ANÁLISE DAS DIFERENÇAS TÉRMICAS ENTRE O CAMPO E A CIDADE EM SITUAÇÃO SAZONAL DE VERÃO, EM 2014, NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA (MG).

ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS TÉRMICAS ENTRE EL CAMPO Y LA CIUDAD EN EL MUNICIPIO DE VIÇOSA, EN EL VERANO DE 2014

ANALYSIS OF THERMAL DIFFERENCES BETWEEN THE FIELD AND THE CITY IN THE MUNICIPALITY OF VIÇOSA, IN THE SUMMER OF 2014

Edson Soares Fialho
Professor do Departamento de Geografia da UFV.
Coordenador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia
e membro permanente do Programa de Pós-graduação
em Geografia da UFES. E-mail: fialho@ufv.br

Robson Rodrigues Quina
Bacharel e Licenciado em Geografia pela UFV.
Mestrando do Programa de Pós-graduação em Geografia da UFJF.
E-mail: robson.quina@ufv.br

Resumo: O presente trabalho é resultado do desenvolvimento do projeto "Transformações e conformações de uma paisagem em (re)construção: o caso de Viçosa-MG", cujo objetivo foi analisar a variação da temperatura do ar na escala diária e horária, durante 61 dias no período sazonal de verão, no ano de 2014, entre o ambiente urbano e rural, no município de Viçosa-MG. Para isso, utilizou-se a técnica de *transect* de pontos fixos com seis pontos amostrais, coletados através de miniabrigos meteorológicos alternativos de PVC, contendo um *datalogger* Hobo (modelo U10-003), bem como relacionando os registros térmicos com mensurações de *Sky View Factor* (SVF). Entre os resultados, verificou-se que o uso da terra, assim como o SVF, são fatores que influenciam e definem a influência do ambiente urbano de Viçosa, que já é capaz de se diferenciar dos demais situados no entorno, o que fica mais evidente no período noturno.

Palavras-chave: *Transect*; Campo térmico; Clima Urbano; Zona da Mata Mineira e Paisagem.

Resumen: El presente trabajo es el resultado del desarrollo del proyecto "Transformaciones y conformaciones de un paisaje en (re) construcción: El Caso de Viçosa-MG. ", Cuyo objetivo fue analizar la variación de la temperatura del aire a la escala diaria y horaria, durante 61 días En el período estacional de verano en el año 2014 entre el ambiente urbano y rural, en el municipio Viçosa-MG. Para ello, se utilizó la técnica de transect de puntos fijos con 6 puntos muestrales recogidos a través de miniabrigos meteorológicos alternativos de PVC, conteniendo un datalogger Hobo (modelo U10-003), así como relacionando los registros térmicos con mediciones de Sky View Factor SVF). Entre los resultados, se verificó que el uso de la tierra así como el SVF son factores, que influencian y definen la influencia del ambiente urbano de Viçosa, que ya es capaz de una distinción en relación a su entorno, lo que queda más evidente en el período nocturno.

Palabras clave: *Transect*; Campo térmico; Clima urbano; Zona de la Mata Minera y Paisaje.

Abstract: The present work is a result of the development of the project "Transformations and conformations of a landscape in (re) construction: The Case of Viçosa-MG. ", which objective was to analyze the temperature variation on the daily and hourly scales during 61 days in the summer period in 2014, in urban-rural environmental of Viçosa-MG the urban and the rural environment in the municipality of Viçosa-MG. It was, was used a technique of transept of fixed points with 6 sampling points, collected by alternative meteorological miniabrigades of PVC (*polyvinyl chloride*), containing a Hobo datalogger (model U10-003), in addition to relating the thermal records with measurements of Sky View Factor (SVF). Among the results was verified that the land use, as well as the SVF are important factors, which influence and define an influence of the urban environment of Viçosa, which differs from its surroundings, more evident at night..

Key-words: *Transect*; Thermal Behavior; urban climate; Zona da Mata Mineira and landscape.

INTRODUÇÃO

O espaço urbano, no atual contexto mundial, é o ambiente de residência de 3,96 bilhões, ou melhor, 53,8% dos 7,4 bilhões de habitantes do planeta Terra, podendo chegar próximo a 65,2% em 2050, conforme o relatório do Banco Mundial (2016). Nesse sentido, a cidade, conforme Martine (2001), se torna um local muito importante. Por isso, o mesmo autor defende que a urbanização poderá promover a melhoria da condição de vida da população, na medida em que a concentração urbana, em geral, gera uma economia em escala, o que acaba por produzir mais benefícios do que a dispersão horizontal. (MARTINE, 2007).

Todavia, o incremento populacional, de maneira geral, aumenta a demanda por serviços e o consumo de recursos naturais, de maneira intensa, em um espaço geográfico restrito. A complexidade da cidade requer um esforço para melhor compreensão dos seus mecanismos e componentes, que atuam de maneira interconectada. Segundo Hasenack; Flores (1992), uma das possibilidades de análise é considerar a cidade como um sistema.

As modificações dos elementos da superfície provenientes do processo de urbanização proporcionam condições para a supressão da cobertura vegetal e, por conseguinte, a impermeabilização das superfícies, fatores responsáveis pelas diferenças obtidas em experimentos climáticos realizados por pesquisadores como Azevedo (2001); Paz (2009); Bezerra et al. (2013) e Teixeira; Lucas (2014).

A ação da vegetação, segundo estudos de Huang et al. (2008) e Chang e Li (2014), é significativa, pois impede o aquecimento da superfície, promovendo seu resfriamento por evapotranspiração.

Shashua-Bar; Hoffman (2000), ao desenvolverem um modelo empírico para prever o efeito de resfriamento no interior urbano, observaram que áreas verdes, como parques, influenciaram a temperatura do ar, melhorando o microclima, a ponto de promover formação de ilhas de frescor (DANNI, 1980) ou oásis urbanos (OKE, 1978).

A atuação desses fragmentos verdes tem maior destaque em condições de tempo estável (GOMES e AMORIM, 2003), momento em que o campo térmico (MONTEIRO, 1990) apresenta as maiores diferenças. Sazonalmente, o inverno registra as maiores intensidades (BRANDÃO, 1996; FIALHO, 2002; AMORIM, 2005 e FIALHO et al., 2015), o que não implica dizer que ocorra sempre desse modo. Sofer e Potchter (2006), por exemplo, constataram que para Eilat (Israel), localizada em clima quente e árido, a influência das áreas verdes é eficiente no período da tarde, na estação do verão.

Todavia, os fatores intraurbanos causadores desse fenômeno também contribuem para a diferenciação térmica, na medida em que alteram a quantidade da radiação solar absorvida e emitida por conta da composição da cor dos materiais de construção, da geometria urbana e do aumento do fator obstrução do céu, ou *Sky View Factor* – SVF (OKE, 1981; JOHNSON; SVENSSON, 2004; CRUZ, 2009; ANDRADE et. al., 2013; FERREIRA; FIALHO, 2014; FERNANDES, 2015 e COLLISCHONN; FERREIRA, 2015).

No caso do município de Viçosa, além desses fatores, existe, como condição agravante, o sítio de planalto dissecado, com predomínio de colinas e vales encaixados sob várias orientações (FIALHO, 2012 e 2015), influenciando a distribuição da luz esombra, o que favorece o surgimento de ambientes protegidos para determinadas direções do vento, como também apresentam presença de sombra desde às 16h30min.

Na tentativa de melhor compreender as diferenças térmicas entre o campo e a cidade, a pesquisa visa a verifica se a influência da condição de tempo é capaz de influenciar a diferença entre esses ambientes.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

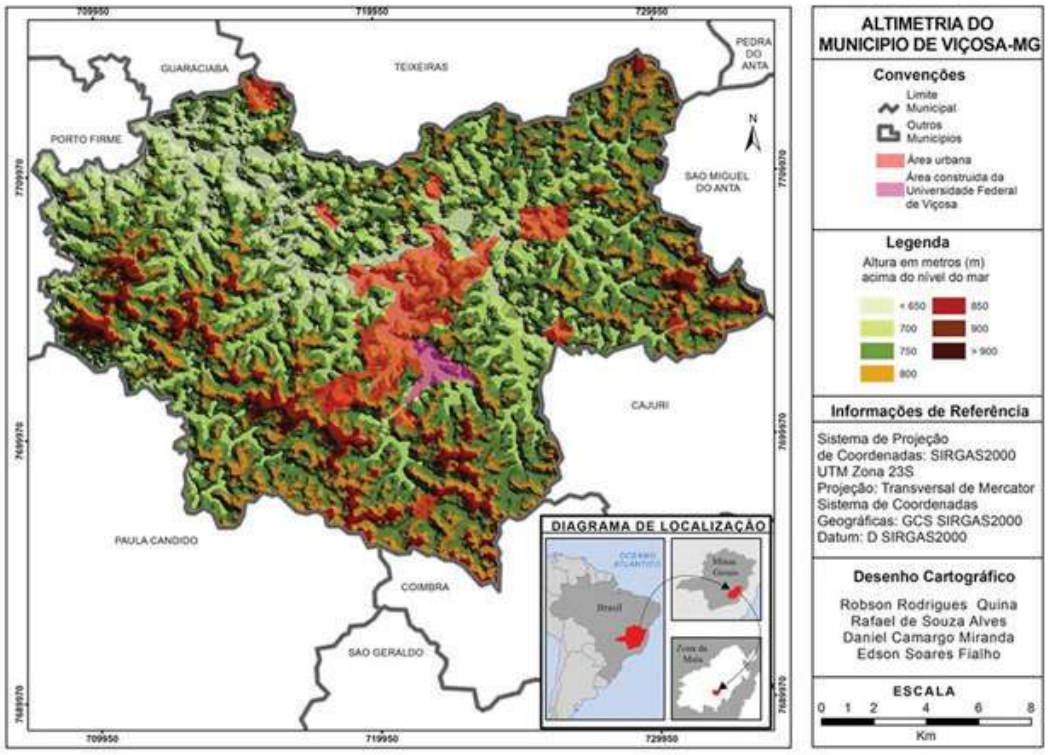
O município de Viçosa, Minas Gerais, localiza-se na mesorregião da Zona da Mata Mineira, que se encontra dentro do Domínio de Mar de Morros (AB'SABER, 2003), que fornece uma paisagem com a existência de vales dissecados, por onde a malha urbana cresceu (Figura 1).

