

ANALISE DA DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL PARA A CIDADE DE IGUATU-CE¹

ÍTALO N. SILVA², JOAQUIM B. OLIVEIRA³, ELIAKIM M. ARAÚJO⁴, EDMILSON G. C. JUNIOR⁴, BRUNO M. ALMEIDA⁴

¹ Trabalho realizado no Laboratório de Topografia e Geoprocessamento do IFET-CE, Campus Iguatu e parte do TCC do primeiro autor como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Irrigação e Drenagem (IFET-CE).

² Graduando do Curso Superior em Tecnologia de Irrigação e Drenagem – IFET-CE, Campus Iguatu, Rodovia Iguatu/Várzea Alegre, Km 05 – Iguatu – CE, Fone: (0 xx 88) 9918 2683, italobolinha@gmail.com.

³ Prof. M. Sc. em Meteorologia Agrícola do IFET-CE, Campus Iguatu, Rodovia Iguatu/Várzea Alegre, Km 05 – Iguatu – CE, Fone: (0 xx 88) 3582 1000, ramal, 220, joaquimbrancodeoliveira@gmail.com.

⁴ Graduando do Curso Superior em Tecnologia de Irrigação e Drenagem – IFET – CE Campus Iguatu.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi testar o ajuste de diferentes funções de distribuição de frequência à precipitação mensal e anual e estimar a precipitação pluviométrica esperada em diferentes níveis de probabilidade para a cidade de Iguatu – CE. Foram testadas as distribuições de probabilidade Exponencial, Gumbel I, Gama, Log-normal, Normal, Weibull e Beta. A série de dados utilizados abrange o período de 1913 a 1989 obtidos da base de dados da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). A aderência das distribuições foi testada pelos testes de Qui-quadrado ao nível de 5% de significância e Kolmogorov-Smirnov ao nível de 20%. A distribuição que obteve melhor desempenho nos ajustes à precipitação de Iguatu – CE para a série mensal foi a Gumbel, sendo que as funções Gama, Log-normal, Normal e Weibull foram as que obtiveram o menor número de aderências nos testes. Para a série anual recomenda-se o uso da distribuição Normal sendo que todas as distribuições proporcionaram uma boa adequação aos dados de precipitação com exceção da distribuição Exponencial que não demonstrou aderência segundo os testes.

PALAVRAS-CHAVE: Níveis de probabilidade, distribuições de probabilidade, precipitação.

ANALYSIS OF THE FREQUENCY DISTRIBUTION OF MONTHLY AND ANNUAL RAINFALL IN THE IGUATU CITY, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this work was to test the adjustment of different functions of frequency distribution to the monthly and annual precipitation and to estimate the expected rainfall in different levels of probability for the Iguatu city, in Ceará, Brazil. Were tested the Exponential, Gumbel I, Gama, Log-normal, Normal, Weibull and Beta probability distributions. The used data series includes the period from 1913 to 1989 obtained of the data base of the Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). The adherence of the distributions was tested by the Qui-square test at 5% of significance and Kolmogorov-Smirnov test at the level of 20%. The distribution that obtained better acting in the adjustments to the rainfall of Iguatu, for to the monthly series, was the Gumbel distribution, where the Gama, Log-normal, Normal and Weibull functions were that obtained the smallest number of adherences in the tests. For the annual series the use of the Normal distribution is recommended and all of the distributions provided a good adaptation to the rainfall data

except for the Exponential distribution that didn't demonstrate adherence according to the tests.

KEYWORDS: Levels of probability, distributions of probability, rainfall.

