

USO DO SOFTWARE GEOEST PARA ANÁLISE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL ANUAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

Laurimar Gonçalves Vendrusculo¹
José Ruy Porto de Carvalho²
Sidney Rosa Vieira³

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar a distribuição espacial da precipitação pluvial anual média de mil e vinte e sete estações climáticas abrangendo o Estado de São Paulo no período compreendido entre 1957 a 1997 utilizando o software geostatístico denominado GeoEst, desenvolvido em ambiente Delphi 5. A análise do semivariograma relativo à precipitação anual mostrou dependência espacial para um alcance de 48,5 km. A isotropia foi constatada para este caso. O modelo teórico esférico foi aquele que representou o melhor ajuste aos pontos do semivariograma experimental. A análise do mapa de variabilidade confirmou a influência da altitude nos altos índices de precipitação da costa litorânea do estado de São Paulo.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas computacionais, geoestatística, interpolação, variograma.

USING GEOEST SOFTWARE FOR SPATIAL ANALYSIS OF ANNUAL PRECIPITATION IN THE SÃO PAULO STATE

ABSTRACT

The objective of the present work was to analyse the spatial distribution of the average annual pluvial precipitation of thousand and twenty-seven climatic stations including all the State of São Paulo in the period understood among 1957 to 1997 using the geostatistical software denominated GeoEst, developed in Delphi 5 environment. The semivariogram analysis showed spatial dependence when 48,5 km was reach. The isotropy was verified for this case. The spherical theoretical model was fit to the data. The analysis of the variability map confirmed the influence of the altitude in the high indexes of precipitation in the São Paulo state coast.

KEYWORDS: Computational system, geostatistic, interpolation, variogram.

1. INTRODUÇÃO

A acurada avaliação dos dados de precipitação, no contexto agrícola, influenciam diretamente o gerenciamento de culturas. Segundo Viera et al. (2001) a quantificação das chuvas com intensidade superiores ao suporte do ambiente é importante para o planejamento agrícola e ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O sistema GeoEst (Vendrusculo, 2001) foi desenvolvido em ambiente Delphi® seguindo o paradigma de orientação à objetos, para o ambiente Windows®. As interfaces gráficas habilitam a edição e importação do arquivo de dado (Figura 1a). O ambiente para modelagem do semivariograma, permite o ajuste manual dos parâmetros de efeito pepita(c0), variância estrutural (c1) e alcance (a) aos principais modelos teóricos. O grau de ajustamento do modelo, pode ser obtido pelas estatísticas Soma dos Quadrados dos Desvios

¹ Enga. Eletricista, Pesquisador, Embrapa Informática Agropecuária - (laurimar@cnptia.embrapa.br)

² Eng. Agrônomo, Pesquisador Científico, Centro de Solos e Recursos Agroambientais / IAC - (sidney@iac.sp.gov.br)

³ Estatístico, Pesquisador, Embrapa Informática Agropecuária, - (jruiy@cnptia.embrapa.br)

Ponderados (SQDP), Coeficientes de Determinação Ajustado (R^2) e Akaike bem como a técnica de “Jack-knifing” (Auto-validação), além de permitir a obtenção do número ideal de vizinhos para o processo de interpolação.

Os dados, proveniente de estações do DAEE, inicialmente, foram submetidos à análise estatística clássica, por meio dos cálculos de média, variância, desvio padrão, assimetria, curtose. Tais análise fornecem informações sobre a homogeneidade e normalidade do conjunto de dados. A matriz de correlação fornece a associação entre as variáveis.

Posteriormente, o estudo da estrutura de variabilidade baseou-se no ambiente para modelagem do semivariograma. Segundo Vieira (2000), esta ferramenta é mais adequada para medir a dependência espacial quando amostras forem coletadas em duas dimensões no campo e é necessário interpolar locais não amostrados com intuito de gerar mapas de isolinhas.