A área urbana comporta hoje 92% da população total do município que, segundo o IBGE (2010), é de cerca de 72.220 habitantes numa área de 300km2, enquanto a malha urbana equivale a 24% do território municipal. Em relação à evolução populacional, entre a década de 1960 e 1970 (Tabela 1) ocorreu uma inversão entre a população residente no campo e na cidade. Esse aumento em curto espaço de tempo, não veio acompanhado do fornecimento de infraestrutura urbana adequada para atender às novas demandas (Figura 2). Esse descompasso, por sua vez, ocasiona a piora das condições de vida urbana, agravando o processo de degradação ambiental.

A razão pela qual o êxodo rural é intenso encontra resposta no processo de federalização da Universidade Federal de Viçosa (UFV), que permitiu à mesma aumentar o número de cursos de graduação e pós-graduação e, por conseguinte, a oferta de empregos, preenchida, muitas vezes, por indicação, pois até então não havia concursos públicos para o preenchimento das vagas de emprego na Instituição.

Atualmente, a área central (Figura 3), por estar próximo ao *campus,* se tornou um polo de atração imobiliário, o que favoreceu o processo de verticalização da cidade nas proximidades da entrada principal, conhecida como quatro pilastras, foi iniciada na década de 1990 e consolidada no início da década de 2000, devido a um segundo movimento de expansão da UFV via REUNI (Reestruturação e Expansão das Universidades Federais). Havia a expectativa da criação de novos cursos, nas áreas das Humanidades e Biológicas, o que gerou uma expectativa de incremento da população estudantil significativo.

Figura 1: Localização do município de Viçosa (MG), na Zona da Mata Mineira.



Fonte: IBGE, 2010. Organizado por Robson Rodrigues Quina; Rafael de Souza Alves; Daniel Camargo Miranda e Edson Soares Fialho

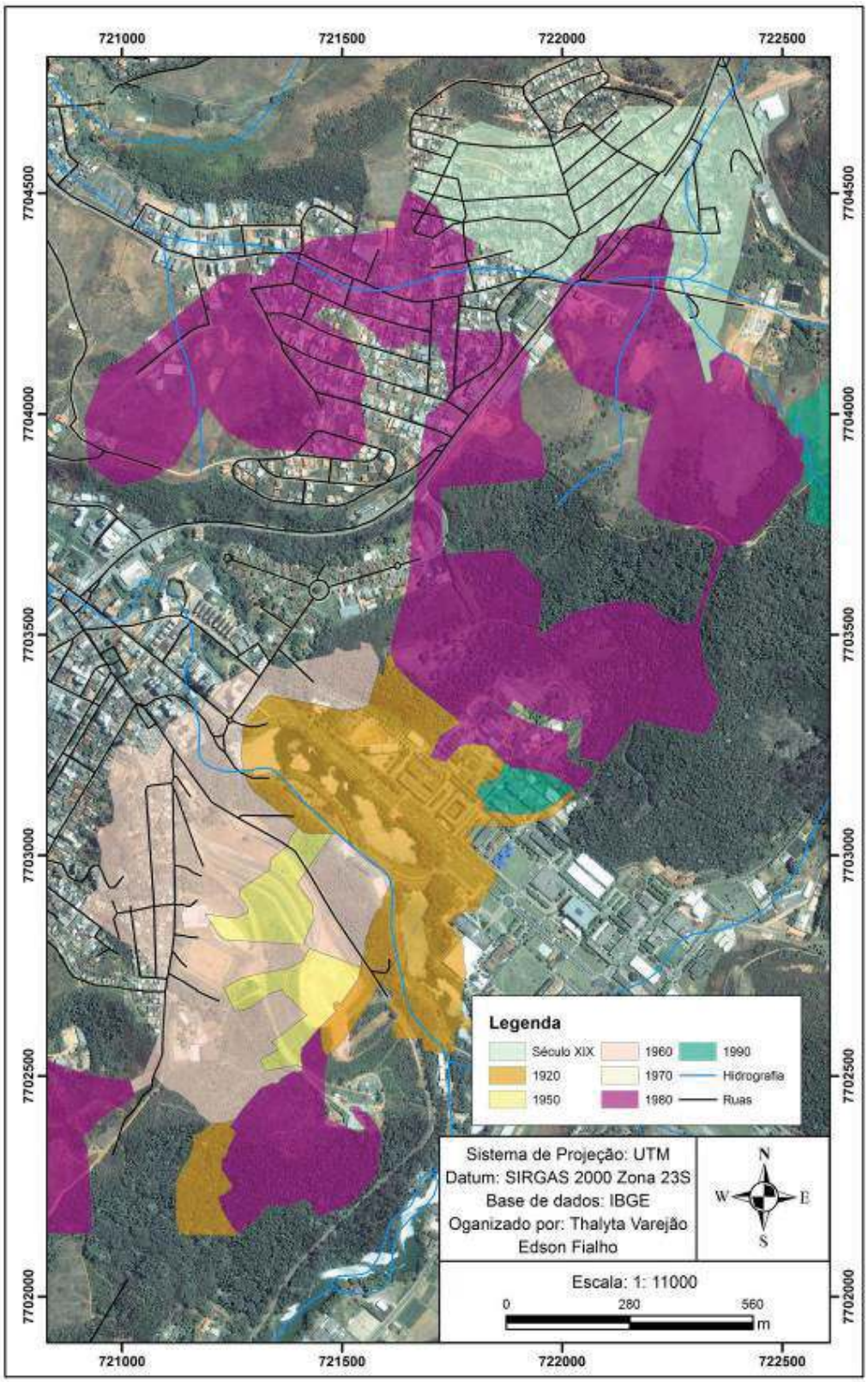
Tabela 1: Evolução da População rural e urbana de Viçosa entre 1950 e 2010.

Década	População Urbana	População Rural	População Total
1950	6.424	11.901	18.325
1960	9.342	11.778	21.120
1970	17.000	8.784	25.784
1980	21.143	7.512	28.655
1990	49.320	5.996	55.316
2000	59.792	5.062	54.854
2010	67.305	4.915	72.220
2016*	-	-	77.863

Fonte: Fialho (2009, p. 129. Adaptado.

* População estimada.

Figura 2: Evolução da mancha urbana de Viçosa (MG).



Fonte: IBGE, 2010. Elaborado por Thalyta Varejão e Edson Soares Fialho

Figura 3: Visão parcial do campus da UFV e o limite da barreira de ocupação, identificada pela concentração de edifícios.



Fonte: Edson Soares Fialho (Novembro de 2015)

MATERIAL E MÉTODO

Para este trabalho foram analisados os dados de temperatura do ar, com registros horários contínuos, num intervalo de 61 dias (18 de janeiro a 18 de março de 2014) em seis pontos fixos (Figura 4)**.** Estudos de clima urbano identificaram o período de inverno como o mais favorável para verificar as diferenças entre campo-cidade, porém a rede de monitoramento pertencente ao Laboratório de Biogeografia e Climatologia (BIOCLIMA-UFV), durante o período de inverno de 2014, começou a apresentar problemas de registros nos equipamentos de campo, o que obrigou a retirada dos mesmos para uma manutenção.

