

Distribuição de probabilidade e movimento temporal da precipitação na região de Telêmaco Borba, Paraná

Daniela Jerszurki¹, Jorge Luiz Moretti Souza¹, Adão Wagner Pêgo Evangelista²

¹ Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, CEP 80035-050, Curitiba-PR, Brasil. E-mail: djerszurki@ufpr.br; jmoretti@ufpr.br

² Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Campus Samambaia, Rodovia Goiânia-Nova Veneza, km 0, CEP 74690-900, Goiânia-GO, Brasil. Caixa Postal 131. E-mail: awpego@bol.com.br

RESUMO

Teve-se por objetivo, no presente trabalho, determinar os parâmetros estatísticos de cinco funções densidade de probabilidade (fdp's), ajustadas aos valores decendiais observados de precipitação (P), calcular os valores prováveis a 75% de probabilidade de serem igualados ou superados, com a fdp de melhor ajuste, bem como decompor a série de P, para o município de Telêmaco Borba, Estado do Paraná. No ajustamento das fdp's foram aplicados testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade. A série temporal foi decomposta nos padrões de tendência (T), ciclicidade (C), sazonalidade (S) e irregularidade (I), pelos métodos das médias móveis, remoção da componente tendência e razão para a média móvel, respectivamente. As fdp's Gama e Exponencial apresentaram melhor ajuste aos dados decendiais de P e as demais fdp's foram importantes para obtenção dos valores prováveis para os demais decêndios do ano. A estimativa da P75% a partir da precipitação média, é possível, confirmando a existência de relações funcionais entre as duas variáveis. As séries diária e decendial da P não seguiram qualquer padrão na distribuição de frequência, caracterizando sua aleatoriedade, sendo influenciada pelos movimentos sazonais, cíclicos e irregulares, com a sazonalidade tendo pouca influência.

Palavras-chave: função densidade de probabilidade, relações hídricas, série temporal

Probability distribution and time movements of precipitation in Telêmaco Borba, Paraná, Brazil

ABSTRACT

Had to aim in this work to determine the parameters of five statistical probability density functions (pdf's) adjusted to decennial values of precipitation (P), determining their probable values at 75% probability, validate functional relationships between average and probable rainfall and perform the decomposition of these time series in Telêmaco Borba, Parana State. To check the adjustment of pdf's to data series were applied Kolmogorov-Smirnov test at 5% probability. The time series were decomposed to obtain trend (T), cyclicity (C), seasonality (S) and irregularity (I) patterns, through the methods of moving averages, trend component removal and reason for the mobile average, respectively. The pdf's Gamma and Exponential showed better fit to decennial P, and the other pdf's were important for obtaining the probable values for the remaining periods of ten days of the year. The estimated P75% from the average rainfall is possible, confirming the existence of a functional relationship between two variables. The daily and ten-day P series didn't follow any pattern in frequency distribution, characterizing randomness, being influenced by seasonal, cyclical and irregular movements, with seasonality having little influence.

Key words: probability density functions, water relations, time series

Introdução

Normalmente, o efeito da precipitação sobre as atividades de planejamento e manejo agrícola, é estudado baseando-se em valores médios o que, geralmente, leva a avaliações errôneas (Doorenbos & Pruitt, 1997) devido, em grande parte dos casos, ao caráter aleatório da precipitação (Sampaio et al., 1999). Para Fietz et al. (2008) a utilização da precipitação provável, em substituição à precipitação média, é mais recomendável para a realização de atividades de planejamento e manejo agrícola.

Neste contexto, o estudo da precipitação provável evidencia a utilidade, aplicação e abrangência que o ajustamento e a obtenção de parâmetros estatísticos referentes à precipitação têm para a atividade agrícola, como um todo, justificando a realização de estudos desta natureza e relacionados ao comportamento da precipitação para as mais diversas regiões e tipos climáticos (Jensen, 1974; Bragança, 2007; Ávila et al., 2009; Souza et al., 2013; Castro et al., 2014; Guo & Wang, 2014; Silvestro & Reborá, 2014; Tong et al., 2014). Várias fdp's têm sido utilizadas para estudar a precipitação (P), apresentando variabilidade quanto à adequação às séries históricas. Segundo Junqueira Júnior et al. (2007) as fdp's Gama e Log-Normal são as mais utilizadas para a estimativa da P.

Com a escolha da fdp mais adequada, devem ser determinados os níveis de probabilidade a serem utilizados. Para que haja minimização dos riscos e custos na elaboração de projetos agrícolas de irrigação complementar recomenda-se, com base na P, a escolha de valores que tenham probabilidade de ocorrer, em média, uma vez a cada quatro anos, ou seja, valores com 75% de probabilidade de serem igualados ou superados (período de retorno de 1,33 anos) (Doorenbos & Pruitt, 1977; Souza et al., 2013).

