

As repercussões da expansão da mancha urbana na dinâmica climática local de Viçosa-MG.

The repercussions in the local climate dynamics arising from the expansion of urban stain of Viçosa-MG.

Edson Soares Fialho¹

RESUMO: As cidades hoje concentram elevado contingente populacional. Em função disso, a qualidade de vida dos seus habitantes é colocada em risco, em função de um excesso de demanda por consumo, produção de resíduos sólidos e atmosféricos, por habitação e conforto. A consequência disso é a expansão da malha urbana em todas as cidades em qualquer região do Brasil. Atualmente, as cidades de pequeno e médio porte são as que mais crescem, a um ritmo que degrada, numa velocidade acelerada, sua qualidade ambiental. O presente trabalho busca avaliar o impacto do crescimento vertical na mancha urbana do município de Viçosa, situada na Zona da Mata Mineira, para o período de inverno do ano de 2014, através de 14 pontos de monitoramento distribuídos entre o meio urbano e rural.

ABSTRACT: The cities today are concentrated an increasing population contingent. Depending on the quality of life of their inhabitants is put at risk, in function of an excess demand for consumption, the production of solid waste and pollutants, for housing and comfort. However, the consequence of that is the urban fabric expansion in all cities in any region of Brazil. As, currently, the cities of small and medium businesses are the most growing at a pace that degrades in an accelerated speed the environmental quality of cities. The present work seeks to endorse the impact of vertical growth in urban stain of the municipality of Viçosa, located in the Zona da Mata Mineira for the winter period of the year 2014, through 14 monitoring points distributed between the urban and rural.

PALAVRAS-CHAVE: Paisagem. Viçosa-MG. clima urbano.

KEYWORDS: Landscape. Viçosa-MG. Urban climate.

¹ Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Viçosa - UFV. Coordenador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia – BIOCLIMA-UFV. Coordenador de área da Geografia do Programa Institucional de Bolsas à Iniciação Científica (PIBID). E-mail: fialho@ufv.br

I. INTRODUÇÃO

O município de Viçosa está localizado na porção central da Zona da Mata de Minas Gerais, distante 229 km de Belo Horizonte e 380 km da cidade do Rio de Janeiro. Situado entre as latitudes de 20° 41' 20" S a 20° 49' 35" S e entre as longitudes de 42° 49' 36" W a 42° 54' 27" W, tem uma altitude média de 650 metros, abrangendo uma área de 300,2 km². Em relação aos aspectos físicos e territoriais, o município está inserido em uma área de domínio morfoclimático de mar de morros (AB´SABER, 2003), que concede uma particularidade de relevo dissecado e um clima tropical de altitude (VALVERDE, 1958).

Nessa apresentação, irão ser destacados estudos que identificam diversos problemas decorrentes da intensificação do processo de urbanização em Viçosa-MG. A começar pelo abastecimento hídrico do município, a cidade é abastecida por dois canais fluviais, o Ribeirão São Bartolomeu e o Rio Turvo Sujo. O primeiro é o principal manancial, abastecendo cerca de 70,0% da população do município. Além do expressivo crescimento da população urbana, o crescimento da demanda por água também tem assistido a um progressivo aumento, colocando em risco a própria existência dos mananciais (MARIA; STEPHAN, 2015).

Em contrapartida, a Bacia do Ribeirão São Bartolomeu experimenta uma crescente degradação (PORTES *et al.*, 2010), tendo a área mais vertical da cidade um aumento significativo de sua demanda, sendo seu consumo de água elevado em relação aos outros bairros. Entretanto, Anjos (2014, p. 52) afirma que:

(...) quando se considera a proporção que os edifícios acima de 3 unidades consomem de água em comparação aos demais tipos, verifica-se que sua influência não é tão alta. O constante aumento de consumo de água que a cidade tem é em função do aumento de novas moradias que são construídas, já que as médias de consumo de cada unidade praticamente não mudaram ao longo dos anos. Mas em relação às “economias de água”, fica claro que os novos bairros, condomínios, têm um consumo maior. Por outro lado, o centro tem um grande aglomerado de edificações, mas, individualmente, consome menos água por “economia de água” do que as residências dos bairros mais horizontais (...)

Ainda em relação à concentração da ocupação urbana, Carneiro e Faria (2005, p. 126) apresentam que a cidade se formou, inicialmente, ao longo de terraços fluviais e aluviais por uma série de fatores como facilidade de acesso, proximidade dos cursos d'água, topografia favorável e forma de “U” aberto dos vales de maior ordem. Com o crescimento populacional, a ocupação passou a ocorrer em áreas não inundáveis, adjacentes aos terra-

ços, atingindo encostas e topos de morros. Tal processo hoje acarreta uma frequência das enchentes e alagamentos no município, conforme descrevem Rodrigues Junior *et al.* (2009) e Batista e Rodrigues (2010).

Ainda sobre as encostas, Alves e Calijuri (2010) diagnosticaram relações contraditórias no município entre as questões socioambientais e as legislações urbanísticas, com base na delimitação das Áreas de Proteção Permanente (APP), segundo a legislação ambiental federal e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Municipal. O trabalho mostrou que os bairros de Viçosa-MG, até o ano de 2007, ocupavam 79,0% de áreas caracterizadas como APPs, com uma estimativa de 13.079 habitantes. As APPs nas encostas, com declividade acima de 45,0°, representam 44,5%, seguidas pelos topos de morros, 36,2%, ao longo de cursos d'água, 17,1% e pelas áreas ao longo da malha ferroviária, 2,2%. Esse cenário é preocupante, já que tais áreas são vulneráveis a riscos ambientais, bem como contribuem para o agravamento do processo de segregação socioespacial, na medida em que a cidade oferta de maneira desigual seus serviços básicos, conforme constatado por Abreu *et al.* (2010), que aplicaram estatística espacial, aliada ao geoprocessamento, para análises espaciais de dados geográficos intraurbanos, a nível espacial, dos setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

No âmbito das questões climáticas, o Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima) da UFV investiga as alterações produzidas pela dinâmica da urbanização no clima local e sua relação com o seu sítio. Inicialmente, foi publicada a tese de doutorado de Fialho (2009) e, na sequência, outros estudos, alguns na forma de artigos técnico-científicos, como os de Rocha e Fialho (2010), Fialho *et al.* (2011) e Fialho *et al.* (2015), outros na forma de trabalho de conclusão de curso, como os de Rocha (2006), Carmo (2007), Santos (2007), Carmo (2007), Silva (2009), Silva (2014), Andrade (2008), Genaro (2008), Rocha (2012), Silva (2014), Ferreira (2015) e Alves (2015).

Os estudos relacionados ao campo térmico foram destaque nas investigações e de certa forma conseguiram identificar a influência do meio urbano, corroborando o trabalho de Rodrigues *et al.* (2010), que, ao procurarem identificar se havia uma influência e escala local ou global, no clima de Viçosa, utilizando-se da série histórica da Estação Meteorológica de Viçosa, 1968/2009, aplicaram testes estatísticos que permitiram afirmar que os padrões climáticos de Viçosa estão relacionados, dinamicamente, com a interação de sistemas de circulação atmosféricas reinantes e a fisiografia da região. Todavia, o processo de expansão e urbanização não apresenta potencial suficiente para alterar tais padrões climáticos. Contudo, foram observados impactos em algumas variáveis meteorológicas, como na temperatura mínima e até no conteúdo de água na atmosfera. Tais repercussões, segundo os autores, estão relacionadas com o transporte e o

armazenamento de calor oriundo do aumento da área urbana e do volume de água fornecido à população.

