



CARACTERIZAÇÃO DA INFLUENCIA DO RELEVO LOCAL NA GERAÇÃO DE CAMPOS TERMICOS DIFERENCIADOS, UM ESTUDO DE CASO DA REGIÃO CENTRAL DA CIDADE DE JUIZ DE FORA – MG

DÉBORA COUTO DE ASSIS¹
DAIANE EVANGELISTA DE OLIVEIRA²
CÁSSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA³

Resumo: A partir do reconhecimento das funções desempenhadas pela morfologia do relevo e os padrões de uso e ocupação da Terra nas condições climáticas do espaço, o objetivo deste trabalho é investigar a influência da topografia, morfologia do relevo local, além dos padrões de uso e ocupação da Terra na geração de microclimas diferenciados na região central e suas adjacências, no município de Juiz de Fora, MG. Para realização do trabalho foram realizadas medições de dados climatológicos em campo, além da elaboração de mapas através do uso de SIG'S. Como resultado obteve-se uma variação significativa da temperatura seguindo a amplitude topográfica associada à urbanização do sítio, gerando microclimas diferenciados.

Palavras chave: Microclimas; Relevo Local; Urbanização.

Abstract: From the recognition of the roles performed by the morphology of the relief and patterns of use and occupation of land in the space climatic conditions, the purpose of this work is to investigate the influence of topography, morphology of local relief beyond the patterns of use and occupation of land in generating different microclimates in the central region and its surroundings, in Juiz de Fora municipality, MG. To perform the work climatological measurements were performed on field, in addition to mapping through the use of GIS. As a result we obtained a significant variation in temperature following the topographic amplitude associated with urbanization of the site, generating different microclimates.

Keywords: Microclimates; Local relief; Urbanization.

1 – Introdução

Na cidade se percebe a maior e mais concentrada ação humana, esta é palco de intensas atividades, onde os elementos do clima são percebidos com mais intensidade. Os elementos constituintes do urbano criam um campo térmico específico e formam microclimas diferenciados que por sua vez, podem reduzir a qualidade de vida dos cidadãos. As formas urbanas redesenham o meio, como pode ser visualizado na densidade e geometria das verticalizações que tornam a superfície cada vez mais rugosa influenciando na circulação do ar, no transporte de calor e vapor d'água e na existência de áreas

¹ Mestranda em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Email: cassis.debora@gmail.com

² Mestranda em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Email: daiane.evangelista.oliveira@gmail.com

³ Docente do programa de pós-graduação em Geografia da universidade Federal de Juiz de Fora. Email: cassia.castro@ufjf.edu.br



sombreadas devido às barreiras formadas pelas edificações, além do próprio relevo que funcionam muitas vezes como obstáculos para incidência dos raios solares.

Segundo Monteiro o clima urbano pode ser definido como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO, 1976, p. 95). De modo que tanto a ação antrópica, quanto as características físicas e geológicas onde a mesma se formou devem ser ressaltadas, num estudo que vise à análise microclimática das cidades.

Neste sentido, destaca-se à estreita relação entre a situação topográfica na qual a cidade se insere e a formação de campos térmicos diferenciados. Conforme resalta Geiger (1990) pode-se dizer que de maneira geral o clima das cidades depende, em grande parte, da situação topográfica na qual a mesma se insere, e tanto as formas de relevo criadas quanto as induzidas pela ação antrópica irão influenciar no campo térmico das cidades. Mendonça (1994) resalta que quanto maior for a movimentação e à variação altimétrica do relevo de um determinado sítio urbano maiores serão as variações de temperatura e umidade, dentre outros elementos, no clima local e intraurbano.

Dentre os diferentes fatores climáticos, a altitude tem uma ação sob a temperatura do ar, a qual normalmente, decresce com a elevação da altitude numa proporção de aproximadamente 1 °C/100m (gradiente adiabático do ar seco). Isso se deve a rarefação do ar e da diminuição da pressão atmosférica. Com gradiente térmico dependente da saturação do ar, o decréscimo da temperatura média com a altitude se situa em torno de 1 °C a cada 180 metros para Dury (1972) *apud* Fritzsons (2008). Já de acordo com Ometto (1981) *apud* Fritzsons (2008) a alteração de 0,6 °C para cada 100 m de altitude, para ambientes de ar úmido. (isso quando o ar é úmido)

Outra questão é que a morfologia do relevo irá influenciar na velocidade e direção dos ventos. Em áreas fechadas e abrigadas dos ventos as variações serão maiores que em áreas expostas aos ventos. As correntes de vento diminuem a velocidade quando entram em contato com as rugosidades da superfície.

