

ISSN 0104-1347

# Caracterização da estação chuvosa para o Estado de Minas Gerais

## Characterization of the rainy season for the State of Minas Gerais, Brazil

Marcos Oliveira Santana<sup>1</sup>, Gilberto Chohaku Sedyama<sup>2</sup>, Aristides Ribeiro<sup>3</sup> e Demétrius David da Silva<sup>4</sup>

### NOTA TÉCNICA / TECHNICAL NOTE

**Resumo:** Este trabalho teve por objetivo analisar o regime de chuvas no Estado de Minas Gerais, principalmente durante o período chuvoso, período de interesse para a agricultura de sequeiro. Para tanto, definiram-se as probabilidades de início, final, duração e total de chuvas durante a estação chuvosa. A análise dos mapas e dos histogramas de frequência resultantes permitiu concluir que o início da estação chuvosa, no nível de 75% de probabilidade, na maior parte do Estado ocorre na primeira quinzena de novembro, com exceção das regiões Noroeste e Vale do Jequitinhonha, que ocorre na segunda quinzena. A duração da estação chuvosa, no nível de 75% de probabilidade, varia entre 130 e 150 dias, com os menores valores ocorrendo nas regiões Noroeste e Vale do Jequitinhonha e os maiores, na Zona da Mata e Sul de Minas.

**Palavras-Chave:** precipitação, climatologia, Sistema de Informações Geográficas.

**Abstract:** The objective of this study was to analyze the rainfall pattern in the State of Minas Gerais, Brazil, mainly during the rainy season, period of rainfed agriculture. The probabilities of beginning, duration and total amount of rainfall were defined for each rainy season. The results are presented in thematic maps and histograms of class frequency. The analysis of the maps and histograms allowed to conclude that the beginning of the rainy season, at the 75% probability level, for most of the State, occurs in the first half of November with exception to the Northwest region and Vale do Jequitinhonha which occurs in second half of November. The duration of the rainy season, at the 75% probability level, varied between 130 and 150 days. The shortest rainy season duration occurred in the Northwest region and Vale do Jequitinhonha, whereas the longest was in Zona da Mata and South of the State of Minas Gerais.

**Key words:** precipitation, climatology, Geographic Information Systems.

<sup>1</sup> Dr., Eng. Agr., Secretaria de Recursos Hídricos / Ministério do Meio Ambiente, SGAN 601 – Ed. Codevasf – sala 403 – Brasília, DF CEP: 70830-901. Fone: (61) 4009-1295, Fax: (61) 4009-1820. E-mail: [marcos-oliveira.santana@mma.gov.br](mailto:marcos-oliveira.santana@mma.gov.br)

<sup>2</sup> PhD, Prof. Titular, DEA/UFV. Viçosa, MG. Fone: (31) 3899-1905, Fax: (31) 3899-2735. E-mail: [g.sedyama@ufv.br](mailto:g.sedyama@ufv.br)

<sup>3</sup> Dr., Prof. Adjunto, DEA/UFV. Viçosa, MG. Fone: (31) 3899-1906, Fax: (31) 3899-2735. E-mail: [ribeiro@ufv.br](mailto:ribeiro@ufv.br)

<sup>4</sup> Dr., Prof. Adjunto, DEA/UFV. Viçosa, MG. Fone: (31) 3899-1905, Fax: (31) 3899-2735. E-mail: [david@ufv.br](mailto:david@ufv.br)

## Introdução

Dentre os elementos do clima, a precipitação é a que mais influencia a produtividade agrícola (BRUNINI et al., 1982), principalmente nas regiões tropicais, onde o regime de chuvas é caracterizado por eventos de curta duração e alta intensidade.

O Estado de Minas Gerais caracteriza-se por apresentar uma estação seca e outra chuvosa ao longo do ano. A estação chuvosa ocorre no verão, entre os meses de outubro e março, período em que se concentram as atividades agrícolas. Entretanto, durante esse período, é comum a ocorrência de períodos de estiagem, conhecidos como veranicos.

É de suma importância definir as datas de início e final e a duração da estação chuvosa para possibilitar um planejamento agrícola mais racional, permitindo a definição das melhores épocas de plantio, preparo do solo, tratamentos culturais, aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes e colheita. Vários critérios foram propostos para definir, com mais objetividade, o início e o final da estação das chuvas e, conseqüentemente, a sua duração.

