

# Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre – ES<sup>1</sup>

## Temporal variability of monthly rains in Alegre – ES, Brazil

**Julião Soares de Souza Lima<sup>2</sup>, Samuel de Assis Silva<sup>3</sup>, Rone Batista de Oliveira<sup>4</sup>, Roberto Avelino Cecílio<sup>5</sup> e Alexandre Cândido Xavier<sup>2</sup>**

**Resumo** - Este trabalho teve como objetivo estudar a variabilidade temporal de 63 anos de dados de precipitação coletados no município de Alegre – ES, utilizando o semivariograma. Primeiramente, realizou-se a análise exploratória dos dados por meio de alguns parâmetros estatísticos como média, desvio-padrão, mediana, limite inferior e superior do intervalo de confiança para média com 95% de confiança e do *box-plot*. Os meses de maio, setembro, novembro e dezembro não apresentaram valores discrepantes de precipitação. As estações de chuva e seca estão representadas por seis meses em cada uma. A análise temporal foi realizada por meio de semivariâncias entre os 756 meses da série. Entre os meses de cada ano ocorre variabilidade temporal da precipitação em função das estações chuvosa e seca, apresentando estacionaridade entre um determinado mês em anos diferentes na série estudada. Não foram evidenciadas mudanças nos padrões de precipitação que sugerem influência das mudanças climáticas globais sobre as chuvas na estação estudada.

**Palavras-chave:** Semivariograma. Geoestatística. Série pluviometria.

**Abstract** - The objective of this work was to study the temporal variability of monthly precipitation based on a historic series of 63 years (1940 – 2002) in Alegre- ES, by using semivariograms. First, an exploratory analysis of the data was performed using some statistical parameters, such as: average, standard deviation, median, lower and upper limits of the 95% confidence interval and box-plot. The months of May, September, November and December did not show precipitation outliers. The rainy and dry seasons are represented by six months each. The temporal analysis was performed using semivariance among the 756 months of the series. Among the months of each year a temporal variability of precipitation occurs depending on rainy and dry seasons, presenting stationarity of a certain month in different years in the studied series. The global climatic change did not alter the precipitation in the studied season.

**Key word:** Semivariograms. Geostatistics. Rainfall database.

---

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 05/06/2007; aprovado em 11/12/2007

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, D. Sc., Prof. Adjunto, Dep. de Eng. Rural, UFES, bairro Alto Universitário, C. Postal 16, CEP: 29.500-000, Alegre-ES, [limajss@yahoo.com.br](mailto:limajss@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, UFES; [samuel-assis@hotmail.com](mailto:samuel-assis@hotmail.com)

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, M. Sc., Produção Vegetal, UFES

<sup>5</sup> Eng. Agrícola, D. Sc., Prof. Adjunto, Dep. de Eng. Florestal, UFES, Alegre-ES, [rcecilio@ccaufes.br](mailto:rcecilio@ccaufes.br)

## Introdução

Uma das grandes preocupações da comunidade científica, na última década, diz respeito às alterações climáticas e suas conseqüências para a humanidade. A chuva é um dos elementos climáticos mais diretamente relacionados à produção agrícola, devido ao seu caráter aleatório, aumentando, em conseqüência, os riscos na programação das atividades do setor agrícola (MELO JUNIOR et al, 2006). A precipitação pluviométrica tem grande importância na caracterização do clima de uma região, interferindo nas alternâncias de rendimento das culturas e na construção civil (VIEIRA et al., 1994; SILVA et al., 2003). Do ponto de vista agrícola, as principais questões sobre estação chuvosa são relativas ao mês de início e fim, precipitação total no período e sua intensidade (SANSIGOLO, 1996).

Análises dos comportamentos das séries climáticas de alguns, ou até mesmo de todos esses elementos, visando destacar possíveis periodicidades existentes, são fundamentais para o planejamento de inúmeras atividades agrícolas, econômicas, sociais, entre outras (SILVA et al., 2005). De modo geral, a variabilidade climática anual é bem caracterizada e está associada às estações do ano. Em latitudes médias é marcante o contraste entre as estações do ano, porém, nos trópicos, essa variabilidade é menos acentuada em termos de temperatura, sendo expressiva quando se considera a precipitação (GURGEL, 2003).