Com base nesse cenário, esta pesquisa objetiva apresentar os resultados do monitoramento dos parâmetros termo-higrométricos para o período do inverno de 2014, em que foram registrados 64 dias, entre 21/06/2014 e 26/08/2014, sendo a intenção verificar uma possível influência da mancha urbana no campo térmico e hídrico do município. Esse período, em que pesem os estudos da literatura sobre o tema, é identificado como propício para identificação da maior retenção de calor do meio urbano, que tem seu pico de emissão de radiação terrestre 2 a 3 horas antes do pôr do sol, segundo Oke (1978), comparado ao campo circundante, composto, predominantemente, por uma paisagem agrária de pastagem.

2. A CIDADE E SEU CLIMA URBANO.

Dentro do meio urbano, inúmeras influências podem contribuir para agravar o processo de retenção de calor, Figura 1, porém, o desenho urbano exerce particular influência, pois sua geometria pode influir o clima urbano, principalmente, à noite, com a formação de bolsões de calor, em função das características e da inércia maior dos materiais de construção, que, junto aos obstáculos presentes nas áreas urbanas, as edificações, impedem total ou parcialmente a dispersão da radiação de onda longa, proporcionando menor queda da temperatura.

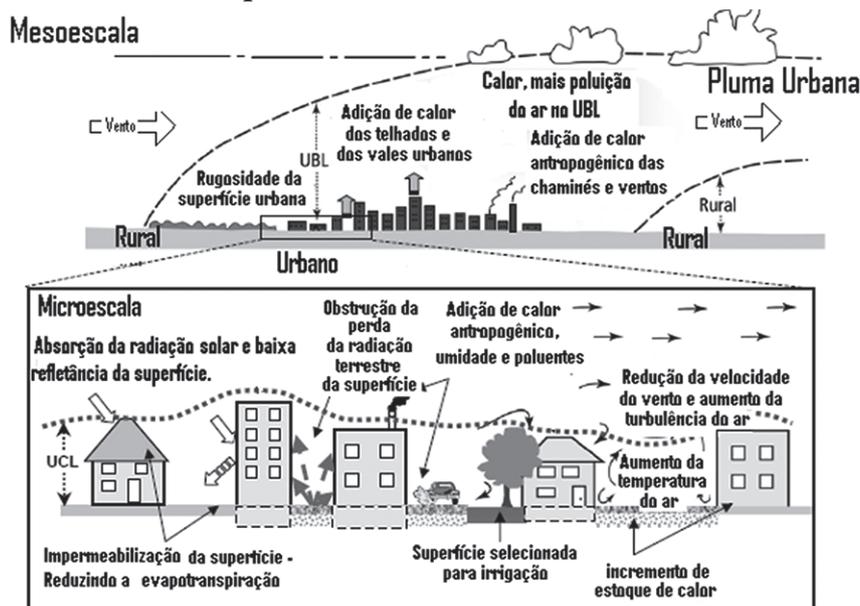
A relação entre a massa construída e a quantidade de calor armazenado é calculada em função da obstrução do céu, ou melhor, Sky View Factor – SVF, técnica, utilizada nos estudos de clima urbano, a fim de explicar a ilha de urbana (OKE, 1981).

Nestes casos, a limitação da visibilidade do céu pelo ambiente pode reduzir significativamente a quantidade de radiação infravermelha atmosférica e de radiação solar. O efeito de máscara também tem impacto sobre a quantidade da radiação de um objeto emitida para o céu, aumentando as trocas radiativas entre as superfícies. O SVF expressa a proporção da radiação do céu capaz de alcançar uma superfície de chão inclinada, num ângulo arbitrário. Seu valor deve variar entre o mínimo de 0, quando o céu não é visível a todos, a um máximo de 1, quando a superfície do solo é horizontal e o céu, visível (GRIMMOND *et al.*, 2001).

Para Oke (1981), o SVF é uma medida mais apropriada para a geometria de radiação de determinado local, pois representa a fração de céu disponível para a troca de calor. Ou seja, é uma estimativa da área visível do céu, a partir de um ponto de observação, e está relacionado com diversos processos ambientais urbanos.

Com base na colocação de Geiger (1961), a áreas urbanas de Vi-

Figura 1. Modelo dos processos físico-químicos inseridos dentro do meio urbano, responsáveis pelo incremento do aquecimento na superfície basal da atmosfera urbana.



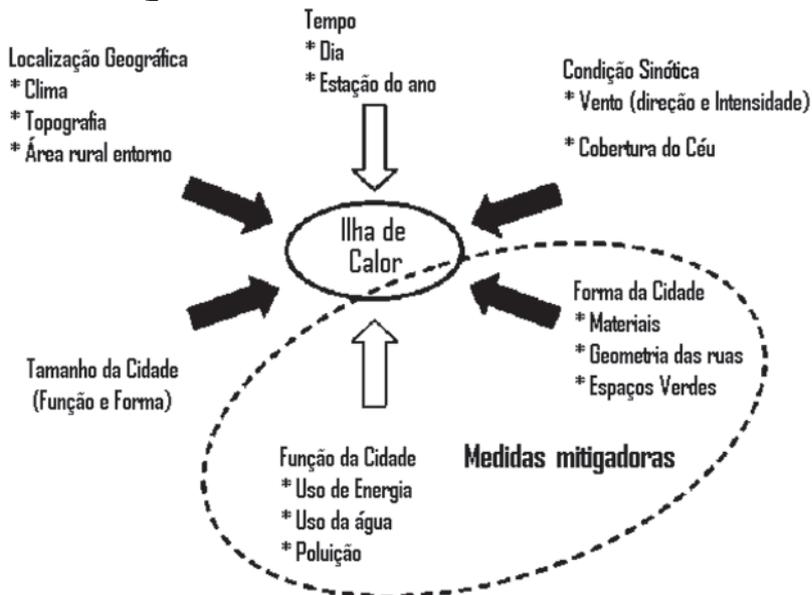
Fonte: http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/EPA_How_to_measure_a_UHI.pdf (Adaptado.)

çosa apresentariam uma alteração de seu clima inerente à condição do seu sítio convergente. Porém, com o crescimento de algumas destas manchas urbanas ao longo dos vales, seu espraiamento pelas vertentes adjacentes, associado às modificações produzidas na paisagem, surge uma questão: a área urbana de municípios de pequeno porte pode desenvolver uma diferenciação entre o ambiente da cidade e o do seu entorno rural?

Ao se observar a Figura 2, identifica-se que a condição natural de localização geográfica, na qual se inserem os fatores de área rural do entorno e a topografia, pode, naturalmente, criar distintas unidades climáticas.

À medida que esse espaço é apropriado, a função e a forma da cidade passam a ter importância para mitigar os efeitos da ilha de calor. Entre as alternativas empregadas estão: a utilização de telhados verdes; a pintura das fachadas de coloração clara, branca, preferencialmente; a criação e ampliação de áreas verdes, por meio das praças públicas; o uso de materiais alternativos, como tijolos reciclados com baixa condutibilidade e emissividade térmica; e a mudança das formas geométricas das ruas, mais cara e restrita espacialmente.

Figura 2. Fatores formadores de ilha de calor



Fonte: http://www.epa.gov/heatisland/resources/pdf/EPA_How_to_measure_a_UHI.pdf
(Adaptado.)

