

UNIDADES CLIMÁTICAS EM BELO HORIZONTE E REGIÃO, ESTADO DE MINAS GERAIS: PROPOSTA PRELIMINAR

Jaqueline da Consolação Silva¹; Carlos Henrique Jardim²

Resumo: A interação entre os componentes atmosféricos e a superfície terrestre resultam no mosaico diferenciado de climas. Para tanto é fundamental a compreensão desse sistema, em diferentes escalas, uma vez que influenciam diretamente nos processos naturais e atividades humanas. Considerando esse aspecto, o objetivo deste artigo foi apresentar uma proposta (preliminar) de compartimentação do clima em Belo Horizonte e região. Os procedimentos metodológicos incluíram a análise dos dados de estações meteorológicas, imagens de satélite e cartas sinóticas dos meses de julho e novembro de 2017, representativos de condições de tempo seco e frio e quente e chuvoso, respectivamente. A espacialização dos resultados na forma de mapas de isotermas e isoietas mostrou evidente relação entre a variação dos atributos climáticos com controles dinâmicos atmosféricos (massas de ar) e de superfície, principalmente o relevo, amplificando ou atenuando os impactos de resfriamento, conservação de calor e chuvas.

Palavras-Chave: temperatura; pluviosidade; sistema climático.

INTRODUÇÃO

Quando se trata de verificar o fato climático, a primeira questão que se coloca refere-se à abrangência das variações dos elementos climáticos, ou seja, até onde podem ser estendidas as condições verificadas numa dada localidade? Qual a representatividade espacial e temporal do dado recolhido em campo e/ou obtido de uma estação meteorológica? Por mais detalhada que seja uma pesquisa, é impossível cobrir toda a área de estudo com mensurações de qualquer natureza, a não ser em espaços de dimensões muito reduzidas. Por outro lado, quando se trata de objetos da dimensão de continentes, ganha-se em termos de compreensão do quadro geral, mas a informação de detalhe desaparece. O mesmo se aplica à escala temporal, desde fenômenos à escala horária como as “ilhas de calor” até a inclusão na análise de várias décadas de dados meteorológicos para definição de anos secos e chuvosos. Disso resulta a necessidade de se compreender o objeto em diferentes escalas. A necessidade de entender a dinâmica atmosférica (em interação com os componentes do meio) em curto, médio e longo prazo se torna um instrumento relevante para compreensão da realidade conforme aponta Sant’Anna Neto (2002).

A espacialização dos objetos dispostos no meio e a tentativa de encontrar padrões relacionando aspectos do clima e do relevo à ocorrência de vegetação é uma preocupação geográfica que remonta aos tempos de Alexander von Humboldt do início do século 19 (WULF, 2015). Mais tarde essa preocupação se refletiria na tentativa de compreensão de processos através de mapeamento das formas de relevo (TRICART, 1977) e de interação entre os componentes da paisagem a partir de concepção sistêmica da

¹ Licenciada e Bacharelada em Geografia, UFMG, jaquelinesilva94@gmail.com

² Prof. Associado, Depto. Geografia/IGC/UFMG, dxhenrique@gmail.com

natureza (BERTRAND, 1972). A delimitação dos domínios morfoclimáticos no Brasil por Ab'Sáber (2003) também mostra essas características, relacionando gênese, interação entre os componentes naturais e antrópicos e a susceptibilidade do meio frente aos impactos ambientais.

Levando em consideração a hierarquia espacial, Belo Horizonte, o estado de Minas Gerais, assim como todo o sudeste brasileiro, podem estar sob influência de um único sistema atmosférico em função da grandeza desse objeto, o que não significa que a resposta local, a partir da superfície, seja igual. Considerando a origem desses sistemas, muitas vezes associada a locais distantes com determinadas características de temperatura, umidade, pressão etc., e o transporte dessas propriedades pelos espaços por onde transitam, e sua modificação ao longo desse trajeto, em interação com fatores regionais e locais em superfície, pode trazer informações importantes para a compreensão do clima.

Exemplo disso pode ser ilustrado pela ocorrência do furacão Irma, em setembro de 2017, causando grandes desastres na América do Norte e Central, com ventos de velocidade superior a 250 km/h, acompanhado de grande volume de chuvas e alagamentos. Pouco tempo antes, em agosto de 2017, registrou-se a ocorrência do furacão Harvey, com ventos alcançando 200 km/h e chuvas intensas, causando estragos, mortes e perdas materiais. Estes são apenas alguns dos diversos eventos que ocorrem diariamente por toda a superfície terrestre e a forma como cada localidade responderá em termos de susceptibilidade às mudanças, sem modificar suas características originais, definirá a capacidade de suporte do ambiente (DREW, 1989).

Necessariamente, ao se falar em capacidade de suporte do ambiente deve estar entendido a participação da sociedade. Os mesmos exemplos utilizados ainda a pouco dos furacões pode ser utilizado para pensar na ação desses eventos sobre países do sudeste asiático e nos Estados Unidos. Embora ambas as regiões estejam susceptíveis a ocorrência desse tipo de evento, até algumas décadas atrás o número de mortos na Ásia era contado em milhares, diferente dos Estados Unidos, cujos serviços de socorro, abastecimento e reconstrução são mais eficazes. A relação entre sociedade e ambiente também foi explorada por Diamond (2005) no livro “Colapso” através de vários exemplos, inclusive sobre sociedades que ocupavam o mesmo espaço, exploravam os mesmos recursos, mas por questões culturais e não ambientais declinaram enquanto a outra prosperou.

Essa necessidade de compreensão da relação entre sociedade e ambiente, escopo dos estudos geográficos, pode ser compreendida a partir do ordenamento ou compartimentação do espaço, propicia visão mais aproximada da realidade do objeto de estudo, uma vez que inclui a identificação dos componentes do meio e sua organização, cujo desdobramento, através do conceito de sistema (CHRISTOFOLETTI, 1999) é particularmente importante para a identificação das unidades climáticas.