INTRODUÇÃO: Conhecer a quantidade mínima a precipitar é fundamental, para fornecer informação aos engenheiros e agricultores, informando os períodos de possíveis deficiências pluviométricas, bem como a melhor época para preparo de solo, semeadura e colheita, diminuindo os riscos de perdas de produção, aumentando a produtividade e, conseqüentemente, a rentabilidade do agricultor (LONGO, 2006). A precipitação pluvial de um determinado local pode ser estimada, dentre outras formas, em termos probabilísticos, mediante modelos teóricos de distribuição ajustados a uma série de dados. Os modelos gerados, após a comprovação da aderência dos dados à distribuição teórica, podem fornecer informações úteis para o planejamento de muitas atividades (FIETZ et al., 1997). Segundo Morais (2001) os níveis de probabilidade da precipitação pluvial devem ser adotados com base em critérios econômicos, tais como, o valor da cultura, a disponibilidade de recursos hídricos e o custo da irrigação. Considera-se o nível de 75% de probabilidade como o mais indicado para ser utilizado no dimensionamento de sistemas de irrigação (BERNARDO et al., 2006). Com base na importância desse estudo, o objetivo deste trabalho foi testar o ajuste de diferentes funções de distribuição de frequência à precipitação mensal e anual e estimar a precipitação pluviométrica esperada em diferentes níveis de probabilidade para cidade de Iguatu – CE.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram utilizados os dados da estação pluviométrica da cidade de Iguatu no Ceará de localização latitude $6^{\circ} 22' S$, longitude $39^{\circ} 18' W$, altitude 217,67 m, dos anos de 1913 a 1989 obtidos da base de dados da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). A cidade de Iguatu encontra-se situada na região fisiográfica do sertão nordestino, segundo a classificação climática de Koppen, o clima da cidade é caracterizado como: BSw'h', o que caracteriza uma região semi-árida quente, com uma precipitação pluvial total anual de 793,2 mm e temperatura média anual de $25,6^{\circ}C$. A consistência dos dados foi verificada pelo teste de Run conforme procedimento descrito na nota técnica n^o 81 da Organização Meteorológica Mundial - OMM (THOM, 1966). Para fins de análise as precipitações consideradas serão os totais anuais e mensais de precipitação pluviométrica.

Para verificar o ajuste aos dados de precipitação anual e mensal foram utilizadas as seguintes distribuições de densidade de probabilidade: Exponencial, Gumbel I, Gama, Log-normal, Normal, Weibull e Beta. A aderência das distribuições aos dados observados foi verificada pelos testes Qui-quadrado ao nível de 5% de significância conforme (Campos, 1979) e o teste de Kolmogorov-Smirnov citado por Assis et al. (1996) ao nível de significância de 20%. Para as distribuições Gama, Log-normal e Weibull, usou-se o tratamento dos valores nulos conforme Assis et al. (1996). As distribuições Gumbel I e Beta foram ajustadas conforme procedimento descrito por Assis et al. (1996), as distribuições Exponencial, Gama, Log-normal, Normal e Weibull ajustadas conforme Catalunha et al. (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os testes de aderência têm como função verificar a forma de uma distribuição de probabilidade, isto é, verificar se os dados referentes a uma distribuição de probabilidade se adequam a curva de um modelo de distribuição. Para a série

anual, todas as distribuições proporcionaram uma boa adequação aos dados de precipitação podendo ser usadas pra estimar a probabilidade de ocorrência desses eventos, mas recomenda-se o uso da distribuição Normal para estimar as probabilidades por ela ser de fácil aplicação, ao contrario a distribuição Exponencial, que não demonstrou aderência aos testes para o período anual sendo não recomendada para estimar valores totais de precipitação (Figura 1). A distribuição exponencial (Figura 1) por ter como característica sua curva em forma de “J” invertido nota-se que as classes intermediárias têm valores maiores que as classes iniciais ou bem próximas destes, não formando uma curva em “J” invertido. A capacidade da distribuição exponencial em estimar estes “valores” intermediários é limitada, pois seu único parâmetro é a média. Ao se efetuarem os testes de aderência, estas classes são reprovadas. Já para os períodos mensais nota-se que a distribuição Gumbel I apresenta melhor desempenho para o período se comparadas com as outras distribuições, com exceção aos dados dos meses de junho, setembro, outubro, novembro e dezembro os quais só obtiveram aderência ao teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo que as funções Gama, Log-normal, Normal e Weibull foram as que obtiveram o menor número de aderências nos testes (Tabela 2). Em estudo realizado com a distribuição Gumbel I à serie de dados mensal e anual para a cidade de Jaboticabal estado de São Paulo, Beijo et al. (2003) obteve resultados semelhantes com bom ajuste da distribuição, podendo ser usada para estimar valores de precipitação provável para a região.

Tabela 1 - Aderência das funções de distribuição de probabilidade à série anual, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (K) a 20% de significância e Qui-quadrado (Q) a 5%.