O estudo da variabilidade temporal da precipitação permite definir o grau de correlação temporal das amostras e tem mostrado ser poderosa ferramenta de aplicação prática, permitindo estimar precipitações com variância mínima (SILVA et al., 2003). O conhecimento da variabilidade da precipitação dá suporte a qualquer atividade econômica e limita os impactos dos distúrbios no ambiente físico e dimensões humanas correlatas (CANO; BRANDÃO, 2002).

Trabalhos realizados por Miller et al. (1973), Federick et al. (1977), Vieira e Souza (1983), Goulart et al. (1992) e Mello et al. (1994), foram desenvolvidos com o objetivo de ajustar a uma determinada distribuição teórica aos dados observados de precipitação, com intuito de determinar valores para os diversos níveis de probabilidade ou, ainda, para se estabelecer a relação intensidade-duração-freqüência da precipitação. Porém, na maioria dos casos, os dados de chuva são avaliados como valores pontuais, enquanto deveriam sê-lo na forma de distribuição temporal para uma efetiva caracterização de sua variabilidade (SIVAPALAN; BLÖSCHL, 1998). Este trabalho objetivou estudar a variabilidade temporal da precipitação pluviométrica mensal do Município de Alegre – ES, usando o semivariograma.

## Material e Métodos

Os dados de precipitação pluviométrica utilizados neste estudo são oriundos da Estação Pluviométrica de Rive, da Agência Nacional de Águas (ANA), localizada no município de Alegre, Estado do Espírito Santo, nas coordenadas de 20° 44' 49" de latitude S, 41° 27' 58" de longitude W e altitude de 127 m.

Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo "Cwa", isto é, tropical quente úmido, com inverno frio e seco, temperatura anual média de 23,1 °C e precipitação total anual média de 1341 mm.

Os valores de precipitação abrangem o período de tempo entre os anos de 1940 e 2002. As observações referem-se às precipitações pluviárias diárias expressas em altura de lâmina d'água (mm). Os dados foram avaliados levando-se em conta todo o período de medição nos níveis anual e mensal (já realizados os procedimentos de análise de consistência e de preenchimento de falhas).

As análises iniciais tiveram por propósito verificar a variabilidade dos atributos e caracterizar a distribuição de probabilidade, baseada na análise descritiva dos dados da precipitação anual e mensal, sendo obtidos: a média, a mediana, o desvio-padrão, o valor mínimo e o máximo, o limite inferior e superior do intervalo de confiança de 95% para a média; e os coeficientes de variação, assimetria e curtose. Nesta análise, também, determinou-se a presença de dados discrepantes (*outliers*) pelo *box-plot*. As análises estatísticas das variáveis foram realizadas pelo programa Statistica 6.0 (2001).

A análise geoestatística foi utilizada para se definir o modelo de variabilidade temporal da precipitação mensal no Município de Alegre – ES. A dependência temporal foi analisada por meio de ajuste do semivariograma clássico de Matheron (VIEIRA et al., 1983), utilizando o programa computacional GS+ (ROBERTSON, 1998), com base nas pressuposições de estacionaridade da hipótese intrínseca, estimado pela Equação 1:

$$\gamma(t) = \frac{1}{2N(t)} \sum_{i=1}^{N(t)} [Z(x) - Z(x+t)]^2 \quad (1)$$

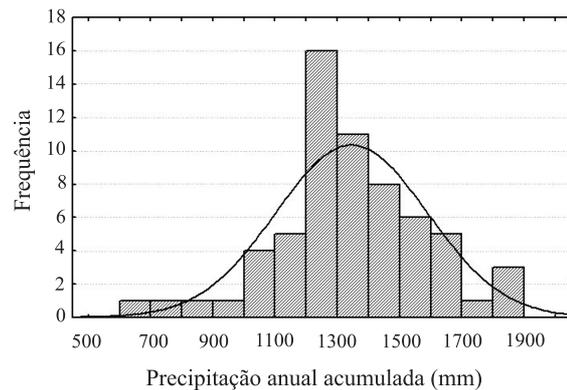
em que,

$\gamma(t)$  é a semivariância para um vetor  $t$  (mês);  $Z(x)$  e  $Z(x+t)$  são os pares de observações de precipitação pluviométrica, separados por um intervalo de tempo (mês); e  $N(t)$  é o número de pares de valores medidos.