Outro fator considerado é a disposição das faces das vertentes do relevo que influenciará na formação de microclimas, pois o balanço de energia será diferenciado. Neste sentido, Mendonça (1994, p.33) destaca que a variação da inclinação das vertentes do relevo de um determinado local desempenha associada à variação altimétrica e orientação do mesmo, importante papel na distribuição da energia luminosa das mesmas. Ainda segundo Mendonça (1994, p.35) a conjugação da declividade da encosta à sua exposição solar é fundamental para a compreensão da variação do balanço de energia das mesmas. O terreno condiciona diferentes exposições à radiação solar direta e, também, ao acúmulo de



ar frio durante o inverno. Os terrenos de meia-encosta voltados para o norte (no hemisfério Sul) recebem mais energia do que os voltados para o sul, portanto as faces voltadas para o Sul possuem temperaturas mais amenas e maior umidade.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é investigar a influência da topografia e morfologia do relevo local na geração de microclimas diferenciados na região central e suas adjacências, no município de Juiz de Fora, MG.

2 – Discussão

2.1 - Caracterização da área de estudo

2.1.1 Município de Juiz de Fora - MG

O município de Juiz de Fora está localizado na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, mais precisamente nas coordenadas geográficas 21° 45' 50" S e 43° 21' 00". O município possui uma área de 1.435,66 km² e uma população de 517.872 habitantes (IBGE, Censo Demográfico, 2010). A cidade se constituiu as margens do vale do Rio Paraíba, e hoje é considerada a maior cidade da microrregião.

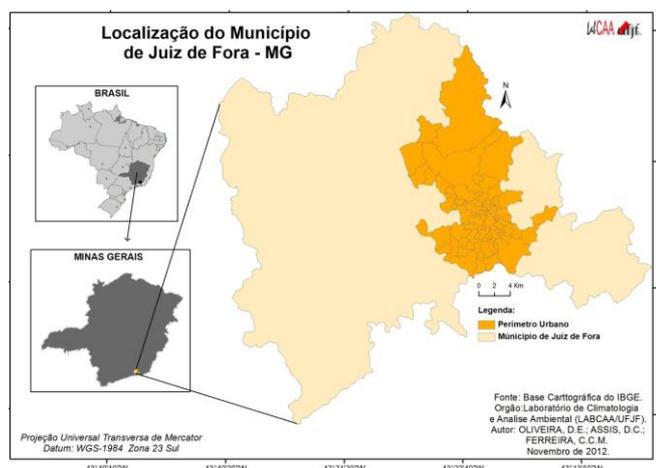


Figura 01: Localização do município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

Segundo TORRES (2006, p.162) “o clima de Juiz de Fora apresenta duas estações bem definidas: uma que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas”. A época das chuvas concentra 83,9% das precipitações, enquanto a estação mais seca, 16,1%. Esse tipo climático, também chamado Tropical de Altitude, corresponde a uma variação do clima Tropical, motivada pelas características do relevo regional, de altitudes médias elevadas, que produzem um substancial arrefecimento das temperaturas.



Ao mesmo tempo, o relevo acidentado favorece as precipitações, pois atua no sentido de aumentar a turbulência do ar pela ascendência orográfica (LEME ENGENHARIA, 1985; MMA, 2006:25 *apud* Machado, 2012)

O município está localizado no domínio morfoclimático dos Mares de Morro, que Segundo Aziz Ab'Saber (1970) é caracterizado por apresentar uma sequência côncavo-convexa, ou meias laranjas como alguns teóricos costumam descrever. As altitudes encontradas em seu perímetro urbano variam entre 680 metros as margens do Rio Paraíbuna e 980 metros nos pontos mais altos.

