

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVA EM MUNICÍPIOS DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

MARCELINO RAWENYO LEMOS NOGUEIRA¹, MARIA GABRIELA DE QUEIROZ², POLIANA DE CALDAS PEREIRA², THIERES GEORGE FREIRE DA SILVA³, ALEXANDRE MANIÇOBA DA ROSA FERRAZ JARDIM¹, MARCELO JOSÉ DA SILVA¹

¹Graduando em Agronomia; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada-UAST, email: marcelinoweny@hotmail.com

²Doutoranda em Meteorologia Agrícola; Universidade Federal de Viçosa.

³Professor Adjunto IV; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

1. RESUMO

A região Nordeste do Brasil é extremamente dependente do regime pluviométrico para obtenção de sucesso em atividades agropecuárias e no desenvolvimento socioeconômico da região, sendo este o principal limitante para produção agrícola em sistema sequeiro. Assim, o objetivo deste trabalho foi calcular a probabilidade de ocorrência de eventos de chuvas e o seu tempo de retorno para os municípios de Flores, Floresta, Salgueiro, São José do Belmonte e Serra Talhada, situadas no estado de Pernambuco. Os dados de precipitação pluviométrica utilizados foram disponibilizados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima, sendo posteriormente submetidos a uma distribuição cumulativa empírica para determinação da probabilidade de ocorrência de chuva e cálculo do tempo de retorno. Como resultado, verificou-se que todos os municípios analisados apresentaram médias anuais de precipitação contidas no intervalo entre 400 e 800 mm. A análise de probabilidade de chuvas mostrou que a ocorrência de chuvas iguais ou superiores aos máximos registrados em cada município (valores acima de 1100 mm) variam entre 1 a 4%, enquanto para valores de chuva igual ou maiores a 200 mm a probabilidade de ocorrência é de 95%. O tempo de retorno para valores máximos foram de 45, 29, 70, 57 e 71 anos para Flores, Floresta, Salgueiro, São José do Belmonte e Serra Talhada, respectivamente. As análises realizadas permitiram concluir que eventos extremos de chuva estão relacionados a baixas probabilidades de ocorrência e maiores tempo de retorno, sendo essa uma informação que subsidia a prevenção de catástrofes naturais.

Palavras-chave: Semiárido; Precipitação pluviométrica; Eventos extremos.

RAIN OCCURRING LIKELY IN MUNICIPALITIES OF SEMIARID PERNAMBUCANO

2. ABSTRACT

The Northeast of Brazil is extremely dependent on the rainfall regime for obtaining success in farming activities and the socio-economic development of the region, which is the main limitation for agricultural production in rainfed system. Thus, the objective of this study was to calculate the likelihood of rainfall events and your time of return to the municipalities of Flowers, Woods, willow, São José do Belmonte and Serra Talhada located in the State of Pernambuco. The rainfall data used were provided by the Pernambuco State Agency for Water and Climate, subsequently submitted to an empirical cumulative distribution to determine the likelihood of rain and the calculation of the time of return. As a result, it was found that all municipalities analyzed presented annual averages of rainfall that is contained in the interval between 400 and 800 mm. The rainfall probability analysis showed that the occurrence of rainfall greater than or equal to the maximum amount recorded in each municipality (values above 1100 mm) range from 1 to 4%, whilst for rain values equal to or larger than 200 mm the likelihood of occurrence is of 95%. The turnaround time for maximum values were 45, 28, 69, 71 and 56 years for flowers, forest, willow, São José do Belmonte and Serra Talhada, respectively. The analyzes showed that extreme rainfall events are related to low probabilities of occurrence and higher return time, which is an information that supports the prevention of natural disasters.

Keywords: Semi-arid; Rainfall; Extreme events.

3. INTRODUÇÃO

A água é um recurso hídrico renovável e o principal elemento do ciclo hidrológico planetário. Sua distribuição está condicionada a fatores de micro, meso e macroescalas, bem como depende das interações com outros elementos meteorológicos, a exemplo da temperatura do ar, da radiação solar, da umidade relativa do ar e dos ventos (VIANELLO; ALVES, 2012). Nos últimos anos, têm-se verificado alterações nesses elementos meteorológicos e, conseqüentemente, a distribuição e a intensidade das chuvas têm sido modificada, resultando em maiores ocorrências de fenômenos anômalos, como chuvas torrenciais e longos períodos de estiagens (SOUZA; AZEVEDO, 2012).

Tais alterações provocadas no ciclo da água afeta todos os patamares da sociedade, tornando evidente sua importância, uma vez que interferem em diversos setores: economia, sociedade, saúde, meio ambiente e recursos hídricos (SILVA *et al.*, 2007; SOUZA; AZEVEDO, 2012). O estudo de séries históricas de dados pluviométricos possibilita um melhor planejamento de construções urbanas e rurais, fornecem êxito na agricultura, além de auxiliar na manutenção de bacias hidrográficas.

Segundo Tucci (2001), a ocorrência de precipitações máximas e/ou mínimas em determinada área ou em uma bacia hidrográfica (eventos extremos) possuem duração e distribuição temporal e espacial críticas, atuando de forma significativa em obras hidráulicas, construções civis, erosão do solo, inundações urbanas e rurais, entre outros efeitos.

O conhecimento da probabilidade de ocorrência de chuvas extremas é de suma importância, assim como seu provável tempo de retorno, tornando possível utilizar

medidas de precauções contra deslizamentos de morros em regiões de relevo acidentado, a exemplo de localidades da metrópole pernambucana. Tais informações dão subsídio a escolha de tipos de materiais a serem utilizados e em que local efetuar construções de prédios e casas em centros urbanos e rurais, preservação do meio ambiente, combate a erosão dos solos, entre outros (BEIJO *et al.*, 2003). Do mesmo modo, a antítese desse conhecimento é verdadeira, uma vez que, no semiárido pernambucano, longos períodos de estiagem são frequentes, dificultando a produção agropecuária, que é a principal atividade exercida na região Semiárida Nordestina (MOURA *et al.*, 2007).

