

VARIABILIDADE ESPACIAL DO TERCEIRO QUARTIL DA PRECIPITAÇÃO MENSAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Paula Mauri Bernardes¹, Abel Souza da Fonseca², Simone Dornelas Costa³, Julião Soares de Souza Lima⁴

¹CCA/UFES, Estudante de Agronomia, Depto. Eng. Rural, Alegre-ES, paula.mauri@hotmail.com

²CCA/UFES, Estudante de Agronomia, Depto. Eng. Rural, Alegre-ES, abelufes@hotmail.com

³FIC/ Ciência da Computação, Caratinga – MG, CEP. 35300-000, sidornellas@gmail.com

⁴CCA/UFES, CCA/UFES, Prof. Associado II, Depto. Eng. Rural, Alegre-ES, limajss@yahoo.com

Resumo - Este trabalho teve por objetivo estudar a variabilidade espacial do terceiro quartil da precipitação no Estado do Espírito Santo para cada mês utilizando 50 postos de observações da Agência Nacional de Águas (ANA), com intervalos de observações que variam de 25 a 73 anos. Os dados foram analisados pela Estatística clássica determinando as medidas de posição e dispersão e na seqüência utilizou as técnicas de Geoestatística, como a construção de variograma para cada mês para a construção de mapas de isolinhas utilizando a krigagem ordinária. O variograma esférico com alcance variando de 46,1 a 210,6 km ajustou para a maioria dos meses, com alta dependência espacial. A distribuição espacial do terceiro quartil da precipitação pluvial mensal apresentou diferentes microclimas em diferentes regiões do estado.

Palavras-chave: Geoestatística, mudança climática, dependência espacial.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

O estudo climatológico dos diversos elementos do tempo é de extrema importância, tendo em vista o impacto ambiental que a anomalia dessas componentes provoca no clima regional. 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, dentre 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 da temperatura, sendo expressiva quando se considera a precipitação (GURGEL, 2003).

O estudo da variabilidade espacial 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).

Este trabalho tem como objetivo construir mapas de isolinhas de precipitação para cada mês, tendo como referência os valores do terceiro quartil e identificar ocorrência de microclimas em diferentes regiões utilizando técnicas de geoestatística.

Metodologia

Os dados de precipitação pluvial utilizados neste estudo são da Agência Nacional de Águas (ANA), compreendida entre 25 a 73 anos de precipitação nos municípios do Estado. Os valores de precipitação abrangem o período de tempo entre os anos de 1940 e 2005. As observações referem-se às precipitações pluviais 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 têm por propósito verificar a variabilidade dos atributos e caracterizar a distribuição de probabilidade, baseada na análise descritiva dos dados da precipitação mensal, sendo obtidos: a média, a mediana, o desvio-padrão, o valor mínimo e o máximo, primeiro quartil (Q1), terceiro quartil (Q3), os coeficientes de variação, assimetria e curtose.

Na definição das estações de seca e de chuva considerou o método descrito por Nery et al. (2002) que considera a percentagem da contribuição da média de cada mês em relação à precipitação média acumulada anual. Segundo esses autores, é importante observar que se todos os meses do ano contribuíssem em relação ao acumulado 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.

Como existe considerável variabilidade espacial nos fenômenos naturais, entre eles a precipitação pluviométrica, estimativas baseadas na média aritmética podem não apresentar precisão e confiabilidade, podendo levar a valores distorcidos (BLAIN et al., 2007, LIMA et al., 2008). Com base nesta afirmativa adotou-se o valor médio do terceiro quartil da precipitação, com 75% das ocorrências de precipitação mensal.

A análise geoestatística foi utilizada para definir o modelo de variabilidade espacial do terceiro quartil da precipitação mensal para o Estado. A dependência espacial foi analisada por meio de ajuste do variograma clássico de Matheron, utilizando o programa computacional GS⁺, com base nas pressuposições de estacionariedade da hipótese intrínseca.

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

em que: $\gamma(h)$ é a semivariância para um vetor h (mês); Z(x) e Z(x+h) são os pares de observações de precipitação pluviométrica; e N(h) é o número de pares de valores medidos.

Os modelos teóricos para ajuste dos variogramas testados foram o esférico, o exponencial e o gaussiano. O modelo que melhor ajustou foi escolhido de acordo com os critérios

adotados pelo software GS⁺ (ROBERTSON,1998), que utiliza a menor soma do quadrado dos resíduos (SQR) e o maior coeficiente de determinação (R²). Considerou-se também o coeficiente de determinação múltipla da validação cruzada, entre os valores observados e os estimados considerando o modelo do variograma.

