

VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DE CHUVAS INTENSAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

MARCELO R. VIOLA¹, CARLOS R. de MELLO², ANTÔNIO M. da SILVA³, LUIZ M. T. de CARVALHO⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Bolsista CNPq, Depto de Engenharia, UFLA, Lavras - MG, (0XX35) 38291386, email: mrviola@engagricola.ufla.br.

² Eng^o Agrícola, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras – MG.

³ Eng^o Agrônomo, Prof. Titular, Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras – MG.

⁴ Eng^o Florestal, Prof. Adjunto, Depto. de Ciências Florestais, UFLA, Lavras – MG.

**Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB**

RESUMO: Denomina-se chuva intensa à precipitação de intensidade e duração críticas para determinada aplicação. O conhecimento da relação entre intensidade, duração e frequência desses eventos é fundamental no dimensionamento de obras hidráulicas para controle de cheias, modelagem e controle da erosão do solo, entre outros. A reconstituição de sua distribuição espacial possibilita o conhecimento das condições médias de variabilidade espacial, o que permite inferir sobre áreas onde sua ocorrência é acentuada. Objetivou-se, desta maneira, promover a espacialização de chuvas intensas com durações de 20, 360 e 1440 minutos associadas aos períodos de retorno de 5 e 50 anos, a partir de dados pontuais de 177 localidades, utilizando o interpolador geoestatístico, por meio do programa GeoR. Constatou-se, para as menores durações, maiores intensidades a leste da Serra do Espinhaço e a oeste da Serra da Canastra, o que pode ser possivelmente ocasionado pela ocorrência de efeito orográfico, intensidades intermediárias no sul e centro do estado, e inferiores no norte. Para duração de 1440 minutos, foi possível distinguir duas regiões, a norte com menores intensidades e o restante ao sul com maiores intensidades, o que pode ser possivelmente ocasionado pela entrada de frentes frias pelo sul do estado, as quais perdem força à medida que seguem na direção norte.

PALAVRAS CHAVE: Chuva de projeto, hidrologia, geoestatística.

SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF THE INTENSE RAINFALL IN THE STATE OF MINAS GERAIS

ABSTRACT: To be called intense rainfall the rain of intensity and duration critics of the determinate application. The knowledge of the interaction between intensity, duration and frequency of these events is fundamentally in design of hydraulic projects to overflowing control, and others. Spatial distribution reconstitution of the phenomenon makes possible the average conditions knowledge of spatial variability, what it allows to infer on areas where its occurrence is pronounced. This work aims to promote the intense rainfall mapping associated to 20, 360 and 1440 minutes duration time and return periods of 5 and 50 years, for the state of Minas Gerais, working with maximum intense rainfall series of 177 weather stations, using kriging, with the GeoR software. It was evidenced superiority of the storm design in regions close to Espinhaço Mountain and Canastra Mountain. This situation should be associated to occurrence of orographic or convective rainfall formation. Intermediate intensities were observed to Southern and Central of the State, and lower values for the Northern region. For duration time of 1440 minutes it was observed increase of intense rainfall in the Southern and Central regions, being possible explained by more incidence of cold frontal rainfall.

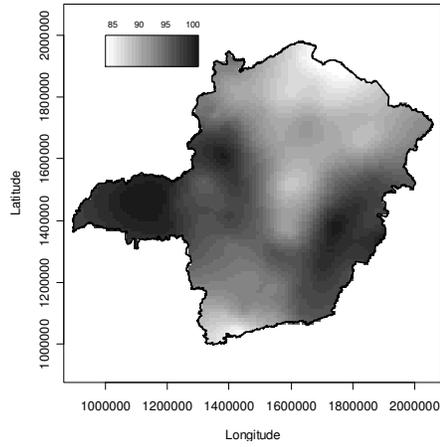
KEYWORDS: Storm design, hydrology, geostatistics.