Jensen (1974) comenta que períodos de retorno entre 5 e 10 anos são recomendados apenas em projetos realizados para culturas de grande valor econômico considerando as características de armazenamento da água no solo. É importante observar que uma vez determinados os parâmetros da fdp de melhor ajuste, qualquer valor provável da variável em estudo pode ser encontrado (Souza et al., 2013). Neste contexto, inúmeros autores vêm realizando estudos referentes à estimativa da precipitação provável (Fietz et al., 2008; Ávila et al., 2009; Martins et al., 2010; Soccol et al., 2010; Dallacort et al., 2011; Souza et al., 2013).

Outro ponto importante consiste no estudo das relações funcionais entre as medidas de tendência da precipitação e seus valores prováveis, voltados à elaboração de projetos agrícolas. Souza et al. (2013) encontraram alta correlação entre a precipitação média e provável, resultando em equações que, posteriormente, foram validadas para inúmeros Estados e tipos climáticos.

Além do estudo da fdp de melhor ajuste para P, a análise da série temporal da variável também tem grande utilidade, principalmente quando se encontra algum tipo de tendência na decomposição da série, ao longo das estações e dos anos, obtendo-se padrões de movimento. A identificação de padrões não aleatórios na série temporal também permite a previsão e simulação de eventos futuros (Sansigolo, 2008).

Diante do contexto apresentado teve-se, por objetivo, determinar os parâmetros estatísticos de cinco fdp's ajustadas aos valores decendiais observados de P, calcular os valores com 75% de probabilidade de serem igualados ou superados, com a fdp de melhor ajuste, validar relações funcionais entre precipitação média e provável, bem como decompor a série de P para o município de Telêmaco Borba, Paraná.

Material e Métodos

As análises do presente trabalho foram realizadas para o município de Telêmaco Borba, Estado do Paraná. A região está localizada no Segundo Planalto Paranaense e, de acordo com a classificação de Köppen, apresenta clima tipo Cfa/Cfb, subtropical úmido transicional para temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio inferior a 16 °C, com ocorrência de geadas e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes (Iapar, 2000).

Foram utilizados dados históricos diários de precipitação pluviométrica (janeiro de 1981 a janeiro de 2011) provenientes de uma estação climatológica instalada na Fazenda Monte Alegre, pertencente à empresa Klabin Florestal, localizada na região de Telêmaco Borba, Estado do Paraná, com altitude média de 885 m, nas coordenadas 24°13' de latitude Sul e 50°32' de longitude Oeste.

Considerando as recomendações de Souza et al. (2013) para o cálculo de valores prováveis, os procedimentos necessários para a P provável foram realizados com o auxílio de uma planilha eletrônica, contendo rotinas desenvolvidas especialmente para esta finalidade. Os dados diários foram tabulados e agrupados em períodos de 10 dias (decêndios), e separação dos decêndios sem ocorrência de precipitação (P_0) daqueles contendo precipitação diferente de zero. Para evitar inconsistências na estimativa dos parâmetros das fdp's utilizadas, decêndios possuindo somatório de precipitação inferior ao valor um ($1 \text{ mm decêndio}^{-1}$) foram considerados iguais a zero. Para auxiliar nas análises dos dados e identificar tendências, distribuições de frequência empregando cores foram realizadas tendo, como entrada, dados diários de 31 anos de P. Logo após, se encontraram os parâmetros estatísticos das fdp's testadas (Gama, Normal, Exponencial, Triangular e Uniforme). Os parâmetros encontrados foram: alfa e beta para a fdp Gama; média e desvio padrão para a fdp Normal; maior valor, menor valor e moda para a fdp Triangular; média para a Exponencial e maior e menor valor para a fdp Uniforme. Por fim, foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (5% de probabilidade) para verificação da aderência dos valores decendiais de P estimados com as cinco fdp's, aos valores observados. Sendo que neste teste, para que haja ajuste dos dados amostrais às fdp's, os valores de máxima divergência das séries não devem superar o valor crítico, na significância estabelecida (Fietz et al., 2008). Após a escolha da fdp de melhor ajuste aos valores de P de cada decêndio, foram obtidos, respectivamente, os valores de $P_{75\%}$ com período de retorno (T) de 1,33 anos, ou seja, valores com 75% de probabilidade de serem igualados ou superados: $P_{75\%} = P(P_{75\%} \in P | P_{1-\text{ésimo}} \geq P_{75\%}) = 75\%$.

Para a validação das relações funcionais $P_{75\%}(\bar{P})$, os valores decendiais de $P_{75\%}$ obtidos no presente trabalho foram relacionados com os respectivos valores de $P_{75\%}$ estimados com

as equações propostas por Souza et al. (2013), sendo: Estado do Paraná (Eq. 1); clima Cfa (Eq. 2) e clima Cfb (Eq. 3). Os tipos climáticos Cfa e Cfb são predominantes no município de Telêmaco Borba – PR.

$$P_{75\%}(\bar{P}) = 0,486 \cdot \bar{P} - 8,250 \quad (1)$$

$$P_{75\%}(\bar{P}) = 0,476 \cdot \bar{P} - 8,342 \quad (2)$$

$$P_{75\%}(\bar{P}) = 0,580 \cdot \bar{P} - 12,220 \quad (3)$$

sendo: $P_{75\%}(\bar{P})$ – valor decencial provável da P (mm decêndio⁻¹) em função de \bar{P} ; \bar{P} – valor decencial médio da P (mm decêndio⁻¹).