Conforme critérios estabelecidos por Zimback (2001) o índice de dependência espacial (IDE) assume os seguintes intervalos: fraco para valores de IDE < 25%; moderado entre 25% ≤ IDE ≤ 75% e forte para IDE >75%.

Observada a existência de dependência espacial estimou valores para locais onde a variável não foi medida, usando-se a krigagem ordinária. Após a estimativa dos dados, resultantes da krigagem, foram obtidos mapas de isolinhas para cada mês no estado do Espírito Santo

Resultados

Os dados da análise descritiva da precipitação nos postos de observação da ANA no estado do Espírito Santo estão apresentados na Tabela1.

Na tabela 2 estão mostrados os dados e os modelos de ajuste dos variogramas e nas Figuras 1e 2 os mapas do terceiro quartil para os meses.

Tabela 1 – Estatísticas da precipitação mensal (mm) para o estado do Espírito Santo.

Mês	Média	Md	PM/PA(%)	Min	Max	S	C _s	C _k	Q ₁	Q ₃	CV	w
Jan	174,0	152,8	13,9	0,0	838,5	126,0	1,1	1,4	76,5	239,7	72,4	*
Fev	103,2	87,1	7,9	0,0	545,2	78,1	1,3	2,4	43,4	144,3	75,6	*
Mar	138,0	119,9	10,9	0,0	962,2	99,3	1,4	3,7	63,9	187,5	71,9	*
Abr	88,5	75,8	6,9	0,0	745,8	60,5	1,6	6,3	44,3	119,8	68,4	*
Mai	55,2	44,8	4,1	0,0	563,5	46,5	2,3	10,6	22,7	74,8	84,4	*
Jun	37,6	25,6	2,3	0,0	357,4	38,9	2,5	9,9	12,4	50,0	103,7	*
Jul	46,4	32,4	3,0	0,0	423,0	46,9	2,1	6,9	14,2	63,0	101,0	*
Ago	38,5	28,0	2,5	0,0	299,6	37,7	1,8	4,5	10,6	55,8	97,9	*
Set	61,7	49,4	4,5	0,0	527,1	52,5	1,6	4,5	22,4	87,0	85,1	*
Out	113,6	104,1	9,5	0,0	626,3	70,2	0,8	1,1	59,6	157,0	61,8	*
Nov	195,6	183,8	16,7	0,0	888,5	101,5	0,9	1,7	120,6	253,6	51,9	*
Dez	208,4	194,8	17,7	0,0	848,6	102,5	0,8	1,6	133,7	270,1	49,28	*

Md – mediana; PM/PA - relação entre a precipitação média mensal e a média acumulada anual; Min – valor mínimo; Max – valor máximo; s – desvio padrão; C_s – coeficiente de assimetria; C_k – coeficiente de curtose; Q₁ – primeiro quartil ; Q₃ – terceiro quartil ; CV – coeficiente de variação (%) e * distribuição não normal.

Tabela 2 – Modelos e parâmetros dos variogramas ajustados aos dados de precipitação no terceiro quartil.

Mês	Modelo	a (km)	R ²	IDE	R ² -VC	C ₀
Jan	Esf	120,8	50,4	56,2	27,7	775,0
Fev	Esf	56,8	64,6	99,9	54,1	1,0
Mar	Esf	46,1	73,4	99,9	54,5	1,0
Abr	Esf	46,1	73,4	99,9	63,3	1,0
Mai	Gaus	112,4	76,9	79,2	66,2	109,0
Jun	Gaus	190,0	92,1	79,1	56,9	124,0
Jul	Esf	139,3	91,2	99,9	47,7	1,0
Ago	Gaus	121,8	94,6	88,6	55,8	69,0
Set	Esf	143,6	89,2	99,9	61,1	1,0
Out	Esf	210,6	80,4	83,5	32,4	106,0
Nov	Exp	57,9	53,6	83,9	13,2	140,0
Dez	Esf	62,0	83,6	99,9	34,9	1,0

Esf – modelo esférico; Gaus – modelo gaussiano; Exp – modelo exponencial; a – alcance (km); IDE – índice de dependência espacial (%); R² – coeficiente de determinação (%); R²-VC – coeficiente de determinação da validação cruzada (%); C₀ – Efeito pepita.

