

ANÁLISE DE FATORES COMUNS E AGRUPAMENTOS DAS PRECIPITAÇÕES NAS REGIÕES SUDESTE E SUL DO BRASIL

Clovis A. Sansigolo; Jonas T. Nery
DCM/ INPE, sansigol@met.inpe.br

ABSTRACT

Principal factor analysis was used to derive the temporal and spatial rainfall variability patterns of southeast and south region of Brazil. Hierarchical cluster analysis of the most significant spatial factor loadings and temporal factor scores was used to identify the rainfall homogeneous groups. Two temporal common factors, accounting for 85% of the seasonal variance, and ten spatial common factors, accounting for 84% of the regional variance, were retained by the minimum criterion. Significant correlations were obtained between the first and third factor scores and IOS, and between the second one and an south Atlantic index. Three rainfall homogeneous groups in relation to annual totals and respective monthly distribution were obtained using the Ward's method.

1. INTRODUÇÃO

Para as regiões Sul e sudeste do Brasil, que apesar de industrializadas, tem economias baseadas na produção agrícola e geração de energia hidroelétrica, um melhor conhecimento da climatologia, variabilidade e previsibilidade potencial das precipitações é de fundamental importância.

Rao & Hada (1990) estudando as características das precipitações do Brasil, obtiveram correlações significativas entre o índice de Oscilação Sul (IOS) e as precipitações da primavera no RS e parte de SC e as do outono no sudoeste do RS.

Studzinski (1995) relacionou as precipitações no sul e sudeste do Brasil com as temperaturas dos oceanos Pacífico e Atlântico tropical e sul e concluiu que o ENSO desempenha um papel importante na variabilidade interanual das precipitações, mas significativa fração dessas anomalias ocorre independentemente deste. Quanto à variabilidade das precipitações sazonais, ambos oceanos são importantes no verão, o Pacífico é mais determinante no outono e inverno e o Atlântico na primavera.

Nery & Vargas (1996), estudaram a precipitação do Brasil meridional, incluindo os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e observaram que no período úmido (outubro a março) as precipitações são determinadas por sistemas convectivos, e no período seco (abril a setembro) pelos frontais.

Diaz et alii (1998) encontraram, confirmando estudos prévios, conexões entre as anomalias de precipitação no Rio Grande do Sul e Uruguai e as TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico, no fim da primavera e início de verão e fim de outono e início de inverno.

Análise de componentes principais tem sido bastante utilizada para derivar os padrões espaciais e temporais de diferentes variáveis meteorológicas, e uma das suas principais aplicações é regionalização (White et alii, 1991). Análise fatorial é mais apropriada quando se deseja interpretar os modos de variação. A distinção entre componentes principais e análise fatorial é baseada na inserção das comunalidades na diagonal principal da matriz de dispersão de entrada, que separa o modelo numa parte comum e em outra única.

Análise de agrupamentos das cargas fatoriais significativas de análise de autovetores espaciais tem sido usada para subdividir áreas geográficas em regiões com características temporais similares (Fowell & Fovell, 1993; Gong & Richman, 1995).

Análise de agrupamentos das cargas fatoriais temporais de componentes principais de precipitação, temperatura e vento foram usados por Green et alii (1993) para agrupar meses com padrões similares destas variáveis.

O objetivo deste trabalho é uma análise de fatores comuns e de agrupamentos das precipitações na região Sul/Sudeste do Brasil, visando sua regionalização e melhor compreensão de seus padrões sazonais e interanuais.

2. METODOLOGIA

Análise fatorial em componentes principais foi aplicada para derivar os padrões de variabilidade temporal e espacial das precipitações na região. Foram utilizados os registros mensais de precipitação no período de 1960 a 1991, de 47 estações meteorológicas distribuídas pela região.

