

UNIDADES CLIMÁTICAS EM UNAÍ, NOROESTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS-BRASIL: PROPOSTA PRELIMINAR

Climate units in Unaí, northwest of the state of Minas Gerais-Brazil: preliminary proposal

Unidades climáticas en Unaí, noroeste del estado de Minas Gerais-Brazil: propuesta preliminar

Aion Angelu Ferraz Silva¹
Carlos Henrique Jardim²

Recebido em Maio de 2019. Publicado em outubro de 2019.

Resumo: A compreensão dos processos que organizam as relações entre os componentes atmosféricos (atributos climáticos e massas de ar) e os fatores de superfície (solos, relevo, vegetação etc.) é fundamental para a identificação das unidades climáticas. Nesse sentido, o objetivo deste artigo foi apresentar proposta de compartimentação climática para a região de Unaí, noroeste do estado de Minas Gerais, considerando as variações dos atributos climáticos (chuva e temperatura do ar) em interação com a dinâmica das massas de ar e relevo (topografia). O documento produzido teve a finalidade de suprir lacunas na caracterização do clima dessa região quanto aos mecanismos e processos atuantes para compreensão da variabilidade temporal e espacial da chuva e temperatura do ar.

Palavras-Chave: temperatura; chuva; unidades climáticas.

Abstract: The understanding of the processes that organize the relations between the atmospheric components (climatic attributes and air masses) and the surface factors (soils, relief, vegetation, etc.) is fundamental for the identification of climatic units. In this sense, the objective of this article was to present a proposal of climatic compartmentalization for the region of Unaí, northwest of the state of Minas Gerais-Brazil, considering the variations of climatic attributes (rain and air temperature) in interaction with air masses and relief (topography). The document produced had the purpose of filling gaps in the characterization of the climate of this region as to the mechanisms and processes to understand the temporal and spatial variability of rain and air temperature.

Keywords: temperature; rainfall; climatic units.

Resumen: La comprensión de los procesos que organizan las relaciones entre los componentes atmosféricos (atributos climáticos y masas de aire) y los factores de superficie (suelos, relieve, vegetación etc.) es fundamental para la identificación de las unidades climáticas. En este sentido, el objetivo de este artículo fue presentar una propuesta de compartimentación climática para la región de Unaí, noroeste del estado de Minas Gerais, considerando las variaciones de los atributos climáticos (lluvia y temperatura del

¹ Pós-Graduando (Doutorado em Geografia), IGC/UFMG, aion.silva@ifmg.edu.br

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

aire) en interacción con las masas de aire y el relieve (topografía). El documento producido tuvo la finalidad de suplir lagunas en la caracterización del clima de esa región en cuanto a los mecanismos y procesos actuantes para comprender la variabilidad temporal y espacial de la lluvia y temperatura del aire.

Palabras clave: temperatura; lluvia; unidades climáticas.

INTRODUÇÃO

O clima, assim como outros sistemas naturais, caracteriza-se pela relação dinâmica entre diversos componentes, cuja identificação, ao redor da organização de padrões espaciais e temporais, a partir do encadeamento de diferentes processos, constitui-se em premissa básica de qualquer estudo geográfico-ambiental. Pode parecer repetitivo, mas a sequência histórica de indagações “O quê? Por quê? Onde? Quando? Como aconteceu e no que resultará em termos de efeitos?” insere um direcionamento às diferentes modalidades de pesquisa científica, implicando num exercício de reflexão extremamente difícil diante da complexidade do objeto. Um resgate do pensamento de Pierre George (1972, p. 8) retrata essa situação onde “a realidade geográfica é constituída pela convergência ocasional de processos evolutivos, cada um dos quais é específico e se diferencia dos demais por sua dimensão, por seu ritmo, tanto quanto por sua natureza”. Lembra o autor (Idem, p. 10), também, que os modelos da realidade possuem caráter apenas indicativo constituindo-se numa “base operacional e nunca uma imagem representativa da realidade”. Este último item é particularmente importante no que tange as questões atuais sobre mudanças climáticas, toda ela apoiada em cenários, que também são modelos ou representações da realidade, e não em evidências científicas como deveria ocorrer.

Conforme discussão anterior por Silva e Jardim (2018), a compartimentação do espaço, agrupando componentes por critério de semelhança ou relativa homogeneidade, tem por finalidade a identificação de padrões e, conseqüentemente, detecção de processos (relações genéticas e processuais), ligando causa (gênese ou origem do evento/fenômeno) e a partir de enfoque sistêmico. Exemplo disso são os canais de percepção do clima discutidos por Monteiro (1975; 2003) para os estudos de clima urbano, aonde o autor identifica as fontes que alimentam os sistemas, os componentes e suas interações, os efeitos ou resultados dessas interações (impactos no ambiente) e as formas de mitigação dos impactos negativos (poluição atmosférica, pontos de alagamento, ilhas de calor etc.) e de aproveitamento dos efeitos considerados positivos ou “recurso climático” (captação de água de chuva, ventilação e iluminação natural etc.), alvo de outro trabalho do mesmo autor (Idem, 1976). Deve-se considerar que cada um dos subsistemas (termodinâmico, físico-químico e hidro-meteorológico) possuem fontes, componentes e efeitos sobre o ambiente, exigindo uma apreciação particular de cada situação, em termos, inclusive, de adoção de procedimentos metodológicos no desenvolvimento de pesquisas.

Os diferentes padrões de encadeamento dessas relações têm o potencial de se constituir em critério para individualização das unidades. As unidades de clima no Brasil definidas por Nimer (1989) aponta para esse aspecto ao relacionar critérios genéticos (dinâmica das massas de ar) com a variação dos elementos climáticos particular de cada região do país. Da mesma forma a proposta de definição dos domínios morfoclimáticos no Brasil por Ab'Sáber (2003) também exibe critérios semelhantes na delimitação das unidades ao relacionar a gênese e dinâmica de interação entre os componentes e processos presentes no meio físico-natural (climáticos, geomorfológicos, geológicos, pedogenéticos e biogeográficos) e interação antrópica.