Para a decomposição da série temporal dos valores observados de P, a tendência (T) foi obtida com o método das médias móveis considerando-se a média das observações como previsão para o período analisado (Morettin & Tolloi, 1981). Para tanto, foram calculadas médias móveis de ordem 3, 5 e 7, tal como as médias móveis centradas de ordem 3 e ponderada de ordem 7, para obter maior alisamento das séries analisadas

e melhorar a visualização da tendência. Os movimentos sazonais (S), cíclicos (C) e irregulares (I) foram obtidos com o modelo multiplicativo de decomposição de séries temporais. A S foi representada pelos índices sazonais (IS) obtidos com o método da razão para a média móvel, também conhecido como método da média móvel percentual. Os movimentos C e I foram representados pelos índices cíclicos e irregulares (ICI), avaliados em conjunto e obtidos pela remoção da componente T (Morettin & Tolloi, 1981).

Resultados e Discussão

Dentre as fdp's testadas, a Gama se ajustou ao maior número de valores decenciais de P (48%). Os resultados concordam com os obtidos por inúmeros autores que testaram o ajuste da fdp para a precipitação, nas mais diferentes localidades (Junqueira Júnior et al., 2007; Fietz et al., 2008; Soccol et al., 2010). A fdp exponencial também se ajustou a cerca de 35% dos decêndios. Sabe-se que a fdp Exponencial é uma particularidade da Gama (Souza, 2013), o que também justifica o seu melhor ajustamento para o município de Telêmaco Borba; no entanto, é comum alguns autores obterem ajustes para outras fdp's (Souza et al., 2013).

Tabela 1. Parâmetros estatísticos de cinco fdp's (N - Normal, T - Triangular, G - Gama, E - Exponencial e U - Uniforme) e valores prováveis decenciais da P ($P_{75\%}$), para os 37 decêndios do ano, para o período de 31 anos, no município de Telêmaco Borba – PR