FRERE & POPOV (1979) propuseram que fosse considerado como início da estação chuvosa o período semanal em que a precipitação supera a metade da evapotranspiração potencial, não sendo observados períodos secos na semana seguinte. Segundo esse critério, o final da estação chuvosa consiste na semana em que a precipitação passa a ser inferior à metade da evapotranspiração potencial. KOUSKY apud MORAES (2002), propôs um critério alternativo para determinar o início da estação chuvosa fundamentado em medições de radiação de ondas longas por satélite.

STERN & COE (1982) propuseram um critério que, além de ser baseado em dados diários de precipitação, considera a ocorrência de veranicos para definir o início do período chuvoso. Segundo esse critério, é concebido como início da estação chuvosa a primeira data após determinada data específica, em que ocorram, pelo menos, 20 mm

de chuva em um ou dois dias consecutivos, desde que não aconteçam períodos secos superiores a sete dias durante os 30 dias subseqüentes. MACHADO et al. (1996), OLIVEIRA et al. (2000) e PAIVA et al. (1996) utilizaram o critério anteriormente descrito para caracterizar a estação chuvosa em várias localidades no Estado de Minas Gerais.

Dada a grande importância da definição da estação chuvosa para o planejamento agrícola, o presente estudo teve por objetivo caracterizar o regime de chuvas no Estado de Minas Gerais, determinando as probabilidades de início, final, duração e total de chuvas durante a estação chuvosa e classificá-las como precoce, normal ou tardia, com base no início da estação chuvosa.

## Material e Métodos

A região de estudo abrange todo o Estado de Minas Gerais, situado na Região Sudeste, entre os paralelos 14° 13' e 22° 55' de latitude Sul e os meridianos 39° 51' e 51° 02' de longitude Oeste. Para fins de análise espacial dos resultados, considerou-se a divisão do Estado de Minas Gerais em macrorregiões geográficas (Figura 1).

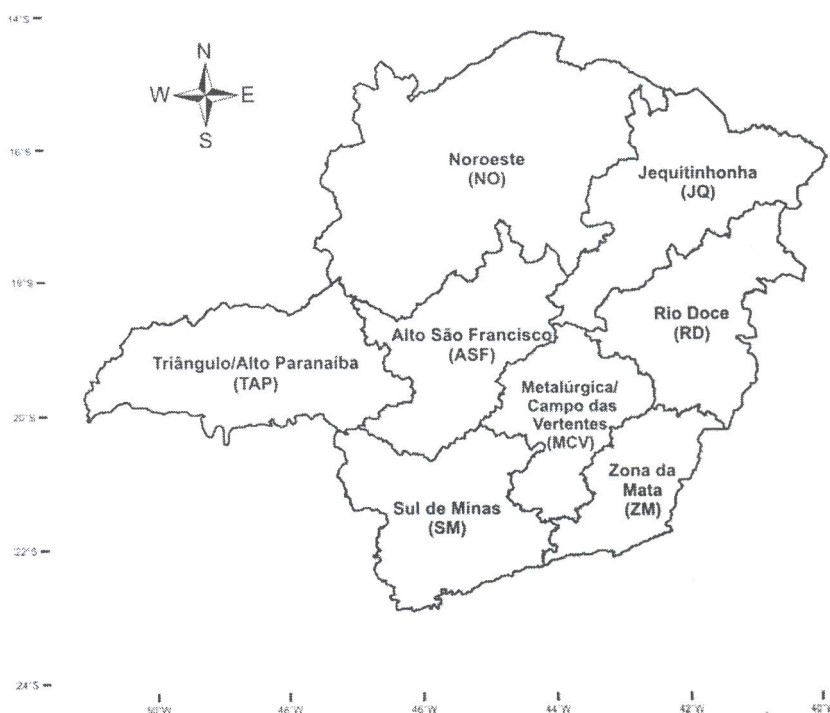


Figura 1. Macrorregiões geográficas do Estado de Minas Gerais, com suas respectivas siglas.

