

Modelo Climático de Previsão da Pluviometria do Estado da Paraíba

Bernardo Barbosa da Silva e Nielza Macedo Lima

Departamento de Ciências Atmosféricas – Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882. Bodocongó, 58.109-970 Campina Grande, PB. E-mail: bernardo@dca.ufcg.edu.br

Recebido: 01/07/03 - revisado: 10/10/03 - aceito: 15/05/04

RESUMO

O presente trabalho objetivou apresentar uma metodologia de previsão das chuvas que ocorrem no Estado da Paraíba, tendo por base o método das proporções apresentado por Silva (1988). Foram considerados 72 postos pluviométricos distribuídos em três mesorregiões da Paraíba. Em cada mesorregião definiu-se a estação chuvosa (EC) e diferentes subdivisões das mesmas. As proporções Z_i , razão entre as chuvas acumuladas no primeiro período (X_i) da EC e as chuvas de toda a EC, foram ajustadas ao modelo probabilístico Beta, usado para o cálculo do primeiro e quarto quintis e da probabilidade de ocorrência de chuvas superior à média climatológica do segundo período (Y_i) da EC. Avaliou-se a performance do modelo prognóstico no período de 1996 a 2001. Nos anos de 1996 e 2000, com ocorrência de chuvas acima da média de Y_i , o índice de acerto foi superior a 80%, exceto para a EC8 em 2000. No ano de 1998, um ano muito seco, o índice de acerto foi inferior a 80%, isto para o prognóstico do total pluviométrico mínimo esperado. A metodologia apresentada se mostrou consistente e de grande utilidade para a previsão de secas no Estado da Paraíba.

Palavras chave: Modelos estatísticos, distribuição Beta, clima do Nordeste, previsão climática

INTRODUÇÃO

O tempo e o clima do Nordeste do Brasil (NEB) são influenciados por fenômenos pertencentes a várias escalas, desde a planetária até a pequena escala representada pela convecção isolada. Pertencem à escala planetária, as circulações atmosféricas associadas às anomalias da temperatura da superfície do mar, como as que caracterizam os fenômenos El Niño – Oscilação Sul (ENOS), o dipolo do Atlântico, os anticiclones subtropicais do Atlântico, a zona de convergência intertropical (ZCIT) e a oscilação de 30 – 60 dias. Na escala sinótica destacam-se os sistemas frontais austrais ou zonas de convergência deles remanescentes, os vórtices ciclônicos da alta troposfera e os distúrbios de leste. Também atuam no Nordeste fenômenos de mesoescala, tais como sistemas oriundos da ZCIT (complexos convectivos de mesoescala e linhas de instabilidade formados na costa norte do Nordeste) e circulações ocasionadas por contraste térmico entre superfícies sólida e líquida (Silva, 1996).

Na maior parte desta região a precipitação é relativamente baixa e apresenta flutuações interanuais muito acentuadas, particularmente quando comparadas a outras áreas do país. Ademais, as taxas evaporativas registradas no semi-árido nordestino são muito elevadas, chegando a

alcançar cerca de 3000 mm anuais. Devido a essa característica climática, grandes extensões do Nordeste são submetidas recorrentemente ao fenômeno das secas.

Ao final de cada ano cria-se uma grande expectativa regional no que concerne à previsão climática, particularmente quando são veiculadas notícias de uma possível ocorrência de seca. Na comunidade meteorológica nacional e internacional um tema recorrente é o fenômeno El Niño. Quando há previsões ou constatações de que o mesmo está se manifestando, e em virtude da sua indiscutível influência sobre o Nordeste, alguns profissionais da meteorologia formulam suas previsões atribuindo ao El Niño um caráter absoluto na composição de um cenário de seca no Nordeste. É comum, no entanto, a ocorrência de secas em anos em que não há presença marcante do fenômeno El Niño, ou mesmo, que não haja registro de sua ocorrência (Kane, 1997).

Mesmo com os grandes avanços verificados nos modelos dinâmicos e estatísticos na última década, constata-se, ainda, muito conflito entre os seus prognósticos. Esses fatos evidenciam o grau de complexidade da previsão climática e que a meteorologia ainda não alcançou a precisão e a antecedência desejadas pela comunidade científica. Enquanto busca-se a precisão e antecedência ideais, deve-se fazer uso dos modelos disponíveis e oferecer respostas que possibilitem o planejamento e a tomada de decisões, que minimizem os impactos causados pelas ad-

versidades climáticas da Região, em particular sobre a agricultura e recursos hídricos.

O modelo de previsão de secas do NEB formulado há mais tempo foi o de Walker (1928), quando foram introduzidas as teleconexões, isto é, ocorrência de fenômenos atmosféricos e/ou oceânicos em regiões distantes, mas relacionados com as precipitações pluviométricas do NEB. Com o tempo, foram desenvolvidos novos modelos e introduzidas variáveis oceânicas com maior amplitude espacial, como a temperatura da superfície do mar - TSM em dada região e técnicas estatísticas mais sofisticadas. Dentre tais modelos, destaque-se o de Ward e Folland (1991), que relaciona os autovetores da TSM dos oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical, com a precipitação do NEB. Nessa mesma linha, Xavier et al. (1998) utilizaram um modelo de regressão múltipla para estimar a precipitação de várias localidades do Ceará, tendo com covariáveis a TSM do Atlântico e do Pacífico, as componentes meridional e zonal da “pseudo-tensão” do vento no Atlântico, o índice de Oscilação Sul e a atividade solar. Moura (2001), por sua vez, correlacionou a precipitação pluviométrica do setor leste do NEB, com anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) e ventos à superfície oceânica. Os modelos de previsão que foram desenvolvidos apresentaram altas correlações e nível de explicação elevado, principalmente no período intramodelo.

Em Silva (1985, 1988) foi apresentada uma nova técnica estatística muito diferente das até então disponíveis, e que tem sido aplicada com sucesso em diferentes regimes pluviais do Nordeste. Azevedo et al. (1998) aplicaram o referido modelo aos totais diários de 84 postos pluviométricos do Estado do Ceará, com vistas ao prognóstico da pluviometria da segunda metade (20 de março a 30 de junho) da estação chuvosa de cada microrregião daquele Estado. A metodologia proposta por Silva (1988), mostrou-se eficiente na estimativa dos valores máximo e mínimo de pluviometria da segunda metade da estação chuvosa das diferentes microrregiões homogêneas do estado do Ceará, principalmente no caso dos valores mínimos no período de 1960 a 1969. Já Santos et al. (2002) utilizaram totais mensais de 34 postos pluviométricos da costa leste do Nordeste do Brasil, compreendida entre o Rio Grande do Norte e Sergipe, e aplicaram a metodologia de Silva (1985, 1988). Essa metodologia mostrou-se eficiente na previsão dos valores máximo e mínimo de pluviometria do segundo período de cada estação chuvosa dos postos localizados ao Norte e centro da região e menos eficiente ao sul.

