

Climatologia da Bacia do Rio Doce e sua Relação com a Topografia Local

Fulvio Cupolillo

- 5º Distrito de Meteorologia – INMET – Doutor em Geografia

Magda Luzimar de Abreu

- Departamento de Geografia – UFMG – PhD em Meteorologia

Rubens Leite Vianello

- 5º Distrito de Meteorologia – INMET – Doutor em Meteorologia

Resumo

No presente trabalho foi analisado o padrão espacial e temporal da chuva na bacia do rio Doce, organizado de acordo com as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs), definidas pela Deliberação Normativa CERH-MG N° 06, de 04 de outubro de 2002. Em Minas Gerais estão representadas seis unidades (DO1 a DO6). Uma sétima região (DO7) foi estabelecida pelos autores para o Estado do Espírito Santo. A análise temporal foi calculada a partir das médias de precipitações decendiais para as sete regiões da bacia. Foram analisados dados de precipitação de cinquenta e dois postos pluviométricos, pertencentes à Agência Nacional de Águas (ANA), organizados de forma decendial. Observou-se um deslocamento do padrão pluviométrico no sentido de oeste para leste, ou seja, na porção ocidental da bacia, a estação chuvosa é mais longa e, a estação seca, mais curta, situação que se inverte para leste, com estação secas longas e, estações chuvosas, mais curtas. Observou-se a ocorrência do fenômeno veranico em todas as unidades, com maior intensidade na unidade litorânea, durante os decêndios de fevereiro.

Palavras-chave Bacia do Rio Doce; climatologia; veranico; topografia.

Abstract

In this paper, the spatial and temporal rain distribution pattern of the Rio Doce basin was analyzed, organized according to the Units of Planning and Management of Water Resources (UPGRHs), defined by Normative Deliberation CERH-MG No 06, October 4th 2002. Six units are represented in Minas Gerais state (from DO1 to DO6). The seventh region (DO7) was established by the authors for the state of Espírito Santo. The analysis was calculated from the average of decennial precipitations for the seven regions of the basin. Precipitation data from fifty-two rain collection stations were analyzed that belong to the Water National Agency (ANA) organized in decennial fashion. It was observed an evolution of the rain pattern from west to east, which means that, in the western portion of the basin, the rainy season is longer, and the dry season, shorter, situation that is the opposite for the east, with long dry seasons and shorter rainy seasons. The occurrence of the so called dry spells phenomenon was observed in all units, with greater intensity on the coast unit, during the ten day periods of February.

Key words Rio Doce basin; Climatology; dry spells; topography.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Meteorologia e a Agência Nacional de Águas pelos dados meteorológicos utilizados neste trabalho.

fulvio.cupolillo@inmet.gov.br

(magda@csr.ufmg.br)

rubens.vianello@inmet.gov.br

Introdução e Fundamentação Teórica

O clima de uma região é fator preponderante de influência na sociedade em atividades como: a agricultura, a produção de energia, o abastecimento de água, entre outras.

Ayoade (1996) considera que a interface entre o clima e a sociedade está relacionada à vulnerabilidade e à prevenção de impactos climáticos. Uma sociedade é mais vulnerável quando: mais sua atividade econômica depender dos fatores de produção sensíveis ao clima; maior for a variabilidade e a não dependência de certas variáveis climáticas essenciais, como a precipitação e a temperatura; mais baixo for a sua capacidade de reservar materiais para atender aos desabrigados, vítimas de catástrofes naturais; menos desenvolvida for a capacidade do seu sistema de transportes em deslocar suprimentos de áreas de excedentes para as áreas de *déficits*; menos preparada ela estiver para lidar com impactos climáticos adversos. A previsibilidade da sociedade para com os impactos climáticos torna-se eficiente quando há acúmulo, ou não, de estoques ou reservas de alimentos e outros materiais e capacidade de reserva, embutida no projeto de suas infra-estruturas, como o suprimento de água, energia elétrica, controle de recursos financeiros e materiais, tecnologia e transportes, com a qual possa combater os impactos climáticos.

Nimer (1989) afirma que o clima depende de fatores estáticos (condições físicas do planeta) e dinâmicos (a dinâmica da atmosfera) que definem suas características. Minas Gerais se destaca por apresentar grande diversidade de climas, em razão de ser uma região tropical de transição climática. A climatologia do Estado se origina de circulações globais, como as células de circulação atmosférica tropical, e os sistemas frontais (fatores dinâmicos) e de suas interações com a continentalidade tropical e a topografia regional (fatores estáticos), bastante acidentada.

A região leste do estado, área de estudo neste trabalho, limítrofe ao Estado do Espírito Santo, é composta das bacias dos rios Doce e Mucuri. A bacia do rio Doce, em termos econômicos, contribui com a produção mineral de mica, pedras coradas, calcário e minerais ferrosos. Na agricultura, destaca-se o cultivo de milho, feijão, café, mandioca, cana-de-açúcar, banana e arroz. Atividades industriais de destaque na região são: produção de minerais não-metálicos; produção de alimentos e bebidas; celulose e siderurgia. Há também destaque para o turismo. Salienta-se que a bacia do rio Doce, devido ao seu desenvolvimento urbano-industrial, a partir da década de 70, e o conseqüente aumento da demanda de energia elétrica, apresenta-se com o maior número de pequenas e médias barragens hidrelétricas (PCHs) em Minas Gerais. A partir de sua expansão regional, a população passou a obter serviços mais especializados, como o surgimento de novas instituições de ensino, hospitais, comércio, dentre outros, melhorando o seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Destacam-se como centros regionais urbanos, as cidades de Governador Valadares, Ipatinga, Caratinga, Aimorés, Ponte Nova e Manhuaçu. Por outro lado, o comportamento do clima define ações e reações da sociedade.

Fenômenos climáticos, conhecidos como “azares climáticos”, determinam procedimentos específicos da sociedade. Entre estes “azares climáticos”, comuns na bacia do rio Doce, destacam-se as geadas nas regiões serranas da Mantiqueira e do Caparaó, observadas em condições naturais de temperatura muito baixa. Este fenômeno pode ser ocasionado por radiação, relacionado ao resfriamento do ar próximo ao solo, e por advecção, através da penetração de sistemas frontais na região e do granizo que precipita das nuvens *cumulonimbus*, em conseqüência da entrada de sistemas frontais na primavera ou por processos convectivos, observados na primavera e verão. Os “azares climáticos” causam prejuízos às lavouras e às áreas urbanas.