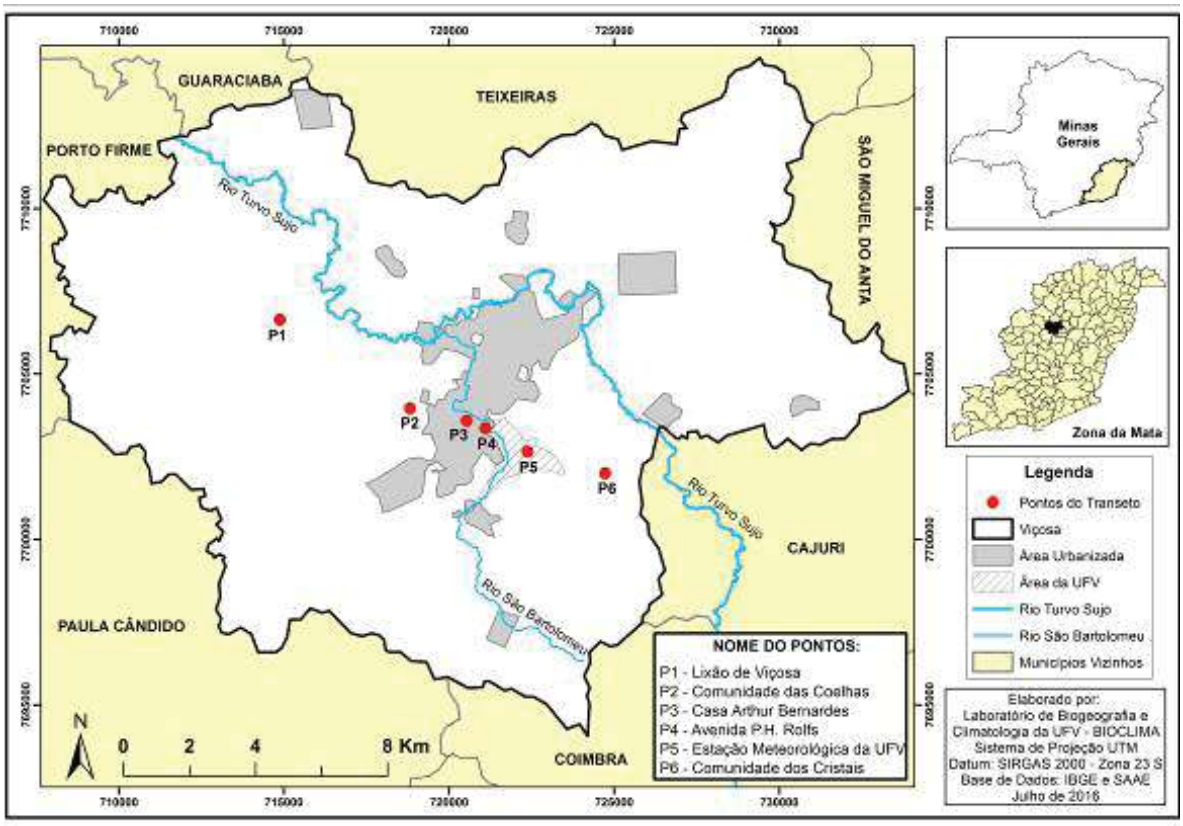
A partir disso, o trabalho propôs analisar a variabilidade temporal das diferenças térmicas entre o campo e a cidade utilizando-se de seis pontos de coleta, distribuídos ao longo de um *transect*. E, para elaborar tais quadros comparativos, utilizou-se o programa *Surfer for Windows® v.10*. A escolha e a caracterização dos locais de monitoramento seguiram alguns critérios como local representativo, segurança e facilidade de acesso ao mesmo.

O trabalho foi pautado na coleta de dados primários de temperatura do ar através de miniabrigos termo-higrométricos (Figura 5A) obtidos com a utilização de termo-higrômetros *datalogger*, marca Hobo, modelo U10-003 (Figura 5B), sendo esses instalados no interior dos miniabrigos meteorológicos alternativos (Figuras 5C e 5D), produzidos com Policloreto de Vinila (PVC), fixados a 1,5 metro de altura em relação à superfície, com hastes de mourão de eucalipto tratado, seguindo as normas da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Vale ressaltar que as instalações dos equipamentos ocorreram após aferição desses em ambiente fechado e, posteriormente, em ambiente aberto (Estação Meteorológica Automática-EMA), para avaliar se haveria disparidades entre os valores registrados entre os equipamentos quando esses são submetidos a um mesmo ambiente. Observou-se que em ambiente fechado os valores de temperatura do ar registrados pelos Hobos U10-003 são homogêneos (QUINA, 2015). Porém, em ambiente aberto, notaram-se diferenças entre os valores nos registros, entre os Hobos (U10-003) e a Estação Meteorológica Automática (EMA), quando tais aparelhos ficaram no mesmo ambiente, durante 15 dias, registrando dados horários. A partir disso, os valores foram tabelados e as diferenças horárias

identificadas para cada abrigo com a EMA, adotando o critério de correção aplicado nos estudos de Fialho (2009) e Fialho *et al.* (2015). Após correção, foi elaborado um *transect* com a média da temperatura do ar para os 61 dias para os seis pontos de registro.

Figura 4. Localização dos pontos de registros de temperatura do ar em Viçosa (MG).



Fonte: IBGE (2010). Elaborado por Edson Soares Fialho e Robson Rodrigues Quina.

Figura 5. Miniabrigos meteorológicos alternativos em campo (A); Data-logger Hobo modelo U10-003 (B) e o miniabrigo de PVC (C) e Visão inferior do mini abrigo (D).



Fonte: Fotos de Guilherme Lopes Galvão e Edson Soares Fialho, 2013.

Junto a isso, buscou-se investigar, a partir dos dados observados nos horários sinópticos (3h00min, 9h00min, 15h00min e 21h00min), a existência de alguma correlação entre os dados de temperatura do ar e o SVF. É válido ressaltar que o *Sky View Factor* (SVF) é a razão entre a porção obstruída e a porção visível do céu, possibilitando observar a dispersão de energia. Os valores variam entre 0 e 1, sendo que, quanto mais próximo do zero menos obstruída é a abóbada celeste e quanto mais próximo de 1, mais obstruída.

Para o cálculo do SVF foram capturadas fotografias hemisféricas através de uma lente "olho de peixe" acoplada à câmera fotográfica, colocada com auxilio de um tripé à altura de 1,50 metro da superfície. Em seguida, as mesmas foram manipuladas e lançadas no *software Rayman*.

No que se refere ao uso da terra, a classificação foi elaborada a partir da fotointerpretação das áreas do entorno dos pontos de controle, com um raio de abrangência em 250 metros ao redor de cada ponto de coleta. Para tal, foi utilizado o método manual, através do *software ArcGis,* versão *10.1*, sobre uma imagem de satélite Geoeye ortorretificada, com 1 metro de resolução espacial. A divisão das classes foi realizada por fotointerpretação direta - interpretação dos objetos visíveis, na qual as classes foram delimitadas por uma vetorização 2D com a edição de feições poligonais.

A definição dos sistemas de tempo foi realizada com base na leitura e interpretação das cartas sinóticas disponibilizadas no sítio da Diretoria de Hidrologia e Navegação (DHN) - *www.mar.mil.br/dhn/chn/meteo/prev/cartas/cartas.htm* - tendo como base apenas o horário das 12 GMT (*Greenwich Mean Time*), conforme técnica desenvolvida por Borsato (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O domínio de mar de morros, com a presença de planaltos dissecados, cria um ambiente de relevo modelado que interfere na orientação e no tempo de iluminação da superfície, como pode ser verificado de maneira indireta quando se obtém o SVF, conforme pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2: Período de horas de exposição à radiação solar.

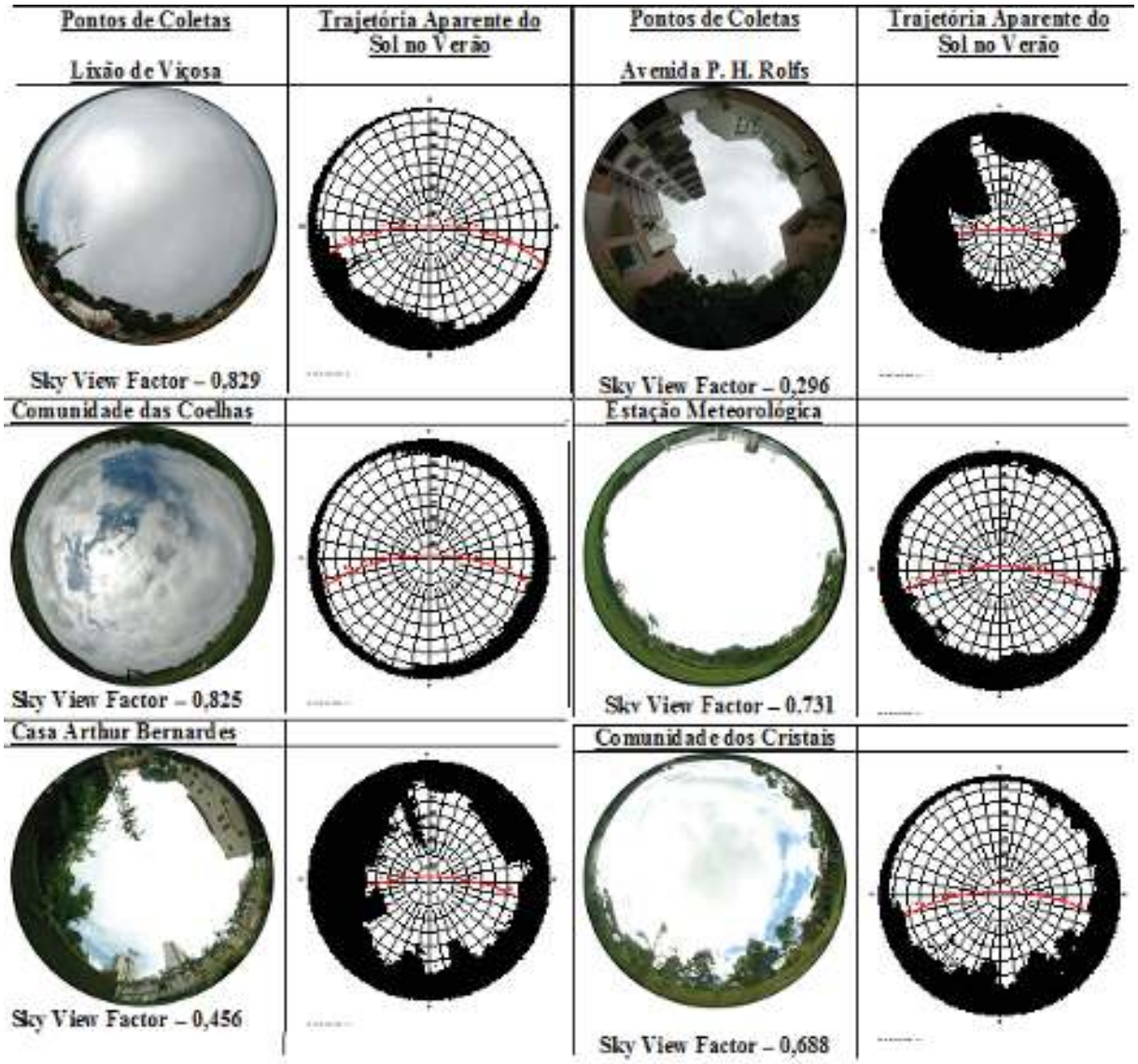
PONTO	LOCALIZAÇÃO	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Lixão													
2	Comunidade das Coelhas													
3	Casa Arthur Bernardes													
4	Avenida P. H. Rolfs													
5	Museu Arthur Bernardes													
6	Estação Meteorológica da													
7	Comunidade dos Cristais													

Tempo de exposição a radiação solar (Horas)

Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia-UFV (2015).
Elaborado por Edson Soares Fialho e Robson Rodrigues Quina.