2.1.2 - A Região Central

O perímetro urbano de Juiz de Fora, foi subdividido pela prefeitura em 81 regiões urbanas, que podem ser observadas no encarte com título de “Perímetro urbano de Juiz de Fora”. A partir dessa subdivisão pode-se encontrar a região central da cidade, a qual se enquadra dentro da Região urbana 55, denominada Centro. Este possui uma área de 0,75 km² e uma população residente com cerca de 20 mil habitantes (PJJ,2013), porém devido a função que exerce na organização interna da cidade o fluxo de pessoas na área central é intenso. Segundo (Tasca, 2010) em termos urbanísticos, nas décadas de 80 e 90 houve um processo de verticalização do Centro e de seu entorno, em contraposição a um crescimento horizontalizado na periferia. O centro apreende unidades de uso comercial, além de possuir escolas, equipamentos de saúde e todo o setor administrativo da cidade. De acordo com (Tasca, 2010) em termos urbanísticos, nas décadas de 80 e 90 houve um processo de verticalização do Centro e de seu entorno, em contraposição a um crescimento horizontalizado na periferia. O centro detém unidades de uso comercial, além de possuir escolas, equipamentos de saúde e todo o setor administrativo da cidade.

2.1.3 - Pontos de Controle

Os pontos de controle são os locais onde as estações meteorológicas foram alocadas para realização das medições. O primeiro ponto de controle está localizado no campus da UFJF, é caracterizado por ser um ambiente aberto, livre de interferências imediatas da urbanização, no entanto, se encontra em uma área de maior altitude, a 945 metros de altitude.

O ponto de controle 2 é a segunda maior altimetria da área de estudo, possuindo 740 metros de altitude , localiza-se no cruzamento entre as ruas Constantino Paleta e Olegário Maciel, existe um fluxo de veículos considerável, principalmente na rua Olegário Maciel, pois a mesma corta vários bairros ligando o centro a zona oeste da cidade



O ponto 3, o Parque Halfeld, para o acervo histórico da prefeitura municipal, é reconhecido como antigo Jardim Municipal o local era escolhido para instalação das diversões itinerantes que passavam pela cidade, uma vez que Juiz de Fora não possuía nenhuma forma regular de entretenimento. O Parque Halfeld constitui-se, desde a sua criação, num dos mais importantes símbolos de Juiz de Fora, situado entre as suas principais ruas - Halfeld, Santo Antônio e Av. Barão do Rio Branco, possui cerca de 12 mil metros quadrados. Embora denominado como Parque, este não se enquadra neste conceito, pois segundo Pereira Lima (Org). (1994) parque urbano é uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, no entanto com uma extensão maior que as praças e jardins públicos neste sentido, e praças sendo um espaço livre público cuja principal função é o lazer, sendo mais adequado, portanto, considerá-lo como uma praça.

Enfim, o ponto 4, se encontra no extremo sudeste da área de estudo, entre a Av. Brasil e a Rua Espírito Santo a apenas alguns metros da margem direita da calha do Rio Paraibuna a margem direita do rio, possui alguns exemplares de vegetação arbórea, porém também existe uma grande circulação de veículos, até mesmo de veículos pesados. A área que circunda o ponto, considerando apenas a margem direita do rio, não possui muitas residências, nem mesmo unidades comerciais, mesmo se considerarmos a indústria Gráfica Esdeva e a sede do jornal Tribuna de Minas.

2.2. - Metodologia

Para proceder com a realização do trabalho foi realizada primeiramente uma revisão bibliográfica acerca dos processos e fatores formadores dos microclimas e suas correlações com a topografia e morfologia do relevo.

Primeiramente delimitou-se a área de estudo. Para tal, partindo-se da região urbana Centro aplicou-se um raio de 2 quilômetros com referencia em um ponto central da mesma. Desta maneira, o objetivo era abranger pontos com características topográficas e urbanísticas distintas, que possibilitariam uma maior diferenciação dos dados. Uma vez que um dos objetivos iniciais do trabalho era comprovar e mostrar as diferenças térmicas existentes entre uma área densamente povoada e de baixa altitude, como é o caso do centro de Juiz de Fora, e uma área menos urbanizada e de maior altitude.