A abordagem sistêmica também é discutida por Drew (1989), cujo esboço identifica para os diferentes biomas as transferências e acúmulo de matéria e energia, possibilitando identificar onde os sistemas são mais ou menos sensíveis às perturbações ambientais, tratando-se, portanto, de uma classificação com base na susceptibilidade dos sistemas aos diferentes tipos de impactos ambientais e antrópicos.

Essas relações, de acordo com Bertrand (1972), estabelecem-se em hierarquia, ou seja, desde espaços reduzidos ao nível dos biótopos florestais, até espaços da dimensão dos biomas (espaços zonais). As mudanças na dimensão do objeto no interior de uma cadeia hierárquica, para Monteiro (1999), são acompanhadas de mudanças tanto qualitativas quanto quantitativas, ou seja, além da dimensão do objeto modificam-se, também, a natureza e as características dos fatores que influenciam os elementos climáticos e, portanto, os procedimentos utilizados para compreensão do objeto de estudo. A interação entre os componentes dos sistemas e as relações processuais derivada dessas interações se organiza em escalas, semelhante à cadeia ecológica, ou seja, além das relações no plano horizontal de cada unidade na mesma escala, há relações (verticais) entre as diferentes unidades escalares.

A transposição desse conceito de cadeia de relações, traduzida para a climatologia, conforme discussão de Jardim (2015), pode ser concebida verificando a ação de uma massa de ar de amplitude regional ou mesoescalar, abrangendo todo o sudeste brasileiro, e as diferentes repercussões locais em microescala mostrada pela variação diferenciada dos atributos climáticos. A atuação de um sistema frontal pode repercutir localmente na forma de chuva concentrada, chuva leve ou apenas pelo grau diferenciado de nebulosidade.

Os desdobramentos do conceito de sistema em ecossistema e geossistemas que, em princípio, constituem-se em unidades, aplicado à compreensão da organização dos componentes naturais e antrópicos, identifica no clima o “input” energético do sistema (CHRISTOFOLETTI, 1999). Na verdade, o clima participa de todo o processo, desde a entrada de energia (insumo) no sistema até os desdobramentos em termos de produtos ou impactos. A participação em termos

de entrada e saída de radiação solar e térmica, à escala da superfície terrestre, transfere para o volume de ar sobrejacente parte de suas características (áreas fonte), ou seja, uma massa de ar tropical formada no interior dos continentes em latitude tropical tenderá a ser quente e seca, transportando essas características na medida em que se desloca (e se modificando, também, em contato com a superfície e massas de ar em outras regiões). É o caso da massa de ar fria avançando de sul para norte no Brasil, repercutindo em determinadas localidades das Serras Gaúchas com precipitação de neve e frio leve ou moderado no centro-sul de Minas Gerais.

As modificações experimentadas pelos fatores e elementos climáticos integrados à diversidade de espaços terrestres assumem características próprias em cada momento (tempo cronológico), adicionando componentes dinâmicos à organização das unidades de clima.

O resgate dessa discussão é particularmente importante para a identificação das unidades climáticas, premissa utilizada por Jardim (2010; 2012) na delimitação das unidades de clima na bacia do rio Aricanduva no município de São Paulo. As unidades climáticas (assim como qualquer unidade espacial) representam sistemas, uma vez que se constituem em produto de interações entre componentes ou fatores (atmosfera, relevo, vegetação etc.). A relativa homogeneidade espacial dos objetos, que é o critério básico para delimitação das unidades, conforme discussão de Bertrand (1972) e Monteiro (1990; 2000), aplicada à identificação de unidades de clima, vegetação, relevo etc., constitui-se no aspecto “visível” ou mais evidente das unidades que, num primeiro momento, não mostra o resultado da atuação de mecanismos e processos, cuja elucidação somente aparece na medida em que o pesquisador avança na direção de compreender de forma profunda o seu objeto de estudo.

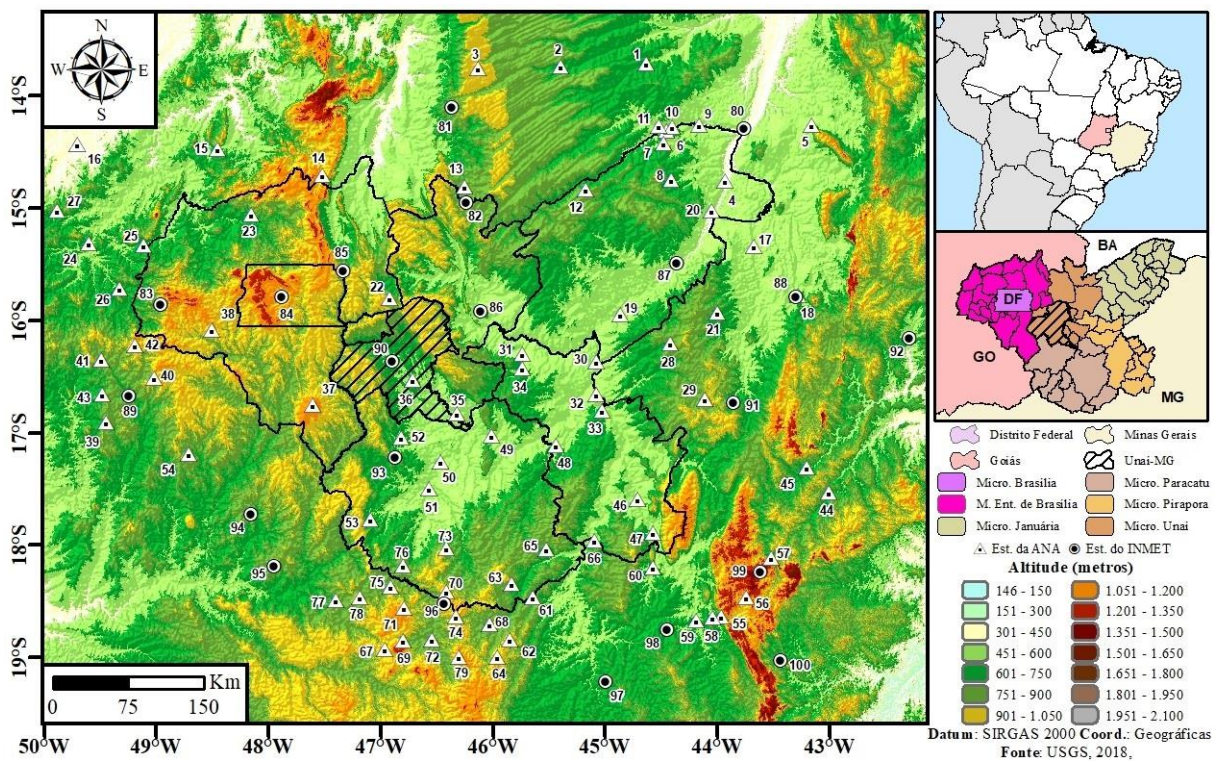
Por último, outro aspecto importante associado à delimitação das unidades climático-ambientais refere-se à necessidade de ordenamento espacial dos componentes do meio, que facilita a realização de diagnósticos ambientais visando o planejamento territorial e aproveitamento sustentável dos recursos naturais.