As unidades climáticas (assim como qualquer unidade espacial) representam sistemas conforme discute Jardim (2010; 2012), resultado de interações entre fatores (oceanos, relevo, vegetação etc.) e elementos atmosféricos (temperatura, umidade, pressão etc.), podendo ser identificadas através de (relativa) homogeneidade espacial dos objetos constituintes (BERTRAND, 1972; MONTEIRO 1990; 2000) e, portanto, de mecanismos e processos que atuam sobre esses objetos.

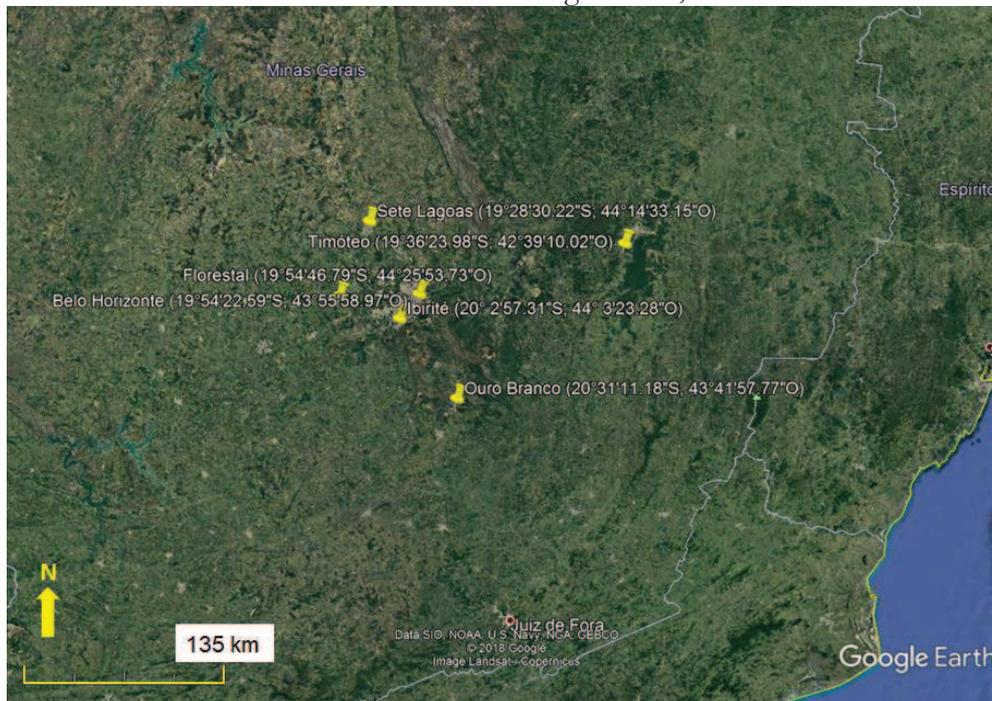
Apesar de se tratar de resultados preliminares, ainda não foi implementado nenhum outro estudo dessa natureza para a referida área. A proposta que mais se aproximou dessa questão foi o estudo de Assis (2010), mas restrito aos limites administrativos de Belo Horizonte, dentro do qual foram identificadas duas unidades climáticas locais. A referida pesquisa concentrou-se na identificação das unidades climáticas de escala inferior (naturais e urbanas) no interior dessas duas unidades locais.

Com base na discussão acima, o objetivo deste artigo foi apresentar uma proposta de compartimentação do clima para a região de Belo Horizonte, apoiada na espacialização dos valores de temperatura e pluviosidade, a partir de dados recolhidos de seis estações meteorológicas nas proximidades durante os segmentos temporais de julho e novembro de 2017, considerando as características diferenciadas em termos de sucessão e dinâmica das massas de ar. O valor e disposição das isotermas e isoietas, tratada como indicador de variações locais, foi utilizada como pressuposto básico para delimitação das unidades climáticas.

A área de estudo (figura 01) está localizada no centro-sul do estado de Minas Gerais e, embora tenha sido privilegiado inicialmente o município de Belo Horizonte e áreas imediatamente limítrofes, houve necessidade de abranger a área de estudo para outras localidades, em função da distribuição das estações meteorológicas da rede oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dos propósitos desta pesquisa que envolve a delimitação dos climas locais, o que só pode ser feito comparando dados de estações meteorológicas em situações locais diferenciadas.

Dessa forma, além de Belo Horizonte, incluiu-se na análise os municípios de Sete Lagoas, Florestal, Ibirité, Ouro Branco e Timóteo. Os dados de altitude correspondem aos das estações meteorológicas e variaram, respectivamente entre 854 m Belo Horizonte, situada no alto curso do rio das Velhas em área planáltica rebaixada na base das Serras do Quadrilátero Ferrífero. Sete Lagoas (719 m) e Florestal (754 m) encontram-se em áreas de topografia deprimida nos vales dos rios Velhas e Paraopebas, respectivamente (ambos drenam suas águas para o rio São Francisco a noroeste de Belo Horizonte), Ibirité (1199 m) e Ouro Branco (1048 m) em área planáltica do alto vale do rio das Velhas, no limite com as serras do Quadrilátero Ferrífero a leste e sudeste de Belo Horizonte e Ouro Branco no divisor de águas entre as bacias do São Francisco e rio Doce. O município de Timóteo, situado em cota altimétrica mais baixa (493 m), no extremo oeste da área de estudo, encontra-se na bacia do rio Doce.

Figura 01 - Localização dos municípios de Belo Horizonte, Sete Lagoas, Florestal, Ibitaré, Ouro Branco e Timóteo e aspectos do relevo com destaque para as Serras do Quadrilátero Ferrífero (centro-sul) e Espinhaço (centro-norte), divisor de águas entre as bacias do rio São Francisco a oeste e o vale do rio Doce a leste. Fonte: Google Earth, 2018.



