

## DECOMPOSIÇÃO E VALORES PROVÁVEIS DA SÉRIE DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE GOIÂNIA, ESTADO DE GOIÁS

SOUZA J.L.M.<sup>1</sup>; JERSZURKI D.<sup>2</sup>; PAIVA, I. A.<sup>3</sup>; EVANGELISTA, A.W.P.<sup>4</sup>,  
CASAROLI, D.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Professor, DSEA/SCA/UFPR, e-mail: jmoretti@ufpr.br; <sup>2</sup>Phd, Ben Gurion University of the Negev, Israel;  
<sup>3</sup>Mestrando Ciência do solo, UFPR; <sup>4</sup>Professor, UFG; <sup>5</sup>

### RESUMO

Teve-se por objetivo no presente trabalho realizar a decomposição da série e determinar os valores prováveis da precipitação pluviométrica ( $P$ ) do município de Goiânia, Estado de Goiás, com a *fdp* testada (Exponencial, Gama, Normal, Triangular e Uniforme) de melhor ajuste. A série de dados diários utilizada nas análises é da Estação Meteorológica da Universidade Federal de Goiás (UFG), compreendendo o período entre 1978 e 2015. As análises foram organizadas e realizadas em uma planilha eletrônica contendo rotinas desenvolvidas para essa finalidade. Para a decomposição das séries de dados foram utilizados os métodos das médias móveis, mínimos quadrados, razão para a média móvel e remoção da componente tendência para obtenção da tendência, sazonalidade, irregularidade e ciclicidade. Para calcular a precipitação provável, os dados diários de  $P$  foram tabulados e agrupados em períodos de dez dias (decêndios), totalizando 37 decêndios por ano. Os dados foram separados em decêndios sem ocorrência de precipitação ( $P_0$ ) dos com precipitação diferente de zero. Calcularam-se, os parâmetros estatísticos das cinco funções densidade probabilidade (*fdp's*) testadas (Gama, Normal, Exponencial, Triangular e Uniforme) com as séries de valores de precipitação decendial observadas. A aderência entre os valores decendiais de precipitação estimados (com as cinco *fdp's* testadas) e observados foi verificada com o teste de Kolmogorov-Smirnov, a 5% de probabilidade. Após a escolha da *fdp* que melhor se ajustou aos valores observados, determinou-se a precipitação pluviométrica decendial provável à 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 e 95% de probabilidade, adotando-se o conceito de distribuição mista. A série anual de  $P$  foi influenciada pelos movimentos cíclicos e irregulares, mas não apresentou tendência significativa de acréscimo ou decréscimo. A sazonalidade teve pouca influência nos movimentos. A *fdp* Gama ajustou-se melhor aos valores decendiais da série histórica de  $P$  (59,4%), seguida pela *fdp* Exponencial (18,9%). O período entre o 11º e 30º decêndio é bem seco em Goiânia: os níveis de probabilidades testados foram indiferentes, indicando que a precipitação pluviométrica nesse período é realmente baixa e sugere a necessidade de irrigação. A  $P_{75\%}$  foi maior nos intervalos compreendidos entre o 1º e 10º decêndio e entre o 30º e 37º decêndio, compreendendo a estação chuvosa em Goiânia. O intervalo indica a possibilidade de cultivo de sequeiro, com baixo risco, pois os índices pluviométricos são satisfatórios.

**Palavras-chave:** chuva, função densidade de probabilidade, tendência, probabilidade.

## INTRODUÇÃO

A compreensão da distribuição ou tendência histórica da ocorrência da pluviosidade ao longo dos anos em uma região é determinante para planejamentos agrícolas. Com uma boa série histórica de dados é possível estimar períodos de veranicos ou de excesso de chuva, e auxiliar decisões que levem a maximização da produção agrícola (Ribeiro et al., 2007; Jerszurki et al., 2015). Por outro lado, o estudo da precipitação provável auxilia nos projetos agrícolas, pois diminui os riscos de sub ou superdimensionamento de projetos agrícolas (Oliveira e Carvalho, 2003; Soccol et al., 2010). Em muitos casos pode até mesmo maximizar o lucro da atividade em questão.