O presente estudo objetiva a apresentação de uma metodologia de previsão das chuvas que ocorrem no Estado da Paraíba, tendo por base o modelo climático de Silva (1985, 1988). Como objetivos específicos, são apresentadas, para cada um dos postos pluviométricos de três mesorregiões do Estado da Paraíba, a probabilidade da ocor-

rência de chuva acima da média climatológica do segundo período da estação chuvosa local, e as precipitações mínimas e máximas esperadas localmente ao nível de 80% de probabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Região de estudo

Selecionou-se para o estudo o Estado da Paraíba, que possui área de 56.584 km² e população de 3,3 milhões de habitantes (IBGE, 2000). A escolha deste Estado se deu em virtude da existência do Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto – LMRS, do governo do Estado da Paraíba, no âmbito do Campus I, da Universidade Federal de Campina Grande, que tem realizado monitoramento estadual de tempo e clima, e que se apresenta como usuário em potencial dos resultados deste estudo. Ademais, neste Estado são registrados diferentes regimes pluviais, o que possibilita avaliar melhor o desempenho da técnica diante de tais regimes.

Dados utilizados

Os dados que serviram de base para a pesquisa consistem de totais pluviométricos diários, coletados em 72 (setenta e dois) postos do Estado da Paraíba, no período de 1910 a 1990. Esses dados se encontram disponíveis em meio digital no Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal da Paraíba e foram coletados pela Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE.

Os dados usados no período de validação do modelo de Silva (1988), qual seja, período de 1996 a 2001, foram cedidos pelo LMRS da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. A relação de todos os postos utilizados, com suas coordenadas geográficas e mesorregiões de estudo, se encontram presentes na Tabela 1.

Definição das mesorregiões de estudo

Foram consideradas três mesorregiões de estudo, aqui definidas apenas como mesorregiões *Ocidental*, *Central* e *Oriental* do Estado da Paraíba. Essas mesorregiões foram identificadas por Rodrigues et al. (2000) e têm sido usadas pelo LMRS, para diferentes finalidades, incluindo-se a previsão de tempo. A técnica empregada por aqueles autores foi a Classificação Hierárquica, com medida de similaridade a Distância Euclidiana. A variável empregada foi a precipitação pluviométrica média mensal de 114 postos distribuídos por todo o Estado da Paraíba. Essas mesorregiões correspondem às áreas denominadas de Sertões, Cariris e Litoral – Agreste – Zona da Mata, respectivamente.

Tabela 1 – Postos pluviométricos selecionados com suas coordenadas geográficas (graus, min e seg) e mesorregiões.

Mesorregião Ocidental			Mesorregião Central		
Posto	Latitude	Longitude	Posto	Latitude	Longitude
Água Branca	-7 30 43	-37 38 12	Barra Sta Rosa	-6 43 44	-36 03 23
Aguiar	-7 05 36	-38 10 24	Boa Vista	-7 15 27	-36 14 15
Antenor Navarro	-6 43 31	-38 27 07	Cabaceiras	-7 29 32	-36 17 13
Belém B. Cruz	-6 11 11	-37 32 08	Desterro	-7 17 25	-37 05 17
Bom Jesus	-6 48 56	-38 39 16	Caraúbas	-7 43 31	-36 29 25
Bonito Santa Fé	-7 18 52	-38 30 52	Monteiro	-7 53 06	-37 07 37
Brejo do Cruz	-6 20 54	-37 29 59	Olivedos	-6 59 19	-36 14 37
Cajazeiras	-6 53 39	-38 32 40	P. Lavrada	-6 45 19	-36 27 52
Eng Ávidos, Aç.	-6 58 51	-38 27 18	Picuí	-6 30 18	-36 20 49
Catingueira	-7 07 42	-37 36 30	Pocinhos	-7 04 40	-36 03 33
Catolé do Rocha	-6 20 38	-37 44 48	Salgadinho	-7 06 08	-36 50 43
Conceição	-7 33 36	-38 30 07	São J. Cariri	-7 22 57	-36 31 43
Condado	-6 55 23	-37 35 41	São J Tigre	-8 04 48	-36 50 50
Coremas, Aç.	-7 01 30	-37 56 34	Soledade	-7 03 39	-36 21 43
Ibiara	-7 30 23	-38 24 26	Sumé	-7 40 25	-36 53 47
Imaculada	-7 22 56	-37 30 34	Taperoá	-7 12 59	-36 49 41
Itaporanga	-7 18 00	-38 08 60	Mesorregião Oriental		
Mãe d'Água	-7 15 26	-37 25 31	Posto	Latitude	Longitude
Malta	-6 54 12	-37 31 11	A. Grande	-7 02 12	-35 37 52
Manáira	-7 42 25	-38 09 09	Alagoa Nova	-7 03 15	-35 45 28
Nazarezinho	-6 55 12	-38 19 11	Alhandra	-7 25 32	-34 54 38
Nova Olinda	-7 28 55	-38 02 33	Araruna	-6 31 53	-35 44 23
Olho d'Água	-7 13 40	-37 45 02	Arcia	-6 58 32	-35 43 04
Patos	-7 00 03	-37 18 47	Bananeiras	-6 45 05	-35 38 03
Piancó	-7 12 54	-37 55 33	C. Grande	-7 13 32	-35 54 15
Pombal	-6 46 19	-37 48 02	C. E. Santo	-7 08 27	-35 05 28
Princesa Isabel	-7 43 59	-37 59 40	Guarabira	-6 50 43	-35 29 47
Santa Luzia	-6 52 05	-36 55 05	Ingá	-7 17 33	-35 36 43
Pilões, Aç.	-6 41 42	-38 31 19	Itabaiana	-7 19 30	-35 20 15
S.J. Lagoa Tapada	-6 56 32	-38 09 43	João Pessoa	-7 04 59	-34 49 59
S.José Piranhas	-7 06 56	-38 29 48	Mamanguape	-6 50 08	-35 07 17
Arapuá, St.	-7 06 56	-38 36 58	Mulungu	-7 01 52	-35 28 09
Serra Grande	-7 12 51	-38 22 20	Pilar	-7 16 03	-35 15 39
Sousa	-6 46 10	-38 13 10	Santa Rita	-7 08 26	-34 58 58
São Gonçalo	-6 50 09	-38 18 42	Sapé	-7 05 33	-35 13 24
Teixeira	-7 13 18	-37 14 59	Serraria	-6 49 09	-35 38 19
Barra do Juá	-6 30 51	-38 32 21	Umbuzeiro	-7 41 45	-35 39 51

Tabela 2 – Estações chuvosas das mesorregiões estudadas com seus respectivos períodos inicial e final.