Análise de agrupamentos hierárquicos aglomerativos das cargas fatoriais espaciais e dos escores temporais mais significativos foi utilizada para identificar grupos homogêneos de precipitação. O pré-processamento por análise fatorial elimina informações redundantes e separa o sinal de grande escala (variância comum) do ruído (variância específica).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dois fatores comuns temporais, explicando 84,5% (51,4 + 33) da variância sazonal, foram retidos pelo critério mínimo (autovalores maiores que 1). As cargas fatoriais (correlações dos fatores com as séries mensais das estações) associadas à estes dois fatores são mostradas na figura 1. O primeiro fator apresenta forte componente anual com máximos no inverno e primavera, entre junho e novembro e mínimo no verão, entre dezembro e fevereiro, e sua configuração espacial (escores) mostra contrastes zonais negativos ao norte sobre o Estado de São Paulo, e positivos ao sul, incluindo os Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (figura 2). O segundo fator comum tem cargas fatoriais sempre positivas, sazonalidade marcante com dois máximos, em fevereiro e novembro e um mínimo no inverno, em julho. Os escores deste segundo fator (figura 3) apresentam um máximo na parte continental oeste e dois mínimos, à nordeste, na região costeira de São Paulo, e à sudoeste sobre o Rio Grande do Sul.

Dez fatores comuns espaciais, explicando 84,3% (37+15+7+6+5+4,5+3,4+3,1+2,6+2,2) da variância regional, foram considerados significativos pelo critério mínimo. Os 3 primeiros são mostrados nas figuras 4 a 6. A configuração espacial do primeiro fator é complexa e tem sempre cargas positivas mas com magnitudes diferentes, com maiores valores na parte central e costeira. A série temporal deste fator tem correlação significativa com o índice de oscilação sul ($r = -0,52$). Logo, o padrão espacial deste fator, com maiores precipitações na parte central e costeira, parece estar associado com uma maior frequência de bloqueios nesta região, em anos de El Niño (figura 4). O segundo apresenta contrastes positivos ao norte, com um máximo sobre o noroeste do Estado de São Paulo e negativos ao sul, com mínimos nos limites com o Uruguai. A série temporal deste segundo fator tem correlações significativas com o índice do Atlântico Sul ($r = -0,43$). Portanto, as anomalias de TSM do Atlântico Sul (AS) levam a um padrão dipolo (altas TSM no AS implicam no aumento (diminuição) da precipitação na região ao sul (norte) de 25° de latitude e vice versa) de anomalias de precipitação na região (figura 5). O padrão espacial do terceiro fator (figura 6) apresenta 2 mínimos bem definidos e a série temporal deste fator tem correlação significativa com o IOS ($r = -0,37$).

Tres grupos homogêneos em relação às precipitações anuais e distribuição sazonal foram identificados através da análise de agrupamento mostrada na figura 7: G1 bem definidos incluindo a região sudeste, e dois outros G2, mais central e G3 (ou um único G2 + G3), bastante dispersos na região Sul, conforme figura 8.

4. CONCLUSÕES

A região apresenta grande variabilidade sazonal, com ciclo anual bem definido, com o primeiro fator comum temporal explicando 52% e o segundo 33% da variância total.

Os tres primeiros fatores comuns espaciais explicam 37%, 15% e 7% da variância regional. O primeiro e o terceiro estão significativamente associados às anomalias de TSM do Pacífico e o segundo às do Atlântico Sul.

Foram identificados 3 grupos homogêneos em relação às precipitações anuais e distribuição sazonal : um bem definido para a região sudeste (G1) e dois outros mais dispersos, para a região Sul (G2 e G3).

