

Valores recomendáveis de precipitação pluvial para uso no manejo da irrigação em Russas, CE

Recommended rain depts for use in irrigated areas of the Russas region, state of Ceará

Levi Gonçalves Moreira¹, Thales Vinicius de Araújo Viana², Benito Moreira de Azevedo², Aderson Soares de Andrade Junior³ e Solerne Caminha Costa⁴

RESUMO

O município de Russas, CE, situa-se no semi-árido nordestino, com o predomínio de cultivos agrícolas em condições de sequeiro. Tais cultivos apresentam altos riscos, devido à inconsistência da estação chuvosa, justificando, portanto, estudos detalhados para um melhor planejamento das atividades agrícolas, durante aquela estação. Este trabalho foi realizado objetivando estimar a precipitação pluviométrica recomendável para uso em projetos de irrigação, no período chuvoso, em Russas, CE, através da distribuição Gama. Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica, de uma série de 28 anos (1974 a 2001). Após a quantificação da distribuição de frequência, os dados foram submetidos ao teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov. Verificou-se que os valores da precipitação pluvial recomendáveis, ao nível de 75% de probabilidade, por decêndio para uso no manejo da irrigação foram: 5,5 mm no 1º decênio de janeiro (J1); 10,2 mm no J2; 8,6 mm no J3; 8,8 mm no F1; 20,2 mm no F2; 11,0 mm no F3; 16,9 no M1; 24,6 mm no M2; 34,3 mm no M3; 16,2 mm no A1; 20,8 mm no A2; 25,1 no A3; 16,6 no MA1; 14,5 no MA2 e 7,8 no MA3.

Termos para indexação: Distribuição Gama, estação chuvosa, semi-árido.

ABSTRACT

The city of Russas, in the State of Ceará, Brazil, is situated in the semi-arid Northeast, with agricultural activities mainly occurring under rainfed conditions. Such cultivation types are at great risks as the rainy season is quite uncertain. Therefore, it is necessary to carry out detailed research towards a better planning of agricultural activities during that season. This work was conducted with the objective of estimating the annual precipitation recommended for use in irrigation projects in the rainy season at Russas, Ceará through the gamma distribution. We used daily data of rainfall of a series of 28 years (from 1974 - 2001). After determining the frequency distribution, the data were submitted to the adherence test of Kolmogorov-Smirnov. We observed that precipitation values recommended, at the 75% probability level for 10-day periods to be used irrigation management were as follows: 5.5 mm for the 1st 10-day period of January (J1); 10.2 mm for the 2nd 10-day period of January (J2); 8.6 mm for J3; 8.8 mm for the 1st 10-day period of February (F1); 20.2 mm for F2; 11.0 mm for F3; 16.9 mm for the 1st 10-day period of March (M1); 24.6 mm for M2; 34.3 mm for M3; 16.2 mm for A1; 20.8 mm for A2; 25.1 mm for A3; 16.6 mm for MA1; 14.5 mm for MA2 and 7.8 mm for MA3.

Index terms: Gamma distribution, rainfall season, semiarid.

¹ Estudante de graduação em Agronomia na UFC. E-mail: levigm@zipmail.com.br

² Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Prof. Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola da UFC, Fortaleza-CE. E-mail: thales@ufc.br

³ Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte

⁴ Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Professor do CENTEC, CE.

Introdução

O estado do Ceará está dividido em três macrorregiões do ponto de vista climático: o litoral, sub-úmido; o sertão, semi-árido; e as serras úmidas, de acordo com a classificação proposta por Thornthwaite. O município de Russas (04°56' S, 37°59' W, 72,4 m) situa-se na macrorregião do sertão, ocupando uma área de 1607,2 km², com o predomínio de cultivos agrícolas em condições de sequeiro. Tais cultivos apresentam altos riscos, devido à inconsistência da estação chuvosa, sendo este um dos principais fatores limitantes à expansão da produção agrícola no município. Em consequência, fazem-se necessários estudos mais detalhados para possibilitar um melhor planejamento da época de plantio em condições de sequeiro e/ou do uso de irrigações suplementares durante a estação chuvosa.

Existem várias metodologias para a estimativa da precipitação provável, sendo que dentre elas a função de distribuição de probabilidade Gama é a mais usual para períodos menores ou iguais a um mês (Assis et al., 1996). Embora tenham limitações, pois se baseiam em dados passados com fins de previsões futuras, esses modelos são úteis para o planejamento de atividades tais como: preparo do solo, semeadura, irrigação, colheita, e outros (Assis, 1994).