O semivariograma pode ser definido como (Clark, 1979) :

$$\gamma(h) = 1/2 E \{ Z(x_i) - Z(x_i + h) \}^2$$

ou seja é a metade da esperança matemática do quadrado da diferença entre os valores dos pontos em um campo, distanciados do vetor distância h. A equação pode ser dada por:

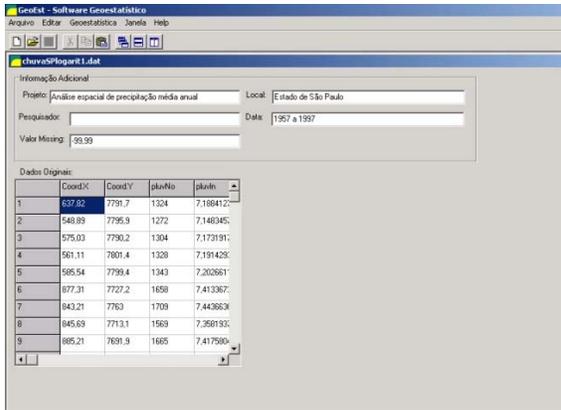
$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

onde N(h) é o número de pares de valores medidos $Z(x_i)$ e $Z(x_i+h)$, separados por um vetor h se a variável for escalar.

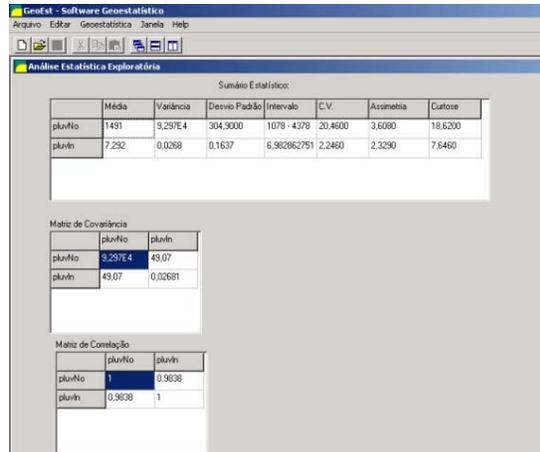
O sistema desenha o gráfico do semivariograma experimental escalonado, ou seja, os valores das semivariâncias estão divididos pela variância da variável em questão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados anuais de precipitação são médias de 40 anos para o período de 1957 a 1997. A Figura 1b mostra os resultados da estatística descritiva. Observa-se o alto valor da variância (92.970) para a precipitação anual. Os coeficientes de assimetria (3,61) e curtose (18,61) indicam que os dados não podem ser considerados normalmente distribuídos (assimetria e curtose iguais a zero). Esta grandeza motivou a aplicação do logaritmo neperiano nos dados brutos com finalidade de homogeneizar as informações das estações do litoral e do interior.



1(a)



1(b)

FIGURA 1: Interface com visualização da base de dados de precipitação anual e da estatística descritiva dos dados.

A opção Geostatística habilita a elaboração do semivariograma experimental. A este semivariograma pode-se ajustar os principais modelos teóricos. O modelo exponencial foi escolhido como aquele que obteve melhores índices de SQDP, R^2 e validado pela técnica de “Jack-Knifing”.

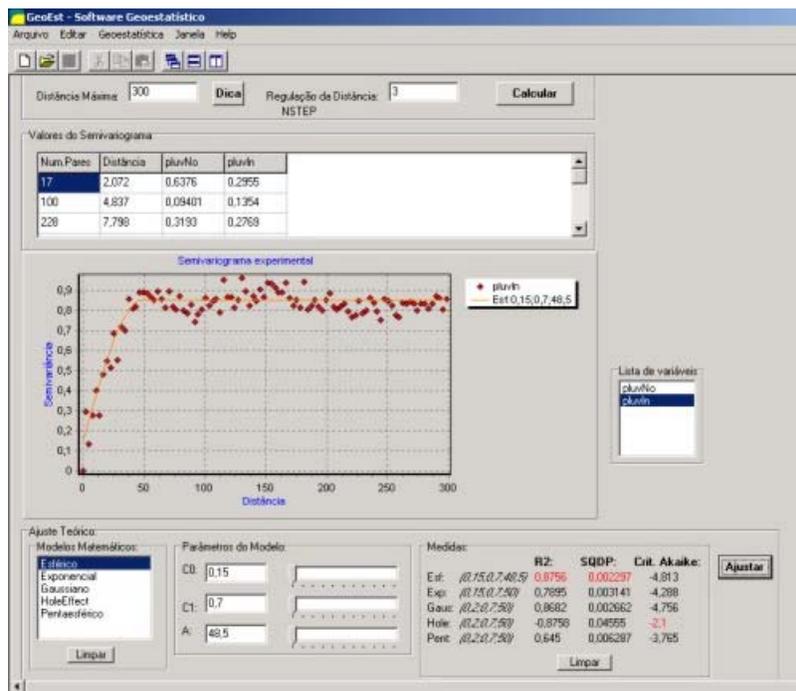


FIGURA 2: Ambiente de modelagem de semivariograma.