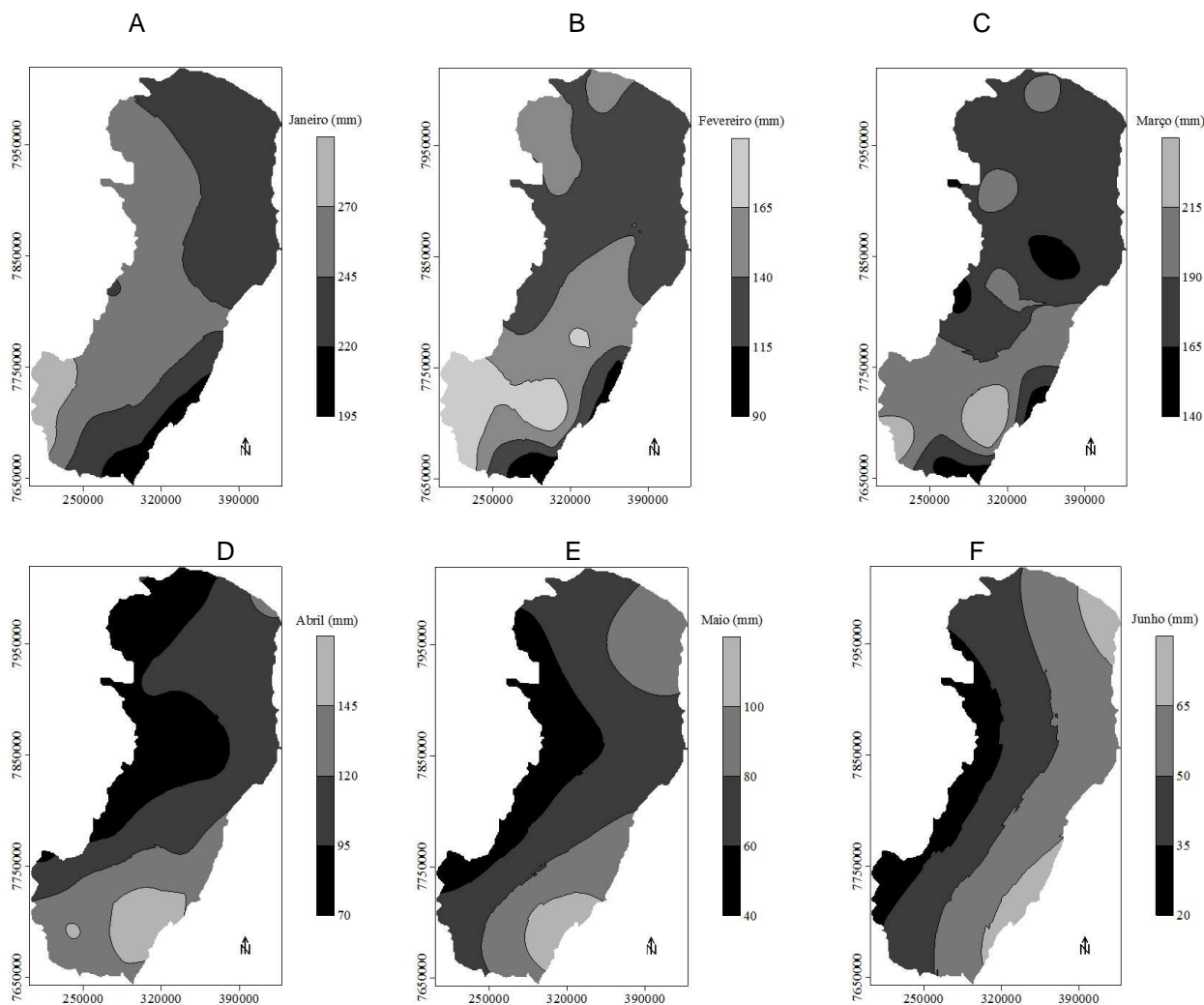


Figura 1 - Mapas da distribuição espacial do terceiro quartil (Q3) para os meses de janeiro (A), fevereiro (B), março (C), abril (D), maio (E) e Junho (F).

