

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

Fulvio Cupolillo - 5º. Distrito de Meteorologia – INMET -
fulvio.cupolillo@inmet.gov.br

Magda Luzimar de Abreu - Departamento de Geografia – UFMG –
magda@csr.ufmg.br

Rubens Leite Vianello – 5º Distrito de Meteorologia – INMET –
rubens.vianello@inmet.gov.br

ABSTRACT

In this paper, the spatial and temporal rain distribution pattern of the Rio Doce basin was analysed. The hydro climatic diagnosis of the basin constitutes a reference to the planning of water resources, minimizing the effects of eventual climatic risks during the rainy and dry season on the Rio Doce basin. The study was developed using data derived from the Agência Nacional de Águas (ANA). The temporal analysis was calculated from decennial precipitation averages for six regions inside the basin, defined by the Minas Gerais State Government. A seventh region was established by the authors for the State of Espírito Santo. In this regional arrangement DO3 and DO5, correspond, respectively, to the most and less raining units of Doce. The analysis indicates the expansion of the dry season, mainly in the low and medium Rio Doce. An annual climatic evolution of the rain system in the basin, from west to east was observed, that is to say, the rain season in the west is longer and dry season is shorter, the opposite occurring to the east, where the rainy season is shorter and the dry season is longer. Dry spells during the rainy season were observed in February.

Key-words: Bacia do Rio Doce; Climatology; veranico; topography.

RESUMO

No presente trabalho foi analisado o padrão 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 Nº 06, de 04 de outubro de 2002. Foram analisados dados de precipitação de cinquenta e dois postos pluviométricos pertencentes a Agência Nacional de Águas (ANA) organizados de forma decennial. 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.

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

1. 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. 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.

A bacia do rio Doce, como o Estado de Minas Gerais, sofre a influência de estiagens relacionadas à 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). 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.

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.

2. 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. 1).