Cidade	Teste de Aderência						
	Exponencial	Gumbel	Gama	Log-normal	Normal	Weibull	Beta
Iguatu	-	KQ	KQ	KQ	KQ	KQ	KQ

Tabela 2 - Aderência das funções de distribuição de probabilidade à série mensal, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (K) a 20% de significância e Qui-quadrado (Q) a 5%.

Meses	Teste de Aderência						
	Exponencial	Gumbel	Gama	Log-normal	Normal	Weibull	Beta
Janeiro	KQ	KQ	KQ	KQ	KQ	KQ	K
Fevereiro	KQ	KQ	KQ	KQ	K	KQ	K
Março	-	KQ	KQ	-	KQ	KQ	K
Abril	-	KQ	KQ	KQ	KQ	KQ	-
Mai	KQ	KQ	KQ	K	KQ	KQ	K
Junho	KQ	KQ	KQ	-	-	KQ	-
Julho	K	K	KQ	-	-	KQ	K
Agosto	KQ	KQ	-	-	-	-	K
Setembro	K	K	-	-	-	-	K
Outubro	K	K	-	-	-	-	KQ
Novembro	K	K	-	-	-	-	K
Dezembro	K	K	-	-	-	-	KQ

Com as distribuições que obtiveram melhor aderência (para a série mensal a Gumbel por ter o maior número de ajustes e para a série anual a Normal por ser um procedimento de fácil aplicação) para os dados de precipitação, obteve-se a chuva provável para os níveis de 75, 80, 85, 90 e 95% de probabilidade de ocorrência para todos os meses (Tabela 3) e para o total anual (Tabela 4) onde tais níveis de probabilidade representam os limites de ocorrência de valores iguais ou superiores aos calculados. Existe até 75% de probabilidade de o valor da

precipitação para o mês Janeiro ser menor ou igual a 102,19 mm e 25% de probabilidade desse valor ser superado (Tabela 3).

