

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DA DISTRIBUIÇÃO GAMA E MÉDIA PLUVIOMÉTRICA DECENDIAL PARA ESTAÇÕES DO ESTADO DE MATO GROSSO

SEVERINO DE PAIVA SOBRINHO, VICTOR ARLINDO TAVEIRA DE MATOS, ANA PAULA MEIRA SOARES PEREIRA, FERNANDO PIVETTA, GUILHERME BARROS SEIXAS, JOSE HOLANDA CAMPELO JUNIOR

Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, Brasil

paivasevero@unemat.br, victor_arlindo@hotmail.com, anapaula.ufmt@yahoo.com.br, nand_ao@hotmail.com, guilherme.seixas@cba.ifmt.edu.br, campelo@ufmt.br

Recebido Novembro de 2012 - Aceito Abril de 2013

RESUMO

O estado de Mato Grosso está entre os maiores produtores de grãos do Brasil sendo responsável por parte das mercadorias que o país exporta, sendo estas dependentes das precipitações pluviométricas. Em virtude destes fatos no presente trabalho objetivou-se a utilização da Distribuição Gama (2 parâmetros) para a descrição probabilística dos totais decendiais de precipitação média em 43 estações, de modo a fornecer informações que permitam estimar a precipitação mínima esperada com uma determinada probabilidade. Observou-se que os valores de chuva apresentam elevada variabilidade espaço-temporal ao longo do estado. As estimativas do parâmetro de forma (γ) e de escala (β) variaram de 0,01 a 120,7 e de 0,01 a 336, respectivamente. Os parâmetros γ e β da Distribuição Gama podem ser utilizados para determinação de precipitação decendial esperada e os decêndios com maiores precipitações estão entre os meses de novembro a março, sendo o maior valor 186,2 mm no município de Aripuanã. As estações mais ao norte do estado apresentam os decêndios com as maiores precipitações, enquanto aquelas mais ao sul tiveram valores menores.

Palavras-chave: precipitação, variabilidade pluviométrica, estimativa de parâmetros.

ABSTRACT: DETERMINATION OF PARAMETERS OF GAMMA DISTRIBUTION AND AVERAGE RAINFALL 10 DAYS STATIONS FOR THE MATO GROSSO OF STATE

Mato Grosso is among the largest grain producers of Brazilian's States and it is responsible for some of the commodities that the country exports and these are dependent on rainfall. Considering these facts, the present study aimed to determine the parameters of the Gamma distribution probability related to precipitation measurements on 43 stations, in periods of ten days, to provide information to estimate the probability of a minimum expected 10 days precipitation. A great spatial and temporal variability of the measured 10 days precipitation along the State was reported. Estimates of the shape (γ) and scale (β) parameters varied from 0.01 to 120.7 and from 0.01 to 336.0 respectively. The parameters " γ " and " β " of the Gamma Distribution can be used to determining the expected 10 days precipitation, and the periods with higher rainfall, are between the months from November to March. The Northward stations of the State have the greatest 10 days precipitation while those Southward, have lower values.

Keywords: rainfall, rainfall variability, parameter estimation.

1. INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que tem forte influência sobre as condições ambientais, influenciando as atividades agrícolas, principalmente sobre o desenvolvimento e a produtividade das culturas agrícolas (Dallacort et al., 2008). Uma das preocupações quanto às chuvas é a intensidade e a frequência de suas ocorrências, pelos seus efeitos potencialmente danosos quando em excesso ou por escassez (Murta et al., 2005).

Para Queiroz et al. (2001), ter conhecimentos sobre o regime pluviométrico de uma região é fundamental para a tomada de decisões nas diversas áreas de produção. Nas áreas com produção agrícola, os efeitos adversos oriundos da falta de regularidade na precipitação pluvial trazem como resultado quebras na produção, que algumas vezes podem levar a uma perda total da produção (Ely et al., 2010). O conhecimento prévio e confiável do regime pluviométrico para o planejamento agrícola poderá reduzir significativamente os riscos de prejuízos nas atividades agropecuárias (Dallacort et al., 2011).

A precipitação pluvial pode ser estimada de várias formas, e uma delas é a utilização de termos probabilísticos mediante modelos teóricos de distribuição ajustados a uma série de dados. Uma vez gerado os modelos, os mesmos são submetidos à comprovação da aderência dos dados à distribuição teórica podendo fornecer informações úteis para o planejamento de muitas atividades (Fietz et al., 1997). O modelo de Distribuição Gama é largamente utilizado para a estimativa de probabilidades e na simulação de dados climáticos (Thom, 1958; Murta et al., 2005; Moreira et al., 2010, Dallacort et al., 2011; Martins et al., 2011).

Diversos trabalhos têm mostrado que a Distribuição Gama pode ser utilizada para representar adequadamente o regime da precipitação pluviométrica, dentre os quais podem ser citados aqueles realizados por Thom (1958), Krepper et al. (1989), Fietz et al. (1998), Murta et al. (2005), Moreira et al. (2010), Dallacort et al. (2011) e Martins et al. (2011).

Com base no exposto, neste trabalho objetivou-se determinar, na escala decencial, os parâmetros de forma e escala da Distribuição Gama (γ e β , respectivamente) de estações pluviométricas de Mato Grosso, e obter informações que permitam a determinação da precipitação mínima esperada, para qualquer frequência esperada, verificar em quais meses do ano estão os maiores desse elemento meteorológico e observar se o período chuvoso e quantidade de chuva são semelhantes em todo estado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de precipitação utilizados no desenvolvimento do presente trabalho foram disponibilizados pela Agência

Nacional de Águas (ANA), com histórico de dados variando 10 a 80 anos (Tabela 1) e as informações gerais sobre as estações estão representadas na Tabela 1.

Para avaliar a consistência dos dados decenciais, os mesmos foram analisados com base nos testes da mediana (série sem interrupções), Wald-Wolfowitz (com uma interrupção na série) ou Kruskal-Wallis (duas ou mais interrupções na série). Os testes não paramétricos foram realizados com auxílio do software estatístico SPSS.