Com base na discussão acima, o objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de compartimentação do clima para a região de Unaí, noroeste de Minas Gerais. Embora haja algumas propostas em escalas regionais para o Brasil e o Sudeste ou Minas Gerais (NIMER, 1989; TARIFA, 1994; IBGE, 2002), a proposta aqui apresentada ainda não foi aplicada à referida região e nem à escala de análise desta pesquisa. Portanto, trata-se de uma primeira aproximação em relação a compreensão mais ampla do clima regional, relacionando a variação dos atributos climáticos com aspectos genéticos da circulação das massas de ar e fatores topográficos.

A área de estudo envolve o município de Unaí e região, no noroeste do estado de Minas Gerais, divisa com o estado de Goiás e o Distrito Federal (Figura 1), abrangendo parte do

Planalto Central Brasileiro e a Depressão do Alto-Médio Vale do Rio São Francisco segundo a classificação do relevo do IBGE (2006). As altitudes variam desde patamares superiores a 1.700 metros e depressões de origens cristalina e sedimentar abaixo de 400 m. Localiza-se no alto curso de três importantes bacias hidrográficas (Paraná, Tocantins-Araguaia e São Francisco), possuindo drenagens perenes e intermitentes, cuja vazão varia de acordo com o período chuvoso/seco, e características edafoclimáticas que propiciam a ocorrência de formações savânicas típicas do Cerrado brasileiro (AB'SÁBER, 2003).

Figura 1 - Mapa altimétrico da área de estudo e de localização das estações utilizadas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com Nimer (1989) o clima nessa região corresponde ao tipo Tropical Quente Semiúmido (04 a 05 meses secos) na porção centro-leste e transição para o Tropical Quente Semiárido Brando (06 meses secos), com período de maiores temperaturas e totais pluviométricos ao longo da primavera/verão, em contraposição ao período de estiagem que começa no outono, intensificando-se no inverno. Esse tipo climático regional, ainda segundo o mesmo autor, estabelece limite com outro tipo climático regional mais seco situado a leste, denominado Tropical Quente Semiárido (com 06 meses de seca), correspondente à semiaridez branda ou de transição, o que permite inferir gradativa variação de um tipo climático para outro.

Deve-se destacar que a área de estudo abriga um dos principais centros agrícolas do país de cultivo de soja. O município de Unai, particularmente, segue essa tendência e se destaca no

cenário agrícola, possuindo a maior área plantada do estado (20,3% da área total ou 142.000 hectares), além de maior produtor dessa leguminosa em Minas Gerais com 10,2% do total produzido ou 485.640 toneladas de acordo com informações do IBGE-SIDRA (2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

O roteiro de desenvolvimento desta pesquisa incluiu, basicamente, (1) a obtenção e seleção dos dados (altimetria, temperatura do ar - média, máxima e mínima - umidade relativa do ar, pluviosidade; déficits e excedentes hídricos, evapotranspiração potencial, índices de aridez, hídrico e de umidade), (2) seleção e preparação das bases cartográficas, (3) elaboração das cartas analíticas e (4) elaboração do documento cartográfico final (carta de unidades climáticas).

Em relação ao item 1, os dados foram obtidos a partir de 21 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e 79 postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA) considerando sua consistência (dados com pouca ou nenhuma falha) e período de sobreposição temporal. Nos casos em que houve necessidade de correções utilizou-se a técnica de Regressão Linear Múltipla, empregando como variáveis independentes a latitude, a longitude e a altitude de cada uma das estações e, como variável dependente, a temperatura registrada nas estações meteorológicas providas de dados completos para o mês que necessitava ser corrigido (SEDIYAMA e MELO JUNIOR, 1998).

A interpolação dos dados foi realizada pela técnica de Krigagem Ordinária Linear (PERIN et al, 2015) e os resultados processados e cartografados num ambiente digital de sistema de informação geográfica.

Na definição das unidades climáticas levou-se em consideração a baixa densidade (relativa) de estações e, portanto, de sua insuficiência em termos de recobrimento da área de estudo. Como forma de suprir essa lacuna, considerou-se que os dados relativos aos atributos climáticos eram representativos de espaços cujas características ambientais, principalmente a topografia considerando a escala de abordagem, fossem semelhantes. Os aspectos particulares de cada unidade em termos de clima auxiliaram na atribuição da nomenclatura das diferentes unidades espaciais, produto da interação dos controles dinâmicos atmosféricos e de superfície com os elementos climáticos.

Na elaboração da carta síntese das unidades climáticas não se tratou apenas de extrair uma unidade média a partir da sobreposição dos demais componentes do ambiente, cuja crítica já havia sido feita anteriormente por Monteiro (1990). As variáveis topográficas e climáticas aqui utilizadas tiveram a finalidade de verificar até onde em termos de abrangência espacial, partindo de um princípio de generalização e considerando a relativa homogeneidade das variações dos

atributos climáticos e dos componentes do quadro físico (principalmente o relevo na escala privilegiada nesta pesquisa), persistiram determinadas condições passíveis de serem englobadas numa única unidade de clima.