Botelho (1998) estudando o ajuste da distribuição gama aos dados de precipitação pluvial do município de Lavras, MG, concluiu que: à medida que se aumenta o tamanho dos períodos existe uma tendência dos dados se ajustarem melhor a distribuição gama; os dados diários não se ajustaram. Rodrigues e Pruski (1997) e Virgens Filho et al. (2000) encontraram resultados satisfatórios na estimativa da precipitação decenal, com a distribuição Gama, para o sertão alagoano e o município de João Pinheiro, MG, respectivamente. Catalunha et al. (2002) analisando valores mensais somente recomendou-a para o período chuvoso, juntamente com a de Weibull e a exponencial. Ressaltou, ainda, ser melhor o uso da distribuição exponencial para o período seco. Já Ribeiro e Lunardi (1997) relataram ter encontrado valores mensais da precipitação pluvial, ajustados, ao longo de todo o ano, para Londrina, PR, com o uso da distribuição gama.

Em projetos de irrigação, comumente adotam-se os valores normais como caracterizadores das condições climáticas locais. Entretanto, na maioria das vezes, os valores normais estão inclusos na faixa probabilística de 30 a 40%, daí não serem recomen-

dados para estes projetos (Morais et al., 1999). Em conformidade, Vivaldi (1973) e Soares et al. (1999) sugeriram uma análise mais criteriosa dos valores a serem assumidos como constantes para uma determinada região, análises estas relacionadas às distribuições de freqüências dos valores estimados.

Analisando a distribuição de chuvas em Bauru, SP, Cunha (1996) concluiu que os valores médios de precipitação pluvial encontravam-se entre os níveis de 30 e 50% de probabilidade, superestimando os valores encontrados no nível de 75%, os quais são recomendados para projetos agrícolas. Viana et al. (2002) encontraram resultados semelhantes para Pentecoste, no Ceará.

Este trabalho foi realizado objetivando estimar a precipitação pluviométrica recomendável para uso em projetos de irrigação, no período chuvoso, em Russas, CE, utilizando-se a função de distribuição de probabilidade Gama.

Material e Métodos

Utilizaram-se dados diários de precipitação pluviométrica, de uma série histórica de 28 anos (1974-2001), obtidos junto a FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia. A estimativa da precipitação pluviométrica provável foi realizada utilizando-se a função de distribuição de probabilidade Gama para os seguintes níveis de probabilidade: 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80 e 90%. Sua função cumulativa de distribuição de probabilidade tem a seguinte forma, conforme Assis et al. (1996):

$$F(x) = \frac{1}{r(\alpha) \cdot \beta^\alpha} \int_0^x X^{(\alpha-1)} \cdot \exp(-x/\beta) \cdot d(X) \quad (1)$$

onde os parâmetros de forma e escala do modelo, a e b, foram obtidos utilizando-se o método proposto por Milke (1975). A função matemática Gama é definida por:

$$r(a) = \int_0^\infty x^{(a-1)} \cdot \exp(-x) \cdot dx \quad (2)$$

Utilizou-se a distribuição cumulativa Gama Mista, pois a série de dados analisada, continha valores nulos. A referida distribuição é determinada em duas partes, conforme descrição apresentada por Assis et al. (1996):

$$G(X) = P_0 + (1 - P_0) \cdot F(X) \quad (3)$$

em que:

$$P_0 = \frac{N_0}{(N + 1)} \quad (4)$$

onde: P_0 é a probabilidade de ocorrência de valores nulos; $G(X)$ é a distribuição cumulativa Gama; N_0 é o número de valores nulos da série; N é o número total de dados analisados.

Verificou-se o ajuste dos dados pluviométricos à distribuição cumulativa Gama mista, nos períodos analisados, através do teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância, conforme proposição de Campos (1979).

Resultados e Discussão

Caracterizaram-se duas estações distintas, do ponto de vista agrícola: uma chuvosa de janeiro a maio e outra seca de junho a dezembro. A precipitação média anual foi de 744,6 mm sendo de 631,4 e 113,2 mm, as médias referentes às estações chuvosa e seca, respectivamente. O decêndio mais chuvoso foi o 3º de março (M3) com precipitação média de 83,7 mm, em seguida vieram: o 2º de abril (A2) com 54,6 mm, e o 3º de abril (A3) com 53,3mm. Os decêndios com menores precipitações, dentro da estação chuvosa, foram: o 1º e o 2º de janeiro, o 1º de fevereiro e o 3º de maio (Figura 1). O período

com maior média pluviométrica está compreendido entre o 2º decênio de fevereiro e o 1º decênio de maio, com uma precipitação média superior a 40 mm. Ressalta-se, que os valores da precipitação decendial encontrados, para a estação chuvosa, apresentaram-se ajustados perante o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância. Resultados satisfatórios com o uso da distribuição Gama com períodos decendiais, ou maiores, também foram obtidos por Ribeiro e Lunardi (1997), Rodrigues e Pruski (1997), Botelho (1998), Virgens Filho et al. (2000) e Catalunha et al. (2002).