Para as séries consistentes, procedeu-se a ordenação dos dados de modo crescente, e, pelo método de Weibull (Wilks, 2006), estimou-se a probabilidade acumulada dos totais decenciais. Em seguida, esses totais decenciais foram ajustados a um modelo misto de probabilidade (Assis et al., 1996), correspondente à soma da probabilidade de ocorrência de valores nulos (zeros), com a probabilidade obtida com o modelo probabilístico da Distribuição Gama incompleta, descrito por Thom (1958), onde sua função de densidade de probabilidade é dada pela equação:

$$G(y) = \frac{1}{\beta\gamma\Gamma(\gamma)} * \int_0^y e^{-\frac{y}{\beta}} y^{\gamma-1} dy \quad (1)$$

em que: γ é o parâmetro de forma (adimensional), β o parâmetro de escala (mm), Γ o símbolo da função gama e y a precipitação em mm. Os parâmetros γ e β que possibilitam o cálculo da Distribuição Gama incompleta para uma dada variável aleatória foram estimados pelo método da máxima verossimilhança (Assis et al., 1996), conforme as equações:

$$\gamma = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (2)$$

$$\beta = \frac{\bar{y}}{\gamma} \quad (3)$$

$$A = \ln(\bar{y}) - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \ln(y_k) \quad (4)$$

em que: \bar{y} é a precipitação decencial média, \ln o logaritmo neperiano e n o número de dados.

Para verificar a aderência dos dados estimados aos observados, utilizou-se o teste de aderência de Lilliefors ao nível de 5% de significância.

Como o teste Lilliefors é adequado apenas para verificar a parte central das distribuições (Sansilogo, 2008), os gráficos Quantil-Quantil foram também utilizados para auxiliar a avaliação do desempenho da Gama, apesar da indicação de que esses gráficos sejam conceituados como métodos qualitativos de verificação do uso de modelos paramétricos (Wilks, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos parâmetros γ e β da Distribuição Gama, a média e mediana de precipitação e probabilidade de zero para cada decêndio são apresentados na Tabela 2. Quando

Tabela 1 – Município, código, coordenadas geográficas e período de observação de 43 estações meteorológicas do Estado de Mato Grosso.

Estação	Município	Código	Latitude	Longitude	Período
01	Apiacás	0957001	09°33'S	57°23'W	1982-2011
02	Arenápolis	1456002	14°22'S	56°58'W	1971-1991
03	Aripuanã	1060001	10°26'S	60°33'W	1999-2011
04	Barão de Melgaço	1755003	17°12'S	56°59'W	1971-2011
05	Barão de Melgaço	1756000	17°03'S	56°35'W	1968-2011
06	Barão de Melgaço	1756001	17°17'S	56°23'W	1969-2011
07	Barão do Melgaço	1656003	16°55'S	56°13'W	1970-2011
08	Barra do Bugres	1557005	15°05'S	57°48'W	1976-2011
09	Cáceres	1657000	16°03'S	57°40'W	1912-1999
10	Cáceres	1657004	16°02'S	57°15'W	1967-2011
11	Campo Novo do Parecis	1357001	13°41'S	57°33'W	2000-2011
12	Chapada dos Guimarães	1454003	14°45'S	54°58'W	1987-2011
13	Colniza	0958002	09°27'S	58°56'W	2000-2011
14	Comodoro	1360003	13°43'S	60°35'W	1999-2011
15	Cuiabá	1556002	15°37'S	56°06'W	1911-2010
16	Diamantino	1553002	15°31'S	53°04'W	1922-1998
17	Diamantino	1256001	12°12'S	56°30'W	1975-2007
18	Itiquira	1754000	17°12'S	54°08'W	1965-2011
19	Itiquira	1754003	17°04'S	54°46'W	1970-1989
20	Lucas do Rio Verde	1256002	12°58'S	56°18'W	1999-2011
21	Luciara	1050000	11°13'S	50°40'W	1969-2011
22	Nobres	1455009	14°13'S	55°30'W	2000-2011
23	Nova Brasilândia	1455010	14°46'S	55°13'W	2000-2011
24	Nova Monte Verde	0957002	09°58'S	57°28'W	2000-2011
25	Paranaíta	0956002	09°41'S	56°28'W	1999-2011
26	Pedra Preta	1654004	16°50'S	54°24'W	1973-2011
27	Poconé	1757001	17°08'S	57°21'W	1968-2011
28	Poconé	1656001	16°30'S	56°22'W	1968-2011
29	Poconé	1657001	16°48'S	57°01'W	1970-1987
30	Porto dos Gaúchos	1157002	11°42'S	57°02'W	1999-2011
31	Poxoréo	1554001	15°51'S	54°22'W	1968-1989
32	Poxoréo	1554004	15°49'S	54°22'W	1973-1998
33	Rondonópolis	1654000	16°28'S	54°39'W	1965-2011
34	Rosário Oeste	1456006	14°49'S	56°25'W	1942-1983
35	Rosário Oeste	1455002	14°52'S	55°52'W	1968-1982
36	Santo Antônio de Leverger	1556007	15°41'S	56°08'W	1975-2011
37	São Félix do Araguaia	1151000	11°40'S	51°22'W	1983-2011
38	Sapezal	1358002	13°28'S	58°58'W	1983-2011
39	Sapezal	1358005	13°54'S	58°53'W	1999-2011
40	Terra Nova do Norte	1055004	10°36'S	55°06'W	2000-2011
41	Vera	1255000	12°17'S	55°17'W	1973-1997
42	Vera	1254002	12°21'S	54°29'W	1997-2011
43	Vila Bela da S. Trindade	1659001	16°16'S	59°29'W	1999-2011

a coluna do decêndio possui apenas os dados de precipitação (média e mediana) e probabilidades de zero, mas não apresentam as estimativas de γ e β , isto se deu em função da impossibilidade de calcular estes parâmetros em virtude da maioria ou da totalidade dos valores de precipitação ser iguais a zero.

As estimativas do parâmetro γ variaram de 0,01 a 120,7 e sua variação não foi a mesma para as estações, tendo parte delas resultado semelhante ao descrito por Murta et al. (2005), Moreira et al. (2010) e Martins et al. (2011), ou seja, os valores de γ foram se elevando a medida que o volume de precipitação decendial decrescia. Entretanto, deve-se observar que os estudos

acima mencionados realizaram as estimativas de γ para dados de precipitações mensais, enquanto no presente estudo as estimativas foram realizadas para dados decendiais.