Esse procedimento se justifica, conforme fora comentado, diante da impossibilidade de se realizar um levantamento sistemático detalhado em campo e/ou dependente da cobertura (relativamente precária) de estações meteorológicas. Aspectos relacionados a esses procedimentos foram aplicados nos trabalhos de Monteiro (1973) para o estado de São Paulo, cuja proposta integra diferentes escalas (zonal e regional) e espaços de transição climática. Tarifa e Armani (2001a; 2001b) também trazem essa discussão para a definição das unidades climáticas do município de São Paulo a partir da identificação de unidades locais naturais e em escalas inferiores (mesoclimas e topoclimas) e interação com componentes urbanos, cuja proposta foi resgatada posteriormente por Jardim (2007) para a bacia do rio Aricanduva no município de São Paulo, enfatizando aspectos dinâmicos de circulação local e topoclimática. Tarifa (2002) também aplica procedimento similar no mapeamento das unidades climáticas do maciço da Juréia no litoral sul do estado de São Paulo, integrando diferentes escalas, componentes da paisagem e de influência das massas de ar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as características da área de estudo, os componentes altitude, topografia (posição na vertente de topo, encosta e fundo de vale) e orientação dos principais interflúvios se colocam como importantes fatores de organização do clima, imprimindo modificações na dinâmica de atuação das massas de ar no seu desdobramento em circulação local. Nesse sentido, a gênese encontra-se junto à dinâmica das massas de ar enquanto que os fatores descritos modulam localmente sua ação.

Nessas condições, as variações de temperatura do ar em áreas com altitude e topografia diferenciada, verifica-se a sobreposição de mecanismos atmosféricos induzidos por esses fatores. Ou seja, mesmo que a região esteja sob domínio de uma mesma massa de ar, o decréscimo nos valores de temperatura considerando o valor teórico de $-0,65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (AYOADE, 2007) será de aproximadamente $8,5^{\circ}\text{C}$ considerando o intervalo entre as cotas de altitude de maior e menor valor (1700 m e 400 m). Valores de cotas altimétricas mais recorrentes, entre 500 m e 1000 m propiciariam diferença de temperatura da ordem de $3,3^{\circ}\text{C}$, ou seja, numa situação hipotética, os valores simultâneos de temperatura do ar para uma área situada a 500 m de altitude poderia ser $28,5^{\circ}\text{C}$ e numa área a 1000 m esse valor seria de $25,2^{\circ}\text{C}$. Isso pode ser constatado pelas diferenças de temperatura entre as estações meteorológicas de Diamantina (1.296 m) e Brasília

(1.159 m) em contraposição às estações com altitude mais baixas e temperaturas mais elevadas na estação em Carinhanha (455 m).

Essas mesmas diferenças de temperatura podem ser amplificadas ou atenuadas em função de diferentes fatores que se articulam em diferentes escalas espaciais e temporais (estação do ano, topografia, uso do solo etc.). No verão, quando o ar está mais úmido em função do transporte advectivo de umidade do oceano e conversão de calor sensível em latente pela evaporação, o gradiente de variação da temperatura com a altitude é reduzido (inferior a $-0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ em algumas situações). No inverno essa situação se modifica e a redução da umidade do ar favorece a perda radiativa no período noturno, induzindo elevadas amplitudes térmicas diárias. A reduzida umidade do ar eleva o valor do gradiente térmico de temperatura com a altitude (em algumas situações superior a $1,0^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$). E ainda podem ocorrer situações de inversão térmica em áreas deprimidas, resultado do escoamento e acúmulo de ar frio (vento catabático) durante período noturno. No período diurno essas mesmas áreas deprimidas, dado ao relativo confinamento do ar pelo relevo, pode desencadear a formação de ventos anabáticos (ar quente ascendente) que acompanhada de elevação geral da temperatura do ar.

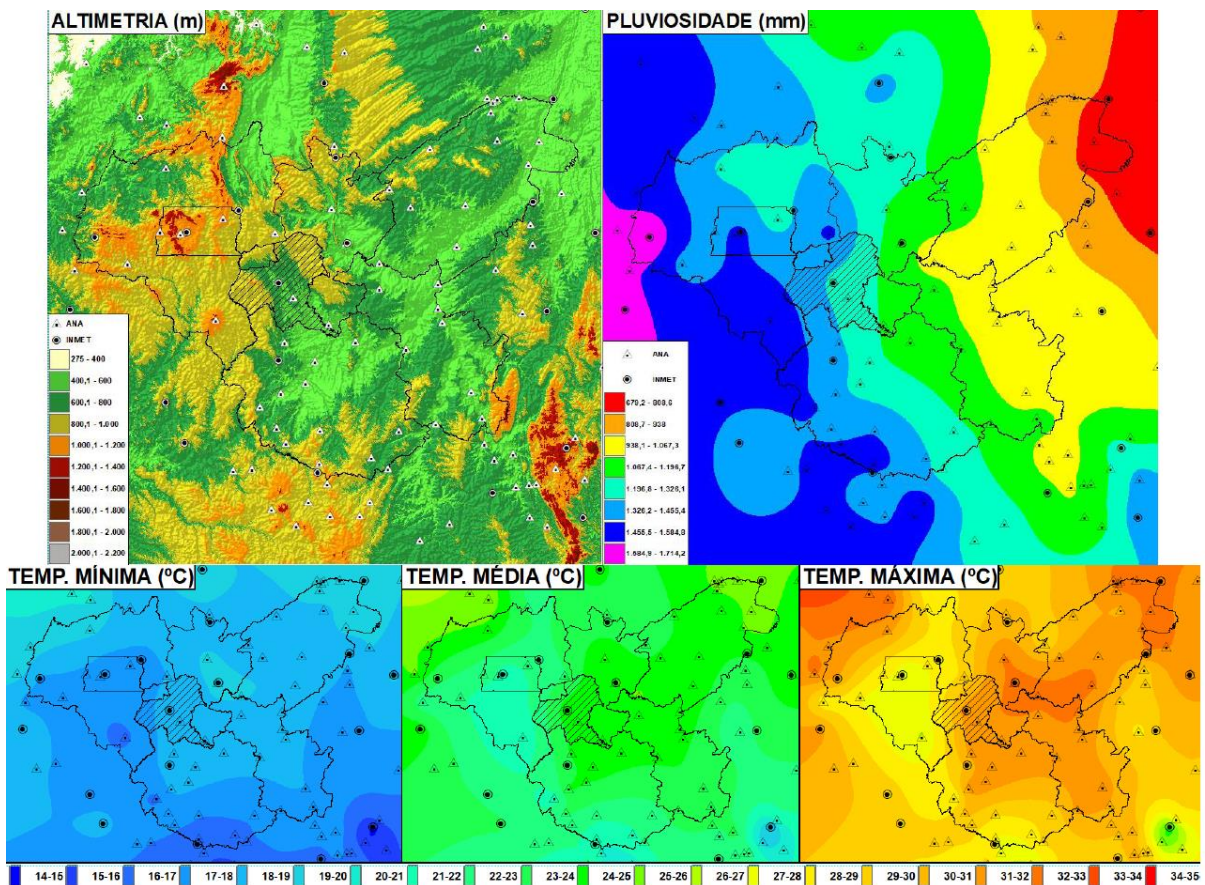
Em relação às chuvas a altitude constitui-se num fator sazonal favorecendo a pluviosidade durante todo o ano, já que induz ao aumento da turbulência do ar, intensificando o seu movimento vertical, seguido de resfriamento adiabático (descompressão ou expansão mecânica do ar) e formação de nuvens (na vertente barlavento). As áreas deprimidas, principalmente aquelas situadas imediatamente no reverso de áreas planálticas (vertente sotavento), abrigadas dos ventos predominantes, experimentam processo de aquecimento do ar por compressão mecânica (aquecimento adiabático), dificultando a formação de nebulosidade (AYOADE, 2007). Nessas condições a convecção é desfavorecida pelo aumento da pressão do ar, resultado do movimento descendente realizado. O aumento da temperatura eleva, também, a capacidade da parcela de ar em conter vapor d'água, distanciando-o da saturação e da condensação e formação de nuvens.

