

ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO PROVÁVEL NA BACIA DO RIO DAS PEDRAS – PR, UTILIZANDO CINCO DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE

PAULO EUGÊNIO PACHECHENIK¹; JORGE LUIZ MORETTI DE SOUZA²; SIGUIFRID GOMES³

Escrito para apresentação no
XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
02 a 06 de Agosto de 2004 - São Pedro - SP

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo verificar para região de Guarapuava-PR, o ajuste dos dados de precipitação agrupados em períodos de 10 dias, com cinco distribuições de probabilidade, e avaliar a ocorrência das precipitações a 75% de probabilidade. Como o local estudado apresenta uma série com apenas 18 anos de dados diários de precipitação, a utilização dos cinco modelos de distribuição de probabilidade (Gama, Normal, Triangular, Uniforme e Exponencial) visou identificar a distribuição que melhor se ajusta aos dados observados na região. Para realizar as análises de ajustamento das curvas, foi utilizado o teste de aderência de Kolmogorov–Smirnov. Cálculos complementares foram realizados em uma planilha eletrônica. A distribuição Gama foi a que melhor se ajustou aos dados agrupados da série histórica de precipitação. Entretanto, devido ao pequeno número de anos analisados, observou-se para 15 decêndios que outras distribuições proporcionaram um ajustamento melhor que a distribuição Gama. A 75% de probabilidade, a precipitação média na região ficou entre um mínimo de 8,9 mm no inverno e 31,7 no verão.

PALAVRAS-CHAVE: Chuva provável, Distribuição de probabilidade, Região de Guarapuava

STUDY OF THE PROBABLE PRECIPITATION IN THE BASIN OF THE RIO DAS PEDRAS - PR, USING FIVE DISTRIBUTIONS OF PROBABILITY

ABSTRACT: The present work had as objective to verify for Guarapuava-PR region, the adjustment of the precipitation data contained in 10-day period, with five distributions of probability, and to evaluate the occurrence of the precipitation at 75% of probability. As the studied region had a series with just 18 years of daily data of precipitation, It was tested five models of distribution of probability (Gamma, Normal, Triangular, Uniform and Exponential) in order to identify the best approach to regional data. To accomplish the analyses of adjustment of the curves, the Kolmogorov-Smirnov adherence test was used. Complement calculations were accomplished in an electronic spreadsheet. The Gamma distribution was the best to adjust the historical series of precipitation. However, due to the small number of analyzed years, it was observed for 15 period (10-day) that other distributions provided a better adjustment than the distribution Gamma. At 75% of probability, the medium precipitation in the region was between a minimum of 8.9 mm in the winter and 31.7 mm in the summer.

KEYWORDS: Probable rain, Distribution of probability, Guarapuava region

INTRODUÇÃO: O estudo estatístico da distribuição da chuva demonstra que sua tendência consiste em um fenômeno aleatório, influenciado pela localização geográfica de uma região e que contribui diretamente nas atividades econômicas, em especial na agricultura. É importante o conhecimento da chuva provável durante o ano para a elaboração de projetos agrícolas, conforme relata ANDRADE JUNIOR & BASTOS (1997) e RIBEIRO & LUNARDI (1997). Estes estudos são realizados normalmente através de uma série temporal de dados de precipitação, sendo os mesmos agrupados em períodos (decendial, quinzenal e mensal) e posteriormente analisados estatisticamente para a obtenção de uma série de informações e parâmetros que permitirão a estimativa e/ou entendimento do fenômeno no local estudado (SEDIYAMA et al, 1996). O teste de Kolmogorov-Smirnov, a 5% de significância, geralmente é o mais utilizado e recomendado para proceder análises de teste de aderência. A

1- Engenheiro Agrônomo, Pós-graduando, Setor de Ciências Agrárias/ Depto. de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 350-5689, p_pache@uol.com.br

2- Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto, Setor de Ciências Agrárias/ Depto. Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR

3- Eng. Agrônomo, Professor Substituto, DSEA/SCA, UFPR, Curitiba-PR

distribuição gama, muito utilizada no ajustamento dos totais precipitados, traz como vantagem a possibilidade de trabalhar com períodos mensais ou menores, por exemplo, pênadas, decêndios e quinzenas (ASSIS et al 1996). Autores como ANDRADE JUNIOR & BASTOS (1997) e RIBEIRO & LUNARDI (1997), obtiveram em seus trabalhos bons resultados com a distribuição gama para períodos iguais ou inferiores a um mês. No entanto, é importante observar que a distribuição gama não pode ser utilizada genericamente para estimar a precipitação provável de uma determinada região. É preciso estar ciente que em séries contendo poucos anos de informação disponível, a melhor estimativa resultará da distribuição que melhor se ajustar aos dados. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o ajustamento dos dados decendiais de chuva da região de Guarapuava-PR com cinco distribuições de probabilidade (normal, triangular, uniforme, exponencial e gama) e determinar a chuva provável na região a 75% de probabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS: A bacia do Rio das Pedras localiza-se no município de Guarapuava, região Centro-Sul do estado do Paraná, e está situada entre as latitudes 25° 12' S e 25° 26' S e longitudes 51° 13' W e 51° 28' W. A sua área é de 330,8 km² e a extensão do rio principal é de 57 km. O local é denominado Serra da Esperança, com a altitude de 1.280 m na nascente e 960 m na desembocadura. O clima regional da bacia é influenciado pelas Massas Polar Atlântica (MPA), Tropical Atlântica (MTA), Tropical Continental (MTC) e Equatorial Continental (MEC). No verão ocorrem as maiores médias de precipitação na região, decaindo no inverno, voltando a elevar-se na primavera. Segundo a classificação de Köppen, o clima do município de Guarapuava é o Cfb, pluvial, sempre úmido, com verões chuvosos e frescos (MAACK, 1968). Os dados diários de precipitação utilizados neste trabalho foram fornecidos pelo SIMEPAR e consistem de uma série temporal de 18 anos (1985 a 2002). O agrupamento dos dados, em intervalos de dez dias, foi realizado em uma planilha eletrônica. Nos casos em que houve a falta de elementos nas seqüências utilizadas, descartou-se o período. No tratamento dos dados dos meses de fevereiro da série temporal, os dias dos anos bissextos e não bissextos foram considerados conforme as recomendações feitas por RIBEIRO & LUNARDI (1997). As análises de distribuição de frequência e teste de aderência (Kolmogorov-Smirnov) foram realizadas em um programa extraído do módulo “Análise Estatística” do modelo MORETTI (SOUZA, 2001), que foi adaptado e melhorado especialmente para realizar as análises estatísticas com as cinco distribuições de probabilidade (normal, triangular, uniforme, exponencial e gama). O modelo MORETTI foi desenvolvido na linguagem de programação Visual Basic (Macros) aplicado à Planilha Eletrônica Excel 97 (Microsoft). O módulo “Análise Estatística”, usado no cálculo das medidas de tendência, dispersão, distribuição de frequência e probabilidade, foi construído levando-se em consideração os procedimentos recomendados por AQUINO (1981), ASSIS et al. (1996) e FRIZZONE (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os parâmetros estatísticos das cinco distribuições de probabilidade foram obtidos no Modelo MORETTI através do formulário destinado ao cálculo da distribuição de frequência e teste de aderência a 5% de probabilidade (Figura 1). As distribuições de frequência foram determinadas levando-se em consideração seis intervalos de classe. Os parâmetros determinados, bem como os decêndios com a distribuição que melhor se ajustou aos dados estão apresentados na Tabela 1. A distribuição Gama apresentou o melhor ajuste em 21 decêndios, confirmando os resultados obtidos por ASSIS et al (1996), SEDIYAMA et al (1996), ANDRADE JUNIOR & BASTOS (1997) e RIBEIRO & LUNARDI (1997). Entretanto, alguns decêndios apresentaram melhor ajuste para as outras quatro distribuições de probabilidade analisadas. A distribuição gama não se ajustou bem no verão, ou seja, na estação mais chuvosa da região. A distribuição normal, foi melhor em sete decêndios – 2° decêndio de janeiro, 1° e 3° decêndios de fevereiro, 1° decêndio de março, 2° decêndio de abril e 1° e 3° decêndio de novembro. É interessante observar, com exceção do 2° decêndio de abril, que os melhores ajustes para a distribuição normal ocorreram nos períodos mais chuvosos da região (final da primavera e verão). A distribuição exponencial também apresentou o melhor ajuste em sete decêndios – 2° decêndio de março, 1° decêndio de maio, 3° decêndio de junho, 3° decêndio de agosto, 1° e 3° decêndios de setembro e 2° decêndio de novembro. Dos sete melhores ajustes obtidos pela distribuição exponencial, três ocorreram na estação mais seca da região. A distribuição triangular não obteve melhor ajustamento em nenhum dos decêndios analisados. Referente a precipitação provável, os resultados também podem ser visualizados na Tabela 1. De forma geral, verificou-se que a média e

desvio padrão das precipitações prováveis para o verão, outono, inverno e primavera, ficaram em 31,7 mm ($s = 14,5$ mm), 15,6 mm ($s = 8,5$ mm), 8,9 mm (7,8 mm) e 30,7 mm (11,8 mm), respectivamente.