A base de dados consistiu de séries históricas de dados diários de precipitação obtidos em estações pluviométricas localizadas no Estado de Minas Gerais e em regiões circunvizinhas distantes em até 50 km das divisas do Estado, obtidos na Agência Nacional de Águas (ANA), que os disponibiliza livremente em página da Internet (<http://hidroweb.ana.gov.br>). A partir de 915 estações pluviométricas, foram selecionadas apenas aquelas que possuíam, pelo menos, 15 anos de dados sem falhas, considerando-se o período de 1950 a 2001. Em seguida, os dados das estações selecionadas foram submetidos ao teste *run*, para verificar a sua homogeneidade estatística. Foram excluídas, nesse processo, as séries históricas que apresentaram comportamento tendencioso ou oscilatório, resultando apenas em 435 estações, estatisticamente homogêneas, as quais foram utilizadas neste trabalho.

As datas inicial e final da estação chuvosa (EC) foram determinadas conforme critério proposto por STERN (1981), modificado para as condições locais. O início da estação chuvosa (IEC) foi definido como aquele dia, depois de uma data específica (primeiro de setembro), que apresentou a primeira ocorrência de uma quantidade mínima de 20 mm de chuva totalizada em até dois dias consecutivos, desde que não ocorressem veranicos de 10 dias durante os 30 dias seguintes. Foi considerado como dia seco aquele em que ocorreu precipitação menor do que 1 mm.

O final da estação chuvosa (FEC) foi considerado como o primeiro dia de uma seqüência de dias sem chuva superior ou igual a 15 dias que terminasse após o dia primeiro de março. Finalmente, a duração da estação chuvosa (DEC), em dias, foi obtida pela diferença entre FEC e IEC (equação 1).

$$DEC = \begin{cases} 365 + (FEC - IEC), & \text{ano não bissexto} \\ 366 + (FEC - IEC), & \text{ano bissexto} \end{cases} \quad (1)$$

Com as datas de IEC e FEC determinadas, foram calculados os totais de precipitação durante a EC (TEC), os totais anuais (TPA) e a razão TEC/TPA, para verificar o grau de concentração das chuvas durante a EC.

Para cada variável estudada foram calculados os valores mínimos, máximos, aos níveis de 25, 50 e 75% de probabilidade e o desvio-padrão, perfazendo

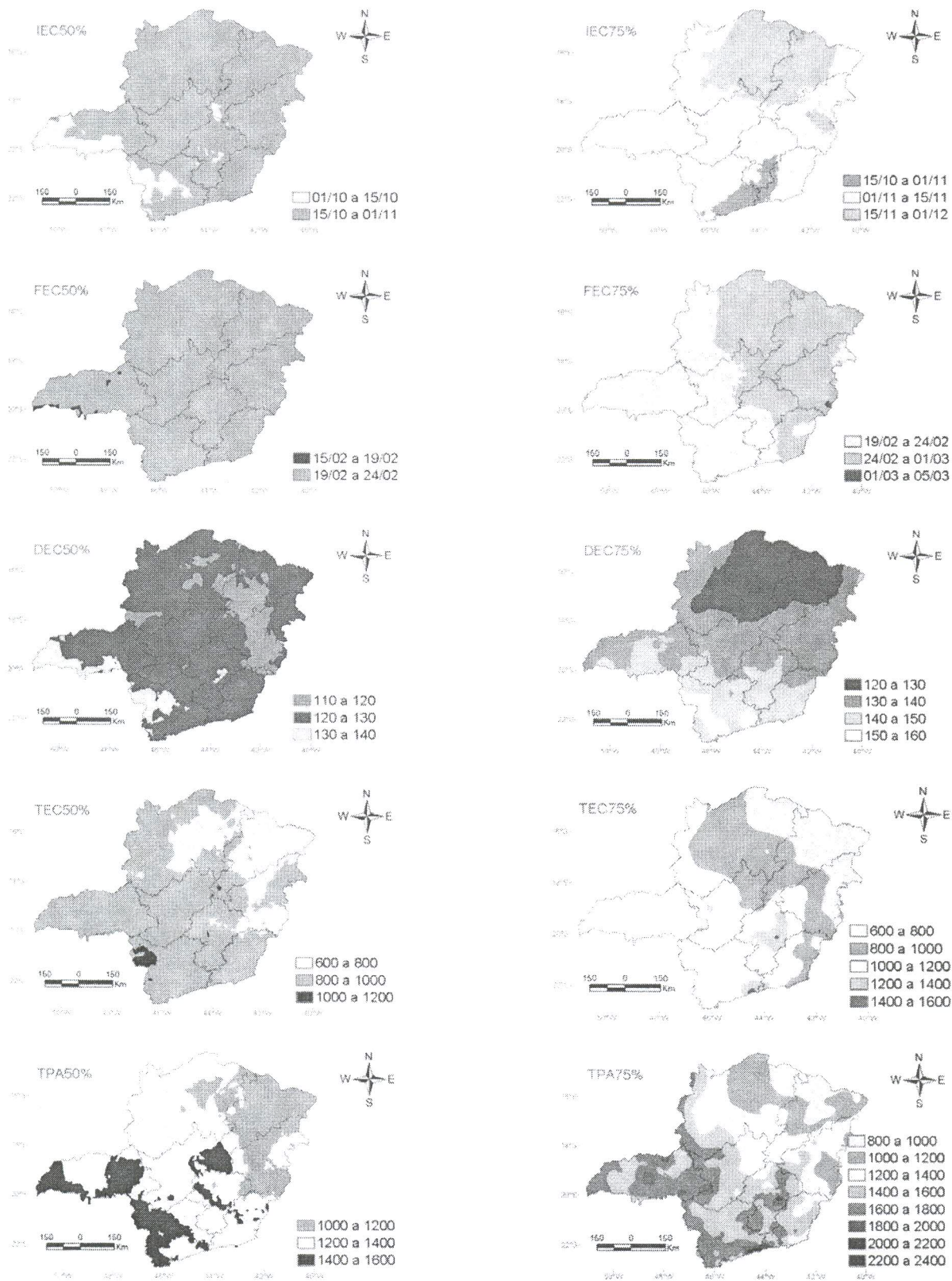
um total de 30 atributos geoespacializados. Posteriormente, foram elaborados os histogramas de frequência dos mapas obtidos. Neste trabalho são apresentados apenas os mapas referentes às probabilidades de 50 e 75%. Os demais podem ser consultados em SANTANA (2004).

