

DISTRIBUIÇÃO E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVAS NO MUNICÍPIO DE NOVA MARINGÁ-MT

PATRÍCIA SIMONE PALHANA MOREIRA¹, RIVANILDO DALLACORT², RAPHAELLA ABREU
MAGALHÃES¹, MIRIAM HIROKO INOUE², MARINÊZ CARGNIN STIELER², DIONEI JOSÉ DA SILVA²
E JULIANO ARAÚJO MARTINS¹

Recebido em 13.12.2009 e aceito em 20.10.2010.

¹Acadêmicos de Graduação, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT – Campus Universitário de Tangará da Serra.

²Professores UNEMAT, Campus Universitário de Tangará da Serra. Rod. MT 358, km 07 – Jardim Aeroporto, Tangará da Serra – MT, CEP: 78.300-000 Caixa Postal: 379. E-mail: rivanildo@unemat.br; miriamhinoue@hotmail.com; marinez@unemat.br; dioneijs@gmail.com

RESUMO: Objetivou-se no presente trabalho avaliar a variabilidade anual, mensal e decenal, quantificar o número de dias secos e chuvosos e definir diferentes níveis de probabilidade de precipitação, utilizando a distribuição Gama Incompleta, para a região de Nova Maringá-MT. Foram utilizados dados pluviométricos disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), do período de 1983 a 2007, totalizando um histórico ininterrupto de 25 anos. Os maiores índices de precipitação ocorreram de outubro a janeiro e os menores de março a junho, caracterizando a estação seca e chuvosa da região, respectivamente. Em 1985, ocorreu a maior precipitação anual (2.329 mm) e em 1999 a menor (1.162 mm), sendo a precipitação média anual do período de 1664 mm. A ocorrência de dias secos e chuvosos é em média de 280 e 85 dias, respectivamente. A função Gama Incompleta expressou adequadamente a probabilidade de precipitação na região em estudo. Os resultados desta pesquisa auxiliarão no planejamento agrícola e tomada de decisão de agricultores da região.

Termos para indexação: Distribuição gama, precipitação, variabilidade pluviométrica

DISTRIBUTION AND PROBABILITY OF RAINFALL OCCURRENCE IN NOVA MARINGÁ
MUNICIPALITY, MATO GROSSO STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The aim of the present study was to evaluate the annual, monthly and decennial variability, to quantify the number of dry and rainy days and to define different rainfall probability levels using the incomplete gamma distribution for the region of Nova Maringá Municipality, Mato Grosso State, Brazil. Rainfall data between 1983 and 2007, totaling an uninterrupted history of 25 years, were provided by the National Water Agency (ANA). The highest rainfall indexes were detected from October to January and the lowest ones from March to June, characterizing the dry and rainy seasons of the region, respectively. The highest annual rainfall (2329 mm) occurred in 1985 and the lowest one (1162 mm) in 1999, when the mean annual rainfall was 1664 mm. Dry and rainy days corresponded to an average of 280 and 85 days, respectively. The incomplete gamma function adequately expressed the rainfall probability in the study site. The present results will help local farmers in agricultural planning and decision making.

Index terms: gamma distribution, rainfall, rainfall variability

INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica está entre os elementos meteorológicos mais importantes e influentes nas condições ambientais, em especial para a agricultura influenciando diretamente no desenvolvimento das culturas agrícolas e na produção final (Dallacort et al., 2008). Também é

essencial na constituição do clima de uma determinada região, agindo principalmente sobre o balanço de água no solo, na temperatura e umidade do ar. A precipitação é a variável meteorológica que influencia diretamente no balanço hídrico de uma região, podendo-se por meio dela determinar o excesso ou escassez de chuvas de uma determinada região (Silva et al., 2003).

As quantidades relativas de precipitações, o volume, os regimes sazonais ou diários, a distribuição temporal e as intensidades de chuvas individuais, são algumas das características que afetam direta ou indiretamente as condições do ambiente (Sousa et al., 2006). Segundo Karl et al., (1996), o aquecimento global tem como conseqüências diretas a alteração na freqüência e distribuição das chuvas, aumentando as ocorrências de secas e/ou de chuvas.