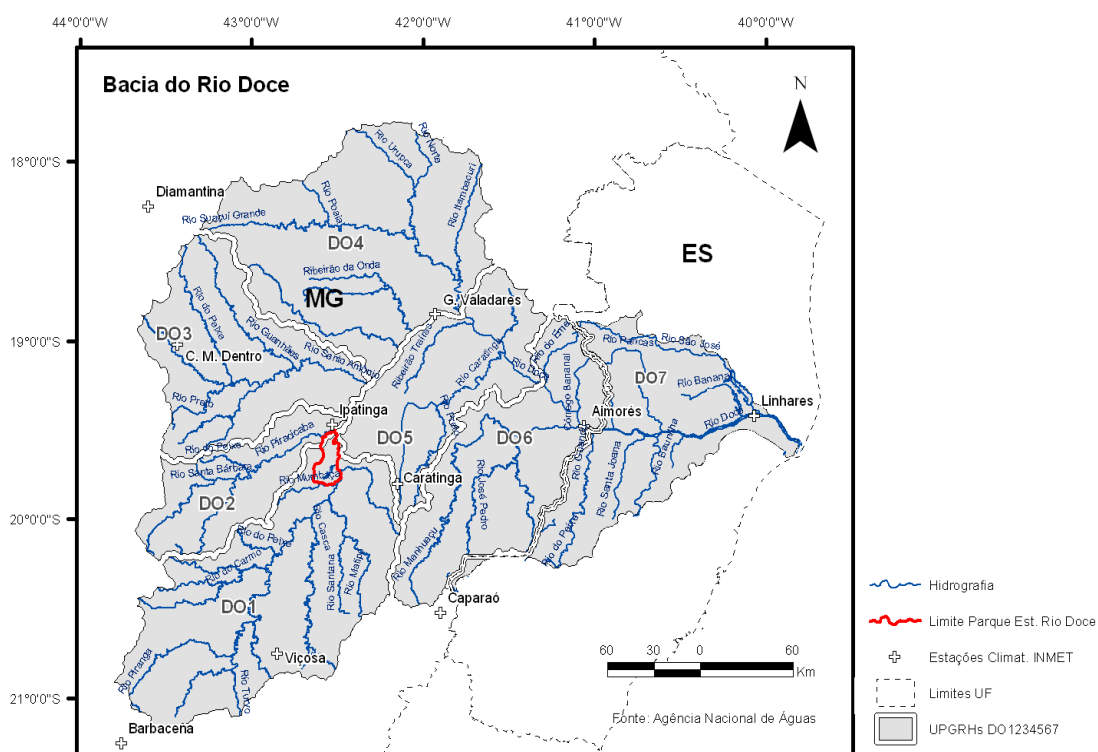


FIGURA 1 - Unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos de Minas Gerais.

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.

3. 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 1 – 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 2 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.

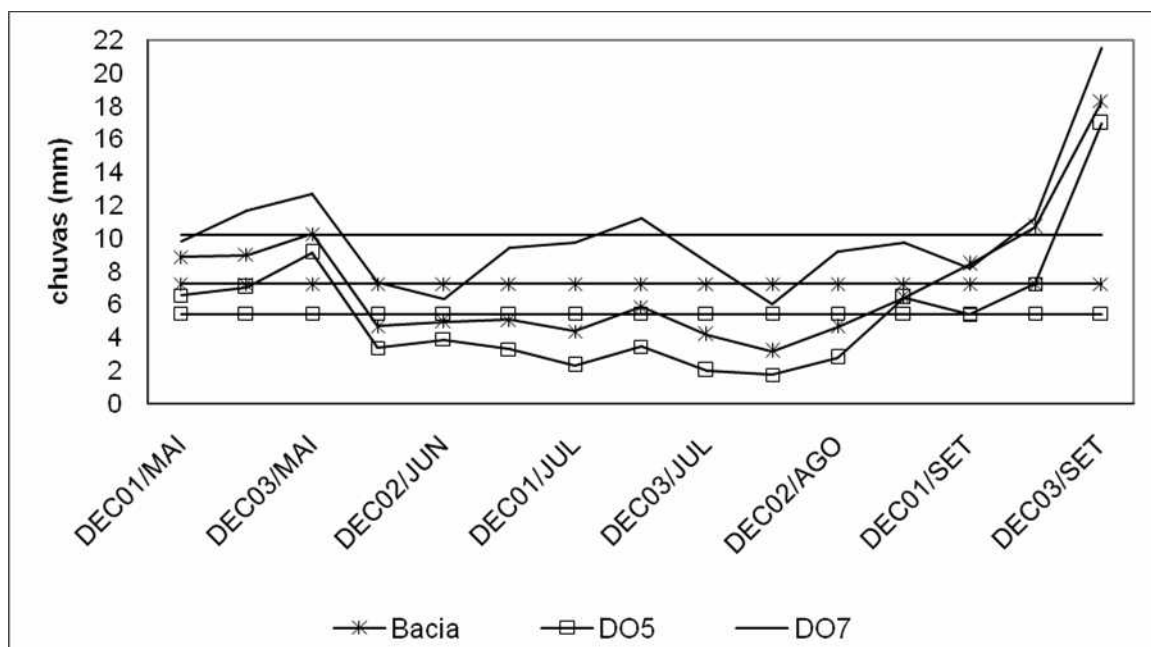


FIGURA 2 - Distribuição temporal da média decendial da precipitação na bacia do rio Doce – Bacia, UPGRHS DO5 e DO7, estação seca. Fonte de Dados: ANA.

Na FIGURA 3 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 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).