Para a análise da temperatura foram elaboradas tabelas, a partir de dados coletados na estação meteorológica convencional alocada junto Estação Meteorológica Automática (Ponto 1), no campus da Universidade Federal de Juiz de fora e de coleta de dados em campo de outros pontos da região Central.



Em seguida foram realizados os trabalhos de campo, os quais contaram com apoio dos bolsistas e equipamentos cedidos pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA) e Laboratório de Estudos da Paisagem (LABEP), da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Para realização dos trabalhos de campo, utilizou-se uma estação meteorológica portátil modelo WNR928NX da marca *Óregon*, posicionadas dentro da área de estudo. Para alocação das estações considerou-se às características do relevo, assim como, os elementos urbanos verificados que poderiam ter interferência nos registros da temperatura. Desse modo foram realizadas medições de temperatura em cada ponto de controle, sendo um a cada dia, estes foram:

- Ponto 2 - Rua Dr. Constantino Paleta com Av. Olegário Maciel;
- Ponto 3 - Parque Halfeld;
- Ponto 4 - Cruzamento da Avenida Independência com a Av. Brasil.

As medições foram realizadas durante 9 horas e meia nos dias 18, 19, 20 e 21 de Junho, 30 de Julho e 01 de Agosto, sendo iniciadas às 8 horas da manhã e encerradas às 17 horas e trinta minutos de cada dia, o intervalo adotado entre as medições foi de 15 minutos, ou seja, de 15 em 15 minutos eram registrados os valores das variáveis.

Pode-se visualizar na Figura 2, na algumas fotos dos equipamentos utilizados. Nesta, é possível observar a estação meteorológica portátil em funcionamento no campo, além do abrigo da estação meteorológica convencional no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora.



Figura 02 – Estações Meteorológicas em campo e abrigo da estação meteorológica convencional. (1- Campus UFJF, 2- Av. Olegário Maciel 3-Parque Halfeld; 4-Av. Brasil;).
Autora: Assis, Debora C. Data: 18 de Junho, 30 De Julho e 01 de Agosto de 2013.

E como as medições foram realizadas em dias diferentes, realizou-se a caracterização das situações de tempo nas cartas sinóticas e imagens de satélite (CPTEC, INPE) a fim de se evidenciar os processos sinóticos atuantes em cada dia. Através da



análise das cartas sinóticas dos dias de Medição em campo percebe-se que no dia 18 de Jun/13, provavelmente, tínhamos sobre a região a atuação de uma alta pressão, caracterizando a atuação de um anticiclone, que propicia as condições de tempo estáveis, prevalecendo um céu sem a presença de nuvens, alta amplitude térmica diária, ventos calmos, umidade relativa do ar, no ápice térmico, por volta de 23° C. No dia 19 de Jun/13 se mantém o centro de alta pressão, portanto, o dia mantém as mesmas condições atmosféricas do dia anterior, apresentando uma temperatura máxima de 21,7°C. Já no dia 20 de Jun/13 visualiza-se um centro de baixa pressão próximo à região Sudeste, que pode propiciar o céu encoberto ou parcialmente encoberto mais no final da tarde, além de ventos mais fortes, tendo a máxima temperatura registrada no dia de 24,3 °C e mínima de. No dia 21 de Jun/13 ocorreu a chegada da frente fria que já se aproximava, se estabelecendo no dia 21, marcando uma leve queda de temperatura, concebendo um centro de alta pressão, denotando dia de céu limpo, marcado pela temperatura máxima de 22,9. No dia 30 de Jul/13 encontra-se um centro de alta pressão, com céu sem presença de nuvens, com atmosfera estável, a máxima registrada neste dia foi de 20,5 °C. Enfim no último dia de medição, dia 01 de Ago/13 um centro de baixa pressão que demonstra uma atmosfera mais instável com ventos de maior velocidade, além de possibilidade de presença de nuvens durante alguns momentos do dia, a máxima registrada no dia foi de 26,1 ° C.

Posteriormente, foram elaborados mapas, dentre os quais alguns que evidenciassem as variáveis morfológicas do sítio. Estes, foram elaborados à partir de técnicas de Geoprocessamento, utilizando-se do software ArcGis 10.