Os conhecimentos referentes ao regime de chuvas de uma determinada região contribuem para a tomada de decisões em diversas áreas estratégicas para o desenvolvimento econômico e social do País, como, por exemplo, a geração de energia elétrica, defesa civil e algumas atividades agrícolas e industriais (Queiroz et al., 2001).

A precipitação pluviométrica de um determinado local pode ser prevista em termos probabilísticos, mediante modelos teóricos de distribuição, ajustados a uma série de dados. Fietz et al. (1997) relatam que os modelos gerados, após a comprovação da aderência dos dados à distribuição teórica, podem fornecer informações úteis para o planejamento de muitas atividades. Thom (1958) e Cunha et al. (1996) consideram que, dentre os modelos probabilísticos avaliados por meio de análises em histogramas de freqüência, o modelo da distribuição Gama é o que tem apresentado melhores resultados, em estimativa de probabilidades e na simulação de dados climáticos diários.

Diversos estudos indicam a distribuição gama, como o meio probabilístico mais confiável na determinação de totais mensais de precipitação como se verifica em Murta et al. (2005), Silva et al. (2007), Sampaio et al. (2007) e Lima et al. (2008), sendo estes estudos aplicados nas diversas áreas, com destaque para as pesquisas realizadas por Faria & Bowen (2003), Suleiman & Ritchie (2004) e Dallacort et al. (2005) na área de modelagem agrometeorológica no planejamento agrícola.

O teste de Kolmogorov-Smirnov é baseado no módulo da maior diferença entre a probabilidade observada e a estimada, que é comparada com um valor tabelado de acordo com o número de observações da série sob teste (Catalunha et al., 2002). Araújo et al. (2001) relataram que o modelo que melhor se ajustou aos dados de precipitação provável para a região de Boa Vista foi o de distribuição de probabilidade gama. Soccol et al. (2007) em Lages-SC, também verificaram um bom ajuste da distribuição gama para a série de dados de precipitação mensal daquela região.

Devido à importância destacada e conhecer cientificamente a distribuição das chuvas de uma determinada região, o que poderá contribuir nas mais diversas áreas de conhecimento, objetivou-se determinar as variabilidades anual, mensal e decenal, quantificar o número de dias secos e chuvosos e definir diferentes níveis de probabilidade utilizando o modelo probabilístico distribuição Gama incompleta para os dados de precipitação pluviométrica na região de Nova Maringá - MT.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados pluviométricos foram disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) (COD: 01357000), a qual possui uma estação localizada no município de Nova Maringá (latitude 13°01'39" S, longitude 57°05'26" W e altitude de 370 m). As chuvas desta região contribuem na formação do Rio do Sangue, contribuinte da Bacia Amazônica. Os valores de precipitação foram coletados com auxílio de um pluviômetro tipo *Ville de Paris*, instalado sobre um suporte de 1,5 m de altura do solo, em um período de 25 anos (1983 a 2007). Os dados foram tabulados e sua consistência verificada com o auxílio do software computacional CLIMA desenvolvido pelo Instituto Agrônomo do Paraná (Faria et al., 2003). Posteriormente análises de médias e desvio padrão anuais, mensais e decendiais foram realizados para discussão dos dados. Para análise de ocorrência de dias secos e chuvosos, foram considerados secos, dias em que a precipitação foi igual ou inferior a 5 mm e chuvosos quando a precipitação foi superior a 5 mm (Sans et al., 2001).

A determinação de diferentes níveis de probabilidade de precipitação, foram realizadas utilizando o modelo probabilístico de distribuição Gama incompleta (Thon, 1958). Sua função densidade de probabilidade é dada pela equação 1.

