
Adair José Longo²
Silvio Cesar Sampaio³
Manoel M. F. de Queiroz³
Morgana Suszek²

**USO DAS DISTRIBUIÇÕES GAMA E
LOG-NORMAL NA ESTIMATIVA DE
PRECIPITAÇÃO PROVÁVEL QUINZENAL¹**

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso das distribuições Gama e Log-normal na estimativa de precipitações pluviiais prováveis quinzenais no Estado do Paraná, utilizando como testes de aderência as distribuições de Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov, ambos com 5% de significância. Utilizaram-se dados diários de precipitação de 22 estações de medição. Os resultados mostraram que a distribuição Gama se ajustou mais adequadamente às condições pluviométricas do Estado. Os meses mais chuvosos são janeiro e fevereiro, enquanto os mais secos são julho e agosto. O estado do Paraná apresenta aumento na quantidade de precipitação pluviométrica na direção litoral/oeste e norte/sul.

PALAVRAS CHAVE: Distribuições de probabilidades; chuva provável; Paraná.

Data de recebimento: 13/06/06. Data de aceite para publicação: 25/07/06.

¹O texto integra dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Cascavel.

²Discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Unioeste – Campus de Cascavel.

³Professor Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Unioeste – Campus de Cascavel. Endereço eletrônico: ssampaio@unioeste.br — mfqueiroz@unioeste.br.

SUMMARY: The objective of this work was to evaluate the use of the Log-Normal and Gamma distributions in the estimate of probable rainfall in the state of Paraná, using as tack tests Qui-square and Kolmogorov-Smirnov distributions, with 5% of significance. Daily precipitation data from twenty-two weather stations were used. The results showed that the Gamma distribution was more adequately adjusted to the conditions of the state. The rainiest months are January and February, while the driest are July and August. The state of Paraná presents an increasing in the amount of precipitation in the coast/west and north/south directions.

KEYWORDS: Distributions of probabilities; Probable rain; Paraná.

1. INTRODUÇÃO

O Paraná apresenta excelentes índices pluviométricos, podendo ser subdividido em três níveis: a região de campo, com índices anuais variando de 1350 a 1850 mm; a Serra do Mar, que apresenta o maior índice do Estado, de 3000 a 5000 mm anuais, e a região dos planaltos, na qual as precipitações podem atingir valores de 2500 a 3000 mm periodicamente (Longo et al., 2001).

Apesar dos altos índices anuais de precipitação, o Estado é afetado por períodos de estiagens, o que pode causar déficit hídrico, prejudicando o setor agropecuário, que é a principal atividade econômica do Paraná.

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.

A utilização de médias pluviométricas mensais não constitui um procedimento confiável que sirva de base para planejar as atividades agrícolas. Isto Justifica a utilização de modelos probabilísticos para o cálculo da precipitação mínima provável, com agrupamento de dados diários em quinzenas, visando o planejamento das atividades agrícolas.

De acordo com Villela e Matos (1975), dentre modelos probabilísticos ou distribuições de probabilidades, a Log-normal tem se ajustado bem a dados pluviométricos brasileiros. Além disso, possui maior facilidade operacional, quando comparada às demais distribuições. Sampaio et al. (1999), Rodrigues e Pruski (2001) e Longo et al. (2001) são alguns autores que avaliaram o emprego dessa distribuição aplicada ao ajuste de dados pluviométricos, encontrando problemas de ajustes aos dados com períodos que apresentavam totais com valor zero.

A distribuição Gama tem sido bastante usada, não somente no estudo de distribuições de precipitação, mas também no estudo de outras variáveis meteorológicas, tais como pressão de vapor e evapotranspiração, por apresentar zero como limite inferior e assimetria similar a dos dados meteorológicos. Vários foram os trabalhos realizados com essa distribuição em estudos pluviométricos, dentre eles destacam-se: Thom (1958), Thom (1968), Silva (1983), Assad et al. (1993), Assis (1993), Ribeiro e Lunardi (1997), Botelho e Morais (1999), Soares et al. (1999), Filho et al. (2000), Saad e Frizzone (2001), e Mattos e Silva (2001).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar as distribuições Gama e Log-Normal quando usadas na estimativa da precipitação pluvial provável quinzenal no Estado do Paraná, em nível de 75% de probabilidade e verificando-se respectivas aderências através dos testes de Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov em nível de 5% de probabilidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados pluviométricos foram cedidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), em planilha eletrônica. As coordenadas geográficas e período da séries históricas de precipitação registrada são apresentadas na Tabela 1. Na Figura 1 estão dispostas as estações meteorológicas utilizadas no desenvolvimento do trabalho.