Estação chuvosa	Período X	Período Y	Mesorregião
EC1	JFM	AMJJ	Central
EC2	JFMA	MJJ	Central
EC3	JF	MAMJ	Ocidental
EC4	JFM	AMJ	Ocidental
EC5	JF19M	20MAMJ	Ocidental
EC6	JFM	AMJJA	Ocidental
EC7	JFMA	MJJA	Ocidental
EC8	JFMAM	JJA	Ocidental

No modelo de Silva (1985, 1988), como será visto na próxima seção, faz-se necessário a identificação da estação chuvosa (EC) de cada localidade e dos dois períodos que a constituem. Nesse sentido, considerou-se, com base no Atlas Climatológico do Estado da Paraíba (Varejão-Silva et al., 1987), que a EC das mesorregiões Ocidental, Central e Oriental do Estado, compreendia os meses de janeiro a junho, janeiro a julho e janeiro a agosto, respectivamente. Para cada mesorregião foram considerados períodos iniciais da EC com diferentes durações, o que correspondia à elaboração do prognóstico em duas ou mais ocasiões distintas da EC. Os diferentes períodos utilizados de cada EC e mesorregiões se encontram representados na Tabela 2.

O Modelo de Silva (1985, 1988)

Seja Z_i uma variável aleatória, contínua e independente, cujo domínio é restrito ao intervalo $[0;1]$. Considere-se, ainda, que esta variável é constituída segundo expressão:

$$Z_i = \frac{X_i}{(X_i + Y_i)} \quad (1)$$

em que X_i e Y_i correspondem aos totais pluviométricos do primeiro e segundo períodos da estação chuvosa – EC de dada localidade e ano, de uma série climatológica com um mínimo de 30 anos de dados completos (contínuos ou não). Nesse sentido, haveria que ser identificado em estudo prévio a EC e escolhidos adequadamente os períodos X e Y . Recomenda-se que X deva representar pelos menos 30% do total médio da EC, mas outros limites podem ser adotados. Para os Sertões do Estado da Paraíba, por exemplo, considerou-se a EC formada pelo semestre janeiro a junho, sendo X igual ao bimestre janeiro-fevereiro. Como foi visto na seção 3.3, foram considerados ainda dois outros intervalos de tempo para X nos Sertões da Paraíba.

Uma outra hipótese utilizada é a de que Z_i , dada sua definição inicial, possui distribuição de probabilidade Beta, cuja função densidade de probabilidade é dada por (Yevjevich, 1972; Wilks, 1995):

$$f(z_i) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} z_i^{(a-1)} (1-z_i)^{(b-1)} \quad (2)$$

em que a e b são os parâmetros de forma e escala do modelo, e G é a conhecida função matemática Gama, qual seja (Clarke & Ralph, 1979):

$$\Gamma(a) = \int_0^{\infty} t^{(a-1)} \exp(-t) dt \quad (3)$$

Os parâmetros do modelo Beta são estimados pelo método da máxima verossimilhança segundo soluções propostas por Mielke (1976) e expressões:

$$a_k = \frac{G + \ln \left[\frac{s + a_{k-1} + b_{k-1} - 1/2}{s + a_{k-1} - 1/2} \right] + \sum_{j=1}^s \left[\frac{b_{k-1}(j + a_{k-1})}{j(j + a_{k-1} - 1)(j + a_{k-1} + b_{k-1} - 1)} \right]}{b_{k-1} \sum_{j=1}^s \left[\frac{j(j + a_{k-1} - 1)(j + a_{k-1} + b_{k-1} - 1)}{j(j + a_{k-1} - 1)(j + a_{k-1} + b_{k-1} - 1)} \right]^{-1}} \quad (4)$$

$$b_k = \frac{e^{H + \ln \left[\frac{s + a_k + b_{k-1} - 1/2}{s + b_{k-1} - 1/2} \right] + \sum_{j=1}^s \left[\frac{a_k(j + b_{k-1})}{j(j + b_{k-1} - 1)(j + a_k + b_{k-1} - 1)} \right]}{a_k \sum_{j=1}^s \left[\frac{j(j + b_{k-1} - 1)(j + a_k + b_{k-1} - 1)}{j(j + b_{k-1} - 1)(j + a_k + b_{k-1} - 1)} \right]^{-1}} \quad (5)$$

em que:

$$G = n^{-1} \sum_{i=1}^n \ln(z_i) \quad (6)$$

e

$$H = n^{-1} \sum_{i=1}^n \ln(1 - z_i) \quad (7)$$

Para que o processo iterativo seja iniciado, faz-se necessário atribuir valores para a_0 e b_0 . Neste sentido, utilizou-se as estimativas proporcionadas pelo Método dos Momentos (Wilks, 1995; Azevedo et al., 1998; Souza et al., 2002).

Uma vez identificada a EC, os períodos X e Y , e calculadas as proporções Z_i , ano a ano, são estimados os parâmetros do modelo Beta e obtidas as probabilidades empírica - $E(Z_i)$ e teórica - $F(Z_i)$, associadas a cada valor amostral. Então, é chegada a vez de se averiguar se a variável Z_i é aleatória, contínua e independente, o que pode ser feito através de diferentes testes de hipóteses, mas optou-se pelo de Kolmogorov-Smirnov por ser considerado mais poderoso que outros testes, a exemplo do Qui-quadrado. Foi escolhido o nível de significância igual a 0,10, que embora aumente a possibilidade de se cometer Erro do Tipo II, qual seja: rejeitar uma hipótese quando a mesma deveria ser aceita, em geral tem resultado em aceitação da Hipótese Nula.

O cerne do modelo de Silva (1985, 1988) reside no fato de que a variável Z_i é constituída de dois fatores (X e Y) que ocorrem em períodos de tempo diferentes e sequenciados. Portanto, uma vez conhecido o valor de X_i pode-se efetivar a previsão acerca da precipitação pluviométrica esperado para o período Y_i , com um nível de probabilidade conhecido e pré-estabelecido.