Em relação ao relevo, cinco grandes compartimentos se destacam (IBGE, 2006): (1) Serras do Espinhaço Meridional (onde se situa a Serra do Cipó) ao norte, conectada ao sul com as (2) Serras do Quadrilátero Ferrífero, divisor de águas local entre a bacia do São Francisco a oeste e Doce a leste. A oeste do arco formado por esses dois conjuntos de planaltos encontram-se a (3) Depressão de Belo Horizonte, porção marginal superior ligada a (4) Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco pela bacia do rio das Velhas. E (5) o Planalto do Campo das Vertentes onde se aloja parte do alto vale do rio Doce a leste das Serras do Quadrilátero Ferrífero e Espinhaço. Apoiado em Rezende e Salgado (2011) as formas de relevo das áreas planálticas incluem cristas, escarpas e vales profundos e formas menos dissecadas com morros e morrotes de topos convexos e alongados e colinas convexas nos setores deprimidos dos vales dos rios que cortam a região.

De forma geral, acordo com Nimer (1989) toda a região é caracterizada por clima tropical com período de seca variável entre 3 a 5 meses (abril a setembro) e período de chuvas entre outubro e março. As temperaturas médias anuais variam entre 18°C e 20°C. Os antigos domínios fitoflorísticos incluíam formações de cerrado e mata Atlântica, além de campos rupestres nos topos das serras. Atualmente a Região Metropolitana de Belo Horizonte, abrangendo 34 municípios e aproximadamente cinco milhões de habitantes, domina o cenário urbano do centro-sul do estado de Minas Gerais.

O desenvolvimento desta pesquisa conta com apoio de bolsa de iniciação científica (BOLSA PRPq-PIBIC Edital 05/2017), com vigência no período entre 01/08/2018 a 31/07/2019, através de projeto intitulado “Mapeamento de unidades climáticas no centro-sul do estado de Minas Gerais: Mesorregião de Belo Horizonte e áreas limítrofes” sob coordenação do prof. Carlos Henrique Jardim (Depto. Geografia/IGC/UFMG) e apoio do Laboratório de Biogeografia e Climatologia do Instituto de Geociências/UFMG.

MATERIAIS E MÉTODOS

Incluindo o levantamento inicial das fontes bibliográficas foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos, divididos em quatro etapas: (1) obtenção dos dados de temperatura, umidade relativa do ar e chuva para os segmentos temporais de julho e novembro de 2017, (2) análise de sequências de imagens de satélite e cartas sinóticas, (3) espacialização dos elementos analisados através da interpolação dos dados de temperatura e pluviosidade (construção das cartas de isoietas, isotermos e isohigras) e (4) elaboração da carta de unidades climáticas.

Os dados foram obtidos de estações meteorológicas da rede oficial do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (www.inmet.gov.br) gerados continuamente em escala horária para todo o segmento temporal de julho e novembro de 2017, em função das características diferenciadas em termos de sucessão das massas de ar e tipos de tempo. Como um dos objetivos constitui-se na definição das unidades climáticas, estendeu-se o raio de representação dos atributos climáticos, incluindo dados de estações meteorológicas situadas em localidades próximas à Belo Horizonte (tabela 1; figura 02).

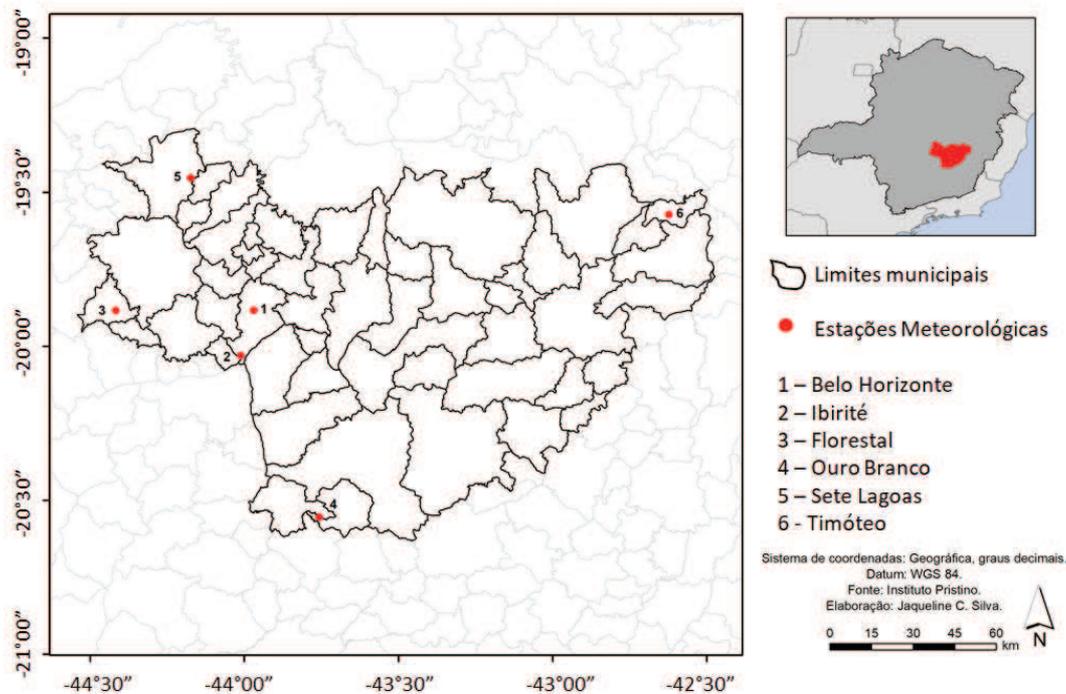
Tabela 1 – Coordenadas e altitude das estações meteorológicas na área de estudo.

Estação	Coordenada	Altitude
Belo Horizonte/Pampulha	19°53'2,20"S; 43°58'9,83"W	854 m
Ibirité	19°53'7,43"S; 44°25'0,78"W	1.199 m
Florestal	20°1'53,25"S; 44°0'40,50"W	754 m
Sete Lagoas	19°27'19"S; 44°10'24"W	719 m
Ouro Branco	20°33'23,73"S; 43°45'22,39"W	1.048 m
Timóteo	19°34'25,77"S; 42°37'20,69"W	493 m

O item dois dos procedimentos metodológicos incluiu a análise das imagens de satélite e cartas sinóticas, visando à identificação das massas de ar atuantes durante os segmentos temporais analisados. Para tal foram necessárias imagens do satélite geoestacionário GOES 13, obtidas através do endereço eletrônico da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais - DSA - do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, definidas através de sequências de imagens de satélite no canal Infravermelho (IR). Através da análise das imagens foi possível identificar os sistemas atmosféricos ocorrentes em

macroescala. A imagem IR traz informações sobre a quantidade de calor (radiação infravermelha) emitida pela superfície terrestre e atmosfera cujo valor pode ser de temperatura pode ser inferido a partir de tons de cinza.