## Resultados e Discussão

Os resultados da análise descritiva da precipitação mensal e anual acumulada estão apresentados na Tabela 1. O mês de dezembro aparece com maior precipitação média com 242,2 mm e o menor valor médio foi observado para o mês de junho com 26,7 mm. Todos os meses apresentaram distribuição de assimétrica positiva, com os valores médios maiores que a mediana, evidenciando alta variação da precipitação mensal na estação estudada. Os meses de maio, setembro e dezembro apresentam curtose negativa, portanto, com distribuição platicúrtica e os demais meses apresentam distribuição leptocúrtica.

Apresentam distribuição normal pelo teste Shapiro-Wilks, a 5% de probabilidade, somente os meses de maio e novembro. Conforme era de se esperar, a precipitação anual acumulada também apresentou distribuição normal (Figura 1), uma vez que a série histórica de dados é bastante extensa (63 anos). Interessante notar que, muitas vezes, considera-se que uma série histórica mensal superior a 30 anos possui distribuição normal, ou próxima desta, o que não aconteceu para os demais meses no presente estudo e foi também evidenciado por Silva et al. (2003) em Uberaba (MG). A alta variabilidade das precipitações mensais é fator decisivo para esse tipo de comportamento.



**Figura 1** – Histograma da precipitação anual acumulada da série estudada

Os coeficientes de variação (CV) da precipitação mensal mostram que a variabilidade desse atributo é de média a alta, segundo classificação proposta por Warrick e Nielsen (1980). Na estação chuvosa, o mês de dezembro apresentou um médio CV (40,5%), enquanto que na de seca, o mês de agosto um alto CV (91,5%). Segundo Silva et al. (2003), trabalhando com dados de Uberaba - MG, a ausência total de chuvas em alguns anos da série, nos meses de seca, também pode ser a explicação dessa variabilidade. Esse fato indica que estimativas feitas com a média aritmé-

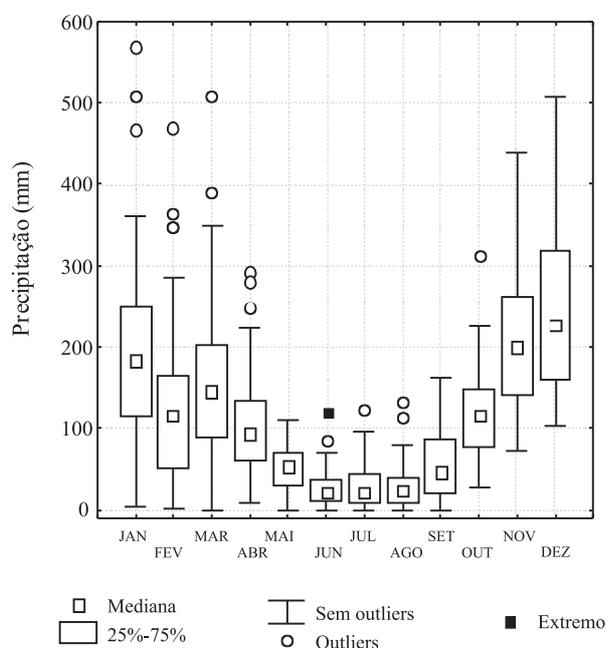
**Tabela 1** – Parâmetros estatísticos da precipitação média mensal (mm) e total anual (mm) na Estação Climatológica de Alegre – ES, no período de 1940 a 2002