A bacia do rio Doce, como o Estado de Minas Gerais, sofre a influência de estiagens relacionadas às secas sazonais, que se prolongam por quatro a seis meses, e de veranicos, caracterizados por pequenos períodos de *déficit* hídrico em plena estação chuvosa. Em todo o mês de janeiro de 2006, a bacia do rio Doce foi assolada por temperaturas anormalmente altas e um veranico de grande amplitude, acarretando prejuízos agrícolas e interrupção dos ciclos produtivos de várias culturas (VIANELLO *et al.*, 2006), em 2001 o Estado de Minas Gerais testemunhou o problema do apagão. Muitos autores, como Prates (1994), Cupolillo (1995), Paiva (1995), Silva Dias e Marengo (2002), consideram o veranico como um período de curta estiagem (cuja duração varia entre dez a vinte dias) durante a estação chuvosa, podendo mostrar seus efeitos negativos cerca de cinco dias após a última chuva, quando coincidir com a emergência ou a floração de várias espécies vegetais.

Para as regiões tropicais, o conceito de veranico gera algumas divergências, muitas vezes devido ao padrão das condições climática e geográfica, peculiar de cada região, a começar pelo que se considera um dia seco. Castro Neto e Vilella (1986) consideram como veranico os períodos de precipitação pluviométrica inferior a 3,0 mm. Outros autores, como Assad e Sano (1993), consideram inferior a 1,0 mm ou simplesmente zero. Silva *et. al* (1981) consideram períodos de sete dias com precipitação inferior a 5,0 mm. Já Barron *et. al* (2003), citados por Minuzzi (2003), conceberam o dia seco como aquele em que a precipitação é inferior a 0,85 mm, e veranico ao número de dias seguidos.

Os veranicos podem ser classificados baseando-se no grau de intensidade, frequência e tempo de duração. Quanto maior a intensidade, a frequência de ocorrência e a longevidade de dias consecutivos em que ocorre este fenômeno durante um período chuvoso, maiores os impactos negativos nas atividades humanas.

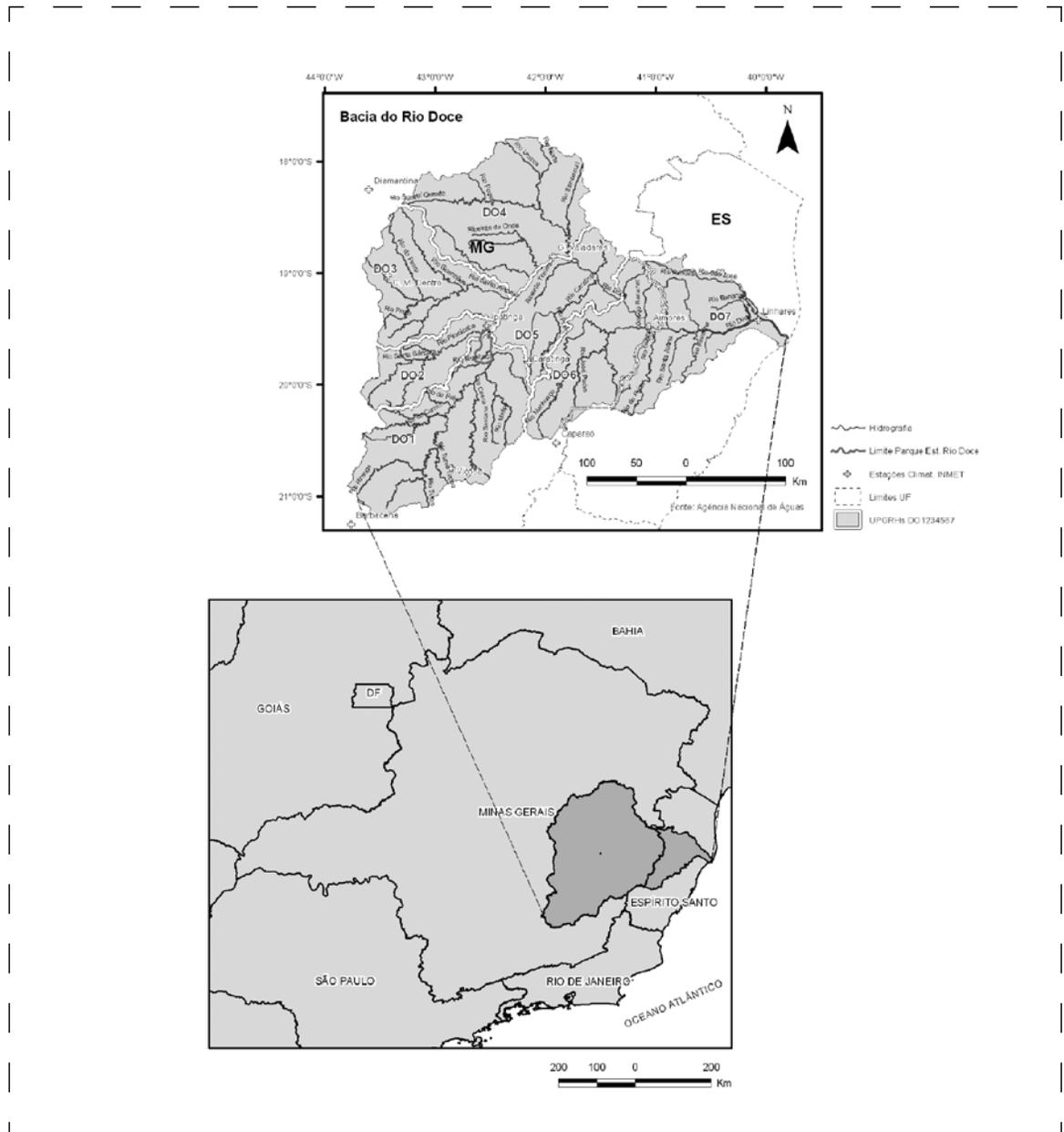
Segundo Strauch (1958), a ocupação humana do leste de Minas Gerais e no vale do rio Doce orientou-se em dois sentidos diversos e em épocas diferentes. Do planalto, e seguindo em direção ao litoral, corresponde o ciclo minerador. Do litoral, seguindo para o interior, a ocupação das terras agrícolas. Citando Prado Júnior (1953), o autor refere-se a esta região de Minas como “um povoamento que fora aí muito mais intenso e, sobretudo, organizou-se em bases sociais mais sólidas. Sendo por isso possível renovar e reconstituir, parcialmente pelo menos, o perdido setor de mineração com outros elementos de vitalidade: a pecuária e a agricultura.”

Segundo Lage *et. al* (2005), o Doce é um rio interestadual, com 875 Km, cuja nascente se localiza na Serra da Mantiqueira no município de Ressaquinha, Minas Gerais, a 1.200 metros de altitude acima do nível do mar. A região apresenta clima tropical de altitude com três subtipos: verões frios, nas altas elevações, brandos, nas altitudes médias, e quentes, nas áreas menos elevadas. Seus principais formadores são os rios: Xopotó, Piranga e Carmo. O rio recebe o nome de Doce no encontro dos rios Carmo e Piranga, abaixo da cidade de Ponte Nova, Minas Gerais, e sua foz, que se localiza no município de Regência, Espírito Santo. O rio constitui a bacia hidrográfica do rio Doce, com uma área de drenagem de 83.400 Km², sendo 86% desta área localizada em Minas Gerais e 14 % no Estado do Espírito Santo (FIG. 1). Os principais limites geográficos da bacia são: ao norte, as serras Negra e Aimorés; a oeste, a serra do Espinhaço; a sudoeste e ao sul, a serra da Mantiqueira; a sudeste, a serra do Caparaó; a leste o oceano Atlântico.