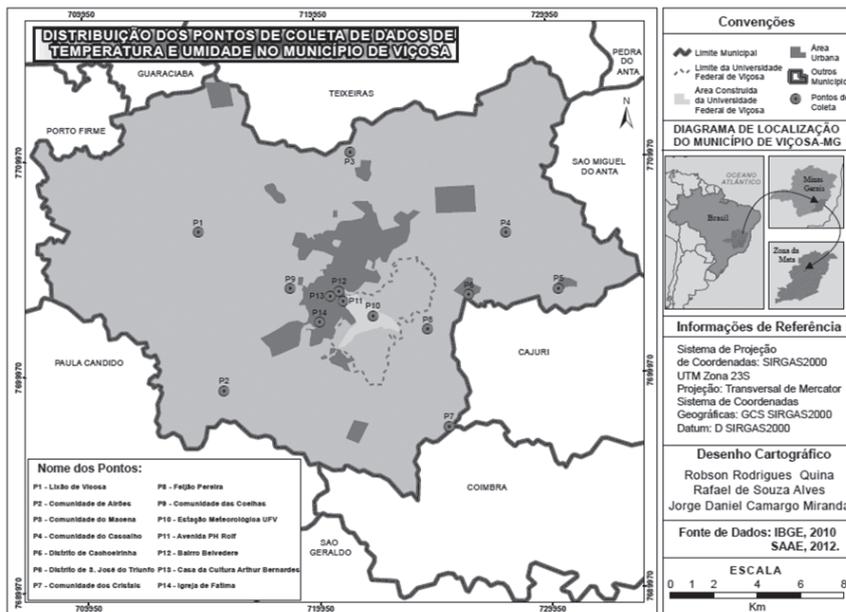
3. O CAMINHO DAS PEDRAS

Para esta pesquisa, foram distribuídos 14 pontos de coleta no município (Figura 3). O equipamento utilizado para a coleta dos dados foi um termo-higrômetro, data loggers da marca Hobo, modelo U10-003, fixado em campo no interior de miniabrigos meteorológicos produzidos com Policloreto de Vinila, a 1,5 m de altura (FIALHO; PAULO, 2014).

Os registros foram feitos ao longo de 64 dias, compreendidos entre 21/06/2014 e 26/08/2014, sem interrupção, foi feito também o acompanhamento das situações de tempo, por meio das cartas sinóticas da Diretoria de Hidrografia e Navegação para acompanhamento dos sistemas sinóticos predominantes, estado disponíveis em <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>.

Além disso, utilizou-se dos valores de obstrução do céu, também, conhecido como Sky View Factor (ELIASSON, 1996), obtido por uma fotografia hemisférica. Em relação à altura de obtenção das fotos, optou-se por mantê-la à mesma altura dos sensores de temperatura e umidade. Desta forma, as fotos foram obtidas a 1,50 m em relação ao nível do solo. A câmera com a lente olho de peixe foi acoplada a um tripé com o topo da câmera voltado para norte e a lente para a abóbada celeste. Foi feito um nivelamento com um nível de construção para que

Figura 3. Localização dos pontos de mensuração dos dados termohigrométricos no município de Viçosa-MG.



o equipamento todo ficasse paralelo ao solo. Seu valor numérico varia de 0 a 1, assim, quanto mais próximo de zero, maior será a obstrução da abóbada, tendo sido utilizado o *software* RayMan 1.2. Em relação à confecção dos mapas de temperatura e umidade, foram utilizados ArcGis e o interpolador conhecido com IDW (Inverse Distance Weighted - Inverso do Peso da Distância).

O interpolador IDW calcula o valor de um ponto, fazendo a média com os valores dos pontos mais próximos. É importante ressaltar que a interpolação fornece valores estimados, com base em outros valores conhecidos. Para a quantificação dos tipos de uso e cobertura da terra, foi delimitado um raio de 250 metros, através da delimitação das classes, que foi feita por vetorização 2D. Foram estabelecidas nove classes no total: eucalipto, mata, pasto, café, área edificada, massa d'água, gramado, vegetação (capoeira, hortas...), e solo exposto, segundo cada área amostral.

Dentro de cada círculo classificado, foi feito o cálculo da geometria de cada polígono respectivo a uma classe na própria tabela de atributo do ArcMap, então dividiu-se o valor da área em hectare de cada classe pela área total dos círculos, posteriormente, multiplicou-se o resultado por 100 para corresponder ao valor percentual. Para obter as diferentes

categorias de uso e cobertura, foram elaboradas, com base na fotointerpretação, imagens de satélite nas áreas respectivas aos pontos de coleta no perímetro urbano. Foi utilizada uma imagem do satélite Geoeye, do ano de 2006, com um metro de resolução espacial, fornecida pelo Departamento de Engenharia Florestal da UFV. No entanto, por falta de recurso, não foi possível conseguir imagens para toda área de estudo, então foram utilizadas imagens gratuitas do Google Earth, que foram baixadas e, posteriormente, georreferenciadas no ArcMap.

4. DESCORTINANDO O CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO DE VIÇOSA-MG.

Os 14 pontos amostrais, Tabela 1, apresentam diferença altimétrica não superior a 117 metros entre o ponto 1 (Lixão de Viçosa) e o ponto 13 (Casa Arthur Bernardes), o que implica uma diferença natural em torno de 1,1°C, em condição de tempo estável, e uma pressão adiabática seca. Considerando que Viçosa se encontra em um domínio de mar de morros, a altitude é relevante não apenas no contexto da área de estudo, bem como na região sudeste do Brasil, composta, em sua maior parte, por uma topografia acidentada.

Tabela 1. Caracterização dos pontos de monitoramento e registros da Temperatura média do ar para o período de observação

Ponto	Localidade	Uso	Altitude (metros)	Sky View Factor	T(Med.) (Jun)	T(Med.) (Jul)	T(Med.) (Ago)	T(Med.) Período
1.	Lixão de Viçosa	Rural	772	0,829	18,5	17,2	18,4	18,0
2.	Comunidade de de Airões	Rural	674	0,411	15,7	15,2	15,2	15,4
3.	Comunidade do Macena	Rural	701	0,737	16,3	16,1	16,1	16,2
4.	Comunidade do Cascalho	Rural	677	0,636	16,5	16,1	16,1	16,2
5.	Distrito de Cachoeirinha	Rural	692	0,536	16,5	16,3	16,2	16,3
6.	Distrito do "Fundão"	Rural	693	0,636	16,8	16,5	16,6	16,6
7.	Comunidade dos Cristais	Rural	734	0,688	17,5	16,7	17,5	17,2
8.	Feijão Pereira	Rural	792	0,626	18,1	17,1	18,0	17,7
9.	Comunidade das Coelhas	Urbano-periférico	679	0,825	16,4	15,9	15,9	16,1
10.	Estação Meteorológica	Urbano-periférico	712	0,832	16,9	16,5	16,7	16,7
11.	P. H. Rolfs	Urbano-Central	664	0,296	17,9	17,4	17,5	17,6
12.	Bairro Belvedere	Urbano-Central	699	0,553	16,5	16,0	16,4	16,3
13.	Casa Arthur Bernardes	Urbano-Central	655	0,456	17,5	17,1	17,6	17,4
14.	Bairro de Fátima	Urbano-periférico	678	0,541	17,7	17,1	17,6	17,5
Diferença entre T _(máx.) e T _(mín.)					2,8	2,0	3,2	2,6

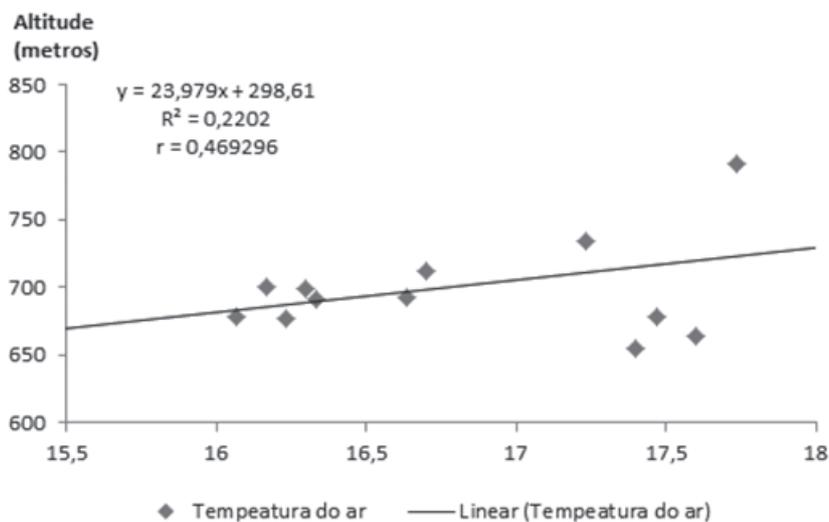
A esse respeito, afirma Sant'anna Neto (2005, p. 47) que “nenhuma outra região brasileira apresenta uma influência tão nítida e marcante da altimetria e disposição do relevo nas configurações dos climas regionais”. Porém, é necessário considerar que a área urbana ocupa áreas de fundo de vale, meia encosta e topo de colinas.