Mês	n	Média	s	Md	Min	Máx	LI (95%)	LS	Coeficientes			p-value
									CV	C <sub>s</sub>	C <sub>k</sub>	
Jan	63	196,1	110,8	183,6	3,4	569,7	168,1	223,9	56,5	1,01	1,83	0,00
Fev	63	128,9	99,0	115,0	1,0	468,5	103,9	153,8	76,8	1,21	1,53	0,00
Mar	63	152,3	96,1	144,8	0,0	507,4	128,1	176,5	63,1	1,15	2,13	0,00
Abr	63	103,8	63,4	93,8	7,7	291,0	87,8	119,8	61,1	1,03	0,88	0,00
Mai	63	53,0	28,0	52,3	0,0	110,1	46,0	60,1	52,8	0,23	-0,63	0,27 <sup>ns</sup>
Jun	63	26,7	22,6	21,4	0,0	120,6	21,0	32,4	84,8	1,71	3,96	0,00
Jul	63	30,9	27,1	22,4	0,0	122,6	24,1	37,8	87,8	1,16	1,12	0,00
Ago	63	28,1	25,7	23,9	0,0	131,6	21,6	34,6	91,5	1,79	4,64	0,00
Set	63	54,9	38,2	46,0	0,0	162,8	45,3	64,6	69,5	0,68	-0,01	0,00
Out	63	118,9	53,1	116,6	28,0	311,8	105,6	132,4	44,6	0,76	1,53	0,04
Nov	63	205,1	83,7	200,1	72,3	439,8	184,1	226,2	40,8	0,56	0,19	0,08 <sup>ns</sup>
Dez	63	242,2	98,1	227,0	102,9	506,7	217,5	266,9	40,5	0,68	-0,23	0,006
Anual	63	1341,0	242,7	1327,0	640,6	1844,0	1279,9	1402,2	18,1	-0,23	0,62	0,35 <sup>ns</sup>

n: Amostras; s: Desvio-Padrão; Md: Mediana; Min: Valor Mínimo; Máx: Valor Máximo; CV: Coeficiente de Variação; C<sub>s</sub>: Coeficiente de Assimetria; C<sub>k</sub>: Coeficiente de Curtose; ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste Shapiro-Wilks (distribuição normal); LI e LS (95%): Limite inferior e superior do intervalo para média com 95% de confiança

tica podem não apresentar precisão e confiabilidade pela influência que sofrem pelos valores atípicos, o que também é sugerido por Blain et al. (2007) para os mesmos meses de seca em Campinas-SP. Entretanto, observa-se que a precipitação média anual acumulada tem um CV de 18,1%, também de variação moderada. Esse fato se explica, porque é a somatória da chuva anual, onde ocorre uma compensação dos meses de pouca chuva com os de maior intensidade, mantendo menor variabilidade entre a acumulada anual do que entre os meses em diferentes anos. A análise pelo *box-plot*, na Figura 2, mostra que as precipitações consideradas como discrepantes (*outliers*) ocorreram nos meses de janeiro (468 mm em 1962; 569,7 mm em 1979 e 508,8 mm em 1985); fevereiro (363,1 mm em 1948; 348,5 mm em 1949 e 468,5 mm em 1952); março (507,4 mm em 1960 e 391,1 mm em 1991); abril (291,0 mm em 1977; 279,6 mm em 1980 e 249,7 mm em 1993); junho (85,1 mm em 1989 e 120,6 mm em 1969); agosto (131,6 mm em 1986 e 114,5 mm em 1992); e outubro (311,8 mm em 1949). Na precipitação anual acumulada e nos meses que apresentam distribuição normal dos dados (maio e novembro), nenhum valor discrepante ou extremo foi observado.

A utilização dos valores médios de precipitação nesses meses que apresentaram valores discrepantes para o planejamento da agricultura irrigada, para estudos de zoneamento climático, ou para realização de zoneamento de riscos climáticos deve ser feita de modo extremamente



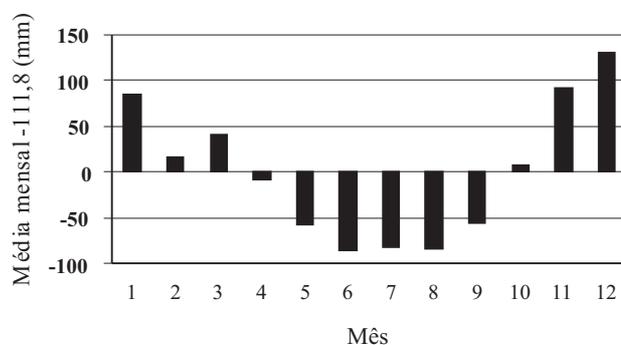
**Figura 2** - *Box-plot* da precipitação média mensal no período de 1940 a 2002, no município de Alegre – ES

criterioso, pois a alta variação da lâmina precipitada pode levar a erros grosseiros de planejamento, trazendo prejuízos sérios devido aos altos déficits hídricos que podem ocorrer e não estarem previstos nos estudos.

