

## PROPOSTA PRELIMINAR DE COMPARTIMENTAÇÃO DO CLIMA EM UNAI, NOROESTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Aion Angelu Ferraz Silva<sup>1</sup>; Carlos Henrique Jardim<sup>2</sup>

---

**Resumo:** A identificação e a compreensão dos processos que organizam os componentes dos sistemas ambientais constitui-se em fator básico na delimitação de unidades de síntese (mapeamento das unidades de clima, de relevo, vegetação etc.). O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de compartimentação do clima para a região de Unai, noroeste do estado de Minas Gerais, considerando as variações dos atributos climáticos (principalmente chuva e temperatura do ar) em interação com a dinâmica das massas de ar e relevo (topografia). O documento produzido tem a finalidade de suprir algumas lacunas na caracterização do clima dessa região quanto aos mecanismos e processos atuantes e compreensão da variabilidade de seus elementos.

**Palavras-Chave:** atributos climáticos, massas de ar, unidades.

---

### INTRODUÇÃO

A identificação dos componentes ambientais e de padrões que regem sua organização temporal e espacial constitui-se em premissa básica de qualquer estudo geográfico-ambiental. A sequência de indagações “O quê? Por quê? Onde e quando? Como aconteceu e no que resultará em termos de efeitos?” praticamente insere um norte nas diferentes modalidades de pesquisa cuja resposta, mesmo diante da aparente simplicidade das questões, pode implicar num exercício de reflexão extremamente difícil diante da complexidade do objeto.

A compartimentação do espaço, agrupando componentes por critério de semelhança ou relativa homogeneidade, tem por finalidade a identificação de padrões e detecção de processos, ligando causa (gênese ou origem do evento/fenômeno) e efeito (consequência ou resultado), proporcionando uma visão mais aproximada da realidade do objeto de estudo a partir de enfoque sistêmico. A aparente relação revelada por critérios de homogeneidade pode indicar relações genéticas e processuais. Exemplo elucidativo disso são os canais de percepção do clima discutidos por Monteiro (1975; 2003) para os estudos de clima urbano, aonde o autor, basicamente, 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 aproveitamento dos efeitos considerados positivos (captação de água de chuva, ventilação e iluminação natural etc.). Interessante notar que cada um dos subsistemas (termodinâmico, físico-químico e hidro-meteorológico) possuem fontes, componentes e efeitos sobre o ambiente de modo diferenciado, exigindo uma apreciação particular de cada situação, em termos, inclusive, de adoção de procedimentos metodológicos no desenvolvimento de pesquisas.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Geografia, IGC/UFMG, aion.silva@ifmg.edu.br

<sup>2</sup> Professor Associado, Depto. Geografia IGC/UFMG, dxhenrique@gmail.com

Os diferentes padrões de encadeamento dessas relações têm o potencial de se constituir em critério para individualização de unidades. As unidades de clima no Brasil definidas por Nimer (1989) apontam para esse aspecto ao relacionar critérios genéticos (dinâmica das massas de ar) com a variação dos elementos climáticos para particularizar cada região do país. De forma ainda mais ousada, a definição dos domínios morfoclimáticos no Brasil (AB'SÁBER, 2003) também exhibe critérios semelhantes na delimitação das unidades ao relacionar a gênese e dinâmica de interação entre os componentes e processos climáticos, geomorfológicos, geológicos, pedogenéticos e biogeográficos.

Drew (1989) também propõe esboço semelhante de abordagem do objeto de estudo ao identificar para os diferentes biomas as transferências e acúmulo de matéria e energia, possibilitando compreender 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 de hierarquia, para Monteiro (1999), são acompanhadas de mudanças qualitativas e 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 do sistema 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 energética (insumo) no sistema até os desdobramentos em termos de 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 do continente 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 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, posteriormente, com frio leve ou moderado no centro-sul do estado de Minas Gerais.

