local, esse valor não ultrapassou os 2,7°C (registro referente ao dia 27/11/2006).

Quanto à umidade relativa do ar, geralmente nos pontos com maiores picos de temperatura, o resultado encontrado foi pouco expressivo. A Mata do Paraíso se despontou como a região das maiores mensuras durante quase todos os horários dos experimentos de

campo. Nas noites dos dias 24/11/2006 e 19/12/2006, a umidade relativa do ar na Mata foi cerca de 4,66% e 0,8%, respectivamente, superior aos registros da área central da cidade.

A partir destes dados, nota-se o quão é necessário à presença das áreas verdes em núcleos urbanos. Gomes e Soares (2003, p. 21) resumem a importância da vegetação nas cidades contemporâneas em função, sobretudo, da composição atmosférica, equilíbrio solo-clima e poluição sonora:

A vegetação age purificando o ar por fixação de poeiras e materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese; regula a umidade e a temperatura do ar; mantém a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo e protege-o contra a erosão; reduz os níveis de ruído servindo como amortecedor do barulho das cidades. Ao mesmo tempo, do ponto de vista psicológico e social, influenciam sobre o estado de ânimo dos indivíduos massificados com o transtorno dos centros urbanos, além de propiciarem ambiente agradável para a prática de esportes, exercícios físicos e recreação em geral.

O quadro 3, a seguir, mostra detalhadamente as contribuições da vegetação para a melhoria do ambiente urbano.

Em suma, o presente estudo verificou que o Centro da cidade de Viçosa, situado no mesmo fundo de vale da Universidade Federal de Viçosa, durante três dias (23/11/2006, 27/11/2006 e 06/12/2006), apresentou uma taxa de resfriamento inferior à do *campus* universitário, ou seja, essa região está encontrando dificuldades em dissipar a energia que vem sendo acumulada ao longo do dia em função, sobretudo, do processo de urbanização e do ritmo das atividades antrópicas que se expressam no local. De tal forma, concluí-se que, em Viçosa existem indícios para a formação de ilhas de calor urbana, principalmente no que tange à área central da cidade.

As políticas públicas relativas ao uso e ocupação do solo podem, efetivamente, ampliar sua eficácia no processo de condução do desenvolvimento urbano, incorporando às suas finalidades o propósito de contribuir para a sustentabilidade das cidades, mais especificamente, de evitar ou minimizar a interferência negativa do crescimento urbano na qualidade do ambiente (LIMA, P. R. de, KRUGER, E. L., 2004, p.21).

Quadro 3: Funções da Vegetação no Espaço Urbano

Composição Atmosférica
- Ação purificadora por fixação de poeiras e materiais residuais; - Ação purificadora por depuração bacteriana e de outros microorganismos; - Ação purificadora por reciclagem de gases através de mecanismos fotossintéticos; - Ação purificadora por fixação de gases tóxicos.
Equilíbrio Solo-Clima-Vegetação
- Luminosidade e temperatura: a vegetação ao filtrar a radiação solar, suaviza as temperaturas extremas; - Umidade e temperatura: a vegetação contribui para conservar a umidade do solo, atenuando sua temperatura; - Redução na velocidade do vento; - Mantém as propriedades do solo: permeabilidade e fertilidade; - Abrigo à fauna existente; - Influencia no balanço hídrico.
Níveis de Ruído
- Amortecimento dos ruídos de fundo sonoro contínuo e descontínuo de caráter estridente, ocorrentes nas grandes cidades.
Estético
- Quebra da monotonia da paisagem das cidades, causada pelos grandes complexos de edificações; - Valorização visual e ornamental do espaço urbano; - Caracterização e sinalização de espaços, constituindo-se em um elemento de interação entre as atividades humanas e o meio ambiente.

Fonte: LOMBARDO *apud* GOMES, M. A. S., SOARES, B. R., 2003, p. 22.