Abrangendo duzentos e trinta municípios na região leste de Minas Gerais e parte do Espírito Santo, a bacia do rio Doce tem sua economia baseada num mosaico de atividades: grandes projetos de mineração; silvicultura de eucaliptos; siderurgia de grande porte; geração de energia hidrelétrica;

exploração de pedras preciosas e semi-preciosas; pecuária de corte e leiteira; suinocultura; cana de açúcar; cafeicultura; além de atividades agrícolas de subsistência. Portanto, esta bacia não só desempenha um papel importante na economia mineira, mas também na brasileira.

FIGURA 1 Bacia do rio Doce.



Fonte: Cupolillo, 2008

Apesar dos vários avanços na questão ambiental da região, o rápido crescimento econômico e a melhoria da infra-estrutura foram acompanhados por significantes impactos ambientais, como o aumento acelerado e insustentável da demanda de recursos naturais, os altos índices de poluição atmosférica e hídrica e as perdas de solos, o que contribuiu para o assoreamento dos rios.

Guerra e Barbosa (1996) afirmam que o modelo de desenvolvimento econômico-regional imediatista implantado na bacia do Doce, principalmente a partir dos anos 70, levou a um alto grau de degradação ambiental, influenciando negativamente as complexas interações existentes na dinâmica sócio-ambiental. Entre as consequências desta degradação estão as enchentes urbanas que ocorrem em vários municípios, resultantes da interação entre as fortes chuvas de dezembro e janeiro, e o uso e ocupação irregular do solo pela população (Foto 1). A maior parte destes municípios ocupa de maneira desorganizada o espaço que por direito e de fato pertence aos rios, ou seja, suas planícies de inundação.

FOTO 1 **Enchente ocorrida pelo transbordamento do rio Caratinga na cidade de Caratinga - MG, em janeiro de 2003.**



Fonte: Jornal de Caratinga.

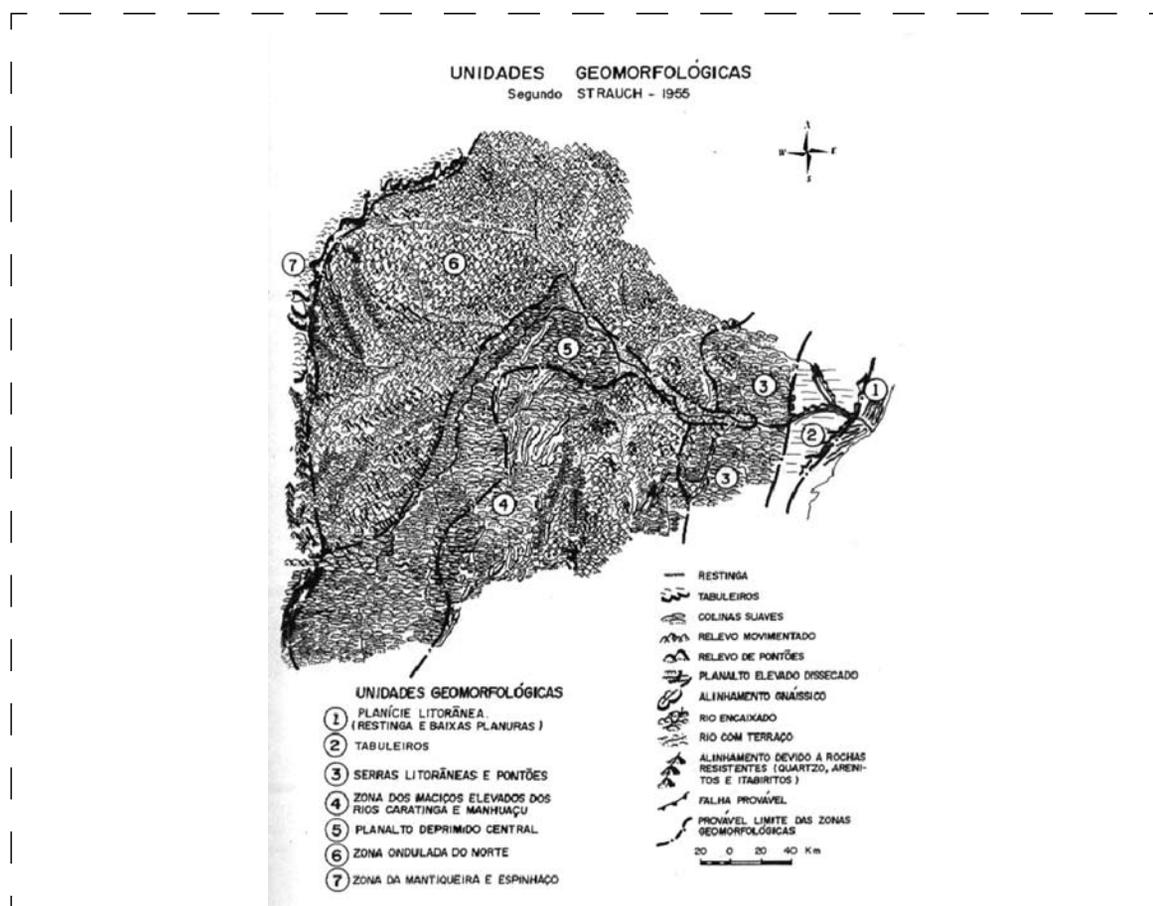
Desta forma, as populações destas cidades convivem com a expectativa, durante a estação chuvosa, da ocorrência de novas inundações, que acarretam enormes prejuízos materiais em todos os setores sócio-econômicos.

Considerações aos Aspectos Geomorfológicos

Apesar da caracterização apresentada anteriormente, cabe ressaltar que, do ponto de vista climático, três grandes compartimentos devem ser destacados. Tratam-se dos grandes marcos de transição topográfica existentes na bacia do rio Doce e que permitem a identificação de unidades espaciais de fácil delimitação (FIG. 2).

O primeiro deles é representado por um conjunto de terrenos de altitudes modestas ou ainda correlatas ao nível do mar. Neste compartimento, podem-se incluir os domínios da planície costeira e os tabuleiros que marcam a transição da primeira para os domínios colinosos. Neste compartimento topográfico, a característica adicional, fora as baixas altitudes, é a presença de uma superfície de baixa a nula rugosidade, fato influente no caminho das massas de ar que circulam por tal domínio.

FIGURA 2 Mapa geomorfológico da bacia do rio Doce.