Na maioria das estações, as maiores estimativas de γ ocorreram para os decêndios mais secos, e dentre eles a maior ocorrência estava entre o décimo sétimo e o décimo nono. Segundo Botelho e Moraes (1999), isso ocorre em virtude de uma pronunciada assimetria nos períodos mais secos, pois o parâmetro γ é inversamente proporcional à assimetria. Para Blain (2009), os meses que apresentam um elevado valor do parâmetro γ indicam distribuições com formas próximas à

normal, em que elevados totais decendiais de precipitação são esperados. Para as 43 estações do estado de Mato Grosso em estudo, normalmente este período corresponde aos meses de dezembro a março, os quais apresentam os maiores valores de γ e, portanto, de maneira geral, os menores graus de assimetria na função de densidade de probabilidade gama (Blain et al., 2007).

De forma geral, como já era esperado, o parâmetro β foi maior para os decêndios mais chuvosos e isto ocorreu em virtude do aumento da variabilidade dos dados nestes decêndios. De acordo com Murta et al. (2005), as estimativas da variância aumentam rapidamente com o crescimento do valor de β , visto que a variância é diretamente proporcional ao quadrado de β .

Observou-se que o parâmetro β apresentou valor inferior a 100 para todos os decêndios exceto para o 1º da estação 1557005, 2º da estação 1754003, 11º da estação 1255000, 17º, 18º, 31º, 32º e 33º da estação 1654004 e 32º da estação 1357001. Dessa forma a quase totalidade dos parâmetros β poderá ser utilizada para o cálculo da estimativa das precipitações prováveis através da Distribuição Gama. Desempenho semelhante para a distribuição Gama foi verificado por Moreira et al. (2010) no município de Nova Maringá em Mato Grosso e por Martins et al. (2011) estudando valores de precipitação em oito municípios no arco das nascentes do rio Paraguai em Mato Grosso. Segundo Thom (1958), para valores superiores a 100 não se deve utilizar a Distribuição Gama incompleta.

Observando as maiores precipitações decendiais verifica-se que 65% das estações avaliadas apresentaram pelo menos um decêndio com mais de 100 mm de precipitação, sendo a estação 1060001 (Aripuanã) a que apresentou o maior número de decêndios com mais de 100 mm (11 decêndios), seguida das estações 957002 (Nova Monte Verde) e 956002 (Paranaíta), cada uma com 10 decêndios. Moreira et al. (2010) também encontraram alguns decêndios com precipitação acima de 100 mm para o município de Nova Maringá em Mato Grosso.

Considerando-se como decêndio seco (precipitação não significativa) aquele que apresentou precipitação média inferior a 10 mm. Observando a Tabela 2, verifica-se que 25% das estações apresentaram oito decêndios com menos de 10 mm, porém este número variou de 1 a 14 decêndios por estação, tendo ocorrido o menor número na estação 1654004 (Pedra Preta) e o maior na estação 1254002 (Vera). Considerando-se o valor da mediana e não da média, estes números elevam-se.

Segundo Bernardo et al. (2008), as médias de precipitações ocorridas, juntamente com o nível de probabilidade, são de grande importância na tomada de decisão pelos agricultores no manejo de irrigação em meses de veranico, pois estes se dão em função da má distribuição das chuvas dentro de um determinado período (Kumar e Rao, 2007). Diversos autores utilizaram ou recomendaram a precipitação mínima esperada

em três anos de cada quatro, isto é, a precipitação esperada com 75% de probabilidade, ou terceiro quantil, como o sendo o total de chuva que deve ser considerado para o planejamento de atividades agrícolas (Medina e Leite, 1984; Rebello e Almeida, 1986; Gomes, 2001; Bernardo et al., 2008; Danfã et al., 2011).

Na análise da distribuição pluviométrica decendial (Tabela 2) nota-se que as estações situadas na região norte do estado de Mato Grosso apresentaram a partir do vigésimo nono decêndio precipitação pluviométrica superior a 50 mm, enquanto que estações mais ao sul do estado apresentaram esse volume de precipitação a partir do trigésimo primeiro decêndio. Este período de decêndios com mais de 50 mm se estende até o nono ou décimo decêndio do ano seguinte, tendo variado entre 11 e 20 decêndios. Foi identificado que as estações da região sul do estado, particularmente as que estão no pantanal, apresentaram menor período com chuvas mais acentuadas. Martins et al. (2011), também observaram que os municípios mais ao sul do estado de Mato Grosso apresentavam menor volume de precipitação pluviométrica quando comparados aos municípios mais ao norte no mesmo período do ano, e ainda segundo estes autores há uma correlação entre precipitação e altitude.

A partir do décimo primeiro ou décimo segundo decêndio observou-se uma queda acentuada na precipitação, sendo o período entre o décimo sexto e vigésimo quinto decêndio o mais seco e a partir do vigésimo sexto observou-se uma retomada no volume de precipitação. Este resultado também foi observado por Moreira et al. (2010), Dallacort et al. (2011), Martins et al. (2011) em municípios de Mato Grosso e por Fietz et al. (1998) no município de Dourados no Mato Grosso do Sul.

Os dados de precipitação decendial são de grande valia para as atividades agrícolas, porque podem auxiliar na tomada de decisões sobre atividades que são favorecidas por período de estiagem, bem como, aquelas que devem ser realizadas em períodos chuvosos (Fidelis et al., 2003). O conhecimento da distribuição das precipitações fornece subsídio para determinar períodos críticos predominantes numa determinada região e condições de fornecer informações que visem reduzir as consequências causadas pelas flutuações do regime pluviométrico, seja pelo emprego da irrigação ou implantação de culturas adaptadas à sazonalidade deste regime (Andrade et al., 1998)

O período em que ocorreram os maiores índices pluviométricos nas 43 estações analisadas no estado de Mato Grosso situa-se de novembro a março, entretanto nas estações situadas em latitude inferior a 14°00'S este período se estende um pouco mais, indo do último decêndio de outubro até o último decêndio de abril. Neste período observa-se a não existência de veranicos e o volume de precipitação é suficiente para plantio das principais espécies cultivadas no Mato Grosso. Estes resultados são concordantes com os obtidos por Martins et al.

Tabela 2 – Parâmetros estimados (γ e β), média e mediana (Med.) pluviométricas (em mm) e porcentagem de precipitações nulas (0%), em cada decêndio, para as 43 estações meteorológicas (E) do estado de Mato Grosso em estudo. Continua.