Desse modo, algumas estratégias, segundo uma perspectiva climática, tornam-se fundamentais para a manutenção ou aprimoramento da qualidade do espaço urbano viçosense. São elas:

- Intervenção nas áreas de ocupação irregular em fundos de vale e nascentes;
- Delimitação na lei de zoneamento das faixas de preservação ao longo dos cursos d'água e fundos de vale, prevendo a recomposição da mata ciliar;
- Estímulo à utilização de revestimentos permeáveis de piso em áreas de lazer, pátios de manobra, estacionamentos, acessos de veículos, etc;
- Distribuição espacial das atividades potencialmente poluidoras do ar, em função da direção dos ventos dominantes;
- Distribuição e diversificação das densidades de ocupação no espaço urbano;
- Arborização, criação de parques e jardins, sobretudo, no Centro da cidade e nos bairros João Braz e Silvestre;

- Diversificação de atividades permitidas e permissíveis em cada zona, de modo a reduzir deslocamentos motorizados para satisfazer necessidades, trabalhar, estudar, etc.

As políticas públicas podem e devem tornar-se instrumentos da construção de um processo de desenvolvimento urbano sustentável, incluindo em seus objetivos e metas a preocupação com a sustentabilidade e incorporando às suas motivações a necessidade de interação entre justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a necessidade de desenvolvimento com respeito à capacidade de suporte da cidade.

Referências Bibliográficas

- AMORIM, M. C. de C. T. Ilha de calor noturna em episódios de verão. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, n. 25, 2003.
- AMORIM, M. C. de C. T. Ilhas de Calor em Birigui/SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n. 1, p.121-130, 2005
- ANDRADE, H. O clima urbano - natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra**, v. 50, n. 80, p. 67-91, 2005..
- AB’SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editora, 2003p.
- ASSIS, E. S. **Mecanismos de desenho urbano apropriados á atenuação da ilha de calor urbana: Análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical**. Rio de Janeiro. 1990. 164f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pós graduação em Arquitetura, UFRJ.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 11° ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 332 p.
- 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. 75f. Dissertação (Monografia em Geografia). Departamento de Geografia, UERJ-FFP.
- DUTRA, C. A., COUTINHO, E. A., FIALHO, E. S. **As Alterações Climáticas e o Crescimento Desordenado das Cidades: um estudo de caso da cidade de Viçosa/MG**. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. Rondonópolis, *Anais...* Mato Grosso: UFMT, 2006, cd-room.
- CPTEC. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 06 dez. 2006.
- FIALHO, E. S. **As Chuvas e a (Des) Organização do Espaço Urbano Carioca**. 1998. 61f. Dissertação (Monografia em Geografia). Departamento de Geografia, UFRJ.
- FIALHO, E. S., BRANDÃO, A. M. de P. M. **Particularidades do clima urbano na cidade do Rio de Janeiro: O caso da Ilha do Governador**. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 1. Rio de Janeiro, *Anais...*Rio de Janeiro: Climageo/UFRJ, 2000 (caderno de resumos) p. 45.
- FIALHO, E. S. **Análise Temporoespacial do Campo Térmico na Ilha do Governador/RJ em episódios de verão e inverno**. 2002. 163f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, UFRJ. .

FIALHO, E. S., BRANDÃO, A. M de P. M. **A delimitação de Climas Urbanos na Cidade do Rio de Janeiro: Um Estudo de caso na Ilha do Governador.** In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 1. Curitiba, *Anais...*Paraná: UFPR, 2002, cd-room, p. 333.

FIALHO, E. S., BRANDÃO, A. M de P. M. **A Variabilidade Temporoespacial do Campo Térmico na Ilha do Governador-RJ em situações sazonais contrastantes.** In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 1. Curitiba, *Anais...*Paraná: UFPR, 2002, cd-room, p. 343.