O déficit hídrico observado no semiárido pernambucano deve-se aos elevados valores de evapotranspiração, que podem atingir números na ordem de $3.000 \text{ mm ano}^{-1}$ e, em contrapartida, os volumes precipitados dessa região se encontram na faixa entre 400 e 800 mm ano^{-1} (SANTIAGO *et al.*, 2009). Conforme Campos (1997), períodos críticos de seca ocasionam a morte dos rebanhos da região, os quais não resistiram ao déficit hídrico. Destaque para tal afirmativa foi a estiagem ocorrida no ano de 2012.

A escassez hídrica e os frequentes e prolongados períodos com ausência de precipitação pluviométrica observada na região semiárida nordestina (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007) são aspectos que merecem destaque e precisam ser estudados por meio de análises de distribuições das chuvas, com intuito de fornecer informações que subsidiem as atividades humanas.

Em proeminência, temos uma gama enorme de discussões condicionadas a termos como mudanças climáticas e ações antrópicas, principalmente, no tocante às causas e às consequência da formação e expansão dos núcleos de desertificação. A desertificação é um processo em que extensas áreas de terras são degradadas nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas levando a perda da vegetação natural da localidade, a deterioração dos recursos hídricos e acentuada erosão de solo (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; CIRILO, 2008). Nesse contexto, a precipitação exerce forte influencia nesse processo, principalmente, no tocante a importância da água nos ecossistemas, desenvolvimento de fauna e flora e na maturação da vegetação (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007)

Face ao exposto, objetivou-se analisar a probabilidade de ocorrência de chuvas e período de retorno, para cinco municípios (Flores, Floresta, Salgueiro, São José do Belmonte e Serra Talhada) localizados no sertão semiárido do estado de Pernambuco.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de séries históricas de precipitação pluviométrica, referentes a cinco municípios localizados na região semiárida do estado de Pernambuco. Os dados foram obtidos de postos pluviométricos pertencentes à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Foram adotados como critério de escolha dos postos, aqueles que apresentassem maior série de dados contínua. No entanto, para todos os municípios analisados, alguns anos foram eliminados da análise, devido à ausência e/ou falha de dados de chuva. As séries históricas de dados foram organizadas e processadas em planilha eletrônica Microsoft Office Excel em escala anual. O resumo do período e quantidade de anos analisados, assim como a localização geográfica de cada município pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1 - Séries históricas analisadas, quantidade de anos sem falhas de dados e Coordenadas geográficas de cinco municípios da região Semiárida de Pernambuco, Brasil.

Municípios	Serie histórica	Número de anos analisados	Coordenadas geográficas		
			Latitude	Longitude	Altitude
Flores	1940-1998	44	07° 52' 05" S	37° 58' 29" O	466m
Floresta	1963-1991	28	08° 36' 04" S	38° 34' 07" O	316m
Salgueiro	1940-2014	69	08° 04' 27" S	39° 07' 09" O	420m
S. J. do Belmonte	1940-1997	56	07° 51' 41" S	38° 45' 35" O	486m
Serra Talhada	1040-2014	70	07° 59' 31" S	38° 17' 54" O	435m

De posse das séries anuais, foi calculada a frequência de ocorrência de chuvas para cada localidade. Para tal, utilizou-se da metodologia proposta por Kimball (PEREIRA *et al.*, 2007), a qual é realizada por meio de uma distribuição cumulativa empírica, feita a partir da ordenação crescente/decrescente dos valores de chuva (Equação 1). Os dados deste trabalho foram organizados de forma decrescente, sendo a frequência de ocorrência de chuvas calculada da seguinte forma (Equação 1).

$$P = \left(\frac{m}{n+1} \right) * 100 \quad (1)$$

em que:

P = Probabilidade de ocorrência de chuva observada;
 m = número de ordem do valor escolhido na sequência ordenada;
 n = número de anos da série analisada.

Posteriormente, foi realizado o cálculo do tempo de retorno ou o intervalo médio de recorrência de eventos máximos e/ou mínimos de chuva (t), o qual representa o tempo estimado em que determinado volume de chuva possa ocorrer (Equação 2).

$$t = \frac{1}{1-p} \quad (2)$$

em que:

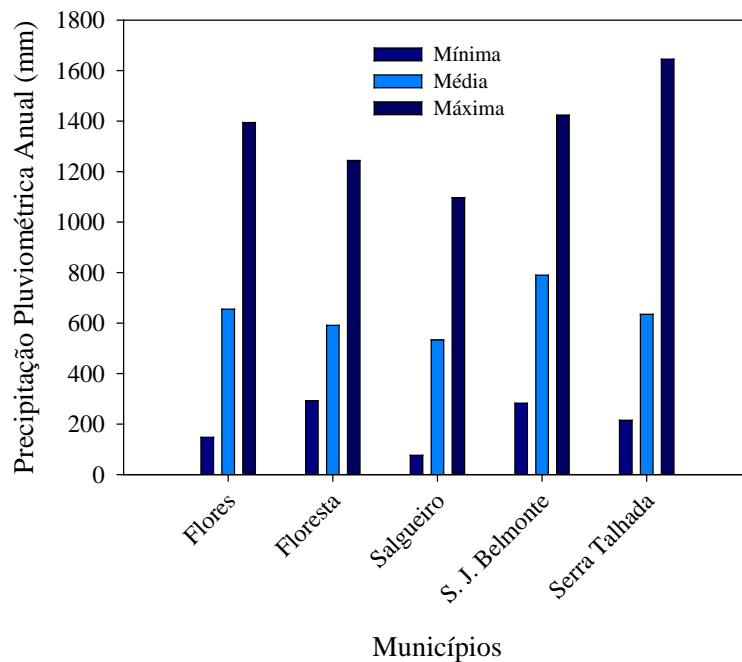
p = Probabilidade de ocorrência do fenômeno (valor unitário).