Entre outros fatores deve-se acrescentar a latitude (toda a região se situa na faixa zonal de clima tropical no hemisfério sul), cujas massas de ar que aí tem origem, predominantes ao longo ano em termos de atuação, advectam calor e umidade das regiões equatoriais e tropicais para outras regiões com características semelhantes, favorecendo baixas amplitudes térmicas estacionais e elevada temperatura o ano inteiro (a média anual em Unaí é de $24,3^{\circ}\text{C}$ para o período de 1981-2010) quando comparadas a regiões situadas em zonas com maior valor de latitude. De acordo com a Figura 2 as isotermas predominantes na região assinalam temperaturas médias das mínimas entre $17-19^{\circ}\text{C}$ e a média das máximas entre $28-32^{\circ}\text{C}$.

O quadro descrito por si só já imprime alguma configuração em termos de organização do clima nessa região. Entretanto, tão ou mais importante do que os aspectos descritos, deve-se acrescentar o papel da circulação atmosférica através da ação das massas de ar, cujo efeito, resultado do transporte advectivo de calor e umidade, imprime modificações na variação dos atributos climáticos em termos de duração, intensidade e abrangência espacial.

Um panorama geral da ação das massas de ar nessa região pode ser descrito considerando a ação dos sistemas atmosféricos de origem tropical (Massas Tropicais Atlântica – mTa – e a Massa Equatorial Atlântica – mEa), associados geneticamente à ação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), e descontinuidades que se desenvolvem no interior desses sistemas associadas a gênese das chuvas (Convecção Tropical e Linhas de Instabilidade Tropical), além da ocorrência episódica da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) (BORSATTO, 2016; CAVALCANTE et al, 2009) e atuação discreta da Frente Polar Atlântica (FPA) de acordo com Nunes et al. (2009) seguida pela Massa Polar Atlântica (mPa) tropicalizada.

Figura 2 – Topografia, variação da pluviosidade e temperatura mínima, média e máxima referente às médias do período 1995-2015.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A distribuição das chuvas ocorre de forma sazonal, obedecendo regime tipicamente tropical com alternância entre a estação seca (inverno) e chuvosa (verão), decorrente de reversão sazonal na direção dos ventos (sul-norte e norte-sul), podendo ser identificado como regime de monção (GAN et al., 2009). As isoietas mais recorrentes na região indicativas dos totais médios anuais de chuva (Figura 2) variam entre 800 e 1500 mm.

Riboita et al. (2010) comentam esses aspectos destacando a alta variabilidade das chuvas na região, concentrada no semestre chuvoso de outubro a março (referindo-se à monção sul-americana), que inclui o verão, associada à migração da zona de aquecimento radiativo para os subtrópicos intensificando o desenvolvimento de atividade convectiva com a formação sistemas de baixa pressão térmicos, destacando-se a região do Chaco Boliviano no interior da área continental da América do Sul. A ascensão do ar nessa região induz a formação da corrente de Jato de Baixos Níveis (JBN) a partir da Amazônia ocidental que, ao juntar-se com os Alísios de nordeste (ou Contra-Alísios), associado à dinâmica do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), dá origem a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), estreitamente ligadas à produção de chuvas.