A pergunta que se estabelece é: Será que as diferenças naturais são intensificadas ou amenizadas com o avanço da mancha urbana sobre esses ambientes? Ao estabelecer uma comparação dos dados de tempe-

ratura média do ar do período de observação com a altimetria, Figura 4, encontra-se um baixo coeficiente de correlação² ($R^2 = 0,2202$), o mesmo se verificando para a correlação de Person³ ($r = 0,469296$).

Este fato mostra que a hipótese da influência do meio urbano pode ser verdadeira. Para tal, foi feita uma correlação entre o SVF e a temperatura média do ar para todos os pontos amostrais, para todo o período, Figura 5, não tendo sido identificada nenhuma correlação. Todavia, na opção de verificar os pontos amostrais separadamente, em função do tipo de uso (urbano e rural), sendo os pontos urbanos (pontos 9 a 14) e rurais (pontos 1 a 8), observa-se outro cenário no conjunto de análise dos dados, mesmo utilizando somente os dados de temperatura média do ar para o período de 64 dias.

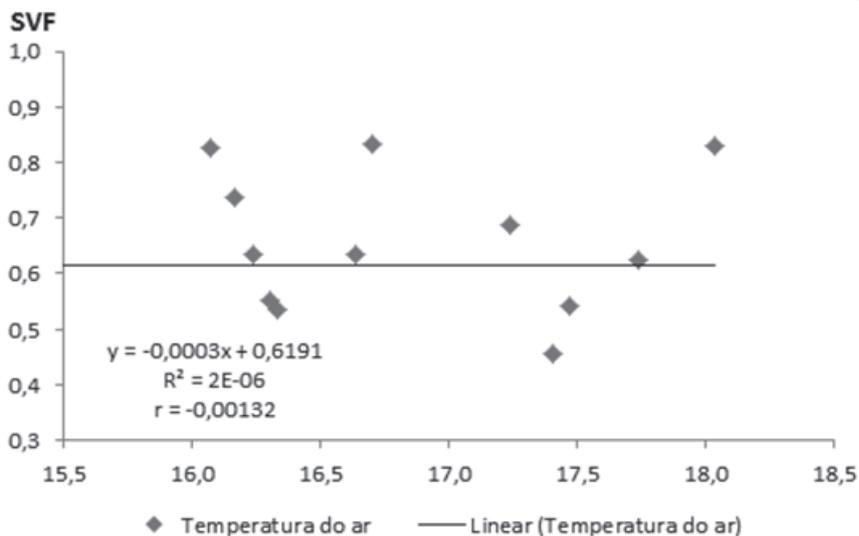
Figura 4. Relação entre Temperatura do ar e Altitude



2 O coeficiente de determinação, também chamado de R^2 , é uma medida de ajustamento de um modelo estatístico linear generalizado. O R^2 varia entre 0 e 1, indicando, em porcentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o R^2 , mais explicativo é o modelo, melhor ele se ajusta à amostra. Por exemplo, se o R^2 de um modelo é 0,8234, isto significa que 82,34% da variável dependente consegue ser explicada pelos regressores presentes no modelo.

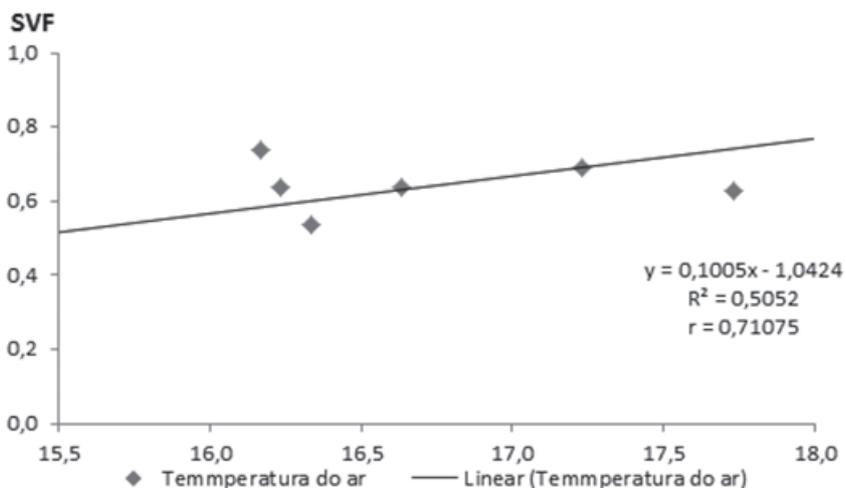
3 Em estatística descritiva, o coeficiente de correlação de Pearson, também chamado de “coeficiente de correlação produto-momento” ou simplesmente de “ ρ de Pearson”, mede o grau da correlação (e a direção dessa correlação - se positiva ou negativa) entre duas variáveis de escala métrica (intervalar ou de razão).

Figura 5. Relação entre Sky ViewFactor (SVF) e Temperatura do ar



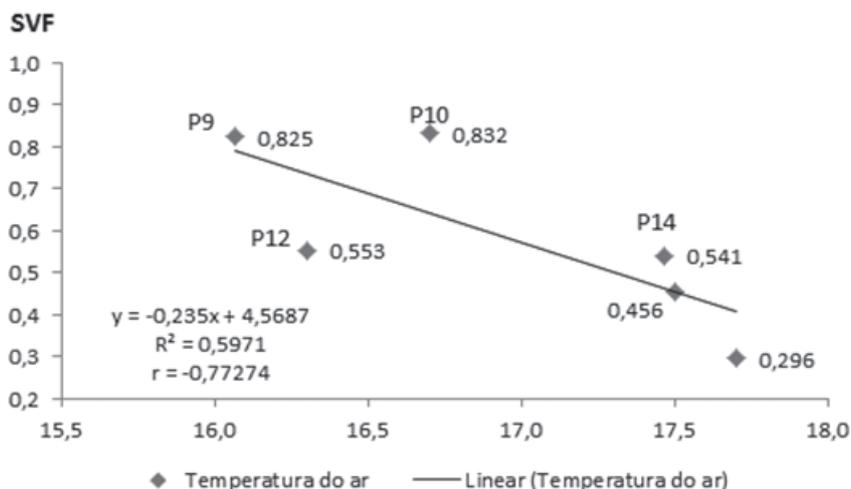
A correlação entre o SVF e os pontos amostrais da área rural continua baixa, $R^2=0,5052$, Figura 6, ou seja, uma chance de 50,52% de explicação, mas com uma correlação de Pearson de 0,71075 (positiva). Isto quer dizer que quanto maior a temperatura, maior o SVF. Tal fato não mos-

Figura 6. Relação entre Temperatura do ar e o SVF para os pontos rurais.



tra a correlação esperada e que, mesmo em um sítio de relevo acidentado, ele não se mostrou eficiente no processo de retenção de energia como no meio urbano, no qual, além da geometria, existem as características físicas dos materiais de construção, que favorecem liberação da energia mais lenta. Porém, ao analisar os pontos inseridos no meio urbano, a relação se torna inversa, ou seja, quanto maior o SVF, menor a temperatura do ar (Figura 7). E para demonstrar a complexidade do sítio da área de estudo, quando se retira o ponto 12, que corresponde ao Belvedere, a 699 metros de altitude, inserido próximo à área central, a correlação do R^2 , que era de 0,5971, aumenta para 0,832.

