

Modelo de previsão estatística da precipitação de inverno do leste do nordeste¹

JoséIVALDO BARBOSA DE BRITO
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Arlindo M. da Silva Jr.

DAO/GSFC/NASA

Carlos Afonso Nobre

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Abstract

Empirical orthogonal functions and canonical correlation analysis are used to make a statistical model. This model is going to forecast the interannual variations of rainfall over Eastern Northeast Brazil (ENB). A data climatological time series, from 1945 to 1985, of atmospheric and ocean variable and a data precipitation time series of 40 points over ENB are used. Tests of forecast with one, two and three month are made and the results are encouraging.

1. Introdução

A região leste do Nordeste do Brasil (leste do Nordeste), como definida neste trabalho, compreende as regiões geográficas da Zona da Mata e do Agreste, e representa uma faixa de continente com aproximadamente cem quilômetro de largura ao longo da costa leste do Nordeste desde o Rio Grande do Norte até a Bahia. Esta região contém apenas 13% da área do Nordeste (aproximadamente duzentos mil quilômetros quadrados) e concentra aproximadamente 30% da população do Nordeste (em torno de quinze milhões de habitantes) e mais de 50% da atividade econômica. Esta região tem regime de precipitação com características próprias diferente das demais regiões do Nordeste, mas também apresenta uma grande variabilidade interanual (com desvio da média climatológica superior a um desvio padrão). Um máximo de precipitação é observado no período de abril a julho; e os meses de março e agosto são meses de transição entre as estações seca-chuvosa e chuvosa-seca, respectivamente.

Por outra lado, a variabilidade interanual da precipitação do leste do Nordeste tem um valor preponderante na vida de sua população. Pois, além da necessidade de água para abastecer toda população e as indústrias da região, toda produção de cana-de-açúcar do Nordeste é concentrada na Zona da Mata e boa parte da bacia leiteira do Nordeste está concentrada no Agreste. Além disso, outras culturas agrícolas tais como abacaxi, laranja, banana têm suas produções, no Nordeste, praticamente concentradas no leste do Nordeste.

Entretanto, a dinâmica e a variabilidade interanual da precipitação do litoral leste do Nordeste e o Agreste adjacente tem sido objeto de poucos estudos. Kousky (1981), conjecturou que a precipitação observada no litoral leste do Nordeste e Sudeste do Brasil é causada pela convergência do ventos alísios de sudeste, que sobram do Oceano Atlântico para o continente, e a brisa terrestre, que sobra do continente para o oceano. Rao et al. (1992), especulou que o aumento dos ventos alísios de sudeste durante os meses de abril a julho poderá produzir um aumento na precipitação da costa leste do Nordeste durante o mesmo período.

2. Dados, metodologia e objetivos

Um dos objetivos deste trabalho é prever a variabilidade interanual da precipitação, de inverno (junho, julho e agosto), do leste do Nordeste com antecedência de um a três meses. Portanto, foram calculados índices sazonais padronizados de precipitação para região leste do Nordeste. A metodologia utilizada para os cálculos destes índices é a mesma de Brito et al. (1991), sendo que para os anos com índices superior a 0.50 são classificados como molhados (m), com índices entre 0,50 e -0,50 são classificados como normais (n) e com índices inferiores a -0,50 são classificados como secos (s). Os dados de precipitação totais mensais para o período de 1915 a 1985 de quarenta postos pluviométricos espacialmente distribuídos em toda região leste do Nordeste, estão disponíveis no CPTEC/INPE, na Funceme (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) e no DCA/UFPB.

A partir dos índices padronizados são feitas análise de correlações canônicas (detalhes sobre análise de correlações canônicas em Mardia et al., 1979) entre os índices, tomados para os três diferentes níveis (secos, normais e molhados), e as nove primeiras componentes da Funções Ortogonais Empíricas (EOFs) (detalhes sobre EOFs em Essenwanger, 1976) estendidas para três meses dos campos de anomalias mensais, para o período de 1945 a 1989, de convergência de umidade absoluta; cobertura de nuvens em decimo; evaporação real; pressão atmosférica ao nível do mar e umidade relativa sobre o Oceano Atlântico Tropical e campos de anomalias de temperatura da superfície do mar sobre o Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical.