Com a obtenção dos valores das probabilidades de ocorrência de precipitação pluviométrica e tempo de retorno, foram confeccionados gráficos, utilizando o programa SigmaPlot®11 (Systat Software Inc.).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio das séries históricas obtidas, foi possível determinar a precipitação pluviométrica média para os municípios de Flores, Floresta, Salgueiro, São José do Belmonte e Serra Talhada, bem como identificar os valores extremos de máximas e mínimas precipitações já ocorridas nesses locais (Figura 1).

Figura 1 - Precipitação pluviométrica média anual, mínima e máxima observada (valores extremos) de cinco municípios da região semiárida do estado de Pernambuco.



Os valores médios de chuva para os municípios em análise estão dentro da faixa característica da região Semiárida, a qual apresenta regime pluviométrico variando entre 400 e 800 mm. Os valores máximos de precipitação para todos os municípios foram observados entre os anos de 1985 e 1986. Segundo Marengo; Valverde (2007), que analisaram anomalias de chuva sazonal para a região Nordeste usando dados da Climate Research Unit (CRU), o ano de 1985 foi bastante úmido para a região. Dentre os municípios avaliados, o menor valor anual de chuva foi observado para Salgueiro (76,4 mm) e o máximo para o município de Serra Talhada (1645,1 mm) (Figura 1).

A análise de probabilidade de ocorrência de chuvas foi determinada para os valores anuais de cada local, objetivando verificar a probabilidade de ocorrência de eventos de chuva iguais ou maiores aos registrados para cada município (Figura 2).

De modo geral, para todos os municípios em estudo, as precipitações máximas ocorridas excederam o valor de 1100 mm (Figura 2), sendo que a probabilidade de ocorrência de eventos de chuva para esse volume de água é de 1 e 5%, uma vez que são valores extremos e com probabilidades muito baixas de voltar a acontecer.

No município de Flores, observa-se que a probabilidade em porcentagem de uma chuva igual ou maior a 1395 mm (máximo observado) ocorrer novamente é de 2,22%. Em Floresta, eventos de chuva iguais ou superiores a 1244 mm têm 3,4% de recorrência (Figura 2). O município de Salgueiro, que apresentou valor máximo de chuva observado em toda a série histórica avaliada igual 1097 mm, a probabilidade de ocorrer outro evento dessa magnitude é de 1,43%. Por fim, os municípios de São José do Belmonte (1446 mm) e Serra Talhada (1645 mm) apresentaram probabilidades de 1,75% e 1,41%, respectivamente, para que eventos desse porte possam voltar a ser registrados nessas localidades (Figura 2).

É possível verificar que, quando os valores anuais são superiores a normal climatológica local, estes estão associados a menores probabilidades de ocorrência. Em

contrapartida, quando os valores das precipitações são menores, estão associados a maiores probabilidades de ocorrência, sendo eventos mais frequentes (Figura 2). De modo geral, observa-se que, para eventos de chuva em torno de 200 mm anuais, suas probabilidades de ocorrência são iguais a 95%, para todos os municípios analisados.

Em relação ao período de retorno de ocorrência de eventos extremos de chuva, nota-se variação desses valores entre os municípios avaliados (Tabela 2).

Figura 2 - Distribuição de probabilidade acumulada de ocorrência de chuva igual ou maior que o valor indicado, referente aos totais anuais, em Flores (1940-1998), Floresta (1963-1991), Salgueiro (1940-2014), São José do Belmonte (1940-1997) e Serra Talhada (1040-2014), estado de Pernambuco, Brasil. Ordenamento decrescente.