A variável em estudo apresentou dependência espacial possibilitando o uso desta propriedade para a realização da interpolação através de krigagem. A krigagem ordinária foi usada para estimar valores em pontos não amostrados que permitiram a obtenção da distribuição espacial da variável em estudo, cujo mapa de isolinhas pode ser observado na Figura 3.

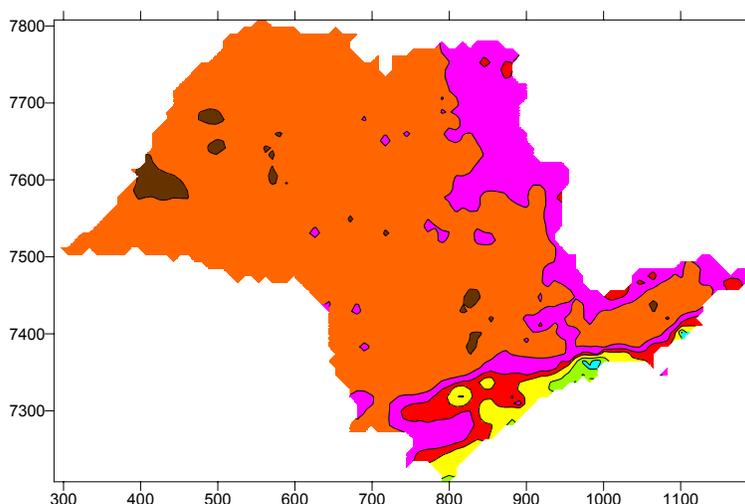


FIGURA 3: Distribuição espacial da precipitação pluviométrica para o Estado de São Paulo utilizando krigagem ordinária

A faixa litorânea apresenta alta precipitação pluviométrica, conforme ilustra a Figura 3. Este fenômeno ocorre devido ao relevo acentuado da Serra do Mar, que se dispõem quase que paralela à linha da costa. Tal configuração propicia a precipitação do tipo orográfico ou de relevo nas vertentes à barlavento (lado de onde sopra o vento).

4. CONCLUSÕES

Dentre as facilidades oferecidas pelo software GeoEst destaca-se:

facilidade de importação e edição de dados

- rápida visualização das estatísticas descritivas clássicas
- versatilidade do ambiente de geração de semivariograma que através do ajuste manual dos parâmetros do modelo teórico, e os respectivos cálculos de SQDP, R^2 e “Jack-knifing”, permitem obter com o uso de krigagem, estimativas não tendenciosas dos pontos não amostrados.
- projeto computacional aberto à incorporação de novos métodos de ajustamento e krigagem.

Com relação aos dados de precipitação concluiu-se que suas observações são espacialmente dependentes a uma distância de até 48,5 km em todas as direções. A interpretação do mapa de variabilidade confirmou a influência da altitude nos altos índices de precipitação da costa litorânea do estado de São Paulo.

5. AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador Eduardo Delgado Assad da Embrapa Informática Agropecuária pela cessão dos dados consolidados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLARK, I. **Practical geostatistics**. London: Applied Science Publishers, 1979. 130 p.

DELHOMME, J.P. Kriging in the hydrosociences, **Advances in Water Resources**, v. 1, n. 5, p. 251-266, set. 1978

PHILLIPS, D.L.; DOLPH, J.; MARKS, D. A comparison of geostatistical procedures for spatial analysis of precipitations in mountainous terrain. **Agric. And Forest Meteor.**, n. 58, p. 119-141, 1992.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. **In:** Tópicos em Ciência do Solo, editores: Roberto Ferreira de Novais, Victor Hugo Alvarz V., Carlos Ernesto G. R. Schaefer, (Ed.). **Tópicos em ciência do solo. Viçosa:**Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p. 1-54, 2000.

VIEIRA, S. R.; CARVALHO, J. R. P. de. Estudo da periodicidade temporal de chuvas em bacia hidrográfica dos Rios Turvo / Grande – uma proposta. Campinas – Embrapa Informática Agropecuária, 2001, 17p : - (Documentos/Embrapa Informática Agropecuária ; 10).

VENDRUSCULO, L.G., Desenvolvimento de um sistema computacional para análise geo-estatística. 87p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, Campinas. 2001.