INTRODUÇÃO: Entende-se por chuva intensa à precipitação máxima de ocorrência extrema, com duração, distribuição espacial e temporal críticas para uma área (Bertoni & Tucci, 2001). Sua mensuração, a fim de se estabelecer a relação entre as grandezas que a caracterizam, o que pode ser obtido pelo uso de distribuições teóricas de probabilidades, é realizada de forma pontual em estações pluviográficas. Quando se necessita dessa relação em localidades desprovidas de séries históricas pluviográficas, a maneira mais difundida de obtê-la é por meio técnicas de interpolação espacial, a partir das quais pode-se gerar mapas da área abrangida pelos pontos interpolados, o que possibilita a reconstituição da distribuição espacial do fenômeno, e conseqüente conhecimento das condições médias de sua variabilidade espacial. O interpolador geoestatístico pondera os vizinhos do ponto a ser estimado, obedecendo aos critérios de não tendenciosidade e mínima variância, o que o torna um interpolador ótimo. A variabilidade espacial da precipitação é influenciada principalmente pela localização geográfica, altitude, distância de fontes de umidade, temperatura, direção e intensidade dos ventos. Minas Gerais apresenta relevo diversificado, com altitudes variando de 500 a 1200 metros, concomitantemente a amplos vales, e ampla extensão territorial, com latitudes entre 14° e 23° Sul. Dentro desse contexto, objetiva-se neste trabalho, promover a espacialização de chuvas intensas com durações 20, 360 e 1440 minutos associadas aos tempos de retorno de 5 e 50 anos, com o objetivo de constatar regiões onde a ocorrência da mesma é acentuada, e possíveis correlações de variações de intensidades em função de ocorrência de relevo e circulação de massas de ar.

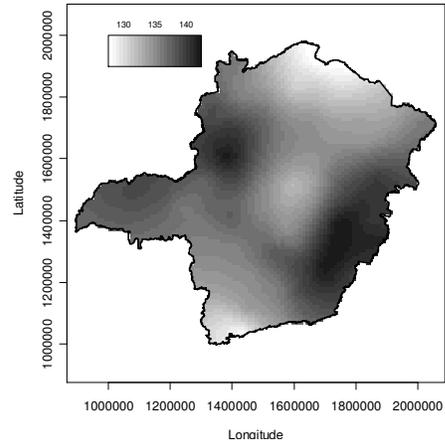
MATERIAL E MÉTODOS: O banco de dados consiste dos parâmetros representativos (média e desvio padrão) de séries anuais de intensidade máxima de precipitação, gerados por Freitas et al. (2001), para 177 localidades no Estado de Minas Gerais, o que representa uma distribuição espacial média de 1 estação por cerca de 3315 km². Ajustou-se os parâmetros representativos das séries anuais de intensidade máxima de precipitação com durações de 20, 360 e 1440 minutos à distribuição Gumbel, segundo Haan (1979), estimando-se as intensidades associadas aos tempos de retorno de 5 e 50 anos. Na modelagem do semivariograma foi utilizado o modelo exponencial ajustado pelo método dos mínimos quadrados ponderados (Carvalho et. al. 2004), o qual forneceu os parâmetros necessários à espacialização dos dados pelo interpolador geoestatístico (krigagem), trabalhando com o programa GeoR (Ribeiro Jr. & Diggle).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 apresentam-se os mapas de krigagem gerados para os eventos em estudo. Pode-se notar que para todas as durações estudadas a região norte do estado apresentou as menores intensidades. Analisando a ocorrência das chuvas de menores durações (20 e 360 minutos), nota-se maiores intensidades a oeste e a leste do estado. Confrontando essas áreas com o modelo numérico do terreno (Figura 2), constata-se proximidade com o oeste da Serra da Canastra e o leste da Serra do Espinhaço, respectivamente, o que pode indicar a ocorrência de efeito orográfico, dando condições para a ocorrência de precipitações orográficas. Pode-se notar também, que a referida parte a oeste do estado se estende além da vertente oeste da Serra da Canastra, atingindo o Triângulo Mineiro, o qual apresenta menores elevações (Figura 2) conciliado, conforme Figura 3, a maiores temperaturas médias anuais, o que pode indicar a ocorrência de chuvas convectivas de forma acentuada nessa região. Ainda para esses eventos, pode-se notar que as partes central e sul do estado apresentaram intensidades intermediárias. Avaliando a ocorrência de chuvas intensas com duração de 1440 minutos, as quais são tipicamente causadas pela incidência de frentes frias, constatou-se maiores intensidades por toda parte central e sul do estado. Observando o mapa de temperatura média anual (Figura 3), percebe-se que essas áreas apresentam temperaturas médias anuais menores, o que pode indicar a entrada de frentes frias por essa parte do estado, e possivelmente estar originando maiores intensidades. À medida que a frente adentra no estado, há uma perda gradual de suas características originais, o que possivelmente explica as menores intensidades estimadas na região norte.