No conjunto dos pontos amostrais de registro da temperatura do ar, constata-se que os localizados no ambiente urbano registram um menor tempo de exposição ao sol (P3, P4 e P5), enquanto os demais ficam mais tempo expostos à radiação solar, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6: SVF e foto hemisférica nos pontos de coleta de dados.



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia-UFV.
Elaborado por Robson Rodrigues Quina (2015).

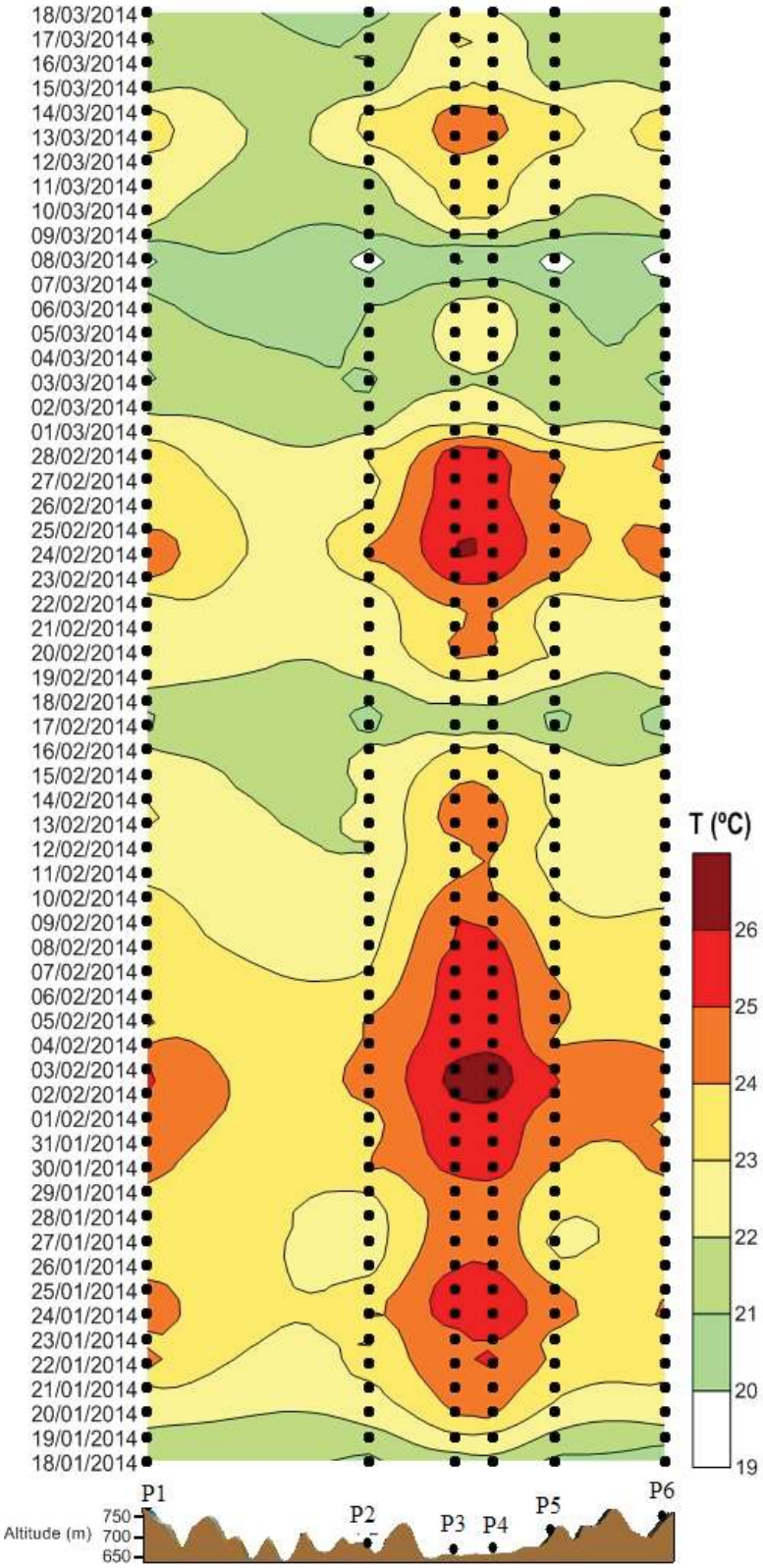
A partir dessa verificação inicial, compreende-se porque os maiores registros de temperatura média e diária do ar foram observados nos pontos P3 (Casa Arthur Bernardes) e P4 (Av. P. H. Rolfs), que se tornaram mais evidentes sob a influência de sistemas sinóticos estáveis, tais como: Sistema Tropical Atlântico, que favoreceu a atuação, na escala local, de fatores geográficos como: altitude, edificações, fluxo de pessoas e veículos e orientação de vertentes, como pode ser identificado entre os dias 22/1/2014 a 9/2/2014 e 22/2/2014 a 28/2/2014.

Nos dias de instabilidade atmosférica as diferenças térmicas reduziram, como constatado nos dias 17 e 18/2/2014, quando houve atuação do sistema de Zona de Convergência de Umidade. A mesma situação sinótica se repetiu entre os dias 6 a 9/3/2014, refletindo uma homogeneidade da diferença térmica (Figura 7).

Em ambos os casos registrou-se a ocorrência de precipitação, sendo esse outro fator determinante da redução das diferenças térmicas obtidas. Dentro do período de mensurações, as diferenças significativas entre o campo e a cidade, considerando a temperatura média diária, foram de 3,4ºC para o dia 2/2/2014, 4,0ºC para o dia 3/2/2014 e 5,0ºC para o dia 24/2/2014. Numa segunda observação, as mensurações da temperatura média do ar para os horários sinóticos das 3h00min, 9h00min, 15h00min e 21h00min foram relacionadas com o SVF (Figura 8.

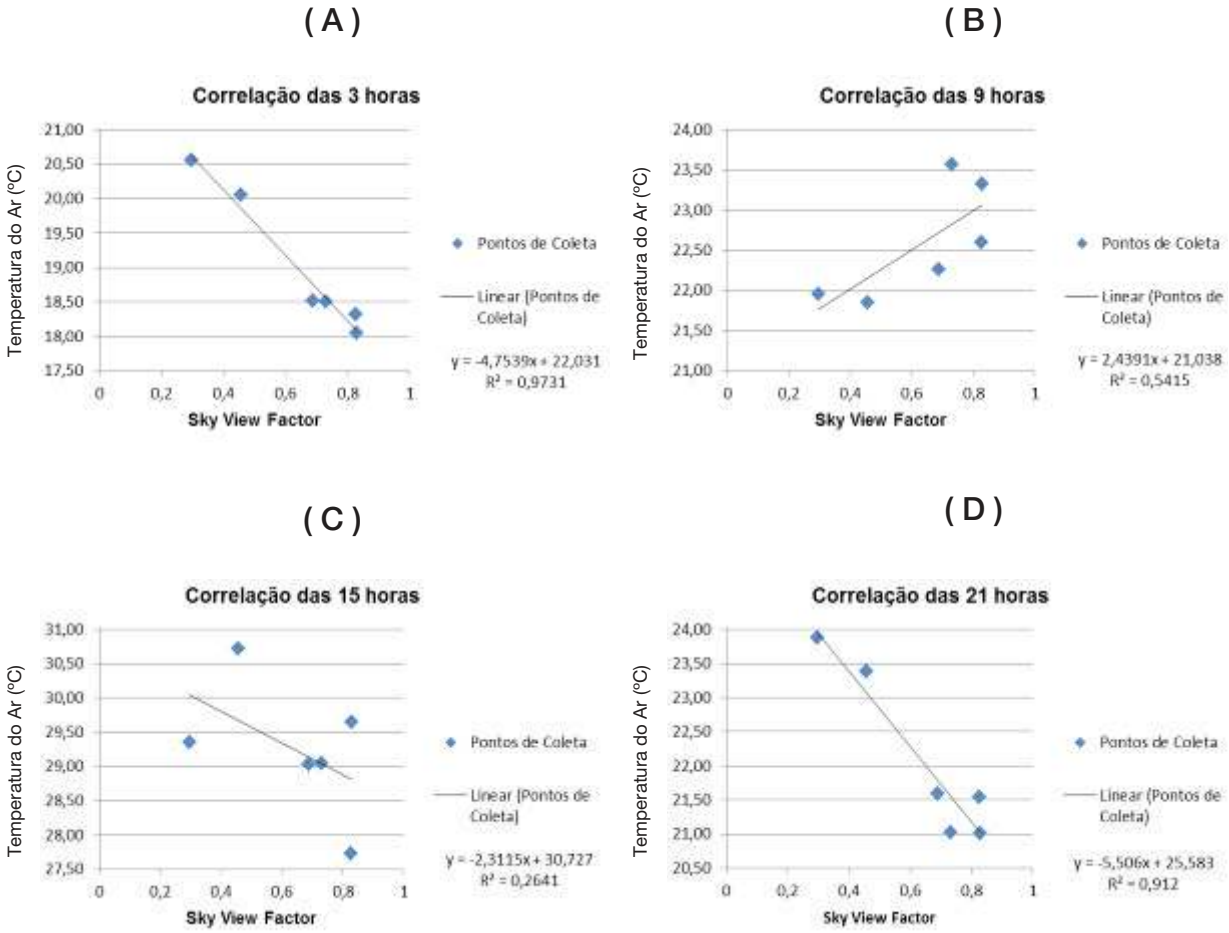
Inicialmente, identificou-se que no horário das 3h00min (Figura 9A) os pontos na área central, P3 e P4, apresentaram diferenças térmicas positivas em relação aos demais pontos localizados no campo, pois, nesse horário, foram registrados os maiores valores térmicos absolutos, enquanto que os pontos P1 (Lixão de Viçosa) e P2 (Comunidade das Coelhas) registraram os menores. Em 70% dos dias de registros a diferença foi de 2,0ºC superior ao campo.

