

AVALIAÇÃO ESPACIAL E CARTOGRAFIA DAS CHUVAS DE PRIMAVERA NO ESTADO DE SÃO PAULO ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA, COMO SUBSÍDIO AO ESTABELECIMENTO DE CRONOGRAMAS AGRÍCOLAS REGIONAIS.

TATIANA DEANE DE ABREU SÁ
EMBRAPA CPATU. Belém, PA.
IB.CEPAGRI UNICAMP-Campinas, SP.

HILTON SILVEIRA PINTO
IB CEPAGRI UNICAMP-CNPq.Campinas, SP.

SÉRGIO ANTONIO ZULLO
JURANDIR ZULLO JUNIOR
CEPAGRI UNICAMP - Campinas, SP.

LUIZ KOODI HOTTA
IMECC UNICAMP - Campinas, SP.

O conhecimento da distribuição regional e temporal da precipitação pluviométrica é fundamental para tomadas de decisão em diversos ramos da atividade humana, em especial aquelas relacionadas à agricultura, para fins de planejamento de uso da terra e das práticas agrícolas (1).

Em áreas como o Estado de São Paulo, onde o desenvolvimento agrícola demanda um cronograma adequado a cada cultura, o conhecimento da distribuição da precipitação pluviométrica constitui-se em ferramenta fundamental ao seu ordenamento territorial e à maximização da produtividade.

A despeito da grande demanda de informações e da considerável disponibilidade de dados pluviométricos existentes no Estado de São Paulo (2,3), poucos trabalhos têm sido realizados com vistas a descrever sua variabilidade espacial. SETZER (4) foi um dos pioneiros nessa área, apresentando uma avaliação de 25 anos de dados de 94 estações; SCHRODER (5) traçou isoietas anuais e descreveu os distintos regimes de chuvas que predominam no estado, com base em dados de 249 estações, no período 1941-1951; SETZER (6), posteriormente, apresentou também isoietas anuais para o estado.

BLANCO & GODOY (7) elaboraram cartas mensais e anuais de chuva, com base em 243 postos, cujas séries tinham no mínimo dez anos.

O Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo elaborou mapas de isoietas anuais e mensais de precipitação pluviométrica, com sé-

ries de dados de 58 postos pluviométricos (8) e mapas de médias mensais e de totais pluviométricos das estações seca e chuvosa, estratificando oito zonas hidrológicas no estado, com base em dados de 400 postos, do período de 1941 a 1960.

A CESP CPFL publicou mapas de isoietas anuais, mensais e de períodos mais e menos chuvosos (10), com base em trabalho anterior (5).

NASCIMENTO & PEREIRA (11) publicaram isoietas mensais para o estado, traçadas a partir de dados obtidos em 24 estações do Instituto Nacional de Meteorologia, no período de 1977 a 1986.

Esses trabalhos, ainda que tenham contribuído para o conhecimento da variabilidade espacial da precipitação pluviométrica no estado, lançaram mão, quase que exclusivamente, de técnicas de análise estatística descritiva, notadamente de tendência central, enfocando períodos de duração incompatíveis com as necessidades operacionais de diversas áreas de atividade, principalmente da agricultura.

Os poucos trabalhos que procuraram avaliar a precipitação pluviométrica ou a possibilidade de atendimento da demanda hídrica em intervalos de tempo curtos, compatíveis com as tomadas de decisão no setor agrícola, se restringiram a localidades isoladas, ou pequeno número de localidades (12 a 15).

Uma das alternativas de avaliação da distribuição espacial de variáveis climáticas que vem sendo adotada em diversas regiões, para analisar regimes pluviométricos, diz respeito às técnicas de análise multivariada (16 a 20).

No presente trabalho foi analisada, com enfoque multivariado, a distribuição espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo, no trimestre de setembro a novembro que engloba, para a maioria das culturas tradicionais do estado, as épocas de preparo de área e plantio (21). Na seqüência, é prevista a elaboração de trabalhos similares, enfocando outras épocas do ano e visando orientar as tomadas de decisão referentes a outras atividades agrícolas.

Foram utilizados valores médios de períodos de cinco dias (quinqüídios), do trimestre de setembro a novembro, de 221 estações pertencentes ao Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo-DAEE, calculados a partir de séries homogêneas do período de 1941 a 1987, disponíveis no banco de dados do CEPAGRI UNICAMP (2).

As técnicas multivariadas adotadas foram: i) análise de componentes principais, para realçar e resumir a importância de cada variável, permitindo expressar os dados como conjuntos de variáveis completamente independentes e definidas como combinações lineares das variáveis originais; ii) análise fatorial, para rotação dos componentes principais e para melhor realçar os conjuntos de variáveis e iii) análise de aglomerados ("cluster"), no processo de

identificação de sub-regiões homogêneas. A aplicação de tais técnicas seguiu basicamente a metodologia apresentada em (22) e a seqüência adotada em (17) e (19).

Os dados foram analisados através do pacote SAS, residente no cluster VAX 11 785 da UNICAMP, sendo que os agrupamentos foram desenvolvidos através de métodos hierárquicos (23).

A aplicação da análise de componentes principais ao perfil temporal de chuva das estações estudadas permitiu identificar os componentes que mais explanaram a variância encontrada.

