

AJUSTE DOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE GAMA II E PEARSON III À PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL

GISELE MACHADO DA SILVA¹; PAMELA BILHAFAN DISCONZI¹; ROSIANE SCHWANTZ DO COUTO¹; RITA DE CÁSSIA FRAGA DAMÉ²; CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA²

¹Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e a Água/MACSA/UFPel – giselesilva@cavq.ifsul.edu.br; pamela_bilhafan@yahoo.com.br; couto.rosianes@gmail.com

²Centro de Engenharias/CEng/UFPel – ritah2o@hotmail.com; cfteixeira@ig.com.br

1. INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial de um determinado local pode ser estimada em termos probabilísticos, mediante modelos teóricos de distribuição ajustados a uma série de dados e que, após a comprovação da aderência dos dados à distribuição teórica, podem fornecer informações úteis para o planejamento de muitas atividades. Segundo CUNHA et al. (1997), um modelo que vem sendo bastante citado na literatura é o da distribuição Gama. Seu uso se prende ao fato de que as precipitações, sob o ponto de vista estatístico, não são distribuídas uniformemente em torno do valor médio, mas sim, de maneira irregular, com grande desvio em relação a este (KREPPER et al., 1989).

Também para a caracterização de eventos de seca, através do cálculo do índice padronizado de precipitação (SPI), a distribuição gama foi aplicada originalmente por MCKEE et al. (1993) e, atualmente, alguns autores (VICENTE-SERRANO, 2006; BLAIN, 2011), têm testado também a distribuição Pearson tipo III, pela maior flexibilidade devido aos três parâmetros em comparação com a distribuição Gama, com apenas 2 parâmetros.

BLAIN (2011) com o objetivo de avaliar as alterações nos valores finais do SPI, quando calculado com base nas distribuições Gama com dois parâmetros e Pearson tipo III, verificou que, após a aplicação dos testes de aderência, as probabilidades associadas às séries utilizadas foram melhores estimadas por meio da Pearson III, recomendando, portanto, a adoção da referida distribuição para o cálculo do SPI no Estado de São Paulo.

O presente trabalho busca analisar do ajuste as distribuições de probabilidade Gama de dois parâmetros e a de Pearson tipo III a partir aos valores da precipitação total mensal anual da localidade de Caçapava do Sul/RS.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados os totais mensais anuais de precipitação pluvial da estação agroclimatológica de Caçapava do Sul/RS, localizada nas coordenadas 30°30'S e 53°29'W, e altitude de 450 m, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de 1913 a 2002 (Figura 1).

Foi utilizada a distribuição Gama com dois parâmetros, cuja função densidade de probabilidade é dada pela equação 1.

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad (1)$$

em que:

β - parâmetro de escala (adimensional);

α - parâmetro de forma (adimensional);

x – variável aleatória (mm);
 $\Gamma(\alpha)$ - função Gama de α .

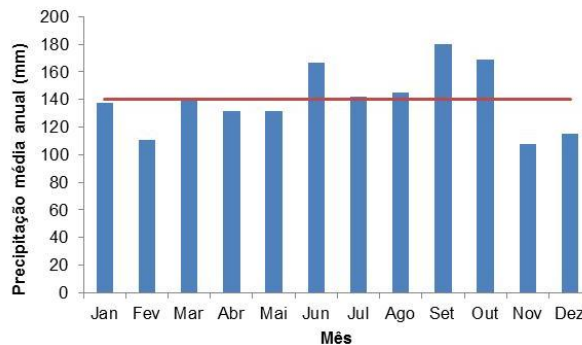


Figura 1. Comportamento temporal dos valores de precipitação mensal anual para a estação de Caçapava do Sul, RS, com valor médio de 139,88 mm.

A função densidade de probabilidade da distribuição de Pearson III é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \left(\frac{x - \gamma}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x-\gamma}{\alpha}\right)} \quad (2)$$

em que:

γ - parâmetro de localização (adimensional);
 $\Gamma(\beta)$ - função Gama de β .

Os parâmetros para as duas funções de distribuição de probabilidade (FDP) foram estimados pelo método dos momentos. A aderência das séries históricas mensais de precipitação às FDP's foi avaliada através dos testes Kolmogorov-Smirnov (KS) e Qui-quadrado (χ^2) (WILKS, 2006), com nível de significância de 5%. Se a estatística calculada do teste é maior do que o valor tabelado, rejeita-se a hipótese nula, ou seja, a hipótese de que a amostra provém de uma população que não segue a distribuição de probabilidade sob teste.