Figura 02 - Localização das estações meteorológicas do INMET na área de estudo.



Os dados colhidos nas estações meteorológicas foram organizados e tratados utilizando recursos estatísticos do programa Excel, para obter valores referentes à média, mediana, máximas, mínimas e de amplitudes, além da elaboração de gráficos e tabelas referentes aos dados analisados.

O esboço cartográfico das unidades climáticas locais foi produzido a partir da identificação de padrões de variação dos elementos climáticos especializados através de uma série de cartas, obtidas pela interpolação dos valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e chuvas, para a região estudada. A questão principal que orientou a execução desta etapa refere-se à verificação da abrangência espacial das condições meteorológico-climáticas obtidas a partir de Belo Horizonte. De forma complementar ao trabalho de Assis (2010) que distingue duas unidades locais em Belo Horizonte, a ideia seria agregar novos elementos a caracterização das unidades locais de clima, incluindo comparações com áreas limítrofes. Para tal, foram utilizados “shapefiles” dos municípios limítrofes à Belo Horizonte, incluindo Sete Lagoas, Florestal, Ibirité, Ouro Branco e Timóteo.

Para a produção dos mapas de isolinhas de temperatura, umidade relativa do ar e chuvas foi utilizada a ferramenta de interpolação do software ArcGis (versão 10.4.1), que permite a criação de uma camada contínua de resultados que são previstos de acordo com a chuva de pontos, neste caso, partindo

das estações meteorológicas. E no caso das unidades climáticas, além desses mapas produzidos, considerou-se aspectos do relevo e relativa homogeneidade em termos de variação dos elementos climáticos em interação com fatores de superfície.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as características da pesquisa e da área de estudo, os diferentes fatores de superfície (altitude, topografia e orientação dos principais interflúvios), em conjunto com a dinâmica das massas de ar, encadeadas temporalmente, explicam as variações dos atributos climáticos (temperatura do ar, chuva e umidade relativa do ar).

Dos dados obtidos das estações meteorológicas os valores médios e mínimos registrados ficaram abaixo dos valores históricos (tabela 01; figuras 03 e 04), possivelmente em função da influência da La Niña durante os anos de 2016 e parte de 2017. Entretanto, conforme os dados da tabela 01, verificaram-se importantes variações locais na área de estudo.

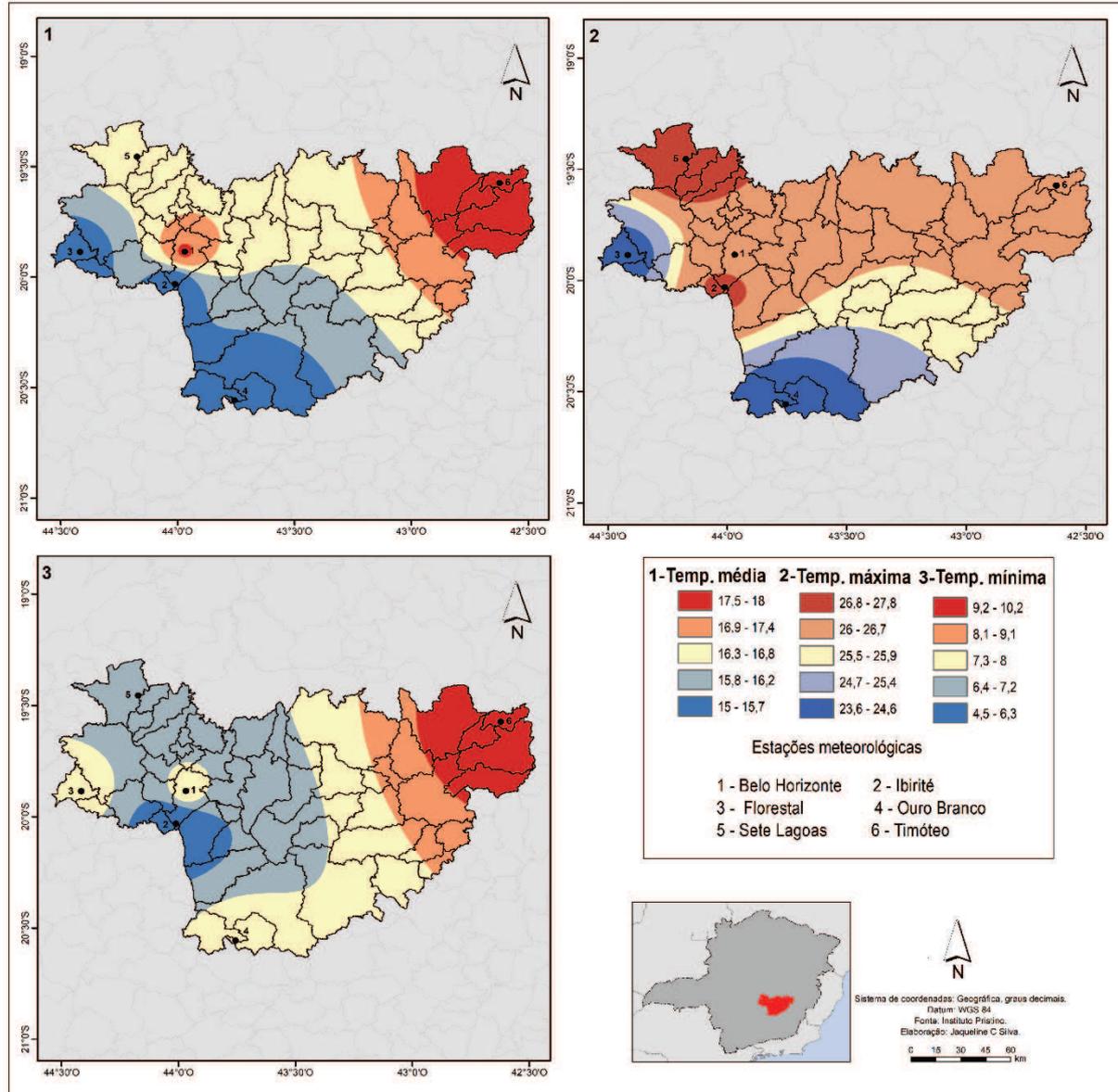
Tabela 01 – Dados de temperatura (°C) média (média, máxima e mínima), referente aos meses de julho/novembro de 2017 e comparação com valores históricos dos meses de julho/novembro do período de 1961-1990 (Timóteo e Ouro Branco não estão contempladas nas Normais Climatológicas).