FIALHO, E. S., IMBROISI, E. G. **A Influência dos Fragmentos Verdes Intra-Urbanos no Campo Térmico no Alto Rio Joana – RJ.** In: X ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA. São Paulo, *Anais...* São Paulo: USP, 2005, p. 5170-5188, cd-room.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 10 dez. 2006.

GOMES, M. A. S., SOARES, B. R. **A Vegetação nos Centros Urbanos:** considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. *Estudos Geográficos*, Rio Claro – UNESP, 1(1), 2003. p. 19-29.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 06 dez. 2006.

IAG/USP. **Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – USP.** Disponível em: <<http://www.master.iag.usp.br>>. Acesso em: 06 dez. 2006.

LAMBERTS, R.; GOMES, P. S.; GOMES, F. S. **Perspectivas para a Utilização da Climatologia na Avaliação do Ambiente construído visando o Planejamento urbano.** Estudo preliminar para Montes Claros – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. Florianópolis, *Anais...* Santa Catarina: UFSC, 2006 (caderno de resumos) p. 1-8

LANDSBERG, H. E. **The urban climate.** New York: Academic Press, 1981.

LIMA, F. C. de S. **O papel da Universidade Federal de Viçosa nas transformações do espaço da cidade de Viçosa (MG) no período de 1970 a 1980.** 2006. 52f. Dissertação (Monografia em Geografia). Departamento de Artes e Humanidades, UFV.

LIMA, L. P. de. **Clima e Forma Urbana: Método da avaliação de efeito das condições climáticas locais nos graus de conforto térmico e no consumo de energia elétrica em edificações.** 2005. 153f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia). CFET, Curitiba/PR, 2005. 153 p.

LIMA, P. R. de, KRÜGER E. L. **Políticas públicas e desenvolvimento urbano sustentável.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba – UFPR, n. 9, 2004. p. 9-21.

MARTINS, A. L.; FIALHO, E. S. **As possíveis alterações climáticas na cidade de Juiz de Fora-MG (1915-2000)**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS URBANOS: DESAFIOS E SOLUÇÕES, 1, Curitiba, *Anais...*Paraná: UFPR, 2002, cd-room.

MELLO, Fernando Antonio Oliveira. **Análise do processo de formação da paisagem urbana do município de Viçosa, Minas Gerais**. 2002. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Departamento de Engenharia, UFV.

MENDONÇA, F. de A. **O Clima e o Planejamento Urbano de Cidades de Porte Médio e Pequeno** (Proposição Metodológica Para o Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR). 1994. 322f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, USP.

PARON, S. C. e ZAVATTINI, J. A. **O ritmo climático em Ubatuba-SP: uma revisão bibliográfica**. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 1. Curitiba, *Anais...*Paraná: UFPR, 2002, cd-room, p. 244.

PINTO, T. R. do C. **Avaliação da Participação dos Agricultores Familiares da Microbacia do Córrego do Engenho (Viçosa – MG) com relação à implantação do Programa de Recuperação e Conservação de Bacias Hidrográficas PROBACIAS**. 2006. 41f. Dissertação (Monografia em Geografia). Departamento de Artes e Humanidades, UFV.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. O. **História Ecológica da Terra**. São Paulo: Edgard Blucher, 1994. 307 p.

SARTORI, M. G. B. **A percepção climática no ambiente urbano e rural da região de Santa Maria – RS**. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 1. Curitiba, *Anais...*Paraná: UFPR, 2002, cd-room, p. 154.

SCOPEL, I. e MARIANO, Z. F. **Tendência de aumento na temperatura do ar no município de Jataí-GO**. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 1. Curitiba, *Anais...*Paraná: UFPR, 2002, cd-room, p. 406.

SETTE, D. M. O clima das Cidades e o Planejamento. **Revista de Geografia**. Cuiabá, v. 7, n. 15, p. 33-38, 2002.

SILVA, E. M. da e RIBEIRO, A.G. **Análise Climática do Município de Uberlândia/MG**. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 1. Curitiba, *Anais...*Paraná: UFPR, 2002, cd-room, p. 52.