5. BIBLIOGRAFIA

- DIAZ, A. F.; STUDZINSKI, C. D. & MECHOSO, C. 1998. Relationships between precipitation anomalies in Uruguay and Southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic oceans. *J. Climate* **11**: 251-271.
- FOVELL, R. G. & FOVELL, M. C. 1993. Climatic zones of the conterminous United States defined using cluster analysis. *J. Climate* **6**: 2103-2135.
- GONG, X. & RICHMAN, M. B. 1995. On the application of cluster analysis to growing season precipitation data in North America east of the rockies. *J. Climate* **8**: 897-931.
- GREEN, M.C.; FLOCCHINI, R. G. & MYRUP, L. O. 1993. Use of temporal principal component analysis to determine seasonal periods. *J. Appl. Meteorol.* **32**: 986-995.
- JACKSON, I. J. & WEINAND, H. 1995. Classification of tropical rainfall stations: A comparison of clustering techniques. *Int. J. Climatol.* **15**: 985-994.
- NERY, J. T. & VARGAS, W. M. 1996. Estudio climático de la precipitación del Brasil meridional asociado com fenómeno extrarregionales. Tese de Doutorado, Universidade de Buenos Aires, Argentina. 140 p.
- PREISENDORFER, R. 1988. *Principal component analysis in meteorology and oceanography*. Elsevier, Amsterdam. 425 p.
- RAO, V. B. & HADA, K. 1990. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the Southern Oscillation. *Theor. Appl. Climatol.* **42**: 81-91.
- RODRIGUEZ-PUEBLA, C.; ENCINAS, A. H. NIETO, S. & GARMENDIA, J. 1998. Spatial and temporal patterns of annual precipitation variability over the Iberian peninsula. *Int. J. Climatol.* **18**: 299-316.
- SANSIGOLO, C. A. 1998. Cluster and factor analysis of Amazonia rainfall. Preprints 14th AMS Conf. Prob. Stat. Atm. Sci. Phoenix, AZ. p.111-114.
- STUDZINSKI, C. D. 1995. Um estudo da precipitação na região sul do Brasil e sua relação com os oceanos Pacífico e Atlântico tropical e sul. Tese de Mestrado, INPE, S. J. Campos. 99 p.

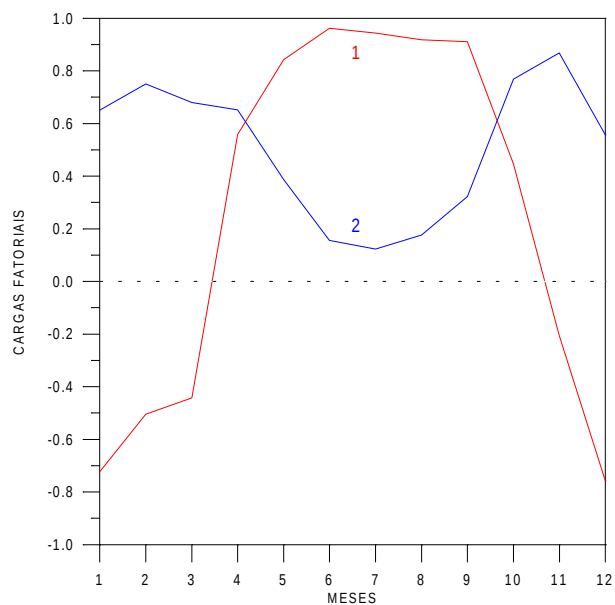


Figura 1. Cargas fatoriais (correlações) mensais dos dois primeiros fatores comuns temporais.

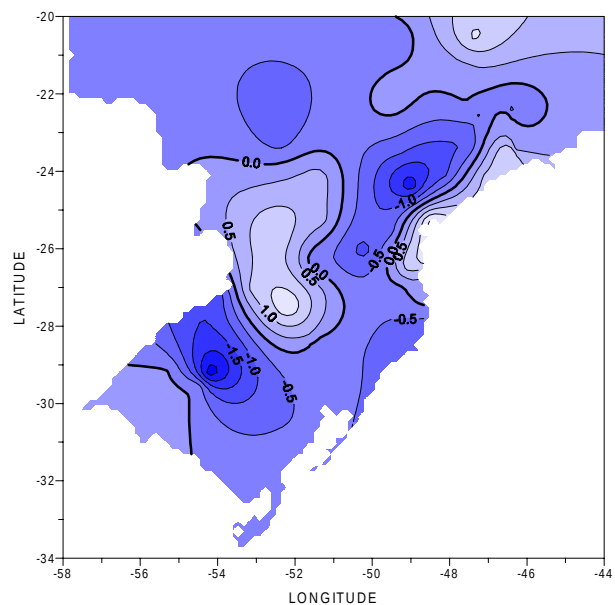


Figura 3. Padrão espacial do segundo fator comum temporal.