Em busca de definir as duas estações (seca e chuvosa), trabalhou-se com o valor médio mensal obtido da precipitação média anual acumulada no período da série (Tabela 1), obtendo a média de 111,8 mm como valor de referência. Considerando esse valor como limite entre as duas estações, fez-se a diferença do valor médio de cada mês por ele e construiu-se o gráfico, na Figura 3, identificando os valores negativos (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro) como meses de seca e os positivos (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) como os chuvosos, servindo de balizamento para a interpretação da análise temporal da série.

O método descrito por Nery et al. (2002) para a caracterização das estações de chuva e de seca considera a porcentagem da contribuição da média de cada mês em relação à precipitação média acumulada anual (1341 mm). Segundo esses autores, é importante observar que se todos os meses do ano contribuíssem em relação ao total anual com a mesma precipitação, teríamos uma contribuição de 1/12 do total anual (8,33%) e que este valor pode ser adotado para a definição dos meses de seca.

Adotando o critério de contribuição da média mensal obteve-se 14,62% para janeiro; 9,6% para fevereiro; 11,36% para março; 7,74% para abril; 3,95% para maio; 1,99% para junho; 2,30% para julho; 2,10% para agosto; 4,09% para setembro; 8,87% para outubro; 15,29% para novembro; e 18,06% para dezembro. Portanto, confirmando que os meses que compõem a estação chuvosa e seca são os mesmos determinados pelo método anterior. Pode-se notar que, para o agricultor da região desenvolver suas atividades utilizando melhor a água no ciclo vegetativo das culturas, têm-se os três meses consecutivos mais chu-



**Figura 3** – Representação da estação seca e chuvosa para 111,8 mm de precipitação média mensal no período de 1940 a 2002

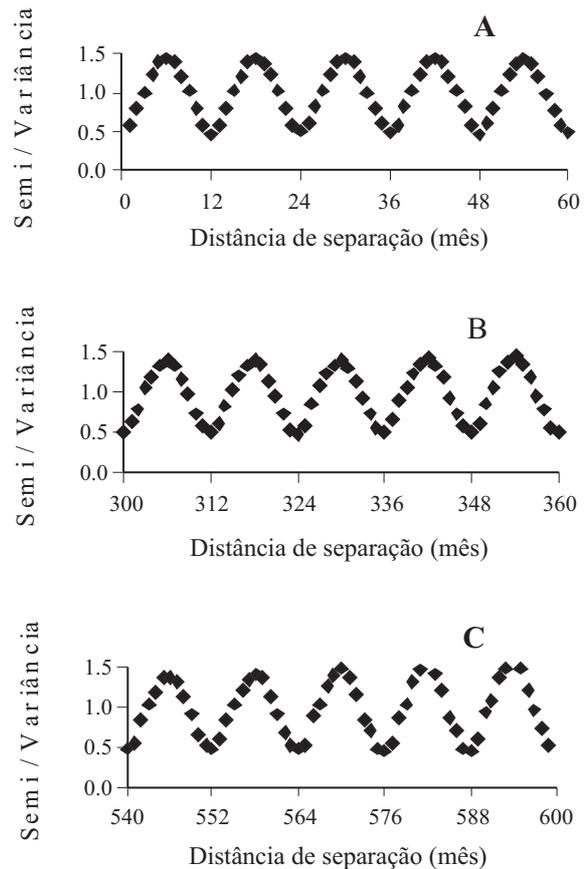
vosos, que são novembro, dezembro e janeiro, respectivamente, com contribuição de 47,97% para a precipitação anual média acumulada.