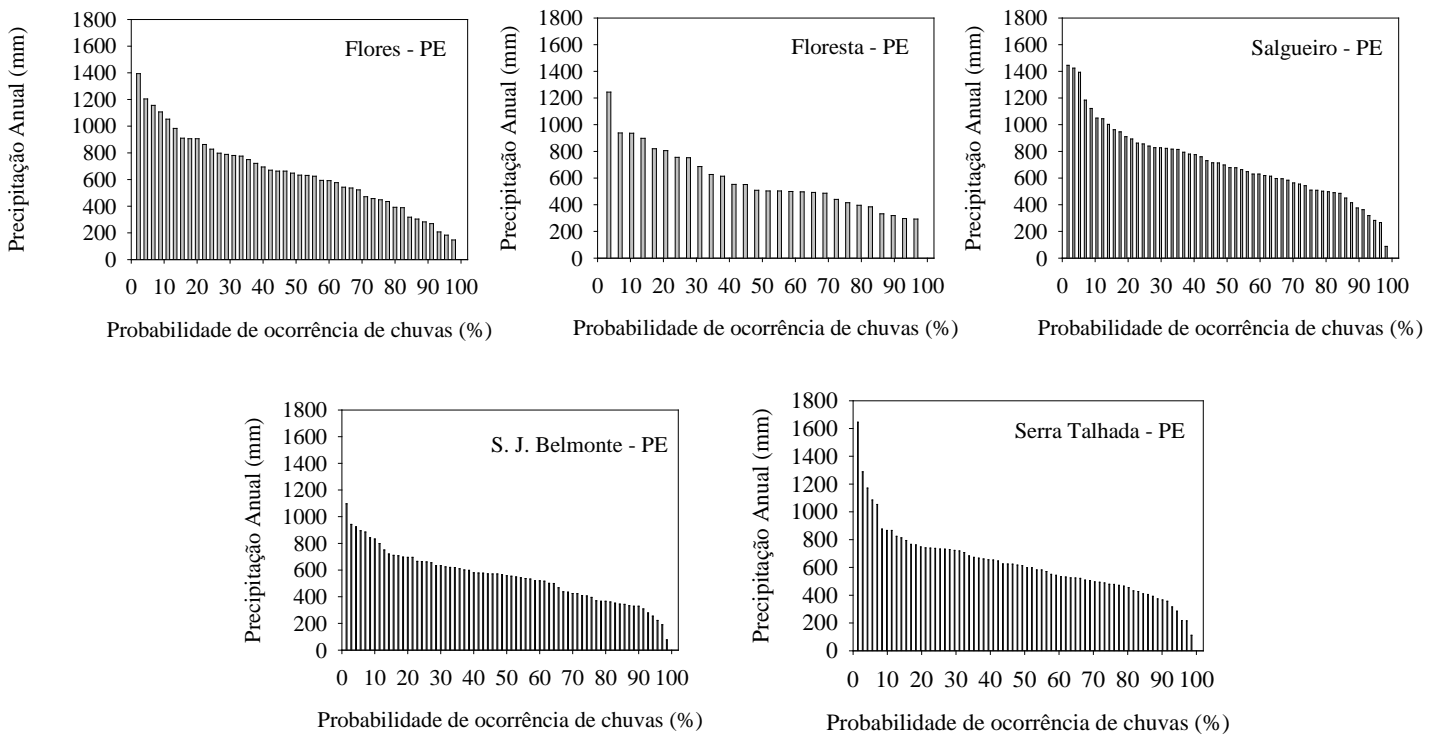


Tabela 2 - Tempo provável esperado em anos, para ocorrência de eventos extremos de chuva, referente aos totais anuais, em Flores (1940-1998), Floresta (1963-1991), Salgueiro (1940-2014), São José do Belmonte (1940-1997) e Serra Talhada (1040-2014), estado de Pernambuco, Brasil. Ordenamento decrescente.

	Flores	Floresta	Salgueiro	S. José do Belmonte	Serra Talhada
T	45	28	70	57	71
X_T	1395	1244	1097	1446	1645

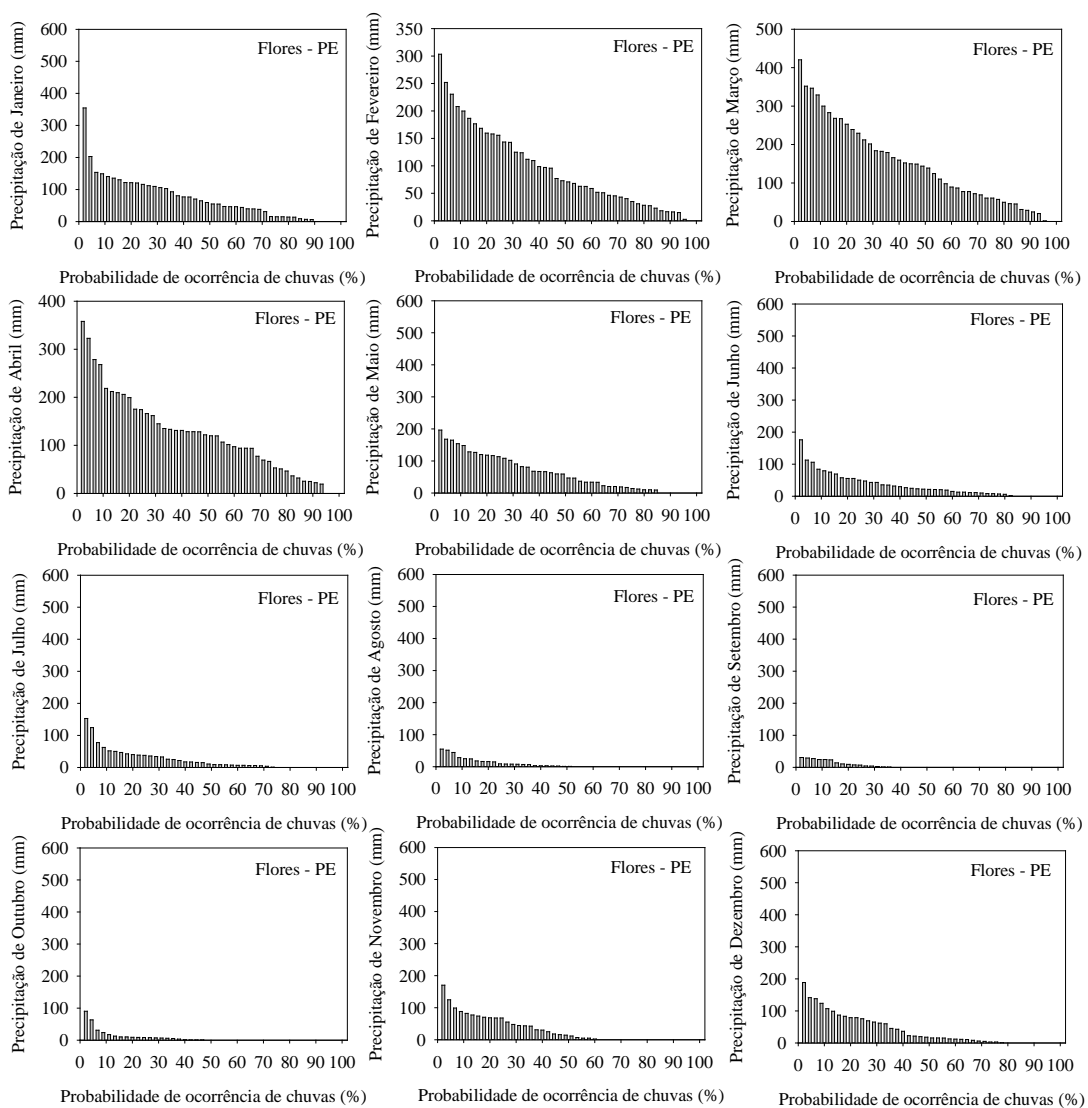
X_T são os valores extremos de precipitação, em mm, para os respectivos períodos de retorno T, em anos

O tempo de retorno para valores máximos foi de 45 anos para o município de Flores, de 28 anos para Floresta; sendo que, para os municípios de Salgueiro, São José do Belmonte e Serra Talhada, a ocorrência de valores extremos máximos é de 70, 57 e 71 anos, respectivamente (Tabela 2). Para valores mínimos de precipitação pluviométrica, o tempo de retorno está em torno de 1 ano, para todos os municípios.