E	p	Decêndio Jan			Decêndio Fev			Decêndio Mar			Decêndio Abr			Decêndio Mai			Decêndio Jun			
		1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-28	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	
01	γ	0,16*		0,12*	0,11*	0,15*	0,34*	0,09*	0,26*	0,29*	0,16*	0,30*	0,24*	0,33*	1,09*	1,16	0,87			
	β	36,47*		20,70*	21,64*	35,90*	62,20*	18,36*	46,35*	53,86*	16,02*	33,84*	24,73*	21,49*	29,76*	88,29	14,23			
	Média	119,01		87,65	104,32	122,25	100,00	102,69	79,59	100,97	53,25	58,05	47,90	29,15	24,77	37,52	3,66			
	Med	103,3		84,2	81,0	109,2	84,1	106,2	94,4	97,7	48,9	53,5	49,2	23,0	9,3	7,1	0,0			
	0%	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	14,29	18,18	22,73	22,73	60,87			
02	γ	2,05*	2,25*	2,38*	1,92*	1,93*	2,15*	2,78*	1,68*	2,19*	1,17*	1,23*	1,19*	0,65*	0,62*	1,02*	0,49*	0,68	0,72*	
	β	63,35*	54,68*	49,43*	65,92*	46,97*	37,07*	48,24*	46,05*	29,84*	52,32*	38,03*	45,95*	39,67*	31,37*	32,45*	18,99*	7,15	5,91*	
	Média	130,05	123,04	117,68	126,58	90,52	79,57	133,90	77,11	65,46	61,33	44,25	43,11	20,37	14,40	19,26	6,25	1,35	1,93	
	Med	91,6	97,6	130,4	116,6	78,1	59,0	126,0	57,0	60,6	72,0	37,7	24,2	7,7	5,1	5,2	0,7	0,0	0,0	
	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	20,00	20,00	25,00	40,00	31,58	68,42	52,38	
03	γ	6,51*	4,45*	4,59*	5,06*	5,50*	9,16*	2,80*	5,14*	5,28*	3,15*	4,26*	1,02*	1,83*	1,17*	0,85*	10,16			
	β	20,71*	21,31*	40,61*	24,37*	23,81*	12,07*	38,54*	21,15*	19,51*	23,52*	14,12*	44,40*	15,54*	13,77*	18,91*	1,14			
	Média	134,70	94,70	186,20	123,30	130,90	110,60	107,90	108,70	103,00	74,2	60,1	45,2	28,5	16,1	16,1	11,6	4,4	1,6	
	Med	159,0	81,0	176,0	126,0	107,0	104,0	108,0	111,0	98,0	71,0	60,0	25,0	23,0	11,0	10,0	0,0	0,0	0,0	
	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	8,33	66,67	83,33	83,33	
04	γ			0,24*	0,38*	0,32*	0,36*	0,28*	0,33*			0,34*	0,72*		1,00*	0,73*	0,88*	1,00	1,12	1,23
	β			41,38*	46,92*	46,69*	34,37*	30,49*	39,01*			24,40*	38,10*		36,07*	23,41*	62,17*	20,55	24,26	32,18
	Média			81,70	61,80	73,80	47,30	53,00	61,80	44,10	32,90	27,40		10,60	11,10	29,90	3,40	6,80	5,50	
	Med			72,7	77,8	44,0	35,3	34,6	36,5	23,1	13,1	11,0		0,0	0,0	15,1	0,0	0,0	0,0	
	0%			9,00	9,00	6,00	9,00	5,00	3,00	18,00	16,00	13,00		51,00	41,00	29,00	71,00	50,00	65,00	
05	γ	0,25*	0,18*	0,37*	0,28*	0,63*	0,37*	0,43*	0,47*			0,32*	0,47*	0,42*	1,00*	0,33*	0,25*	0,94*		
	β	37,14*	22,73*	61,51*	38,82*	67,60*	32,00*	37,43*	43,69*			17,99*	23,49*	15,97*	48,05*	14,2*	15,81*	25,59*		
	Média	77,88	60,99	88,26	74,99	58,52	42,63	47,29	51,13			22,22	23,51	12,68	12,52	10,5	19,65	4,12	3,18	2,24
	Med	55,8	53,6	77,4	64,9	59,5	29,0	48,4	43,4			28,3	22,0	4,3	1,4	4,5	10,2	0,0	0,0	0,0
	0%	3,57	6,45	3,45	0,00	6,67	10,00	3,23	3,23			26,67	16,67	38,71	56,67	53,33	40,00	73,33	62,07	76,67
06	γ	0,44*	0,33*	0,34*	0,37*	0,26*	0,44*	0,43*	0,36*	0,41*	0,52*						0,45*			
	β	51,03*	45,05*	53,21*	49,09*	31,82*	38,45*	56,19*	41,88*	36,11*	37,51*						25,26*			
	Média	63,42	68,72	81,45	71,04	58,97	43,59	71,59	58,86	42,34	33,52						20,48			
	Med	48,0	65,8	69,6	49,3	52,5	40,8	36,7	51,7	31,0	20,3						7,1			
	0%	2,38	7,14	4,76	2,38	9,30	11,63	2,33	6,98	13,95	18,18						34,88			
07	γ			2,19*	1,46*	1,69*	1,52*	1,93*	1,64*	2,63*	1,62*				0,63*	0,82*	0,70*	0,63	0,58*	0,53*
	β			41,39*	46,93*	46,69*	34,37*	30,49*	39,02*	20,79*	24,40*				36,07*	23,41*	62,18*	20,55	24,27*	32,18*
	Média			81,7	61,8	73,8	47,3	53,0	61,8	44,0	32,9				10,6	11,1	29,9	3,3	6,8	5,5
	Med			70,2	47,5	59,7	36,9	46,2	49,7	39,3	25,6				0,0	2,3	10,3	0,0	0,0	0,0
	0%			10,00	10,00	6,00	9,00	6,00	3,00	19,00	16,00				51,00	41,00	29,00	72,00	50,00	66,00
08	α	0,47*	0,18*	0,40*	0,10*	0,33*	0,36*	0,24*	0,36*	0,19*	0,45*	0,64*	0,69*	0,69*	0,38*	0,44	0,44	0,70		
	β	103,02	34,51*	60,18*	19,33*	50,82*	33,95*	37,94*	55,14*	31,03*	45,55*	42,07*	47,44*	23,87*	18,78*	24,10	16,43	48,23		
	Média	118,10	98,30	84,20	87,20	84,20	45,70	79,30	84,30	79,80	56,60	32,00	28,70	10,80	11,20	21,10	6,50	8,60	3,60	
	Med	109,6	90,2	52,4	79,7	70,0	35,9	62,5	69,7	71,9	46,7	28,0	8,6	1,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	
	0%	4,00	4,00	0,00	4,00	0,00	10,00	5,00	0,00	5,00	0,00	15,00	27,00	44,00	55,00	29,00	65,00	75,00	70,00	
09	γ	0,35*	0,38*	0,24*	0,32*	0,30*	0,37*	0,36*	0,38*	0,32*	0,40*	0,54*	0,53*	0,65*	0,78*	0,99	0,96	0,92	0,81*	
	β	49,74*	46,71*	38,62*	47,82*	36,73*	40,32*	42,84*	34,34*	31,75*	24,25*	36,19*	22,58*	29,80*	29,78*	35,13	28,98	16,54	20,58*	
	Média	78,40	66,60	82,10	77,20	64,20	56,30	64,00	49,40	51,90	30,90	34,60	20,20	18,60	17,50	10,50	11,50	5,10	5,20	
	Med	79,9	59,8	77,9	70,4	53,1	45,1	50,3	44,9	41,3	22,9	27,0	14,6	8,6	9,4	0,0	1,3	0,0	0,0	
	0%	0,00	10,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	3,00	8,00	1,00	16,00	30,00	23,00	51,00	38,00	53,00	65,00	
10	γ	0,31*	0,34*	0,25*	0,16*	0,22*	0,26*	0,38*	0,23*			0,28*	0,48*	0,54*	0,71*	0,62*	0,54*	0,79*	0,80*	1,06
	β	33,87*	46,94*	37,76*	20,72*	32,96*	29,68*	49,06*	29,57*			21,81*	32,18*	25,92*	42,74*	26,80*	28,44*	22,52*	19,61*	24,47
	Média	50,80	70,30	76,00	60,20	69,60	59,00	69,10	60,70			39,00	32,30	24,90	22,30	16,50	24,60	8,40	8,00	6,70
	Med	50,8	70,3	76,0	60,2	69,6	59,0	69,1	60,7			39,0	32,4	24,9	22,3	16,5	24,6	8,4	8,0	6,7
	0%	13,00	5,00	5,00	11,00	11,00	2,00	2,00	8,00			5,00	14,00	8,00	36,00	33,00	18,00	50,00	44,00	52,00