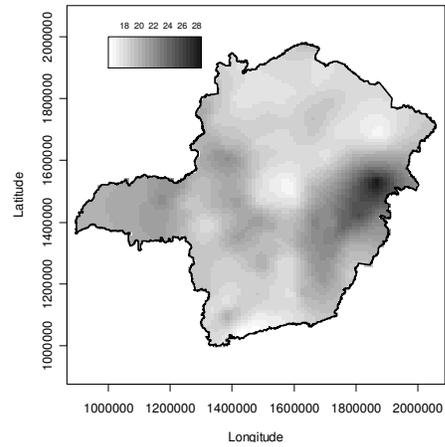
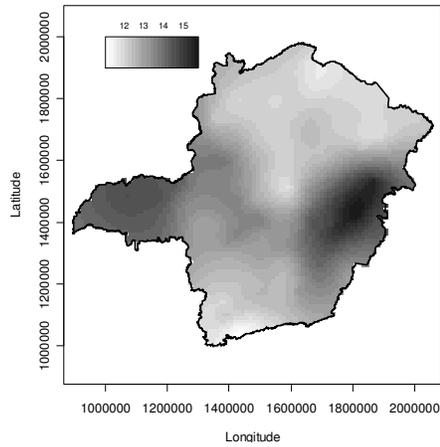
20 minutos associada ao TR de 5 anos



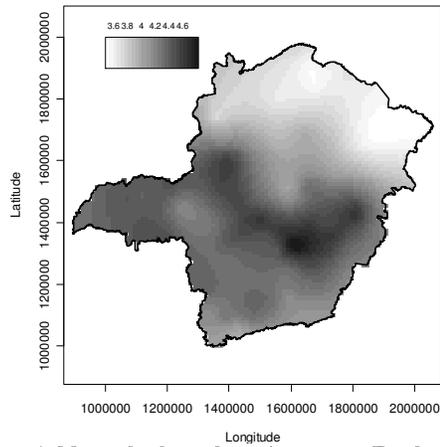
20 minutos associada ao TR de 50 anos



360 minutos associada ao TR de 5 anos



1440 minutos associada ao TR de 5 anos



1440 minutos associada ao TR de 50 anos

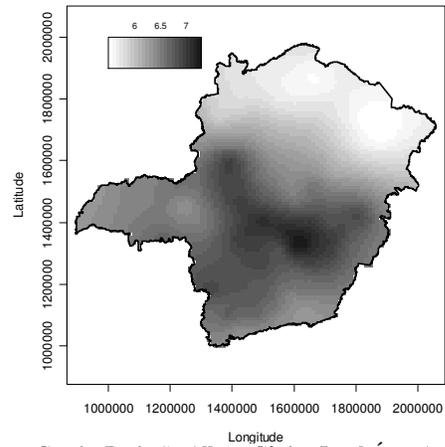


Figura 1. Mapas de chuva de projeto para o Estado de Minas Gerais. Projeção Albers Cônica Igual Área (unidades em metros), Datum SAD 69, e intensidades em mm h^{-1} .