Valores anuais de precipitações em torno de 600 mm (valor mediano para a região semiárida) possuem um tempo de retorno variando entre 2 e 3 anos para os municípios de Flores, Floresta, Salgueiro, São José do Belmonte e Serra Talhada, indicando que, embora esse valor seja uma média para a região, sua ocorrência não é anual.

A análise individual de cada município permite visualizar as variações encontradas dentro de uma mesma região (Semiárido). Para o município de Flores - PE, localizado na microrregião do Pajeú, observa-se que, entre os meses de janeiro a abril, há maiores probabilidades de ocorrência de chuvas mensais (Figura 3).

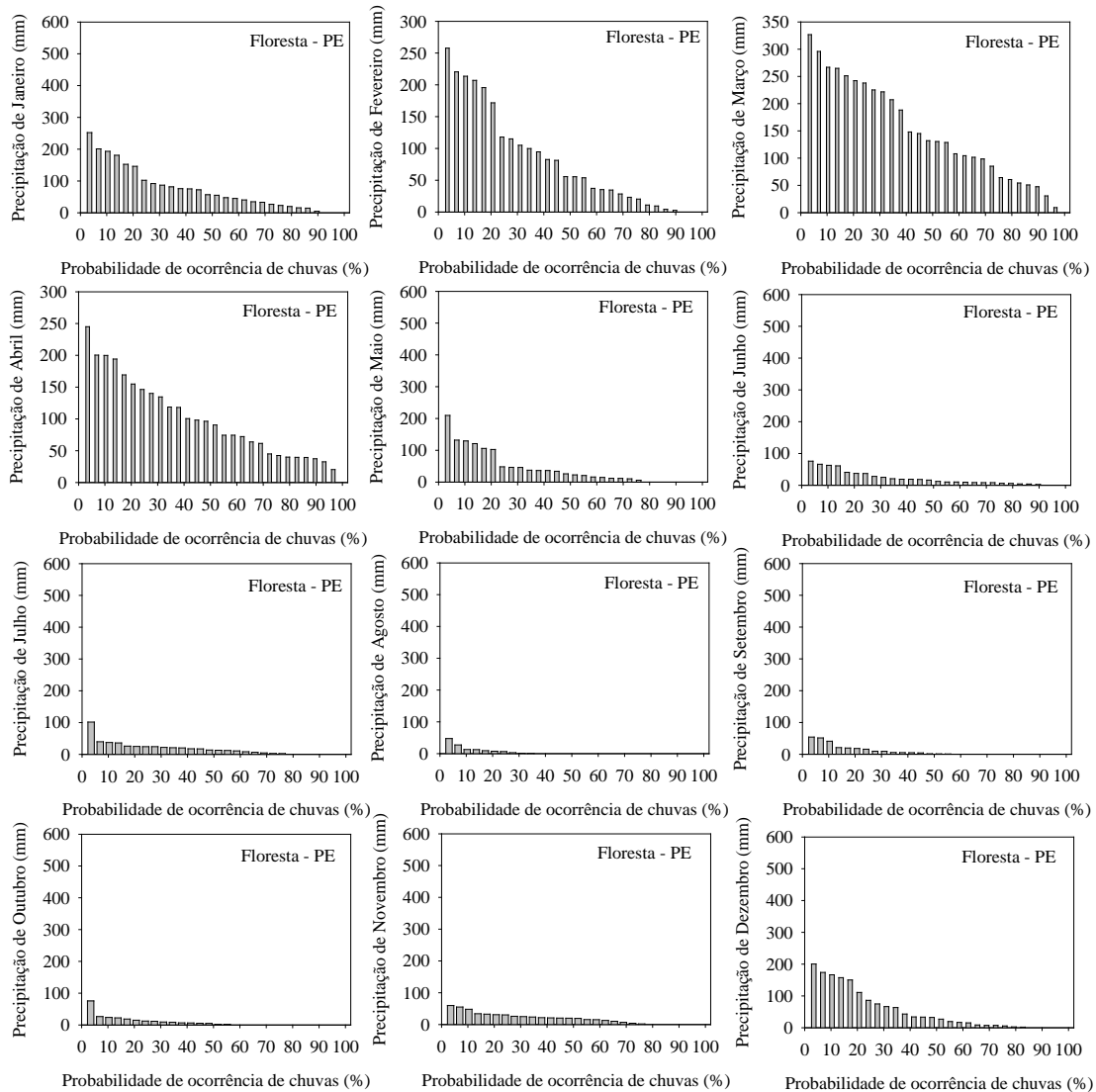
Figura 3 - Distribuição de probabilidade acumulada de ocorrência de chuva igual ou maior que o valor indicado, para o município de Flores (1940-1998), estado de Pernambuco, Brasil. Ordenamento decrescente.



Em Flores - PE, o mês de março é aquele que apresentou o maior volume de chuva mensal já registrado, igual a 358 mm, o qual tem uma probabilidade de ocorrência em torno de 2,22 anos (Figura 2).

O município de Floresta (microrregião de Itaparica) teve comportamento em termos de frequência de ocorrência de chuvas, semelhante ao observado em Flores - PE.