Tabela 2 – Continuação

	Med	128,3	90,5	116,3	65,4	91,8	72,0	75,3	105,0	78,4	64,4	43,9	31,6	2,3	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	
	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	7,69	23,08	46,15	61,54	46,15	90,91	81,82	90,91	
	γ	2,75*	2,90*	1,63*	3,01*	2,55*	2,63*	4,46*	2,77*	1,50*	4,14*	9,43*	0,88*	2,36*	1,26	0,67*	0,41*		2,98	
	β	37,71*	32,04*	69,53*	31,51*	42,16*	33,01*	16,65*	36,05*	65,73*	12,26*	4,77*	39,11*	8,40*	8,62	38,54*	49,12*		1,63	
23	Média	103,71	92,79	113,64	94,90	107,64	86,74	74,33	99,81	98,58	45,68	26,96	31,02	9,92	4,33	18,02	6,07		0,97	
	Med	73,7	101,3	93,5	96,0	102,5	63,9	59,3	88,2	66,8	41,0	31,0	18,1	2,9	0,0	3,1	0,0		0,0	
	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,09	36,36	9,09	45,45	54,55	27,27	63,64		72,73	
	γ	0,17*	0,23*	0,08*	0,16*	0,10*	0,37*	0,30*	0,20*	0,09*							0,15		0,96	
	β	44,99*	48,39*	24,48*	45,64*	26,33*	74,97*	53,29*	47,81*	23,19*							6,77		29,07	
24	Média	135,49	111,29	147,17	148,90	134,77	111,64	95,38	128,00	127,80							8,39	1,58	6,93	
	Med	153,2	109,9	140,1	146,6	126,4	91,1	82,3	121,6	120,9							0,0	0,0	0,0	
	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							58,33	83,33	58,33	
	γ	0,11*	0,96*	0,15*	0,14*	0,06*	0,15*	0,12*	0,21*	0,10*	0,09*	0,52*	0,54*	0,34*	0,86*	0,58*	1,45		0,77	
	β	32,69*	16,91*	35,16*	29,18*	14,78*	24,61*	30,14*	51,37*	22,39*	12,52*	56,84*	44,34*	18,7*	30,71*	23,74*	39,15		6,75	
25	Média	163,14	91,21	124,13	112,95	117,93	88,90	130,90	130,88	118,39	73,26	62,46	47,31	30,03	12,06	17,94	7,63	4,43	0,88	
	Med	161,7	108,8	111,3	104,8	109,0	95,5	127,0	123,1	127,6	68,1	50,5	40,0	15,9	0,5	7,2	0,0	0,0	0,0	
	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,67	23,08	53,85	84,62	76,92	
	γ	0,35*	0,33*	0,47*	0,36*	0,44*	0,33*	0,50*	0,53*	0,65*	0,43*	0,61*	0,85*	0,78*	0,66*	1,04*	1,35	1,11	1,35	
	β	45,94*	52,90*	76,90*	65,75*	59,45*	43,43*	74,78*	71,51*	71,56*	40,65*	54,65*	61,30*	83,40*	54,89*	82,32*	94,24	113,88	103,83	
26	Média	71,00	81,80	87,10	93,40	74,30	62,70	80,40	72,70	59,40	40,90	42,80	28,00	27,10	25,70	26,40	16,70	15,20	11,90	
	Med	50,8	59,4	51,1	80,4	62,2	45,5	54,1	52,2	31,7	26,5	22,8	6,0	0,0	5,3	1,1	0,0	0,0	0,0	
	0%	0,00	5,00	5,00	5,00	2,00	10,00	5,00	5,00	7,00	22,00	17,00	35,00	56,00	46,00	46,00	62,00	75,00	30,00	
	γ		0,27*	0,35*	0,14*	0,36*	0,46*	0,30*		0,30*	0,47*	0,64*	0,59*	0,98*	0,64*	0,35*	1,27	0,74	0,92	
	β		27,21*	56,93*	16,61*	45,66*	45,02*	35,58*		29,32*	33,98*	40,88*	21,35*	47,94*	19,79*	16,26*	12,75	17,60	22,26	
27	Média		49,30	83,10	54,60	67,30	53,50	58,80		47,00	34,80	34,40	16,30	17,60	10,10	16,20	1,80	4,40	5,60	
	Med		57,6	45,3	69,2	97,0	30,7	34,5		24,1	17,1	17,3	9,2	2,3	2,0	6,6	0,0	0,0	0,0	
	0%		8,00	8,00	9,00	3,00	3,00	8,00		11,00	13,00	8,00	21,00	41,00	43,00	35,00	70,00	67,00	61,00	
	γ		1,99*	1,55*	3,64*	1,52*	1,23*	1,82*		1,81*	1,20*	0,92*	0,98*	0,64*	0,92*	1,56*	0,52*	0,81*	0,68*	
	β		27,21*	56,93*	16,61*	45,66*	45,02*	35,59*		29,32*	33,98*	40,88*	21,35*	47,95*	19,79*	16,27*	12,75*	17,60*	22,27*	
28	Média		49,3	83,1	54,6	67,3	53,5	58,8		47,0	34,8	34,4	16,3	17,6	10,1	16,2	1,8	4,4	5,6	