TABELA 1 - Coordenadas geográficas e série histórica registrada das estações estudadas

Nº	Nome da Estação	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Série (anos)	Nº anos
1	Antonina	25°25'	48°42'	60	1977-2000	24
2	Cascavel	24°57'	53°27'	719	1975-2000	26
3	Candido de Abreu	24°34'	51°20'	645	1989-2000	12
4	Cerro Azul	24°49'	49°15'	366	1975-2000	26
5	Cianorte	23°39'	52°36'	490	1975-1998	24
6	Fernandes Pinheiro	25°25'	50°32'	893	1975-2000	26
7	Guarapuava	25°23'	51°27'	1070	1976-2000	25
8	Guaraqueçaba	25°18'	48°19'	10	1980-1998	19
9	Joaquim Távora	23°29'	49°54'	634	1975-1999	25
10	Lapa	25°46'	49°42'	909	1989-2000	12
11	Londrina	23°18'	51°09'	585	1976-2000	25
12	Nova Cantu	24°40'	52°34'	550	1977-1998	22
13	Palmas	26°29'	51°59'	783	1979-2000	22
14	Palotina	24°17'	53°50'	303	1975-2000	26
15	Paranavai	23°04'	52°27'	408	1975-2000	26
16	Pato Branco	26°13'	52°40'	721	1979-2000	22
17	Pinhais	25°32'	49°12'	930	1975-1997	23
18	Planalto	25°42'	53°45'	403	1975-1998	24
19	Ponta Grossa	25°05'	50°09'	885	1975-2000	26
20	São Miguel do Iguaçu	25°20'	54°12'	307	1982-1997	16
21	Telêmaco Borba	24°19'	50°36'	768	1977-2000	24
22	Umuarama	23°45'	53°19'	480	1975-2000	26

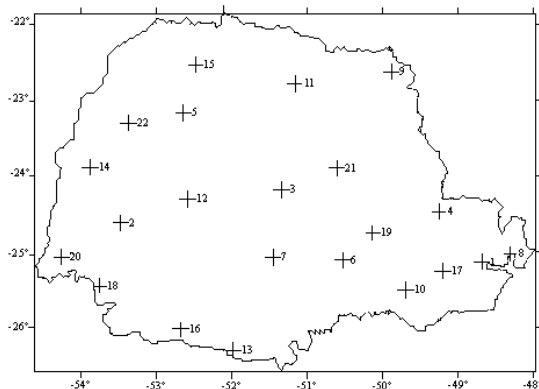


FIGURA 1 - Localização das estações meteorológicas estudadas no Estado do Paraná.

As distribuições usadas para prever as precipitações decendiais, com 75% de probabilidade seguindo proposta de Bernardo (1999), nas estações supracitadas foram a Gama, usando a máxima verossimilhança para determinação de seus parâmetros e a Log-normal, descritas nos trabalhos de Thom (1958) e Sampaio et al. (1999), respectivamente. O ajuste de ambas as distribuições foi avaliado pelos testes de aderência Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado com 5% de significância.

Desenvolveu-se um programa computacional em ambiente Matlab, denominado PREC_PROB, que procedeu à totalização da série diária em decendial, ajustes das séries decendiais às distribuições Gama e Log-normal, testes de aderência de Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov e emissão de relatórios.

A precipitação provável estimada foi georeferenciada no espaço amostral, sendo suas coordenadas geográficas transformadas em coordenadas cartesianas. O traçado das curvas nos mapas, unindo pontos de mesma grandeza, foi efetuado através de interpolação matemática, usando o método inverso do quadrado das distâncias.