## Resultados e Discussão

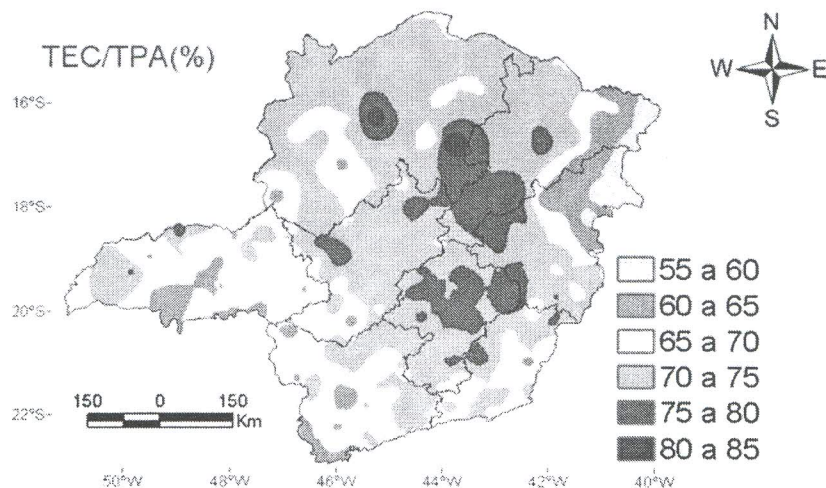
Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os mapas com as variáveis utilizadas para caracterizar a estação chuvosa em Minas Gerais.

Os mapas temáticos apresentados mostram que a análise global (visual) foi muito importante para verificar a distribuição espacial das variáveis que caracterizam o regime de chuvas no Estado. Entretanto, a grande dimensão territorial do Estado de Minas Gerais dificulta uma análise mais objetiva. Dessa forma, decidiu-se calcular a área de cada macrorregião do Estado ocupada pelas faixas em que foram divididas as variáveis em estudo.