Figura 7: Temperatura média do ar entre os dias 18 de janeiro a 18 de março de 2014, ao longo do *transect* campo-cidade, no município de Viçosa (MG).



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia-UFV.
Organizado por Edson Soares Fialho (2015).

Figura 8: Relação entre o SVF e a temperatura do ar no município de Viçosa (MG).



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia-UFV.
Organizado por Robson Rodrigues Quina (2015).

Além disso, houve uma correlação de 97% entre a temperatura do ar e o SVF, o que evidencia a influência do uso da terra e a verticalidade no entorno dos pontos P3 e P4. Tal fato pode ser explicado pela menor dissipação do calor armazenado durante o período diurno nas áreas centrais, pois as construções servem de obstáculo, bem como dificultam a ação do vento.

Às 9h00min (Figura 9B) verifica-se que a temperatura do ar nos pontos está diretamente influenciada pela altitude, pois os pontos P1 (Lixão de Viçosa - 772m) e P10 (Estação Meteorológica - 712m) recebem a incidência de raios solares já nos primeiros momentos da alvorada, mas que pode ser influenciada pela atuação de sistemas sinóticos.

Nesse caso, os sistemas que geram estabilidade atmosférica (céu aberto, pouco vento, ensolarado), tal como Sistema Tropical Atlântico (STA), Sistema Polar Atlântico Tropicalizado (SPAT) e Sistema Tropical Continental (STC) são os que mais propiciam a ocorrência de maiores valores absolutos de temperatura do ar durante a alvorada.

Figura 9A: Diferença de temperatura do ar entre campo e cidade às 3h00min

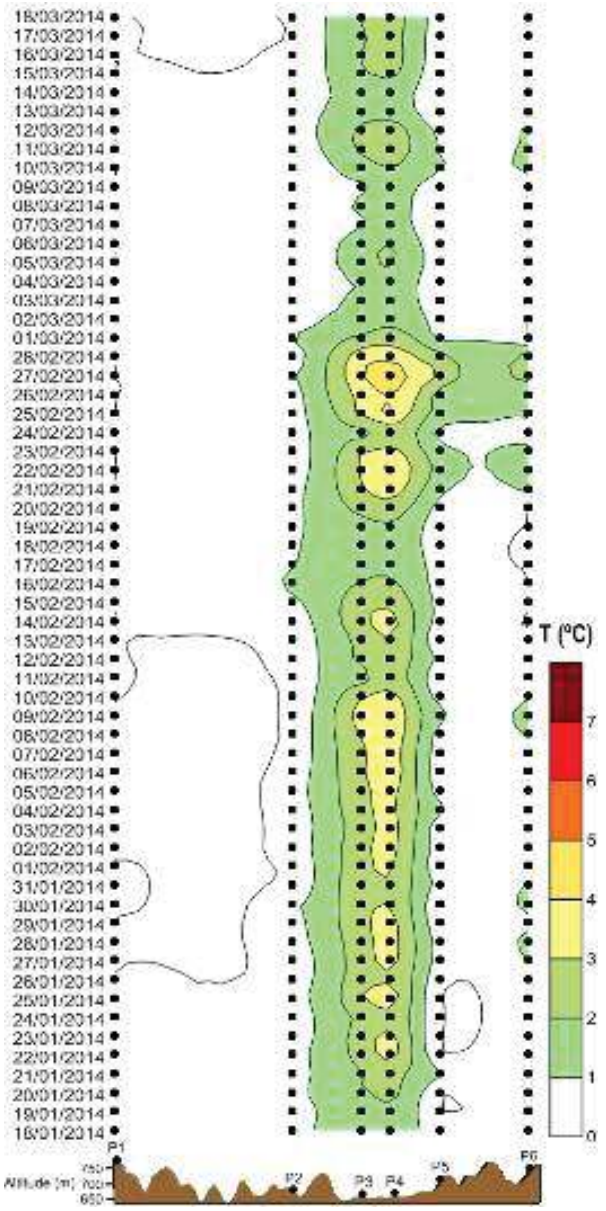
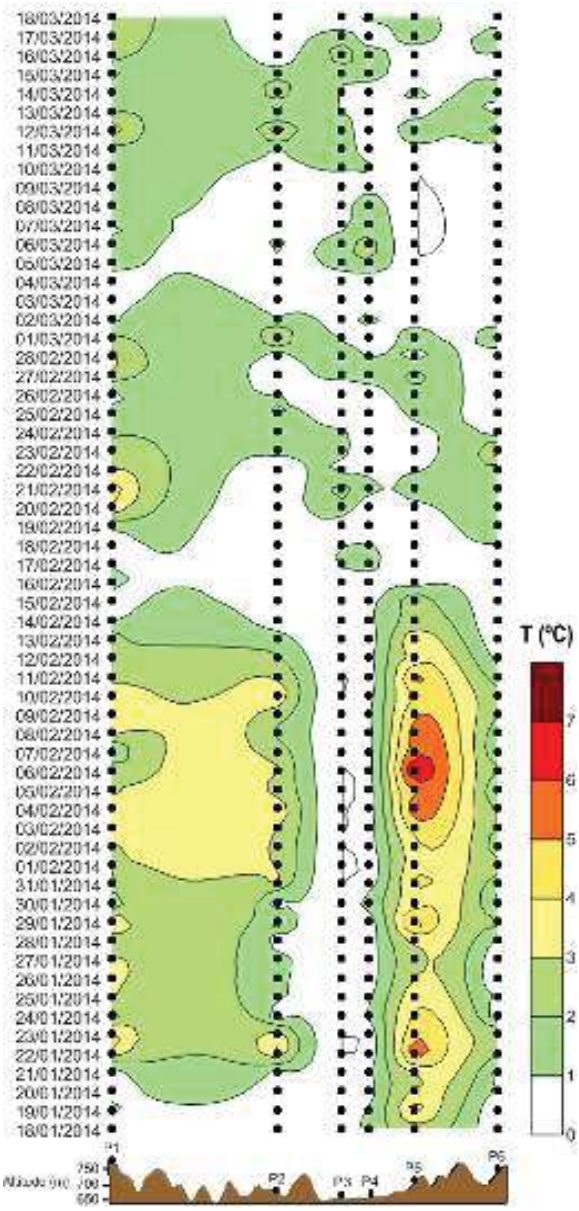


Figura 9B: Diferença de temperatura do ar entre campo e cidade às nove horas



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia-UFV.
Organizado por Edson Soares Fialho (2015).

Na Figura 9B pode-se destacar, entre os dias 18/1/2014 a 14/2/2014 quando houve atuação do STA, ocorrência de uma diferença de temperatura do ar superior a 6,0ºC no dia 6/2/2014 e de 5,0ºC dois dias antes e dois dias depois do dia 6/2/2014. Por outro lado, sistemas que geram instabilidade atmosférica, tais como Zonas de Convergências, Frentes Frias e Cavados, reduzem a radiação solar direta, o que provoca uma homogeneização da temperatura.

Tal fato é representativo entre os dias 15 de fevereiro de 2014 a 19 de fevereiro de 2014, quando houve atuação da ZCOU (Zona de Convergência de Umidade) e as diferenças não ultrapassaram 2 ºC. Vale destacar também que a Comunidade dos Cristais (P6), com altitude de 734 metros, não se caracterizou como sendo o local mais quente durante esse horário, em razão de sua localização em relação à encosta, uma vez que está situada a noroeste, recebendo assim radiação solar à tarde.

Às quinze horas (Figura 10A) destaca-se uma variabilidade dos outros três horários, sendo percebida uma influência moderada da altitude na maior temperatura de alguns pontos, por exemplo, no Lixão de Viçosa (P1) e Comunidade dos Cristais (P6), porém há outros fatores atuando, casos da Casa Arthur Bernardes (P3) e da Av. P.H. Rolfs (P4), que já começam a se destacar a partir desse horário, apresentando temperaturas mais elevadas que irão, mais tarde, durante o período da noite, caracterizá-los como os pontos mais quentes em relação aos outros.