Estação	Temp. méd.	Normal méd.	Temp. máx.	Normal máx.	Temp. mín.	Normal mín.
Belo Horiz.	17,5/22,1	18,0/22,2	26,2/26,6	26,4/27,5	7,7/18,8	13,1/18,2
Ibirité	15,4/19,9	16,4/22,0	24,0/24,3	25,2/28,5	7,6/17,0	8,9/16,8
Florestal	15,0/21,9	15,5/21,9	27,0/27,5	25,8/28,5	4,5/17,7	7,9/19,9
Sete Lagoas	16,6/22,6	17,5/22,3	27,8/27,7	25,8/28,6	6,8/18,7	11,1/17,7
Ouro Branco	15,1/20,0	-	20,4/25,0	-	11,0/09,6	-
Timóteo	18,0/22,5	-	22,7/27,0	-	14,4/16,4	-

Normal (Normais Climatológicas 1961-1990); Fonte: DNMET, 1992.

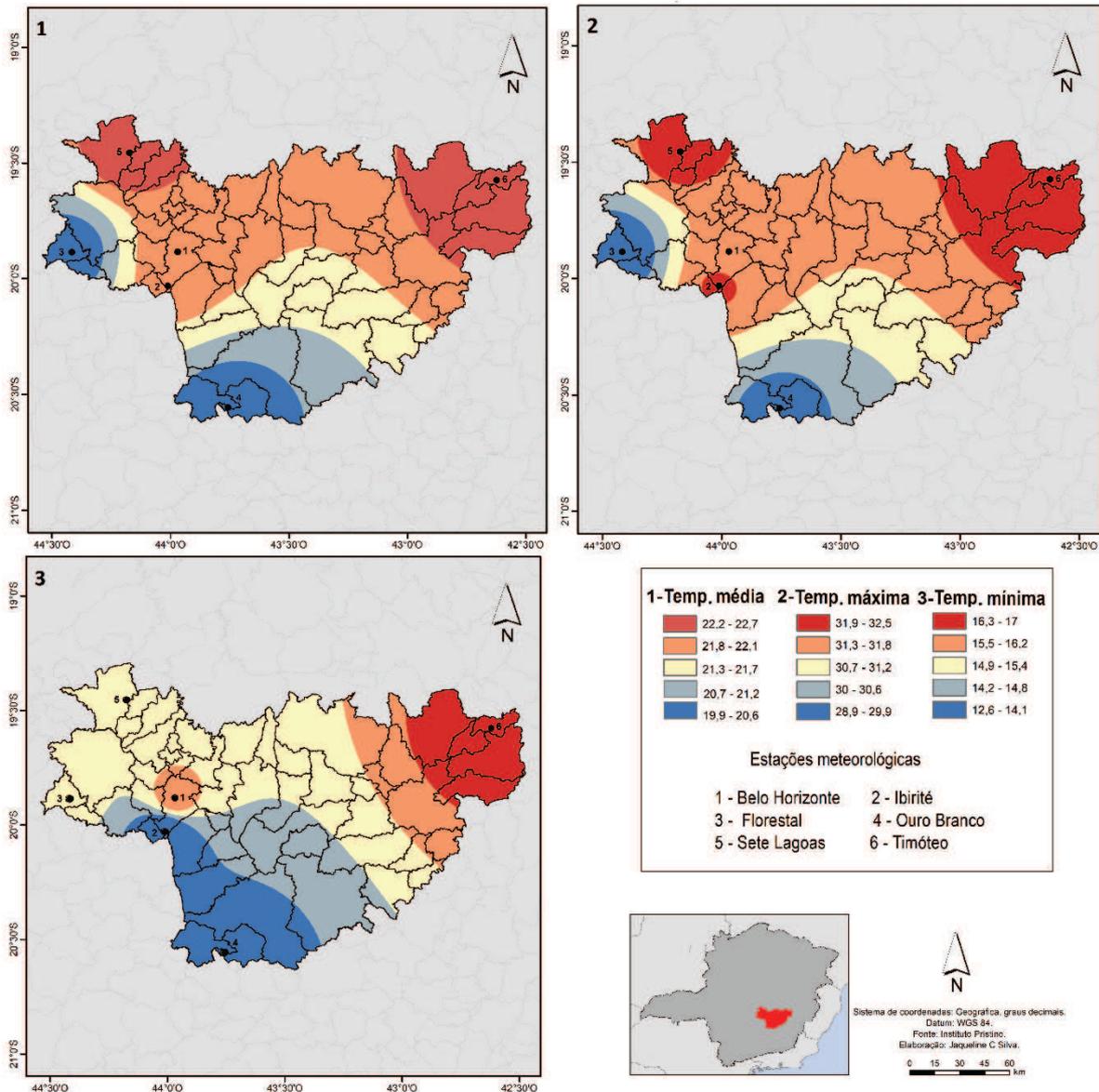
A localização das estações de Florestal e Sete Lagoas na área deprimida da bacia do rio das Velhas, afluente do São Francisco, favoreceu forte amplitude térmica com valores das médias das máximas mais elevados do que os da média histórica (27,0°C e 27,8°C). A condição topográfica em área deprimida com baixo valor de altitude, influencia as temperaturas nessas localidades favorecendo valores mais elevados durante o dia em decorrência do peso da coluna atmosférica e relativo confinamento do calor produzido. No período noturno essa condição topográfica favorece a drenagem de ar frio das vertentes mais elevadas para as áreas deprimidas.