STEINKE, E. T. **Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. 2004. 196f. Tese (Doutorado em Ecologia). Departamento de Ecologia, Unb.

TARIFA, L. R. e AZEVEDO, T. A. **Os climas de São Paulo: Teoria e Prática**. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001. 199 p.

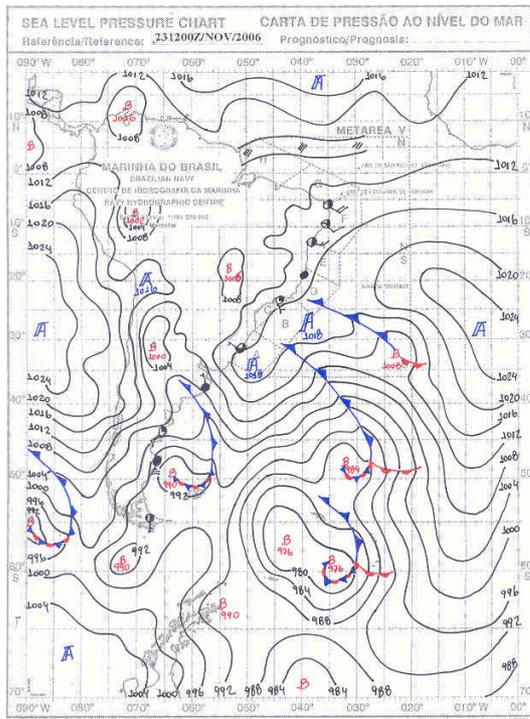
UFV. **Universidade Federal de Viçosa**. Disponível em: <<http://www.ufv.br>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

VIANELLO, R. L. e ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: UFV, 2000. 449 p.

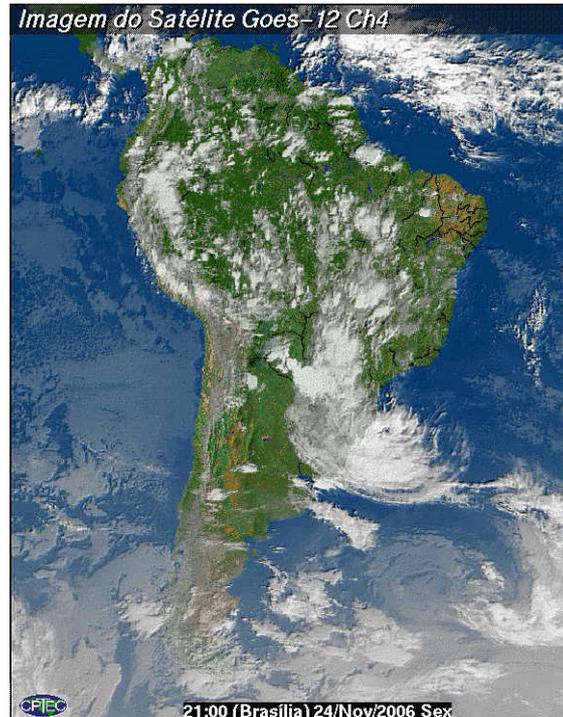
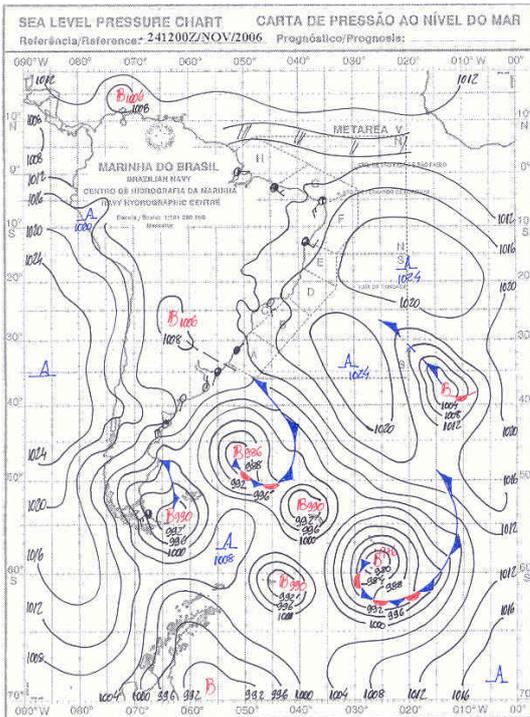
ZAMPARONI, C. A. G. P., LOMBARDO, M. A. **As variações de temperatura e umidade relativa em cidades de pequeno porte em área tropical**: estudo de caso – Barra do Bugres e Tangará da Serra – MT. Revista Mato-grossense de geografia, Cuiabá, v. 1, n.0, p. 46-60, 1995.