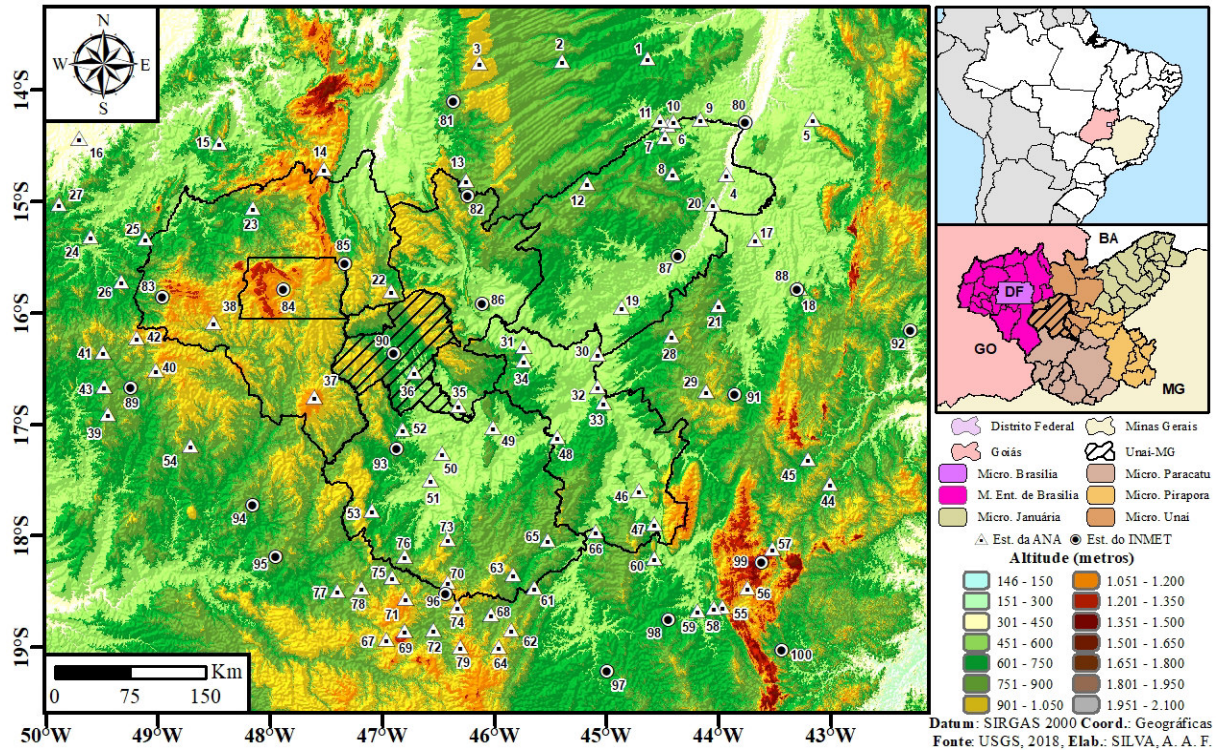
As modificações experimentadas pelos fatores e elementos climáticos integrados à diversidade de espaços terrestres assumem características próprias em cada momento (tempo cronológico), adicionando componentes dinâmicos na organização das unidades.

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 Unai, noroeste do estado de Minas Gerais. Embora haja algumas propostas em escalas regionais para o Brasil e o Sudeste ou o estado de 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 nessa região, relacionando a variação dos atributos climáticos com aspectos genéticos da circulação das massas de ar e fatores em superfície (topografia).

A área de estudo situa-se o município de Unai e a região encontra-se na divisa com os estados 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 (IBGE, 2006). As altitudes variam desde patamares superiores a 1.700m e depressões de origens cristalina e sedimentar abaixo de 400m. Localiza-se no alto curso de três importantes bacias hidrográficas (Paraná, Tocantins-Araguaia e São Francisco), possuindo drenagens perenes e intermitentes cujas vazões variam 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 de localização da área de estudo e das estações pluviométricas/meteorológicas.

De acordo com Nimer (1989) o clima nessa região corresponde ao tipo Tropical Quente Semi-Úmido (4 a 5 meses secos) na porção centro-oeste, 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 Semi-Árido (a partir de 6 meses de seca), correspondente à semi-aridez branda ou de transição, o que permite inferir gradativa variação entre os tipos climáticos.

Deve-se destacar que a área de estudo abriga um dos principais centros agrícolas de cultivo de soja do país. O município de Unaí, 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 (IBGE-SIDRA, 2018).

## MATERIAIS E MÉTODOS

As etapas de desenvolvimento desta pesquisa seguiu o seguinte roteiro: (1) obtenção e seleção dos dados (altimetria, temperatura do ar – máxima, média compensada e mínima – 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; (4) elaboração do documento cartográfico final (carta de unidades climáticas).