Para realizar a interpretação de séries históricas é utilizado uma função densidade probabilidade (*fdp*). Existem diversas funções utilizadas, que assumem melhores ajustes de acordo com as séries históricas. Segundo Pruit et al. (1972) as *fdp's* mais utilizadas para ajuste às séries são Beta, Gama, Gumbel e Normal. Diversos autores encontraram com a *fdp* Normal os melhores ajustes (Saad e Scaloppi, 1998; Jerszurki et al. 2015). Contudo, Saad (1990) e Pereira e Frizzone, (1994) encontraram melhores resultados com a beta. Em contrapartida, Jerszurki et al. (2015) obtiveram os melhores ajustes com as *fdp's* Gama e Exponencial, sendo que juntas representaram um total de 84% dos ajustes possíveis. Ainda segundo os autores, as demais *fdp's* foram importantes para obtenção dos valores prováveis para os demais decêndios do ano (16% restantes).

As funções de densidade oferecem probabilidades que variam de 0% a 100%. Portanto, além de escolher a *fdp* que melhor ajusta aos dados também é necessário escolher o nível de probabilidade a ser utilizado (Marques Júnior et al., 1995). Para minimizar os riscos no planejamento agrícola devem ser escolhidos valores com probabilidades de ocorrência iguais ou superiores a 75% (Doorenbos e Pruitt, 1977; Saad e Scaloppi, 1988). Valores acima de 75% normalmente são utilizados para culturas com enorme valor agregado ou susceptíveis a escassez hídrica, devido ao baixo armazenamento de água no solo e capacidade de absorção.

Além do estudo da distribuição de probabilidade de melhor ajuste para  $P$ , a análise da série temporal também é útil, principalmente quando se encontra algum tipo de tendência na decomposição da série ao longo das estações e dos anos, obtendo-se padrões de movimento (Moraes et al., 2005). A identificação de padrões não aleatórios nas séries temporais também permite a previsão e simulação de eventos futuros (Sansigolo, 2008). Assim, a decomposição de séries temporais é utilizada para a determinação dos movimentos de tendência, ciclicidade e sazonalidade dentro da série (Jerszurki, 2013).

O uso de metodologias mais precisas para o planejamento e gestão hídrica em âmbito municipal, regional e nacional são necessários para o uso equilibrado e racional dos recursos hídricos, o qual é cada vez mais consumido e, portanto, escasso.

Diante do contexto apresentado, teve-se por objetivo no presente trabalho realizar a decomposição da série e determinar os valores prováveis da precipitação pluviométrica ( $P$ ) do município de Goiânia, Estado de Goiás, com a *fdp* testada (Exponencial, Gama, Normal, Triangular e Uniforme) de melhor ajuste.

## MATERIAL E MÉTODOS

As análises do presente trabalho foram realizadas para a cidade de Goiânia, Estado de Goiás. Conforme a classificação de Koeppen, o clima do local é classificado como Aw, com temperatura média de aproximadamente 23,2 °C e pluviosidade de 1600mm ano<sup>-1</sup>.

Os dados utilizados foram da estação meteorológica automática no município de Goiânia, localizada nas coordenadas geográficas -16°40'43" S de latitude e -48°15'14" W de longitude, com altitude média de 749 m. Foram utilizados dados históricos diários de janeiro de 1978 a dezembro de 2015.

### a) Decomposição das séries temporais

As séries temporais foram decompostas nos padrões de tendência, ciclicidade, sazonalidade e irregularidade. Para a obtenção da tendência, seguindo as recomendações de Souza (2013), foi utilizado os seguintes procedimentos:

- Utilização dos métodos das médias móveis (ordem 3, 5 e 7, e centrada de ordem 3), mínimos quadrados e ajuste exponencial (0,1; 0,25; 0,5 e 0,75) para obter maior alisamento das séries analisadas e melhorar a visualização da tendência;
- Obtenção dos movimentos sazonais, cíclicos e irregulares com o modelo multiplicativo de decomposição de séries temporais;
- A sazonalidade foi representada pelos índices sazonais (*IS*) obtidos com o método da razão para a média móvel, também conhecido como método da média móvel percentual. As variações irregulares (*I*) e cíclicas (*C*), representadas pelos índices cíclicos e irregulares (*ICI*) foram avaliadas em conjunto e obtidas pela remoção da componente tendência (*T*).

