

Modelo de distribuição espacial da precipitação. Uma análise com base no estado do Paraná – BR.

Sampaio, T.V.M. (UFPR) ; Faria, I. (UFPR) ; Camboim, S. (UFPR)

RESUMO

A distribuição espacial da precipitação tem sido foco de inúmeras pesquisas. Utilizando 496 estações pluviométricas do estado do Paraná este trabalho discute a adequação dos modelos empregados e o alcance espacial dos dados da série histórica e anual. A análise dos semivariogramas indicou que o alcance espacial para a série anual é variável (menos de 30 a mais de 100km) e da série histórica superior a 100 km. Os modelos Gaussiano e Stable demonstraram-se adequados a representação do fenômeno.

PALAVRAS CHAVES

Modelo de Precipitação; Distribuição Espacial; Geoestatística

ABSTRACT

The spatial distribution of precipitation has been the objective of numerous studies. Using 496 pluviometric stations in the Paraná state this paper discusses the appropriateness of models used and the spatial range of the data in the annual series and historical. The analysis of semivariograms indicated that the spatial range for the annual series is variability (approx. 30km a 100km) and the historical series is greater than 100 km. The models Stable and Gaussian showed adequate.

KEYWORDS

Precipitation Model; Spatial Distribution; Geoestatistic

INTRODUÇÃO

Dentre os fatores climáticos que atuam de forma direta a precipitação pode trazer efeitos benéficos e maléficos à população a depender de sua intensidade, duração, frequência e distribuição espacial. Estudar a distribuição temporal e espacial da precipitação demanda o conhecimento e análise de fatores geográficos dinâmicos e estáticos os quais condicionam sua ocorrência. A aplicação de métodos estatísticos e geoestatísticos possibilitam minimizar as inconsistências observadas nos dados de precipitação e ampliam a capacidade de avaliar a correlação espacial e estabelecer relações entre os fenômenos estudados e sua distribuição no espaço. Objetivando representar a precipitação e estimar sua ocorrência em locais não amostrados, têm-se empregado cada vez mais técnicas de Geoestatística, sendo que sua capacidade e conveniência quanto à adequação dos modelos de distribuição espacial obtidos nem sempre tem sido foco de análise. Em especial, nas análises geoestatísticas o semivariograma a covariância, fornecem informações relevantes a cerca do alcance, ou seja, da distância mínima entre as estações de coleta, necessária para que a estimativa dos valores nas áreas não amostradas seja válida, permitindo que o processo de representação por interpolação possa ser representativo. Este trabalho analisa a densidade de estações de coleta de dados de precipitação no estado do Paraná no que se refere ao fornecimento de condições para aplicação de interpoladores derivados de modelos determinísticos e geoestatísticos. Ainda avalia a capacidade dos interpoladores para estimar e representar a distribuição espacial da precipitação anual e série histórica no estado do Paraná e, o modelo geoestatístico mais adequado para representação da série histórica.

MATERIAL E MÉTODOS

Com área aproximada de 199.291 Km², o estado do Paraná localiza-se na região sul do Brasil entre as latitudes 22°30'58" S e 26°43'00" S e, longitudes 48°05'37" W.Gr. e 54°37'08" W.Gr. Os dados pluviométricos utilizados neste trabalho foram obtidos no site da ANA (Agência Nacional das Águas) através da HidroWeb, sendo selecionadas inclusive as estações desativadas. Para trabalhar as séries