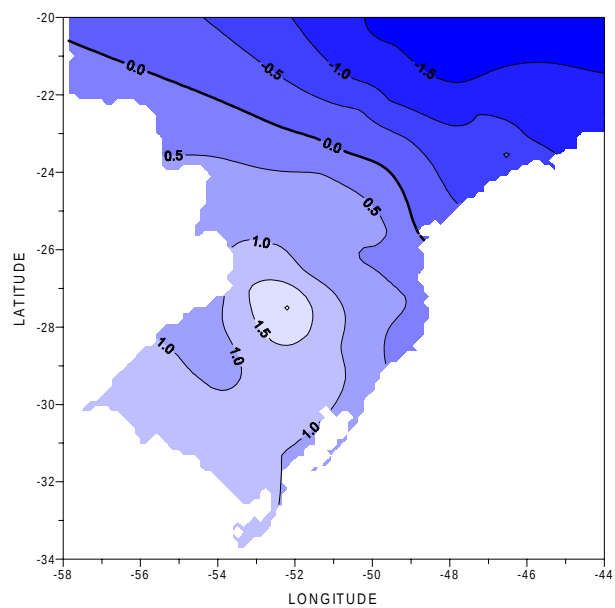


Figura 2. Padrão espacial (escores) do primeiro fator comum temporal.

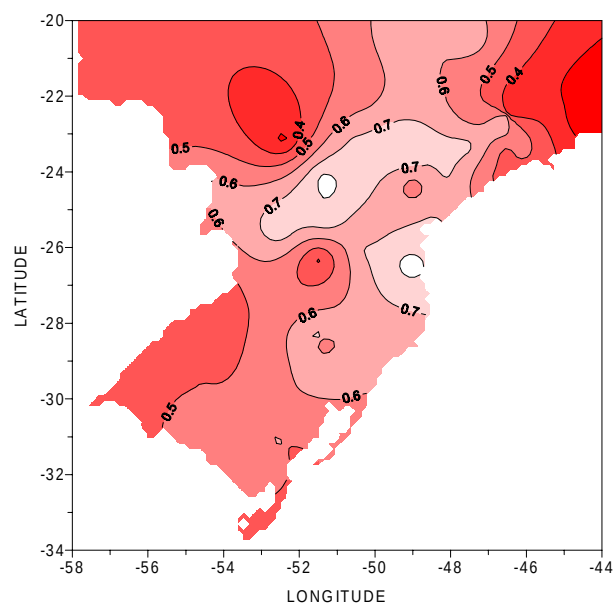


Figura 4. Cargas fatoriais (correlações) do primeiro fator comum espacial.

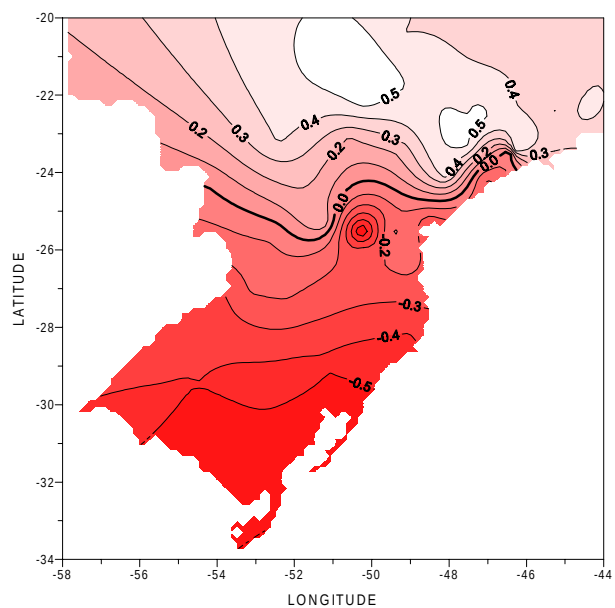


Figura 5. Cargas fatoriais do segundo fator comum espacial.

