

## ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL NO MUNICÍPIO DE PESQUEIRA-PE

ANA P. N. SILVA<sup>1</sup>, ABELARDO A. A. MONTENEGRO<sup>2</sup>, ANTÔNIO L. PESSOA<sup>3</sup>,  
SEBASTIÃO S. JÚNIOR<sup>4</sup>, JÚLIO J. N. SILVA<sup>5</sup>.

1. Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife-PE. [anapaulaeng@yahoo.com.br](mailto:anapaulaeng@yahoo.com.br) 2. PhD em Recursos Hídricos, Professor Adjunto, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife-PE 3. Mestrando em Biometria, Departamento de Física e matemática, UFRPE, Recife-PE. 4. Mestrando em Agronomia/Ciência do Solo, Departamento de Solos, UFRPE, Recife-PE. 5. Mestrando em Engenharia Agrícola, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife-PE.

XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju - SE

**RESUMO:** A precipitação é a principal fonte de água para a agricultura, sendo assim um fator importante para a qualidade da produção, podendo, todavia, comprometer a distribuição da produção agrícola. No presente trabalho foram analisadas as distribuições de probabilidade Exponencial e Normal para uma série de precipitação mensal proveniente Pesqueira, PE. Para verificar a aderência das probabilidades estimadas às frequências observadas foi aplicado o teste não-paramétrico de Qui-quadrado. Consideraram-se três distintos períodos: chuvoso, de março à junho; seco inicial, de julho à outubro; e, seco final, de novembro à fevereiro. Observou-se que para o período seco final, 100% dos meses se ajustaram à função Exponencial e no período chuvoso 50% dos meses se ajustaram à função Normal.

**PALAVRAS-CHAVE:** exponencial, qui-quadrado, probabilidade.

## ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF MONTHLY RAIN IN THE PESQUEIRA CITY-PE

**ABSTRACT:** Rainfall is the main water source for agriculture, being thus an important factor for the quality of the production, being able, however, to compromise the distribution of the agricultural production. In this work the Exponential and Normal probability distributions for monthly precipitation series had been analyzed from Pesqueira, PE. To verify the concordance of the estimated probabilities to the observed frequencies the no-parametric test of Qui-square was applied. Three distinct periods had been considered: rainy, of March to the June; dry initial, from July to the October; and, dry end, from November to February. It was observed that for final dry period, 100% of the months had adjusted to the Exponential function and in rainy period 50%, of the months had adjusted to the Normal function.

**KEYWORDS:** exponential, qui-square, probability

**INTRODUÇÃO:** A chuva, como principal fonte de água para a agricultura, é um fator responsável pela qualidade e abundância da produção, podendo, todavia, comprometer o desenvolvimento, a colheita, a industrialização, o armazenamento e a distribuição da produção agrícola, devido ao seu regime irregular, ora com grandes períodos de escassez, ora com períodos de chuvas intensas, sendo um fator limite para a agricultura.

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).

O crescente uso de distribuições de probabilidades para o estudo das frequências de precipitações se deve ao fato de que as mesmas, sob o ponto de vista estatístico, não são distribuídas uniformemente em torno do valor médio, mas sim, de maneira assimétrica (KREPPER *et al.*, 1989).

Com base na necessidade e importância das séries pluviométricas, o presente trabalho teve por objetivo verificar e testar o ajuste para a estimativa da precipitação pluvial no município de Pesqueira às funções de distribuições de probabilidade exponencial e normal.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O município de Pesqueira localiza-se no Agreste setentrional do Estado de Pernambuco. O clima do local é classificado, segundo Köeppen, como BShw' semi-árido quente, caatinga hiperxerófila, com temperatura média anual em torno de 27°C, umidade relativa média anual do ar de 73% e velocidade média do vento de 2,5 m/s (CISAGRO, 1990).

As alturas pluviométricas utilizadas compreendem um período de 1920 a 2006, sendo que no período de 1931 a 1934 os dados foram desprezados, pois não apresentaram boa consistência. Os anos de 2000 a 2006 foram utilizados para validar as distribuições.

Os meses que apresentaram falhas foram preenchidos com a respectiva Normal Climatológica (NC), NC31-60, NC61-90. Após o ano de 1990 não houve falhas nos dados e, entre os anos de 1920 e 1930, preencheu-se os meses com falhas com a NC20-49.

As funções adotadas podem ser escritas como:

Distribuição Exponencial (DEVORE, 2006), sua função densidade de probabilidade (fdp) é:

$$f(x, \lambda) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & x \geq 0 \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (1)$$

Onde  $x$  é o valor da variável aleatória e  $\lambda$  é o inverso da média aritmética da amostra.