Figura 03 – Variação espacial das temperaturas médias do ar (média, máxima e mínima) na área de estudo durante o mês de julho de 2017.



A influência que a topografia exerce não deve ser confundida com a redução da temperatura em função da altitude que, de acordo com Ayoade (2003) é de $-0,65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. A aplicação desse índice não explica isoladamente as variações de temperatura que, de forma comparativa se for aplicado à localidade em cota de altitude mais baixa, caso de Sete Lagoas com 719 m (Timóteo não consta das Normais Climatológicas) e comparar com Ibitité a 1199 m, são quase 500 m de gradiente altimétrico o que, teoricamente propiciaria $3,3^{\circ}\text{C}$ de diferença. Entretanto, verificando os dados da tabela 01, isso não encontra correspondência em quase nenhum dos valores, exceto para a temperatura média das máximas com $3,8^{\circ}\text{C}$ de diferença mais frio em Ibitité (24°C em Ibitité e $27,8^{\circ}\text{C}$ em Sete Lagoas). Essa característica se repete em novembro, ocorrendo diferença significativa novamente em Ibitité em relação à temperatura média das máximas. Além da topografia, as diferenças de temperatura verificadas podem ser amplificadas ou atenuadas em função da adição ou remoção de calor pelas massas de ar.

Figura 04 – Variação espacial das temperaturas médias do ar (média, máxima e mínima) na área de estudo durante o mês de novembro de 2017.



Em relação às chuvas, a altitude, em tese, atua como fator favorável ao aumento da pluviosidade durante todo o ano, aumentando a turbulência do ar incrementando os movimentos verticais seguido de resfriamento e formação de nuvens. Trata-se, no entanto, de um fator adicional, e como pode ser visto na tabela 02 e figura 05, a área de menor valor de altitude em Timóteo foi a que registrou maior acumulado de chuvas (e maior valor de umidade relativa do ar), o mesmo vale para Sete Lagoas com maior total em relação a Belo Horizonte e Ibirité.

Tabela 02 – Totais de chuva (mm) durante o mês de novembro de 2017 e comparação com valores médios históricos das Normais Climatológicas 1961-1990 (Timóteo e Ouro Branco não são contemplados com dados pelas Normais Climatológicas).

Estação	Belo Horiz.	Florestal	Ibirité	Sete Lagoas	Ouro Branco	Timóteo
Nov. 2017	204,2	151,8	208,2	214,2	250,8	292,2
Normais 1961-1990	241,6	232,6	228,1	224,2		

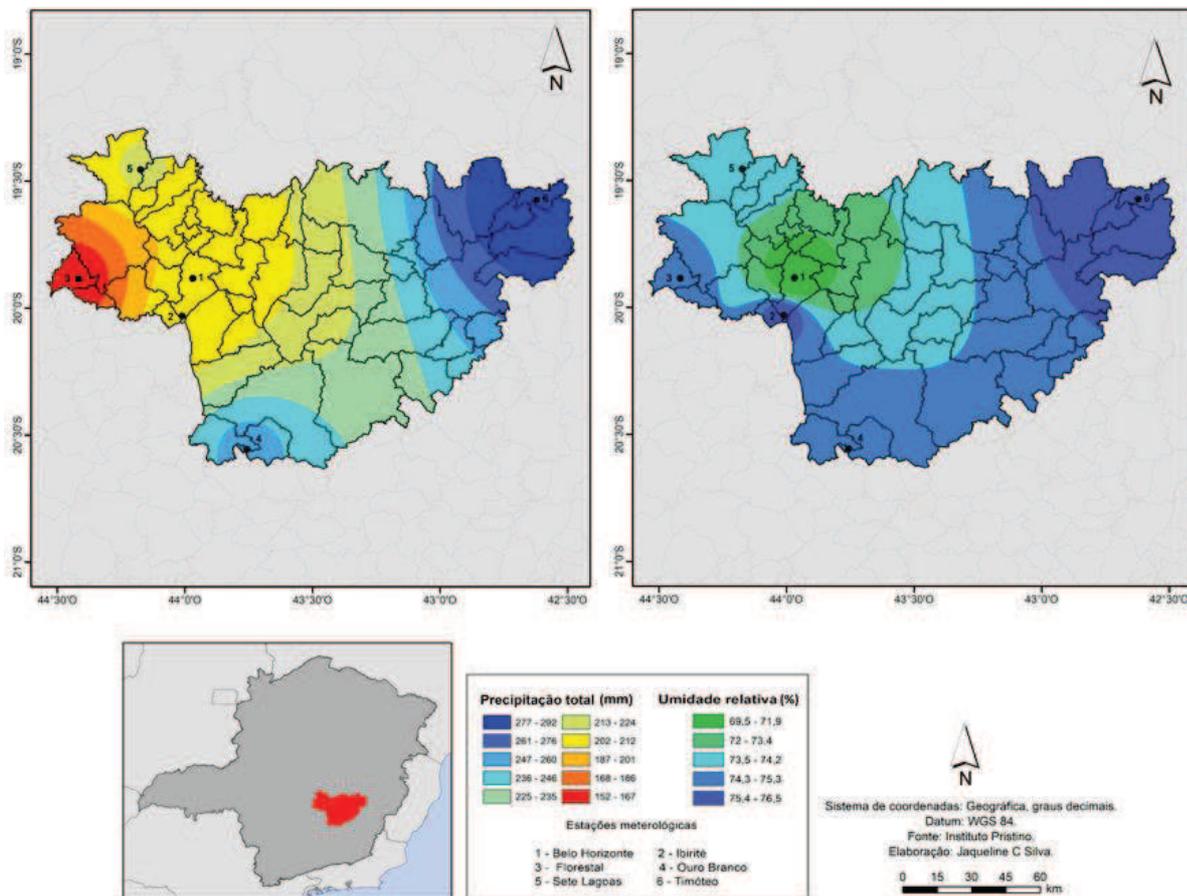
Fonte: DNMET (1992); www.inmet.gov.br.