TABELA 1 – Parâmetros estatísticos obtidos nas análises de teste de aderência com as distribuições Normal (N), Triangular (T), Uniforme (U), Exponencial (E) e Gama (G), e cálculo da precipitação a 75% de probabilidade com a distribuição de melhor ajuste

Decên- -dio	Série (anos)	Menor valor (mm)	Maior valor (mm)	Média (mm)	Desvio padrão (mm)	Parâ- metro alfa	Parâ- metro Beta	Dmax Tab. 5%	Dmax Cal- culado	Melhor Distri- buição	Prec. Prova- vel*
1	13	1,8	80,6	23,7	51,6	0,9	25,2	0,36	0,14	G	23,9
2	17	25,6	169,6	81,0	41,6	3,8	21,4	0,33	0,06	N	52,9
3	17	9,1	166,8	88,6	47,6	2,5	35,2	0,33	0,10	U	48,5
4	17	14,0	104,3	66,6	28,7	3,7	17,9	0,33	0,09	N	47,2
5	17	7,0	176,0	66,3	49,4	1,7	38,7	0,33	0,07	G	29,1
6	17	3,6	87,6	42,4	20,7	2,9	14,4	0,33	0,07	N	28,4
7	17	7,6	73,0	35,9	21,4	2,5	14,2	0,33	0,12	N	21,5
8	17	3,1	94,8	34,0	31,4	1,1	30,5	0,33	0,08	E	9,8
9	18	2,4	126,1	53,0	27,5	1,4	39,1	0,32	0,14	G	19,9
10	18	6,0	151,4	48,9	27,0	1,6	26,6	0,32	0,03	G	18,9
11	18	5,8	107,6	47,8	20,7	2,0	24,0	0,32	0,06	N	33,8
12	18	1,6	321,2	61,8	21,0	0,9	71,4	0,32	0,12	G	15,1
13	16	1,8	188,1	47,5	21,3	0,8	57,8	0,34	0,04	E	13,7
14	14	2,4	196,1	82,8	21,3	1,3	64,1	0,34	0,09	G	6,1
15	17	9,2	360,3	71,3	21,5	1,1	66,0	0,33	0,05	G	16,2
16	16	6,4	134,1	33,8	21,2	1,3	26,3	0,34	0,15	G	5,6
17	15	14,2	131,9	54,6	21,4	2,7	20,3	0,32	0,07	G	10,9
18	17	1,5	160,0	42,2	21,7	1,1	38,1	0,33	0,06	E	12,1
19	18	1,1	166,0	43,2	21,9	0,9	49,6	0,32	0,07	G	10,7
20	13	1,2	151,8	45,8	18,4	0,8	55,6	0,36	0,15	G	0,1
21	16	1,8	169,8	39,0	18,6	1,0	39,9	0,34	0,04	G	5,0
22	15	1,0	100,0	33,9	18,9	1,2	28,9	0,32	0,04	G	1,4
23	14	1,0	141,4	35,1	19,5	0,7	50,0	0,34	0,16	G	0,5
24	13	1,0	149,2	44,7	19,8	0,8	57,3	0,36	0,12	E	12,8
25	15	3,2	101,0	47,6	19,6	1,7	28,0	0,32	0,08	E	13,7
26	18	1,3	228,0	72,0	13,7	1,1	62,7	0,32	0,12	G	23,6
27	17	1,2	210,4	76,6	14,4	1,1	70,2	0,33	0,10	E	22,0
28	18	14,5	154,8	72,1	14,8	2,8	25,6	0,32	0,07	G	40,5
29	18	12,0	253,2	76,3	15,5	1,9	40,0	0,32	0,09	G	35,7
30	18	16,2	156,0	56,8	16,1	3,7	15,5	0,32	0,04	G	35,0
31	17	1,8	92,3	40,2	13,4	1,7	23,0	0,33	0,06	N	31,2
32	18	4,4	113,8	43,1	12,8	1,5	28,5	0,32	0,07	E	12,4
33	16	3,0	123,2	60,2	11,7	2,7	22,7	0,34	0,07	N	52,3
34	18	2,1	172,5	59,8	13,1	1,4	44,0	0,32	0,12	G	22,5
35	18	4,2	125,3	50,1	8,2	2,1	23,5	0,32	0,05	G	24,9
36	17	11,7	142,4	65,7	11,7	2,5	25,9	0,33	0,05	G	24,0