A análise da distribuição de pontos no espaço de coordenadas das amplitudes fez emergir grupos de aglomerados naturais, passíveis de serem cartografados. Os resultados obtidos evidenciaram um agrupamento de estações pluviométricas que permite sugerir a necessidade de uma reavaliação no cronograma de atividades agrícolas do estado, de modo a que, mais se aproxime da realidade pluralista encontrada, quanto ao regime pluviométrico, no período objeto de análise.

AGRADECIMENTOS

À equipe técnica do DAEE pela colaboração prestada.

À FAPESP, FINEP e FAP UNICAMP pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- (1) BERGGREN, R. **Economic benefits of climatological services**. Genebra, WMO, 1975. 43 p. (WMO. Technical Note, 145).
- (2) CEPAGRI UNICAMP. **Relatório das atividades desenvolvidas pelo Projeto "Implantação de um banco de dados climatológicos como base a um sistema estadual de informações geográficas dirigido a zoneamento agrícola e monitoramento de fenômenos meteorológicos extremos**. FAPESP. 1988. 23p.
- (3) PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, R. C.; ALFONSI, R. R.; ORTOLANI, A. A.; BRUNINI, O. & CAMARGO, M. B. P. de. **Levantamento dos postos meteorológicos do Estado de São Paulo**. In: Relatório técnico referente ao Convênio IAC-FUNDEPAG-PRONI. Projeto Agrometeorologia de Áreas Irrigadas no Estado de São Paulo. Campinas, IAC, 1989. s.p.
- (4) SETZER, J. **Contribuição para o estudo da chuva do Estado de São Paulo**. São Paulo, Escola Profissional Salesiana, 1946. 239p.
- (5) SCHRODER, R. **Contribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo**. *Bragantia*, 15(18):193-249, 1956.

- (6) SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo.** São Paulo, Comissão Interestadual das Bacias do Paraná-Uruguai. CESP, 1966. 60p.
- (7) BLANCO, H. G. & GODOY, H. **Cartas das chuvas do Estado de São Paulo.** Campinas, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, Instituto Agrônômico de Campinas, Seção de Climatologia Agrícola, 1967.
- (8) SÃO PAULO. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Diagnóstico básico do plano de irrigação do Estado de São Paulo: Atlas de Desenvolvimento.** São Paulo. DAE, 1973. 30p.
- (9) SÃO PAULO. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas pluviométrico do Estado de São Paulo** (período 1941-1970). São Paulo, Secretaria de Serviços de Obras Públicas, DAE, 1972. 50p.
- (10) CESP-CPFL. **Irrigação. Dados climatológicos auxiliares para o projeto de sistema de irrigação.** São Paulo, CESP CPFL, 1979. 12p.
- (11) NASCIMENTO, C. M. do & PEREIRA, M. A. de M. G. **Atlas climatológico do Estado de São Paulo** (1977-1986) Campinas, Fundação Cargil, 1988, 93p.
- (12) VIVALDI, L.J. **Utilização da distribuição gama em dados pluviométricos.** Piracicaba, ESALQ, 1973. 71p. (Tese de Mestrado).
- (13) ARRUDA, H. V. & PINTO, H. S. A simplified gamma probability model for analysis of the frequency distribution of rainfall in the region of Campinas, SP, Brazil. **Agric.Meteorol.**, 22:101-8, 1980.
- (14) CAMARGO, M. B. P. de; ARRUDA, H. V.; PEDRO JUNIOR, M. J.; BRUNINI, O. & ALFONSI, R. R. Melhores épocas de plantio de trigo no Estado de São Paulo baseadas na probabilidade de atendimento hídrico. **Bragantia**, 44(1)-255-61, 1985.
- (15) CAMARGO, M. B. P. de; ARRUDA, H. V. de; PEDRO JUNIOR M.J.; BRUNINI, O. & ALFONSI, R. R. **Probabilidades de atendimento da demanda hídrica da cultura do trigo pela precipitação pluvial no Estado de São Paulo.** Campinas, IAC, 1988, 26p. (IAC. Boletim Técnico, 120).
- (16) DYER, T.G.J. The assignment of rainfall stations into homogeneous groups: An application of principal component analysis, **Quart. J.R.Meteorol. Soc.**, 101:1005-13.
- (17) GADGIL, S. & IYENGAR, R.N. Cluster analysis of rainfall of the Indian Peninsula. **Quart. J. R. Meteorol. Soc.**, 106: 873-86, 1980.
- (18) GADGIL, S. & JOSHI, N.V. **Climatic clusters of the Indian region.** Bangalore, Indian Institute of Science, 1982, 20p. (Report 82 GFI).
- (19) MOLTENI, F.; BONELLI, P. & BACCI, P. Precipitation over Northern Italy: A description by principal component analysis. **J.Appl. Meteorol.**, 22:1738-52, 1983.

- (20)ZULLO, S.A.; HOTTA, L.K.; SÁ, T.D. de A. & PINTO, H.S. **Precipitação pluviométrica no nordeste paraense: Uma descrição através de técnicas de análise multivariada.** Trabalho apresentado no Encontro de Análise Multivariada e Aplicações. Campinas, IMECC UNICAMP, 1989, 6p.
- (21)PEDRO JÚNIOR, M.J.; BULISANI, E.A.; POMMER, L.V.; PASSOS, S.A. GODOY, I. J. de & ARANHA, C. **Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo.** Campinas, IAC, 1986. 229p.(IAC.Boletim, 200).
- (22)MARDIA, K.V. **Multivariate analysis.** New York, Academic Press, 1979. 521p.
- (23)SAS. **User's Guide: Statistics**, v. 5, ed. Cary, 1985. 956p.