Distribuição Normal: sua função densidade de probabilidade é dada por (DEVORE, 2006):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{[x-\mu]^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

Onde  $e$  é base dos logaritmos neperianos,  $x$  é o valor da variável aleatória,  $\mu$  é a média da variável  $x$ ,  $\sigma$  é o desvio-padrão da variável  $x$  e  $\sigma^2$  é a variância dos logaritmos naturais da variável  $x$ .

Teste Qui-Quadrado: faz uma comparação, em cada classe de frequência, entre as frequências observadas e as frequências teóricas. Sua variável  $\chi^2$  pode ser dada por:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left( \frac{(Fo_i - Fe_i)^2}{Fe_i} \right) \quad (4)$$

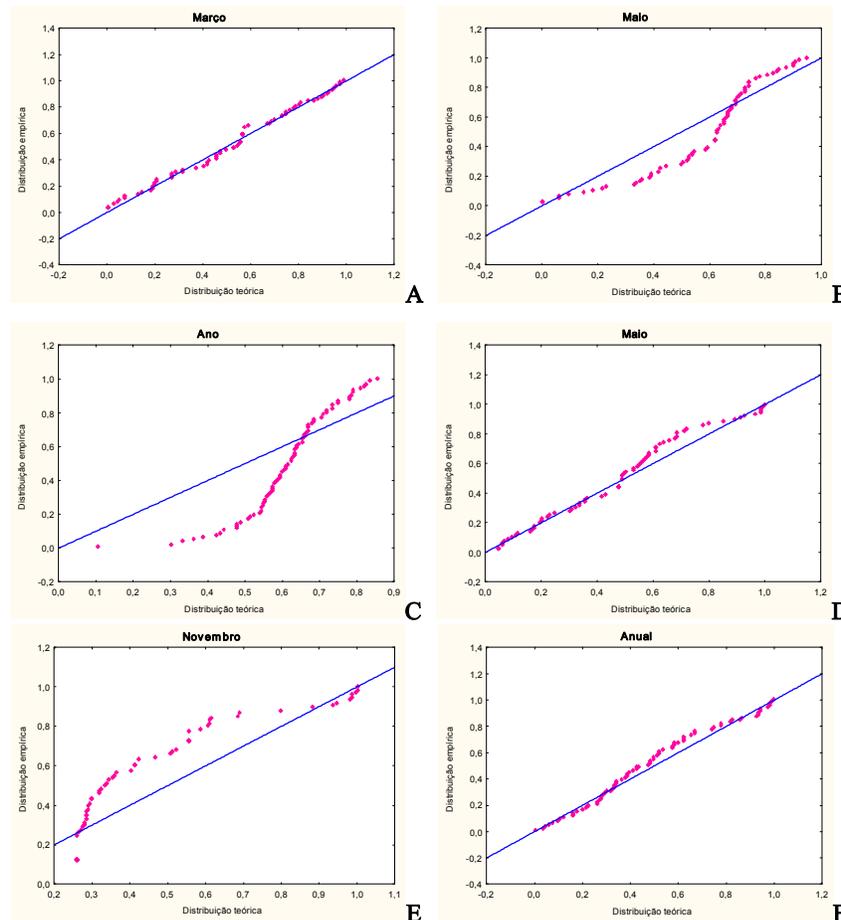
Onde  $k$  é o número de classes,  $Fo_i$  é a frequência observada e  $Fe_i$  é a frequência esperada.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** De acordo com a serie climatológica ano de 1964 o mais chuvoso com precipitação igual a 1208,4 mm e o ano de 1976 apresentando a menor precipitação anual observada de 69,83 mm (Tabela 1). Desta forma, ficam evidenciadas as flutuações nos valores da precipitação o que indica que o uso da precipitação media mensal para o planejamento agrícola não é eficaz.