* Precipitação provável a 75% de probabilidade

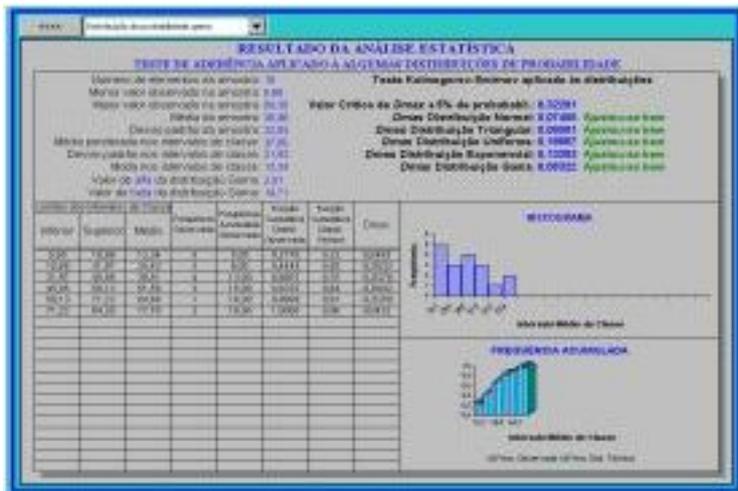


FIGURA 1– Formulário para a saída dos resultados da análise de distribuição de freqüência e teste de aderência no módulo “Análise estatística” do modelo MORETTI.

CONCLUSÕES: Após a aplicação do teste de aderência de Kolmogorov–Smirnov, a distribuição de probabilidade Gama foi a que apresentou o maior número ajustes aos dados da série histórica de precipitação (agrupada em decêndios). Conclui-se também, que para estimar a precipitação provável de uma determinada região na qual dispõe-se de uma série contendo poucos anos de informação disponível, outras distribuições apresentam melhor ajuste em alguns decêndios, como ocorreu em sete decêndios com a distribuição normal e sete decêndios com a distribuição exponencial. A média e o desvio padrão das precipitações prováveis para o verão, outono, inverno e primavera, ficaram em 31,7 mm ($s = 14,5$ mm), 15,6 mm ($s = 8,5$ mm), 8,9 mm (7,8 mm) e 30,7 mm (11,8 mm), respectivamente, para a Bacia do Rio das Pedras – PR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A. Precipitação provável para o Município de Uruçui, no Cerrado Piauiense, Utilizando a Função de Distribuição Gama. In.: X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba – sp, 1997, SBA/ESALQ – USP/CNPQ/FAPESP/FINEP.
- AQUINO, L. H. Estatística. Lavras: UFLA, 1981. 202p.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. Aplicações de Estatística à Climatologia – teoria e prática. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996
- FRIZZONE, J. A. Planejamento da Irrigação: uma abordagem às decisões de investimento. Piracicaba: ESALQ/Depto. Engenharia Rural, 1999, 110 p
- MAACK, Reinhard. Geografia Física do Estado do Paraná. Papelaria Max Roesner Ltda., Curitiba, 1968.
- RIBEIRO, A. M. A.; LUNARDI, D. M. C.. A Precipitação Quinzenal Provável para Londrina -= PR, Através da Função Gama. In.: X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba – sp, 1997, SBA/ESALQ – USP/CNPQ/FAPESP/FINEP
- SEDIYAMA, G.C.; MELO, J. S. P.; ALVES, A. R.; COELHO, D. T. Determinação dos Parâmetro da Distribuição Gama, em função das Alturas Médias Mensais de Precipitação dos Dias Chuvosos. In.: Revista Ceres. V. 43 n° 247, p. 254-266, 1996.
- SOUZA, J.L.M. de Modelo de análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro. Piracicaba, 2001. 253p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.