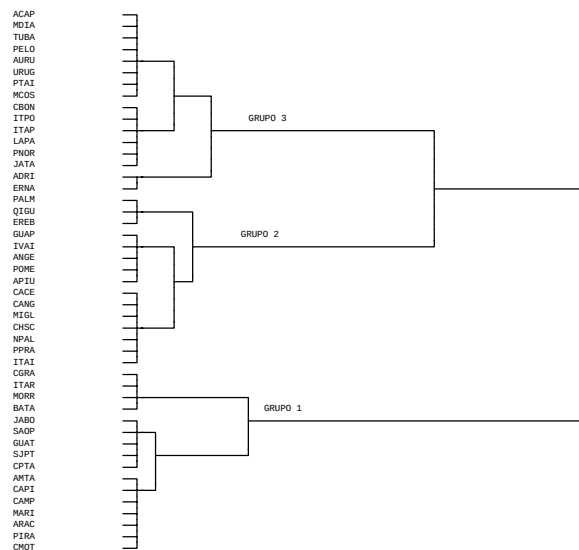


Figura 7. Dendrograma de agrupamento das estações pelo método de Ward.

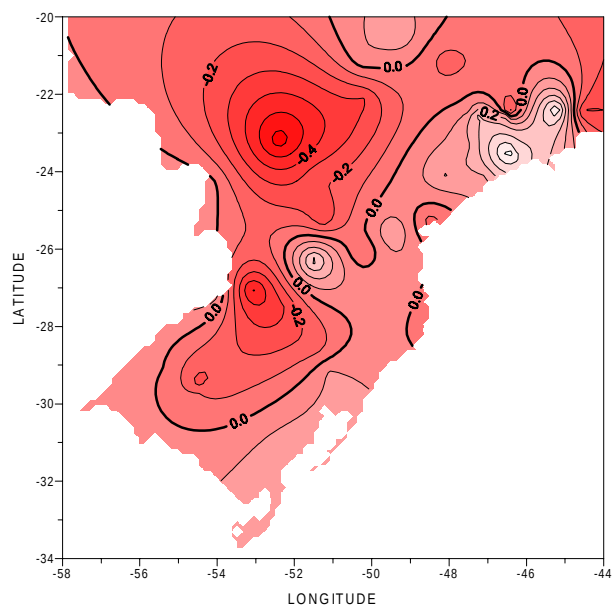


Figura 6. Cargas fatoriais do terceiro fator comum espacial.

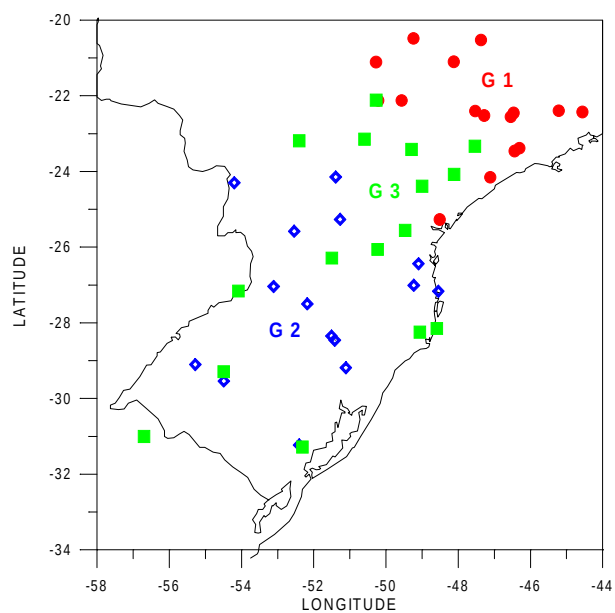


Figura 8. Distribuição espacial dos grupos homogêneos de precipitação.