As características das massas de ar em novembro, além do transporte de calor, o transporte de advectivo de umidade do oceano adiciona umidade ao ambiente, implicando em maior conversão de calor sensível em latente pela evaporação da água, reduzindo as amplitudes térmicas. Embora as temperaturas sejam bem mais elevadas do que em julho, as amplitudes (diferenças entre máximas e mínimas) são reduzidas como pode ser verificado na tabela 01. Deve-se adicionar o maior efeito estufa natural da água atmosférica em novembro, amplificando a conservação de calor no ambiente, ao contrário de julho, com forte perda radiativa durante o período noturno.

A configuração geral da dinâmica atmosférica na região mostra a influência da Massa Tropical Atlântica (mPa) associada geneticamente à ação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), a presença de descontinuidades que se desenvolvem no interior desses sistemas associadas a gênese das chuvas (Convecção Tropical, Complexos Convectivos e Linhas de Instabilidade Tropical), ocorrência da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e de sistemas frontais (fPa) acompanhada na retaguarda pela Massa Polar do Atlântico (mPa) conforme Borsatto (2016), Cavalcante e Kousky (2009) e Nunes et al. (2009). O total de chuvas registrado em julho foi exíguo com 9,4 mm de chuva em Timóteo e 0,2 mm em Sete Lagoas, dada à situação de estabilidade atmosférica propiciada pela mPa. Em novembro a ação da ZCOU e principalmente da ZCAS (no período de 18 a 24/11) contribuíram para os totais elevados.

Dada à natureza fluida do ar, dimensão e gênese ligada a fatores de macroescala, as massas de ar se sobrepõem em relação aos demais fatores em superfície, amplificando ou atenuando sua influência e organização de espaços climáticos de menor dimensão espacial. Entretanto, da mesma forma que outros fatores, verifica-se a regionalização da ação das massas de ar, caso da ação da fPa/mPa, cuja ação se reduz na medida em que se avança em direção a latitudes mais baixas, afetando mais a porção sul da área de estudo.

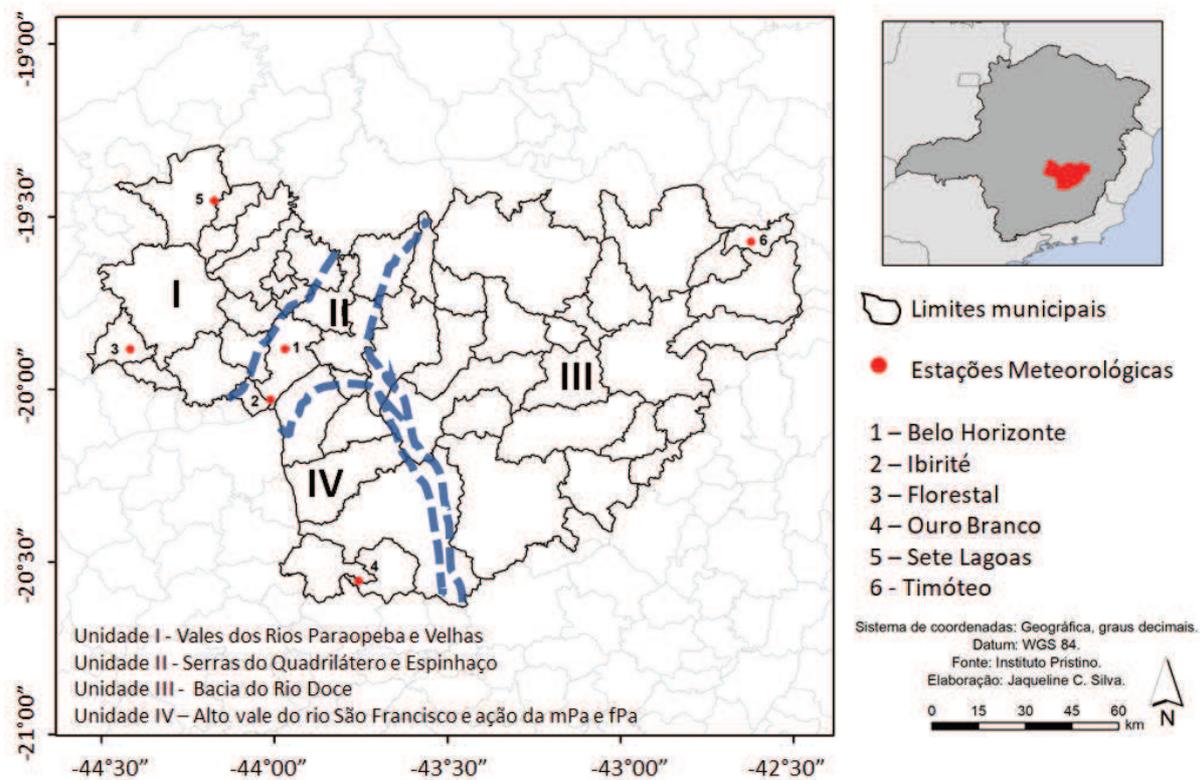
Figura 05 – Variação espacial do total médio mensal da chuva e umidade relativa do ar em novembro de 2017.



De forma geral, os dados de temperatura, para o mês de julho, mostraram que a atuação de sucessivos avanços da mPa propiciou relativa condição de estabilidade atmosférica durante todo o mês, com valores de temperatura abaixo das médias históricas com base nas Normais climatológicas 1961-1990 (DNMET, 1992). Em novembro, o volume de chuva registrado ficou próximo do acumulado histórico, quando a atuação da ZCAS (no período de 18 a 24/11) foi de notável influência para o alcance de tais registros.