	Med		47,8	60,2	57,2	53,8	44,2	50,4		38,0	31,3	25,5	8,5	0,6	0,4	7,3	0,0	0,0	0,0	
	0%		9,00	9,00	9,00	3,00	3,00	9,00		11,00	14,00	8,00	22,00	42,00	43,00	35,00	70,00	67,00	61,00	
	γ		1,95*		1,71*	2,52*	1,99*	1,23*	1,22*		1,52*	1,12*	1,23*	0,82*	0,87*		0,78	1,15	0,66	
	β		52,35*		48,45*	33,32*	51,75*	46,03*	55,19*		30,13*	40,95*	31,11*	29,60*	29,77*		19,42	12,50	16,53	
29	Média		102,3		80,6	83,9	103,0	56,7	67,4		43,5	43,4	28,1	15,4	14,3		3,9	3,3	2,8	
	Med		85,4		65,5	73,1	86,4	42,3	50,2		34,2	30,7	17,5	4,8	2,4		0,0	0,0	0,0	
	0%		0,00		3,00	0,00	0,00	0,00	0,00		5,00	5,00	26,00	36,00	44,00		73,00	75,00	73,00	
	γ		3,33*	9,91*	3,16*	2,37*	5,72*	5,52*	3,34*	1,80*	3,46*	3,99*	2,95*	0,99*	0,71*	0,85*	1,02*	2,17	1,25	
	β		36,59*	10,61*	36,01*	50,88*	20,89*	12,29*	21,58*	67,55*	24,55*	17,21*	12,87*	36,57*	15,41*	12,05*	13,92*	1,03	0,64	
30	Média		122,00	105,10	114,00	120,60	119,50	67,80	72,10	121,60	85,00	68,80	38,00	36,30	10,90	10,20	14,10	2,20	0,10	0,80
	Med		96,0	120,0	120,5	111,5	61,0	69,0	118,0	81,5	74,0	39,5	25,0	0,5	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	96,0
	0%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00	46,15	53,88	23,08	75,00	83,33	75,00	
	γ		2,67*	6,04*	3,40*	3,29*	2,76*	1,64*	2,39*	3,32*	1,06*	1,23*	0,89*	1,15	0,84	0,77	0,77	0,94	3,18	1,01
	β		42,59*	13,79*	32,12*	23,45*	37,85*	38,41*	39,40*	25,48*	70,62*	33,00*	45,82*	29,75	26,50	13,62	34,94	4,60	1,16	5,81
31	Média		113,76	83,29	109,30	82,08	104,64	66,84	94,16	89,99	79,38	40,54	43,26	36,33	29,65	14,04	46,90	7,05	8,30	10,78
	Med		71,4	84,1	85,2	82,5	36,9	106,8	75,1	61,0	26,2	23,2	22,4	11,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	71,4
	0%		0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	5,56	0,00	5,56	5,56	0,00	5,56	5,56	23,56	37,50	47,06	50,00	72,22	61,11
	γ		2,38*	1,91*	2,30*	2,81*	2,86*	1,77*	2,02*	2,20*	1,23*	3,25*	0,98*	1,71*	1,99*	0,85	1,17*	1,81*	1,12	1,09
	β		45,11*	62,78*	36,29*	39,11*	31,85*	43,96*	43,13*	40,11*	66,61*	12,32*	48,45*	16,56*	18,43*	12,79	14,48*	8,28*	3,20	7,90
32	Média		107,55	119,72	83,37	109,74	91,14	77,71	87,14	88,08	81,76	40,03	47,33	28,37	34,21	10,09	16,90	9,97	1,68	4,33
	Med		106,6	77,4	115,9	76,5	67,0	74,9	78,0	70,0	28,3	49,3	23,2	35,8	3,4	8,6	0,0	0,0	0,0	106,6
	0%		0,00	0,00	5,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50	12,50	18,75	21,43	18,75	56,25	68,75	64,71	
	γ		0,28*	0,21*	0,22*	0,18*	0,26*	0,31*	0,31*	0,40*	0,48*	0,53	0,33*	0,50*	0,91	1,04	0,94*	0,52	1,25	0,57
	β		47,61*	35,63*	33,33*	29,62*	38,41*	29,34*	39,29*	42,37*	41,66*	34,48	23,56*	24,68*	36,78	32,06	43,33*	12,25	57,53	13,27
33	Média		89,20	87,70	77,80	81,00	77,60	50,70	66,00	58,30	48,10	34,40	34,70	19,90	16,80	9,80	18,50	3,90	5,80	3,90
	Med		77,4	72,4	67,5	65,0	43,5	57,3	54,3	36,1	26,1	32,8	16,2	3,6	0,1	3,0	0,0	0,0	0,0	77,4
	0%		1,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	7,00	9,00	28,00	32,00	48,00	34,00	69,00	79,00	69,00
	γ		1,94*	2,62*	2,31*		3,31*	1,56*	3,06*	3,25*	1,52*	1,37*	1,88*	1,63*	0,88*	1,05*	1,71*			1,91
	β		41,48*	30,72*	40,37*		24,72*	42,64*	29,65*	29,74*	41,00*	39,16*	17,26*	14,48*	13,45*	10,33*	11,26*			0,13