Na região do estudo, é exatamente no início da estação chuvosa que as práticas de preparo do solo para novos plantios são realizadas. Cabe ressaltar que se essas práticas não forem realizadas segundo critérios conservacionistas, pode haver maior perda de solo por erosão hídrica devido a maior erosividade nessa estação.

Na análise temporal dos dados utilizando-se as técnicas de geoestatística, primeiramente, foram construídos semivariogramas para a precipitação ocorrida em cada um dos meses e do acumulado anual, com 63 intervalos de tempo. Como resultado foi observado o chamado efeito pepita puro, ou ausência de dependência temporal, para os casos estudados, caracterizando comportamento aleatório para a precipitação pluviométrica. Segundo Silva et al. (2003), tal fato mostra que métodos de estimação que consideram independência entre as amostras podem ser utilizados na avaliação e previsão temporal nesses casos. Outra abordagem a ser feita, em estudos dessa natureza, é trabalhar com informação sobre precipitação em intervalo de tempo menor que a unidade mês adotada.

No segundo momento da análise, trabalhou-se com todos os meses dos 63 anos, totalizando 756 intervalos de tempo. A análise da variabilidade temporal da série está representada na Figura 4, no semivariograma experimental escalonado pela variância total dos dados. Ao calcular a semivariância entre os meses, conforme Equação 1, iniciando com intervalos de tempo de separação (lag), variando de um até seis meses, observa-se que a variabilidade aumenta até atingir uma baixa correlação, pico máximo, entre os meses separados pelo intervalo de seis meses, para o primeiro ano da série e que, este fato, se repete independentemente do ano estudado. Isso quer dizer que quando se correlacionam os meses chuvosos com os de seca, a semivariância aumenta e depois diminui apresentando uma tendência. A semivariância volta a cair em virtude de existir uma proximidade do valor da precipitação entre os meses no início e fim de cada ano, que são os meses chuvosos.

O comportamento da variabilidade temporal da precipitação, na série estudada, se assemelha a uma senóide, com período de ocorrência definido, pico inferior, em intervalos de separação (lag) de 12 meses. Nesse intervalo correlacionou-se a precipitação de um mesmo mês entre os diferentes anos, por exemplo, o janeiro e cada um dos demais meses de 1940 com os respectivos meses em 1941 e os de 1941 com os de 1942, até o fim da série. No intervalo de tempo de 24 meses (lag 24), a comparação foi entre os



**Figura 4** - Semivariograma escalonado da precipitação nos intervalos de lag: de 1 a 60 meses (A), de 300 a 360 meses (B) e de 540 a 600 meses (C)

meses de 1940 com os seus respectivos em 1942 e os 1942 com os de 1944, assim por diante, aumentando o intervalo de tempo entre os vizinhos até o lag 755, no ano de 2002.

Observando o comportamento da semivariância da série temporal, nota-se que a precipitação ocorrida em um determinado mês apresenta certa estacionaridade, independente do ano de ocorrência, ou seja, se desenvolve no tempo aleatoriamente, onde as propriedades estatísticas (média e variância) não variam de forma a refletir algum desequilíbrio temporal na série, apesar das anomalias apresentadas e discutidas anteriormente, podendo, portanto, utilizar a média mensal para estimar o valor de precipitação, o que foi comprovado com o comportamento aleatório na análise individual mensal.

Previsões climáticas oriundas dos modelos de circulação global do IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Changes (IPCC, 2007) sugerem variação das precipitações médias mensais para o Espírito Santo nas próximas décadas, devido ao fenômeno do aquecimento global. Esperava-se,

portanto, que fossem encontradas evidências mínimas de variação nos padrões da precipitação no presente estudo. Todavia, os dados apresentados mostram que não foi verificada, ao longo dos anos, tendência de aumento ou decréscimo das precipitações na estação pluviométrica analisada. Esse fato, de modo algum invalida as simulações feitas pelos modelos do IPCC, mas sugere que as previsões climáticas sejam analisadas de forma cuidadosa.