Além dos testes enunciados foi utilizado o erro quadrático médio (RMSE) (Equação 3), cujos resultados tiveram como objetivo optar entre as distribuições teóricas, quando os testes de hipóteses e o ajustamento visual sugerissem a adequação dessas distribuições.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_{OBS} - X_{EST})^2}{N}} \quad (3)$$

em que:

X_{OBS} - valor observado;
 X_{EST} - estimativa teórica da variável;
 N - tamanho da amostra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros das distribuições Gama e Pearson III, os valores dos testes Kolmogorov-Smirnov (KS) e qui-quadrado (χ^2), e do erro quadrático médio (RMSE) relativos às séries de precipitação (1913 a

2002), para a localidade de Caçapava do Sul/RS. Observa-se que quando são comparados os valores das estatísticas calculadas pelos testes KS e χ^2 , a 5% de significância, estes são sempre inferiores ao valor crítico, indicando um bom ajuste dos mesmos às distribuições analisadas, ou seja, as amostras de precipitação mensal anual podem ser consideradas oriundas de uma população com distribuição Gama e Pearson III.

Tabela 1. Parâmetros das distribuições Gama e Pearson III, valores dos testes Kolmogorov-Smirnov (KS) e qui-quadrado (χ^2), e erro quadrático médio (RMSE) relativos às séries de precipitação (1913 a 2002), para a localidade de Caçapava do Sul/RS/Brasil

Mês	Parâmetros					Testes				Índices	
	Gama		Pearson III			Gama		Pearson III		Gama	Pearson III
	α	β	α	β	γ	KS	χ^2	KS	χ^2	RMSE (%)	
Jan	3,59	38,18	4,00	35,95	-6,63	0,087	7,07	0,096	5,82	10,17	15,77
Fev	2,93	37,84	4,67	29,97	-28,85	0,080	9,56	0,077	7,60	11,62	25,57
Mar	3,67	38,30	5,63	30,28	-29,80	0,072	6,36	0,067	10,27	14,72	35,78
Abr	3,21	41,06	3,34	39,51	-0,23	0,080	8,13	0,074	5,64	13,39	37,50
Mai	2,88	45,77	3,00	45,75	-5,57	0,040	1,56	0,040	1,91	6,08	17,92
Jun	3,53	47,18	4,84	38,32	-18,81	0,103	5,82	0,086	14,00	23,19	93,11
Jul	2,90	49,04	4,09	39,86	-20,58	0,069	5,82	0,058	6,00	10,79	32,31
Ago	3,18	45,65	2,50	52,27	14,47	0,049	2,62	0,048	2,27	9,94	30,75
Set	7,51	24,00	65,73	8,06	-349,6	0,100	7,07	0,076	5,64	10,03	5,52
Out	3,73	45,29	8,78	29,26	-87,97	0,089	6,71	0,075	3,87	12,21	19,53
Nov	3,13	34,30	5,58	26,17	-38,60	0,074	4,93	0,039	4,40	9,52	7,72
Dez	3,20	35,98	4,76	28,71	-21,22	0,093	10,80	0,077	10,27	11,42	31,13

Valor crítico KS ($\alpha = 5\%$) = 0,140; Valor crítico χ^2 ($\alpha = 5\%$) = 68,25

SANSIGOLO (2008) com o objetivo de ajustar distribuições teóricas de probabilidade aos extremos anuais de precipitação máxima diária, temperatura máxima e mínima absolutas e velocidade instantânea do vento em Piracicaba, aplicou os testes de KS e o χ^2 . O autor comenta que os referidos testes são somente adequados para a parte central das distribuições e que para avaliar o comportamento das distribuições nos seus limites devem ser utilizados complementarmente os gráficos percentis-percentis ou quantis-quantis. Apesar da adequabilidade das distribuições a partir dos testes estatísticos observa-se na Figura 1, para os meses de junho e setembro, a não aderência dos dados a partir de 400 e 300 mm, para as distribuições Gama e Pearson III para o mês de junho. Para setembro a não adequabilidade ocorre a partir de 350 mm para as duas distribuições. MARTÍNEZ-ESPINOSA et al. (2004) consideram que os métodos gráficos podem ser utilizados para avaliar se uma distribuição de probabilidade adere aos dados experimentais. Estes processos gráficos, também conhecidos como aderência gráfica, permitem verificar a adequação dos dados a certas distribuições de probabilidades, sendo os gráficos de probabilidade os mais utilizados para tal verificação. De forma complementar foi aplicado o erro quadrático médio (Tabela 1), com o objetivo de obter os desvios entre os valores observados e estimados pelas distribuições, em que verifica-se que os menores