Considerando-se a probabilidade de 50%, predomina em todas as macrorregiões do Estado a ocorrência do IEC na segunda quinzena de outubro. Mas, nas regiões SM e TAP, também é considerável a ocorrência do início das chuvas com mais antecedência. Em cerca de 30 a 40% da área dessas regiões, o IEC ocorre na primeira quinzena de outubro. Entretanto, analisando-se os dados a um nível de probabilidade mais seguro (75%), as condições se modificam. Para quase todas as regiões do Estado, a data mais recomendada para o plantio se dá na primeira quinzena de novembro (em destaque o TAP com 100% da área nessa condição), à exceção do NO e JQ, que apresentam, respectivamente, 60 e 70% das áreas com o IEC ocorrendo entre 15/11 e 01/12. Analisando as possibilidades de ocorrências extremas de IEC, verificou-se que, na melhor das hipóteses, a estação chuvosa se inicia na primeira quinzena de setembro, à exceção do NO e do JQ, com início predominante na segunda quinzena de setembro. Já, nos extremos máximos de IEC, as maiores ocorrências, em quase todas as regiões, se dão na primeira quinzena de dezembro, excetuando-se NO, JQ e RD, cuja maior frequência ocorreu na segunda quinzena de dezembro. De modo geral, os desvios-padrão mais acentuados aconteceram nas regiões SM e TAP. Já os menores desvios foram localizados no NO e JQ.



**Figura 2.** Distribuição espacial, a 50 e 75% de probabilidade, das variáveis início (IEC) e final (FEC) da estação chuvosa, duração da estação chuvosa (DEC), totais de chuva durante a estação chuvosa (TEC) e durante o ano (TPA), no Estado de Minas Gerais.



**Figura 3.** Relação entre o total de chuvas durante a estação chuvosa (TEC) e o total de chuvas anuais (TPA), no Estado de Minas Gerais.

Entretanto, a amplitude de variação dos desvios foi de apenas 10 dias. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por MACHADO et al. (1996). Eles analisaram o IEC de nove localidades de Minas Gerais e obtiveram datas médias de início da estação chuvosa variando entre 22/09 e 24/10.

Analisando os mapas de FEC, verificou-se um intervalo de ocorrência bem menor do que no IEC. Enquanto neste as datas ocorreram num intervalo de três meses, naquele a variação mais significativa foi de apenas um mês e meio, entre 15/02 e 30/03. Houveram ocorrências até 04/04, mas foram muito pouco representativas. Em razão disso, o FEC foi classificado em faixas quinquidiais. No nível de 50% de probabilidade, o FEC predominante, em todas as regiões, ficou compreendido entre 19 e 24/02. No nível de 75% de probabilidade, essa faixa permaneceu como a mais importante nas regiões SM, TAP e ASF. Nas outras, predomina uma faixa tardia, entre 24/02 e 01/03. É importante enfatizar que em 100% do Estado o FEC mínimo ocorreu entre 15 e 19/02. Já o extremo máximo predominante variou entre 24/02 e 04/04. Os FECs mais tardios aconteceram predominantemente nas regiões JQ, NO e RD e os mais precoces, no TAP e SM. Esses resultados diferem significativamente dos obtidos por MACHADO et al. (1996). Neste último, os autores utilizaram um método menos restritivo para determinar o FEC, considerando o final da estação

chuvosa como sendo a data após o dia primeiro de março, na qual não ocorre chuva depois de um período de 20 dias consecutivos. Esses autores obtiveram datas médias de FEC variando entre 06/04 e 24/05, repercutindo, portanto, em maiores durações da estação chuvosa.

A análise da DEC evidenciou uma variação entre 50 e 190 dias, porém o intervalo de maior frequência foi de 80 a 180 dias. As classes predominantes para a DEC máxima foram de 150 a 180 dias. Valores acima desses foram pouco expressivos e com baixa probabilidade de ocorrência. Já para a DEC mínima, o intervalo de 60 a 80 ocupou quase todo o Estado. No nível de probabilidade de 50%, o mais provável de ocorrer são DEC na classe de 120 a 130 dias. Nas regiões NO, JQ e RD, também foram consideráveis as durações menores, entre 110 e 120 dias. Considerando-se um nível de probabilidade mais rigoroso (75%), nas regiões ZM e SM foram mais frequentes DEC entre 140 e 150 dias. Em MCV e TAP, dividiram-se em importância as classes de 130 a 140 e de 140 a 150 dias. Já nas regiões do ASF e RD, na quase totalidade da área, a DEC ocorreu entre 130 e 140 dias. As regiões NO e JQ foram as que apresentaram menores valores de DEC, com quase 70% de suas áreas na faixa de 120 a 130 dias. Em razão do exposto ao se discutir o FEC, as durações médias da estação

chuvosa obtidas por MACHADO et al. (1996) foram mais prolongadas, variando de 164 a 243 dias. Estes extremos foram registrados nas localidades de Montes Claros (NO) e Lavras (SM), respectivamente.