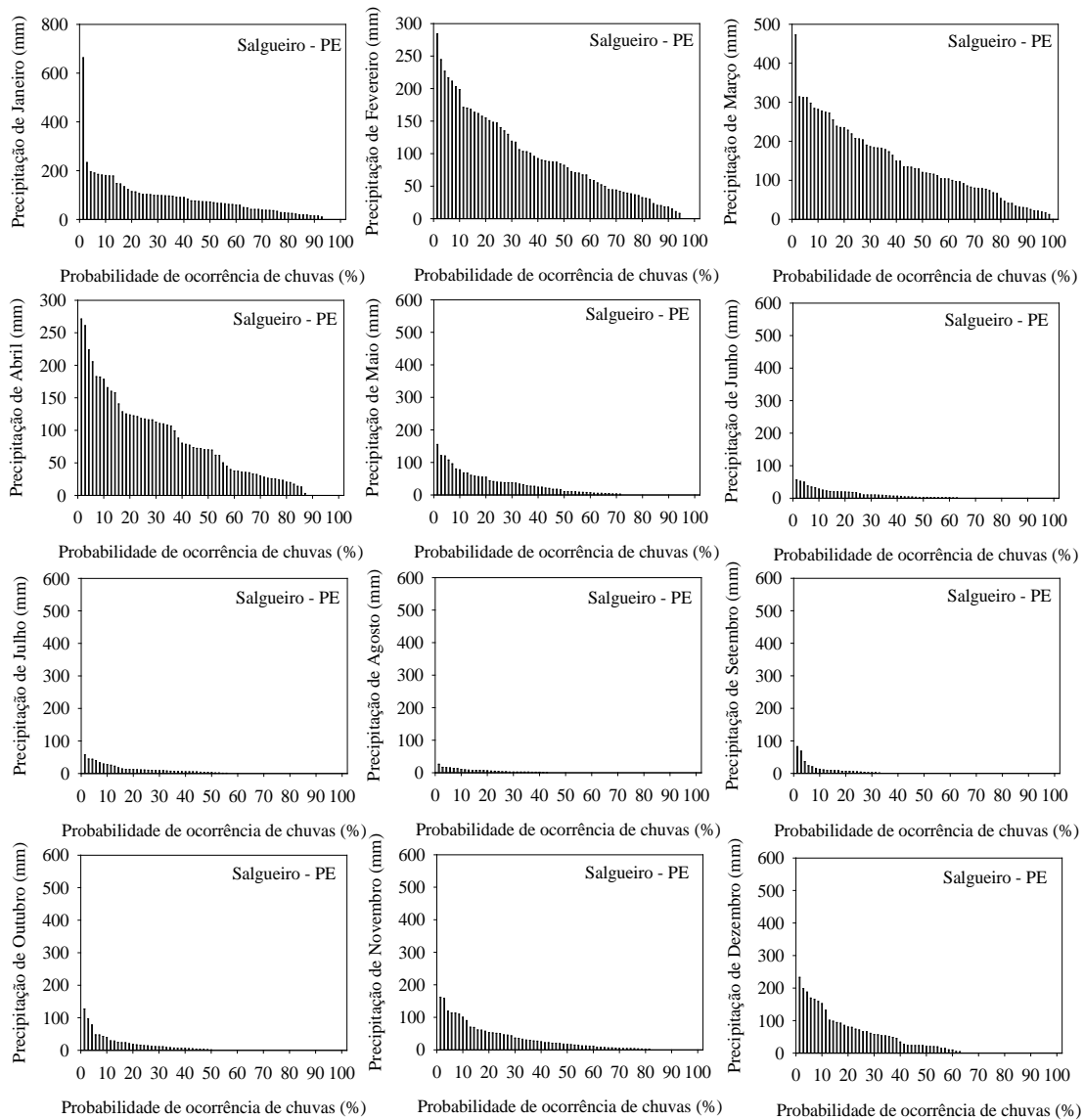
Figura 4 - Distribuição de probabilidade acumulada de ocorrência de chuva igual ou maior que o valor indicado, para o município de Floresta (1963-1991), estado de Pernambuco, Brasil. Ordenamento decrescente.



Ou seja, em Floresta - PE, os maiores registros de chuva são observados entre os meses de janeiro a março, de modo que, entre os meses de agosto a novembro, as probabilidades máximas de ocorrência de chuva são para valores muito baixos de chuva (Figura 4). O município de Floresta caracteriza-se por ser um dos municípios do estado de Pernambuco em que o processo de desertificação se encontra em estágios bem avançados, de modo que, segundo Galindo (2008) e Filho *et al.* (2001), as principais causas da desertificação são devido à presença de processos erosivos, solos rasos e pedregosos, bem como mudança da vegetação nativa por dosséis de porte baixo e raleados.