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

Onde: α = parâmetro de forma (adimensional);
 β = parâmetro de escala (mm);
 e = base do logaritmo neperiano;
 x = total de precipitação (mm); e
 Γ = símbolos da função gama, definida conforme a equação 2.

$$\Gamma(\alpha + 1) = \sqrt{2\pi\alpha} \alpha^\alpha e^\alpha \left(1 + \frac{1}{12\alpha} + \frac{1}{288\alpha^2} - \frac{139}{51840\alpha^3} \right) \quad (2)$$

Um dos métodos usualmente utilizado, é método dos momentos, é o que consiste em igualar a média (\bar{X}) e a variância (S^2) da amostra à média e a variância da população, originando as equações 3 e 4 (Assis et al., 1996).

$$\alpha = \frac{\bar{X}^2}{S^2} \quad (3)$$

$$\beta = \frac{S^2}{\bar{X}} \quad (4)$$

Em que: \bar{X} = precipitação média do período (mm);
 S^2 = Variância (mm²).

Determinaram-se níveis de 10, 25, 40, 50, 60, 75 e 90% de probabilidade para posterior análise e discussão dos resultados.

Para avaliação do ajuste entre a distribuição de frequências associada aos valores observados da precipitação nos vários períodos temporais analisados e a distribuição Gama, foi realizado o teste de qualidade do ajuste de Kolmogorov-Smirnov, com 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve grande variabilidade anual da precipitação no período estudado, pois o ano de 1985 apresentou a maior precipitação, 2.329 e 1.999 mm, o menor índice com apenas 1.162 mm (Figura 1). Os anos que apresentaram as maiores precipitações pluviométricas anuais foram 1985 (2.329 mm), 1994 (2.084 mm) e 2006 (2.004 mm). Objetivando avaliar a variabilidade pluviométrica no extremo norte do estado de Mato Grosso nos anos de 1990 a 1996, Sousa et al. (2006) relataram que núcleo mais chuvoso pode atingir valores superiores de 2.750 mm. Segundo esses autores, as áreas de maior pluviosidade correspondem ao extremo norte e noroeste do Estado, com totais médios anuais que variam entre 2.100 e 2.500 mm, valores semelhantes ao encontrado neste trabalho.

No período correspondente aos anos de 1983 a 2007, os meses com maiores índices de precipitação ocorreram de outubro a janeiro, e os menores de março a julho. Observou-se que os meses mais críticos encontraram-se entre abril e junho, nos quais as médias mensais de precipitação ficam inferiores a 12 mm (Figura 2). O mês de novembro apresentou a maior média (332 mm), seguido dos meses de dezembro e janeiro com médias de 309 e 249 mm, respectivamente.

Estes meses, que apresentaram as maiores precipitações, também foram os que apresentaram os maiores desvios-padrão (116 mm em novembro, 122 mm em dezembro e 100 mm em janeiro). O menor desvio padrão foi observado para o mês de maio (9 mm).

Na análise do comportamento da distribuição pluviométrica decendial (Figura 3), observou-se que a partir do quinto decêndio as chuvas começam a diminuir. Do sétimo ao vigésimo primeiro decêndio, as médias de precipitação pluviométrica mantiveram-se abaixo de 25 mm. No vigésimo segundo decêndio a precipitação aumentou, com média de 35 mm, sendo que até o vigésimo quarto decêndio a precipitação não ultrapassou 39 mm. A partir do vigésimo quinto decêndio

a precipitação ultrapassa a média de 60 mm (Figura 3). No trigésimo primeiro decêndio, os níveis de precipitação foram os mais elevados, chegando a uma média de 134 mm.

