

VARIABILIDADE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PARA OS MESES DE OUTONO E INVERNO NO ESTADO DO PARANÁ

Rodrigo Cornacini Ferreira¹, Antonio Carlos Andrade Gonçalves², Paulo Henrique Caramori³, João Henrique Caviglione⁴, Marcos Silveira Wrege⁵, Paulo Sérgio Lourenço de Freitas⁶, Altair Bertonha⁷

ABSTRACT - The objective of this paper was to evaluate the spatial variability of precipitation in Paraná state, Brazil, during the driest months (autumn and winter), using geostatistical techniques. The data analyzed were obtained from 208 meteorological stations irregularly distributed throughout Paraná and neighborhood. After exploratory and statistical analyzes of the data, the parameters to adjust mathematical models to experimental semivariograms were obtained, making possible to interpolate the results by kriging. The results indicate that in some regions it is necessary to start the sowing season of the winter crops earlier, aiming at reducing the risks during crop establishment, flowering and grain filling. As a general result, even though the regions North, Northeast and Northwest of the state have less precipitation, the amount of available water is still enough to partially meet the demands of the crops grown in autumn and winter. Therefore, planning of irrigation systems can lead to projects with reduced cost if the, the climatic conditions are considered for dimensioning. On the other hand, special attention must be given to the dry spells, since if they occur during critical periods for the crops they have a high potential to cause yield frustration.

INTRODUÇÃO

Com base no conhecimento dos padrões regionais de distribuição da precipitação pluviométrica é possível estabelecer se uma determinada espécie vegetal tem condições satisfatórias para a sua produção econômica. Sabe-se que a precisão das atividades no campo depende das condições climáticas e se beneficia diretamente das informações agrometeorológicas. Caramori et al. (1998) destaca que a correta espacialização de dados de precipitação é fundamental dentro do conceito de agricultura de precisão, em que o fator clima tem que ser otimizado para que os retornos sejam os potenciais esperados.

Buscando aumentar a precisão e a qualidade dos resultados de um processo de interpolação, em meio à necessidade de se obter valores em locais não amostrados, a interpolação geoestatística tem se mostrado o meio mais propício para tal fim. O presente estudo teve como principal objetivo avaliar a variabilidade espacial da precipitação no Estado do Paraná nos meses mais secos, ou seja, outono e inverno, utilizando fundamentalmente técnicas geoestatísticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados foram obtidos a partir de 208 estações pluviométricas, distribuídas de maneira irregular por todo o Estado do Paraná e vizinhança. Utilizou-se nesse estudo, como variável, os percentis 75 da precipitação mensal, espacialmente referenciados, concernentes aos meses de outono e inverno, que são os mais secos. Esta variável é o quartil superior da distribuição, tendo como finalidade analisar a variabilidade espacial de precipitação, e não quantificá-la. Isto é relevante, pois essa variável não define o nível de probabilidade de ocorrência da precipitação, como erradamente têm demonstrado alguns autores. Uma vez necessário que os dados, para serem submetidos a uma análise geoestatística, devem apresentar distribuição razoavelmente simétrica, a descrição da variável P75 foi feita por meio de uma análise estatística descritiva e exploratória de dados, sendo confirmada a simetria na distribuição dos dados e inexistência de valores discrepantes.

Com base na hipótese de estacionaridade assumida, foram construídos semivariogramas experimentais para cada mês analisado, utilizando o software VarioWin® (Pannatier, 1996). Supondo que a tendência seja nula, ou seja, $E[Z(s+h)] = E[Z(s)]$, o semivariograma foi estimado por meio da equação:

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

em que $N(h)$ é o número de pares de valores medidos $Z(s)$, $Z(s+h)$, separados por um vetor h (Journel e Huijbregts, 1978). McBratney e Webster (1986) apresentam alguns modelos matemáticos "autorizados" que podem ser ajustados aos semivariogramas experimentais, sendo que dentre eles adotou-se no presente estudo o modelo esférico. O ajuste dos modelos experimentais foi realizado por meio da equação fornecida por Pannatier (1996), que emprega o Índice de Qualidade de Ajuste (Indicative Goodness of Fit – IGF).