Tabela 2 – Conclusão

	γ	0,81	1,68	2,77	1,16	0,97	0,89*	1,04*	1,74*	2,84*	1,21*	2,90*	1,57*	1,34*		2,20*	3,01*	2,75*	
	β	18,62	23,14	4,97	8,02	20,98	26,86*	18,59*	22,27*	11,42*	22,73*	23,19*	44,85*	43,10*		41,80*	28,54*	29,33*	
39	Média	0,19	2,74	21,18	3,75	3,39	9,27	14,30	15,47	38,70	32,50	27,53	67,31	70,33	57,76	91,80	85,91	80,75	
	Med	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0	0,0	4,3	10,9	30,4	32,8	17,9	59,1	54,3	52,7	80,4	70,5	86,8	
	0%	83,33	75,00	41,67	66,67	58,33	50,00	36,36	18,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	γ	0,92*	0,88			0,97	0,50*	0,97*	0,81		1,55*	1,30*	2,27*	2,60*	2,70*	5,57*	2,69*	2,70*	11,01*
	β	1,72*	2,52			6,59	21,16*	14,36*	8,19		35,41*	38,99*	38,76*	29,66*	23,81*	18,19*	29,32*	53,20*	9,82*
40	Média	0,80	1,60	2,20	0,00	6,40	10,60	13,90	6,60		54,90	50,80	87,80	77,20	64,20	101,30	78,70	143,60	108,00
	Med	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	3,0		32,0	44,0	92,0	78,0	48,0	97,0	49,0	97,0	109,5
	0%	81,82	63,64	54,55	91,67	75,00	41,67	16,67	25,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	γ	1,32		0,47				2,08	1,89*	0,98*	1,38*	1,45*	2,31*	2,38*	1,34*	1,58*	3,28*	7,50*	1,52*
	β	4,75		7,69				1,78	9,08*	28,86*	18,08*	30,88*	26,74*	32,80*	44,56*	45,93*	27,11*	12,94*	61,88*
41	Média	6,20	0,00	3,60	0,00	0,00	0,30	3,70	17,20	28,30	24,90	44,70	61,80	77,90	59,90	72,50	88,80	97,00	94,10
	Med	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	13,0	28,0	62,0	55,0	70,5	69,0	94,5	85,0	131,0	134,0
	0%	75,00	91,67	66,67	91,67	92,31	84,62	46,15	46,15	23,08	6,67	6,67	13,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	γ	0,37	4,62	2,11	0,72	3,08	1,76	0,79*	1,15	0,80*	1,01*	3,81*	2,24*	1,43*	2,28*	3,18*	2,65*	6,07*	3,44*
	β	1,72	0,06	0,59	1,22	0,09	3,65	7,38*	6,83	44,98*	36,89*	14,40*	32,86*	54,22*	30,75*	35,14*	31,76*	22,87*	36,81*
42	Média	0,60	0,30	1,30	0,90	0,30	6,40	5,80	7,90	35,80	37,30	70,10	73,50	77,50	70,20	111,70	84,20	138,70	126,70
	Med	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	14,0	20,0	38,0	45,5	67,0	40,0	60,0	80,0	100,0	88,0
	0%	75,00	75,00	76,47	80,00	80,00	66,67	50,00	42,86	14,29	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	γ	0,82	0,79*	0,67	0,19	0,04	0,31*	1,11*	0,26*	0,34*	0,14*	0,44*	0,36*	0,35*	0,38*	0,57*	0,09*	0,39*	0,23*
	β	37,38	11,68*	23,55	18,3	2,16	10,91*	45,56*	21,56*	14,33*	7,22*	39,9*	39,67*	48,83*	35,85*	37,13*	15,42*	33,17*	37,00*
43	Média	7,56	4,90	7,62	14,04	5,50	5,23	12,02	16,00	12,69	17,24	51,11	60,52	69,97	47,92	30,10	65,51	47,09	77,69
	Med	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	22,0	31,1	67,3	45,4	54,4	17,6	74,4	36,3	51,1
	0%	66,67	45,45	58,33	66,67	75,00	66,67	50,00	58,33	41,67	33,33	0,00	0,00	8,33	8,33	18,18	25,00	0,00	8,33

* decêndio com aderência de acordo com gráfico dos quantis-quantis. O fundo em cinza indica aderência de acordo com o teste de Lilliefors.

(2011), que avaliaram o regime de precipitação pluviométrica em oito município do arco das nascentes do Rio Paraguai (MT) e com Martins et al. (2010) que avaliaram a precipitação na microrregião de Tangará da Serra (MT), porém um pouco discordante com Moreira et al. (2010) que avaliando o regime de precipitação no município de Nova Maringá também no estado de Mato Grosso, concluíram que o período chuvoso se estende de outubro a janeiro.

Para Dias et al. (1999), a existência de períodos com baixa precipitação nos meses de inverno é benéfico ao rendimento industrial da cana-de-açúcar. Entretanto, isto contribui de forma significativa para a inviabilização do desenvolvimento de outras atividades agrícolas como, por exemplo, a terceira safra de feijão, a qual na região do Cerrado só é possível através da utilização da irrigação total (Figueiredo et al., 2008).

De maneira geral observou-se duas épocas ao longo do ano que são bem distintas, uma em que ocorre grande volume de precipitação pluviométrica, considerada chuvosa e outra cujo índice pluviométrico é reduzido, considerada seca. Em geral os padrões das chuvas em Mato Grosso apresentam grande homogeneidade, sendo que os níveis esperados no período chuvoso dificilmente apresentam grandes variações entre os anos, bem como, nos períodos secos, em raros anos, ocorrem precipitações significativas, o que permite um melhor planejamento e garantia de resultados positivos

tanto para culturas irrigadas, quanto para as de sequeiro (Martins et al., 2011). Com base neste tipo de informação, que é obtida assumindo-se um nível de probabilidade aceitável ou teoricamente viável, o projetista poderá dimensionar o sistema de irrigação ou o manejo desta. (Junqueira Junior et al., 2007).