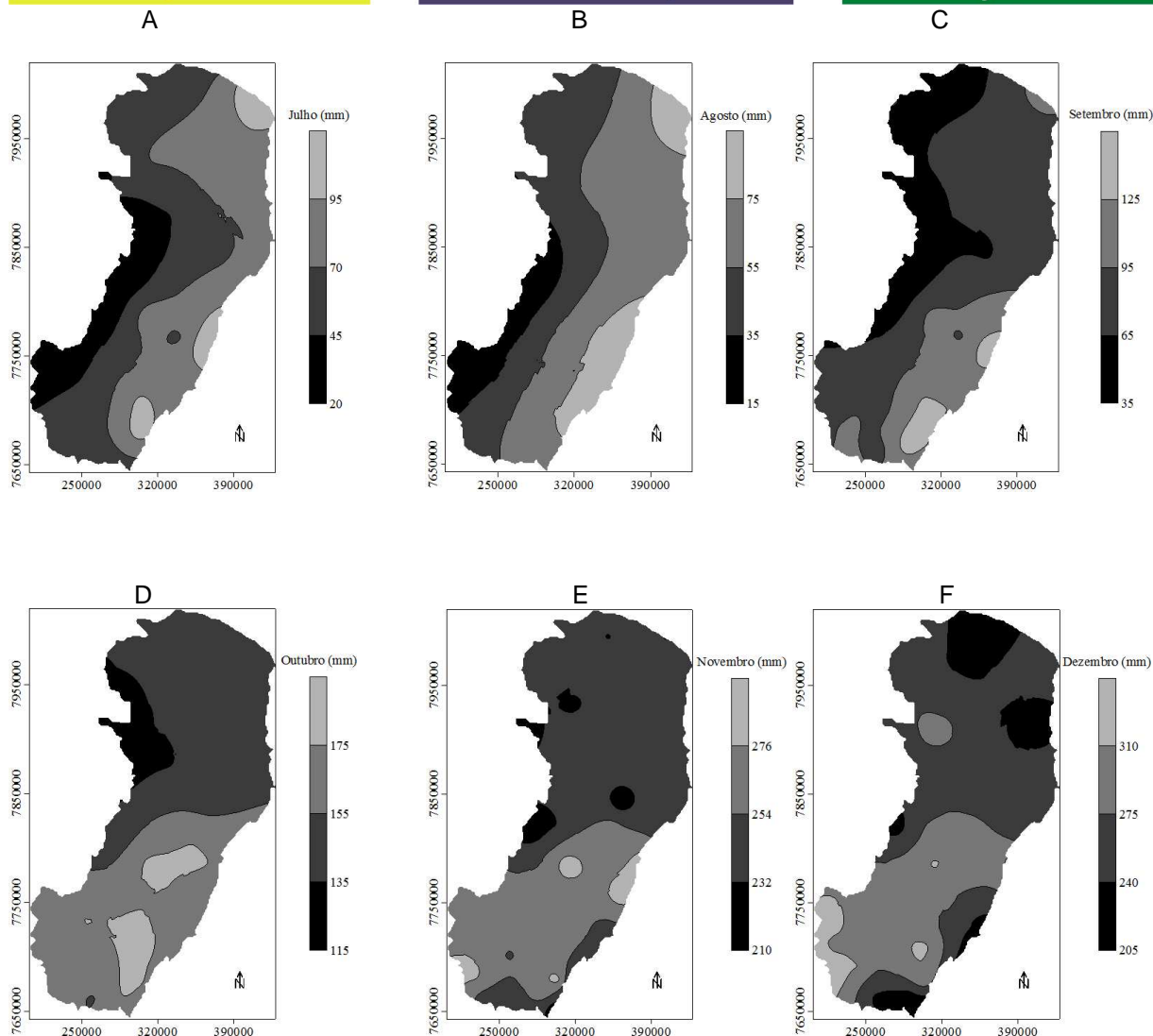


Figura 2 - Mapas da distribuição espacial do terceiro quartil (Q3) para os meses julho (A), agosto (B), setembro (C), outubro (D), novembro (E) e dezembro (F).

Discussão

O menor valor médio da precipitação (Tabela 1) foi detectado no mês de junho (37,6 mm) e a maior no mês de dezembro (208,4 mm). Verifica-se que em todos os meses ocorreu ausência de precipitação em pelo menos em um ano da série de dados, indicando elevada amplitude de distribuição dos dados.

Valores de CV menores que 60% ocorreram para os meses de novembro e dezembro, classificado como de média variação, de acordo com intervalo proposto por Warrick e Nielsen (1980). Os maiores valores de CV estão nos meses característicos de seca no estado: maio, junho, julho, agosto e setembro.

A estação de seca foi definida para os meses que apresentam uma relação entre a precipitação média mensal e a média acumulada anual

(PM/PA) menor que 8,33%, sendo eles: fevereiro, abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, respectivamente, com 31,2% da precipitação média acumulada anual. Os meses que compõem a estação chuvosa (janeiro, março, outubro, novembro e dezembro), também apresentam os maiores valores de Q_1 e Q_3 no estado.

O coeficiente de assimetria (C_s) apresentou valor positivo, com a média de precipitação mensal maior que a mediana, com concentração de valores abaixo do valor médio. Para a curtose, a distribuição foi leptocurtica com C_k positivo. Tais valores indicam afastamento dos dados do padrão da curva de distribuição normal, o que foi confirmado pelo teste de Shapiro Wilk's a 5% de probabilidade. Cargnelutti Filho et al., (2010) em estudo no Rio Grande do Sul e Lima et al. (2008) no Espírito Santo, encontraram distribuição normal

para os dados de precipitação mensal e anual, respectivamente.