A partir dos parâmetros obtidos dos ajustes dos modelos matemáticos aos semivariogramas experimentais foi possível realizar a interpolação por krigagem dos dados de P75 para cada mês estudado, em todo Estado do Paraná, por intermédio do software Surfer®.

¹ Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá. Estagiário de Agrometeorologia no IAPAR – Londrina – PR. E-mail: agrorcf@yahoo.com.br

² Eng. Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Agronomia Universidade Estadual de Maringá. E-mail: acagoncalves@uem.br

³ Eng. Agrônomo, PhD, pesquisador do IAPAR, Bolsista Produtividade de Pesquisa CNPq, caixa postal 481, 86001-970, Londrina, PR. E-mail: caramori@iapar.br

⁴ Eng. Agrônomo, MSc., Pesquisador do IAPAR caixa postal 481, 86001-970 - Londrina, PR. E-mail: caviglione@iapar.br

⁵ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas, RS. E-mail: wrege@cpact.embrapa.br

⁶ Eng. Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Agronomia Universidade Estadual de Maringá. E-mail: pslfreitas@uem.br

⁷ Eng. Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Agronomia Universidade Estadual de Maringá. E-mail: abertonha@uem.br

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise variográfica buscou-se descrever e modelar a continuidade espacial na curta escala, da ordem de cerca de uma centena de quilômetros. Foi possível descrever adequadamente a dependência espacial do fenômeno quando se utilizou um espaçamento com lags de 17.500 metros, e um número de 7 lags empregados como distância máxima para a construção do semivariograma.

O mês de abril (Figura 1) pode ser caracterizado, de maneira geral, por um bom volume e distribuição de chuvas, sendo que as regiões litorânea e sudoeste são bem caracterizadas por uma maior disponibilidade hídrica.

Ao norte do Estado e em toda região limítrofe ao Estado São Paulo é possível averiguar áreas onde a precipitação é menor. Porém, toda região central e oeste continuam com boa disponibilidade de precipitação, favorecendo em meados do mês de abril o início do plantio de diversas culturas nessas regiões. De maneira geral, a precipitação é menor nas regiões norte, nordeste e noroeste, divisas com os Estados de Mato Grosso e São Paulo. Durante o mês de maio a precipitação provável é mais elevada, gerando condições favoráveis ao plantio, mesmo nas regiões mais secas.

No mês de junho (Figura 1) pode-se notar uma distribuição de valor semelhante à que se verifica para o mês de abril. Porém, ocorre uma diminuição das áreas com maiores quantidades de chuvas, localizadas ao sudoeste e litoral do Estado. É notável o aumento das áreas com menores disponibilidades hídricas.

O mês de agosto é o mais seco do ano. A baixa ocorrência pluviométrica seguida do mês anterior é marcante, principalmente nas regiões central, sudoeste e norte do Estado. Grande parte do Estado possui uma baixa disponibilidade hídrica neste mês o que pode, como exemplo, facilitar o planejamento feito por colheita mecânica.

O trimestre mais seco do ano se refere aos meses de junho, julho e agosto. Por meio de seus respectivos mapas, percebe-se a existência de uma relação entre a entrada das frentes frias pela região sudoeste e a quantidade de precipitação pluvial, em direção nordeste do Estado. É notável a continuidade espacial do fenômeno avaliado conforme o seu respectivo mês de referência.