Série	Parâmetros das fdp's									fdp ⁽²⁾	P ₀ ⁽³⁾ (decêndios)	P(P ₀ =0) (%)	P _{75%} (mm decêndio ⁻¹)
	Decêndios	Anos	Menor valor	Maior valor	μ ⁽¹⁾	σ ⁽¹⁾	Moda	Alfa	Beta				
1 (01/01 a 10/01)	31	5,7	204,8	57,4	44,4	25,6	1,8	32,3	G	0	0,0	25,8	
2 (11/01 a 20/01)	31	6,2	154,1	70,2	43,8	80,2	1,8	38,4	N	1	3,1	37,2	
3 (21/01 a 30/01)	31	1,0	263,0	70,0	58,9	79,6	1,4	51,8	G	0	0,0	26,3	
4 (31/02 a 09/02)	30	3,7	182,9	70,3	49,8	21,6	1,7	41,6	T	0	0,0	35,7	
5 (10/02 a 19/02)	30	3,4	146,6	62,7	40,3	46,4	1,8	34,6	N	0	0,0	35,5	
6 (20/02 a 01/03)	30	4,2	115,1	53,4	28,5	59,7	2,8	18,9	G	0	0,0	30,1	
7 (02/03 a 11/03)	30	1,9	108,4	32,7	29,5	12,6	1,2	26,9	G	1	3,2	10,2	
8 (12/03 a 21/03)	30	4,0	141,2	42,4	36,3	17,7	1,6	25,9	G	1	3,2	16,7	
9 (22/03 a 31/03)	30	2,9	179,3	50,8	42,3	20,5	2,4	21,2	E	4	12,9	7,6	
10 (01/04 a 10/04)	30	1,1	121,7	29,9	26,8	13,2	1,3	23,2	G	4	12,9	6,3	
11 (11/04 a 20/04)	30	1,0	113,3	39,8	34,1	12,2	1,1	34,8	E	4	12,9	6,0	
12 (21/04 a 30/04)	30	1,6	126,1	38,7	33,8	14,1	1,0	38,5	E	4	12,9	5,8	
13 (01/05 a 10/05)	30	1,4	131,5	43,3	35,4	14,4	1,3	32,4	G	5	16,1	7,6	
14 (11/05 a 20/05)	30	1,1	182,0	57,6	55,4	19,2	0,9	61,0	G	6	19,4	3,7	
15 (21/05 a 30/05)	30	1,2	224,6	47,9	54,3	23,5	0,7	65,0	E	1	3,2	12,2	
16 (31/05 a 09/06)	30	1,2	162,8	36,8	33,5	17,4	1,2	30,0	G	2	6,5	10,2	
17 (10/06 a 19/06)	30	1,0	141,3	46,0	38,2	15,0	1,1	41,5	G	4	12,9	8,0	
18 (20/06 a 29/06)	30	1,1	155,2	39,0	36,4	16,5	1,0	40,3	E	3	9,7	7,3	
19 (30/06 a 09/07)	30	1,0	126,9	34,1	36,5	13,6	0,8	43,0	E	3	9,7	6,3	
20 (10/07 a 19/07)	30	1,1	125,0	42,1	36,4	13,5	0,9	45,3	E	8	25,8	0,0	
21 (20/07 a 29/07)	30	1,1	130,7	38,8	37,0	14,1	1,0	39,1	E	6	19,4	2,8	
22 (30/07 a 08/08)	30	1,0	73,3	24,4	21,8	8,2	1,1	22,3	E	8	25,8	0,0	
23 (09/08 a 18/08)	30	2,7	154,1	36,8	45,7	17,8	1,1	33,8	E	14	45,2	0,0	
24 (19/08 a 28/08)	30	3,3	105,3	36,7	33,9	13,5	1,2	30,2	E	12	38,7	0,0	
25 (29/08 a 07/09)	30	1,9	121,8	41,3	39,0	13,9	1,0	40,7	E	5	16,1	4,6	
26 (08/09 a 17/09)	30	1,2	156,4	52,7	38,7	47,8	1,4	37,2	N	5	16,1	4,4	
27 (18/09 a 27/09)	30	1,5	201,0	56,2	45,5	21,5	1,5	37,9	G	1	3,2	20,6	
28 (28/09 a 07/10)	30	2,3	161,6	54,7	38,7	18,2	1,5	35,7	T	0	0,0	30,7	
29 (08/10 a 17/10)	30	2,6	147,4	52,7	35,8	17,1	1,6	32,7	G	0	0,0	22,4	
30 (18/10 a 27/10)	30	4,0	194,9	54,8	42,5	23,1	1,7	31,8	E	0	0,0	15,8	
31 (28/10 a 06/11)	30	1,4	109,8	51,3	29,4	55,6	2,2	23,3	N	0	0,0	31,4	
32 (07/11 a 16/11)	30	3,5	141,5	50,4	34,1	44,9	1,6	32,5	G	1	3,2	19,1	
33 (17/11 a 26/11)	30	1,0	128,0	42,6	30,4	13,7	1,7	25,0	G	0	0,0	18,7	
34 (27/11 a 06/12)	31	4,0	195,3	54,1	45,9	23,1	1,5	35,5	G	0	0,0	22,1	
35 (07/12 a 16/12)	31	7,5	129,8	45,5	30,2	44,2	2,1	21,7	G	1	3,1	20,9	
36 (17/12 a 26/12)	31	6,0	157,5	53,1	37,5	21,1	1,9	27,8	G	0	0,0	24,9	
37 (27/12 a 31/12)	31	1,2	199,1	41,7	46,5	21,0	1,0	40,5	G	4	12,5	6,7	

⁽¹⁾média (μ) e desvio padrão (σ) dos valores decenciais da série; ⁽²⁾função densidade de probabilidade que melhor se ajustou aos dados decenciais da série; ⁽³⁾decêndios contendo ausência de precipitação (P₀).