Considere-se, pois, que se pretende obter a precipitação máxima esperada para Y_i com probabilidade de 80%. Para tanto, é feito uso do modelo probabilístico Beta

e estimado o primeiro quintil – Q_1 das proporções Z_i . Como se sabe, a probabilidade de ocorrência de valores maiores ou iguais a Q_1 , é igual a 80%. Assim sendo, para um dado ano, escolhido ao acaso, e uma vez conhecidos X_i e Q_1 , tem-se:

$$Z_i = \frac{X_i}{(X_i + Y_{\max})} \geq Q_1 \quad (8)$$

ou, que:

$$X_i \geq Q_1 (X_i + Y_{\max}) \quad (9)$$

Resolvendo essa inequação para Y_{\max} , tem-se que:

$$Y_{\max} = X_i(1 - Q_1) / Q_1 \quad (10)$$

Desta forma é feito o prognóstico da precipitação máxima esperada para o período Y_i , com probabilidade de 80%. De forma semelhante é realizada a previsão acerca do total pluviométrico mínimo esperado com 80% de probabilidade para o período Y_i , desta feita utilizando-se o quarto quintil e a seguinte expressão:

$$Y_{\min} = X_i(1 - Q_4) / Q_4 \quad (3.11)$$

Para se calcular a probabilidade de vir a chover mais que a média climática do segundo período da EC (ou um outro valor de interesse), de uma dada localidade de um ano particular, é suficiente se constatar que tal probabilidade corresponde a da ocorrência de valores inferiores ou iguais a Z_i , sendo $Z_i = X_i / (X_i + Y_{cli})$, em que X_i é a precipitação registrada no primeiro período da EC desse ano particular, e Y_{cli} é a média climatológica das precipitações pluviométricas do segundo período da EC. Observe-se que se para um dado X_i fixo se fizer Y_{cli} aumentar, o valor de Z_i diminuirá. Logo, a probabilidade de ocorrer um valor maior que a média climatológica Y_{cli} , corresponderá à probabilidade de obter-se um Z_i menor do que o observado naquele ano particular, o que pode ser feito com o modelo Beta.

Uma vantagem da técnica aqui apresentada é que a mesma pode ser aplicada a postos pluviométricos individuais, ou à média espacial de uma bacia hidrológica, diferentemente da modelagem numérica atualmente usada em institutos instenacionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ajustamento do modelo Beta

Para a mesorregião Ocidental (Sertões) foram considerados 37 postos e 3 diferentes instantes para a

formulação do prognóstico da chuva esperada para o segundo período da EC: começo de março, 20 de março e começo de abril. Isto corresponde a aplicação da distribuição Beta a 111 (cento e onze) amostras. Em todas elas foram aplicados o teste de ajustamento de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância $\alpha = 0,10$. Em todas as amostras estudadas o modelo Beta se ajustou adequadamente às mesmas, para o α considerado, o que indica haver uma grande representatividade da distribuição Beta. O menor e o maior D_{\max} da mesorregião Ocidental ocorreram respectivamente em Teixeira ($D_{\max} = 0,0441$) e Souza ($D_{\max} = 0,1428$), para a EC3. Já na EC4 os extremos ocorreram em Açude Pilões ($D_{\max} = 0,0485$) e Condado ($D_{\max} = 0,1421$), respectivamente. Para a EC5, o melhor ajuste se deu em Teixeira ($D_{\max} = 0,0393$), enquanto que o maior D_{\max} ocorreu em Bom Jesus, com valor igual a 0,1692.

Na mesorregião Central (Cariris) foram geradas 32 (trinta e duas) amostras, 16 para a estação chuvosa EC1 e 16 para a EC2, e o modelo Beta se ajustou muito bem às proporções Z_i . Para o caso EC1, o melhor ajuste ocorreu em São João do Cariri, quando a diferença máxima (D_{\max}) entre a Kimbal e a Beta, alcançou 0,0468. O maior D_{\max} , por sua vez, ocorreu em Barra de Santa Rosa, com $D_{\max} = 0,1173$. Já na EC2, o melhor ajuste ocorreu em Desterro, com $D_{\max} = 0,0564$, enquanto que em Salgadinho o D_{\max} foi de 0,1638, sendo o maior de toda a mesorregião Central e EC2. Os prognósticos podem ser feitos no começo de abril, caso em que Y compreende os meses de abril a julho, e no começo de maio, com Y representando o período maio a julho. Mais uma vez, o teste de ajustamento confirmou a representatividade do modelo.

Foram estudadas 57 (cinquenta e sete) amostras de Z_i na mesorregião Oriental (Litoral, Agreste e Zona da Mata), correspondentes a três diferentes momentos de formulação dos prognósticos: começo de abril, começo de maio e começo de junho. O teste de K-S, mais uma vez, confirmou o bom ajustamento do modelo Beta aos valores amostrais Z_i . Os melhores ajustes para a EC6, EC7 e EC8 ocorreram em Alagoa Nova ($D_{\max} = 0,0425$), Ingá ($D_{\max} = 0,0448$) e Araruna ($D_{\max} = 0,0399$), respectivamente. Os maiores valores D_{\max} de cada EC da mesorregião Oriental ocorreram em João Pessoa (EC6), Serraria (EC7) e Serraria (EC8), com valores iguais a 0,1249, 0,1400 e 0,1602, respectivamente.

Azevedo et al. (1998) aplicaram o modelo Beta aos dados de sete mesorregiões do Estado do Ceará, ocasião em que constatarem um bom ajustamento do mencionado modelo, às proporções Z_i . O maior D_{\max} encontrado ocorreu na mesorregião E7, com valor igual a 0,11. Já Santos et al. (2002) aplicaram o modelo Beta às proporções Z_i de 34 postos da costa leste do Nordeste, com diferentes estações chuvosas. Os melhores ajustes da Beta ocorreram

Tabela 3 – Postos das mesorregiões Central e Oriental, primeiro (Q_1) e o quarto (Q_4) quintis de Z_i , precipitações médias do primeiro (X_{med}) e segundo (Y_{med}) períodos da EC, valores máximos (P_{max}) e mínimos (P_{min}) da chuva prognosticada para o período e período Y de 2000 e probabilidade de ocorrência de chuvas acima da Y_{med} de cada posto.