Os períodos respectivos em que foram editados os gráficos de ajuste entre os dados observados e distribuições Gama e Log-Normal, para a cidade de Londrina, foram os meses de janeiro e agosto, por serem os meses de maior e menor precipitação, respectivamente.

Os mapas de isolinhas foram confeccionados a partir dos dados oriundos do modelo probabilístico de melhor ajuste, apontado pelos testes de aderência. Na construção dos mapas de isolinhas, foram necessários alguns ajustes, devido ao fato de o software SURFER 5.0 confeccionar

mapas somente em superfícies de contorno regular. As estações de precipitação provável estimada, após a interpolação, não fechavam um polígono abrangendo todo o Estado do Paraná, ficando algumas áreas sem precipitação estimada. Assim, a solução foi verificar as coordenadas dos quatro pontos extremos do Estado do Paraná e atribuir a esses pontos a provável precipitação das estações vizinhas.

Após a confecção do mapa de isolinhas, o mapa de contorno do Estado do Paraná foi importado do AUTOCAD e sobreposto ao mapa de isolinhas. Posteriormente pequenas correções foram realizadas com o uso do software Corel PHOTO-PAINT, retirando a área em excesso, que ficava fora dos limites do Estado do Paraná.

Em função da quantidade de municípios estudados, destaca-se que os resultados apresentados a seguir referem-se a três municípios que englobam os extremos da variabilidade ocorrida no Estado referente ao regime pluviométrico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se, nas Tabelas 2 e 3, as precipitações pluviométricas estimadas nos períodos quinzenais, bem como os testes de aderência Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov, com 5% de significância, para o município de Cascavel. Percebe-se que ambos os testes apresentam períodos inadequados para as distribuições Gama e Log-Normal, porém a distribuição Log-Normal apresenta um maior número de períodos quinzenais não ajustados de acordo com os testes realizados, visto que os valores calculados são menores que os tabelados, aceitando assim a hipótese de nulidade dos testes de aderência.

TABELA 2 - Precipitações pluviométricas prováveis quinzenais para o município de Cascavel, estimadas pela distribuição Gama e respectivos testes de aderência de Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov

Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1-15	12,0	23,5	6,0	3,9	1,5	7,2	1,5	1,5	2,2	17,1	22,6	28,3
16-30	28,5	2,6	1,9	8,0	6,5	5,4	0,6	0,4	6,8	21,3	6,2	9,3
Teste de Qui-Quadrado												
1-15	1,56	0,00	4,40	5,38	4,69	3,53	2,51	2,80	3,08	2,54	1,81	2,80
16-30	0,97	5,53	6,13	5,70	1,16	2,43	6,48	3,73	4,90	3,78	5,32	2,56
Teste de Smirnov-Kolmogorov												
1-15	0,13	0,08	0,18	0,26	0,23	0,21	0,15	0,21	0,23	0,21	0,15	0,10
16-30	0,15	0,26	0,26	0,26	0,18	0,26	0,28	0,18	0,23	0,21	0,21	0,28

Obs.: Os valores sombreados representam os períodos não ajustados à distribuição Gama.

TABELA 3 - Precipitações pluviométricas prováveis quinzenais para o município de Cascavel, estimadas pela distribuição Log-Normal e respectivos testes de aderência de Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov

Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1-15	5,3	20,6	1,9	1,0	0,3	3,1	0,4	0,4	0,5	7,3	17,4	24,6
16-30	24,4	0,5	0,3	2,4	2,1	1,7	0,1	0,1	2,1	9,0	1,9	2,9
Teste de Qui-Quadrado												
1-15	9,85	3,14	15,11	16,88	15,98	12,83	11,11	10,81	10,75	7,27	5,28	0,90
16-30	3,39	17,00	14,20	17,86	6,42	14,05	13,26	8,87	14,54	15,63	13,45	8,7
Teste de Kolmogorov- Smirnov												
1-15	0,23	0,13	0,31	0,28	0,28	0,26	0,28	0,26	0,28	0,21	0,23	0,13
16-30	0,21	0,33	0,31	0,31	0,26	0,33	0,33	0,21	0,28	0,28	0,31	0,41

Obs.: Os valores sombreados representam os períodos não ajustados à distribuição Log-Normal.