Após as análises de correlações canônicas foram feitas análises de step wise com o objetivo de ajustar um modelo de previsão estatística apenas com os campos das variáveis meteorológicas e oceânicas que melhor "previam" a qualidade da estação chuvosa.

¹ Este Trabalho foi parcialmente desenvolvido no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Os campos das variáveis meteorológicas e oceânicas referidos acima foram consistido, analisado e formatado por da Silva (1992), que usou os dados do COADS e fez várias correções, após as correções os dados foram analisados e colocados em uma grade de um grau por um grau sobre todo o globo e no formato cdf.

3. Resultados

As análises dos campos, médios climatológicos, de cobertura de nuvens e de convergência de umidade absoluta mostraram que a precipitação no leste do Nordeste não é um fenômeno de escala local, tal como tinha sido idealizado por Kousky (1981), mas um fenômeno de escala sinótica. Pois, durante os meses de inverno é verificado uma zona de convergência quase zonal que se estende da costa leste do Nordeste até aproximadamente o meridiano de Greenwich. Denominada, neste trabalho, de zona de convergência secundária. Por outro lado, as correlações lineares entre os índices padronizados de precipitação do leste do Nordeste e os campos de anomalias de cobertura de nuvens e de convergência de umidade absoluta mostraram valores significativos, ao nível de 95%, justamente na região da zona de convergência secundária.

A partir da análise de step wise observou-se que não haveria nenhum "lucro" fazer um modelo de previsão estatística da qualidade da estação chuvosa do leste do Nordeste usando todos os sete campos citados anteriormente, utilizando quatro destes campos foram obtidos os mesmos resultados, com respeito ao nível de acerto.

As previsões (seco, normal e molhado) para a precipitação de inverno (junho a agosto) do leste do Nordeste, feitas usando análise de correlações canônicas entre os índices de precipitação e os campos de anomalias das variáveis meteorológicas escolhidas no sete wise, que foram anomalia de temperatura da superfície do mar no Pacífico Equatorial, convergência de umidade absoluta, cobertura de nuvens e umidade relativa no Atlântico Tropical e precipitação de outono no leste do Nordeste, para o período de 1945 a 1985, obtiveram os seguintes índices de acertos: EOFs (janeiro a março) 73%; EOFs (fevereiro a abril) 75% e EOFs (março a maio) 81%, ao nível de significância estatística de 90%.

A seguir são mostrados os resultados obtidos para os percentuais, previstos para as categorias de seco, normal e molhado (Tabela I) e as percentagens de acertos (Tabela II), quando são utilizadas as EOFs estendidas de fevereiro, março e abril para prever a precipitação de junho a agosto, ou seja com dois meses de antecedência.

Da Tabela II observa-se que dos doze anos observados como seco, sete foram previstos com seco, quatro como normal e um como molhado, enquanto dos oito anos observados como molhado, seis foram previsto como molhado e dois como normal e dos vinte e um anos observados como normal, dois foram previstos como seco, dezoito normais e um molhado, ou seja para 75,61% dos anos a previsão foi acertada, mas para 24,39% dos anos a previsão foi errada.