Fonte: Strauch, 1955, organizado por Carla Juscélia de Oliveira Souza, 1995.

O segundo compartimento mostra-se um pouco mais complexo à medida que agrega em seu interior estruturas com evidentes diferenças em relação ao domínio espacial maior aqui considerado. Este compartimento pode ser considerado o mais amplo da bacia do rio Doce e se estende das imediações de sua foz até a base das serras que marcam o limite leste da mesma. Trata-se da vasta área dominada por feições do tipo “colinas meia-laranja”, que tipificam o domínio dos mares de morros. Trata-se de um domínio cujas altitudes crescem discretamente em direção a oeste e é provido de uma rugosidade evidente. Conforme destacado anteriormente, neste domínio encontram-se alojadas serras, algumas de dimensões mais pontuais, outras de abrangência regional, como o domínio Serrano do Caparaó. De forma geral, do ponto de vista da dinâmica climatológica, independentemente do contexto morfo genético que a caracteriza, tais aspectos devem influenciar no comportamento das massas de ar no contexto regional.

Por fim, deve-se destacar que o terceiro compartimento a ser evidenciado é representado por conjuntos de serras de influência continental, como as serras das Mantiqueira e Espinhaço, importantes fronteiras da ação de algumas massas de ar geradas no oceano Atlântico.

Aspectos Climáticos da Bacia do Rio Doce

A bacia, a exemplo do Estado de Minas Gerais (NIMER, 1989), é influenciada pelas massas de ar Tropical Atlântica (MTA), Polar Atlântica (MPA) e Equatorial Continental (MEC), caracterizada pelas correntes de oeste. A MEC atua na primavera e no verão causando altas temperaturas médias anuais, mínima e máxima. A região sofre influência da maritimidade, provocando temperaturas mais elevadas em Baixo Guandu, no Espírito Santo, e em Aimorés, Governador Valadares e na região do Vale do Aço (Timóteo, Coronel Fabriciano e Ipatinga), em Minas Gerais. No entanto, para toda bacia, a temperatura é mais amena no alto rio Doce. O regime pluvial apresenta dois períodos bem definidos: chuvoso, de outubro a março, e seco, de abril a setembro. Os mil e duzentos milímetros totais acumulados são distribuídos no período de outubro a março, sendo concentrados em dezembro, janeiro, fevereiro e março.

Em 1954, Strauch, através da classificação climática de William Köppen e com os dados fornecidos pelas estações da bacia, tornou possível classificar os tipos de clima dessa região com um maior nível de detalhe (FIG. 3). Denominou de clima tipo A aos que tivessem temperaturas médias no mês mais frio, superiores a 18°C e estabeleceu diferenças no padrão das chuvas. De tal forma que classificou de Af ao clima que tivesse chuvas uniformemente bem distribuídas, com um mínimo de 60 mm de chuva no mês mais seco; Am aos que tivessem um período seco correspondente ao inverno, porém compensado por um total de chuvas capaz de alimentar uma floresta tropical; e Aw aos que tivessem um período seco bem marcado.

Entretanto, Strauch argumentou que, em razão da diversidade topográfica na região, esta classificação deveria ser ajustada. A pouca exposição do relevo ao sul (mesmo a leste) não permite que as temperaturas do mês mais frio (abaixo de 18 °C) ocorram em cotas de altitude abaixo de 250 a 300 metros, a não ser excepcionalmente. As penetrações de ar frio do sul não são possíveis pela disposição do relevo. O limite médio de altitude para essa temperatura é de 300 metros aproximadamente, para a margem direita, e se eleva gradativamente para NW, pela margem esquerda.

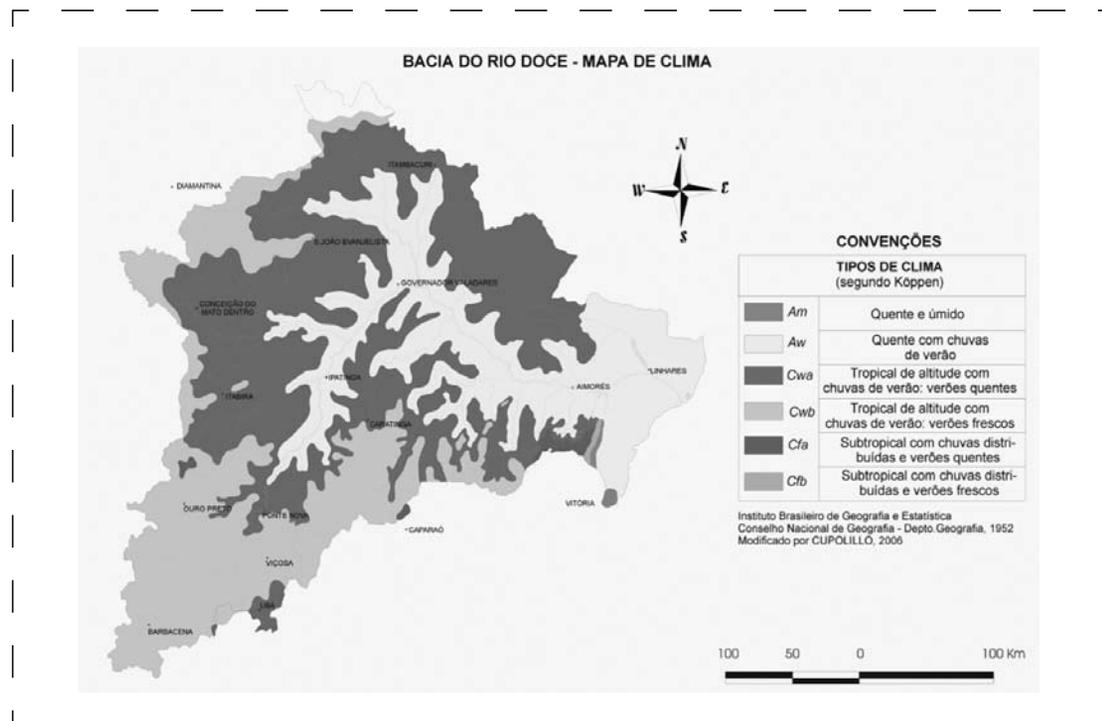
Chove relativamente pouco nesses fundos de vale, em torno de 1.000 a 1.200 mm, o que, aliado às temperaturas elevadas, gera um alto valor de evaporação. As chuvas do interior da bacia, de caráter predominantemente convectivo, concentram-se progressivamente para o interior no verão, aumentando relativamente a estação seca de inverno. As maiores altitudes do relevo – como zonas de condensação – são as mais favorecidas pelas chuvas.

Segundo Strauch (1955), tão logo aumentam as altitudes ao longo dos vales principais, caem as temperaturas médias de mês mais frio, e passa-se do grupo de climas de tipo A para o tipo C, chamados mesotérmicos – temperaturas médias de mês mais frio abaixo de 18 °C. Os climas do tipo C quanto às chuvas, podem ser úmidos (f) ou terem um período seco, no caso da bacia do rio Doce, é o inverno (w). Quanto às temperaturas, podem ser verões quentes (a) ou frescos (b) se a temperatura média do mês mais quente estiver acima ou abaixo de 22 °C.