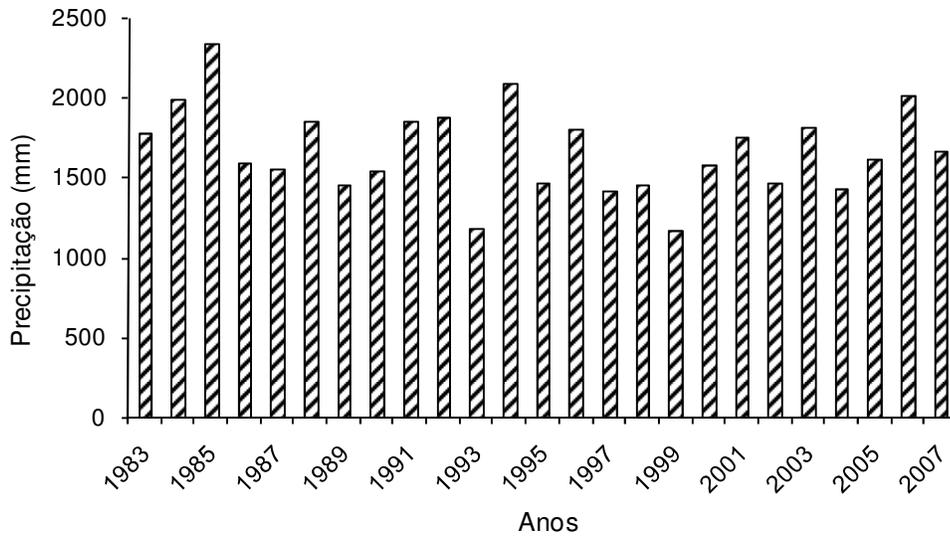


FIGURA 1. Distribuição pluviométrica anual da precipitação da região de Nova Maringá – MT, no período de 1983 a 2007.

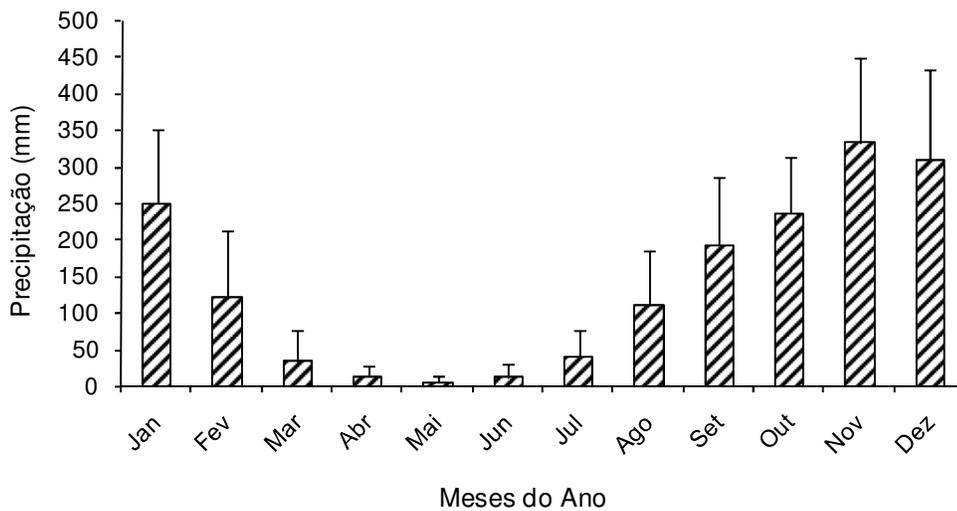


FIGURA 2. Médias mensais e desvio padrão da precipitação pluviométrica região de Nova Maringá – MT, para o período de 1983 a 2007.

Dentre os 36 decêndios, apenas três ultrapassaram 100 mm, a citar o trigésimo primeiro, trigésimo segundo e trigésimo sexto, com médias de precipitação de 134,53; 101,87 e 114,95 mm respectivamente, dando um indicativo de altas intensidades de precipitação nestes períodos. O menor desvio-padrão ocorreu no décimo quinto decêndio 3,90 mm, correspondendo também ao decêndio com menor média precipitação (Figura 3).

O número de dias secos e dias chuvosos na cidade de Nova Maringá-MT (Figura 4) indicam uma média geral de dias secos e chuvosos do período estudado de 280 e de 85, respectivamente. Observou-se que o ano mais crítico de seca foi em 1999, no qual o número total de 61 dias chuvosos e 304 dias secos. Já o ano mais chuvoso foi 1990, com 124 de dias chuvosos e 241 dias secos.

Nas médias mensais de ocorrência de dias secos e chuvosos (Figura 5), observa-se que com exceção dos meses de novembro e dezembro, os outros meses do ano a quantidade de dias secos foi superior ao de dias chuvosos. Nos meses de março a julho os dias chuvosos foram escassos, sendo caracterizado como a estação das secas na região, o período de setembro a janeiro, a estação das chuvas e os meses de fevereiro e agosto meses de transição entre as estações.