Em relação ao item 1, os dados altimétricos da área de estudo foram adquiridos através do programa SRTM (USGS, 2018) e os dados meteorológicos (precipitação e temperatura) foram obtidos de 22 estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) e 100 postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), entre os anos 1995/1996 e 2014/2015. A escolha e definição dos dados meteorológicos considerou a consistência (pouca ou nenhuma falha), o período de sobreposição temporal dos dados e a relevância espacial de cada estação no contexto regional.

Nos casos em que houve necessidade de correções dos dados meteorológicos mensais, foram aplicados as seguintes técnicas: para temperatura 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; MELO JUNIOR, 1998); para precipitação empregou-se a técnica de Regressão Linear Múltipla, definindo como variáveis independentes os dados de, no mínimo, três estações meteorológicas e/ou pluviométricas mais próximas (deveriam possuir dados completos para o mês que necessitava ser corrigido, altitude próxima e correlação de pelo menos 0,6) e, como variável dependente, os dados mensais completos da estação que estava sendo corrigida (OLIVEIRA, 2010). As informações do balanço hídrico e dos índices de aridez, umidade e hídrico foram calculados através da metodologia preconizada por Thornthwaite e Mather (1955).

A interpolação dos dados meteorológicos e de balanço hídrico 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

Invariavelmente a altitude, a topografia (posição na vertente de topo, encosta e fundo de vale) e a orientação dos principais interflúvios se colocam como importantes fatores de organização do clima, imprimindo modificações na dinâmica de atuação das massas de ar e seu desdobramento em circulação local.

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 (1.700m e 400m). Valores de cotas altimétricas mais recorrentes, entre 500m e 1000m 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 500m de altitude poderia ser  $28,5^{\circ}\text{C}$  e numa área a 1.000m esse valor seria de  $25,2^{\circ}\text{C}$ . Isso pode ser constatado pelas diferenças de temperatura entre as estações meteorológicas de Diamantina (Est. 121, com 1.296m) e Brasília (Est. 105, com 1.159m) em contraposição às estações com altitude mais baixas e temperaturas mais elevadas na estação em Carinhanha (Est. 110, com 450m).

Essa diferença de temperatura pode ser amplificada ou atenuada em função da estação do ano. No verão, quando o ar está mais úmido decorrente do transporte advectivo de umidade do oceano e maior conversão de calor sensível em latente, 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  $1,0^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ). Ainda podem ocorrer situações de inversão

térmica em áreas de fundo de vale, com o escoamento de ar frio (vento catabático) e redução dos valores de temperatura em áreas deprimidas no período noturno. No período diurno nas áreas deprimidas, dado ao relativo confinamento do ar pelo relevo, pode desencadear a formação de ventos anabáticos (ar ascendentes, acompanhando a vertente) acompanhada de elevação geral da temperatura do ar.