O primeiro mapa elaborado foi o de localização dos pontos de controle dentro da área de estudo, para isso primeiramente foram georreferenciados os pontos onde houve coleta de dados, através da ferramenta “*Editor*”. Em seguida traçou-se um buffer de 2 quilômetros a partir do ponto alocado no Parque Halfed, utilizando o “*Analysis tools Proximity-*” sendo essa escolha justificada pelo fato deste ponto ser o mais central dentro da região urbana do Centro, dentre os pontos de controle utilizados.

Por fim elaborou-se um mapa com a morfologia do relevo, o qual permitiu ilustrar a variação altimétrica e as irregularidades do relevo na qual a cidade se formou. Este mapa foi elaborado a partir da ferramenta “*Tim create*”, no ambiente *ArcMap*. Também com esta finalidade foram elaborados perfis topográficos que cortassem a cidade nos sentidos N-S e W-E, através da ferramenta “*3D Analyst*”.

Findado o levantamento dos dados e elaboração dos mapas, foi possível executar a análise das diferenças térmicas existentes dentro da área de estudo, evidenciando a influência da topografia do sítio, do tipo de uso e ocupação da Terra e a resposta climática.



E finalmente através de todo o material elaborado executar o detalhamento e conclusão das informações adquiridas

3 – Resultados

O mapa de morfologia do raio de 2 Km na região Central, permite além da observação da forma do relevo é possível verificar os pontos de maior e menor elevação. Sendo assim aferi-se que as áreas menos elevadas, correspondem ao leito do rio que corta a cidade, e sua planície de inundação e abrange os pontos 3 e 4. As áreas mais elevadas se localizam à Sudoeste da área de estudo, compreendendo os pontos de controle 1 e 2.