A temperatura do ar em Coelhas (P2) se caracteriza por apresentar os menores registros. Tal fato pode ser explicado por estar situado em uma região rural, que facilita a perda radiativa. Além disso, a localidade está situada em uma encosta voltada para sul, recebendo assim maior quantidade de radiação durante o período da manhã.

Os dias que registraram as maiores diferenças de temperatura do ar foram 27 de janeiro, 16 e 19 de fevereiro, 2 e 3 de março, cujos valores alcançaram uma diferença entre 5 e 6 ºC entre o ponto mais quente (geralmente os pontos centrais – P3 e P4, com exceção do dia 19 de fevereiro) e o ponto mais frio (na maior parte das vezes, o P2 – Coelhas). Conclui-se que, assim como no horário das nove horas, existem outros fatores que apresentam maior influência, destacando-se a altitude, orientação da encosta, proximidade ou não com locais mais urbanizados, presença frequente de vento e sistemas sinóticos.

A Figura 10 B, que representa a intensidade da diferença de temperatura do ar às vinte e uma horas apresenta semelhança ao do horário das três horas (Figura 10A), contudo as diferenças térmicas no centro são mais destacadas, oscilando de 3 0C a 5 0C. A junção dos fatores proporcionou, no período da noite e madrugada, maior reflexo desse resfriamento lento das áreas urbanizadas.

Após analisar a variação térmica com base nos *transects* nas quatro fases do ciclo diuturno, procurou-se observar a diferença da temperatura média horária ao longo do período de amostragem, para dois pontos distintos, quanto ao tipo de uso da terra.

Figura 10A: Temperatura média do ar àsquinze horas

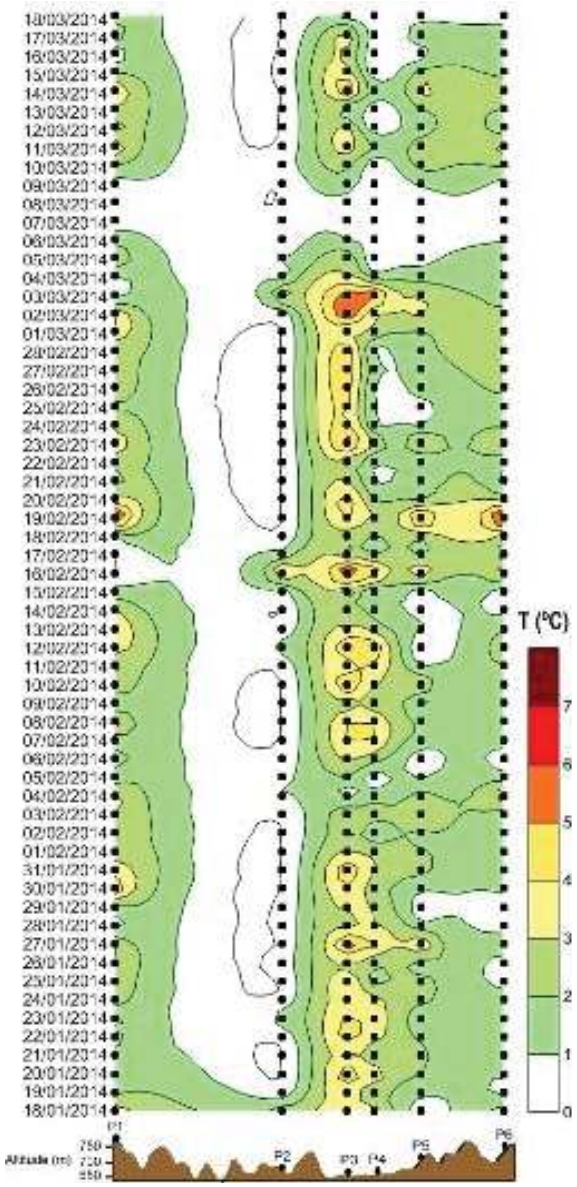
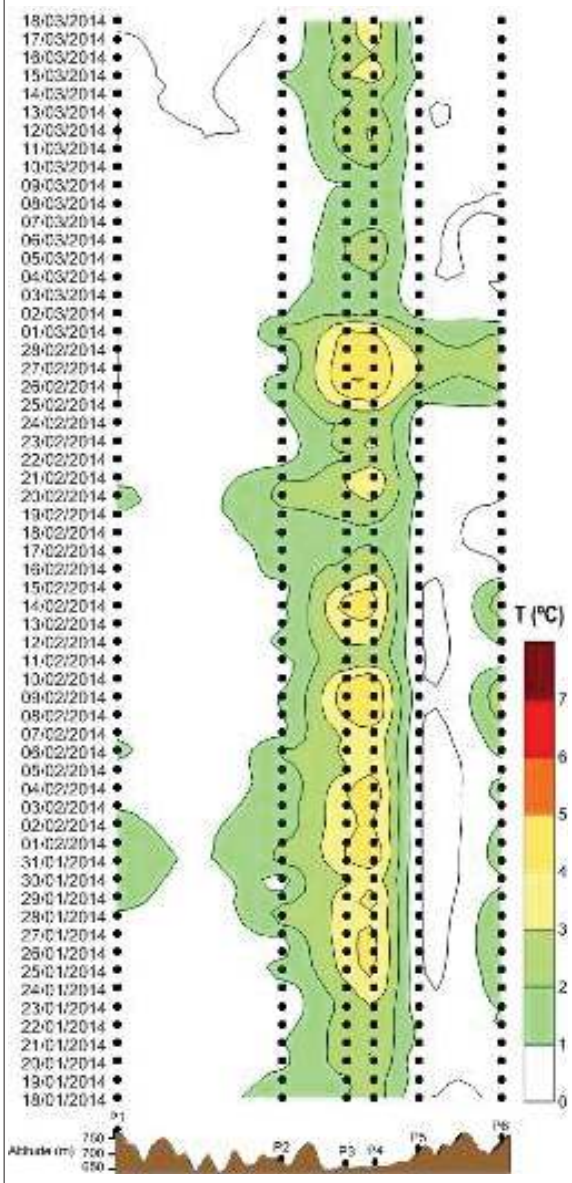


Figura 10B: Temperatura média do ar às 21h00min.



Laboratório de Biogeografia e Climatologia-UFV.
Organizado por Edson Soares Fialho (2015).

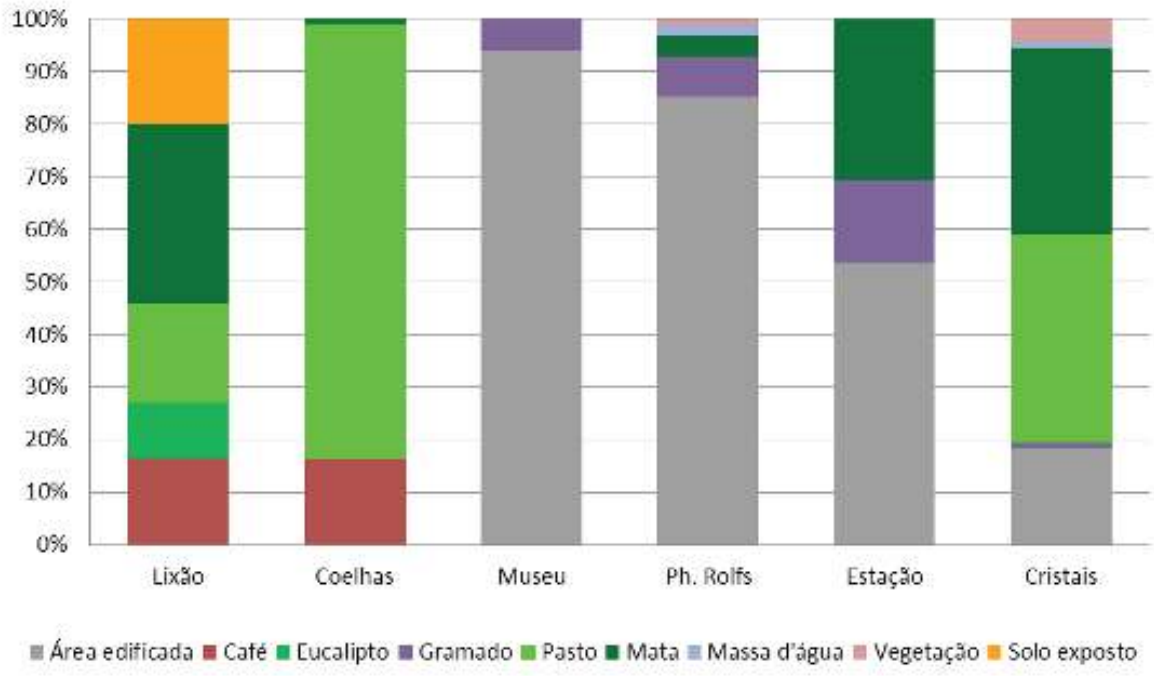
Os eleitos foram o P5 (Estação Meteorológica), representando o ambiente rural, e o P3 (Casa Arthur Bernardes), característico do meio urbano. Oke (1978) e Martin-Vide et al. (2015) sugerem a subtração dos valores entre os pontos fixos de uma área urbana e rural (Equação 1).

$$\Delta T_{u-r} = T_U (°C) - T_r (°C) \text{ -Equação 1}$$

Ao observar a Figura 11 sobre o percentual do uso da terra em cada ponto de observação, verifica-se uma correlação positiva entre a temperatura do ar e o tipo de uso da terra predominante. Partindo dessa premissa, quando se estabeleceu esse parâmetro de comparabilidade, constatou-se que o meio urbano, na maior parte do tempo do monitoramento diuturno, registrou valores superiores ao meio rural, durante quase todos os horários do dia, exceto das 8h00min às 10h00min e 17h00min. Nos dois primeiros horários, as diferenças foram de 1,0ºC e 1,7ºC, respectivamente; nos demais horários, a diferença foi inferior a 0,5ºC (Figura 12).