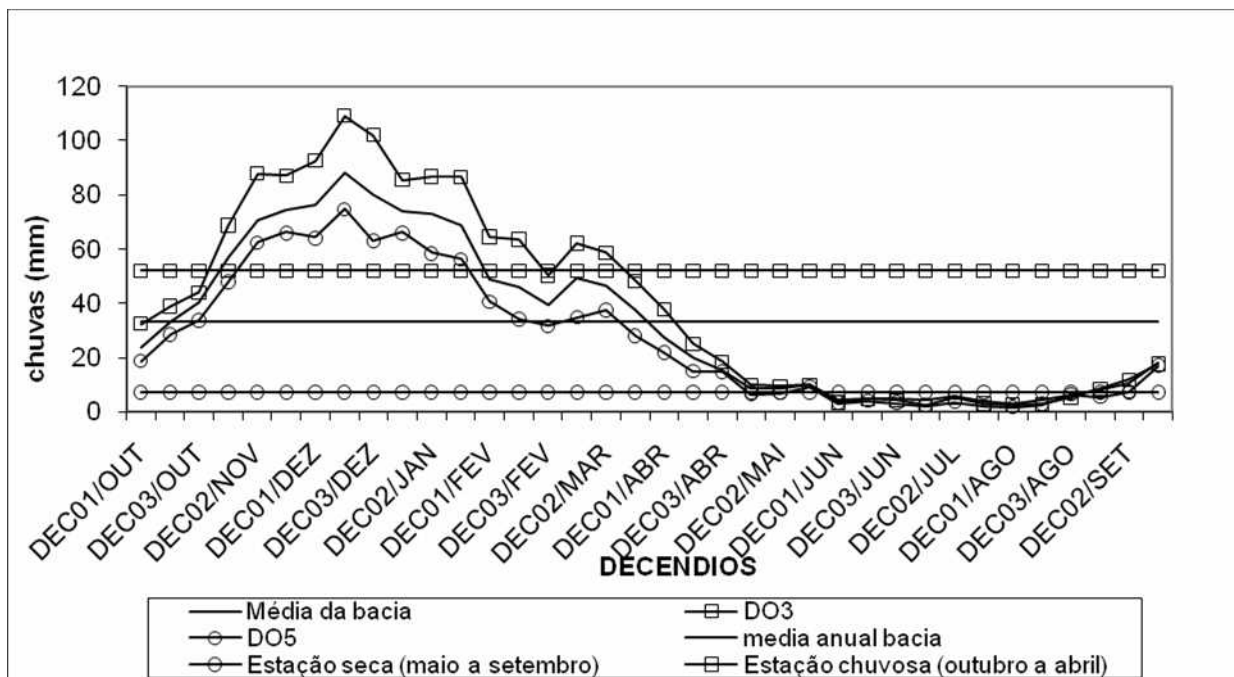


FIGURA 3 - Distribuição temporal da média decencial, anual, da precipitação na bacia do rio Doce – UPGRHS DO3 a DO5. Fonte de dados: ANA.

A FIGURA 4 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 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).