O valor de α não excedeu a 100 em nenhum dos meses estudados (Tabela 1). Segundo Thom (1958) e Araújo et al. (2001), valores de α superiores a 100, indicam que a distribuição gama incompleta não pode ser utilizada. Portanto, com base nos parâmetros α e β estimados pelo método da verossimilhança. Os resultados afirmam a possibilidade utilização da distribuição gama para a determinação de diferentes níveis de probabilidade para a Nova Maringá-MT.

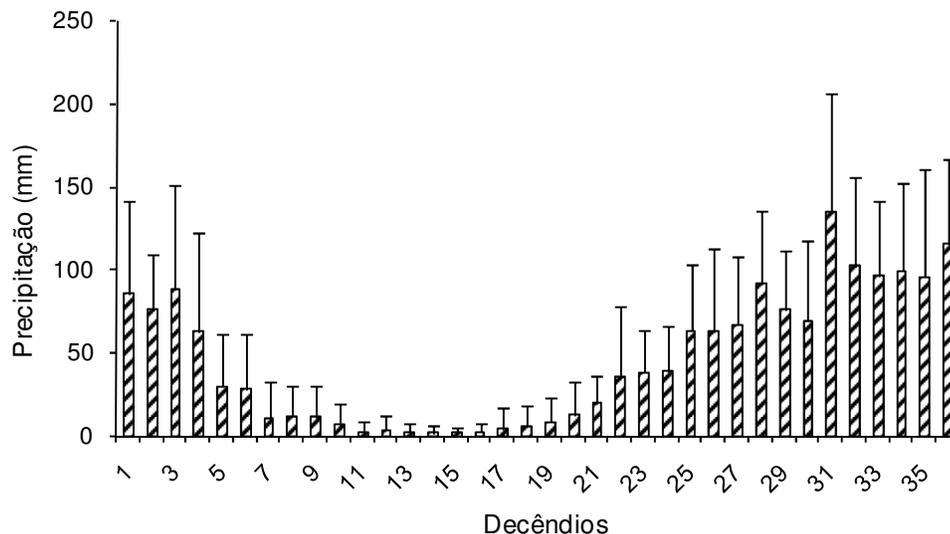


FIGURA 3. Médias pluviométricas decendais e desvio padrão da precipitação pluviométrica região de Nova Maringá – MT, para o período de 1983 a 2007.

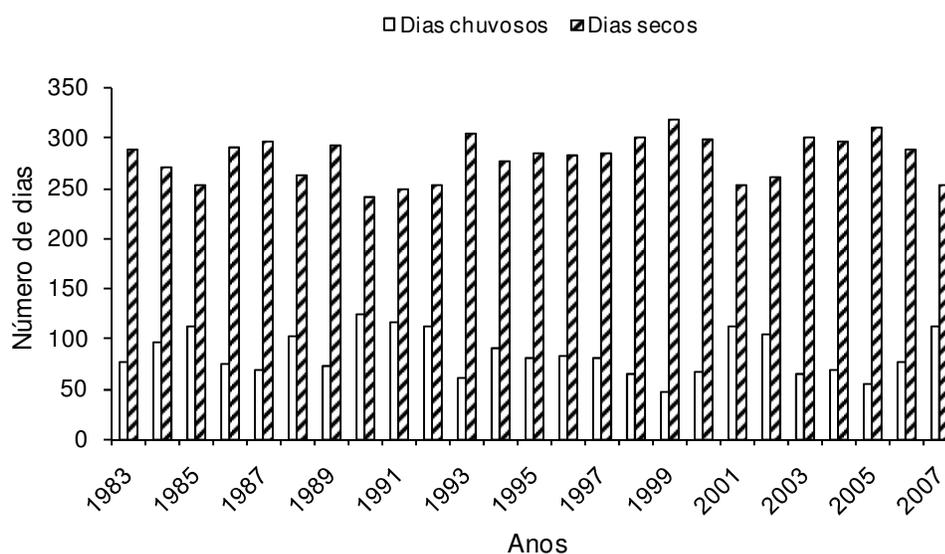


FIGURA 4. Ocorrência anual de dias secos e de dias chuvoso na região de Nova Maringá – MT, para o período de 1983 a 2007.