O município de Cascavel, localizado na região Oeste do Paraná, caracteriza-se por não possuir estações de precipitação definidas, com chuvas distribuídas em todo período anual, (Longo et al., 2001), com uma tendência de apresentar precipitação pluviométricas provável adequadamente estimada, nos períodos quinzenais de maiores índices de precipitação, através da distribuição Log-Normal.

Nas Tabelas 4 e 5, em que se apresentam os resultados para o município de Londrina, verifica-se que a distribuição Gama apresenta excelente qualidade de ajuste, através do teste Qui-Quadrado, sendo esta distribuição adequada em todos os períodos quinzenais. No teste de Kolmogorov-Smirnov nota-se o ajuste em praticamente todos os períodos, exceto em uma quinzena. Ribeiro e Lunardi (1997), que estudaram condições pluviométricas mensais do município de Londrina através da distribuição Gama, também verificaram que a distribuição representa as condições pluviométricas do município, quando testada através do teste de Kolmogorov-Smirnov, considerando-se o nível de 5% de significância.

TABELA 4 - Precipitações pluviométricas prováveis quinzenais para o município de Londrina, estimadas pela distribuição Gama e respectivos testes de aderência de Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov

Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1-15	14,0	23,6	14,0	2,9	0,6	0,9	0,1	0,1	0,6	7,1	22,9	32,3
16-30	14,1	3,9	8,8	1,6	1,5	0,4	0,1	0,0	4,0	13,0	3,8	22,0
Teste de Qui-Quadrado												
1-15	2,07	0,51	1,96	0,98	3,74	1,54	4,12	1,75	5,49	2,05	0,62	0,52
16-30	0,76	2,12	2,94	4,39	2,14	3,13	2,54	1,31	4,00	1,02	3,39	2,91
Teste de Kolmogorov- Smirnov												
1-15	0,16	0,08	0,11	0,16	0,22	0,16	0,16	0,16	0,24	0,16	0,08	0,08
16-30	0,14	0,19	0,19	0,27	0,22	0,24	0,19	0,19	0,19	0,16	0,24	0,16

Obs.: Os valores sombreados representam os períodos não ajustados à distribuição Gama.

TABELA 5 - Precipitações pluviométricas prováveis quinzenais para o município de Londrina, estimadas pela distribuição Log-Normal e respectivos testes de aderência de Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov

Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1-15	5,8	18,9	10,8	0,8	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	3,0	21,7	29,0
16-30	6,1	0,9	3,7	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	1,0	5,5	0,9	16,5
Teste de Qui-Quadrado												
1-15	11,0 7	1,23	1,33	8,84	10,19	2,34	5,65	3,35	13,41	10,38	1,22	0,60
16-30	11,3	10,33	12,46	12,28	9,61	12,96	3,05	7,30	11,81	8,40	12,73	6,49
Teste de Kolmogorov- Smirnov												
1-15	0,27	0,11	0,14	0,30	0,27	0,24	0,24	0,27	0,32	0,24	0,08	0,11
16-30	0,24	0,30	0,22	0,30	0,27	0,30	0,27	0,24	0,30	0,24	0,32	0,22

Obs.: Os valores sombreados representam os períodos não ajustados à distribuição Log-Normal.

Para a distribuição Log-Normal, verificou-se baixa qualidade de ajuste nos dois testes realizados em todo o período estudado. O teste de Kolmogorov-Smirnov mostra que a distribuição Log-Normal não se ajusta principalmente nos períodos que apresentam baixos valores de precipitação, sendo ajustáveis somente nos períodos de precipitação pluviométrica elevada, corroborando com resultados de Longo et al. (2001) e Sampaio et al. (1999). Este fato também é observado na Figura 2, quando se apresenta o ajuste dessa distribuição aos dados observados.