### b) Probabilidade de ocorrência de precipitação pluviométrica

Considerando os procedimentos metodológicos de Souza et al. (2013), foram realizados os seguintes passos:

- Agrupamento dos valores diários de *P* em períodos de dez dias (decêndios);
- Estabelecimento das distribuições de frequência com os dados das séries observadas;
- Cálculo dos parâmetros estatísticos das funções densidade de probabilidade (*fdp*) Exponencial, Gama, Normal, Triangular e Uniforme, com as séries de valores decendiais;
- Verificação da aderência dos valores decendiais às cinco *fdp*'s com o teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade;
- Escolha da *fdp* que melhor se ajustou a cada decêndio observado;
- Determinação dos valores prováveis com diferentes níveis de probabilidade de ocorrência.

Os valores diários *P* foram organizados em 37 decêndios por ano. O trigésimo sétimo decêndio de cada ano foi composto pelos cinco ou seis (ano bissexto) últimos dias do ano. Os dados diários foram tabulados e agrupados, separando os decêndios com valor igual a zero

dos diferente de zero. Para evitar inconsistências na estimativa dos parâmetros das *fdp*'s utilizadas, os decêndios com valor inferior a 1 mm foram considerados iguais a zero.

As *fdp*'s testadas foram escolhidas baseando-se na aderência com o teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade. Os parâmetros estatísticos determinados foram: alfa e beta, para a distribuição Gama; média e desvio padrão, para a Normal; maior valor, menor valor e moda, para a Triangular; média, para a Exponencial; e maior e menor valor, para a Uniforme (Bussab e Morettin, 2010; Souza, 2013)). Como algumas das *fdp*'s analisadas não admitem valores nulos, adotou-se o conceito de distribuição mista (Assis, 1996):

$$F(p) = P_o + (1 - P_o) \cdot D(p)$$

Sendo:  $F(p)$  – função cumulativa de probabilidade da distribuição mista (%);  $P_o$  – probabilidade de ocorrência de decêndios com valor igual a zero (%) ou com valores menores que 1 mm;  $D(p)$  – probabilidade estimada com a distribuição cumulativa teórica de melhor ajuste, cujos parâmetros foram determinados na ausência de decêndios com valor igual a zero (%).

Depois de testada a aderência das *fdp*'s escolheu-se a que melhor se ajustou, em cada decêndio. Posteriormente, determinou-se os valores decendiais prováveis de precipitação pluviométrica a 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 e 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a série de precipitação obtida para o período de 38 anos em Goiânia não foi possível observar tendência significativa para os totais de chuva ( $R^2 = 0,032$ ; Figura 1a). O ano mais chuvoso da série foi 1982 (2067,2 mm ano<sup>-1</sup>), enquanto que o menos chuvoso foi 2007 (1044,2 mm ano<sup>-1</sup>), com média de 1484,27 mm ano<sup>-1</sup>. A tendência verificada foi a mesma observada por Sansigolo (2008) e Jerzurk (2013) para os Estados de São Paulo e Paraná, respectivamente, o que está relacionado à aleatoriedade dos valores de  $P$ . Dependendo da período de realização do estudo, verifica-se na literatura regiões contendo pequenos crescimentos ou decréscimos da  $P$ , não significativos estatisticamente. Eventos como *El Niño* e *La Niña* também podem interferir e proporcionar maior aleatoriedade nos valores do período (Jerzurk, 2013).

A série não evidenciou tendência a partir das análises de alisamento com os métodos das médias móveis (ordem 3, 5 e 7, e centrada de ordem 3), mínimos quadrados (regressão linear) e ajuste exponencial (0,1; 0,25; 0,5 e 0,75) (Figuras 1a e 1b). Porém, a análise dos eventos cíclicos e aleatórios, com a retirada da tendência (Figura 1d), evidenciaram interessante alternância da série da  $P$ , contendo períodos mais chuvosos e secos, que podem ser muito útil para as atividades de planejamento da região.