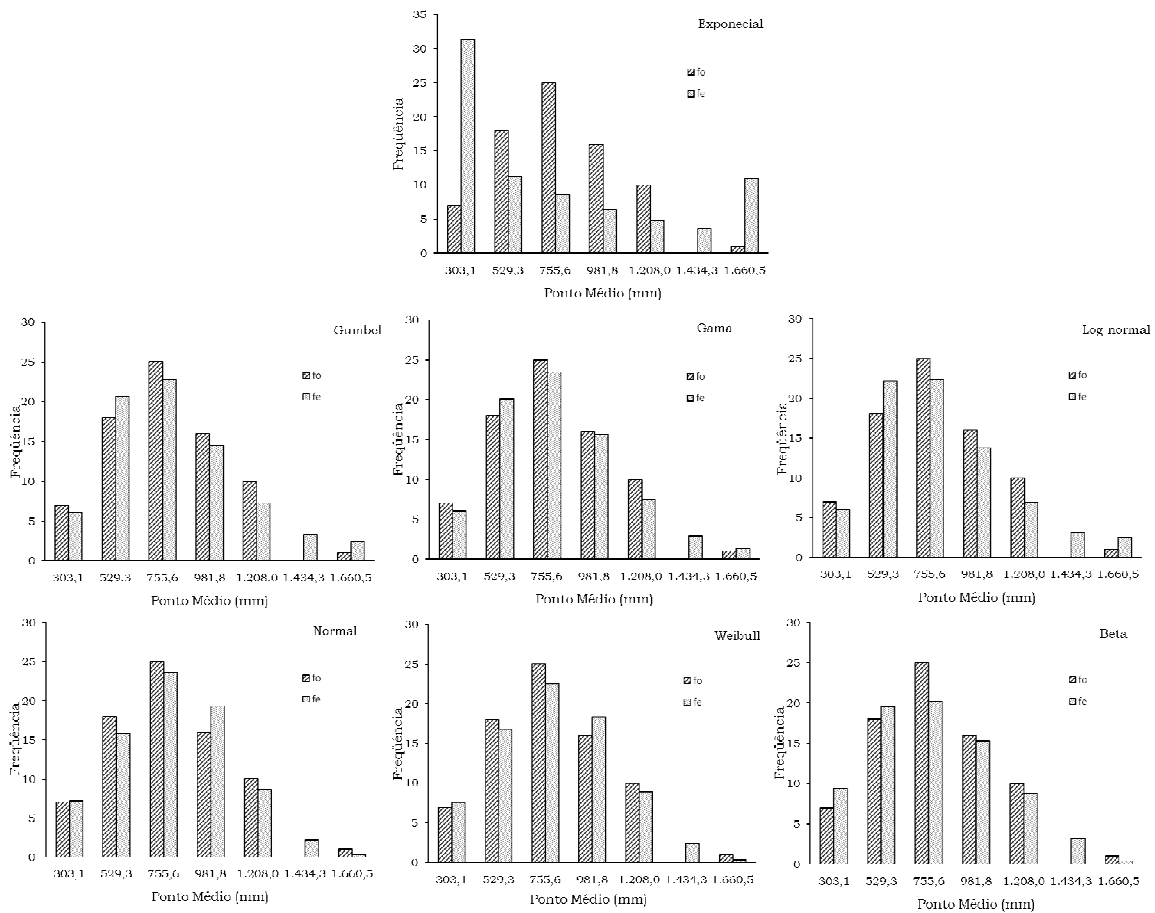


Figura 1. Histogramas da frequência observada e a esperada por diferentes funções de probabilidade, com os dados de precipitação anual.

Tabela 3 - Probabilidade de ocorrência da precipitação obtida através da distribuição Gumbel para todos os meses do ano.

Mês	Probabilidade de Ocorrência (mm)				
	75%	80%	85%	90%	95%
Janeiro	102,19	115,86	130,06	159,14	198,49
Fevereiro	164,43	185,3	206,67	245,13	302,39
Março	252,59	282,55	312,52	363,67	408,79
Abril	168,68	191,56	214,45	250,74	306,24
Mai	82,7	92,96	106,7	127,73	160,14
Junho	29,79	35,4	41,01	49,13	67,66
Julho	13,51	16,08	18,65	23,66	31,17
Agosto	6,65	8,27	9,89	11,78	16,84
Setembro	-	7,12	10,22	13,32	16,41
Outubro	13,88	16,49	19,88	25,94	33,85
Novembro	-	-	12,12	18,01	23,9
Dezembro	44,23	51,43	64,68	77,93	103,31

Tabela 4 - Probabilidade de ocorrência da precipitação obtida através da distribuição Normal para o total anual.

	Probabilidade de Ocorrência (mm)				
	75%	80%	85%	90%	95%
Anual	886,66	931,73	976,8	1071,03	1171,38

Para os diferentes níveis de probabilidade, obteve-se o tempo de retorno correspondente (Tabela 5), onde o tempo de retorno representa o limite de tempo em que o evento é igualado ou superado.

Tabela 5 - Tempo de Retorno em função de diferentes níveis de probabilidade de ocorrência.

Nível de Probabilidade (%)	Tempo de Retorno (anos)
75	4
80	5
85	6,7
90	10
95	20

CONCLUSÃO: A distribuição de frequência Gumbel foi a que melhor representou aos dados de precipitação para o período mensal com o maior número de aderências e para o total anual todas as distribuições com exceção da exponencial, que não se ajustou aos dados de precipitação, assim prevalecendo o ajuste da Normal para a série. Contudo, permitindo-se a aplicação das mesmas para estimar em diferentes níveis de probabilidade valores representativos de precipitação para a cidade de Iguatu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, F.N.; ARRUDA, H.V.; PEREIRA, A.R. **Aplicação de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Ed. Universitária, 1996. 161 p.
- BERNARDO, S., SOARES, A. A., MANTOVANI E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625 p.
- BEIJO, L. A. et al. Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal (SP) pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 141-147, 2003.
- CATALUNHA, M.J. et al. Avaliação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 1, p. 153-162, 2002.
- FIETZ, C. R. et al. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1997, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. V. 1, p. 101-103.
- LONGO, A. J. et al. Uso das distribuições gama e log-normal na estimativa de precipitação provável quinzenal. **Revista Varia Scientia**, v. 06, n. 11, p. 107-118.
- MORAIS, A. R. et al. Estimativa da precipitação provável em Lavras (MG) através da distribuição gama. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 305-310, 2001.
- THOM, H.C.S. **Some methods of climatological analysis**. Geneva: World Meteorological Organization, 1966, (Reprinted in 1971). 53 p. (Technical Note, nº 81).