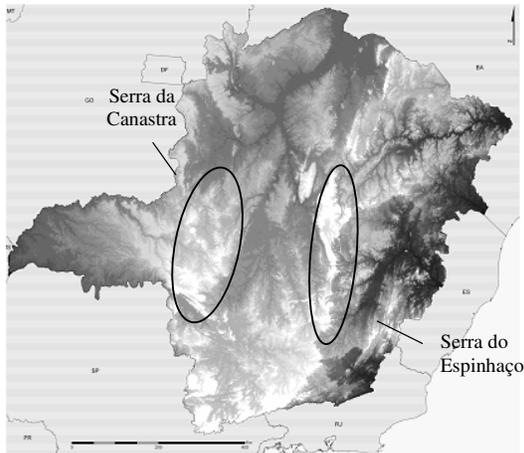


Figura 2. Modelo numérico do terreno para o Estado de Minas Gerais (Carvalho et al. 2005).

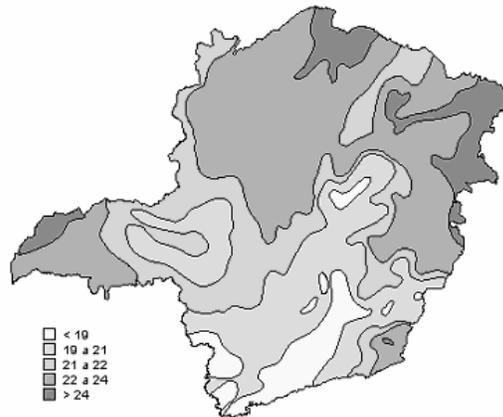


Figura 3. Temperatura Média Anual em °C, (modificado de SEA, 1980).

CONCLUSÕES: Constatou-se, para as chuvas intensas de 20 e 360 minutos maiores intensidades a leste e a oeste do estado, e para a duração de 1440 minutos por toda parte central e sul. Em todos os eventos estudados a região norte apresentou as menores intensidades. Foi possível constatar influência do efeito orográfico e de frentes frias sobre a distribuição espacial das chuvas intensas.

AGRADECIMENTOS: Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, a CEMIG e ANEEL pelo apoio financeiro ao Projeto P&D076, a Universidade Federal de Lavras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atlas de zoneamento agroclimático do Estado de Minas Gerais - SEA. www.geominas.mg.gov.br/kit_desktop/kit2/paginas/mapas. 1980.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH/Editora UFRGS, 2001. p.177-231.

CARVALHO, J.R.P. de; VIEIRA, S. R.; VENDRUSCULO, L. G. **Uso da técnica de mínimos quadrados ponderados para ajuste de modelos as semivariograma**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2004 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

CARVALHO, L. M. T. de; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de; MELLO, J. M. de; OLIVEIRA, L. T. de; CAVALCANTI, H. C. ; VARGAS FILHO, R. . **Mapeamento da Flora Nativa e dos Reflorestamentos do Estado de Minas Gerais**. Lavras: Editora UFLA, 2005. 701p.

FREITAS, A. J.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; PINTO, F. A.; PEREIRA, S. B.; GOMES FILHO, R. R.; TEIXEIRA, A. F.; BAENA, L. G. N.; MELLO, L. T. A.; NOVAES, L. F. **Equações de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 65p.

GARCEZ, L. N. **Hidrologia**. São Paulo: Edgar Blucher, 1976, 249p.

HAAN, C.T. **Statistical Methods in Hydrology**. Ames, The Iowa State University Press, Iowa State University, 1979. 377pgs.

RIBEIRO JR, P. P.; DIGGLE, P. P. GeoR: a package for geostatistical analysis. **R – News**, Rochester, v. I, n. 2, p. 15 – 18, 2001.