Os valores das precipitações nas áreas de climas de tipo Cwa são maiores e ocorrem em torno de 1200 mm até alturas pluviométricas mais elevadas (Conceição, 1.732,9 mm), mas excepcionalmente. Os climas do tipo Cwb são amplamente distribuídos na parte sul da bacia, sobre planaltos florestais e úmidos. Seus verões brandos, com menos de 22°C de temperatura média, tornam essas áreas muito agradáveis e não são, geralmente, zonas muito sacrificadas pelas geadas no inverno, dadas as suas latitudes. As chuvas que correspondem a essas áreas são mais volumosas, geralmente acima de 1.300 mm ou mais, atingindo valores elevados.

Os climas mesotérmicos úmidos (Cfa e Cfb) são de ocorrência muito reduzida na bacia, restringindo-se aos planaltos do Espírito Santo e de seus limites com Minas Gerais, ao sul do rio Doce, onde ainda se sente um pouco da umidade litorânea e, mais escassamente, a penetração de ar frio

FIGURA 3 Classificação climática de W. Köppen para a bacia do rio Doce, segundo Strauch (1954) e modificada por Cupolillo e Luciana D’Albuquerque Ferreira (2006).



Fonte: Strauch, 1955, organizado por Carla Juscélia de Oliveira Souza, 1995.

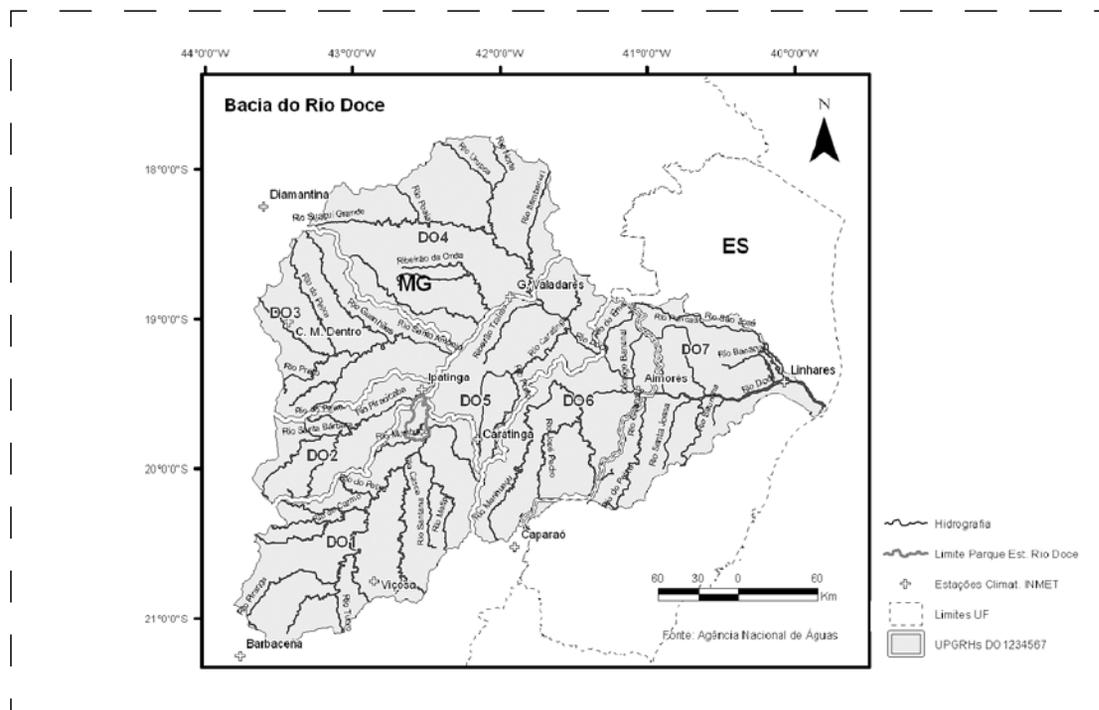
do sul. Passa-se obrigatoriamente de Cfa para Cfb, mas sem controle preciso de estações de referência. Fora essas ocorrências, restam apenas as do maciço do Caparaó, no limite Minas – Espírito Santo, e a zona do Caraça, ao norte de Ouro Preto. Essas zonas seriam verdadeiros condensadores de umidade em clima frio, com as suas áreas consideravelmente elevadas, acima de 1.700 metros de altitude. Acrescido esse efeito ao caráter já focalizado do tipo de chuvas de convecção durante os meses de verão, compreender-se-á que a essas maiores altitudes corresponderão a uma precipitação também grande e de taxa de umidade muito alta, em função de baixas temperaturas.

Neste trabalho objetiva-se entender a climatologia da bacia do rio Doce, caracterizando os comportamentos temporal e espacial nas estações chuvosa e seca, e diagnosticando o papel da topografia. Pretende-se também identificar a ocorrência de veranicos na região.

Metodologia

Os dados utilizados são os de pluviosidade (em cinquenta e dois postos) pertencentes à Agência Nacional das Águas (ANA). Eles abrangem um período de 30 anos (1973 a 2002) e foram tratados representando as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs - DO1 a DO6), definidas pela Deliberação Normativa CERH-MG N° 06, de 04 de outubro de 2002. A porção da bacia do rio Doce no Espírito Santo foi aqui denominada de DO7 como uma nova unidade de planejamento (FIG. 4).

FIGURA 4 Unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos de Minas Gerais.



Fonte: Cupolillo, 2008.

Para melhor entender a grande diversidade climática da bacia foram elaboradas séries históricas decendiais (médias de dez dias consecutivos de chuvas) totalizando três decêndios por mês e trinta e seis no ano. Nos meses que apresentam trinta e um dias, a média do 3º decêndio foi elaborada para onze dias e em fevereiro a média do 3º decêndio foi calculada para oito dias, exceto em anos bissextos quando a média considerou nove dias. O cálculo das séries decendiais por unidades de Planejamento utilizaram o método de interpolação do Inverso do Quadrado das Distâncias (Amorim, 2005).

O início e término das estações chuvosa e seca corresponderam ao primeiro decêndio de chuva em cada UPGRH que cruzou de forma ascendente a média do período outubro-abril (início da estação chuvosa) e o final da estação se refere à data em que a curva, descendente, cruza a mesma média. De forma análoga se definiu o início, término e duração da estação seca, referente ao período maio-setembro.

Resultados

Devido a sua extensão latitudinal e longitudinal, a bacia do rio Doce apresenta início e fim das estações chuvosa e seca em períodos diferentes, de acordo com cada Unidade de Planejamento. Foram comparadas nas sete Unidades (DOs), as médias decendiais de chuva anual e sazonal nos períodos indicados na literatura como seco (maio a setembro), e chuvoso (outubro a abril), respectivamente, para cada UPGRHs (Tabela 1).