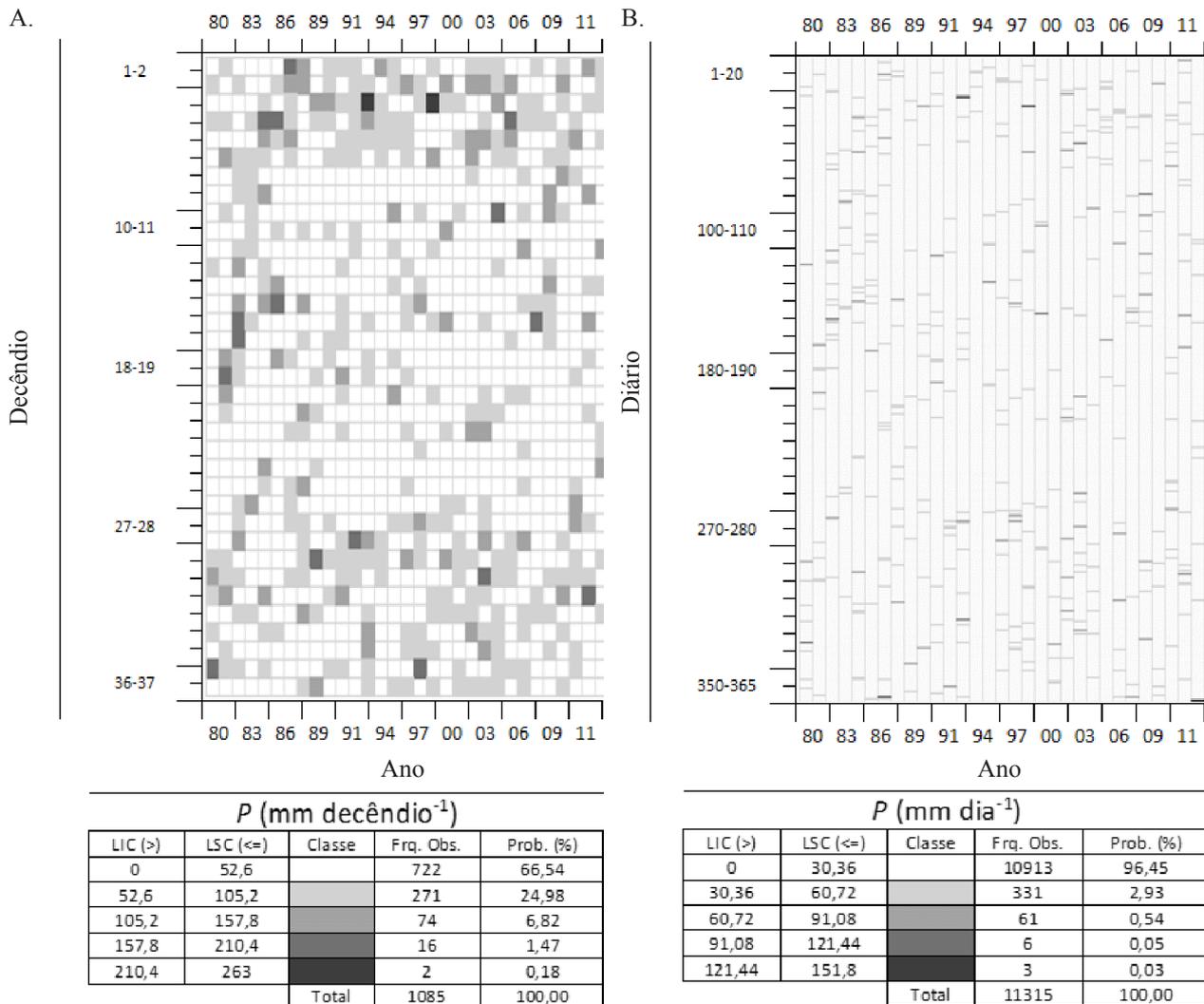
Sampaio et al. (1999) encontraram que a fdp Log-Normal foi a que mais se adequou aos dados de precipitação, principalmente em períodos chuvosos para a região de Lavras – MG. Também foi possível perceber variação dos parâmetros estimados para cada decênio no presente estudo (Tabela 1) o que, segundo Sampaio et al. (1999) é devido, provavelmente, à aleatoriedade da P (Figura 1).

Neste presente trabalho o valor médio de precipitação foi de 14,7 mm decênio⁻¹, o qual, segundo Junqueira Júnior et al. (2007) é considerado satisfatório, proporcionando menores problemas relacionados à seca na região. As maiores probabilidades de ausência de precipitação ocorreram entre os decênios 19 e 27, concentrando-se no período de inverno (julho a setembro). A precipitação provável a 75% correspondeu, em média, a 28,4% da precipitação média decenal sendo que, em termos absolutos, a diferença representou 32,4 mm decênio⁻¹. Assim, a utilização da precipitação média em projetos de irrigação, em Telêmaco Borba, não é adequada, visto que não pode ser considerada representativa, podendo levar ao subdimensionamento de projetos (Fietz et al., 2008).

Oliveira & Carvalho (2003) e Souza et al. (2013) também consideraram que a P média não é uma boa referência para estudos que utilizem esses valores como parâmetros de entrada. A probabilidade de ocorrência de precipitação média variou entre 20 e 50%. Os decênios que apresentaram probabilidade de ocorrência da precipitação média próxima a 50%, tiveram a fdp Normal como a que melhor se ajustou aos dados. Assim, no período chuvoso a probabilidade variou de 30 a 50%, enquanto que no período seco a probabilidade esteve próxima de 20%.

As análises buscando identificar algum tipo de associação entre valores decenciais de P_m e $P_{75\%}$, para o Estado do Paraná e tipos climáticos Cfa e Cfb, se apresentaram estreitamente correlacionadas com a equação linear (Figura 2). Conforme evidenciado por Souza et al. (2013), os resultados obtidos também confirmam a possibilidade de determinar a $P_{75\%}$ a partir da precipitação média, para a região de Telêmaco Borba-PR.

Tal resultado é relevante pois pode facilitar consideravelmente a obtenção de valores prováveis de precipitação, uma vez que a precipitação média pode ser facilmente calculada a partir de séries pequenas de dados.



Sendo: LIC – limite inferior de classe; LSC – limite superior de classe; Classe – cor da classe apresentada no diagrama de distribuição de frequência em cores; Frq. Obs. – frequência observada em cada classe.