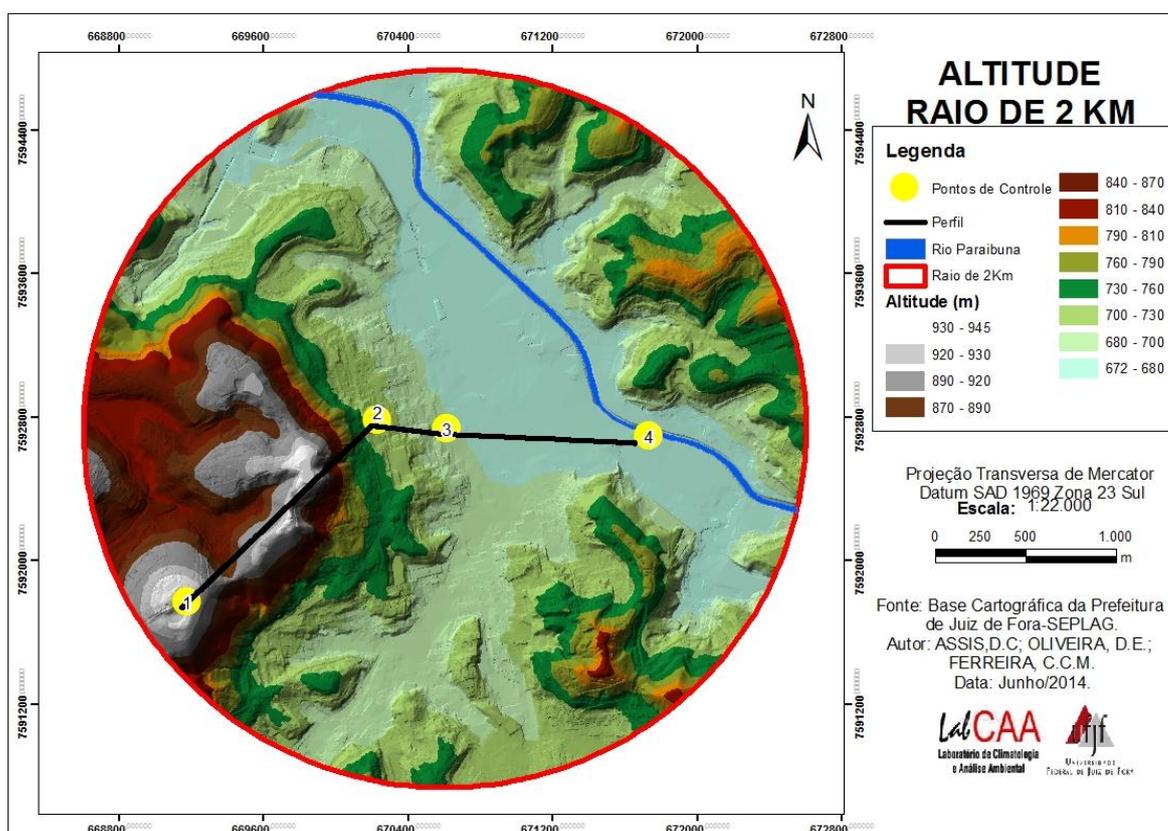


Figura 03: Mapa de altitude dentro da área de estudo (Raio de 2 Km).

Através de perfil topográfico constata-se uma amplitude altimétrica de 273 metros, o que a primeira vista já denota uma diferenciação térmica, já que a cada 100 de altitude a temperatura diminui aproximadamente 0,6°C.

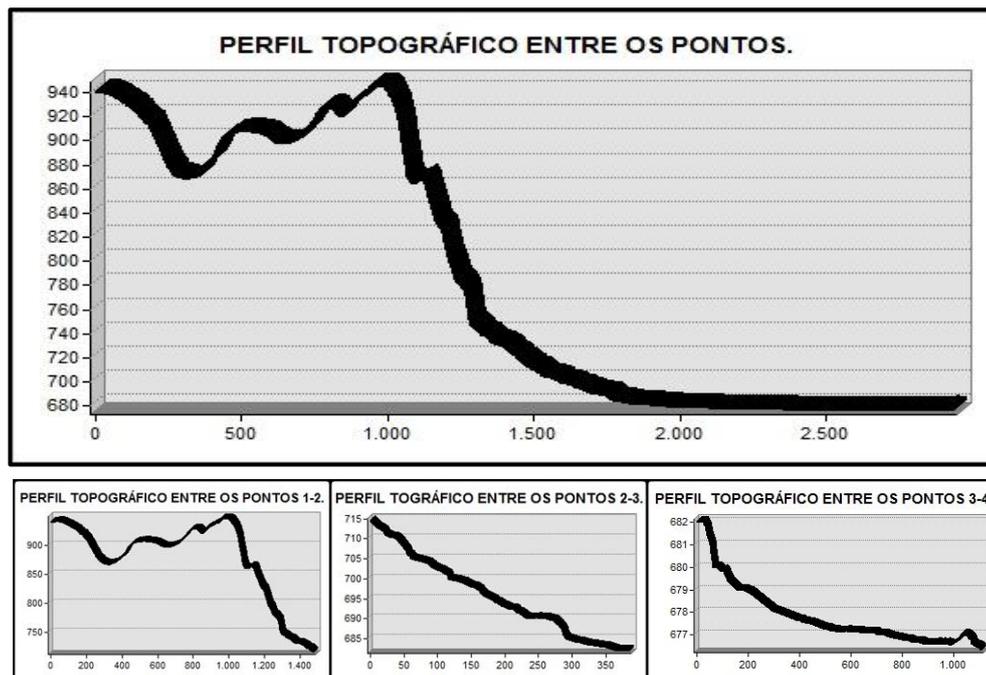


Gráfico 01: Perfil de Relevo entre as estações meteorológicas

Relacionando o perfil com os dados de temperatura medidos, chegou-se a uma diferença térmica bem maior do que o esperado, pois no dia 30 de Julho a temperatura média no ponto 1 (mais elevado) foi de 13,5°C, já no ponto 4 (mais baixo), o valor foi de 18,7°, sendo assim a diferença térmica de um ponto para o outro foi de 5,2°C.

Deste modo enfatiza-se à estreita relação entre a situação topográfica e a formação de campos térmicos diferenciados. Mendonça (1994) ressalta que quanto maior for a movimentação e a variação altimétrica do relevo de um determinado sítio maiores serão as variações de temperatura e umidade dentre outros elementos, no clima local e intra-urbano. Sendo a altitude, um dos mais conhecidos e importantes controladores climáticos. (ARMANI, 2009).