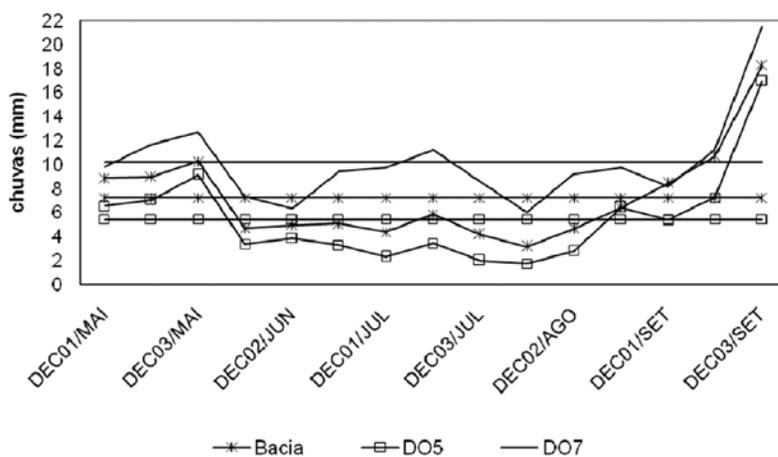
TABELA 4 Médias decendiais de chuvas (mm) por UPGRH

Área	Bacia	DO1	DO2	DO3	DO4	DO5	DO6	DO7
Anual (mm)	33	35	39	40	32	27	30	30
Chuvosa (mm)	52	54	61	64	50	43	47	45
Seca (mm)	7	8	7	7	6	5	7	10

Verifica-se que os maiores totais foram registrados na DO3 e os menores na DO5, anualmente e no período chuvoso. No período seco o maior total é observado na DO7 (região litorânea, no Espírito Santo), o menor também na DO5. A FIGURA 5 mostra as médias pluviométricas decendiais destas unidades na estação seca com totais entre 2 e 22 mm, caracterizando um período longo de estiagem. O primeiro decêndio de agosto é o mais seco em toda a bacia. A unidade DO7 é a mais úmida e a mais deprimida da bacia, indicando, como apontado por Cupolillo et. all. (2006), influência da região oceânica no regime de chuvas nesta estação do ano.

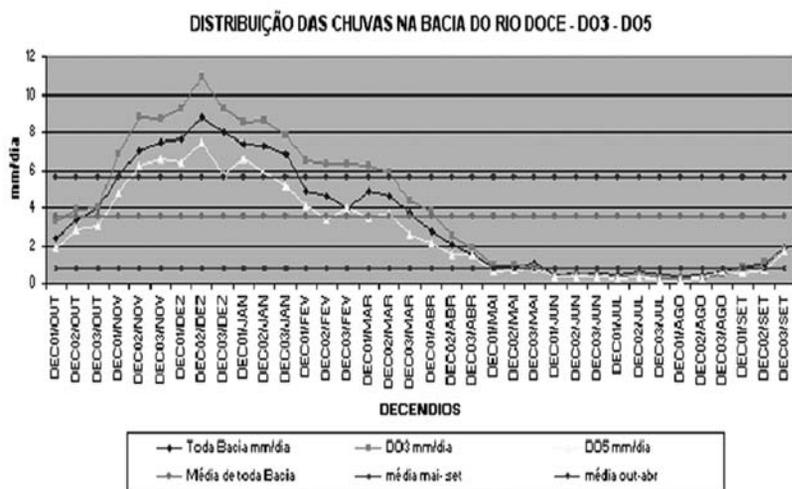
Na FIGURA 6 comparam-se as curvas decendiais anuais da Bacia e das UPGRH mais chuvosa (DO3) e mais seca (DO5). São apresentadas também as médias anual e dos períodos chuvoso e seco para toda a bacia. Objetiva-se definir o início e o término das estações chuvosa e seca para as unidades da bacia. A análise indica que a estação chuvosa, em toda a bacia, inicia-se em média a partir do 1º decêndio de novembro quando a média do período mais chuvoso é ultrapassada pela primeira vez e finaliza entre os decêndios 1º e 3º de fevereiro quando a curva registra os primeiros valores inferiores à média do período mais chuvoso. Define-se assim a estação chuvosa da bacia

FIGURA 5 Distribuição temporal da média decendial da precipitação na bacia do rio Doce – Bacia, UGRHS DO5 e DO7, estação seca.



Fonte: ANA

FIGURA 6 Distribuição temporal da média decendial, anual, da precipitação na bacia do rio Doce – UGRHS DO3 a DO5.

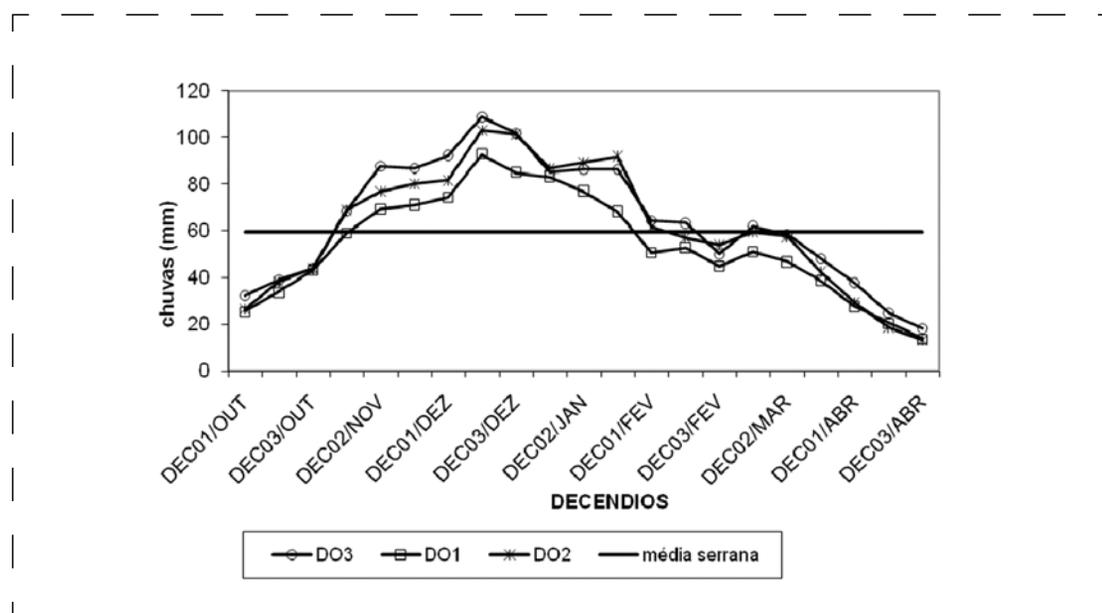


Fonte: ANA

iniciando a partir do 1º decêndio de novembro (toda a bacia e DO3, região serrana) e 2º decêndio de novembro (DO5, região central, depressiva) e finalizando a partir do 1º decêndio de fevereiro (toda bacia e região central, depressiva) e 3º de fevereiro (na região serrana). Assim a duração da estação chuvosa é de aproximadamente de três meses, a partir do qual inicia-se a transição para o período seco. Observa-se também que a estação chuvosa começa a oeste da bacia (DO3) e se expande para o leste (DO5).