A remoção dos movimentos sazonais da série de dados (Figura 1c) indicou que a sazonalidade tem pouca influência sobre a  $P$ , devido a sua aleatoriedade. Segundo Morettin (1981) as variações sazonais são as oscilações de curto prazo que ocorrem dentro do ano, repetindo-se sistematicamente ano após ano, como é o caso da evapotranspiração, que é fortemente influenciada pelas estações do ano.

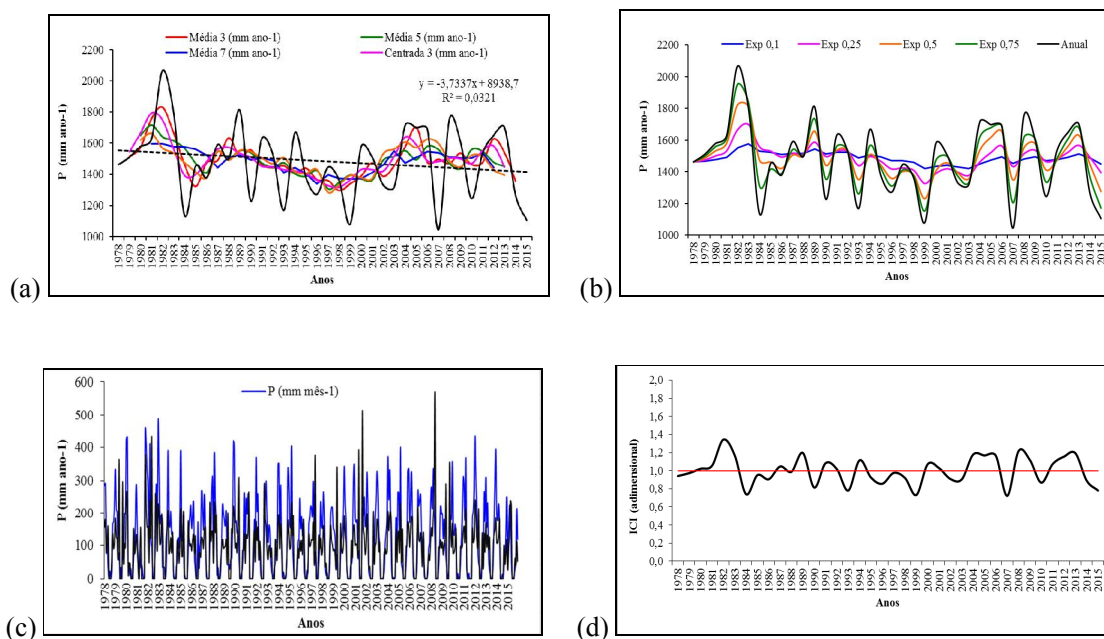


Figura 1 Análise de tendência da série de precipitação pluviométrica de Goiânia-GO: a) Médias móveis de 3, 5 e 7 períodos e centrada de 3 períodos; b) Ajuste exponencial 0,1; 0,25; 0,5 e 0,75; c) Série de  $P$  removendo-se os movimentos sazonais; e, d) Índices cíclicos da  $P$ , para uma série de 37 anos, no município de Goiânia-GO.

Na Tabela 1 estão apresentados os parâmetros estatísticos das cinco *fdp*'s (N - Normal, T - Triangular, G - Gama, E - Exponencial e U - Uniforme) de melhor ajuste, nas análises de teste de aderência com os valores de  $P$  agrupados em decêndio. Na tabela encontram-se também a estimativa dos valores prováveis decendiais da  $P$  à 75% e a probabilidade de decêndios sem precipitação, para os 37 decêndios do ano, considerando um o período de 38 anos, para o município de Goiânia – GO.

Dentre as cinco *fdp*'s testadas, a gama foi a que melhor se ajustou aos valores decendiais de  $P$  (59,4%; Tabela 1), concordando com resultados obtidos por Assis et al., (1996), Sediyaama et al., (1996), Andrade Junior e Bastos (1997) e Ribeiro e Lunardi (1997). A *fdp* exponencial ajustou-se à 18,9%, concordando com resultados encontrados por Sampaio et al. (2006). A *fdp* normal ajustou à 13,5% dos decêndios, a triangular à 5,5% e a uniforme 2,7%.