Analisando-se os mapas de TEC e TPA, confirma-se o fato de que a região do Estado com menores índices pluviométricos é a de JQ. Analisando-se no nível de 75% de probabilidade, fica evidente que a precipitação aumenta no sentido Nordeste/Sudoeste, destacando-se como áreas mais chuvosas as regiões TAP, SM e MCV, com TEC de 1.000 a 1.200 mm e TPA de 1.600 a 1.800 mm. A região mais seca foi a de JQ, com chuvas durante a estação chuvosa entre 600 e 800 mm em quase 70% da área e ao longo do ano de 800 a 1.200 mm em mais de 70% da área. A região do RD também apresentou predominância de TECs inferiores a 1.000 mm, mas o TPA foi mais elevado entre 1.200 e 1.400 mm. Isso indica que as chuvas são mais bem distribuídas ao longo do ano nessa região.

Analisando-se a razão TEC/TPA (Figura 3), observou-se que os maiores valores estavam concentrados na região central do Estado. Pressupõe-se que nessas áreas o período chuvoso é bastante característico, pois entre 75 e 85% da precipitação anual está concentrada num período de tempo de 120 a 140 dias, considerando-se a DEC provável a 75%. Os menores valores, na faixa de 55 a 65%, foram observados apenas numa pequena área ao nordeste do Estado, nas regiões JQ e RD. Supõe-se que a topografia da região possa explicar, em grande parte, esse comportamento uma vez que os menores valores da razão TEC/TPA coincidem com áreas de altitudes mais baixas.

### Conclusões

- O início da estação chuvosa, ao nível de 75% de probabilidade, ocorre na primeira quinzena de novembro, à exceção do NO e do JQ, que é na segunda quinzena de novembro.

- O final da estação chuvosa não variou muito entre as diferentes regiões do estado. Entretanto, nas regiões SM, TAP e ASF, o término da estação chuvosa foi ligeiramente mais cedo.

- As menores durações da estação chuvosa foram observadas nas regiões NO e JQ. Já as maiores foram verificadas na ZM e no SM.

- O total de precipitação durante a estação chuvosa e durante o ano, ao nível de 75% de probabilidade, aumentou no sentido nordeste-sudoeste.

- As regiões que apresentaram maiores índices pluviométricos ao longo do ano e durante a estação chuvosa foram TAP, SM e MCV, já a região com os menores índices foi a do JQ.

### Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo financiamento deste trabalho.

### Referências Bibliográficas

- BRUNINI, O.; MIRANDA, M. A. C. de; MASCARENHAS, H. A. A. **Determinação do efeito da precipitação pluvial na produtividade agrícola**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 1982. 46p.
- FRERE, M. E.; POPOV, G. F. **Agrometeorological crop monitoring and forecasting**. Rome: FAO. 1979. (Plant Production and Protection Paper, 77).
- MACHADO, M. A. M.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J. M. N. Duração da estação chuvosa em função das datas de início do período chuvoso para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 73-79, 1996.
- MORAES, B. C. **Variação temporal e espacial da precipitação no estado do Pará**. Viçosa, MG: UFV/DEA, 2002. 45p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- OLIVEIRA, A. D.; COSTA, J. M. N.; LEITE, R. A.; SOARES, P. C.; SOARES, A. A. Probabilidade de chuvas e estimativas de épocas de semeadura para cultivares de arroz de sequeiro, em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 295-309, 2000.
- PAIVA, C. M.; SEDIYAMA, G. C.; EUCLIDES, H. P.; FERREIRA, P. A.; SOARES, A. A. Estudo da estação chuvosa na bacia do rio Doce In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos de Jordão.

**Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1996. v. 1, p. 722-725.

SANTANA, M. O. **Análise espaço-temporal do regime de chuvas e seu efeito no rendimento agrícola no Estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV/DEA, 2004. 155p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

STERN, R. D. Fitting models to daily rainfall data. **Journal of Applied Meteorology**, Boston, v. 21, n. 7-12, p. 1024-1031, jul. 1981.

STERN, R. D.; COE, R. The use of rainfall models in agricultural planning. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 26, p. 35-50, 1982.