Figura 1. Distribuição de frequência em cor da P, para uma série de 31 anos, no município de Telêmaco Borba – PR: (a) P para período diário e (b) P para período decenal

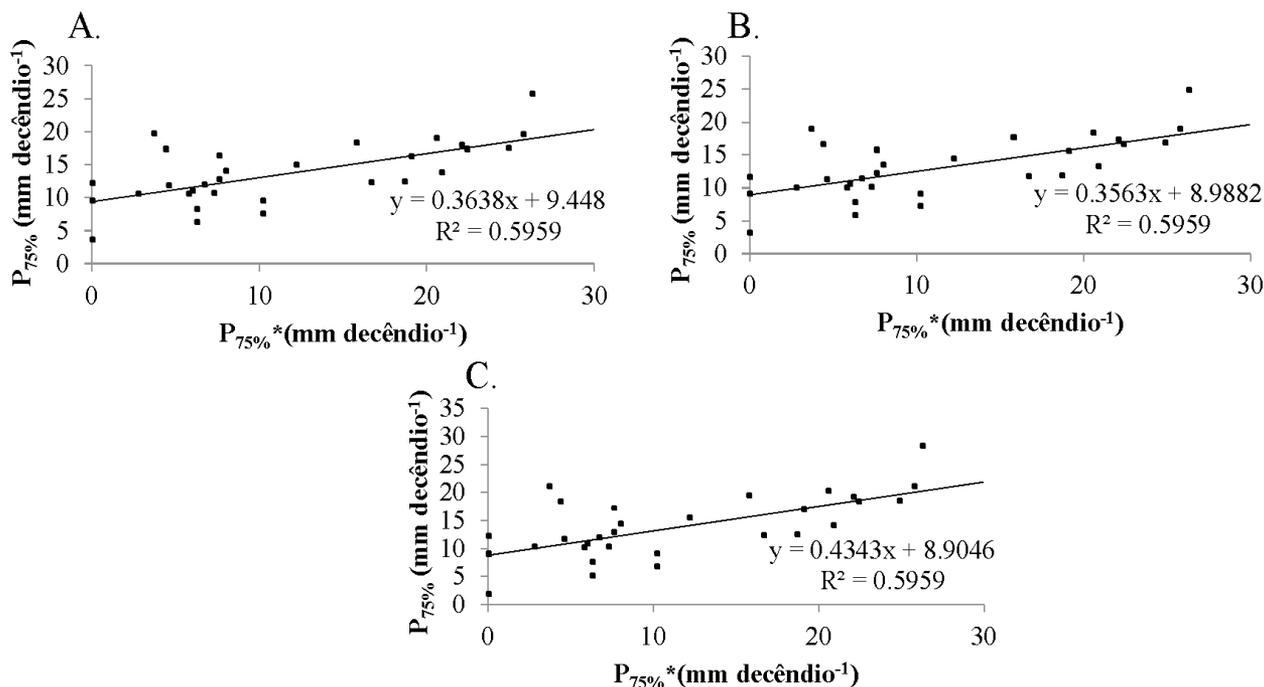


Figura 2. Regressão linear e coeficiente de determinação entre os valores decenciais de $P_{75\%}$ calculados e estimados com as equações de Souza et al. (2013), para o município de Telêmaco Borba, considerando: (a) as relações funcionais obtidas para o estado do Paraná; (b) climas Cfa e (c) clima Cfb

Além disto, a estimativa de $P_{75\%}$ a partir da precipitação média pode viabilizar programas de planejamento de atividades agropecuárias mais abrangentes.

Pôde-se observar que a distribuição de frequência (Figura 3) não seguiu qualquer padrão, tanto para o período diário quanto para o período decenal, provavelmente devido à característica de aleatoriedade da variável (Sampaio et al., 2007). Analisando a série de precipitação obtida para o período de 31 anos, não foi possível observar tendência significativa para os totais de chuva ($R^2 = 0,0169$) (Figura 3).

O ano mais chuvoso da série foi 1983 (2166,3 mm ano⁻¹), enquanto que o menos chuvoso foi 1985 (1.235,3 mm ano⁻¹). O movimento temporal observado foi o mesmo verificado por Sansigolo (2008) para o Estado de São Paulo o que, sem dúvida, está relacionado à típica aleatoriedade dos dados de P. Os autores encontraram tendência (T) de decréscimo nos valores anuais da P, porém, não significativa. Apesar disto e conforme relatado por Silva & Guetter (2003) para alguns municípios do Estado do Paraná, pôde-se verificar, nos últimos anos, o aumento da frequência de chuvas intensas e a ocorrência de secas de maior duração. Berlatto et al. (2005) verificaram, para o Estado do Rio Grande do Sul, aumento significativo das precipitações nos últimos anos. Segundo os autores, a maior concentração de eventos El Niño, especialmente entre 1980 e 1990, contribuiu para a tendência de aumento da precipitação pluvial do Estado. Paralelamente ao que foi constatado na Região Sul do país, alguns autores demonstram para a Região Norte, que as precipitações estão apresentando tendência de aumento nos últimos anos (Albuquerque et al., 2010). Desta forma, percebeu-se que a tendência de crescimento ou decréscimo da P oscila entre as regiões brasileiras o que, segundo Tardy (1997) se deve ao mecanismo de compensação, tomada em escala regional ou

local, ou seja, as oscilações da pluviosidade são compensadas de uma região para outra.