Porém diante desta significativa diferença térmica se torna necessário ressaltar a atuação do tipo de uso e cobertura dado a terra nestes dois pontos e que se portará como um fator que irá aumentar ainda mais essa diferenciação. Pois como dito anteriormente e pode-se observar no mapa de localização dos pontos de controle (figura 04), existe uma grande discrepância nos tipos de uso da terra desses pontos, sendo o ponto 4 muito mais ocupado e urbanizado que o ponto 1.

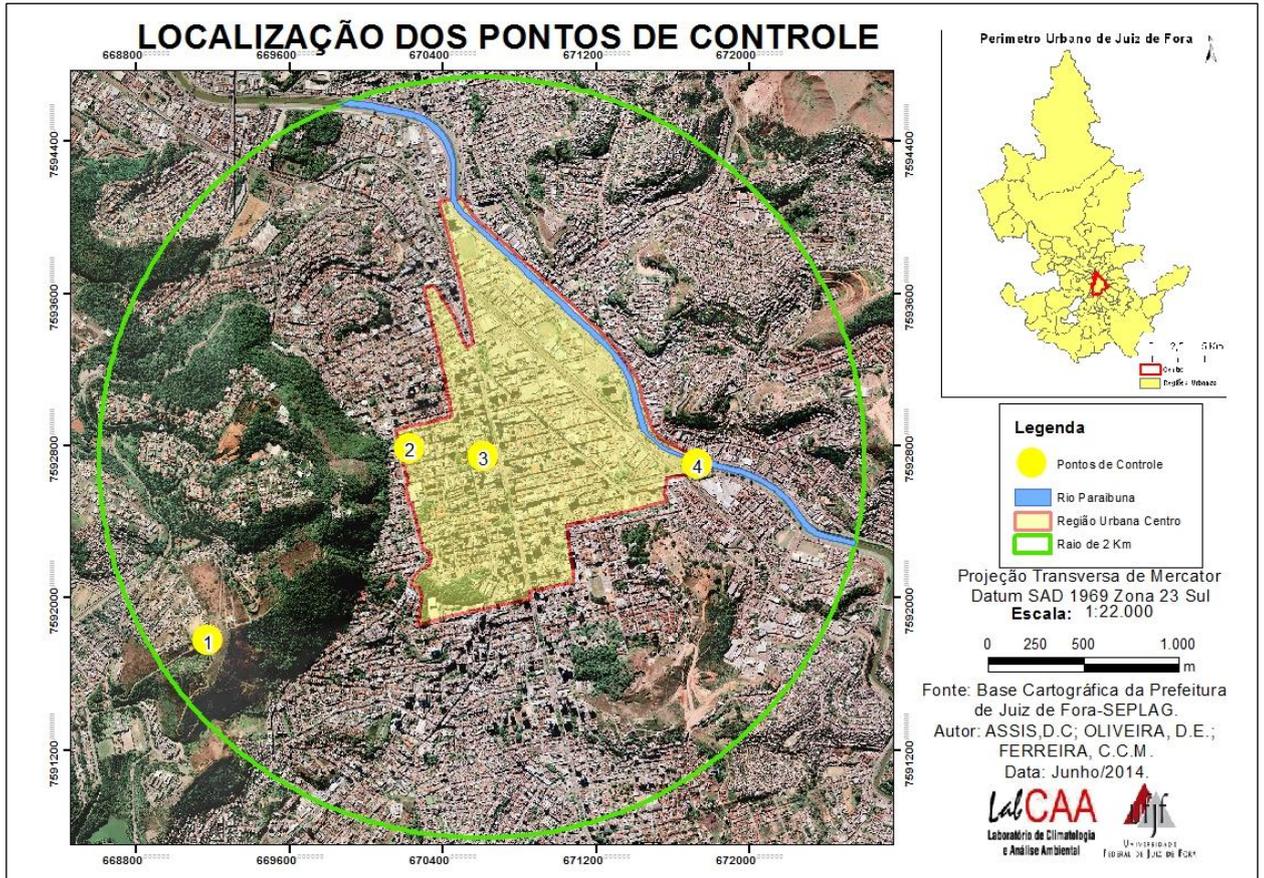


Figura 04: Localização dos pontos de controle, Raio de 2 Km na Região Central de Juiz de Fora

Já observando os pontos 2 e 3, verificou-se que o ponto 2 apresentou maior variação de temperatura comparado ao ponto 1, do que o ponto 3 que está em mais baixa altitude, sendo essa diferença de 3,9°C no ponto 2 e 2,9°C no ponto 3 . Isso ocorre primeiramente pelo do uso e ocupação da terra nos pontos, como no ponto dois que apresenta urbanização acentuada, o que difere do ponto 1.