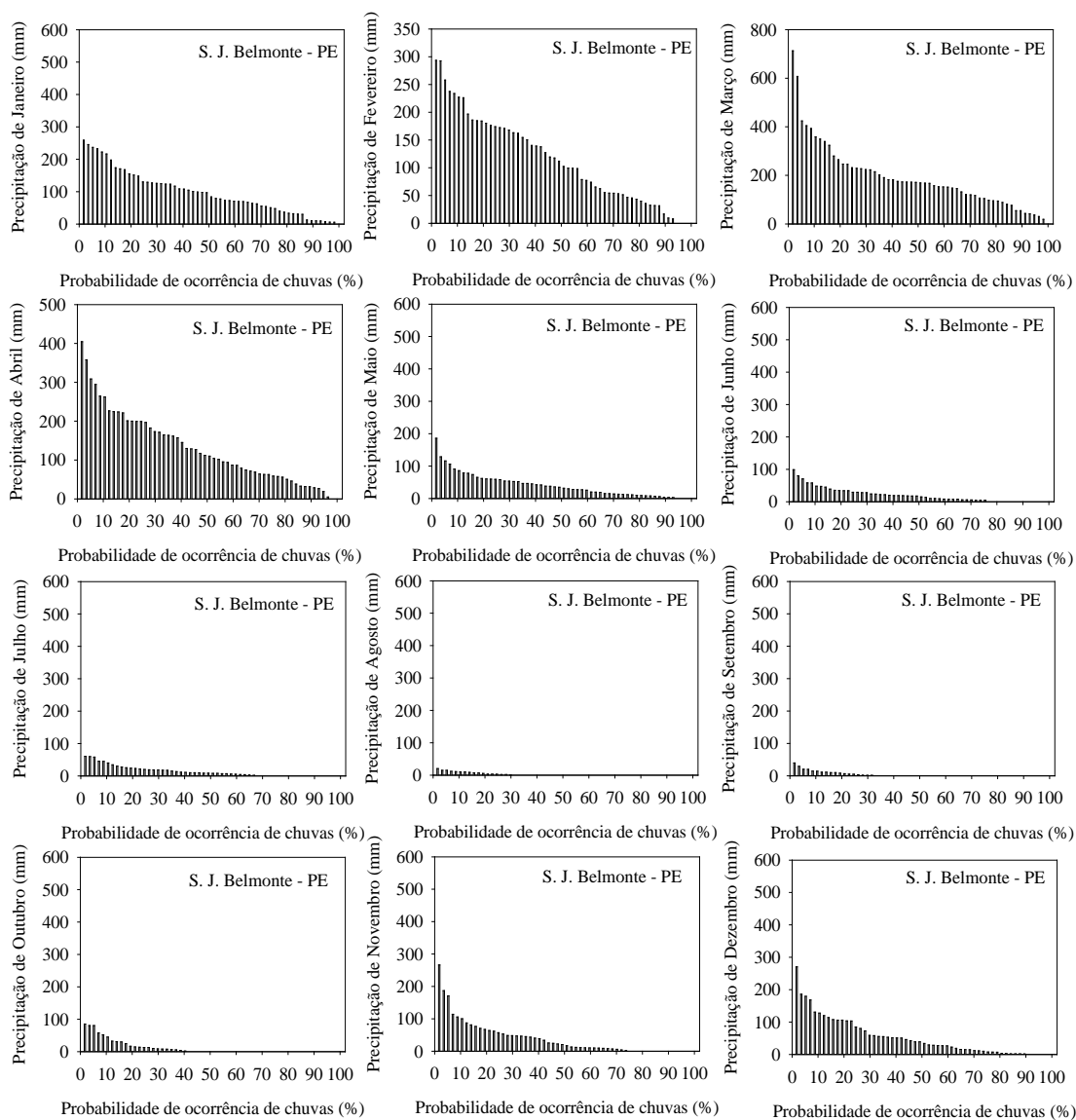
Os municípios de Salgueiro e São José do Belmonte estão localizados na microrregião de Salgueiro. Para Salgueiro - PE, pode-se observar que a probabilidade de ocorrer eventos máximos de chuva para todos os meses é de 1,43%, e que, dos meses de maio a novembro, os eventos máximos de chuvas registrados não superaram os 200 mm, com probabilidades mínimas de possíveis ocorrências (Figura 5).

Figura 5 - Distribuição de probabilidade acumulada de ocorrência de chuva igual ou maior que o valor indicado, para o município de Salgueiro (1940-2014), estado de Pernambuco, Brasil. Ordenamento decrescente.



Para o município de São José do Belmonte - PE, nota-se ampla variação dos valores de chuva ao longo dos meses, de modo que, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, os máximos de chuva observados foram iguais a 259, 294, 713 e 405 mm, respectivamente, com períodos de retorno iguais a 57 anos para todos os meses, sendo esses, os meses mais chuvosos de toda a série histórica avaliada (Figura 6).

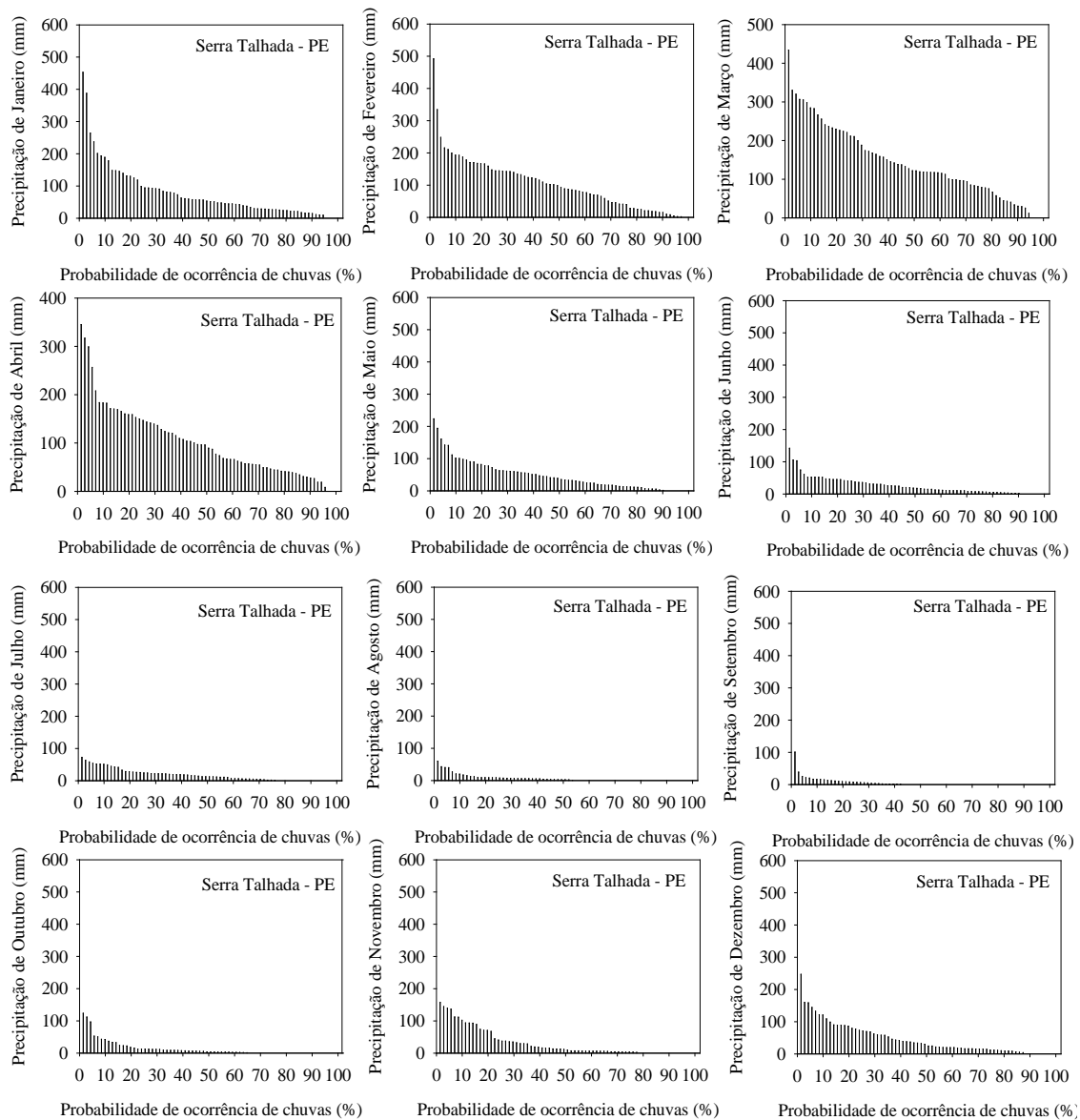
Figura 6 - Distribuição de probabilidade acumulada de ocorrência de chuva igual ou maior que o valor indicado, para o município de São José do Belmonte (1940-1997), estado de Pernambuco, Brasil. Ordenamento decrescente.