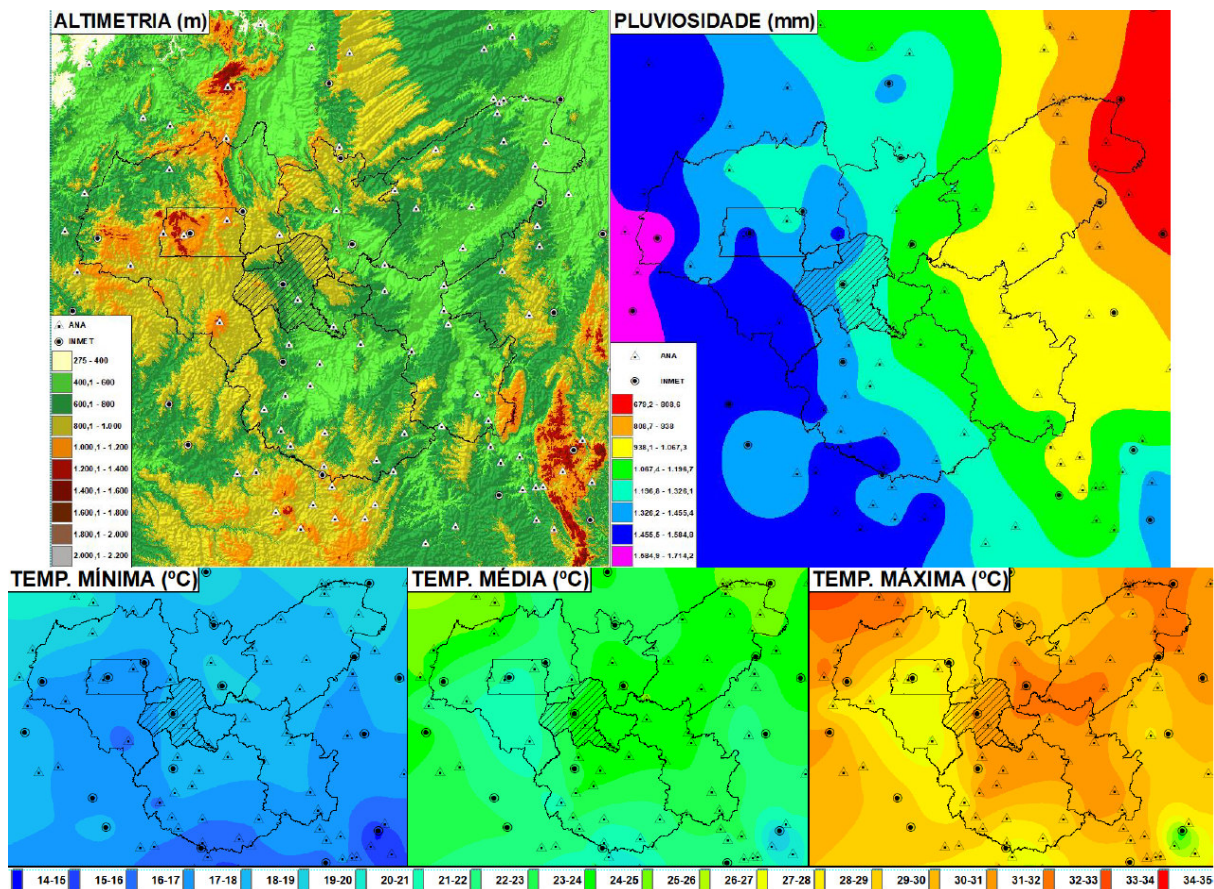
A altitude constitui-se num fator sazonal favorecendo a pluviosidade durante todo o ano, já que induz ao aumento da turbulência do ar, intensificando o movimento vertical do ar, seguida de diminuição da temperatura por resfriamento adiabático (descompressão ou expansão mecânica do ar) e formação de nuvens. As áreas deprimidas, principalmente aquelas situadas imediatamente no reverso de áreas planálticas, 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 do ar que proporciona acréscimo da temperatura e aumenta, também, a capacidade da parcela de ar conter vapor d'água, distanciando-se da saturação e, conseqüentemente, 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/intertropical), cujas massas de ar que aí tem origem e atuam com predominância ao longo ano advectam calor e umidade de uma região tropical para outra região tropical, favorecendo baixas amplitudes térmicas e elevada temperatura o ano inteiro (a média anual em Unaí é de 24,3°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°C e a média das máximas entre 28-32°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 entre 1995/1996 e 2014/2015.



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, podendo ser identificado como regime de monção (GAN et al., 2009). As isoietas mais recorrentes na região indicam que os totais médios anuais de chuva variam entre 800mm e 1.500 mm (Figura 2).