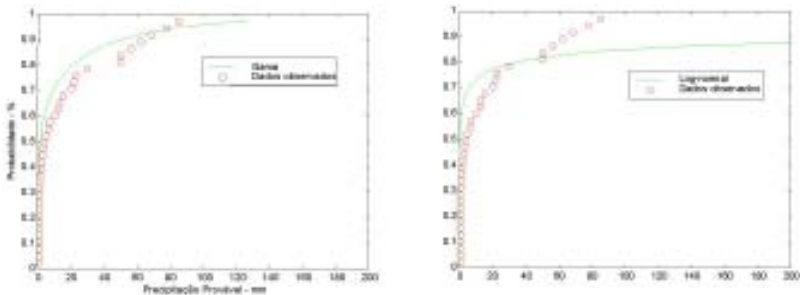


FIGURA 2 – Ajuste das distribuições Gama e Log-Normal da segunda quinzena do mês de agosto para o município de Londrina.

Ao observar a Tabela 6 nota-se que a distribuição Gama ajusta-se às condições pluviométricas do município de Pinhais pelo teste Qui-quadrado para todas as quinzenas. Porém, no teste de Kolmogorov-Smirnov constatou-se que essa distribuição não se ajusta aos dados da segunda quinzena de fevereiro, semelhante ao citado por Costa Neto (1977) quando relata que o método de Kolmogorov-Smirnov, em geral, é mais rigoroso que o Qui-Quadrado.

Os resultados da Tabela 7 demonstram que a distribuição Log-Normal apresentou um maior número de períodos em que não houve ajuste entre os dados observados e estimados pela distribuição.

TABELA 6 - Precipitações pluviométricas prováveis quinzenais para o município de Pinhais, estimadas pela distribuição Gama e respectivos testes de aderência de Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov

Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1-15	23,8	27,1	18,4	3,7	2,4	2,8	1,8	1,8	8,0	7,7	19,3	22,1
16-30	24,1	1,9	16,5	2,7	3,3	1,6	0,9	0,7	13,2	17,8	5,0	18,6
Teste de Qui-Quadrado												
1-15	1,13	1,85	0,09	2,28	1,40	1,28	0,66	2,25	7,13	2,38	0,14	4,24
16-30	1,09	8,54	1,86	0,86	1,36	2,42	1,15	2,78	3,31	1,82	1,99	2,26
Teste de Kolmogorov- Smirnov												
1-15	0,08	0,09	0,12	0,15	0,12	0,18	0,21	0,15	0,18	0,18	0,09	0,15
16-30	0,18	0,32	0,09	0,12	0,12	0,15	0,15	0,21	0,12	0,15	0,21	0,09

Obs.: Os valores sombreados representam os períodos não ajustados à distribuição Gama.

TABELA 7 - Precipitações pluviométricas prováveis quinzenais para o município de Pinhais, estimadas pela distribuição Log-Normal e respectivos testes de aderência de Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov

Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1-15	21,9	25,4	16,5	1,2	0,8	0,9	0,4	0,6	6,0	3,3	17,1	20,0
16-30	18,9	0,4	15,6	0,9	1,1	0,4	0,3	0,2	10,2	14,5	1,5	16,2
Teste de Qui-Quadrado												
1-15	0,36	1,28	0,99	10,09	3,71	6,61	6,73	3,93	6,38	12,13	0,75	2,37
16-30	3,40	16,78	0,98	5,09	4,39	8,17	6,00	11,41	5,60	3,32	10,91	0,40
Teste de Kolmogorov- Smirnov												
1-15	0,09	0,12	0,15	0,28	0,18	0,28	0,32	0,21	0,15	0,21	0,15	0,18
16-30	0,24	0,35	0,12	0,24	0,24	0,26	0,24	0,29	0,18	0,21	0,32	0,12

Obs.: Os valores sombreados representam os períodos não ajustados à distribuição Gama.

Os testes realizados em todos os municípios constataram que a distribuição Gama se ajusta melhor às condições pluviométricas mínimas do Estado do Paraná, sendo indiferentes do sistema de distribuição das chuvas de cada região para o período 15 dias. Essa observação também é ressaltada nos trabalhos de Gomes (2000), Assis (1993), Garcia e Castro (1986), Silva (1983), Assad et al. (1993), Fonseca e Albuquerque (1978), Saad e Frizzone (2001), Sansigolo (1996), Ribeiro e Lunardi (1997), Botelho e Moraes (1999), Mattos e Silva (2001), Filho et al. (2000), quando encontraram resultados satisfatórios na estimativa de precipitação através da distribuição Gama, indiferente das condições pluviométricas e período avaliado.