A FIGURA 7 mostra o comportamento da estação chuvosa na região serrana. A unidade DO3 apresenta os maiores valores em toda a estação e superiores à média da bacia (60 mm). É importante destacar que esta região compõe a porção da bacia de relevo de maior expressão altimétrica (Cupolillo et. all., 2006). O domínio da Mantiqueira, que caracteriza a unidade DO1, apresenta-se como uma unidade de relevo mais contínua, diferentemente das serras do Quadrilátero Ferrífero, que se mostram como unidades estreitas e alongadas. Esta unidade apresenta os menores valores de chuva. As Unidades DO2 e DO3 compõem a porção do rio Doce que possui nascentes localizadas na região do conjunto das serras que formam a borda leste e sul do Quadrilátero Ferrífero. Ali se alojam as nascentes que compõem a bacia hidrográfica do rio Piracicaba, importante afluente do rio Doce pela margem esquerda. Este conjunto serrano também representa uma transição abrupta entre os domínios rebaixados do domínio colinoso do leste e sul de Minas, representando, assim, uma importante influência estrutural nas chuvas, tanto no volume como na distribuição, quando comparado com dados registrados nos domínios do oeste do Quadrilátero Ferrífero. Esta transição climática marca, também, a transição do

FIGURA 7 Distribuição temporal da média decencial da precipitação na bacia do rio Doce – UPGRHS DO1 a DO3, na estação chuvosa.

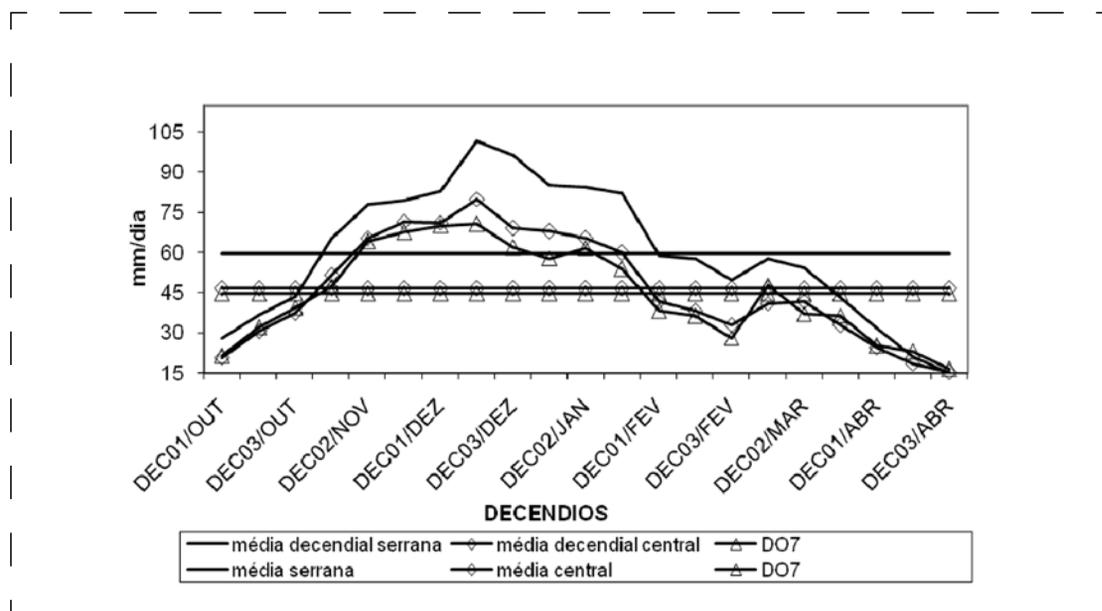


Fonte: ANA

bioma da floresta atlântica para as áreas savânicas da bacia do rio São Francisco, o que demonstra um indício de que o Espinhaço é um divisor climático (Cupolillo, 2008).

A partir do 1º decêndio de janeiro as precipitações diminuem e, no 3º decêndio de fevereiro, ocorre uma queda brusca da pluviosidade com valores inferiores a 52 mm, caracterizando o fenômeno “veranico” (Cupolillo et. all., 2006). Tal fenômeno independe das características topográficas, e está associado aos fenômenos de larga escala dos quais destaca-se a atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Este anticiclone, centrado no oceano atlântico, apresenta uma atmosfera estável em razão da subsidência a ele associado. Vianello et. all (2006) analisaram um evento de forte veranico em Minas Gerais em 2006 e constataram a importante contribuição do ASAS neste episódio que ocasionou impactos na agricultura mineira. Cupolillo (2008), afirma também, que concomitante ao ASAS, um bloqueio atmosférico ocasionado pelo mecanismo denominado de Cavado do Nordeste (CN), fortalece as características da subsidência do ar sobre a bacia, favorecendo a presença de um veranico climatológico nos decêndios de fevereiro. Em março as chuvas aumentam e a partir do 1º decêndio para a bacia e unidade DO3 e do 2º decêndio para DO5 as chuvas diminuem até o início da estiagem. A ruptura das chuvas mencionada anteriormente se inicia ao sul, na unidade DO1, a partir do 1º decêndio de janeiro, enquanto nas demais unidades ela se estabelece a partir do 3º decêndio de janeiro, indicando um movimento das chuvas de sul para o norte como constatado por Cupolillo (2008) e Cupolillo et. all. (2006).

FIGURA 8 Distribuição temporal da média decencial da precipitação nas regiões serrana, central e UPGRH DO7, na estação chuvosa.