Mesorregião Central - EC1										
Postos	Q1	Q4	Xmed	Ymed	X2000	Y2000	Pmax	Pmin	Z	P(Y>Ym)
B. S. Rosa	0,148	0,530	122,0	205,4	144,3	371,2	830,7	128,0	0,41	65,02
Boa Vista	0,167	0,524	137,9	223,6	443,5	292,7	2212,2	402,9	0,66	92,38
Cabaceiras	0,175	0,584	109,5	179,3	225,0	265,9	1060,7	160,3	0,56	77,18
Caraúbas	0,266	0,688	171,1	174,8	188,3	158,2	519,6	85,4	0,52	57,07
Desterro	0,412	0,791	224,7	162,8	297,6	198,7	424,7	78,6	0,65	56,52
Monteiro	0,350	0,657	253,1	240,8	330,2	270,8	613,2	172,4	0,58	68,73
Olivedos	0,204	0,592	177,6	241,8	313,3	238,2	1222,5	215,9	0,56	75,74
P. Lavrada	0,354	0,737	188,8	145,2	398,4	254,0	727,0	142,2	0,73	78,98
Picuí	0,350	0,710	183,3	140,4	181,9	281,8	337,8	74,3	0,56	54,28
Pocinhos	0,172	0,487	121,4	218,2	127,4	278,8	613,3	134,2	0,37	61,32
Salgadinho	0,292	0,721	217,7	187,0	247,3	115,5	599,6	95,7	0,57	59,50
S.J. Cariri	0,251	0,661	176,4	190,9	459,4	306,8	1370,9	235,6	0,71	85,38
S.J. Tigre	0,344	0,752	234,7	195,2	221,4	178,1	422,2	73,0	0,53	46,06
Soledade	0,222	0,656	168,3	191,0	434,0	214,1	1521,0	227,6	0,69	83,78
Sumé	0,299	0,674	245,4	258,0	454,4	166,7	1065,3	219,8	0,64	75,70
Taperoá	0,331	0,726	240,0	209,4	200,0	167,8	404,2	75,5	0,49	42,85
Mesorregião Oriental - EC6										
Postos	Q1	Q4	Xmed	Ymed	X2000	Y2000	Pmax	Pmin	Z	P(Y>Ym)
Al. Grande	0,194	0,400	259,0	593,1	306,7	1031,8	1274,2	460,1	0,34	70,84
Al. Nova	0,175	0,384	324,8	806,4	331,6	1082,4	1563,3	531,9	0,29	55,17
Alhandra	0,145	0,321	363,8	1228,5	383,2	1835,0	2259,6	810,6	0,24	55,20
Araruna	0,178	0,421	249,5	521,8	425,4	795,5	1964,5	585,1	0,45	85,57
Areia	0,157	0,347	320,5	907,1	385,1	1371,2	2067,8	724,7	0,30	63,26
Bananeiras	0,179	0,371	288,5	725,8	391,1	1342,6	1793,8	663,1	0,35	66,12
C. E. Santo	0,205	0,407	349,3	810,5	426,6	1168,2	1646,6	618,6	0,34	48,87
Campi Grande	0,117	0,359	181,5	508,9	295,7	851,8	2231,7	528,0	0,37	81,55
Guarabira	0,173	0,414	301,6	772,2	256,4	1266,2	1225,7	362,9	0,25	40,63
Ingá	0,158	0,376	164,5	426,0	164,6	675,8	877,2	273,2	0,28	56,40
Itabaiana	0,174	0,415	198,2	467,6	268,2	573,5	1273,2	378,1	0,36	68,50
Jô. Pessoa	0,150	0,310	380,7	1213,7	352,0	1720,9	1994,7	783,5	0,22	48,32
Mamanguape	0,150	0,390	373,8	963,9	323,2	1225,7	1831,5	505,5	0,25	48,23
Mulungu	0,149	0,352	196,6	557,2	211,4	858,1	1207,4	389,2	0,28	61,68
Pilar	0,179	0,406	231,5	539,7	242,7	723,6	1113,2	355,1	0,31	57,29
Santa Rita	0,161	0,347	340,9	1024,5	399,1	1229,1	2079,8	751,0	0,28	55,25
Sapé	0,146	0,354	243,2	672,1	250,8	1137,0	1467,0	457,7	0,27	59,44
Serraria	0,182	0,367	311,9	814,5	202,4	1098,8	909,7	349,1	0,20	23,90
Umbuzeiro	0,097	0,325	146,5	514,4	155,0	848,0	1442,9	321,9	0,23	60,19

com os dados de Natal- RN ($D_{max} = 0,04$), Itabaiana – PB ($D_{max} = 0,05$), Mamanguape – PB ($D_{max} = 0,04$) e Palmares - PE ($D_{max} = 0,05$). Os piores ajustes ocorreram em Pro-
priá – SE ($D_{max} = 0,14$) e Aracaju- SE ($D_{max} = 0,13$), em-
bora a hipótese nula (H_0) tenha sido aceita para $\alpha=0,10$.

Performance do modelo de Silva

O desempenho do modelo de Silva será avaliado com base nos resultados apresentados nas Tabelas 3 e 4, onde podem ser observados as falhas e acertos relaciona-
dos às previsões do Y_{max} e Y_{min} , esperados para o perío-

Tabela 4 – Postos da mesorregião Oriental, primeiro (Q₁) e quarto (Q₄) quintis de Z_i, precipitações médias do primeiro (X_{med}) e segundo (Y_{med}) períodos da EC3, valores máximos (P_{máx}) e mínimos (P_{mín}) da chuva prognosticada para o período Y de 2000 e probabilidade de ocorrência de chuva acima da média Y_{med} de cada postos da EC3.