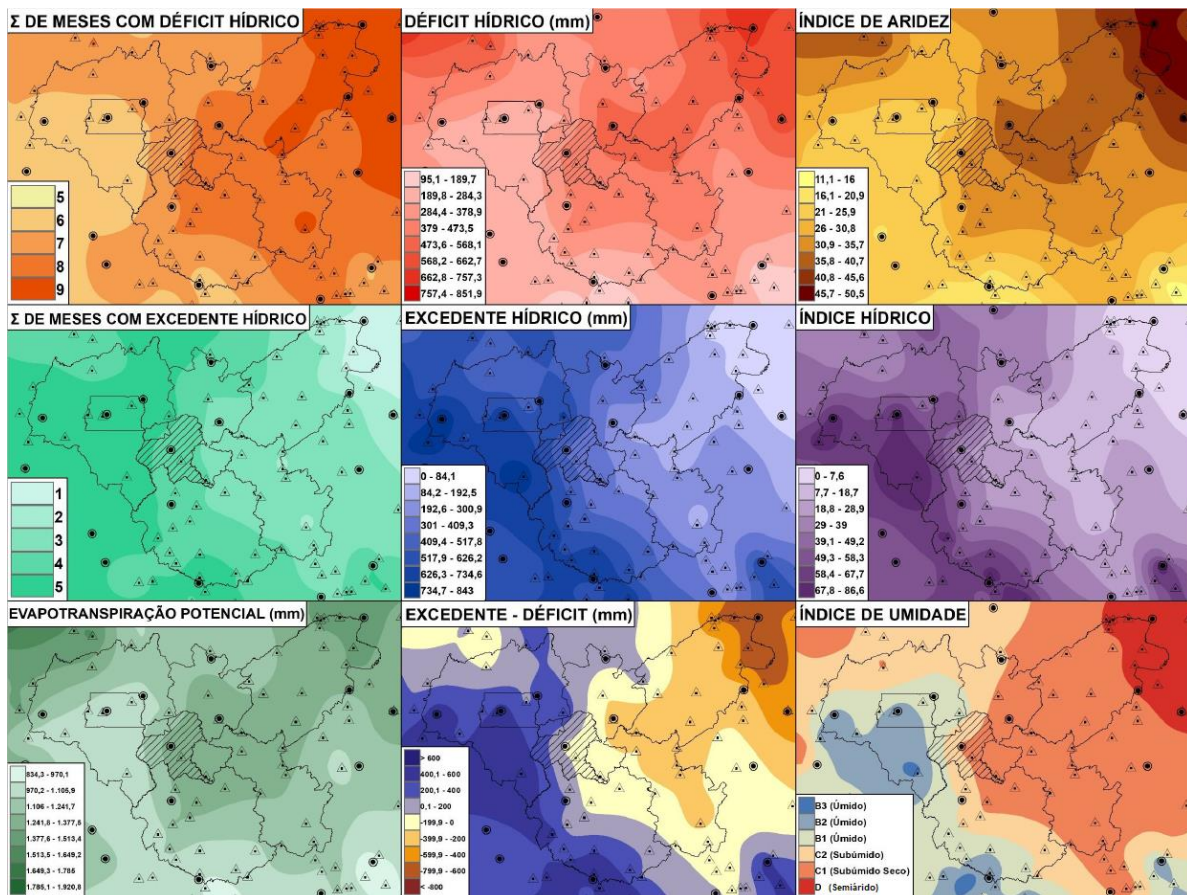
Em paralelo às chuvas, aspectos da média do balanço hídrico (Figura 3) auxiliam na compreensão da dinâmica da água no ambiente, relativo à entrada (pluviosidade) e saída de água do solo (evapotranspiração), constituindo-se em importante referência na agricultura indicando aptidão para o tipo e início do plantio.

No caso da área de estudo, como pode ser verificado, o excedente é maior a oeste e menor a leste-nordeste na medida em que se aproxima do semiárido. Os demais índices (Figura 3) também corroboram essa tendência, cuja origem relaciona-se à dinâmica de entrada de água no sistema, acompanhando a disposição geral em diagonal SE-NW do limite da distribuição das chuvas (Figura 2) e dos índices ligados ao balanço hídrico que é a resultante do contato dos fluxos tropicais e extratropicais, em área de transição de regime tropical alternadamente seco e úmido para tropical semiárido. O elevado gradiente de pressão entre os trópicos e a região subpolar (norte-sul), associado ao efeito da força de deflexão de Coriolis, produzem como resultante a diagonal de avanço das frentes frias das latitudes mais elevadas em direção as latitudes mais baixas e de orientação das ZCOU/ZCAS. Na área de estudo é mais comum chegar perturbações associadas ao avanço dos sistemas frontais, e não propriamente o estabelecimento do sistema frontal, associado neste caso à presença das Linhas de Instabilidades e das ZCOU/ZCAS.

As variações de temperatura também estão relacionadas com a reposição de água no solo. As menores temperaturas aproximam o ar da saturação que, no neste caso, ocorrem nas áreas de

maior altitude, principalmente em Brasília e Diamantina, com início da estação chuvosa em outubro, Unaí em novembro e Carinhanha em dezembro. O processo de evapotranspiração, mais acentuado nas áreas mais quentes a leste-nordeste, influencia diretamente na intensidade e temporalidade do período seco/chuvoso. O caso de Carinhanha merece destaque, pois as médias de baixa pluviosidade somada às altas temperaturas reforçam o déficit hídrico.

Figura 3 – Aspectos do balanço hídrico na área de estudo para o período 1995-2015.