Com a remoção dos movimentos sazonais da série de dados (Figura 4) observou-se que a sazonalidade exerce pouca influência sobre a P em virtude, provavelmente, da sua aleatoriedade. Mesmo assim, os índices sazonais demonstraram que a sazonalidade ocorreu quando a P começou a decrescer (entre maio e junho), até atingir o valor mínimo em agosto voltando a aumentar em setembro, com maior concentração entre os meses de novembro a março. Os meses mais secos dos anos foram julho (92 mm mês⁻¹) e agosto (61 mm mês⁻¹). Conceição (2008) também verificou, analisando uma série de 35 anos para o município de Jales, Estado de São Paulo, concentração das chuvas no período de novembro a março porém com tendência de crescimento ao longo dos anos analisados.

Movimentos cíclicos foram observados nas séries de P (Figura 5). Com a remoção da tendência da série de dados, a curva continuou apresentando os mesmos movimentos

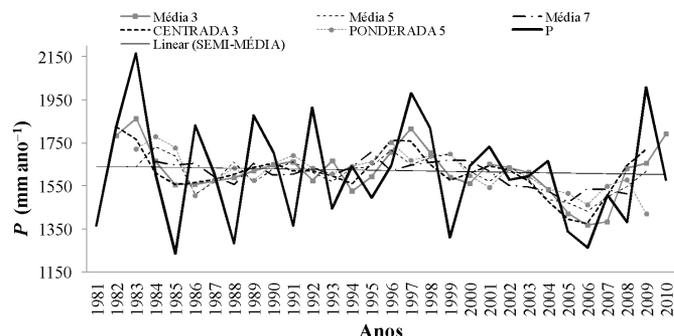


Figura 3. Precipitação (P) anual no município de Telêmaco Borba – PR: médias móveis de 3, 5 e 7 períodos, centrada de 3 períodos e ponderada de 5 períodos, para uma série de 30 anos

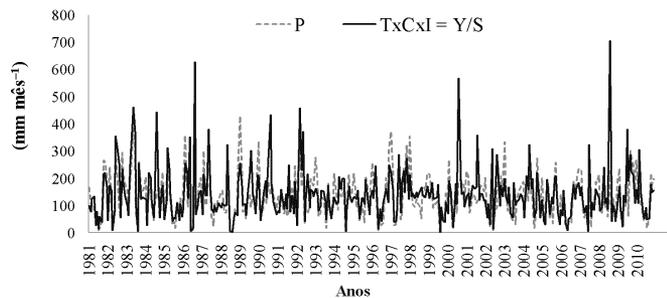


Figura 4. Série de P removendo-se os movimentos sazonais para uma série de 30 anos, no município de Telêmaco Borba – PR

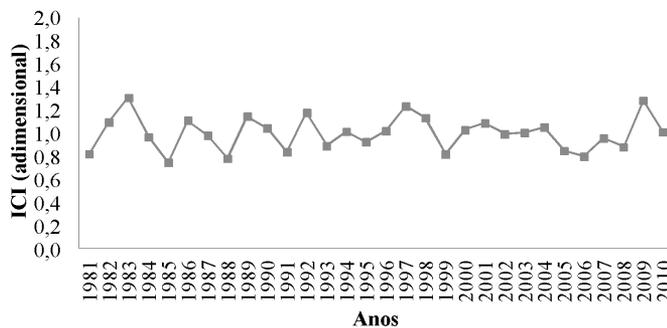


Figura 5. Índices cíclicos da P, para uma série de 30 anos, no município de Telêmaco Borba – PR

da tendência, ou seja, as séries não foram influenciadas pela tendência mas, sim, pela sazonalidade, ciclicidade e aleatoriedade. Desta forma, com os índices cíclicos e irregulares (ICI) se aproximando de 1, ocorreu menor influência desses movimentos sobre a série de P (Morettin & Tolloi, 1981).

As variações cíclicas são resultado de eventos climáticos aleatórios, como o El Niño e La Niña, com duração superior a um ano, podendo-se estender por décadas. Por não apresentar duração uniforme, a identificação dos ciclos é mais difícil do que a dos outros movimentos das séries (Morettin & Tolloi, 1981). Observou-se, para a P, maior oscilação dos ICI ao longo dos anos analisados. Segundo Tardy (1997) a P geralmente apresenta grandes variações cíclicas. As variações irregulares resultam de eventos de periodicidade inexplicável, como a ocorrência de catástrofes naturais de curta duração, estando associadas aos movimentos cíclicos. Dessa forma, as variações das séries de P que não foram explicadas pela tendência, sazonalidade ou ciclicidade, são atribuídas aos movimentos irregulares ou aleatórios.

Conclusões

As fdp's Gama e Exponencial apresentaram melhor ajuste aos dados decendiais de P e as demais fdp's foram importantes para obtenção dos valores prováveis para os demais decêndios do ano. A estimativa da $P_{75\%}$ a partir da precipitação média, é possível, confirmando a existência de relações funcionais entre as duas variáveis.