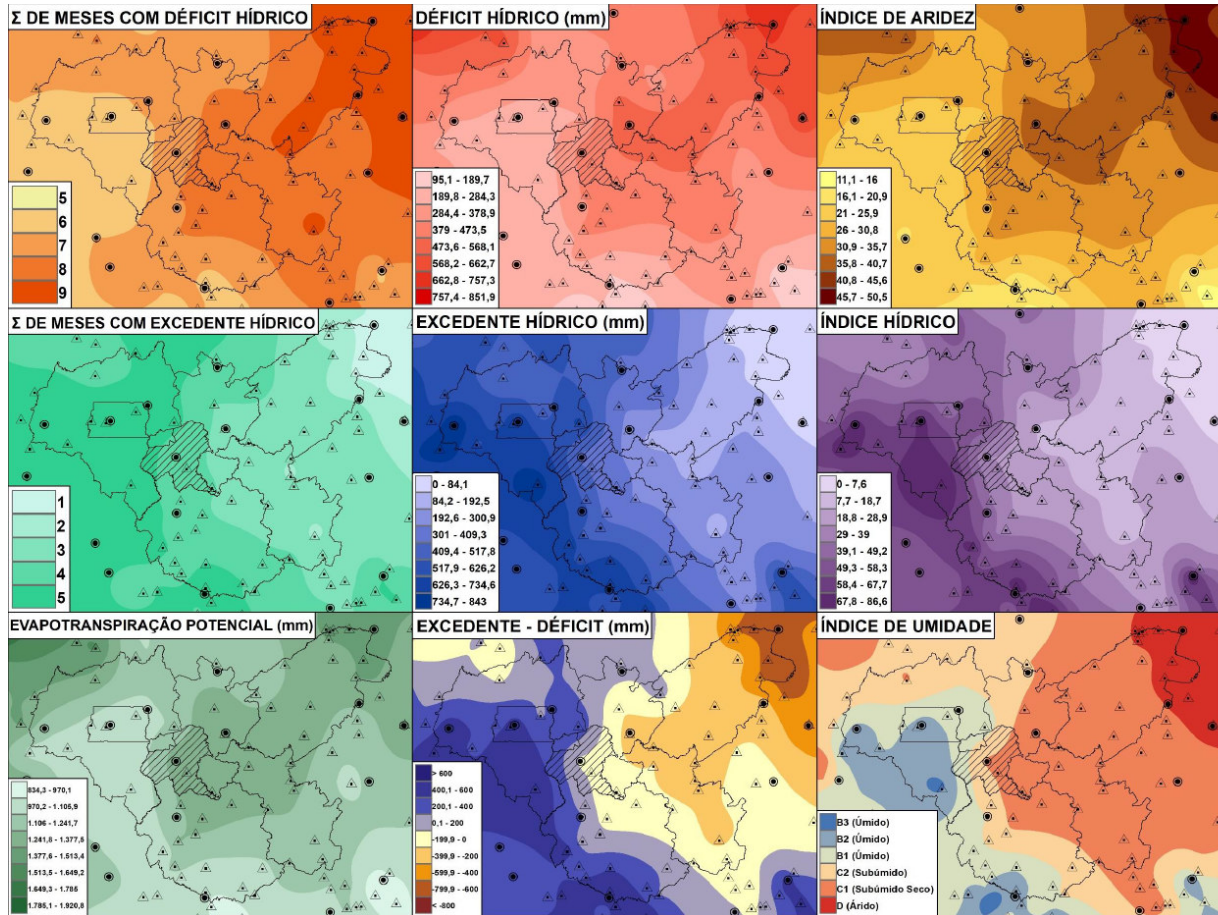
Em paralelo às chuvas, alguns aspectos do balanço hídrico (Figura 3) auxiliam na compreensão da dinâmica da água no ambiente, constituindo-se em importante referência na agricultura, ao apontar o comportamento relativo da dinâmica de entrada (pluviosidade) e saída (evapotranspiração) de água do solo,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

No caso da área de estudo, como pode ser verificado, o excedente é maior a oeste e menor a leste-nordeste da área de estudo, 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 em diagonal SE-NW da distribuição das chuvas (Figura 2) e dos índices ligados ao balanço hídrico que é a resultante do contato dos fluxos tropicais e extratropicais. O elevado gradiente de pressão entre os trópicos e a região sub-polar (norte-sul) e a deflexão de Coriolis nas latitudes onde se formam os ventos de oeste (oeste-leste), produzem como resultante a diagonal de avanço das



frentes frias das latitudes mais elevadas em direção as latitudes mais baixas. Na área de estudo é mais comum chegar as perturbações associadas às frentes frias, e não propriamente as frentes frias, associada à presença das Linhas de Instabilidades e ZCOU/ZCAS.