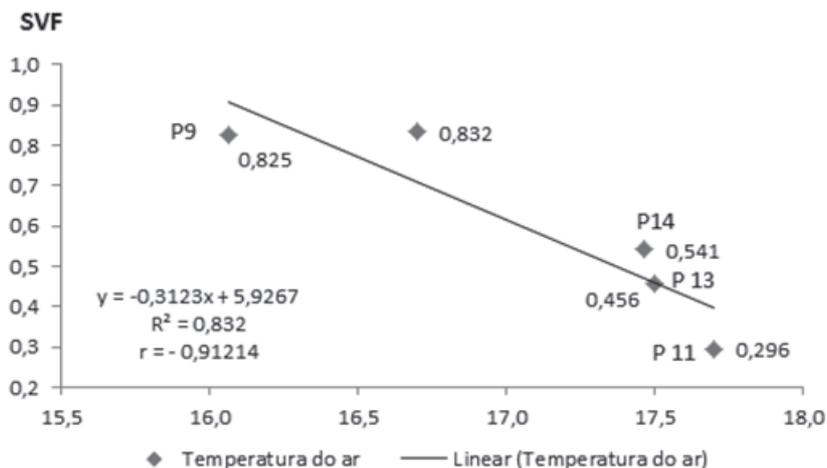
Figura 7. Relação entre Temperatura do ar e o SVF para os pontos urbanos



mesmo se verifica quando se analisa o coeficiente de Pearson, que, inicialmente, era 0,77274 e passa para 0,91214 (Figura 8). Apesar da identificação da influência da topografia, a influência ainda assim se mostra relevante, como pode ser corroborado pelas Tabelas 2 e 3, em que se identifica o percentual de área edificada em cada área amostral.

Em termos espaciais, independentemente do episódio considerado, na parte central da cidade as maiores temperaturas do conjunto de eventos analisados decorrem de suas características de localização, altitude, uso da terra solo e ocupação. O maior adensamento das edificações, o menor número de áreas verdes, a impermeabilização da superfície por concreto e asfalto, a concentração de veículos automotores e uma cota altimétrica ligeiramente inferior parecem formar um conjunto que conduz a um maior aquecimento da área central, que tem seu apogeu no horário das 21h00min.

Figura 8. Relação entre Temperatura do ar e o SVF para os pontos urbanos



Os pontos com maiores registros de temperatura média diária oscilaram entre o ponto 1 (Lixão) e o ponto 11 (P. H. Rolfs), sendo que o ponto 11 ficou mais evidente nos meses de julho e o 1 em agosto, tendo junho uma participação dividida. A intensidade máxima registrada foi de 7,1^oC entre o ponto 1 (mais quente) e 4 (mais frio). Porém, o ponto 13 registra as maiores temperatura do ar no mês de julho, enquanto em agosto o ponto 1 de destaca, contudo, a diferença média entre ambos não ultrapassa 1,0^oC, podendo alcançar diferença diária de 2,5^oC.

O fato de o ponto 1 estar a 772 metros e o ponto 13 a 655 metros, diferença superior a 100 metros, pode levar a afirmar que o ponto 1 teria as menores temperaturas, mas o que se observa é o contrário, talvez em função da sua posição altimétrica, ou pelo fato de haver uma ocorrência de tempo instável em um dos pontos, ou mesmo um aumento da nebulosidade circunstancial, não verificada em algum ponto de observação.

Entretanto, quando são observados os registros de temperatura média do período de coleta, o ponto 1 tem os maiores valores, 18,0^oC, seguido pelo ponto 1, 17,6^oC. O ponto 2 (Airões) foi o mais frio, com média de 15,4^oC. Em relação às diferenças mensais, o mês de agosto registrou a maior diferença, 3,2^oC, entre os pontos 1 e 2, ambos em área rural, Figuras 9 e 10, que representam o campo térmico no município de Viçosa em julho e agosto, respectivamente.

Segundo a literatura sobre os estudos do clima urbano, espera-se que o ambiente urbano tenha maior temperatura do que outro ambiente observado em área rural. Esse exemplo mostra quão complexa é a região de domínios de mar de morros, pois se evidencia a existência de áreas rurais

Tabela 2 - Percentual da área em hectare de cada classe, pontos de controle mais próximos ao centro da cidade

	Ph. Rolfs	Vereda	Coelhas	Estação	Fátima	Lourdes	Museu	R. Santana	Stª. Clara	Vereda
Área edificada	85,10%	55,01%		53%	94,34%	79,37%	93,98%	83,82%	88,96%	55,01%
Mata	3,99%	19,30%	0,91%	30,89%		13,54%		12,76%		19,30%
Vegetação	1,10%				3,82%				1,46%	
Gramado	7,73%	25,69%		16%	1,84%	5,75%	6,02%	3,43%	9,58%	25,69%
Massa d'água	2,08%									
Pasto			83%							
Café			16%							
Solo exposto						1,33%				
Total	100%									

Tabela 3 - Percentual da área em hectare de cada classe, pontos de controle mais afastados do centro da cidade

	Areões	Cachoeirinha	Cristais	Maccena	Lixão	S. José	Feijão	Cascalho
Área edificada		40,21%	18,26%			52,25%	6,48%	
Café		28,08%			16,39%			
Eucalipto	19,86%	12,70%			10,76%		6,70%	17,34%
Gramado			1,10%					
Pasto	32,40%	8,55%	39,66%	75,44%	18,57%	32,72%	41,46%	21,64%
Mata	33,62%	10,45%	35,56%	7,54%	34,14%	10,54%	11,10%	28,41%
Massa d'água	14,11%		1,10%					32,60%
Vegetação			4,33%	17,02%		4,49%	28,12%	
Solo exposto					20,14%		6,13%	
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 4. Frequência de variação de temperatura do ar nos meses de inverno-2014 - Período de 21/06/2014 a 26/08/2014

Intervalos de temperatura (°C)	Quantidade de episódios	Porcentual (%)
0 - 1	0	0
1 - 2	11	15,2%
2 - 3	15	21,2%
3 - 4	18	27,3%
4 - 5	13	19,7%
5 - 6	9	13,6%
6 - 7	1	1,5%
7 - 8	1	1,5%
Total	64	100%

tão quentes ou mais que a área urbana, e que por isto não deveriam ser uma opção de ocupação com grande intensidade de edificações. Contudo, ao correlacionar os dados de SVF com os pontos amostrais inseridos na mancha urbana, o cenário se modifica e pode ser mais destacado quando se comparam momentos do dia, principalmente, à noite, conforme Quina (2015) detectou para Viçosa, durante o verão de 2014, em seu relatório de iniciação científica.