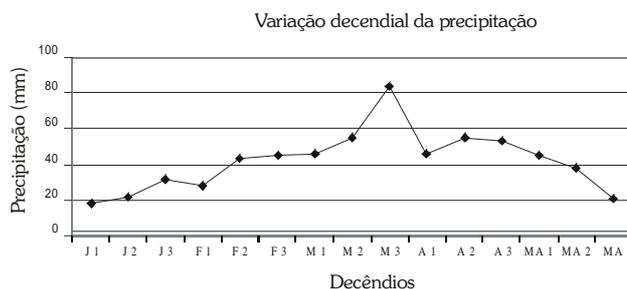


Figura 1 - Média pluviométrica de 28 anos (1974-2001) dos valores decendiais em milímetro, no período chuvoso em Russas, CE.

Os valores médios mensais de precipitação para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio foram, respectivamente, 71,9, 116,3, 184,8, 153,8 e 104,7 mm, e os valores médios decendiais, no período chuvoso, ficaram situados entre os níveis de probabilidade: 30 e 40% (Tabela 1). Em função

Tabela 1 - Precipitação decendial mínima esperada (mm) associada a diferentes níveis de probabilidade segundo o modelo gama, em Russas, CE.

Probabilidade	J 1	J 2	J 3	F 1	F 2	F 3	M 1	M 2	M 3	A 1	A 2	A 3	MA 1	MA 2	MA 3
90%	3,2	7,6	3,4	3,6	12,6	4,6	7,6	12,9	16,7	7,2	10,1	14,9	8,1	8,7	4,5
80%	4,7	9,4	6,8	7,0	17,9	8,8	13,8	20,8	28,5	13,2	17,2	21,9	13,8	12,7	6,8
75%	5,5	10,2	8,6	8,8	20,2	11,0	16,9	24,6	34,3	16,2	20,8	25,1	16,6	14,5	7,8
70%	6,2	10,9	10,5	10,7	22,5	13,3	20,2	28,5	40,2	19,3	24,3	28,3	19,4	16,4	8,9
60%	7,7	12,3	14,8	14,8	27,1	18,3	27,2	36,4	52,6	26,0	31,9	34,6	25,4	20,0	11,1
50%	9,4	13,8	19,7	19,5	32,0	24,1	35,1	45,1	66,4	33,6	40,3	41,4	32,1	23,9	13,5
40%	11,2	15,3	25,6	25,3	37,4	31,0	44,4	55,0	82,5	42,7	50,1	49,0	39,9	28,3	16,2
30%	13,5	17,1	33,3	32,5	43,8	39,8	56,1	67,2	102,3	54,0	62,2	58,2	49,5	33,6	19,5
25%	14,9	18,1	38,1	37,1	47,6	45,4	63,4	74,7	114,6	61,0	69,7	63,7	55,4	36,8	21,5
20%	16,6	19,4	43,9	42,6	52,1	52,1	72,2	83,6	129,3	69,5	78,7	70,2	62,5	40,6	23,9
10%	21,5	22,8	62,0	59,6	65,4	72,9	99,0	110,3	173,6	95,4	105,8	89,4	84,0	51,7	31,0
MÉDIAS	18,3	21,8	31,8	27,7	43,6	45,0	46,0	55,0	83,7	45,8	54,6	53,3	45,1	37,9	21,8

de suas baixas probabilidades de ocorrência, estes valores médios não são recomendados para uso em projetos agrícolas. Caso fossem utilizados esses valores normais da precipitação pluvial nos projetos de irrigação suplementar, somente de 3 a 4 anos em cada dez a oferta hídrica pluvial seria igual ou superior a utilizada no projeto, em consequência, haveria deficiência hídrica na área em análise nos outros 6 a 7 anos. Comentário semelhante fizeram Vivaldi (1973), Assis (1994), Ribeiro e Lunardi (1997), Moraes et al. (1999) e Soares et al. (1999).