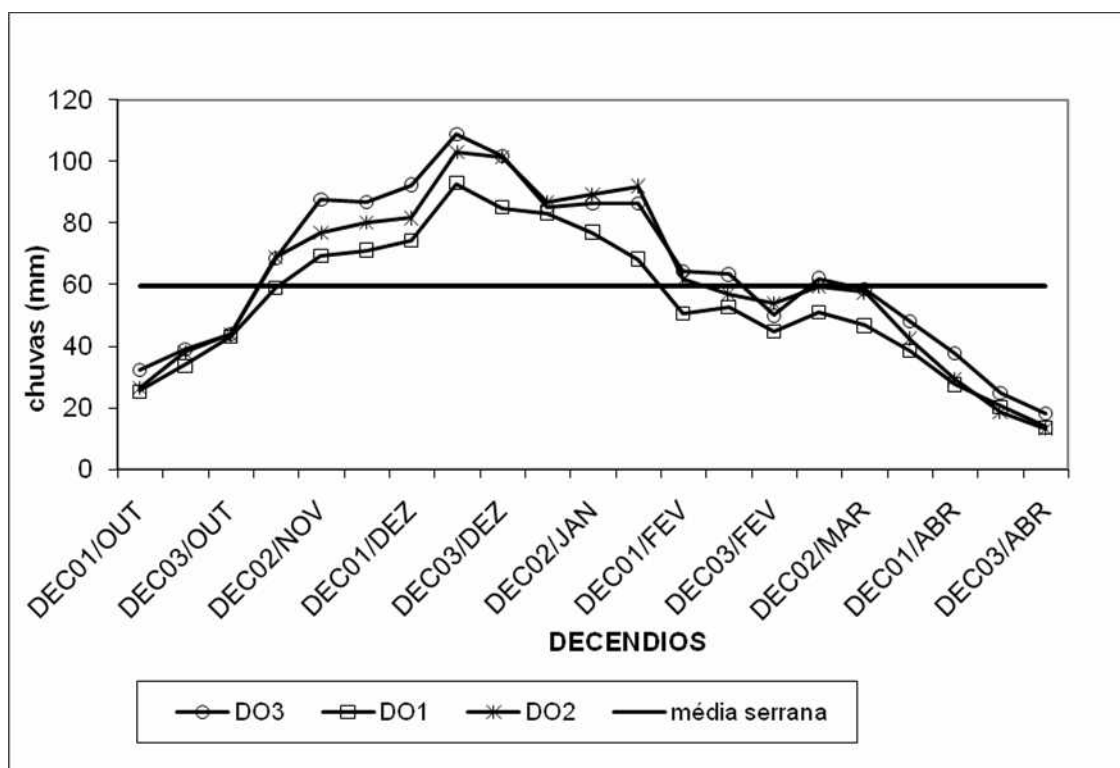


FIGURA 4 - Distribuição temporal da média decendial da precipitação na bacia do rio Doce – UPRHS DO1 a DO3, na estação chuvosa. Fonte de dados: ANA.

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. 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).

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 5). Finalmente a unidade DO7 se destaca pelo mais intenso veranico (60% das chuvas médias sazonais).

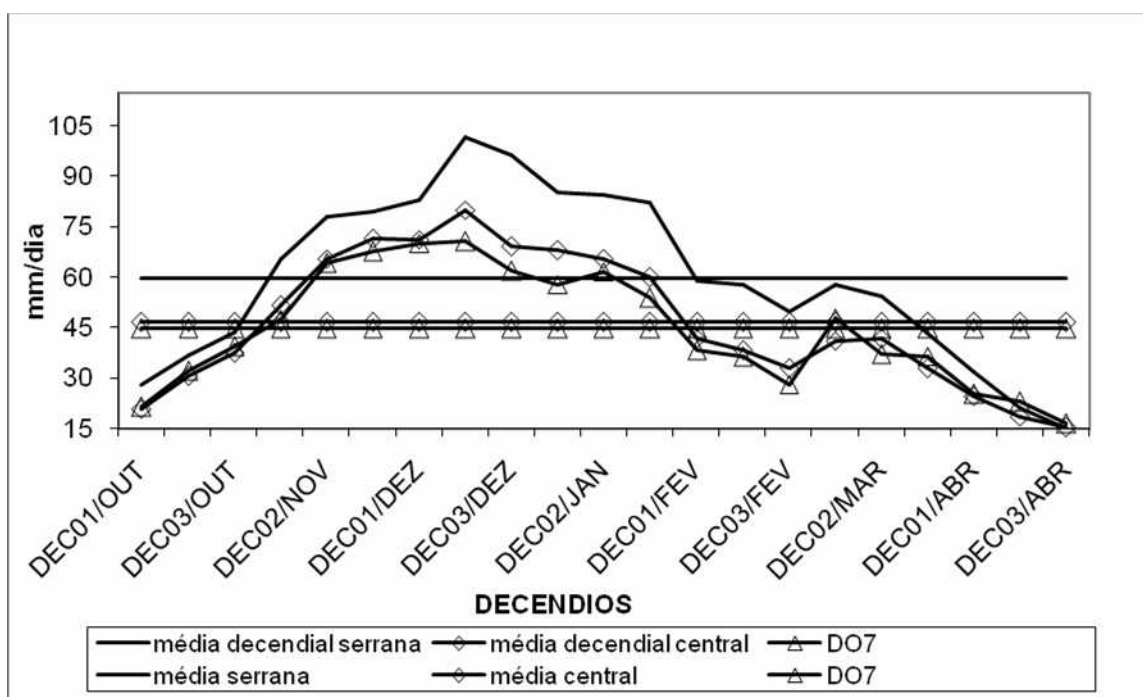


FIGURA 5 - Distribuição temporal da média decencial da precipitação nas regiões serrana, central e UPGRH DO7, na estação chuvosa. Fonte de dados: ANA.