Ainda na figura 1 pode-se analisar a expansão gradativa, ou seja, mês a mês, de áreas caracterizadas por uma menor disponibilidade hídrica. De uma forma geral, verifica-se um aumento de déficit partindo da região nordeste, avançando em sentido ao norte e noroeste. Percebe-se que em todo o Estado, há uma distribuição relativamente homogênea de valores de precipitação, os quais são, em média, grande o bastante para assegurar o atendimento de boa parte das necessidades hídricas de diversas culturas no mês de setembro, indicando o início da estação chuvosa.

É possível verificar nos mapas resultantes, em suma, que as regiões sul e litorânea apresentam maiores valores dos percentis 75 da precipitação mensal. Característica de maiores alturas pluviométricas na faixa litorânea é marcada pelo efeito orográfico, resultante do encontro das brisas marinhas com a serra do mar. Nas demais regiões há diminuição das quantidades de precipitação.

Estes resultados justificam que em algumas regiões há necessidade de um plantio precoce (ou mais

cedo), pois as culturas demandam determinados níveis de disponibilidade de água, nos processos de germinação e florescimento. Assim, nas áreas localizadas no norte, o plantio das culturas de inverno após um período chuvoso, nos meses de março e abril possibilita a ocorrência do florescimento antes dos meses de julho e agosto, que são os mais secos.

Como resultado geral deste trabalho, pode-se estabelecer que as regiões norte, nordeste e noroeste do Estado, mesmo recebendo menores precipitações têm ainda uma quantidade de água suficientemente grande para atender boa parte da necessidade hídrica das culturas usualmente adotadas no Estado. Assim, o planejamento de sistemas de irrigação pode conduzir a projetos de custo reduzido, levando-se em conta as condições climáticas para o dimensionamento dos sistemas.

Por outro lado, especial atenção deve ser dada aos períodos de estiagem (veranicos), uma vez que se estes ocorrerem na fase crítica das culturas, podem gerar déficit com potencial para promover quebra de produção.

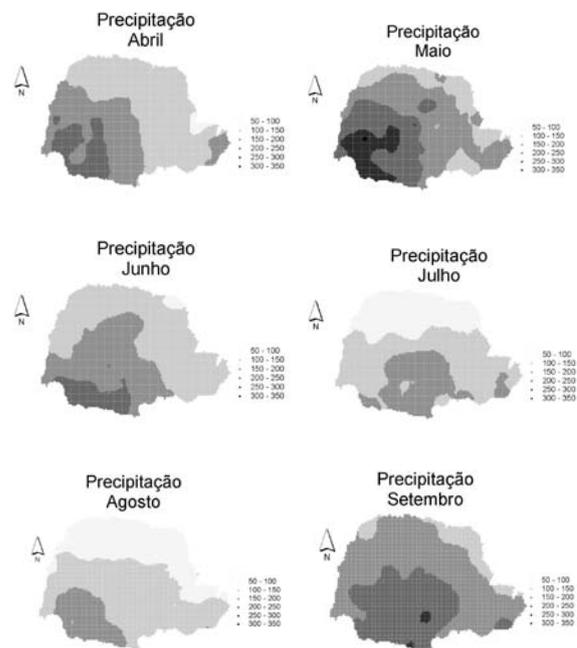


Figura 1. Variabilidade espacial de precipitação no outono e inverno, no Estado do Paraná.

REFERÊNCIAS

- Caramori, P.H., Gonçalves, S.L., Wrege, M.S., Oliveira, D., Lollato, M.A., Mariot, E.J., Kranz, W.M., Bianchini, A. Zoneamento da cultura do feijão no Estado do Paraná. IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná: Londrina, 1998 (Boletim Técnico, 99).
- Journel, A. G.; Huijbregts, C. H. Mining geostatistics. Academic Press, London, 1978. 600p.
- McBratney, A. B.; Webster, R. Choosing functions for semi-variograms of soil properties and fitting them to sampling estimates. Journal of Soil Science, v.37, p.617-639, 1986.
- Pannatier, Y. Variowin – Software for spatial data analysis in 2D. New York: Springer-Verlag, 1996. 90 p.