As séries diária e decendial da P não seguiram qualquer padrão na distribuição de frequência, caracterizando sua aleatoriedade, não apresentando tendência de acréscimo ou decréscimo, sendo influenciada pelos movimentos sazonais, cíclicos e irregulares, com a sazonalidade tendo pouca influência sobre a P.

Literatura Citada

- Albuquerque, M.F.; Souza, E.B.; Oliveira, M.C.F.; Souza Júnior, J.A. Precipitação nas mesorregiões do estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas (1978-2008). *Revista Brasileira de Climatologia*, v.6, p.151-168, 2010. <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revistaabclima/article/view/25606/17162>>. 28 Jul. 2014.
- Ávila, L.F.; Mello, C.R.; Viola, M.R. Mapeamento da precipitação mínima provável para o sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, supl.0, p.906-915, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000700013>>.
- Berlato, M.A.; Farenzena, H.; Fontana, D.C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, 5, p.423-432, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000500001>>.
- Bragança, R. Estudo comparativo da estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades no Estado do Espírito Santo. Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo, 2007. 69f. Dissertação Mestrado. <http://www.bdtd.ufes.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=366>. 02 Ago. 2014.
- Castro, L.M.; Gironás, J.; Fernández, B. Spatial estimation of daily precipitation in regions with complex relief and scarce data using terrain orientation. *Journal of Hydrology*, v.517, p.481-492, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.064>>.
- Conceição, M.A.F. Tendências da precipitação pluvial na Região de Jales (SP). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. 4p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 89). 4p. <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot089.pdf>>. 10 Ago. 2014.
- Dallacort, R.; Martins, J.A.; Inoue, M.H.; Freitas, P.S.L. de; 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. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.5838>>.
- Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. Crop water requirements. Roma: FAO, 1977. 144p (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).
- Fietz, C.R.; Comunello, E.; Cremon, C.; Dallacort, R. Estimativa da precipitação provável para o Estado de Mato Grosso. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 237p.
- Guo, Y.; Wang, C. Trends in precipitation recycling over the Qinghai-Xizang Plateau in last decades. *Journal of Hydrology*, v. 517, p. 826-835, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.06.006>>.
- Instituto Agrônomo do Paraná - Iapar. Cartas Climáticas do Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000. CD Rom.
- Jensen, M.E. Consumptive use of water and irrigation water requirements. New York: ASCE, 1974. 215p
- Junqueira Junior, 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*, Lavras, v. 31, n. 3, p. 842-850, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000300034>>.

- Martins, J.A.; Dallacort, R.; Inoue, A.S.; 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. <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/viewFile/6365/7571>>. 02 Ago. 2014.
- Morettin, P.A.; Toloi, C.M.C. Modelo para previsão de séries temporais. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 1981. v.1, 623p.
- Oliveira, L.F.C.; Carvalho, D.F. Regionalização da lâmina suplementar de irrigação e época de plantio da cultura de feijão, no Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.1, p. 106-110, 2003. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662003000100017>>.
- 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. *Ciência e Agrotecnologia*, v.23, n.2, p.382-389, 1999. <<http://www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/32-volume-23-numero-2?download=420:vol23numero2>>. 28 Jul. 2014.
- 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*, v. 12, n.1, p. 38-53, 2007.
- 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, n.3, p. 341-346, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862008000300009>>.
- Silva, M.E.S; Guetter, A.K. Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná. *Terra Livre*, v. 1, n.20, p. 111-126, 2003. <http://www2.esalq.usp.br/departamentos/lce/aulas/lce495/ED_1.pdf>. 02 Ago. 2014.
- Silvestro, F.; Rebora, N. Impact of precipitation forecast uncertainties and initial soil moisture conditions on a probabilistic flood forecasting chain. *Journal of Hydrology*, v.519, part.A, p.1052-1067, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.07.042>>.
- Soccol, O.J.; Cardoso, C.O.; Miquelluti, D.J. Análise da precipitação mensal provável para o município de Lages, SC. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n.6, p. 569-574, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000600001>>.
- Souza, J.L.M. Fundamentos de matemática e estatística para formulação de modelos e análise de dados: aplicado às ciências agrárias. Curitiba: DSEA/SCA/UFPR, 2013. (Série Didática)
- Souza, J.L.M.; Jerszurki, D.; Damazio, E.C. Relações funcionais entre precipitação provável e média em regiões e climas brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, p.693-702, 2013.
- Tardy, Y. Geoquímica global: oscilações climáticas e evolução do meio ambiente desde quatro bilhões de anos. *Estudos Avançados*, v.11, n.30, p. 149-173, 1997. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141997000200011>>.
- Tong, K.; Su, F.; Yang, D.; Hao, Z. Evaluation of satellite precipitation retrievals and their potential utilities in hydrologic modeling over the Tibetan Plateau. *Journal of Hydrology*, v.519, part.A, p.423-437, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.07.044>>.