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 6 apresenta as precipitações da estação seca para as unidades DO3, DO6 e DO7 que ilustram a discussão aqui apresentada.

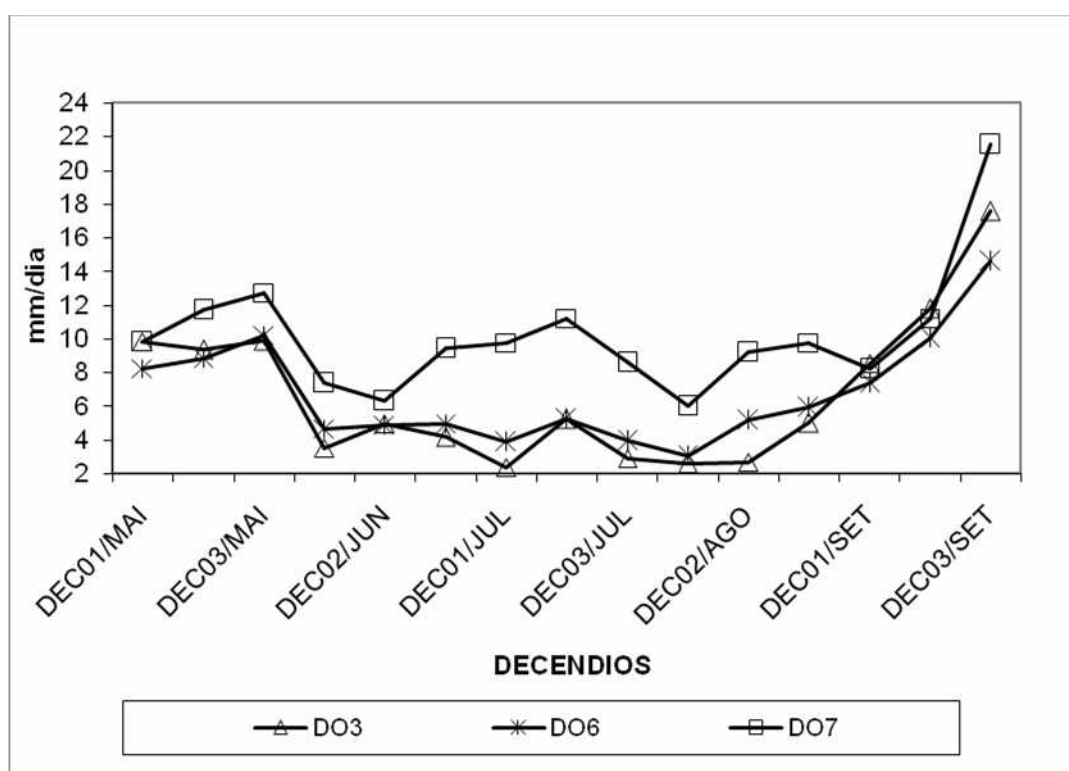


FIGURA 6 - Distribuição temporal da média decencial da precipitação nas regiões serrana, central e UPGRH DO7, na estação seca. Fonte de dados: ANA.

4. 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. Dentro da estação chuvosa há um período de ruptura na precipitação que caracteriza o veranico, que é mais intenso na região litorânea.

5. Bibliografia

- 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.
- 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: 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.
- 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.
- VIANELLO, R. L.; ABREU, M. L.; OLIVEIRA, P.; GADELHA, A. A. L. Veranico 2006 em Minas Gerais: precedentes meteorológicos e impactos na agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, XIV, 2006, Florianópolis. *Anais*. Florianópolis, 2006.

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