**Figura 3** – Aspectos do balanço hídrico para o período entre 1995/1996 e 2014/2015.



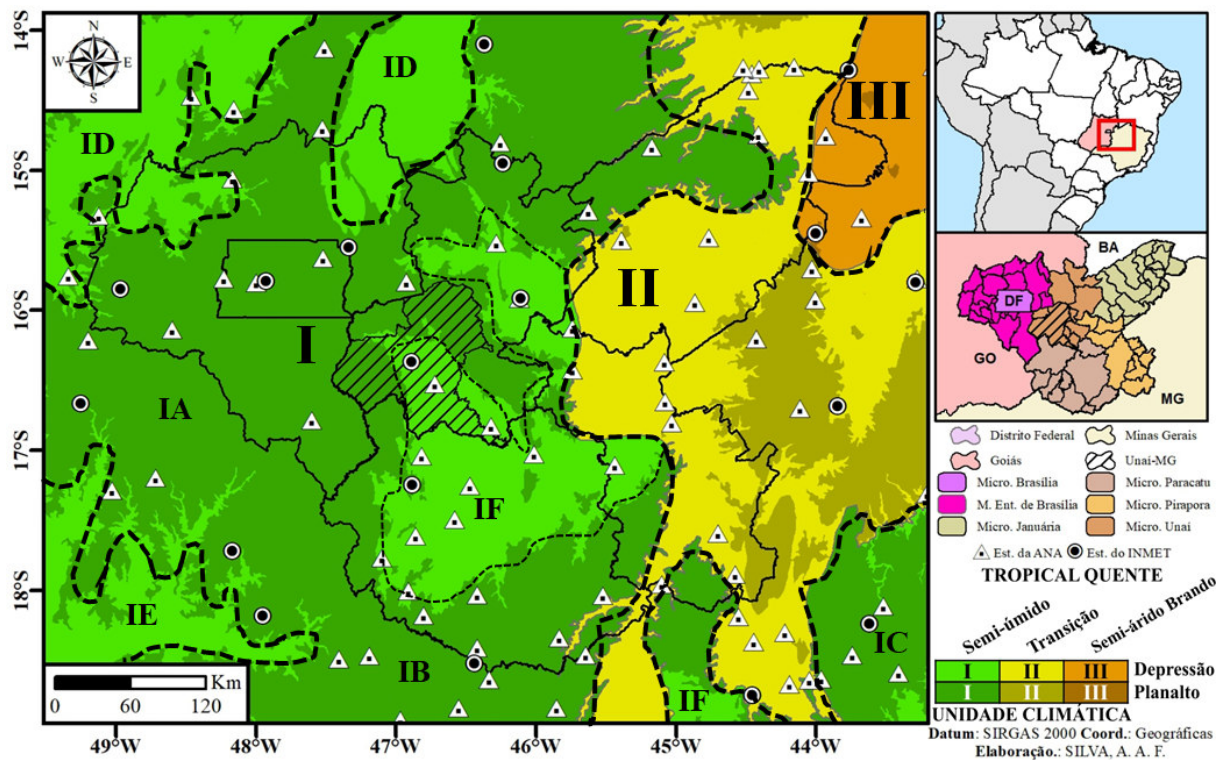
Fonte: Elaborado pelos autores.

As variações de temperatura também estão relacionadas com a reposição de água no solo. Os menores valores de temperatura aproximam o ar da saturação que, no neste caso, ocorrem nas áreas mais elevadas em altitude, principalmente em Brasília e Diamantina, com início da estação chuvosa em outubro, Unai 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 para agricultura. O caso de Carinhanha merece destaque, pois as médias de baixa pluviosidade somada às altas temperaturas reforçam o déficit hídrico.

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 dinâmicas, associados à atuação das massas de ar e de superfície, principalmente o relevo, produzindo ritmos de variação dos atributos climáticos heterogêneos no espaço geográfico. Um desses aspectos, relativo ao padrão de distribuição das isotermas e isoietas (Figura 2), mostra distribuição variável das chuvas

indicando a transição do regime (I) Tropical Semi-Úmido do Brasil Central e Sudeste para o (III) Tropical Semi-Árido 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.

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



No interior da unidade I pode-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.

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 a partir de Januária, mas ao mesmo tempo diferencia-se das áreas elevadas do planalto central, Espinhaço e bacia platina, em função das características topográficas e, ao mesmo tempo, com totais de chuva superiores aos da unidade de semiárido, entre as isoietas de 800mm e 1000mm. Deve-se tentar para o fato de que não é o valor da

isoieta 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 temperaturas mais altas, distanciando o ar da saturação. Outro efeito associado a essa condição do relevo refere-se ao maior 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 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 Semi-Árido, 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). Embora guarde estreita relação com esse domínio dado, por exemplo, pelo 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 1,2mm 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.

Na verdade, retomando o trecho acima da obra do referido autor, 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.

## REFERÊNCIAS

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

ANA. **Hidroweb**: sistema de informações hidrológicas. Disponível em: <[www.snirh.gov.br/hidroweb/](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/)> Acesso em: 18 jan. 2018.

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.

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](http://www.sidra.ibge.gov.br)> Acesso em: 18 mar. 2018.

INMET. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <[www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/](http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/)> Acesso em: 18 jan. 2018a.

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. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográfico de clima urbano no Brasil. **Geosul**, Florianópolis, n.9. 1990a. 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, 2002.
- 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.
- OLIVEIRA, L. F. C., et al. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 11, p.1186-1192, ago. 2010.
- 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.
- 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 Januária, Belo Horizonte e Sete Lagoas, Minas Gerais-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, p. 23-40, 2017.
- 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.

Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

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