Postos	Q1	Q4	Xmed	Ymed	X2000	Y2000	Pmax	Pmin	Z	P(Y>Ym)
Açude Coremas	0,192	0,444	246,4	525,8	371,2	420,2	1562,1	464,8	0,41	74,11
Açude E.Ávidos	0,253	0,475	304,4	528,7	431,9	475,8	1275,2	477,4	0,45	74,44
Açude Pilões	0,166	0,420	233,0	515,9	447,2	683,2	2246,8	617,6	0,46	85,64
Água Branca	0,131	0,405	169,1	444,6	303,4	363,8	2012,6	445,7	0,41	80,51
Aguiar	0,182	0,449	236,3	530,5	298,2	577,2	1340,3	365,9	0,36	63,40
Antenor Navarro	0,191	0,432	276,7	595,8	467,1	717,0	1978,4	614,2	0,44	81,89
Barra do Juá	0,150	0,368	175,0	489,0	464,8	538,0	2633,9	798,2	0,49	94,54
Belém B. Cruz	0,114	0,429	178,8	452,0	253,3	284,2	1968,6	337,1	0,36	70,31
Bom Jesus	0,185	0,416	237,5	549,0	474,2	716,4	2089,0	665,7	0,46	86,92
Bonito Santa Fé	0,239	0,450	275,0	515,8	301,8	491,8	961,0	368,9	0,37	59,18
Brejo do Cruz	0,119	0,415	190,0	516,5	266,2	416,6	1970,8	375,2	0,34	68,18
Cajazeiras	0,212	0,465	269,8	537,1	419,7	694,6	1560,0	482,9	0,44	75,29
Catingueira	0,139	0,390	241,5	667,9	202,6	418,0	1255,0	316,9	0,23	44,86
Catolé do Rocha	0,130	0,371	195,5	595,6	619,7	431,0	4147,2	1050,7	0,51	95,19
Conceição	0,210	0,488	274,9	490,7	301,7	365,6	1135,0	316,5	0,38	59,15
Condado	0,142	0,398	206,1	514,0	252,8	409,5	1527,5	382,4	0,33	67,88
Ibiara	0,277	0,464	312,6	553,0	370,7	486,6	967,6	428,2	0,40	66,04
Imaculada	0,151	0,414	157,0	409,8	175,5	380,9	986,8	248,4	0,30	58,19
Itaporanga	0,181	0,446	239,0	517,2	385,2	602,4	1743,0	478,5	0,43	77,26
M. D'A. Dentro	0,138	0,477	208,6	532,7	226,9	211,9	1417,3	248,8	0,30	52,70
Malta	0,139	0,436	187,5	487,7	242,4	413,0	1501,5	313,6	0,33	62,14
Manaíra	0,211	0,469	190,1	372,4	290,3	445,4	1085,5	328,7	0,44	74,87
Nazarezinho	0,228	0,486	287,3	513,9	428,9	484,6	1452,2	453,6	0,45	73,49
Nova Olinda	0,198	0,471	270,4	540,5	309,2	453,7	1252,4	347,3	0,36	58,62
Olho D'Água	0,141	0,399	278,9	774,2	441,9	440,3	2692,1	665,6	0,36	72,68
Patos	0,166	0,508	218,5	457,3	160,4	371,1	805,9	155,3	0,26	38,31
Piancó	0,184	0,459	250,3	531,2	393,2	505,3	1743,8	463,4	0,43	75,54
Pombal	0,157	0,413	194,8	454,8	182,7	548,1	981,0	259,7	0,29	54,66
Princesa Isabel	0,178	0,482	234,4	450,5	195,9	327,9	904,7	210,5	0,30	46,04
S. J. Piranhas	0,254	0,484	316,0	543,1	424,8	499,0	1247,6	452,9	0,44	70,66
Santa Luzia	0,119	0,424	146,9	351,8	187,4	247,8	1387,4	254,6	0,35	68,86
São Gonçalo	0,208	0,446	273,7	526,4	517,8	458,9	1971,6	643,2	0,50	88,17
S. J. L. Tapada	0,244	0,452	320,0	585,4	318,6	464,5	987,1	386,3	0,35	52,34
Serra Grande	0,221	0,473	253,3	460,4	389,5	502,8	1372,9	434,0	0,46	77,72
Souza	0,178	0,482	237,8	456,3	329,9	509,9	1523,5	354,5	0,42	69,94
St Arapuá	0,252	0,482	267,9	464,2	356,6	464,2	1058,5	383,2	0,43	68,60
Teixeira	0,153	0,473	198,4	434,8	333,1	335,3	1844,0	371,1	0,43	74,09

do Y da EC do ano de 2000, escolhido apenas para ilustrar as possibilidades de exploração da técnica. No entanto, estarão sendo analisados os resultados prognosticados em todo o período 1996 a 2001, nas Tabelas 5 a 7.

Nas Tabelas 3 e 5 estão representados os resultados da aplicação do modelo prognóstico, para o ano de 2000, e estações chuvosas EC1, EC6 e EC3. Constam, também, nas referidas tabelas, o primeiro (Q₁) e o quarto

(Q₄) quintis das proporções Z_i, as precipitações médias do primeiro (X_{med}) e segundo (Y_{med}) períodos da estação chuvosa, as precipitações do primeiro (X₂₀₀₀) e segundo (Y₂₀₀₀) períodos da estação chuvosa do ano 2000, os valores máximos (P_{máx}) e mínimos (P_{mín}) da precipitação pluviométrica prognosticada pelo modelo de Silva (1988) para a segunda parte da estação chuvosa de 2000, os valores da proporção Z_i de 2000 e, finalmente, a probabilidade de

Tabela 5 – Resumo do resultado dos prognósticos para os postos da mesorregião central (Cariris)

Ano	EC1 (JFM-AMJ)				EC2 (JFMA-MJJ)			
	Yano	Pmax	Pmin	P Y>Ym	Yano	Pmax	Pmin	P Y>Ym
1996	81,25	81,25	100,0	43,13	18,75	93,75	81,25	53,85
1997	68,75	93,75	93,75	56,78	50,00	93,75	81,25	53,51
1998	100,0	87,5	81,25	13,02	100,0	75,00	81,25	7,58
1999	25,00	100,0	87,50	36,30	50,00	37,50	100,0	23,29
2000	62,50	100,0	81,25	67,53	62,50	100,0	93,75	64,36
2001	15,38	92,31	100,0	38,71	46,15	69,23	100,0	33,81
médias	58,81	92,47	90,63	42,58	54,57	78,21	89,58	39,40

Tabela 6 – Resumo do resultado dos prognósticos para os postos da mesorregião ocidental (Sertões)

Ano	EC3 (JF-MAMJ)				EC4 (JFM-AMJ)				EC5 (01/Jan a 19/Mar)			
	Yano	Pmax	Pmin	P Y>Ym	Yano	Pmax	Pmin	P Y>Ym	Yano	Pmax	Pmin	P Y>Ym
1996	83,9	89,19	97,29	56,23	86,5	83,78	100,0	46,25	83,9	97,29	100,0	53,44
1997	75,7	94,59	83,78	55,09	32,4	100,0	97,29	45,76	67,6	72,97	100,0	33,20
1998	100,0	100,0	30,56	42,12	100,0	100,0	58,33	24,76	100,0	97,22	66,67	25,11
1999	29,7	81,08	91,89	32,14	2,70	97,30	86,49	37,31	94,6	100,0	70,27	44,15
2000	32,4	100,0	70,27	69,25	40,5	100,0	97,29	51,89	48,6	100,0	97,14	55,42
2001	6,45	51,61	100,0	13,70	3,23	96,77	54,83	30,31	97,3	100,0	48,65	34,22
Média	54,69	86,08	78,97	44,76	44,22	96,31	82,37	39,38	82,00	94,58	80,46	40,92