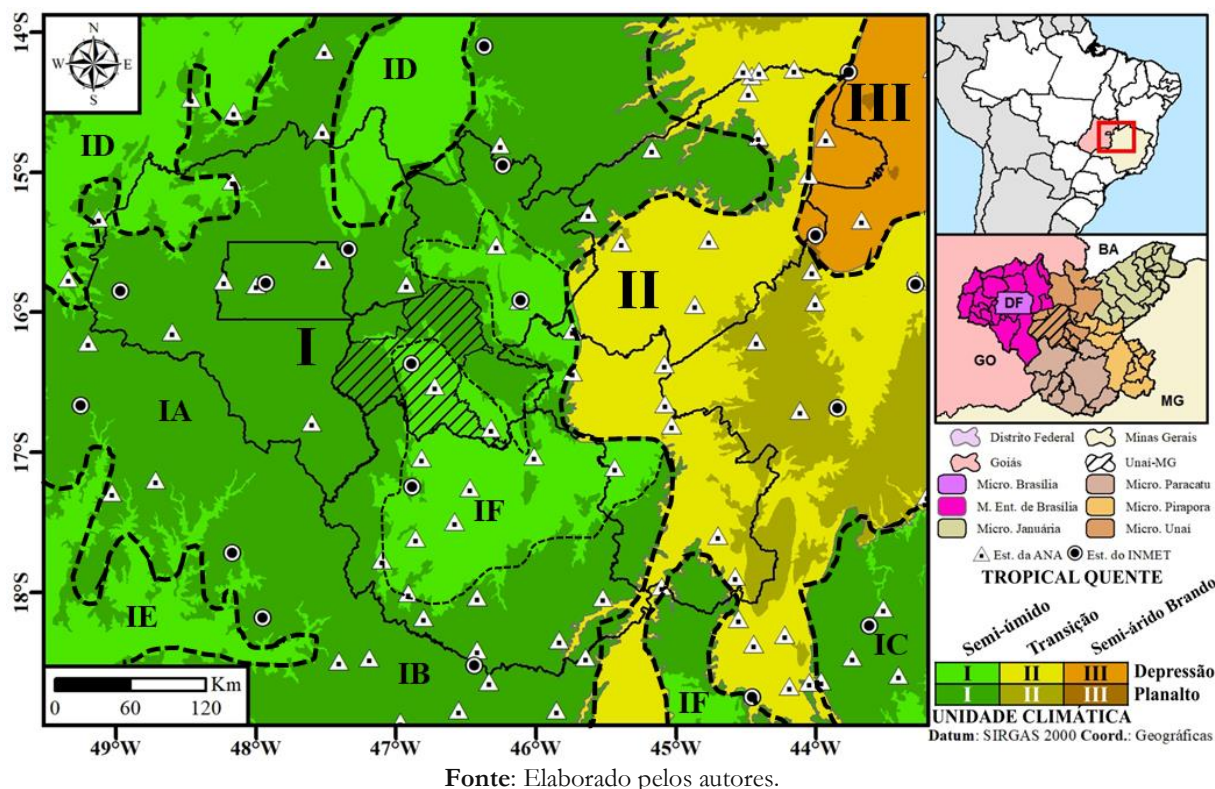
Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos os fatores climáticos descritos atuam de forma conjunta em termos de condições de temperatura do ar, de distribuição das chuvas, balanço hídrico etc., em interação com fatores dinâmicos, associados à atuação das massas de ar e fatores de superfície, principalmente o relevo, produzindo ritmos e modulação na variação local e regional dos atributos climáticos, heterogêneos no espaço geográfico. Um desses aspectos, relativo ao padrão de distribuição das temperaturas e isoietas (Figura 2) mostra distribuição variável das chuvas indicando a transição do regime (I) Tropical Semiúmido do Brasil Central e Sudeste para o (III) Tropical Semiárido Brando em direção à região Norte-Nordeste da área de estudo, mais chuvoso no quadrante oeste e menos chuvoso no quadrante leste e, de forma semelhante, menores valores de temperatura do ar nas áreas de maior altitude e mais quentes nos setores deprimidos. A unidade II foi classificada

como sendo de transição entre as duas unidades anteriores, abrangendo grande parte do vale do rio São Francisco. Trata-se de um limite regional (Figura 4) que comporta em seu interior unidades sub-regionais em função da altitude, topografia e orientação geral dos interflúvios das principais bacias hidrográficas da região.

No interior da unidade I podem-se distinguir três unidades em área planáltica, nos topos dos principais interflúvios da região, o (IA) Planalto central (centro-norte), (IB) Interflúvio da Bacia Platina - São Francisco (sul) e (IC) na Serra do Espinhaço, e três em área deprimidas nos vales dos rios (ID) Araguaia-Tocantins, (IE) Bacia Platina e (IF) Trecho Sul da Bacia do São Francisco e vale do rio Paracatu na margem esquerda desse rio.

Figura 4 – Unidades climáticas na região de Unaí-MG.



A unidade II marca a transição entre as unidades anteriores sendo influenciada pelas características do relevo deprimido do vale do rio São Francisco. Apoiando-se na proposta de Nimer (1989) essa unidade está fora do semiárido, que começaria próximo aos limites com o município de Januária (considerando estritamente a área de estudo em foco), mas, ao mesmo tempo, diferenciando-se das áreas elevadas do planalto central, Espinhaço e bacia platina, em função das características topográficas, com totais de chuva superiores aos da unidade de semiárido entre as isoietas de 800 mm e 1000 mm. Deve-se atentar para o fato de que não é exatamente o valor da isoietas que define essa unidade, mas a situação topográfica. O valor dessas

isoietas foi utilizado, pois ajusta-se à topografia. A baixa altitude condiciona valores menos elevados de chuva, em função do movimento descendente do ar (efeito de compressão seguido de aquecimento adiabático), e valores de temperatura mais elevados, distanciando o ar da saturação. Outro efeito associado a essa condição do relevo refere-se ao relativo confinamento do ar em relação à circulação secundária (massas de ar). Uma área mais elevada não é mais fria apenas por ser mais elevada, mas a posição de topo e, portanto, de exposição à circulação secundária, constitui-se em fator adicional de remoção de calor do ambiente, da mesma forma que uma área deprimida pode condicionar o movimento do ar dando origem a processos influenciados pelo relevo (ventos anabáticos e catabáticos).

A unidade III é a mesma definida por Nimer (1989), Tropical Quente Semiárido, na sua forma mais branda. As formas médias e fortes não estão presentes no Sudeste segundo esse mesmo autor. Em Januária, por exemplo, no limite sul dessa unidade, chove em média 826,5 mm para o período de 1961-1990, valor acima do semiárido típico. E o ritmo também é diferenciado como mostra Silva et al. (2017). Como mostram os autores, embora guarde estreita relação com esse domínio considerando, por exemplo, o número de meses classificados como seco (35% em Januária; 29,6% em Belo Horizonte; 25,3% em Sete Lagoas), a distribuição das chuvas segue o ritmo sazonal do cerrado. Tanto a unidade II quanto a unidade III, as temperaturas mais elevadas, em consonância às massas de ar que atuam na região, acentuam a retirada hídrica do solo, reduzindo as chuvas e atrasando sua reposição comparativamente às outras regiões, intensificando o déficit hídrico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na pesquisa de Tarifa (2002), a partir de levantamentos na área natural dos maciços litorâneos da Juréia-Itatins (litoral sul do estado de São Paulo), o autor identifica conexão entre diferentes ritmos na variação da temperatura do ar e distribuição das chuvas, ou seja, a relação com fatores mesoescalares (ligados à dinâmica das massas de ar) e microescalares (relevo e vegetação). A imposição de sistemas de mesoescala (ação dos sistemas frontais, por exemplo) neutraliza a organização de sistemas climáticos em microescala. Variações mínimas de temperatura do solo (1,0°C a 2,0°C) e no conteúdo de vapor do ar (evaporação de 1,2 mm em vários e sucessivos dias) no interior da mata alta da planície aluvional confirmam o forte controle microclimático exercido pela vegetação e conservação da umidade oceânica advectada pelas massas de ar.