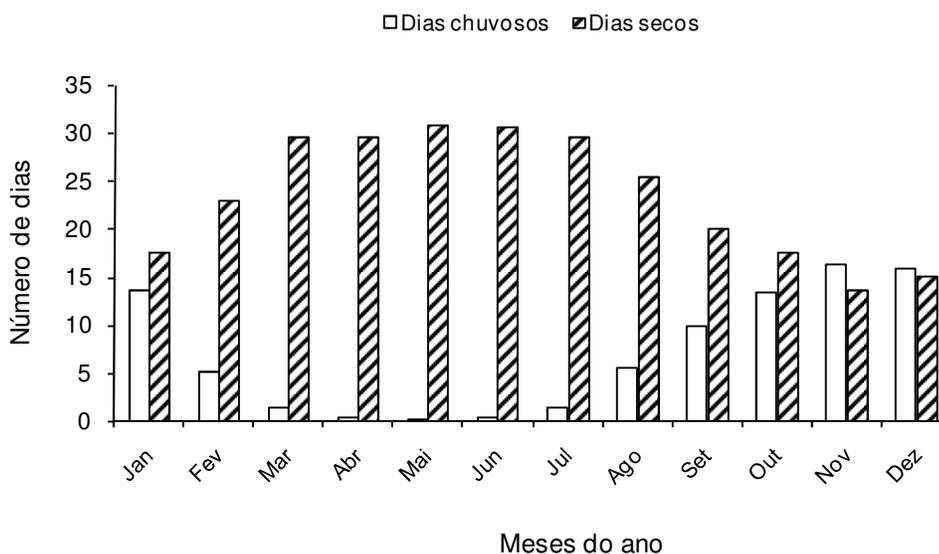


FIGURA 5. Média mensal da ocorrência de dias secos e chuvosos na região de Nova Maringá – MT, para o período de 1983 a 2007.

As estimativas do parâmetro α variaram de 0,24 no mês de maio a 9,28 no mês outubro, sendo que os menores valores coincidiram com os meses em que ocorreram menores totais de precipitações, e os maiores nos meses com maiores totais de precipitações. O parâmetro β variou de

20,08 a 57,61 mm, mas não apresentou nenhuma tendência com os valores dos totais de precipitação mensal (Tabela 1).

No teste de Kolmogorov-Smirnov, verificou-se que a função de distribuição de probabilidade gama foi adequada para representar as precipitações para períodos mensais. Na Tabela 1, observa-se que os valores calculados em todos os meses são menores que os valores críticos tabelado, sugerindo que existe concordância entre as freqüências observadas e esperadas. Outros autores também encontraram ajustes da Distribuição Gama em suas pesquisas em diversos locais (Araújo et al., 2001; Murta et al., 2005; Longo et al., 2006).

Para a região em estudo, a média anual de precipitação (1.664 mm) encontra-se entre os valores de 40 e 50% de probabilidade (1.636 e 1707 mm, respectivamente). Segundo Mello et al. (2001), o conhecimento prévio da lâmina provável a precipitar, garante maior segurança no planejamento de sistemas de irrigação suplementar e até mesmo na expansão da produção agrícola, permitindo maior eficiência no aproveitamento de recursos hídricos. Já Bernado (1995) afirma que o nível de 75 a 80% de probabilidade de ocorrência de chuva é o mais confiável para dimensionamento de projetos agrícolas ou de irrigação.

Tabela1. Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama calculados pelo método da máxima verossimilhança e teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov para a precipitação pluviométrica mensal e Níveis de probabilidade de precipitação pluviométrica mensal e anual.