Tal relação pode ser explicada pelo fator altitude no que se refere aos três primeiros horários (8h00min, 9h00min e 10h00min). O fato de estar em uma posição mais elevada, o P5 (712m) favorece a recepção dos primeiros raios solares do dia, sendo um dos pontos que apresentam maior aquecimento. Pela manhã, observa-se que a partir das 7h00min a temperatura do ar do P3 apresenta um crescimento intenso em relação a P5, que só terá esse aumento a partir das 9h00min.

Figura 11: Uso da terra no entorno dos pontos de coleta de dados de temperatura do ar num raio de 250 metros, no município de Viçosa (MG).

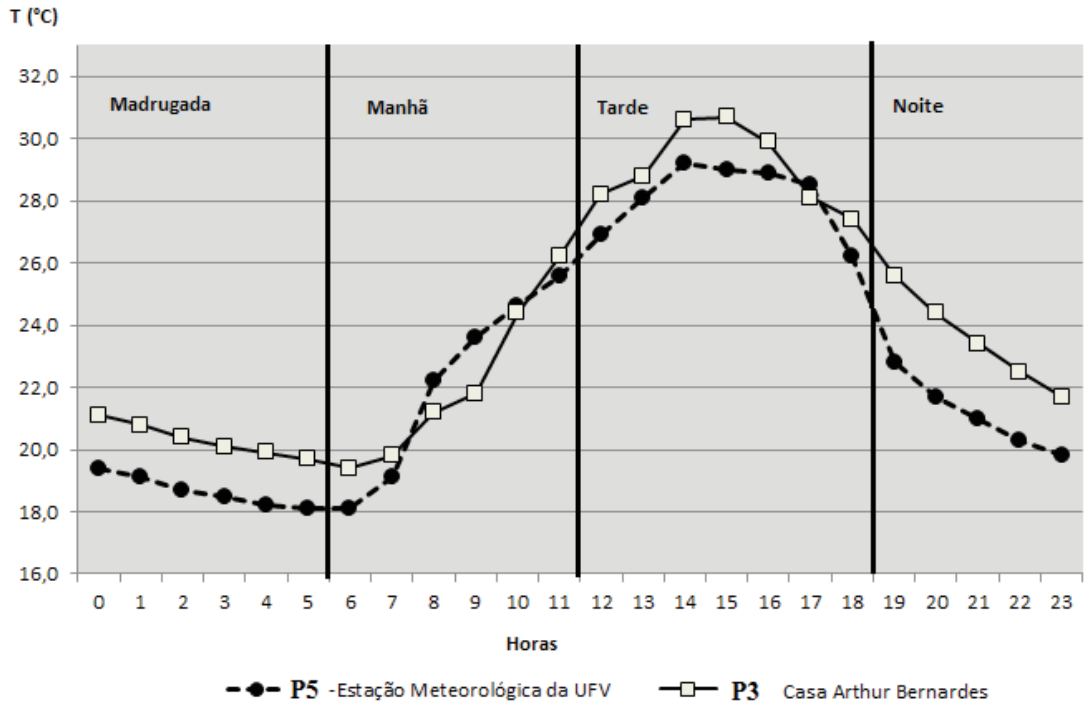


Fonte: Imagem Aster GTM. Organizado por Edson Soares Fialho (2013).

As maiores diferenças têm ocorrido nas primeiras horas da noite, das 19h00min às 22h00min, sendo essas diferenças de 2,8ºC, 2,7ºC, 2,4ºC e 2,2ºC, respectivamente.

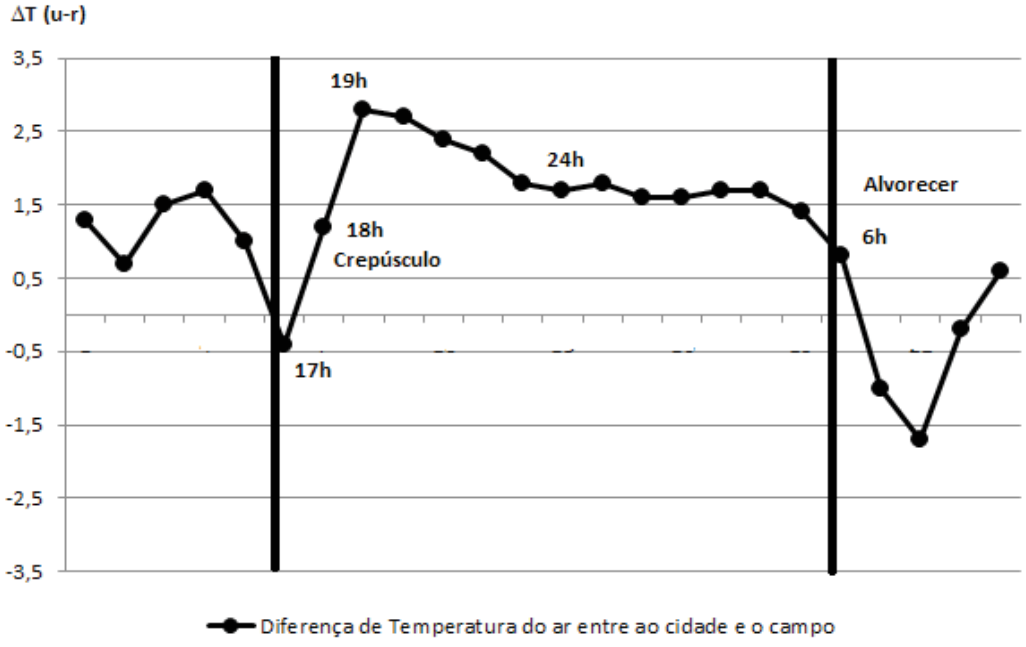
Durante a madrugada, a intensidade diminui (Figura 13), mantendo-se entre 1,0 e 2,0ºC até as 7h00min, quando a diferença atinge 0,8ºC. Durante a tarde, a maior diferença ocorre às 14h00min e 15h00min, com 1,5ºC e 1,7ºC, respectivamente.

Figura 12: Variação da temperatura média horária ao longo de 60 dias de observação, durante o verão de 2014, entre o Ponto 3 (Casa Arthur Bernardes) e o Ponto 5 (EMA).



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia-UFV. Organizado por Edson Soares Fialho (2015).

Figura 13: Variação diuturna entre as temperaturas do ar entre o Ponto 3 (área urbana – Casa Arthur Bernardes) e o
Ponto 5 (área rural – Estacão Meteorológica da UFV).



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia-UFV. Organizado por Edson Soares Fialho (2015).

Esses horários também foram os que apresentaram as maiores temperaturas do ar em ambos os pontos, tanto para P3 quanto para P5. Por outro lado, os menores registros ocorreram às 6h00min.

Com base no exposto, pode-se dizer que os pontos P3 e P4, localizados na área central, com uso da terra caracterizado superior a 80% de área edificada, apresentaram-se durante quase todo o dia mais quentes, quando comparados com o P5, onde fica a estação meteorológica automática.

Tal resultado corrobora com os estudos desenvolvidos por Souza *et al*. (2012), na região norte do Brasil que, ao analisarem diferenças de temperatura do ar entre o campo e a cidade, no município de Porto Nacional-TO, encontraram, em termos espaciais, independentemente do episódio considerado, na parte central da cidade, as maiores temperaturas do conjunto de eventos analisados em decorrência 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, no horário das 21h00min, o momento de maior diferença entre os pontos mais quentes e os mais frescos.

Contudo, no caso de Viçosa, através de registros horários, diferentemente de Souza *et al*. (2012), que constataram diferenças apenas nos horários sinóticos, a maior diferença entre o campo e a cidade ocorre logo após o pôr do sol, mais precisamente às 19h00min, com uma média em torno de 2,7ºC, diminuindo durante a madrugada (Figura 13) e chegando a uma diferença máxima não superior a 4,5ºC.

Apesar de realidades geográficas e climáticas distintas entre as cidades citadas em comparação com Viçosa, o importante não é o valor da intensidade da ilha de calor, mas a verificação quantitativa da interferência dos fatores relacionados a atividades humanas sobre a baixa atmosfera. Este fato é muito relevante, pois a área de estudo em questão fica sob um domínio de mar de morros, sujeita a configurações e situações de tempo particulares, capazes de produzir diversos ambientes climáticos distintos, por conta da própria condição do sítio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, destaca-se que os pontos da Av. P.H. Rolfs (P4) e da Casa Arthur Bernardes (P3), por apresentarem as maiores temperaturas médias durante o período de registro, também durante a noite e madrugada, se tornando mais evidentes ao mostrar forte correlação entre o SVF e o uso da terra e quando comparados aos demais pontos situados na periferia e área rural, confirmam o que é identificado na literatura científica sobre o estudo do clima urbano, apesar de ser uma cidade de pequeno porte. Apesar disso, diferentemente da proposição de Oke (1978), que define que a intensidade máxima da diferença entre campo e cidade ocorre entre duas a três horas após o pôr do sol, a mesma intensidade é verificada

em Viçosa após uma hora depois do pôr do sol. O resultado é importante, pois estudos realizados pelo Laboratório de Biogeografia e Climatologia - BIOCLIMA (SANTOS, 2007; NASCIMENTO *et al.*, 2008; e ROCHA; FIALHO, 2010), ao considerarem o horário das 21h00min como o que refletiria a maior diferença entre campo e cidade, acabou demonstrando valores subestimados.