A Figura 3 apresenta os resultados da precipitação pluviométricas provável quinzenal do mês de janeiro para o Estado do Paraná. Na primeira quinzena, percebe-se que a precipitação do período concentra-se na região litorânea, e pequena parte da região central do Estado, os índices do período concentram-se entre 15 e 25 mm. Precipitações referentes à segunda quinzena mostram que a precipitação é constante em todo o Estado, apresentando maiores concentrações nas regiões central e norte do Estado.

A precipitação quinzenal do mês de agosto (Figura 4) apresenta índices pluviométricos baixos porém, os maiores índices ocorrem na região litorânea, com valores próximos a 7 mm, enquanto as demais regiões do Estado mostram índices muito baixos de precipitação pluviométrica, com valores inferiores a 1 mm, no período.

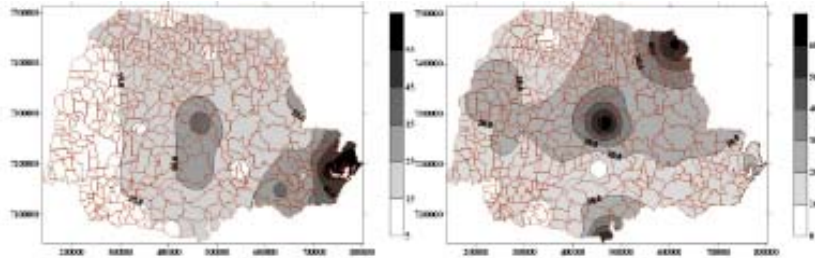


FIGURA 3 – Distribuição espacial da precipitação pluviométricas provável da primeira e segunda quinzena do mês de janeiro para o Estado do Paraná.

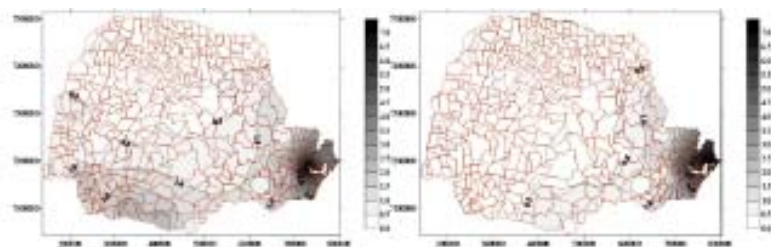


FIGURA 4 – Distribuição espacial da precipitação pluviométricas provável da primeira e segunda quinzena do mês de agosto para o Estado do Paraná.

De modo geral, os resultados das precipitações pluviométricas prováveis quinzenais demonstram uma estreita relação em todas as estações avaliadas, não havendo picos de precipitação com índices próximos entre as quinzenas, e não se observou um período com tendência a ser mais chuvoso. Exceção foi observada no município de

Londrina, em que as quinzenas dos meses de julho e agosto apresentaram baixas quantidades de precipitação, próximas de zero. Em todas as outras localidades a precipitação é distribuída de modo uniforme. Esses dados também demonstram que a precipitação provável, quando estimada pela distribuição Log-Normal, propicia uma maior oscilação de precipitação entre as quinzenas, do que quando estimada pela distribuição Gama. Também é possível observar, em todas as estações estudadas, que a distribuição Log-Normal gera valores menores de precipitação em todos os períodos, apresentando, em determinados períodos, valores “zero” para precipitação provável.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que:

Através dos testes Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov em nível de 5% de significância, nota-se uma tendência de a distribuição Gama apresentar melhor ajuste que a distribuição Log-Normal, das séries históricas de precipitação do Estado do Paraná.

O Estado do Paraná não apresenta estações de chuvas divididas em seca e chuvosa, com chuvas distribuídas durante todo período anual. Os meses de outubro a fevereiro apresentaram as maiores quantidades de chuvas, enquanto os mais secos são julho e agosto.

5. REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MASUTOMO, R.; CASTRO, L. H. R.; SILVA, F. A. M. da. Veranicos na região dos cerrados brasileiros, frequência e probabilidade de ocorrência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n.9, p. 993-1003. 1993.