Tabela 7 – Resumo do resultado dos prognósticos para os postos da mesorregião oriental (Litoral)

Ano	EC6 (JFM-AMJJJA)				EC7 (JFMA-MJJA)				EC8 (JFMAM-JJA)			
	Yano	Pmax	Pmin	P Y>Ym	Yano	Pmax	Pmin	P Y>Ym	Yano	Pmax	Pmin	P Y>Ym
1996	61,1	100,0	94,44	52,31	11,1	100,0	72,22	65,21	33,3	100,0	94,44	56,11
1997	11,1	100,0	66,67	58,30	16,7	100,0	77,78	58,03	100,0	61,11	100,0	63,03
1998	100	77,78	94,44	19,39	94,4	38,88	100,0	10,31	11,1	11,11	100,0	7,51
1999	100	100,0	42,10	43,23	100,0	89,47	89,47	24,83	100,0	100,0	68,42	23,66
2000	100	89,47	100,0	58,23	100,0	73,68	100,0	60,48	100,0	36,84	100,0	54,88
2001	66,7	41,66	100,0	21,97	75,0	33,33	100,0	25,91	100,0	7,69	100,0	11,92
Média	73,15	84,82	82,94	42,24	66,20	72,56	89,91	40,80	74,07	52,79	93,81	36,19

ocorrência de chuva acima da média do segundo período da estação chuvosa, no ano de 2000.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da mesorregião Central e EC1, onde se observa que em Barra de Santa Rosa (B. S. Rosa) choveu 144,3 mm no trimestre JFM, do ano de 2000, para uma média climatológica de 122,0 mm. De acordo com o modelo de Silva, havia uma grande chance de chover mais de 128,0 mm, o que de fato se confirmou. A probabilidade de chover mais que a média climatológica de Y, que é de 205,4 mm, foi de 65,02 %, e naquele ano e localidade choveu mais que a referida média. Como pode ser observado, em 100% dos postos choveram abaixo do máximo prognosticado, e em 81,25% dos postos choveram acima do mínimo esperado, o que corresponde a

um índice de acerto muito expressivo. Apenas em Boa Vista, Soledade e Sumé ocorreram chuvas abaixo do mínimo esperado. Ainda na Tabela 3 pode-se observar que em 2000 as probabilidades de ocorrência de chuvas acima do Y_{med} foram quase todas (exceto em Taperoá) superiores a 50%, alcançando 92,38% em Boa Vista e 85,39 em São João do Cariri. Para os postos com $P(Y>Y_{med})$ superior a 50%, verificou-se que apenas em Caraúbas, Desterro, Salgadinho e Sumé, as chuvas no período Y ficaram a baixo da média, o que representa um bom resultado.

Para os postos do Litoral – Agreste - Zona da Mata (Tabela 3) a estação chuvosa EC6 compreendeu os meses de janeiro a agosto, o primeiro período compreendendo os meses de janeiro a março (JFM) e o segundo os

meses de abril a agosto (AMJJA). O índice de acerto na previsão dos valores máximos foi de 89,47%, com ocorrência de duas falhas apenas; esse índice sobe para 100% na previsão dos valores mínimos. A probabilidade de ocorrência de chuvas acima de Y_{med} , na média de todos os postos foi de 58,23%; a menor probabilidade foi registrada na cidade de Serraria (23,90%) e as maiores probabilidades $P(Y > Y_{med})$ ocorreram em Araruna, com 85,57% e Campina Grande, com 81,55%. Nesses dois casos os valores do Y_{med} foram de 521,8 mm (Araruna) e 508,9 mm (Campina Grande), e as precipitações registradas em 2000 foram respectivamente iguais a 795,5 mm e 851,8 mm, que evidência uma considerável sensibilidade do modelo. Em 100% dos postos ocorreram chuvas acima da média da segunda metade da EC.

Para os postos dos Sertões (Tabelas 4) escolhe-se a EC3, em que o primeiro período é formado pelos meses de janeiro e fevereiro (JF) e o segundo pelos meses de março a junho (MAMJ). De acordo com os resultados, houve um acerto de 100% na previsão dos valores máximos e de 70,27% de acerto na previsão dos valores mínimos. A média dos valores $P(Y > Y_{med})$ de todos os postos foi de 69,25 %, e em dois postos esses índices foram superiores a 90%, caso de Barra do Juá (94,54%) e Catolé do Rocha (95,19%). No entanto, em apenas 32,43 % dos postos desse grupo e ano ocorreram chuvas acima de suas respectivas médias Y_m , o que indica que nesse ano o índice de acerto não foi satisfatório. De qualquer modo, os resultados obtidos com as previsões da Y_{max} e Y_{min} , ao contrário, foram bastante satisfatórios e estão dentro da faixa do mais provável. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2002), ao estudarem postos pluviométricos do litoral leste do Nordeste brasileiro, e por Azevedo et al. (1998), ao estudarem microrregiões homogêneas do Estado do Ceará.

Nas Tabelas 5 a 7, estão representados os índices de acerto dos prognósticos realizados para Y_{max} e Y_{min} , bem como os valores médios da $P(Y > Y_m)$ e a média de postos com chuvas acima da média, representada por Y_{ano} , para cada ano avaliado e EC. Quanto ao desempenho das probabilidades $P(Y > Y_m)$ nos postos dos Cariris para EC1 e EC2, que foram respectivamente iguais a 42,58 % e 39,40 %, conclui-se que ficaram bem próximos ao Y_{ano} , que foram de 58,81 % e 54,57 %, ou seja, erros relativos de apenas 27 % e 29 %. Em se tratando de previsão pluviométrica por posto pluviométrico é resultado muito positivo. Para os Sertões e EC3, EC4 e EC5, houve uma boa concordância entre as médias das probabilidades $P(Y > Y_m)$ e o número de postos com registro de chuvas acima da média Y_{ano} , com erros relativos de 10 %, 11 % e 50 %, para EC3, EC4 e EC5, respectivamente. Exceto em EC5, os resultados são muito precisos para a previsão pluviométrica. Na mesorregião Litoral – Agreste – Zona da Mata, ocorreram diferenças mais acentuadas entre

$P(Y > Y_m)$ e a Y_{ano} , o que sugere que sejam melhor definidos os períodos X e Y.