4. Referência bibliográfica

- da Silva, A. M. (1993). A Guide to C/ The UWM/COADS Access Software Version 1.01. Milwaukee, Department of Geosciences University of Wisconsin-Milwaukee, 33 p. (Draft).
- de Brito, J. I. B.; Nobre, C. A.; Zaranza, A. R. (1991). A precipitação da pré-estação e a previsibilidade da estação chuvosa do norte do Nordeste. *Climanálise*, 6(6):39-53.
- Essenwanger, O. (1976). *Applied statistics in Atmospheric Science*. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 412 p.
- Kousky, V. E. (1981). *Notas de Aulas do curso de Meteorologia Sinótica do INPE*. São José dos Campos, INPE.
- Mardia, K. V.; Kent, J. T.; Bibby, J. M. (1979). *Multivariate Analysis*. London, Academic Press, 521 p.
- Rao, V. B.; Lima, M. C.; Franchito, S. H.; Servain, J. (1992). On the Role of the Coastal Wind in the Interannual Variations of Rainfall over Eastern Northeast Brazil. *TOGANotes*, 12-16 October.

Tabela I

Ano	categorias		índice calculado	Percentuais previstos para cada categoria		
	observado	previsto		d	n	m
1945	n	n	0.15	0.0156	0.9621	0.0223
1946	d	d	-0.56	1.0000	0.0000	0.0000
1947	d	d	-0.56	0.9994	0.0000	0.0006
1948	m	m	1.07	0.0001	0.0005	0.9993
1949	n	n	-0.23	0.0005	0.9994	0.0000
1950	d	d	-0.51	0.9822	0.0129	0.0049
1951	m	m	0.73	0.0039	0.0026	0.9935
1952	d	d	-0.62	0.6790	0.3210	0.0000
1953	n	n	-0.07	0.0004	0.9990	0.0006
1954	d	d	-0.66	0.9385	0.0576	0.0038
1955	d	n #	-0.58	0.3970	0.5930	0.0100
1956	n	d #	0.08	0.5430	0.4558	0.0012
1957	d	n #	-0.89	0.1955	0.6949	0.1096
1958	n	n	-0.16	0.1048	0.8528	0.0423
1959	n	n	0.07	0.0225	0.9643	0.0132
1960	n	n	-0.20	0.0430	0.9274	0.0296
1961	n	n	-0.11	0.1538	0.7952	0.0510
1962	n	n	0.03	0.1067	0.8921	0.0012
1963	d	n #	-0.81	0.1245	0.8667	0.0089
1964	m	n	0.90	0.2171	0.7826	0.0003
1965	n	m #	-0.07	0.0390	0.4434	0.5176
1966	m	n #	0.51	0.2179	0.4735	0.3086
1967	n	n	0.43	0.0013	0.9980	0.0007
1968	n	n	-0.33	0.0243	0.9672	0.0085
1969	m	m	0.88	0.1342	0.0793	0.7866
1970	n	n	0.15	0.0271	0.9611	0.0118
1971	n	n	0.12	0.0078	0.9915	0.0007
1972	n	n	0.09	0.0218	0.9709	0.0073
1973	n	n	0.29	0.0008	0.9843	0.0149
1974	n	n	0.07	0.0567	0.9352	0.0080
1975	m	m	1.33	0.0046	0.2108	0.7846
1976	d	d	-0.87	0.7345	0.2018	0.0637
1977	m	m	1.11	0.0053	0.0035	0.9912
1978	n	n	0.30	0.1623	0.8200	0.0177
1979	n	n	-0.25	0.0180	0.9739	0.0081
1980	d	n #	-0.54	0.0547	0.9245	0.0208
1981	d	d	-0.91	0.5343	0.0715	0.3943
1982	n	d #	0.21	0.5024	0.4218	0.0757
1983	d	m #	-0.60	0.1044	0.0993	0.7963
1984	n	n	0.20	0.0240	0.8874	0.0885
1985	m	m	1.06	0.0313	0.0512	0.9175

anos em que a categoria prevista foi diferente da observada.

Tabela II

Número de observações e percentuais classificados em cada categorias

Categorias	d	n	m	total
d	7	4	1	12
(%)	58.33	33.33	8.33	100.00
n	2	18	1	21
(%)	9.52	85.71	4.76	100.00
m	0	2	6	8
(%)	0.00	25.00	75.00	100.00
total	9	24	8	41
(%)	21.95	58.54	19.51	100.00