valores de RMSE foram obtidos quando a distribuição Gama de dois parâmetros foi utilizada.

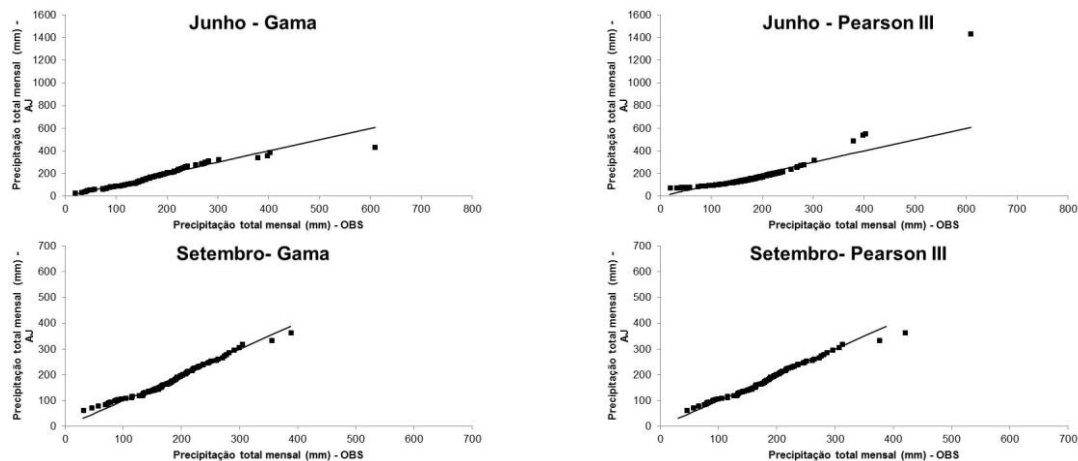


Figura 1. Ajuste das distribuições de probabilidade para os meses de junho e setembro

4. CONCLUSÕES

As distribuições teóricas de probabilidade Gama e Pearson III podem ser utilizadas no ajuste dos valores de precipitação total mensal anual de Caçapava do Sul. No entanto, a distribuição Gama de dois parâmetros apresentou menores valores do erro quadrado médio.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLAIN, G.C. standardized precipitation index based on Pearson type III distribution. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.2, p.167-180, 2011.
- CUNHA, A.R.; MARTINS, D.; PASSOS, J.R.S. O modelo gama de probabilidade aplicado ao estudo da distribuição da chuva mensal na região administrativa de Bauru-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1997, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBA, 1997. p. 107-110.
- KREPPER, C.M.; SCIAN, B.V.; PIERINI, J.O. Time and space variability of rainfall in central East Argentina. **Journal of Climate**, v.2, p.39-47, 1989.
- MARTÍNEZ-ESPINOSA, M.; CALIL JÚNIOR, C.; LAHR, F.A. Métodos paramétricos e não-paramétricos para determinar o valor característico em resultados de ensaio de madeira. **Scientia Forestalis**, n.66, p.76-83, 2004.
- MCKEE, T.B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to times scale. In: Conference on applied climatology 8, Boston. **Anais...** Boston: American Meteorological Society, pp.179-184, 1993.
- SANSIGOLO, C.A. distribuições de extremos de precipitação diária, temperatura máxima e mínima e velocidade do vento em Piracicaba, SP (1917-2006). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.3, 341-346, 2008.
- VICENTE-SERRANO, S.M. Spatial and temporal analysis of droughts in the Iberian Peninsula (1910–2000). **Hydrological Sciences Journal**, v.51, n.1, p.83-97, 2006.
- WILKS, D.S. Theoretical probability distributions, In: Statistical methods in the atmospheric sciences, San Diego: Academic Press, 2nd ed, 102-104, 2006.