Dentre os anos estudados, observa-se que o de 1998 foi o que proporcionou as maiores diferenças entre tais previsões, e em todas as ECs das mesorregiões Central e Oriental. O que se pode perceber é que em todas as ECs os valores de X_{1998} proporcionaram valores de Z_i reduzidos, e conseqüentes valores da $P(Y > Y_m)$ também baixos. Ou seja, pode-se considerar que 1998 foi um ano atípico, e isso teria resultado em tamanha discrepância entre as probabilidades $P(Y > Y_m)$ e as ocorrências de chuvas acima da média climática Y_m em cada posto e EC. Aliás, é oportuno lembrar que em 1998 ocorreu um dos El Niños mais intensos do século passado. Quanto às chuvas máximas e mínimas esperadas, os índices de acerto são muito positivos e recomendam o uso do modelo de Silva na rotina operacional do LMRS. Há fortes indícios de que a utilização de um *filtro* aplicado a eventos (dias com precipitação pluviométrica) extremos poderia fazer aumentar a performance do modelo de Silva.

CONCLUSÕES

De um modo geral, o modelo de Silva (1985, 1988) apresentou índice de acerto no cômputo da Y_{max} e Y_{min} , em geral, igual ou superior a 80 %, exceto em EC2 (Max), EC3 (min), EC6 (Max) e EC8 (Max). Os melhores resultados da aplicação da $P(Y > Y_m)$ ocorreram nas estações EC3 e EC4, e de um modo geral são muito objetivas e deveriam ser consideradas nas análises climáticas e rotina operacional dos laboratórios estaduais de meteorologia da região Nordeste.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida ao primeiro autor, ao LMRS do Estado da Paraíba, pelos dados pluviométricos usados na validação do modelo, e ao prof. Dr. Francisco de Assis Salviano de Souza pela revisão final do artigo e sugestões apresentadas.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B.B. da; Rodrigues, M. F. G. Previsão estatística das chuvas de outono no estado do Ceará. Revista Brasileira de Meteorologia. São Paulo, v.13, p. 19-30, 1998.
- CLARKE, A.B. & RALPH, D. Probabilidade e Processos Estocásticos, Ed. Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., Rio de Janeiro, 1979, 338p.
- IBGE. Disponível on-line em: <http://www.ibge.net>

- KANE, R. P. Prediction of droughts in North-east Brazil: role of ENSO and use of periodicities. *International Journal of Climatology*, 17:655-665, 1997.
- MIELKE, P. W. Jr. Convenient beta likelihood techniques for describing and comparing meteorological data. *Journal of Applied Meteorology*, Boston, v.14, p.985-990, 1976.
- MOURA, G. B. A. A influência dos ventos superficiais e da temperatura dos oceanos Atlântico e Pacífico na variabilidade da precipitação no leste do Nordeste do Brasil: Observações e Modelos Estatísticos de Previsão. Tese de Doutorado. UFPE. CTG. Departamento de Oceanografia. Recife, 2001, 80p.
- RODRIGUES, M.F.G, SILVA, B. B., OLIVEIRA, P. R. S. Utilização das técnicas de classificação automática na identificação de microrregiões pluviometricamente homogêneas no Estado da Paraíba. Relatório Técnico. UFPB / LMRS / Secretaria de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Campina Grande, junho/2000. 16p.
- SANTOS, F.A.S., AZEVEDO, P.V., SILVA, B.B.da. Previsão de chuvas de outono na costa leste do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.17, n.2, p195-206, 2002.
- SILVA, B. B. Estudo da precipitação no estado da Paraíba: regimes pluviais caracterização de anos secos e chuvosos. Dissertação de Mestrado. UFPB. CCT., Campina Grande, 1985, 100p.
- SILVA, B. B. Estimativa da chuva de outono nos sertões da Paraíba. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 5, Rio de Janeiro, Anais....IV. 16-IV.19, 1998.
- SILVA, B. B., Lima, N. L., OLIVEIRA, P.R.S. Prognóstico das chuvas de outono de 2001 segundo o método das proporções. IN: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Fortaleza, Anais...V II, p.577-578, 2001.
- WALKER, G. T. Ceará, Brazil, famines and general air movement. *Beitrage zur Physik der freien Atmosphere* v.4, p.88-93, 1928.
- WARD, M. N. & FOLLAND C. K. Prediction of seasonal rainfall in the North Nordeste of Brazil using eigenvectors of sea-surface temperature. *International Journal of Climatology*, v.11, p.711-743, 1991.
- XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S.; DIAS, P. L. S.; DIAS, M. A. F. S. Papel da componente meridional do vento na costa do Nordeste brasileiro e de outras covariáveis para prever a chuva no estado do Ceará (1964-1997). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.3, n.4, p.121-139, 1998.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. V.; BRAGA, C. C.; AGUIAR, M. J. N.; NIETZSCHE, M. H. SILVA, B. B. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba. Universidade Federal da Paraíba. Núcleo de Meteorologia Aplicada. 1987.

YEVJEVICH, V. *Stochastic Processes in Hydrology*, Ed. Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, 1972, 276p.

WILKS, D. S. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. International Geophysics Series, v.16. Academic Press, San Diego, 467p, 1995.

A Climatic Forecast Model Applied to Rainfall in Paraíba State

ABSTRACT

A methodology for forecasting the cumulative rainfall of the rainy season (RS) in different locations and mesoregions of Paraíba State, based on a model proposed by Silva (1988), was the main objective of this study. A network of 72 raingauge stations, associated with three mesoregions of Paraíba State were used. For each mesoregion (named Eastern, Central, and Western) was established a rainy season, each of them with different subdivision. The Beta probability distribution was fitted to the ratio of the cumulative rainfall at the first period of the rainy season (X) and the cumulative rainfall of the rainy season (X + Y). That probabilistic distribution was used in order to determine the first (Q1) and the forth (Q4) quintis, and the probability of occurrence of cumulative rainfall in the second period of the RS, great than its climatic value. The performance of the model proposed by Silva (1988), was evaluated over the period from 1996 to 2001. According to the results, that model forecasts the maximum and the minimum cumulative rainfall expected to the second period of the rainy season, with good accuracy.

Key words: Probabilistic models, Beta distribution, North-east Climate, Climate forecast.