Em outras palavras, retomando o trecho acima da obra do autor citado, há conexão e alternância entre os ritmos ditados por diferentes fatores (em escalas diferentes, inclusive). E isso

ocorre em qualquer situação. Não se trata apenas de delimitar unidades espaciais com base na resposta do valor do atributo climático ou outro dado colhido em superfície, sem explorar as relações de causa, ou seja, dos fatores que desencadearam a variação do dado colhido em superfície e os efeitos produzidos no ambiente. Por outras palavras, a delimitação das unidades climáticas deve avançar no sentido de elucidar a gênese (insumo energético), dinâmica dos componentes do sistema climático (transformação da energia pelos fatores ou controles dinâmicos e de superfície e variação-resposta dos elementos do clima) e efeitos sobre o espaço ou impactos ambientais, do qual o próprio clima configura como um dos resultados.

Outro aspecto importante refere-se à relação entre as potencialidades econômicas da região e as características do ambiente. Apesar dos valores de chuva se encontrar entre os menores do estado de Minas Gerais e da condição geral de déficit hídrico, fato, inclusive, que justifica a inserção da área de estudo no interior do limite legal do semiárido brasileiro, esse fator por si só não justifica o relativo atraso econômico da região. No estado da Califórnia nos Estados Unidos da América chove menos do que na área nuclear do semiárido nordestino do Brasil, ou seja, toda a área encontra-se no limite entre clima árido e semiárido e, no entanto, é o estado mais rico e maior produtor agrícola daquele país.

É comum no discurso político brasileiro a relação entre catástrofes e meio ambiente, como se o desenvolvimento social e econômico dependesse exclusivamente das condições ambientais ou da “boa vontade” da natureza. As tragédias associadas aos episódios de enchentes e escorregamentos de solo no vale Itajaí-Açu em Santa Catarina em novembro de 2008 com aproximadamente 200 mortes e das mais de 900 mortes na região serrana do estado do Rio de Janeiro no verão de 2010-2011. Nas duas ocasiões o discurso das mudanças climáticas como causa dos desastres esteve presente, embora se trate quase que exclusivamente de falta de planejamento urbano-territorial.

Nesse sentido, retomando o objetivo deste artigo, a produção de conhecimento que, no caso deste artigo, caminha na direção da produção de um diagnóstico, é fundamental antes de qualquer tomada de decisão. E o mesmo cabe quando da investidura de certos cargos no âmbito das prefeituras municipais, notadamente aqueles ligados ao meio-ambiente, ou seja, se a resolução do problema não é fácil, torna-se ainda mais difícil na ausência de profissionais competentes.

REFERÊNCIAS

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

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. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. Curitiba: Editora CRV, 2016.

CAVALCANTI, I. F. A.; AMBRIZZI, T. Teleconexões e suas influências no 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. 317-335.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

DREW, D. **Processos interativos: homem-meio ambiente**. 2a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

GAN, M.; RODRIGUES, L. R.; RAO, V. B. Monção da América do Sul. 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. 297-316.

GEORGE, P. **Os métodos da geografia**. São Paulo: Difel, 1972.

IBGE. **Mapa de climas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE; 2002. Escala 1:5.000.000.

IBGE. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Escala 1:5.000.000.

IBGE-SIDRA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática: produção agrícola municipal (PAM)**. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 18 mar. 2018.

JARDIM, C. H. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas**. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia – Instituto de Geociências - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

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. Aspectos Multiescalares e Sistêmicos da Análise Climatológica. **Geografias**, Belo Horizonte, Edição Especial - III Seminário de Geografia Reflexões sobre o III Seminário de Geografia (III SEGEO), p.40-52, 2015.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo, 1973.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Cima Urbano**. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

MONTEIRO, C. A. F. **O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo: problemas e perspectivas**. São Paulo: Instituto de Geografia/Universidade de São Paulo, 1976.

- 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. O estudo geográfico do clima. **Cadernos Geográficos**, Florianópolis, n.1, 1999.
- MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.
- 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.
- PERIN, E. B.; VIANNA, L. F. N.; RICCE, W. S.; MASSIGNAM, A. M.; PANDOLFO, C. Interpolação das variáveis climáticas temperatura do ar e precipitação: revisão dos métodos eficientes. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 40, n. 1, p. 269-289, 2015.
- RIBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, p.185-204, 2010.
- SEDIYAMA, G.C.; MELO JÚNIOR, J.C.F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.6, n.1, p.57-61, 1998.
- SILVA, M. R.; MOURA, F. P.; JARDIM, C. H. O diagrama de caixa (Box Plot) aplicado à análise da distribuição temporal das chuvas em Janaína, Belo Horizonte e Sete Lagoas, Minas Gerais-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, p. 23-40, 2017.
- SILVA, A. A. F.; JARDIM, C. H. Proposta preliminar de compartimentação do clima em Unaí, noroeste do estado de Minas Gerais. In: I Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e XXXIV Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, 2018, Londrina-PR. **Anais** (on-line). Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, 2018. Disponível em: <<http://www.anais.uel.br/portal/index.php/sinagget/article/view/416/335>> Acesso: 29/04/2019.
- TARIFA, J. R. Alterações climáticas resultantes da ocupação agrícola no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 15-27, 1994.
- TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas “naturais”. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Orgs.) **Os climas na cidade de São Paulo**: teoria e prática. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001a. Cap. 2. p. 34-46. (Geosp - Coleção Novos Caminhos, 4).
- TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas urbanos. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Orgs.) **Os climas na cidade de São Paulo**: teoria e prática. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001b. Cap. 3. p. 47-70. (Geosp - Coleção Novos Caminhos, 4).

TARIFA, J. R. **Os climas nos maciços litorâneos da Juréia-Itatins**: um ensaio de ritmanálise. Tese (Livre Docência). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

USGS. **Earth explorer**. Disponível em: <[ww.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov)> Acesso em: 18 jan. 2018