Isso não invalida os estudos que utilizaram a primícia de 2 ou 3 horas após o poente, pois na maioria das cidades onde foram realizadas pesquisas de clima da cidade, as mesmas não apresentam uma rede de monitoramento permanente mensurando parâmetros climáticos na escala horária. O presente estudo, ao identificar esse equívoco da literatura, corrobora pesquisas realizadas em outras cidades, como Singapura, onde Roth (2007) identificou que a intensidade máxima da ilha de calor ocorre sete horas após o pôr do sol.

Além disso, cabe destacar que as diferenças entre o ambiente urbano e o rural, como pôde ser vista ao longo dos 61 dias, diminui com a passagem de sistemas atmosféricos extratropicais, frentes frias e atuação Zona de Convergência de Umidade, o que demonstra a relação dos ritmos de passagem dos sistemas produtores de tempo e a intensidade da diferença de temperatura do ar entre campo e cidade.

AGRADECIMENTOS

- Aos bolsistas e voluntários do Laboratório de Biogeografia e Climatologia – BIOCLIMA-UFV e a todos os seus integrantes (Rafael de Souza Alves, Guilherme Lopes Galvão, Edilson Junior Celestino, Saymon Bittencourt, Maria Luzia Silva Paulo, Gabriela Regina Ferreira, Ludmila Fernandes e Thalyta Varejão), que não mediram esforços no processo de execução do projeto de pesquisa.
- Ao CNPq (Processo: 400554/2011-9 – Edital Universal de 2014) e a Fapemig (Processo APQ 00732-13 – Edital Universal – 2013) pela concessão de bolsas de Iniciação Científica, bem como o financiamento para aquisição dos materiais permanente para a realização da pesquisa.
- Márcia Vilela Valdier, bolsista PIBID, que fez a revisão técnica do português.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê, 2003.

AMORIM, M. C. C. T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno. **Geosul**, Florianópolis, v. 20, n. 39 pp. 65-82, 2005.

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, v. 35, n. 2, pp. 349-361, 2013.

AZEVEDO, T. R. Fluxos de calor gerado pelas atividades humanas. In: _____. TARIFA. J. R. (Orgs.). **Os climas na cidade de São Paulo**: Teoria e prática. São Paulo: Pró-reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo, pp. 71-93, 2001, 199p.

BEZERRA, I. L.; SANTOS, J. S.; AGUIAR, A. P. Ilhas de Calor: Importância da vegetação na amenização climática em João Pessoa (PB). **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, n. 5, pp. 1499-1516, 2013.

BORSATO, V. A. **A participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do Auto Rio Paraná no período de 1980 a 2003**. 2006. 126 fls. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Nupélia, UEM, Maringá, **ANO**

BRANDÃO, A. M. P. M. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. **ANO** 362 f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Universidade São Paulo (USP), 1996.

CHANG, C. R.; LI, M. H. Effects of urban parks on the local urban termal environment. **Urban Forestry & Urban Greening**, London, n. 13, v. 3, pp. 672-681, 2014.

CRUZ, G. C. F. **Clima urbano de Ponta Grossa (PR)**: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira. 2009**,** 366 f. Tese. (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

COLLISCHONN, E.; FERREIRA, V. O. O fator de visão do céu e sua influência sobre as características térmico-higrométricas intraurbanas em Pelotas (RS), Brasil. **Geographia Meridionalis**, Pelotas (RS), v. 1, n. 1, pp. 160-178, 2015.

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

FERREIRA, G, R.; FIALHO, E. S. **Análise da variabilidade espacial do campo térmico em situação sazonal de verão (2013/2014), na mancha urbana de Viçosa (MG)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 11, **Anais...** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276273993_ANAIS_DO_X_SIMPSIO_BRASILEIROS_DE_CLIMATOLOGIA_GEOGRFICA_ANLISE_DA_VARIABILIDADE_

ESPACIAL_DO_CAMPO_TRMICO_EM_SITUAO_SAZONAL_DE_VERO_%2820132014%29_NA_MANCHA_URBANA_DE_VIOSA_MG>. Acesso em: 15 maio 2016.

FERNANDES, L. A. Ambientes urbanos e fatores naturais na conformação das condições climáticas no período de inverno em Viçosa (MG). **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 366-380, jul./dez. 2015.

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

_____. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte:** caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira. 2009, 259 f. Tese (Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Ciência, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo (USP), 2009.

_____. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: _____.; SILVA, C. A. (Org.). **Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica**. Dourados: UFGD, 2012, v. 1, pp. 83-114.

_____.; QUINA, R. R.; ALVES, R. S.; MIRANDA, J. D. E. C. O campo térmico em situação sazonal de verão, no município de Viçosa (MG). **Revista Geografias**, Belo Horizonte, v. 1, pp. 80-98, 2015.

_____.; PAULO, M. L. S. Clima e sítio: A variabilidade termohigrométrica, ao longo do transeto Ponte Nova-Ubá, na Zona da Mata Mineira-Brasil. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E.S.; STEIINKE, E. T. (Orgs.). **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados: UFGD, pp. 107-128, 2014, 391 p.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia**,** v. 7, n. 10, pp. 94-106, 2003.

HASENACK, H.; FLORES, F. E. V. O ambiente urbanizado e o clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, n. 19, pp. 57-70, 1992. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/38015/24499>. Acesso em: 6 jun. 2016.

HUANG, L. et al. Scale impacts of land cover and vegetation corridors on urban thermal behavior in Nanjing, China **Theor. Appl. Climatol**, Viena, v. 94, n. pp. 241-257, 2008.

JOHNSON G. T, WATSON I. D. The determination of view-factors in urban canyons. J**ournal of Applied Climate and Meteorology**, New York, v. 23, pp. 329-335, 1984.

MARTINE, G. O lugar do espaço na equação população/meio ambiente. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, São Paulo, v. 24, n. 2, pp. 181-190, 2007.

_____. **Relatório sobre a Situação da População Mundial: Desencadeando o Potencial do Crescimento Urbano**, New York, UNFPA, 2007. Disponível em: <http://www.unfpa.org.br/Arquivos/swop2007.pdf>. Acesso em: 15 mar 2015.

MARTIN-VIDE, J.; SARRICOLEA, P.; MORENO-GARCIA, M. C. On the definition of urban heat island. Intensity: The "rural" reference. **Frontiers in Earth Science.**v. 3, article 24. 15 Jun. 2015. Disponível em: <http:/DX.DOI.ORG/10.3389/FEART.2015.00024>. Acesso em: 23 ago. 2015.

MONTEIRO. C. A. F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: Estratégias na abordagem Geográfica. **Revista Geosul**, Florianópolis, n. 9, pp. 81-113, 1990.

NASCIMENTO, R. A. et al. O. Estudo do campo térmico na cidade de Viçosa (MG), em situação sazonal de primavera no ano de 2007. In: SIMPÓSIO BRAISLEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 8, Uberlândia, Uberlândia, 2008, **Anais...** Alto do Caparaó: Universidade Federal de Uberlândia, 2008. CD-ROOM.

OKE, T. R. **Boundary–layer climates**. London: Methuen, 1978, 372 p.

PAZ, L. H. F. **A influência da vegetação sobre o clima urbano de Palmas (TO)**. 2009, 169 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) . Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília (DF), 2009.

QUINA, R. R. Influência de sistemas sinóticos na diferença térmica entre campo e cidade, estudo de caso de Viçosa (MG)**. Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 324-337, jul./dez. 2015.

ROCHA, V. M.; FIALHO, E. S. Uso da terra e suas implicações na variação termo-higrométrica ao longo de um transeto campo-cidade no município de Viçosa-MG. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa-MG, v. 10. n. 1, pp. 64-77, 2010.ROTH, M. Review of urban research in (sub)tropical regions. **International Journal of Climatology**, London, v. 27, n. 14, pp. 1859-1873, 2007.

SHASHUA-BAR, L; HOFFMAN, M. E. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street. An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. **Energy Buildings**, London, v. 31, n. 2, pp. 221-235, 2000.

SOFER, M.; POTCHTER, O The urban arid heat island of a city in an arid zone: The case of Eilat, Israel. **Theoretical and Applied Climatology,** London, v. 85, n.1-2, pp. 81-88, 2006.

TEIXEIRA, P. H. L.; LUCAS, T. P. B. A influência da vegetação em um microclima da cidade de Belo Horizonte (MG). **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 24, n.42, pp. 56-72, 2014.

ORTIZ, G. F.; AMORIM, M. C. C. T. Clima urbano e ilhas de calor em Cândido da Mota-SP. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 5, pp. 455-468, 2012. (Edição Especial 2)

SANTOS, J. A. A. dos. **O campo térmico na área central da cidade de Viçosa (MG) em situação sazonal de outono em 2007**. 2007. 45 f. Monografia (Bacharelado em Geografia). Curso de Geografia – Departamento de Artes e Humanidades, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2007.

SOUZA, L. B. et al. A temperatura do ar na área urbana de Porto Nacional (TO): abordagem geográfica a partir de episódios selecionados. **Brazilian Geographical Journal**: geosciences and humanities research medium, Ituiutaba, v. 3, n. 2, pp. 317-350, 2012.

SVENSSON, M. K. Sky view factor analysis: Implications for urban air temperature diferences.**Meteorological applications**, London, v. 11, n. 3, pp. 201-211, 2004.