Durante esses dois meses foi observado que, mesmo estando sob o predomínio de um sistema atmosférico, os elementos do clima repercutiram de forma diferenciada nas diferentes localidades, ligado tanto a fatores dinâmicos (massas de ar) quanto de superfície (relevo, principalmente). Isso permitiu, considerando a discussão anterior envolvendo a elucidação dos mecanismos climáticos e a disposição das isotermas e isoietas, um padrão de distribuição espacial do clima abrangendo quatro áreas principais (figura 06): unidade I - Vales dos Rios Paraopeba e Velhas, unidade II - Serras do Quadrilátero e Espinhaço, unidade III - Bacia do Rio Doce e unidade IV - Alto vale do rio São Francisco.

Figura 06 – Unidades climáticas na região de Belo Horizonte-MG.



A unidade I instalada nos vales dos rios Paraopeba e Velhas, mostra forte influência da condição topográfica deprimida, com amplitudes térmicas elevadas, o que dá margem para o desenvolvimento de circulação do ar associada ao relevo com formação de circulação anabática e catabática (ligada a inversões térmicas), menos pronunciada em Timóteo (unidade III), apesar de condição topográfica semelhante, em função da maior influência do ASAS (e possivelmente do oceano, através dos fluxos de ar de sudeste).

Nas demais localidades (unidades I, II e IV) o efeito da continentalidade é pouco mais evidente acrescido da influência das barreiras orográficas, que são os divisores das grandes bacias hidrográficas da região (São Francisco e Doce). Entretanto, deve-se estabelecer um diferencial entre as localidades de Ouro Branco e Belo Horizonte (unidades II e IV) em relação à Florestal e Sete Lagoas (unidade I). As duas primeiras representam condição de áreas mais elevadas topograficamente, enquanto Florestal e Sete Lagoas encontram-se em áreas rebaixadas de fundo de vale. No caso de Belo Horizonte e Ouro Branco ocorre efeito de atenuação da temperatura pela altitude, além de maior influência da fPa e da mPa, principalmente em Ouro Branco mais ao sul da área de estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme a discussão desenvolvida, deve-se enfatizar a característica do clima enquanto objeto resultante de múltiplas interações. A delimitação de unidades climáticas torna-se um exercício inútil para compreensão do meio se esse aspecto não for levado em consideração. A multiplicidade de fatores e de efeitos produzidos, tanto para o meio natural quanto para as organizações espaciais humanas, mostra a necessidade de identificação (e reflexão) acerca das interações que desencadeiam impactos negativos assim como daquelas que propiciam o aproveitamento do recurso climático.

Da mesma forma que as variações de temperatura causam impacto térmico e o excedente de água produzido no período não é adequadamente aproveitado ou, no caso das cidades, é retido temporariamente reforçando de forma negativa o impacto de enchentes e alagamentos, conforme discussão de Jardim (2012; 2015), esses mesmos efeitos poderiam ser aproveitados reforçando o desenvolvimento das sociedades humanas e conservação do ambiente. Realidades como o caso da Califórnia (EUA), onde chove menos do que no semiárido brasileiro e, ao mesmo tempo, consegue ser colocar como o estado mais rico e maior produtor agrícola daquele país aproveitando o recurso climático.

As situações de impactos negativos são agravadas em cidades com planejamento precário (quase ausência de áreas verdes, limpeza urbana deficiente, hábitos da população, elevado índice de impermeabilização do solo, etc.). Quanto ao planejamento, relacionando com o tema desta pesquisa, significa conhecer a realidade em foco. No caso da “crise hídrica” em 2014, que afetou tanto áreas urbanas quanto agrícolas, também faltou planejamento no sentido de aproveitamento do recurso ampliando e/ou construindo novos reservatórios para captação de água de chuva. A “crise” se estabeleceu justamente por que não haviam sido criadas as condições para o seu aproveitamento e os cinco anos que antecederam a crise de 2014 choveu acima da média em Belo Horizonte.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. **Os domínios de Natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ASSIS, W. L. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva tempo-espacial**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais – Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2010.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, v.13, p.1-27, 1972.
- BORSATO, V. C. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. 1. Ed. - Curitiba, PR: CRV, 2016.

- CAVANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 135-148.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- DIAMOND, J. **Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso**. Rio de Janeiro: Record, 2005.
- DNMET. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961- 1990)**. Brasília-DF, 1992.
- DREW, D. **Processos interativos: homem-meio ambiente**. 2a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.
- IBGE. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Escala 1:5.000.000.
- JARDIM, C. H. A representação gráfica dinâmica como subsídio à elaboração da carta de unidades climáticas. **Geografias**, Belo Horizonte, n.10, p.140-151, jan./jun. 2010.
- JARDIM, C.H. “Médias” e “desvios” na análise geográfico-climatológica: o episódio de chuva concentrada do dia 23 de novembro de 2010 e o veranico de janeiro/fevereiro de 2011 em Belo Horizonte - MG. **Revista Geografias**, Belo Horizonte 08(2), p.35-49, janeiro-junho de 2012.
- JARDIM, C.H. A "Crise Hídrica" no Sudeste do Brasil: Aspectos Climáticos e Repercussões Ambientais. **Tamoios**, São Gonçalo (RJ), ano 11, n.2, p.67-83, jul/dez. 2015.
- MONTEIRO, C. A. F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográfico de clima urbano no Brasil. **Geosul**, Florianópolis, n.9. 1990. p. 7-19.
- MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.
- NUNES, L. H.; VICENTE, A. K.; CANDIDO, D. H.; Clima da região sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 243-257.
- REZENDE, E. A; SALGADO, A. A. R. Mapeamento de unidades de relevo na média Serra do Espinhaço Meridional – MG. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n.30, p.45-60, 2011.
- SANT’ANNA NETO, J. L. A análise geográfica do clima: produção de conhecimento e considerações sobre o ensino. **Geografia**, v.11, n.2, p.321-328, jul/dez 2002.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.
- WULF, A. **A invenção da natureza: a vida e as descobertas de Alexander von Humboldt**. 1ed. São Paulo: Planeta, 2016.