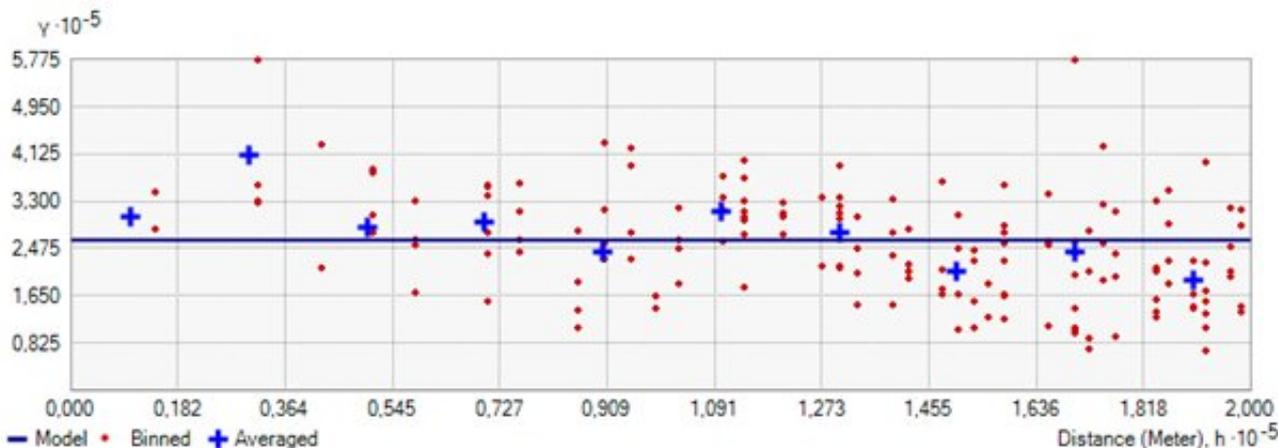
históricas fez-se uso dos softwares Excel 2007, Access 2007 e ArcGis 9.3.1. Os dados adquiridos da Hidroweb foram obtidos em formato de texto (txt) e salvos no formato Excel. Posteriormente foram exportados para o Access 2007 onde foi possível gerar um banco de dados o qual facilitou a manipulação destes de forma mais rápida e possibilitou agrupar as estações em uma única tabela. Após estruturar o banco de dados no Access, os dados foram exportados novamente para o Excel a fim de finalizar a organização dos mesmos de forma a possibilitar a interpolação através do software ArcGis 9.3.1. A base de dados inclui as medições de 539 estações, considerando a precipitação máxima, total anual e, total de dias de chuva no ano no período de 1970 a 2010. A base cartográfica empregada com a codificação e localização das estações foi obtida também junto a ANA, a partir da junção dos arquivos das bacias 6 (Rio Paraná) e 8 (Atlântico - Trecho Sudeste). Para análise da adequação dos interpoladores na representação espacial da série histórica foram considerados os dados referentes às séries de 20 e 30 anos e, para análise da distribuição dos totais anuais, foram utilizados dados de cinco anos, com intervalo de tempo de seis e oito anos, sendo: 1972 (com 136 estações consideradas), 1978 (com 472 estações), 1986 (com 488 estações), 1992 (com 496 estações) e 1998 (com 496 estações).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos semivariogramas indicou alcances distintos para os anos analisados, sendo o maior valor observado referente ao ano de 1998 com alcance aproximado de 165 km e, o menor valor observado para o ano de 1972, com alcance inferior a 35 km. Para este último ano, o semivariograma revelou a forte presença do efeito pepita (Figura 01), indicando que a distância média entre as estações disponíveis seria inadequada para permitir o uso de interpoladores na representação da distribuição espacial da precipitação anual para a área total do Estado. Figura 01. Semivariograma referente ao ano de 1972, sem adoção de modelo geoestatístico, indicando efeito pepita. Em especial a precipitação observada no ano de 1972 apresentou padrão de distribuição muito variado. Para este ano, a distância média entre as estações analisadas (18,8km) e a densidade das mesmas no estado do Paraná (1/1465 - Estação/Km²), mostrou-se inadequada para a espacialização total da mesma. O alcance observado (aprox. 35 km) indica que a representação espacial da distribuição da precipitação pode ser obtida, se consideradas as amostras que não excedam a distância em tela. Os anos de 78, 86, 92 e 98 apresentaram padrões de distribuição espacial mais regular se comparado ao do ano de 1972, com padrões de variação da precipitação similar, com alcance entre 100 e 150 km (aproximadamente). Para o intervalo de tempo analisado, os alcances situaram-se sempre acima de 100 km, sendo o menor valor observado para o ano de 1978 (aproximadamente 110 km) e o maior referente ao ano de 1986 (aproximadamente 170 km). Apesar do ano de 1986 apresentar um número maior de estações, o alcance observado não se deu em função deste, uma vez que além de reduzida a diferença de estações consideradas (16 estações - aprox. 3%), os testes com números menores de estações (70% do total) resultaram em alcances similares para os modelos testados, indicando que o referido alcance foi diretamente condicionado pelo padrão de distribuição das chuvas no ano de teste. No que se refere ao padrão médio de distribuição das chuvas (série histórica), foram testados dois conjuntos de dados, o primeiro com as estações com tempo de observação igual ou inferior a 25 anos e, o segundo, com tempo igual ou superior a 25 anos. Dado a diferença entre os quantitativos de estações para cada série (206 estações para os dados com tempo de monitoramento entre 20 e 25 anos e 457 estações para a série com tempo de monitoramento igual ou superior a 25 anos) e, dado a distribuição espacial das mesmas, não foi possível analisar o efeito da redução no tempo de monitoramento sobre o modelo de distribuição da precipitação. Dos modelos analisados o modelo com maior tempo de monitoramento e de estações (457), foi o que demonstrou maior similaridade com o modelo final testado, o qual emprega todo o conjunto de dados (496 estações). Para geração do modelo final o conjunto de 496 estações com dados de 20 a 30 anos, foi dividida em dois conjuntos de dados, sendo 347 estações empregadas para escolha do modelo e 149 para teste e validação dos mesmos. Utilizando a série com dados de 25 ou mais anos e a série total (estações com mais de 20 anos de dados), os modelos obtidos demonstraram similaridade, sendo que os modelos de interpoladores Gaussiano e Stable apresentaram padrões compatíveis de resíduos. Das estações reservadas para validação dos modelos o maior valor residual observado foi de -542mm para ambos. Desta forma, a pesquisa identificou dois modelos geoestatísticos passíveis de uso para representação da