A  $P_{75\%}$  foi maior nos intervalos compreendidos entre o 1º e 10º decêndio do ano e entre o 30º e 37º decêndio (Tabela 1 e Figura 2). A compreensão da tendência da precipitação pluviométrica é extremamente importante para os planejamentos e projetos agrícolas como afirmam Souza et al. (2013).

Tabela 1. Parâmetros estatísticos de cinco *fdp*'s (N - Normal, T - Triangular, G - Gama, E - Exponencial e U - Uniforme) e estimativa de valores prováveis decenciais da *P* à 75%, para os 37 decêndios do ano, em um período de 38 anos, para o município de Goiânia – GO.

----- Série -----		----- Parâmetros das <i>fdp</i> -----								<i>P</i> <sub>0</sub> ***	<i>P</i> ( <i>P</i> <sub>0</sub> = 0)	<i>P</i> <sub>75%</sub> ****
Decêndios	Anos	Menor Valor	Maior Valor	$\mu^*$	$\sigma^*$	Moda	Alfa	Beta	<i>fdp</i> **	(decêndios)	(%)	(mm decêndio <sup>-1</sup> )
1 (01/01 a 10/01)	38	13,2	215,2	85,7	55,9	63,7	2,5	34,4	G	0	0,0	45,8
2 (11/01 a 20/01)	38	0,2	235,8	72,7	50,7	59,1	1,5	50,1	N	0	0,0	38,5
3 (21/01 a 30/01)	38	10,9	208,6	72,6	43,6	60,3	2,7	27,3	G	1	2,6	38,0
4 (31/02 a 09/02)	38	0,9	203,4	70,0	44,0	85,3	1,8	39,0	N	1	2,6	37,5
5 (10/02 a 19/02)	38	3,0	266,7	84,7	63,6	68,9	1,8	48,4	G	0	0,0	37,8
6 (20/02 a 01/03)	38	1,4	196,0	59,4	42,6	17,6	1,6	36,2	G	0	0,0	25,5
7 (02/03 a 11/03)	38	3,4	206,5	77,9	53,5	20,3	1,9	40,4	G	2	5,1	32,4
8 (12/03 a 21/03)	38	0,1	163,8	69,0	42,9	68,3	1,5	46,4	N	0	0,0	40,0
9 (22/03 a 31/03)	38	0,5	262,5	66,0	53,8	22,3	1,3	50,3	G	2	5,1	20,5
10 (01/04 a 10/04)	38	1,6	162,9	58,8	41,1	15,0	1,6	37,1	T	2	5,1	25,6
11 (11/04 a 20/04)	38	4,6	155,3	44,1	38,7	17,2	1,5	30,2	E	5	12,8	6,6
12 (21/04 a 30/04)	38	1,0	72,2	21,8	18,8	8,1	1,2	18,9	G	11	28,2	0,0
13 (01/05 a 10/05)	38	0,2	171,7	24,4	39,0	17,4	0,5	44,8	G	17	43,6	0,0
14 (11/05 a 20/05)	38	0,2	80,8	18,0	20,4	8,3	0,9	19,5	G	19	48,7	0,0
15 (21/05 a 30/05)	38	0,1	80,6	16,3	22,6	8,2	0,5	31,8	G	16	41,0	0,0
16 (31/05 a 09/06)	38	0,6	62,4	20,8	19,0	6,8	0,8	25,2	E	25	64,1	0,0
17 (10/06 a 19/06)	38	0,5	42,6	12,9	17,2	4,7	0,6	22,6	G	30	76,9	0,0
18 (20/06 a 29/06)	38	0,5	34,1	12,5	15,1	3,9	0,5	23,2	G	31	79,5	0,0
19 (30/06 a 09/07)	38	0,1	15,2	4,3	5,7	1,6	0,6	7,2	G	32	82,1	0,0
20 (10/07 a 19/07)	38	0,2	19,8	4,7	6,8	2,2	0,8	5,8	E	31	79,5	0,0
21 (20/07 a 29/07)	38	1,3	34,1	16,3	11,0	11,1	1,7	9,7	G	30	76,9	0,0
22 (30/07 a 08/08)	38	0,8	11,8	3,5	4,6	1,9	1,1	3,1	E	33	84,6	0,0
23 (09/08 a 18/08)	38	0,2	25,2	6,4	8,4	2,7	0,7	8,9	G	29	74,4	0,0
24 (19/08 a 28/08)	38	0,8	168,2	23,2	44,4	17,5	0,6	40,0	G	24	61,5	0,0
25 (29/08 a 07/09)	38	0,2	71,2	19,8	18,5	21,5	1,1	17,3	G	18	47,4	0,0
26 (08/09 a 17/09)	38	0,2	159,0	23,9	34,5	16,1	0,6	42,4	G	13	33,3	0,0
27 (18/09 a 27/09)	38	0,2	90,4	23,5	22,2	9,2	0,8	28,9	E	7	17,9	2,1
28 (28/09 a 07/10)	38	0,2	155,4	47,0	45,1	13,1	0,8	60,5	E	5	12,8	7,1
29 (08/10 a 17/10)	38	0,4	134,2	41,6	33,4	11,5	1,2	35,5	G	6	15,4	6,4
30 (18/10 a 27/10)	38	1,0	147,4	56,3	34,4	62,0	1,6	35,7	N	0	0,0	33,1
31 (28/10 a 06/11)	38	11,0	139,8	63,3	34,2	43,2	3,2	19,7	T	1	2,6	41,9
32 (07/11 a 16/11)	38	2,2	205,0	66,9	48,3	19,1	1,9	35,7	E	0	0,0	19,2
33 (17/11 a 26/11)	38	3,8	287,5	71,9	54,5	27,4	1,8	40,6	G	0	0,0	32,3
34 (27/11 a 06/12)	38	15,6	207,4	80,9	44,9	31,6	3,1	26,1	G	0	0,0	47,1
35 (07/12 a 16/12)	38	7,3	217,4	89,8	58,0	59,8	2,3	38,4	G	0	0,0	46,6
36 (17/12 a 26/12)	38	5,8	163,0	80,4	42,2	45,1	2,9	27,8	U	0	0,0	45,1
37 (27/12 a 31/12)	38	0,4	120,2	45,7	28,6	50,3	1,8	25,5	N	2	5,1	22,6