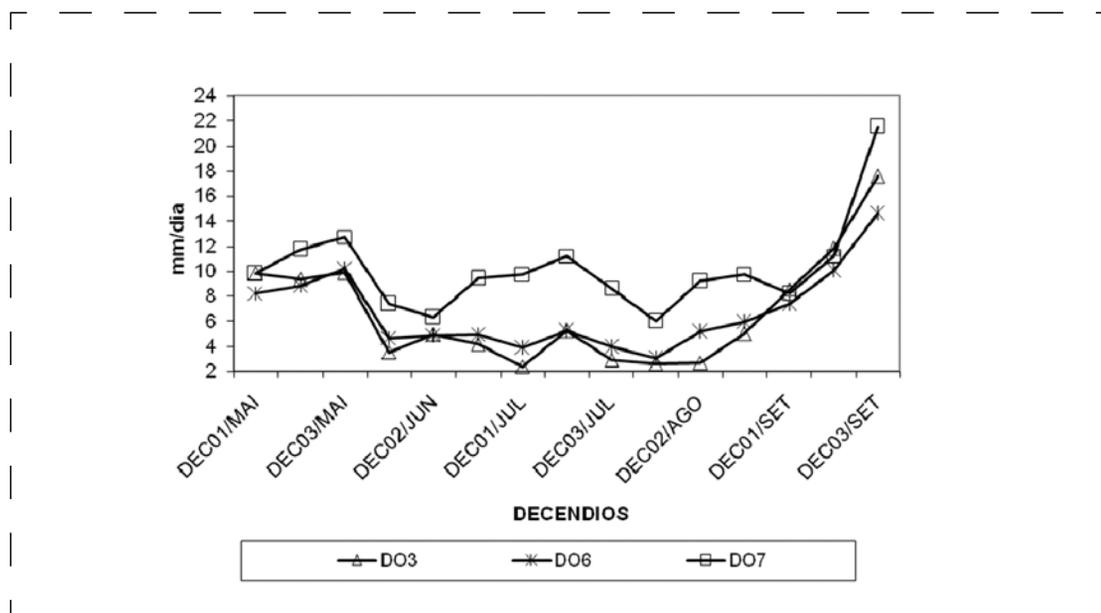


Fonte: ANA

A região central (DO4, DO5 e DO6 – média de 47 mm) na estação chuvosa apresenta a unidade DO5 com os menores valores de chuva (Tabela 1). Nesta região o veranico se apresenta mais intenso na região serrana uma vez que ele representa 71 % das chuvas médias desta área, enquanto na área serrana chove, no veranico, 83% do esperado (FIGURA 8). Finalmente a unidade DO7 se destaca pelo mais intenso veranico (60% das chuvas médias sazonais).

A análise da estação seca indica que na região serrana a unidade DO3 é a mais seca, enquanto que a DO5 é a mais seca da região central. Nesta área a unidade DO6, a mais setentrional da região central, tem maiores precipitações. Este padrão sugere a existência de uma descontinuidade espacial nas chuvas ocasionadas por mecanismos atmosféricos que induzem a subsidência do ar à superfície. Segundo Cupolillo (2008) a região setentrional da área serrana é afetada no inverno pelas frentes frias e a área central sofre influência da subsidência do ASAS, combinada com o relevo das terras mais baixas compostas por fundos de vale. A unidade DO7 se destaca apresentando maiores precipitações, sugerindo a influência da maritimidade. A FIGURA 9 apresenta as precipitações da estação seca para as unidades DO3, DO6 e DO7 que ilustram a discussão aqui apresentada.

FIGURA 9 Distribuição temporal da média decendial da precipitação nas regiões serrana, central e UPRH DO7, na estação seca.



Fonte: ANA

Conclusões

As chuvas na Bacia do Rio Doce se originam de fatores de larga escala (sistemas frontais, convecção tropical e a sua atuação conjunta), apresentando distribuição espacial que indica a influência da topografia local. Na estação chuvosa a área serrana é a que mais chove. As demais regiões apresentam menores totais de chuva sugerindo um enfraquecimento dos mecanismos dinâmicos na região central e a ação dos oceanos na área litorânea. O padrão temporal sugere que a estação chuvosa se inicia no oeste da bacia, onde predomina o relevo elevado. A ação marítima se faz mais evidente na estação seca, na unidade DO7, destacando-a como a unidade de planejamento que mais chove nesta época do ano. Dentro da estação chuvosa há um período de ruptura na precipitação que caracteriza o veranico, que é mais intenso na região litorânea.

Referências

- AMORIM, R. C. F. *Espacialização de variáveis meteorológicas em áreas de relevo ondulado na bacia do rio Doce*. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.
- ASSAD, E.D.; SANO, E.E. *Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura*. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1993. 274 p.
- CASTRO NETO, P.; VILELLA, E. A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 59-62, 1986.
- CUPOLILLO, F. *Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce*. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- CUPOLILLO, F.; ABREU, M. L.; CASTRO, F. V. F. Climatologia do Regime Pluviométrico na Bacia do Rio Doce. In: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, XIV, 2006, Florianópolis. *Anais*. Florianópolis, 2006.
- CUPOLILLO, F. *Períodos de estiagem durante a estação chuvosa no Estado de Minas Gerais: espacialização e aspectos dinâmicos relacionados*. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- GUERRA, C. B.; BARBOSA, F. A. R. *Programa de educação ambiental na bacia do rio Piracicaba*. Curso básico de formação de professores na área ambiental na bacia do rio Piracicaba. Belo Horizonte: FNMA/UFMG/ICB, 1996. 251 p.
- LAGE, M. R.; CUPOLILLO, F.; ABREU, M. L. Aspectos climáticos da bacia do rio Doce. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, XI, 2005, São Paulo.
- MINUZZI, R. B. A influência dos fenômenos El Niño e La Niña nos veranicos do Estado de Minas Gerais. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421p.
- PAIVA, M. P. *Determinação das datas de início e fim da estação chuvosa e da ocorrência de veranico na bacia do rio Doce*. 1997. 65 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- PRATES, J. E. *Controles associados à distribuição espacial de precipitação no verão em Minas Gerais: aspectos fisiográficos e meteorológicos*. 1994. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências Atmosféricas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

- SILVA DIAS, P. L.;
MARENGO, J. A. A.
Águas atmosféricas.
In: TUNDISI J. G.;
REBOUÇAS, A. C.;
BRAGA, B. *Águas doces no
Brasil: capital ecológico,
uso e conservação.*
C.E.M.; Hidrologia:
Ciência e Aplicação.
São Paulo: Escrituras
Editora, 2002. p. 703.
- SILVA, M. M. P.;
OLIVEIRA, N. F.;
CAVALCANTE, N.
B. Probabilidade de
ocorrência de dias
secos e chuvosos.
*Boletim Técnico do Instituto
Nacional de Meteorologia,*
Brasília, DF, v. 20, n.
146, p. 51-90, 1981
- STRAUCH, N. (Org)
A bacia do rio Doce.
Estudo Geográfico. Rio
de Janeiro: Fundação
Instituto Brasileiro de
Geografia Estatística,
1955, 199 p.
- STRAUCH, N. (Org);
*Zona metalúrgica de Minas
Gerais e vale do rio Doce.*
Rio de Janeiro: Conselho
Nacional de Geografia,
1955, 192 p.
- VIANELLO, R.
L.; ABREU, M. L.;
OLIVEIRA, P.;
GADELHA, A. A. L.
Veranico 2006 em Minas
Gerais: precedentes
meteorológicos e
impactos na agricultura.
In: In: CONGRESSO
BRASILEIRO DE
METEOROLOGIA, XIV,
2006, Florianópolis.
Anais. Florianópolis,
2006.