Figura 9. O campo térmico no município de Viçosa no mês de julho de 2014

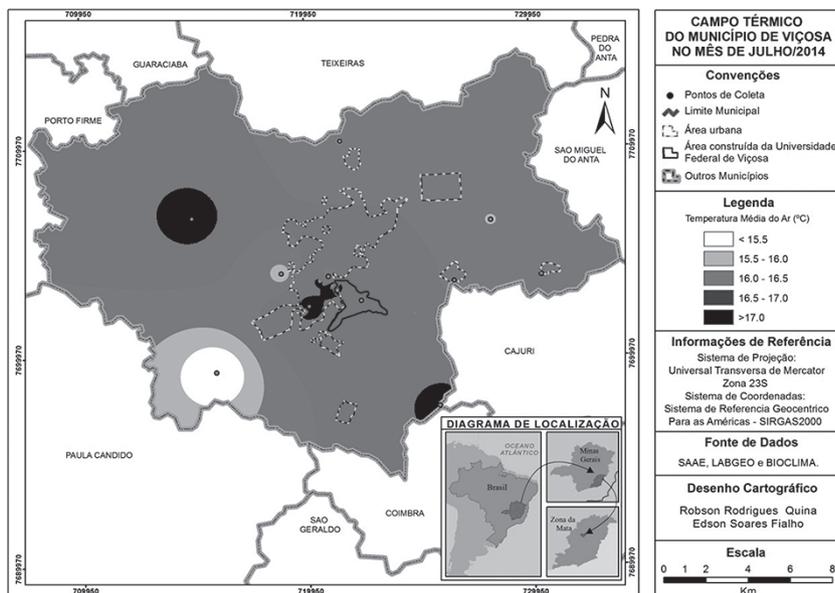
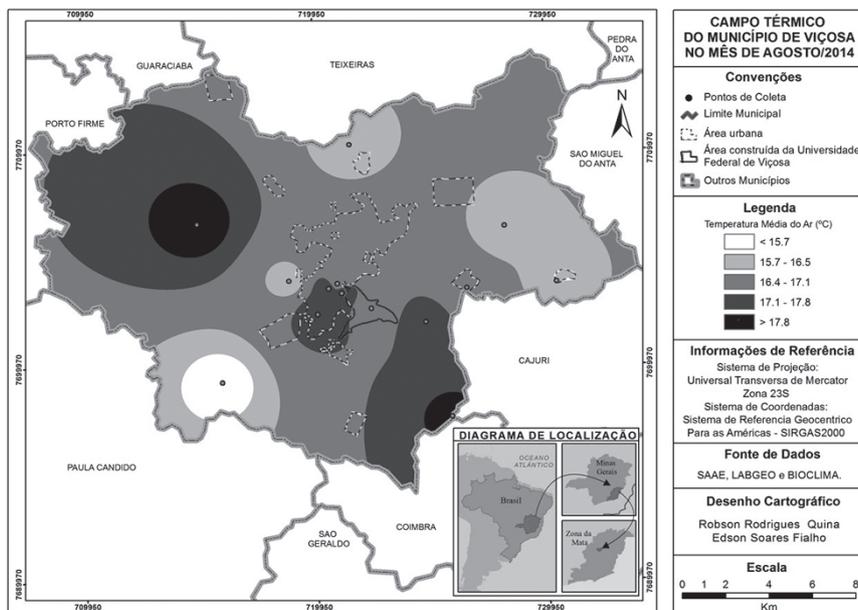


Figura 10. O campo térmico no município de Viçosa no mês de agosto de 2014



grande importância nos estudos de clima urbano, pois influencia diretamente o conforto térmico, uma vez que a umidade é um regulador térmico, absorvendo a radiação solar e terrestre, bem como indica a potencialidade de produção de chuva na atmosfera. Mas nas cidades, o fato de apresentarem redução da cobertura vegetal e terem um incremento do uso de superfícies impermeáveis ocasiona redução da evapotranspiração e, por conseguinte, reduz o percentual de umidade relativa no meio urbano, contudo, cabe salientar que, ao longo do ciclo de 24 horas, a umidade relativa tende a aumentar à noite, pela saturação do ar via resfriamento adiabático, e durante o período diurno, porque a capacidade potencial de armazenagem de vapor d'água é determinada pela temperatura do ar.

Tarifa (1977, p. 67), em estudo desenvolvido em São José dos Campos, SP, constatou que os valores de umidade relativa na área urbana são mais baixos do que na rural, variando entre 2,0% e 12,0%, em média, e de 7,0% a 16,0%, nos valores instantâneos. Essas diferenças, muitas vezes, eram regidas pela mudança do domínio do sistema produtor de tempo.

Kopec (1973), por sua vez, identificou que, em condições de céu claro e calma, a pressão do vapor urbano é maior à noite e menor pela manhã e à tarde, em comparação com as áreas suburbanas e rurais. Lee (1991, p. 581), ao mensurar os valores de pressão de vapor e a umidade

absoluta, durante dez anos, para Londres, concluiu que: a) a atmosfera urbana é menos úmida que o meio rural apenas no verão; b) o excesso de umidade da cidade em relação ao campo ocorre durante as noites de verão; e c) o excesso e o déficit de umidade podem ser explicados pelo balanço de energia e pelas fontes de calor antropogênicas da cidade.

Unkašević *et al.* (2001), ao estudarem a diferença da pressão de vapor e da umidade relativa em horas fixas (7h00min, 14h00min e 21h00min) para 4 estações meteorológicas (1 urbana, duas suburbanas e 1 rural), em Belgrado (1976 - 1980), Sérvia, constataram que a atmosfera urbana é mais úmida que as áreas suburbanas e rurais às 7h00min e 21h00min, entre setembro e fevereiro, enquanto, de fevereiro a setembro, essa atmosfera é mais seca. Às 14h00min, o meio urbano está menos úmido, durante o ano. De maneira geral, pode-se dizer que a umidade relativa na cidade é mais baixa do que o ar no suburbano e áreas rurais, ao longo do ano.

Ao observar a Tabela 5, com os valores de umidade relativa do ar, não se constata coincidência entre o que a literatura preconiza para os dados de umidade relativa média mensal e a média do período de observação.

Tabela 5. Caracterização dos pontos de monitoramento e registros da Umidade Relativa do ar para o período de observação

Ponto	Localidade	Uso	Sky View Factor	UR(Med.) (Jun)	UR(Med.) (Jul)	UR(Med.) (Ago)	UR(Med.) Período.
1	Lixão de Viçosa	Rural	0,829	76,4	78,6	65,5	73,5
2	Comunidade de de Airões	Rural	0,411	85,7	84,1	77,7	82,5
3	Comunidade do Maçema	Rural	0,737	84,1	82,4	74,9	80,5
4	Comunidade do Cascalho	Rural	0,636	82,3	82,7	75,6	80,2
5	Distrito de Cachoeirinha	Rural	0,536	83,1	81,5	74,9	79,8
6	Distrito do "Fundão"	Rural	0,636	82,0	80,8	73,3	78,7
7	Comunidade dos Cristais	Rural	0,688	81,0	80,4	70,3	77,2
8	Feijão Pereira	Rural	0,626	81,0	80,4	70,3	77,2
9	Comunidade das Coelhas	Periferia	0,825	86,0	85,4	77,9	83,1
10	Estação Meteorológica	Periferia	0,832	82,9	81,6	73,2	79,2
11	P. H. Rolfs	Central	0,296	78,5	77,4	69,8	75,2
12	Bairro Belvedere	Central	0,553	85,1	84,0	75,0	81,4
13	Casa Arthur Bernardes	Central	0,456	80,6	79,2	70,6	76,8
14	Bairro de Fátima	Periferia	0,541	78,2	77,3	68,4	74,6

A começar pela comparação entre o ponto 1, o mais quente do período, é o que apresentou os menores valores de umidade relativa, tanto mensais quanto médios. Porém, não muito distante, entre o ponto 11 (P. H. Rolfs) e 14 (Bairro de Fátima), há uma diferença percentual de 1,0 e 2,0%. Isto se torna mais evidente ao se visualizar a Figura 11, que retrata o campo higrométrico no município, no mês de julho.

O mesmo padrão espacial é encontrado no mês de agosto, Figura 12, para os pontos de menor umidade, mas as localidades de maior umidade se modificam. Em julho, existem ilhas de umidade isoladas, mas com mais presença na porção sudeste de Viçosa, na região do Palmital.