Pode-se observar também na Tabela 1 que os valores da precipitação pluvial recomendáveis, ao nível de 75% de probabilidade, por decêndio para uso no manejo da irrigação foram: 5,5 mm no 1º decênio de janeiro (J1); 10,2 mm no J2; 8,6 mm no J3; 8,8 mm no F1; 20,2 mm no F2; 11,0 mm no F3; 16,9 no M1; 24,6 mm no M2; 34,3 mm no M3; 16,2 mm no A1; 20,8 mm no A2; 25,1 no A3; 16,6 no MA1; 14,5 no MA2 e 7,8 no MA3.

A Figura 2 mostra a variação ao longo da estação chuvosa dos valores das precipitações normais e a 75% de probabilidade. Nota-se que durante todo o período os valores normais são muito superiores aos que apresentam 75% de probabilidade de ocorrência, recomendáveis para os projetos agrícolas. A utilização do valor médio em janeiro superestimaria em 244,0% a precipitação ao nível de 75% de probabilidade. Em fevereiro, 206,9%; em março, 50,5%; em abril, 161,6%; em maio, 408,3%. Em toda a estação chuvosa, a superestimativa média seria de 142,0%. Valores normais de precipitação pluvial superiores ao nível de 75% de probabilidade também foram encontrados por Cunha (1996) e Viana et al. (2002) para Bauru-SP e Pentecoste-CE, respectivamente.

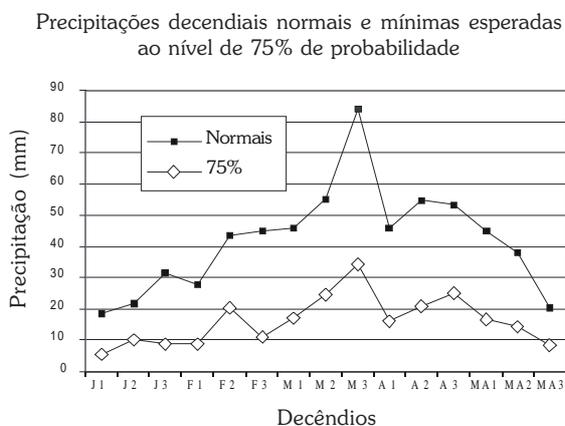


Figura 2 - Variação ao longo da estação chuvosa das precipitações normais e a 75% de probabilidade, em Russas, CE (1974-2001).

Conclusões

Os valores da precipitação pluvial recomendáveis, ao nível de 75% de probabilidade, por decêndio para uso no manejo da irrigação foram: 5,5 mm no 1º decênio de janeiro (J1); 10,2 mm no J2; 8,6 mm no J3; 8,8 mm no F1; 20,2 mm no F2; 11,0 mm no F3; 16,9 no M1; 24,6 mm no M2; 34,3 mm no M3; 16,2 mm no A1; 20,8 mm no A2; 25,1 no A3; 16,6 no MA1; 14,5 no MA2 e 7,8 no MA3.

Referências Bibliográficas

ASSIS, F. N. Probabilidades de ocorrência de dias sem chuva e chuvosos em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1., n.1, p.131-136, 1994.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Ed. Universitária, 1996. 161p.

BOTELHO, V. A. V. A. **Ajuste da distribuição gama aos dados de precipitação pluvial do município de Lavras, estado de Minas Gerais**. 1998. 188f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. Piracicaba: FEALQ, 1979. 343p.

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**, Santa Maria, v.10, n.1, p.153 -162, 2002.

CUNHA, A. R. **O modelo gama de probabilidade aplicada ao estudo da distribuição da chuva mensal na região administrativa de Bauru, SP**. 1996. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu.

MILKE, P. W. **Simple Iterative Procedures for Two-Parameter Gamma Distribution Maximum Likelihood Estimates**, Barcelona, Blume, 1975. 433p.

MORAIS, A. R.; BOTELHO, V. A. V. A.; CARVALHO, L. G.; MUNIZ, J. A.; LAGE, G.; Estimativa da

precipitação provável em Lavras, MG, através da distribuição Gama. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.14-28, 1999.

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

RODRIGUES, L. N.; PRUSKY, F. F. Precipitação provável para João Pinheiro, Minas Gerais, utilizando as funções de distribuição de probabilidade Gama e Log-normal. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.5, n.3, p.237-243, 1997.

SOARES, A. A.; FARIA, R. A.; SEDYAMA, G. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; Evapotranspiração de referência e precipitação provável no estado de Minas Gerais visando a elaboração de projetos de irriga-

ção. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.14-28, 1999.

VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; BONFIM, G. V.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos em Pentecoste, CE. **Irriga**, Botucatu, SP, v.7, n.3, p.226-229, 2002.

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

VIVALDI, L. J. **Utilização da distribuição gama em dados pluviométricos**. Piracicaba, 1973. 77f. Dissertação (Mestre em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.