De acordo com as análises apresentadas por Zavattini (2009), pode-se inferir que a alternância dos predomínios da massa equatorial continental e da massa polar marítima em duas épocas distintas do ano, é a responsável pela existência de uma época seca e uma chuvosa bem definidas na região.

4. CONCLUSÕES

Nas estações pluviométricas analisadas em Mato Grosso, os parâmetros γ e β da Distribuição Gama e a porcentagem de decêndios sem precipitação pluviométrica (0%) apresentados neste trabalho podem ser utilizados para estimar a precipitação decendial, com as probabilidades julgadas adequadas ao planejamento das atividades agrícolas.

Os decêndios com as maiores médias de precipitações estão entre os meses de novembro e março, sendo o maior valor 186,2 mm.

As estações mais ao norte do estado apresentam os decêndios com as maiores precipitações e as estações mais ao sul decêndios com menores precipitações.

5. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, na concessão de bolsas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, C. L. T.; COELHO, E. F.; COUTO, L.; SILVA, E. L. Parâmetros de solo-água para engenharia de irrigação e ambiental. In: FARIA, M. A.; SILVA, E. L.; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. **Manejo de irrigação**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.1-132
- 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.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008.
- BLAIN, G. C. Considerações estatísticas relativas à oito séries de precipitação pluvial da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, p.12-23, 2009.
- BLAIN, G. C.; PIEDADE, S. M. S.; CAMARGO, M. B. P.; GIAROLLA, A. Distribuição temporal da precipitação pluvial mensal observada no posto meteorológico do Instituto Agrônomo, em Campinas, SP. **Bragantia**, v.66, n.2, p.347-355, 2007.
- BOTELHO, V. A.; MORAIS, A. R. Estimativa dos parâmetros da distribuição gama de dados pluviométricos do município de Lavras, Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.697-706, 1999.
- DALLACORT, R.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES, A. C. A.; FARIA, R. T.; REZENDE, R.; BERTONHA, A. Níveis de probabilidade de rendimento de quatro cultivares de soja em cinco datas de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.2, p. 261-266, 2008.
- DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; FREITAS, P. S. L.; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, n.2, p.193-200, 2011.
- DANFÁ, S.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; COELHO, G.; VIOLA, M. R.; ÁVILA, L. F. Distribuição espacial de valores prováveis de precipitação pluvial para períodos quinzenais, em Guiné-Bissau. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n. 1, p. 67-74, 2011.
- DIAS, F. L. F.; MAZZA, J. A.; MATSUOKA, S.; PERECIN, D.; MAULE, R. F. Produtividade da cana-de-açúcar em relação a clima e solos da região noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.3, p.627-634, 1999.
- ELY, D. F.; ALMEIDA, I. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade climática e o rendimento da cultura do milho no estado do Paraná: algumas implicações políticas e econômicas. **Geografia**, v.12, n.1, p.495-508, 2010.
- FIDELIS, R. R.; ROCHA, R. N. C.; LEITE, U. T.; TANCREDI, F. D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**, v.19, n.1, p.23-31, 2003.
- FIETZ, C. R.; URCHAI, 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...**, v.1, p.101-103, 1997.
- FIETZ, C. R.; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V.; URCHAI, M. A. Precipitação esperada em diferentes níveis de probabilidade, na região de Dourados, MS. **Ciência Rural**, v.28, n.1, p.29-34, 1998.
- FIGUERÊDO, S. F.; POZZEBON, E. J.; FRIZZONE, J. A.; AZEVEDO, J. A.; GUERRA, A. F.; SILVA, E. M. Gerenciamento da Irrigação do Feijoeiro Baseado em Critérios Técnicos e Econômicos no Cerrado. **Irriga**, v.13, n.3, p.378-391, 2008.
- GOMES, B. M. **Comportamento espacial da precipitação decenal (P 75%) para o Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Agronomia)–Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.
- JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A.; GOMES, N. M.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Precipitação provável para a região de Madre de Deus, alto rio grande: modelos de probabilidades e valores característicos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.842-850, 2007.
- KREPPER, C. M.; SCIAN, B. V.; PIERINI, J. O. Time and space variability of rainfall in central East Argentina. **Journal of Climate**, v.22, p.39-47, 1989.
- KUMAR, K. K.; RAO, T. V. R. Crop growing periods and irrigation needs of corn crop at some stations in Northeast Brazil. **Idojaras**, v.111, n.1, p 65-77, 2007.
- MARTINS, J. A., DALLACORT, R.; INOUE, M. H.; SANTI, A.; KOLLING, E. M.; COLETTI, A. J. Probabilidade de precipitação para a microrregião de tangará da serra, estado do Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.3, p.291-296, 2010.
- MARTINS, J. A.; DALLACORT, R.; INOUE, M. H.; GALVANIN, E. A. S.; MAGNANI, E. B. Z.; OLIVEIRA, K. C. Caracterização do regime pluviométrico no arco das nascentes do Rio Paraguai. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.4, p.639-647, 2011.

- MEDINA, B. F.; LEITE, J. A. Probabilidade de chuva em Boa Vista, RR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.11, p.1437-1441, 1984.
- MOREIRA, P. S. P.; DALLACORT, R.; MAGALHÃES, R. A.; INOUE, M. H.; STIELER, M. C.; SILVA, D. J.; MARTINS, J. A. Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de Nova Maringá-MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, n.1, p.9-20, 2010.
- 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**, 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**, v.36, n.5, p.727-742, 2001.
- REBELLO, E. R. G.; ALMEIDA, R. M. B.. Probabilidade de ocorrência de chuva mensal em Brasília-DF In: 1 CONGRESSO INTERAMERICANO DE METEOROLOGIA e 4 CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Belo Horizonte, 1986 p. 155-159.
- 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, p.341-346, 2008.
- THOM, H.C.S. A note on the gama distribuiton. **Monthly Weather Review**, v.8, p.117-122, 1958.
- WILKS, D S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2006. 629 p.
- ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul**. São Paulo: Editora UNESP, 2009. 212 p.