**Tabela 1. Estatística da precipitação mensal e anual em Pesqueira entre 1920-1930 e 1935-1999.**

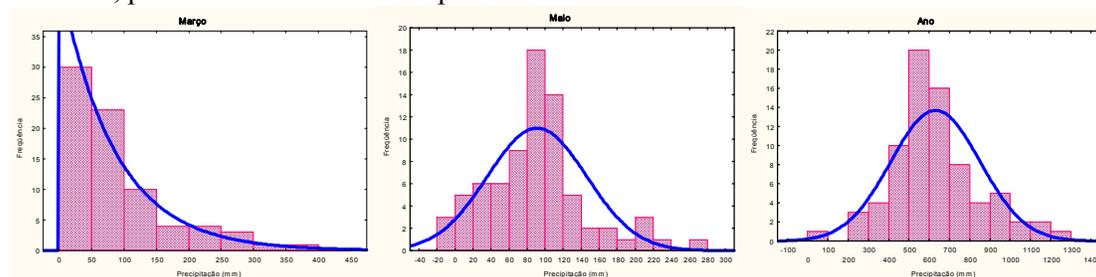
	$\bar{X}$	$\tilde{X}$	$Mo$	$\sigma^2$	$\sigma$	$CV$	$AS$	$LI$	$LS$	$K$	$R$
Janeiro	35,80	26,54	42,12	1538,18	39,22	109,54	2,23	26,84	44,77	6,31	211,60
Fevereiro	61,96	46,98	46,98	3657,15	60,47	97,59	1,61	48,15	75,78	3,11	284,60
Março	85,03	65,40	70,56	6727,98	82,02	96,46	1,45	66,29	103,78	1,85	374,40
Abril	99,91	94,35	100,37	6973,59	83,51	83,58	1,72	80,83	119,00	4,20	419,60
Maio	91,04	89,95	87,83	3036,33	55,10	60,53	0,75	78,45	103,63	1,01	265,40
Junho	78,00	77,45	87,47	2368,23	48,66	62,39	1,60	66,88	89,12	4,03	284,00
Julho	63,27	51,60	50,98	2023,61	44,98	71,10	1,73	52,99	73,54	4,92	262,30
Agosto	34,97	34,85	39,09	605,68	24,61	70,38	1,68	29,35	40,59	5,09	137,90
Setembro	15,91	9,00	16,46	470,74	21,70	136,35	3,17	10,95	20,87	12,55	132,80
Outubro	14,03	6,33	0,00	600,57	24,51	174,73	3,25	8,43	19,63	12,18	140,80
Novembro	24,00	8,15	0,00	1393,56	37,33	155,56	2,40	15,47	32,53	5,94	178,80
Dezembro	27,38	14,25	0,00	1956,83	44,24	161,58	4,02	17,27	37,4851	21,68	307,50
Anual	631,30	606,91		48988,45	221,33	35,06	0,41	580,72	681,88	0,34	1138,57

$\bar{X}$  - média;  $\tilde{X}$  - mediana;  $Mo$  - moda;  $\sigma^2$  - variância;  $\sigma$  - desvio-padrão;  $CV$  - coeficiente de variação;  $AS$  - assimetria;  $LI$  - Limite Inferior do Intervalo de Confiança para média com 95% de confiança;  $LS$  - Limite Superior do Intervalo de Confiança para média com 95% de confiança;  $K$  - curtose e  $R$  - amplitude. Para a distribuição exponencial os maiores valores de  $\lambda$  se concentraram no período seco, o que era esperado, pois é neste período que a precipitação média mensal é menor. Na distribuição de Gauss ou Normal os parâmetros foram maior no período seco final. Na Figura 1 verifica-se a interação entre as probabilidades das observações teóricas e as experimentais para os meses onde a correlação foi maior e menor e para dados anuais. A distribuição exponencial apresenta maior correlação no período considerado seco. Já a distribuição normal se aproximou da distribuição empírica para dados anuais.



**Figura 1. Relação entre as probabilidades teórica e experimental para a distribuição Exponencial (A, B e C) e para a distribuição Normal (D, E e F).**

No mês de junho, usou-se a raiz quadrada da precipitação para que houvesse o ajuste de pelo menos uma fdp. Pelo teste de aderência a distribuição que melhor se ajustou aos dados foi a Exponencial, sendo superior em 67% dos meses, destes, 6 são referentes aos meses definidos como seco final e inicial, onde a precipitação média acumulada para cada quadra seca chega a ser de 128,17 e 149,14 mm, respectivamente. Os dados possuem, naturalmente, este tipo de distribuição, onde há uma concentração da variável nas classes iniciais. Resultado semelhante foi encontrado por Catalunha et al. (2002) para a precipitação no estado de Minas Gerais. Na Figura 2 encontram-se os histogramas da precipitação anual e para o mês, onde houve melhor ajuste de cada fdp, com a respectiva curva da função de probabilidade de acordo com o teste Qui. A fdp exponencial se ajustou melhor para os meses de janeiro a abril e setembro a dezembro; para os demais foram a fdp normal.



**Figura 2. Histograma de frequência e curva de função de probabilidade em cada mês e para o total anual para o município de Pesqueira-PE.**

A Tabela 2 mostra as probabilidades de precipitação pluvial mensal provável estimadas pelas distribuições estudadas e indicadas como a que apresentou melhor ajuste para o mês específico e para dados anuais.