Em agosto, a porção nordeste aparece juntamente com a porção

Figura 11. Campo higrométrico no município de Viçosa no mês de julho de 2014

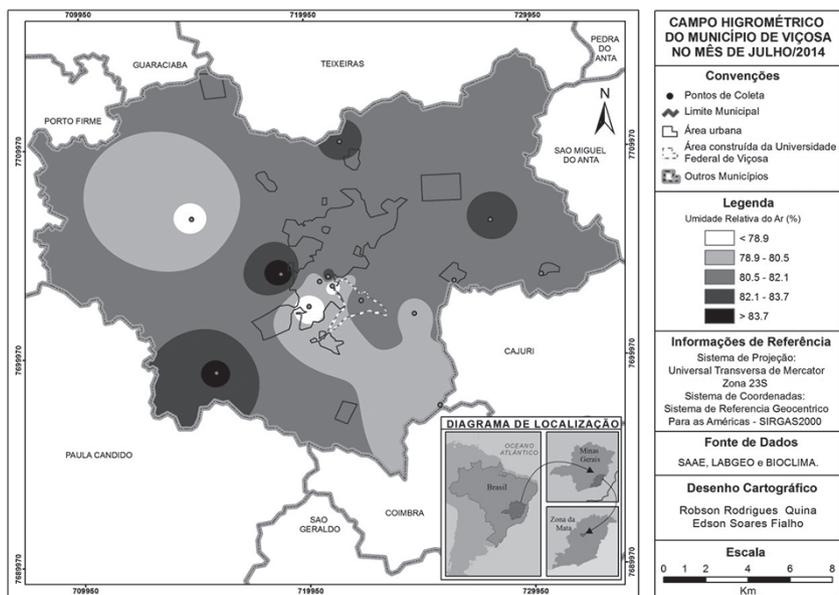
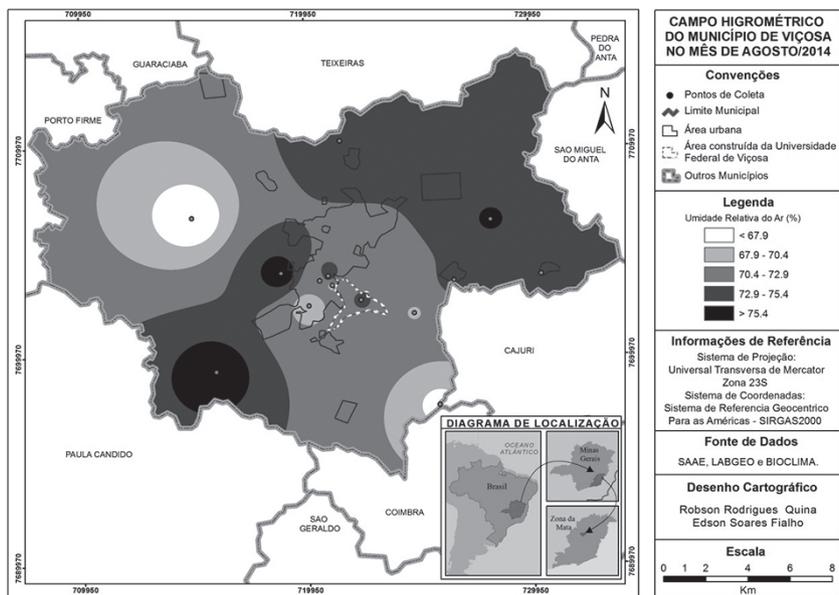


Figura 12. Campo higrométrico no município de Viçosa no mês de agosto de 2014



sudoeste, enquanto na porção central, onde se localiza a mancha urbana, a umidade é menor.

Quanto aos resultados obtidos na escala diária, as diferenças sugerem que a atmosfera urbana é mais seca em relação ao seu entorno, especialmente à noite. Porém, de acordo com os dados observados para Viçosa, a umidade relativa do ar na cidade é sempre menor quando comparada ao campo durante o período da tarde, ou de maior radiação solar (12h00min às 16h00min). A diferença oscilou entre 5,0% e 15,0%, como também observado em Belgrado, Sérvia, por Unkašević *et al.* (2001). Já para os demais horários, não houve diferença significativa entre o campo e a cidade, não passando de 5,0% na maioria das vezes, sem ter, no entanto, tendência a apresentar um padrão constante.

5. PARA NÃO TERMINAR...

Pesquisas em andamento sobre o município de Viçosa apontam correlação entre o SVF e a temperatura do ar, principalmente, à noite, também verificada para as temperaturas médias diárias e mensais, como constatado neste trabalho. Esse fato é corroborado quando se observa que os locais de maior SVF são os de maior área edificada. Tal constatação reforça a hipótese de que Viçosa possa estar estruturando um clima urbano, porém, falta ainda fazer algumas outras correlações e observar, mais detidamente, a influência do sistema sinótico sobre o campo termo-higrométrico.

O fator altitude não foi muito relevante na definição do campo térmico e higrício na escala do município, porém, na escala da área urbana, o ponto do Belvedere destoa dos demais do entorno da área central em função da sua diferença. Em contrapartida, o SVF e o uso da terra mostraram forte correlação com a temperatura do ar. Mas isso não quer dizer que os pontos de monitoramento no meio urbano tenham registrado as maiores temperaturas em relação ao meio rural, caso do ponto 1, que, embora seja o de maior altitude, suspeita-se do tempo de exposição ao sol e da sua posição geográfica mais protegida da ação dos ventos do quadrante sul, quando da penetração de sistemas frontais. Mas estas suspeitas ainda serão objeto de investigação futura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. V. S.; OLIVEIRA, J. C.; MEIRA, A. S. Estatística espacial aplicada à análise de padrões de segregação socioespacial em Viçosa-MG. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 3, 2010. Recife, *Anais...*, Pernambuco, 2010.
- AB SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editora, 2003.
- ALMEIDA, P. K. *A produção do espaço urbano vertical na zona*

- central de Viçosa-MG, no período 1980-2012*. 124f. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. 2013.
- ALVES, P. L.; CALIJURI, M. L. Diagnóstico das áreas de ocupação inadequada a partir da delimitação das áreas de proteção permanente no município de Viçosa – MG. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia-MG, v. 13, n. 33, p. 11–26, 2010.
- ANDRADE, A. R., POTTKER, G. S.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; Machado, A. L. F. Influence of land use on urban climate of a small town. *Acta Scientiarum (Technology)*, Maringá-PR, v. 35, n. 2, p. 349-361, 2013.
- ANDRADE, P. P. *Análise temporal da ilha de calor noturna, no município de Viçosa em situação sazonal de outono-2008*. Viçosa. 2007. 61f. Dissertação (Bacharel em Geografia)- Departamento de Artes e Humanidade, Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- ANJOS, D. S. *Análise da verticalização de Viçosa-MG em relação ao consumo de água*. 53f. Monografia (Bacharel em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2014.
- BATISTA, M. S.; RODRIGUES, R. A. Análise climática de Viçosa associada à ocorrência de eventos pluviométricos extremos. *Revista Caminhos da Geografia*, Uberlândia-MG, v. 11, n. 3, p. 52-67, 2010.
- BARROS, A. F.; MARQUES, E. T. Análise da expansão urbana do município de Viçosa-MG, utilizando Sistema de Informação Geográfica –SIG. *Revista Geografia e Pesquisa*, Ourinhos-SP, v.1, n.1, p.101-125, 2007.
- CARDOSO, R. S B. *Poluição sonora e organização espacial das festas no município de Viçosa – MG*. 2011. 76f. Dissertação (Bacharel em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2011.
- CARMO, F. G. *Repercussão do aumento da verticalidade sobre o conforto ambiental na cidade de Viçosa*. 2007. 90f. Dissertação (Bacharel em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007.
- CARNEIRO, P. A. S. & FARIA, A. L. L. Ocupação de encostas e legislação urbanística em Viçosa-MG. *Caminhos da Geografia*, Uberlândia-MG, v. 12, n. 14, p.121-138, 2005.
- ELIASSON, I. Urban nocturnal temperatures, street geometry and land use. *Atmosphere Environment*, London, v.30, n.3, p. 379-392, 1996.
- FERREIRA, G. R. *Estudo do campo térmico e sua relação com o Sky View Factor em situação sazonal de verão no centro urbano de Viçosa-MG*. 2015. 70f. Monografia (Bacharel em Geografia). Curso de Geografia – Departamento de Artes e Humanidades, Universidade

- Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2015.
- FIALHO, E. S. *Análise temporoespacial do campo térmico na Ilha do Governador-RJ, em situações sazonais de verão e inverno*. 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia)—Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza-Instituto de Geociências da UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.
- FIALHO, E. S.; ALVES, R. S.; LOPES, D. I. Clima e sítio na Zona da Mata Mineira: Uma análise em episódio de verão. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, v. 7, n. 8, p. 118-136, 2011.
- FIALHO, E. S. *Ilha de calor em cidade de pequeno porte: caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira*. 259f. Tese (Doutorado em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Ciência, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 2009.
- FIALHO, E. S.; PAULO, M. L. S. Clima e sítio: A variabilidade termo-higrométrica, ao longo do transeto Ponte Nova-Ubá, na Zona da Mata Mineira-Brasil. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S.; STEINKE, E. T. (Orgs.): *Experimentos em Climatologia Geográfica*. Dourados: EdUFGD, p. 107-128, 2014, 391p.
- FIALHO, E. S.; QUINA, R. R.; ALVES, R. S.; MIRANDA, J. D. E. O campo térmico em situação sazonal de verão no município de Viçosa-MG. *Revista Geografias*, Belo Horizonte-MG. Edição Especial, p. 80-98, 2015.
- FONSECA, B. C.; OLIVEIRA, M. L. R.; SOUSA, D. R. Conflitos ambientais: Atores, causas e desdobramentos na Zona da Mata Mineira. *Revista Caminhos da Geografia*, Uberlândia-MG, v. 13, n. 42, p. 283-299, 2012.
- GEIGER, R. *Manual de microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo*. 4. ed. Tradução de Ivone Gouveia. Lisboa: Fundação CalousteGulbenkian, 1961, 556p.
- GENARO, V. *Análise da diferença térmica dentro da área urbana de Viçosa-MG, sob influência de diferentes condições sinóticas, durante o outono de 2008*. 2008. 64f. Monografia (Bacharel em Geografia). Curso de Geografia – Departamento de Artes e Humanidades, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.
- GRIMMOND, C. S. et al. Rapid methods to estimate sky view factors applied to urban areas. *Int. J. Climatology*, London, v. 21, p. 903-912, 2001.
- KOPEC, R. J Daily spatial and secular variations of atmospheric humidity in a small city. *Bulletin of the american meteorological society*, New York, v. 12, n. 4, 639–648, 1973.
- LEE, D. O. Urban–rural humidity differences in London. *International journal of climatology*, Viena, v. 11, n. 5, p. 577–582, 1991.
- LELIS, J. L. *Territórios da informalidade: as diferentes estratégias*

- reprodutivas das famílias inseridas no comércio informal de Viçosa-MG*. 214f. (Dissertação de Mestrado em Economia Doméstica). Programa de Pós-graduação em Economia Doméstica, Viçosa-MG, 2011.
- MAGNO, L. Conflitos ambientais e planejamento urbano: algumas considerações a partir do caso de Viçosa-MG. In: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 7, 2014. Vitória. *Anais...*, Espírito Santo:AGB. CD-ROM.
- MARIA, A. C. S.; STEPHAN, I. I. C. Expansão urbana em áreas de mananciais em Viçosa-MG. In: Encontro Nacional da ANPEGE, 11, 2015. Campinas, *Anais...*, São Paulo: Unicamp, 2015. CD-ROM.
- OKE, T. R. *Boundary-layer climates*. London: Methuen, 1978, 372p.
- _____. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and field observations. *Journal of Climatology*, New York, v. 1, n. 3, p. 237–254, 1981.
- PEREIRA, M. F. V. Contradições de uma “cidade Científica”: O processo e urbanização e especialização territorial em Viçosa-MG. *Revista Caminhos da Geografia*, Uberlândia-MG, v. 18, n. 3, p. 197-206, 2005.
- PORTES, R. C. et al. Determinação da Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa - Minas Gerais, Brasil, através de geoprocessamento e análise multicritério. In: Encontro de Geógrafos da América Latina, *Anais...*, 13, 2009. , 2009. Disponível em:<http://egal2009.easyplanners.info/area07/7131_de_Castro_Portes_Raquel.pdf>.
- Acesso em: 10 fev. 2015.
- QUINA, R. R. *Transformações e conformações de uma paisagem em (re)construção: as repercussões na dinâmica climática local decorrente do processo de urbanização na área urbana de viçosa*. Relatório de Pesquisa de Iniciação Científica do Cnpq. Viçosa-MG, mimeografado, 2015
- ROCHA, V. M. *Influências antrópicas no campo termo-higrométrico do município de Viçosa – MG em situações sazonais de primavera no ano de 2006*. 75f. Dissertação (Bacharel em Geografia). Departamento de Artes e Humanidades–Curso de Geografia, UFV, Viçosa-MG, 2006.
- ROCHA, V. M.; FIALHO, E. S. Uso da terra e suas implicações na variação termo-higrométrica ao longo de um transecto campo-cidade no município de Viçosa-MG. *Revista de Ciências Humanas*. Viçosa-MG, v. 10. n. 1, p. 64-77, 2010.
- RODRIGUES JUNIOR, P. H.; LEITE, J. S.; FIALHO, E. S. A construção de uma memória: As repercussões dos eventos pluviiais em Viçosa-MG. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13, 2009.

- Viçosa, *Anais...*, Minas Gerais: UFV. CD-ROM.
- RODRIGUES, N. M. Segregação socioespacial e ações do plano diretor no Bairro Maria Eugênia e a área central de Viçosa-MG. *Revista Geografia Acadêmica*, Goiânia-GO, v. 4, n. 1, p.56-70, 2010.
- RODRIGUES, J. M.; RODRIGUES, R. A.; JUSTINO, F. B.; COSTA, L. C.; AMORIO. M. C. Efeitos locais e de larga escala na dinâmica climática do município de Viçosa-Minas Gerais. *Revista Sociedade e Natureza*, Uberlândia-MG, v. 22, n. 3, p. 593-610, 2010.
- SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Climatologia*. Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 43-60, /2005.
- SILVA, K. V.; FIALHO, E. S Percepção climática no município de Viçosa-MG. Encontro Nacional de Geógrafos, 12, *Anais...* Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais-Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2012. Disponível em: <http://www.eng2012.org.br/trabalhos-completos?download=29:trabalho-a-ser-enviado-para-a-eng&start=1400>. Acesso em 28mar. 2015.
- SANTOS, J. A. A. dos. *O campo térmico na área central da cidade de Viçosa-MG em situação sazonal de outono em 2007*. 2007. 45f. Monografia (Bacharelado em Geografia). Curso de Geografia – Departamento de Artes e Humanidades, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007.
- SILVA, C. H. *Uma análise da relação uso da terra e temperatura do ar em cidade de clima tropical: Viçosa-MG*. 86f. Dissertação (Bacharel em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, 2014.
- SILVA, A. C. S. *Conforto térmico em Viçosa-MG: Uma análise do verão de 1970-1971 ao verão de 2011-2012*. 2014. 58f. Dissertação (Bacharel em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2014.
- SOUZA, L. B.; PINTO, P. H. P.; AZEVEDO, P. S. A.; SILVA, A. A. F.. A temperatura do ar na área urbana de Porto Nacional (estado do Tocantins): abordagem geográfica a partir de episódios selecionados. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium*, Ituiutaba-MG, v. 3, n. 2, p. 317-350, 2012.
- TARIFA, J. R. Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP). *Geografia*, Rio Claro–SP, v. 2, n. 4, p. 59–80, 1977.
- UNKAŠEVIĆ, M. JOVANOVIĆ, O; POPOVIĆ, T. Urban-suburban/ rural vapour pressure and relative humidity differences at fixed hours over the area of Belgrade city. *Theoretical and applied climatology*, Viena, v. 68, n. 1, p. 67–73, 2001.

- VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata Mineira. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 3-82, 1985.
- ZACCHI, R. C. O espaço urbano da cidade capitalista: um estudo sobre o processo de verticalização da área central da cidade de Viçosa (MG) (1970-2007). *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium*, Ituiutaba, v. 5, n. 2, p. 350-370, 2014.

Recebido em: 11/10/2015

Aceito em: 20/11/2015