\* média ( $\mu$ ) e desvio padrão ( $\sigma$ ) dos valores decenciais da série; \*\* função densidade de probabilidade que melhor se ajustou aos dados decenciais da série; \*\*\* decêndios contendo ausência de precipitação (*P*<sub>0</sub>); \*\*\*\*  $P_{75\%} = P(P_{75\%} \in P | p_i \geq P_{75\%}) = 75\%$ .

Na Figura 2, contendo um gráfico 3D (probabilidade, decêndio, valor provável da  $P$ ), encontra-se a disposição dos valores de precipitação pluviométrica decendial à 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 e 95% de probabilidade para Goiânia, Estado de Goiás.

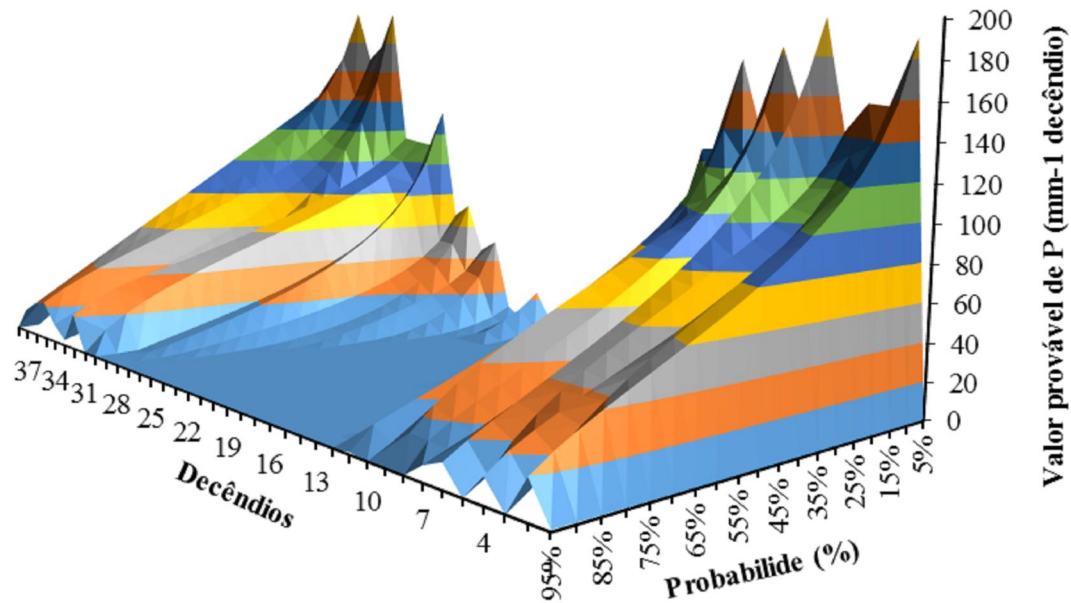


Figura 2 – Precipitação pluviométrica decendial à 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 e 95% de probabilidade para Goiânia, Estado de Goiás.

O período referente ao intervalo do 11º ao 30º (Figura 2) decêndio é caracterizado por período seco, em que o nível de probabilidade foi indiferente, indicando que a precipitação é realmente baixa. Os maiores picos de  $P$  foram verificados nos intervalos entre o 1º e 11º decêndios e entre o 31º e 37º decêndios, comprovando que o maior volume de chuvas ocorre entre outubro e abril. Conceição (2008) analisando uma série de três anos para o município de Jales, Estado de São Paulo, também identificou concentração das chuvas no período de novembro a março. Portanto, são intervalos em que se aconselha o cultivo de sequeiro, pois os índices pluviométricos são satisfatórios (Junqueira Júnior et al., 2007). Nos demais decêndios onde a precipitação é realmente baixa sugere-se a utilização de irrigação complementar.

## CONCLUSÃO

A série anual de  $P$  foi influenciada pelos movimentos cíclicos e irregulares, mas não apresentou tendência significativa de acréscimo ou decréscimo. A sazonalidade teve pouca influência nos movimentos;

A *fdp* Gama ajustou-se melhor aos valores decendiais da série histórica de *P* (59,4%), seguida pela *fdp* Exponencial (18,9%). As *fdp*'s Normal, Triangular e Uniforme tiveram menor influência, mas foram importantes, representando 21,7% dos melhores ajustes;

O período entre o 11º e 30º decêndio é bem seco em Goiânia. Os níveis de probabilidades testados foram indiferentes, indicando que a precipitação pluviométrica no período é realmente baixa e sugere a necessidade de irrigação.