Por fim, a análise do município de Serra Talhada - PE, o qual está inserido na microrregião do Pajeú, permitiu verificar que a probabilidade de ocorrer eventos máximos de chuva é de 1,41% e um tempo de retorno de 71 anos, sendo que os valores de chuva variam ao longo dos meses, assim, para os meses de janeiro, fevereiro, março e abril, os máximos de chuva observados foram iguais a 453, 492, 434 e 341 mm, respectivamente (Figura 7).

Nos meses chuvosos (Janeiro a abril), para precipitações que ultrapassam o valor de 300 mm, a probabilidade desse evento acontecer novamente não chega a 5% e, para valores abaixo de 200 mm, essa porcentagem vai aumentando, chegando a 10%. O tempo de retorno pode mudar quando as precipitações acontecem de forma regular para a nossa região, em que valores em torno de 200 mm ou similares nos meses chuvosos, tem um tempo de retorno de 3 a 5 anos (Figura 7).

Figura 7 - Distribuição de probabilidade acumulada de ocorrência de chuva igual ou maior que o valor indicado, para o município de Serra Talhada (1040-2014), estado de Pernambuco, Brasil. Ordenamento decrescente.



Em todos os meses, das séries de precipitação de todos os cinco municípios avaliados (Flores, Floresta, Salgueiro, São José do Belmonte e Serra Talhada), foram verificados anos com ausência de chuva, sendo que, a partir do segundo semestre anual, a quantidade de anos em que não foram registrados eventos chuvosos são maiores. Verificou-se também que, embora os municípios estejam inseridos em microrregiões diferentes e possuam normais climatológicas e probabilidades de ocorrência de valores máximos e mínimos de chuvas distintas, todos possuem o mesmo padrão de distribuição de probabilidade, por estarem localizados no Semiárido brasileiro.

As análises realizadas permitiram concluir que eventos extremos de chuva estão relacionados a baixas probabilidades de ocorrência e maiores tempo de retorno, sendo essa uma informação que subsidia a prevenção de catástrofes naturais.

6. CONCLUSÕES

A utilização de metodologias como a análise de probabilidade de ocorrência de chuvas e período de retorno apresentaram resultados satisfatórios, podendo ser utilizados no planejamento dos recursos hídricos locais dos municípios avaliados (Flores, Floresta, salgueiro, São José do Belmonte e Serra Talhada). A máxima precipitação encontrada para todas as séries históricas foi para o município de Serra Talhada, com 1645 mm no ano de 1985 e o mínimo valor registrado foi para o município de Salgueiro, com 76,4 mm no ano de 1998. As chuvas com média de 200 mm apresentam uma probabilidade de ocorrência de 95%, enquanto que as de 1100 mm não ultrapassaram 4% de probabilidade.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a APAC pela disponibilidade dos dados e ao Grupo de Agrometeorologia no Semiárido (GAS) pelo companheirismo e comprometimento com a pesquisa.

8. REFERÊNCIAS

BEIJO, L. A.; MUNIZ, J. A.; VOLPE, C. A.; PEREIRA, G. T. Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal (SP) pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 01, p.141-147, 2003.

CAMPOS, B. N. J. Vulnerabilidades Hidrológicas do Semiárido às Secas. **Revista Planejamento e Políticas Públicas**, n.16, p.267-270, 1997.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Revista Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008.

FILHO, J. C. A.; SILVA, A. B. da; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P. **Diagnóstico Ambiental do Município de Floresta, Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2001.

GALINDO, I. C. L.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, M. F. A. V.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. Relação solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1283-1296, 2008.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. **Revista Multiciência**, v. 8, p.5-28, 2007.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007. 206 p.

MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. Clima e água de chuva no Semi-árido. Embrapa Semiárido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. Petrolina, PE: Embrapa semiárido, 2007. Cap. 2, p.37-59.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C., 2007. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba/SP, Edição Revista e Ampliada, ESALQ/USP, 202 p.

SILVA, J. C.; HELDWEIN, A. B.; MARTIN, F. B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n.1, p. 67-72, 2007.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V. Índices de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.05, n.01, p.143-159, 2012.

TUCCI, C. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 943 p.

VIANELLO, R.L., ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 460p, 2012.