ANEXOS

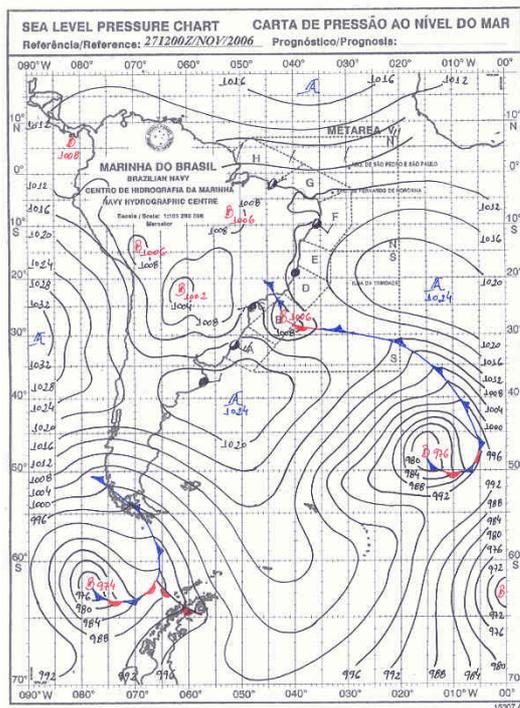
Anexo 1: Sistemas Produtores de Tempo Atuentes no Dia 23/11/2006.



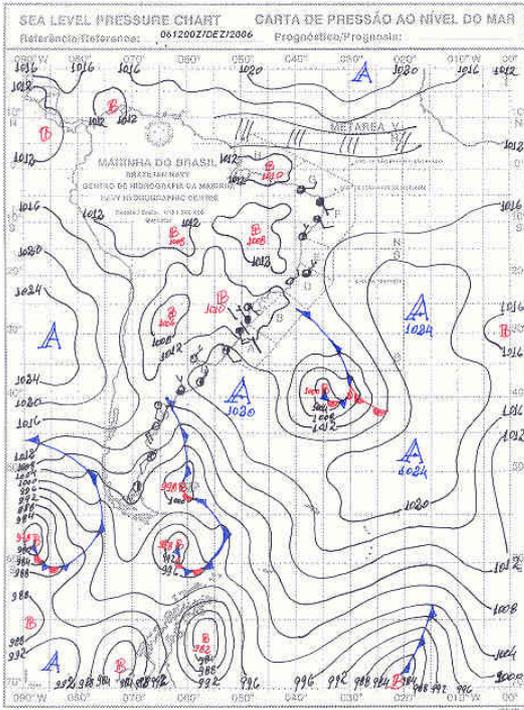
Anexo 2: Sistemas Produtores de Tempo Atuentes no Dia 24/11/2006.



Anexo 3: Sistemas Produtores de Tempo Atuantes no Dia 27/11/2006.



Anexo 4: Sistemas Produtores de Tempo Atuantes no Dia 06/11/2006.



Anexo 5: Sistemas Produtores de Tempo Atuantes no Dia 19/12/2006.