Mês	α	β	K-S		Nível de Probabilidade						
			D. calc	D. tab	90%	75%	60%	50%	40%	25%	10%
Jan	6,16	40,48	0,05	0,26	132,21	176,20	212,04	235,82	261,32	307,65	383,41
Fev	1,68	71,36	0,07	0,26	26,71	52,23	78,03	97,22	119,39	163,30	243,20
Mar	0,57	57,61	0,12	0,26	0,86	4,42	10,72	16,85	25,16	44,63	86,87
Abr	0,61	20,08	0,13	0,26	0,39	1,84	4,26	6,55	9,62	16,69	31,81
Mai	0,24	19,41	0,05	0,26	0,00	0,04	0,28	0,73	1,63	4,68	13,91
Jun	0,38	28,94	0,10	0,26	0,05	0,59	2,06	3,85	6,60	13,88	31,63
Jul	1,26	31,57	0,08	0,26	6,19	14,22	23,11	30,04	38,27	55,08	86,77
Ago	2,38	46,76	0,06	0,26	34,50	58,29	80,43	96,21	113,97	148,09	207,98
Set	4,23	45,43	0,12	0,26	86,21	123,69	155,52	177,12	200,66	244,22	317,20
Out	9,28	25,45	0,04	0,26	143,88	180,37	209,10	227,79	247,57	282,91	339,44
Nov	8,19	40,58	0,07	0,26	194,78	248,35	290,93	318,79	348,37	401,48	486,98
Dez	6,39	48,40	0,08	0,26	166,56	220,57	264,42	293,45	324,54	380,93	472,94
Anual	34,63	47,69	0,06	0,26	1304	1455	1566	1636	1707	1831	2020

Obs: K-S= Teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância

Nos meses de outubro a janeiro, onde se concentram as maiores ocorrências de precipitação, a média pluviométrica manteve-se entre níveis de 40 e 50% de probabilidade; enquanto nos demais meses, a probabilidade de ocorrência média reduziu entre 25 e 40%. Esses dados indicam que para meses com menor índice de precipitação, a variação temporal é mais acentuada, existindo uma maior probabilidade na ocorrência de valores abaixo da média do que igual ou acima da mesma.

Em níveis de 75, 50 e 25% de probabilidade, no mês de novembro que apresenta a maior probabilidade de precipitação provável, com 194,78; 248,35 e 290,93 mm respectivamente. Os menores índices de probabilidade para estes níveis foram encontrados no mês de maio, com: 0,04; 0,28 e 0,73 mm, respectivamente.

Segundo Castro & Leopoldo (1995), no Brasil o parâmetro geralmente utilizado para dimensionamento de sistemas de irrigação é a média pluviométrica. Na região em estudo, a utilização desse parâmetro subestima valores de 50% de probabilidade. Ainda de acordo com os mesmos autores, a recomendação técnica para elaboração de projetos de irrigação deve ser em níveis entre 75 e 80% de probabilidade. A utilização da média como parâmetro de dimensionamento pode gerar sub-dimensionamento de sistemas de irrigações ocasionando prejuízos ao agricultor.

O estudo da distribuição pluviométrica e como prevê-la para os próximos meses ou anos tornam-se cada vez mais importante no planejamento racional de várias atividades agrícolas. Conhecendo a lâmina mínima a precipitar na região, pode-se realizar um planejamento eficiente de irrigações suplementares e o melhor uso da água disponível, permitindo tomadas de decisões mais confiáveis, sendo informação importante para as mais diversas áreas do conhecimento.

CONCLUSÃO

A distribuição das chuvas na região apresentou uma variabilidade temporal anual de 2.329, 1.664 e 1.163 mm, para a máxima, mínima e média, respectivamente.

A região apresenta duas estações definidas, uma estação seca de março a julho e outra chuvosa de outubro a janeiro, sendo caracterizados os outros meses com períodos de transição entre as estações.

A média anual de dias secos do período estudado foi de 279 dias e 85 dias chuvosos, sendo que nos meses de abril, maio e junho, o período crítico para a agricultura regional devido a ser os meses com praticamente inexistência de chuvas.

O teste de Kolmogorov-Smirnov, foi adequado para representar as precipitações mensais em função de distribuição de probabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, W.F.; JÚNIOR, A.S.A.; MEDEIROS, R.D.; SAMPAIO, R. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, p.563-567, 2001.

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

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 657p.

CASTRO, R; LEOPOLDO, P.R. Ajuste da distribuição gama incompleta na estimativa da precipitação pluviométrica provável para os períodos de 15 e 10 dias da cidade de São Manuel (SP). **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.10, n.1, p.20-28, 1995.