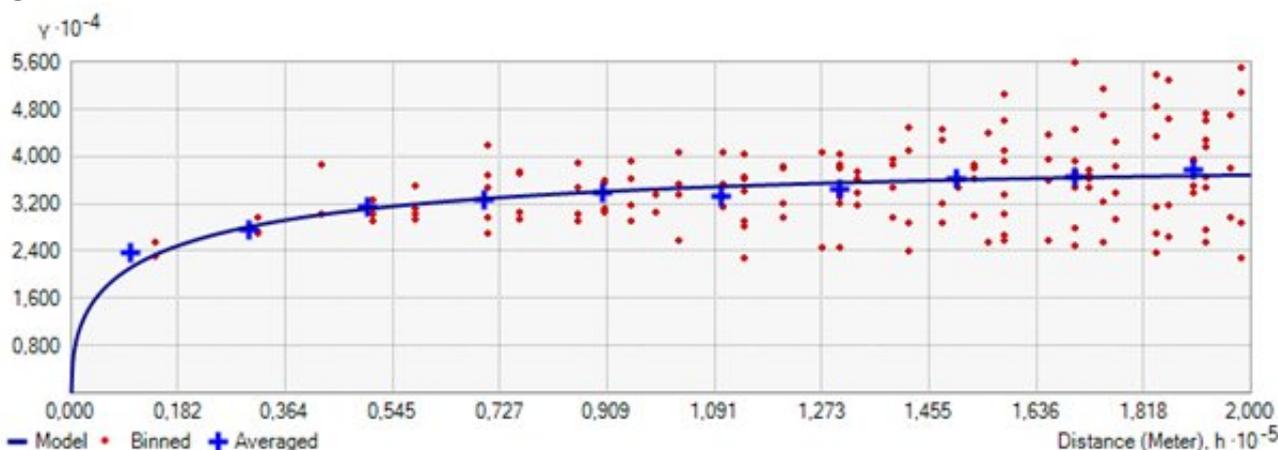
distribuição espacial da precipitação (série histórica) no estado do Paraná (Gauss e Stable), bem como, que o alcance da mesma (aprox. 170 km). Figura 02. Semivariograma da série histórica (496 estações) para o conjunto de dados com 20 a 30 anos de monitoramento.