A alta variabilidade de ocorrência de precipitação dentro de cada meses é fator decisivo para o não atendimento da distribuição normal, o que pode ser provocado pela ausência ou baixa precipitação nos meses de seca e de chuva ou mesmo altos índices pluviométricos provenientes de algum evento climático atípico. O valor máximo de ocorrência de precipitação foi no mês de março com 962,2 mm.

O modelo de maior ocorrência no ajuste do variograma teórico para o terceiro quartil da precipitação pluvial mensal no Espírito Santo foi o esférico. Segundo Trangmar et al. (1985) afirmaram que a escolha de um modelo deve ser criteriosa, pois cada um fornece seus parâmetros, podendo influenciar na interpolação de valores não medidos quando se utiliza o método a krigagem ordinária.

O menor alcance (a) de dependência espacial foi obtido para os meses de março e abril (46,1 km) e o maior para o mês de outubro (210,6 km). Maior continuidade espacial da precipitação no terceiro quartil ocorre nos meses com os maiores alcances, ou seja, pontos vizinhos localizados neste raio de ação são mais similares, contribuindo para maior precisão na estimativa da precipitação para locais onde não se tem postos pluviométricos. O índice de dependência espacial (IDE) apresentou forte continuidade espacial para todos os meses ($IDE \geq 75\%$), com exceção do mês de janeiro cuja dependência é média, segundo classificação apresentada por Zimback (2001).

Os mapas da distribuição espacial do terceiro quartil da precipitação mensal foram construídos por krigagem ordinária e estão representados nas Figuras 1 e 2. Os mapas permitiram verificar a variabilidade espacial e a regionalização da sua distribuição.

Esta distribuição confirma a presença de possíveis microclimas, informação essa essencial para o planejamento agrícola no Estado, tais como: no estudo de zoneamento agrícola, previsão de safras e caracterização climatológica.

Observa-se que no mês de janeiro (Figuras 1A) maior intensidade pluviométrica do terceiro quartil (Q3) aumenta na direção leste-oeste, com os maiores valores na divisa com a região leste do estado de Minas Gerais, possivelmente em função dos ventos úmidos vindo do litoral.

Nos meses característicos de seca bem definidos no estado (Figuras 1D, 1E, 1F, 2A, 2B, 2C) ocorre o inverso, com os valores de precipitação aumentando do interior para o litoral, mostrando certa semelhança quanto à forma de distribuição espacial da precipitação.

Os meses de fevereiro, março, novembro e dezembro (Figuras 1B, 1C, 2E, 2F) apresentam um decréscimo da precipitação na direção sul-norte do estado. Meses estes que correspondem a 51,1% da precipitação média anual acumulada. Este fato caracteriza a região sul do estado com os maiores índices de precipitação em relação à região norte na época das chuvas.

Conclusão

O terceiro quartil da precipitação pluvial mensal apresentou forte dependência espacial, com exceção no mês de janeiro, com alcance de dependência espacial variando entre 41,6 a 210,6 km;

A distribuição espacial do terceiro quartil da precipitação pluvial mensal evidenciou diferentes microclimas em regiões do estado.

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. A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente. Campinas, SP: Unicamp, 2002.
- CARGNELUTTI FILHO, MATZENAUER R. et al. Dimensionamento da amostra para a estimação da média de precipitação pluvial mensal em diferentes locais do Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural, online*. v. 40, n. 01, 2010.
- GURGEL, H. C. Variabilidade espacial e temporal do NDVI sobre o Brasil e suas conexões com o clima. São José dos Campos, 2003. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- LIMA, J.S.S.; SILVA, S.A. et al. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre-ES. *Rev. Ciênc. Agron.*, Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 327- 332. 2008.
- 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.

-SILVA, J.W.; GUIMARAES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG. **Ciência e agrotecnologia.**, Lavras. v.27, n.3, p.665-674, maio/jun., 2003.

-SILVA, J. B.; BASGALUPP, M. P.; PAZ, S. R. da. Comportamento das precipitações pluviiais mensais em Pelotas, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria**, v. 13, n. 1, p. 155-159, 2005.

-TRANGMAR, B.B. et al. Applicattion of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy, San Diego**, v.38, p.45-94. 1985.

-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.

-ZIMBACK, C.R.L. Análise especial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade. Tese de Livre- Docência (Livre- Docência em Levantamento do solo e fotopedologia), FCA/UNESP, 2001.114p.