Como foi constatado que a média é a estatística que melhor estima a precipitação mensal, realizou-se uma regressão para a precipitação média no município de Alegre – ES em função dos doze meses do ano, sendo, portanto, ajustado o modelo polinomial de grau dois (Equação 2) com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 0,89 e os coeficientes estimadores significativos ( $p < 0,01$ ).

$$Y = 291,51 - 81,07 * X + 6,41 * X^2 \quad (2)$$

em que: Y é a precipitação média mensal estimada (mm) e X os meses do ano, variando de 1 a 12 (mês), sendo janeiro igual a 1, fevereiro igual a 2, e dezembro igual a 12.

## Conclusões

1. Entre os doze meses do ano ocorre variabilidade temporal da precipitação em função das estações chuvosa e seca, bem definidas;
2. Os semivariogramas para cada um dos meses da série apresentaram efeito pepita puro. Nesses casos, as estimativas de precipitação pluviométrica podem ser feitas considerando independência entre os meses nos diferentes anos da série; e
3. Não foram evidenciadas mudanças nos padrões de precipitação que sugerem influência das mudanças climáticas globais sobre as chuvas na estação estudada.

## Referências

- BLAIN, G. C. et al. Distribuição temporal da precipitação pluvial mensal observada no posto meteorológico do Instituto Agronômico, em Campinas, SP. **Bragantia**, v. 66, n. 02, p. 347-355, 2007.
- CANO, W.; BRANDÃO, C. A. (Coords). **A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, finanças e meio ambiente**. Campinas: Unicamp, 2002. 439 p.
- FREDERICK, R. H.; MYERS, V. A.; AUCIELLO, E. P. **Five to 60-minute precipitation frequency for eastern and central United States**. MA: National Weather Service, 1977.
- GOULART, J. P.; MAESTRINI, A. P.; NEIBEL, A. L. Relação intensidade duração-freqüência de chuvas em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 07, n. 01, p. 543-552, 1992.
- GURGEL, H. C. **Variabilidade espacial e temporal do NDVI sobre o Brasil e suas conexões com o clima**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)–Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos .
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007: the physical science basis: summary for policymakers**. Geneva: IPCC, 2007. 18 p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2007.
- MELLO, M. H. A.; ARRUDA, H. V.; ORTOLANI, A. A. Probabilidade de ocorrência de totais pluviais máximos horários, em Campinas, São Paulo. **Revista IG**, v. 15, n. 1/2, p. 59-67, 1994.
- MELO JUNIOR, J. C. F. et al. Distribuição espacial da freqüência de chuvas na região hidrográfica do Atlântico, Leste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 02, 2006.
- MILLER, J. F.; FREDERICK, R. H.; TRACEY, R. J. **Precipitation-frequency Atlas of the conterminous western United States**. MA: National Weather Service, 1973.
- NERY, J. T.; MARTINS, M. L. O. F.; SANT'ANA, J. L. N. Variabilidade da precipitação no Brasil Meridional. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 6, p. 1687-1695, 2002.
- ROBERTSON, G. P. **GS+: geostatistics for the environmental sciences – GS+: user's guide**. Plainwell: Gamma Desing Software, 1998. 152 p.
- SANSIGOLO, C. A. Variabilidade interanual da estação chuvosa no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 1, p.1001-105, 1996.
- SILVA, J. W.; GUIMARAES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 03, p. 665-674, maio/jun. 2003.
- SILVA, J. B.; BASGALUPP, M. P.; PAZ, S. R. da. Comportamento das precipitações pluviais mensais em Pelotas, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n. 01, p. 155-159, 2005.
- SIVAPALAN, M.; BLOSCHL, G. Transformation of point rainfall to areal rainfall: intensity-duration-frequency curves. **Journal of Hydrology**, v. 204, p. 150–167, 1998.
- STATSOFT, Inc. **STATISTICA (data analysis software system)**, version 6. 2001. (Software estatístico).
- VIEIRA, D. B.; SOUZA, C. Z. Análise das relações intensidade e duração-freqüência das chuvas intensas para Ribeirão Preto. **Item**, v. 14, n. 09, p. 20-29, 1983.
- VIEIRA, D. B.; LOMBARDI NETO, F.; SANTOS, R. P; Análise das intensidades máximas de chuva em Pindorama (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p. 255-260, 1994
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Application of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. 385 p.