Figura 1



Semivariograma referente ao ano de 1972, sem adoção de modelo geoestatístico, indicando efeito pepita.

Figura 2



Semivariograma da série histórica (496 estações) para o conjunto de dados com 20 a 30 anos de monitoramento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere à densidade de estações de coleta de dados de precipitação no estado do Paraná e sua capacidade de representar séries anuais de precipitação, observou-se que para anos de distribuição atípica, a densidade pode ser inadequada. Holtz (1976) e Avila (2006) já haviam alertado para o padrão altamente variável de distribuição da precipitação no tempo e no espaço, tendo o presente trabalho confirmado seu caráter dinâmico e diretamente relacionado às escalas temporal e espacial de análise, ou seja, eventos de curta duração apresentam maior variabilidade espacial do que a análise da distribuição para uma série histórica. Quanto à distribuição espacial da precipitação (série histórica), observou-se que o alcance espacial ficou sempre acima dos 100 km, para todos os modelos testados. Os modelos de Gauss e Stable apresentaram capacidade similar de representar a distribuição espacial da precipitação bem como, nível de adequação satisfatório e pontualmente inferior a 500 mm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ANA. Agência Nacional de Águas. Hidroweb. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 11/08/2011.

ANDRIOTTI, J.L.S. Fundamentos de Estatística e Geoestatística. São Leopoldo, Rio Grande do Sul: Unisinos, 1ª reimpressão, 2005.

AVILA, A.M.H. Estimativa da precipitação em regiões tropicais usando imagens do satélite GOES 12. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2006. Disponível em: <<http://cpa.unicamp.br>> Acesso em: 08/02/2012.

CARVALHO, J.R.P.; ASSAD, E.D. Análise Espacial da Precipitação no Estado de São Paulo: Comparação de Métodos de Interpolação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 25, n.2, p.377-384, maio/ago. 2005. Disponível em : <<http://scielo.br/pdf/eagri/v25n2/26500.pdf>>. Acesso em: 28/04/2012.

CORREA, M.G.G. et al. Análise da distribuição da precipitação pluviométrica nos municípios de Francisco Alves e Alto Piquiri - PR. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo8/040.pdf>. Acesso em: 19/04/2012.

GIESECKE, J. et al. Comparison of methods for calculating areal precipitation. In: Applied Geography and Development. A Biannual Collection of Recent German Contributions. v.21, p. 48 - 65, 1983.

HOLTZ, A.C.T. Precipitação. In PINTO, N. L. S. et al. Hidrologia Básica. São Paulo: Edgard Blucher, 1976. p. 7- 35.

MARCUZZO, F.F.N. et al. Métodos de Interpolação Matemática no Mapeamento de Chuvas do Estado do Mato Grosso. In: Revista Brasileira de Geografia Física, 04 (2011) 793-804 . Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/art_marcuzzo_metodos.pdf>. Acesso em: 30/04/2012.

SANTOS, E.H.M. et al. Variabilidade Espacial e Temporal da Precipitação Pluvial na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite-GO. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n.1, p. 78-79, jan./fev. 2011. Disponível em: <http://www.sumarios.org/sites/default/files/pdfs/58869_6798.PDF>. Acesso em: 28/04/2012.

SOUZA, P. Estudo da Variabilidade da Precipitação no Estado do Paraná associado à Anomalia da TSM no Oceano Pacífico. 84f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006. Disponível em: <<http://www.pge.uem.br/novo/teses/pdf/psouza.pdf>>. Acesso em: 30/04/2012.

ZANDONADI, L.; ZAVATTINI, J.A. As chuvas na bacia do Paraná: Aspectos Temporais e Espaciais. In: FERREIRA, D.A.O.; FERREIRA, E.R. Geografia e Território: Interpretações do espaço brasileiro. Rio Claro: IGCE/UNESP - Pós-Graduação em Geografia, 2010.