CATALUNHA, M.J.; SEDIYAMA, G.C.; LEAL, B.G.; SOARES, C.P.; RIBEIRO, A.B. 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.; MARTINS, D.; PASSOS, J.R.S. O modelo de probabilidade aplicado ao estudo da distribuição da chuva na região administrativa de Bauru, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25., 1996, Bauru. **Anais...** Bauru SBEA, 1996, p.1-7.

DALLACORT, R.; FREITAS, P.S.L; RESENDE, R.; FARIA, R.T; GONÇALVES, A.C.A. Utilização do modelo CROPGRO-drybean, na determinação das melhores épocas de semeadura da cultura do feijão, para a região de Maringá-PR. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p.353-359, 2005.

DALLACORT, R.; FREITAS, P.S.L; GONÇALVES, A.C.A; FARIA, R.T. de; RESENDE, R; BERTONHA, A. Níveis de probabilidade de rendimento de quatro cultivares de soja em cinco datas de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.2, p.261-266, 2008.

FARIA, R.T.; CARAMORI, P.H.; CHIBANA, E.Y.; BRITO, L.R.S. CLIMA – Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.372-387, 2003.

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, v.1, p.101-103, 1997.

KARL, T.R.; KNIGHT, R.W.; EASTERLING, D.R.; QUAYLE, R.G. Indices of climate change for the United States. **American Meteorological Society Bulletin**, Boston, v.77, n.2, p.279-292, 1996.

LIMA, J.S.S.; SILVA, S.A.; OLIVEIRA, R.B.; CECÍLIO, R.A.; XAVIER, A.C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre – ES. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.39, n.2, p.327-332, 2008.

LONGO, A.J.; SAMPAIO, S.C.; SUSZEK, M. Modelo computacional para estimativa das precipitações prováveis utilizando as distribuições de probabilidades gama e log-normal. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v.6, n.11, p.141-148, 2006.

MASSIGNAM, A.M.; LINDNER, E.A.; ZILIO, E.; CANALE, D.P. Estimativa da precipitação provável mensal em Joaçaba (SC) Através da distribuição gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: CBM, 2006. cd-rom.

MELLO, C.R.; FERREIRA, D.F.; SILVA, A.M.; LIMA, J.M. Análise de modelos matemáticos aplicados ao estudo de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.693-698, 2001.

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 e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.5, p.988-994, 2005.

QUEIROZ, E.F.; SILVA, R.J.B.; OLIVEIRA, M.C.N. Modelo de análise de regressão periódica da precipitação mensal, da bacia atlântico sudeste, no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.5, p.727-742, 2001.

SAMPAIO, S.C. ; QUEIROZ, M.M.F. ; FRIGO, E.P. ; LONGO, A.J. ; SUSZEK, M. Estimativa e distribuição de precipitações decendiais para o estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, p.38-53, 2007.

SANS, L.M.A.; ASSAD, D.; GUIMARÃES, D.P.; AVELAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na região centro-oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.3, p.527-539, 2001.

SILVA, J.C.; HELDWEIN, A.B.; MARTINS, F.B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E.L. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.67-72, 2007.

SILVA, D.D.; PEREIRA, S.B.; PRUSKI, F.F.; GOMES FILHO, R.R. Equações de intensidade-duração-freqüência da precipitação pluvial para o estado de Tocantins. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.11, n.1, p.7-4, 2003.

SOCCOL, O.J; MIQUELLUTI, D.J; ULLMANN, M.N.; BANDIERE, G.N. Análise da precipitação mensal provável para o município de Lages, SC. **I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste**, 2007, Cuiabá, MT. CD-ROM.

SOUSA, R.R.; ROSA, D.B.; NASCIMENTO, L.A.; LIMA, P.R.M. Estudo da variabilidade pluviométrica no extremo norte do Estado de Mato Grosso entre os anos de 1990 a 1996. **Revista Geoambiente On-Line**, Jataí, v.1, n.7, p.89-107, 2006.

SULEIMAN, A.A.; RITCHIE, J.T. Modifications to the DSSAT vertical drainage model for more accurate soil water dynamics estimation. **Soil Science**, Madison, v.169, n.11, p.745-757, 2004.

THOM, H.C.S. A note on the gama distribution. **Monthly Weather Review**, Washington, v.86, p.117-122, 1958.

★★★★★