Data	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Diferença
	Temp. média (°C)	Temp. média (°C)	Temp. média (°C)	Temp. média (°C)	Temp. (°C)
18/06/2013	17,34		20,30		2,96
30/07/2013	13,54			18,75	5,21
01/08/2013	18,04	22,00			3,96

Tabela 01: Diferenças de temperatura entre os pontos.

Sendo assim destaca-se que o fator altimétrico é de fato determinante na diferenciação térmica entre os pontos. Porém insuficiente, pois pautando-se apenas nesse



fator não é possível justificar o porque de um ponto localizado em uma maior altitude apresente maiores valores de temperatura que em um ponto de altimetria inferior

4 – Conclusões

Obteve-se o que já se esperava, há uma variação significativa da temperatura seguindo a amplitude topográfica do sítio, o que gera microclimas diferenciados. A área de maior altimetria da bacia apresentou as menores temperaturas, porém outros fatores, como os diferentes tipos de cobertura que vem sendo dada a terra, também devem ser destacados.

Porém verifica-se a necessidade da aplicação deste estudo em outros períodos do ano e em diferentes áreas, a fim de se analisar qual será o comportamento existente, o qual provavelmente será diferente do encontrado no presente trabalho devido às diferentes condições meteorológicas.

Deve-se considerar a importância da realização das medições em campo, pois além de demonstrarem a real situação térmica da área, permitem a observação da paisagem tornando os resultados encontrados ainda mais claros, o que contribui nos desdobramentos e desenvolvimento do trabalho.

5 - Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. N.; **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. Geomorfologia.** São Paulo. IGEOG-USP, 1970..

ARMANI, G. **Análise topo e microclimática tridimensional em um microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude.** São Paulo, USP, 2009.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; AGUIAR, A.V. **Relação entre altitude e temperatura: Uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná.** Revista de Estudos Ambientais, v. 10, n. 01, p. 49-64, 2008.

GEIGER, R. **Manual de microclimatologia: O clima da camada de ar junto ao solo.** 4 ed. Lisboa Fundação: Calouste Gulbenkian, 1990, 555p.

IBGE. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>.

INPE- CPTEC – **Cartas Sinóticas** - Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>

LABCAA - **Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental** – UFJF. Dados Meteorológicos.

LIMA, A. M. L. P. et al. **Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE



ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994. São Luiz/MA. *Anais...* São Luiz: Imprensa EMATER/MA, 1994. p. 539 . 553.

MACHADO, P.J.O. **Diagnóstico ambiental e ordenamento territorial – instrumentos para a gestão da bacia de contribuição da represa de Chapéu D’uvas/MG.** Tese de Doutorado em Geografia, UFF, 244p. 2012

MENDONÇA, F.A. **O Clima e o Planejamento Urbano de cidades de porte médio e pequena-proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina-PR.** Tese de Doutorado em Geografia, USP, 300p. 1994.

MONTEIRO,C.A. **Teoria e Clima Urbano.** São Paulo: Instituto de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.(Serie Teses e Monografias,n.25)

PMJF. **Anuário Estatístico de Juiz de Fora 2008.** Juiz de Fora: Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, Disponível em: http://www.pjf.mg.gov.br/cidade/anuario_2008/index.html Acesso em 1/07/2013.

TASCA L. **As contradições e complementaridades nas leis urbanas de Juiz de Fora: dos planos aos projetos de intervenção.** Tese de Doutorado. Rio de Janeiro. UFRJ, 2010.

TORRES, F.T. P. **Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG).** Revista Caminhos de Geografia, Junho de 2006.