ASSIS, F. N. de. Ajuste da função Gama aos totais semanais de chuva de Pelotas – RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 131-136. 1993.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5. ed. Viçosa, MG, Impr. Uni., UFV, 1999. 596 p.

BOTELHO, V. A. V. A.; MORAIS, A. R. de. Estimativas dos parâmetros de distribuição Gama de dados pluviométricos do município de Lavras, Estado de Minas Gerais. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 697-706, 1999.

COSTA NETO, P. L. de O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 264 p.

FILHO, J. S. V.; AMORIM, R. F. C.; LEITE, M. de L.; BALARIM, C. R. Probabilidade sazonal de precipitação para a região do sertão alagoano. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 20, n. 1, p. 75-81, 2000.

FONSECA, V. O.; ALBUQUERQUE, J. A. S. Estimativa dos parâmetros da distribuição Gama de probabilidades para totais de precipitação de uma região de Pelotas. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 9, p. 47-58, 1978.

GARCIA, E. A. C.; CASTRO, L. H. C. Análise da frequência de chuva no pantanal mato-grossense. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 21, n. 9, p. 909-925, 1986.

GOMES, B. M. **Comportamento espacial da precipitação decenal (P 75%) para o Estado de São Paulo**. Botucatu, 2000. 135 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

LONGO, A. J.; SAMPAIO, S. C.; CORREA, M. M.; VILAS BOAS, M. A. Precipitação provável e equação de chuvas intensas para o município de Cascavel – PR. In. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu: CONBEA, 2001. 1 CD.

MATTOS, A.; SILVA, F. A. da. **Balanco hídrico e disponibilidade de água para o estado de Goiás**. Disponível em: <www.hidroweb.aneel.gov.br/doc/tópicos/tópicos/oral3.html> Acesso em: 28 out. 2001.

RIBEIRO, A. M. de A.; LUNARDI, D. M. C. A precipitação mensal provável para Londrina-PR, através da função Gama. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 12, n. 4. p. 37-44, 1997.

RODRIGUES, L. N.; PRUSKI, F. F. **Precipitação provável para João Pinheiro, Minas Gerais, utilizando as funções de distribuição de probabilidades gama e log-normal**. Disponível em: <www.ufv.br/Dea/revista/v5n3.htm> Acesso em: 26 out. 2001.

SAAD, J. C. S.; FRIZZONE, J. A. **Estudo da distribuição de frequência da precipitação pluvial visando o dimensionamento de sistemas de irrigação**. Disponível em: <www.fca.unesp.br/posgradua/Irriga/revista/3_1/artigo.htm> Acesso em: 20 set. 2001.

SAMPAIO, S. C.; CORRÊA, M. M.; SOUZA, M. R.; GUIMARÃES, J. C.; SILVA, A. M. Precipitação provável para o Município de Lavras, MG, utilizando a distribuição Log-Normal. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 382-389, 1999.

SANSIGOLO, C. A. Variabilidade interanual da estação chuvosa no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1. p. 101-105, 1996.

SILVA, C. D. da. Determinação da precipitação pluviométrica provável par a cidade de Barreiras-BA. **Revista Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 7, n. 1. p. 9-16, 1983.

SILVA, F. A. M. da. **Estimativa da variação espaço temporal da disponibilidade hídrica decendial no estado de Goiás**. 1995, 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

SOARES, A. A.; FARIA, R. A. de.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, C. A. A. S. **Evapotranspiração de referência e precipitação provável no estado de Minas Gerais visando a elaboração de projetos de irrigação**. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 18, n. 4. p. 14-18, 1999.

THOM, H. C. S. **A note on the gama distribution**. Monthly Weather Review, Washington, v. 86, p. 117-22. 1958.

THOM, H. C. S. **Direct and inverse tables of gama distribution**. Silver Spring: Environmental Science Service Administration, 1968, 11 p.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975, 245 p.

V A R I A
S C I E N T I A

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

REVISTA VARIA SCIENTIA

Versão eletrônica disponível na internet:

www.unioeste.br/saber