**Tabela 2. Precipitação pluviométrica (mm) mensal e anual provável para o município de Pesqueira, em distintos níveis de probabilidade, segundo as funções estudadas e testadas pelo teste Qui-Quadrado.**

	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%
Janeiro	82,44	57,62	49,64	43,11	32,81	24,82	18,29	12,77	10,30	7,99	3,77
Fevereiro	142,68	99,73	85,90	74,60	56,78	42,95	31,65	22,10	17,83	13,83	6,53
Março	195,79	136,85	117,88	102,38	77,91	58,94	43,44	30,33	24,46	18,97	8,96
Abril	230,06	160,80	138,51	120,29	91,55	69,25	51,04	35,64	28,74	22,30	10,53
Maio	161,66	137,42	128,21	119,94	105,00	91,04	77,08	62,15	53,87	44,67	*
Junho	140,36	118,95	110,82	103,52	90,33	78,00	65,67	52,48	45,17	37,04	*
Julho	120,92	101,13	93,61	86,86	74,66	63,27	51,87	39,68	32,92	25,41	*
Agosto	66,51	55,68	51,57	47,88	41,21	34,97	28,74	22,06	18,37	14,26	*
Setembro	36,64	25,61	22,06	19,16	14,58	11,03	8,13	5,68	4,58	3,55	1,68
Outubro	32,29	22,57	19,44	16,89	12,85	9,72	7,16	5,00	4,03	3,13	1,48
Novembro	55,26	38,62	33,27	28,89	21,99	16,63	12,26	8,56	6,90	5,35	2,53
Dezembro	63,04	44,06	37,95	32,96	25,09	18,98	13,98	9,76	7,88	6,11	2,88
Anual	914,95	817,58	780,59	747,37	687,37	631,30	575,23	515,23	482,01	445,02	347,65

(\*) Indica que não se pode afirmar com a referida probabilidade que haverá algum valor de precipitação que será igualado ou superado.

Pela Tabela 2, percebe-se que o fato de não poder estimar a precipitação acumulada que será igualada ou superada ocorre principalmente no período considerado chuvoso.

Segundo Marquelli *et al.* (1988), citados por Murta *et al.* (2005), a ocorrência do valor médio de precipitação pluvial mensal se dá entre os níveis de 40 e 50% de probabilidade, fato constatado neste trabalho, onde os valores médios de precipitação ocorreram próximos ao nível de 40% de probabilidade.

Mais de 50% dos meses de janeiro analisados possuem precipitação superior a 24,82 mm, obedecendo, assim, a distribuição exponencial, o mesmo acontece para o mês de fevereiro, em que mais de 20% dos dados observados apresentam precipitação superior a 99,73 mm; pela fdp normal, confere-se que para o mês de junho 71% dos dados encontram-se acima de 110,8 mm e para a precipitação anual mais de 30% das observações foram maiores a 747,87 mm.

**CONCLUSÕES:** A distribuição que melhor se ajustou à precipitação do município de Pesqueira foi a Exponencial. Porém não houve uma distribuição específica que representasse bem todos os meses provenientes da região analisada, por isso as distribuições foram atribuídas mensalmente e para o total anual.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq/CT-Agro pelo apoio financeiro, a UFRPE pelo apoio institucional e à Industria Peixe na pessoa do Sr. Moacir de Brito (*in memoriam*) pelo fornecimento de parte da série pluviométrica.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

BOTELHO, V.A.V.A.; MORAIS, A.R. Estimativas dos parâmetros da distribuição gama de dados pluviométricos do Município de Lavras, Estado de Minas Gerais. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.697-706, 1999.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R.; TRINDADE, J. K. Ajustes de funções de distribuição de probabilidade à radiação solar global no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.12, 2004.

CATALUNHA, M.J.; SEDIYAMA, G.C.; LEAL, B.G.; SOARES, C.P.B.; RIBEIRO, A. Aplicação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, p.153-162, 2002.

CISAGRO - COMPANHIA INTEGRADA DE SERVIÇOS AGROPECUÁRIOS. **Projeto de irrigação da Fazenda Nossa Senhora do Rosário**. Pesqueira, 1990. 120 p.

DEVORE, Jay L. **Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências**. São Paulo: Thomson, 2006.

FIETZ, C. R.; URCHEI, M. A.; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBA, 1997. v. 1, p. 101-103.

KREPPER, C. M.; SCIAN, B. V.; PIERINI, J. O. Time and space variability of rainfall in central East Argentina. **Journal of Climate**, [S.l.], v. 2, p. 39-47, 1989.

MURTA, R. M.; TEODORO, S. M.; BONOMO, P.; CHAVES, M. A. Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição gama para duas localidades do sudoeste da Bahia. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, p.988-994. 2005.