A  $P_{75\%}$  foi maior nos intervalos compreendidos entre o 1º e 10º decêndio e entre o 30º e 37º decêndio, compreendendo a estação chuvosa em Goiânia. O intervalo indica a possibilidade de cultivo de sequeiro, com baixo risco, pois os índices pluviométricos são satisfatórios.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A. Precipitação provável para o Município de Uruçui, no Cerrado Piauiense, Utilizando a Função de Distribuição Gama. **In.**: X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba – sp, 1997, SBA/ESALQ – USP/CNPQ/FAPESP/FINEP.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de Estatística à Climatologia – teoria e prática**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996.

BUSSAB, W. de O.; MORETTIN, P.A. **Estatística básica**. 6.ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 540p.

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 Mar. 2018.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. FAO – Irrigation and Drainage Paper, 24, Roma, 1977. 144p.

JERSZURKI, D. Caracterização das relações hídricas para a cultura do Pinus taeda no município de Telêmaco Borba, Estado do Paraná. Curitiba, 2013. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

JERSZURKI, D.; SOUZA, J. L. M.; EVANGELISTA, A. W. P. Distribuição de probabilidade e movimento temporal da precipitação na região de Telêmaco Borba, Paraná. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 110-116, 2015.

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

MARQUES JÚNIOR, S.; SAAD, J. C. C.; MOURA, M. V. T. Modelo iterativo para estimativa da evapotranspiração de referência provável. **Scientia Agricola**, v.52, p.221–225, 1995.

MORAES BC, COSTA JMN & COSTA ACL. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, 35: 207-214, 2005.

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. Regionalization of the supplementary irrigation depth and planting time of a brean crop in the State of Goiás, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 106–110, 2003.
- PEREIRA, A. S.; FRIZZONE, J. A. **Relatório de Pesquisa**. Piracicaba: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, 1994. Análise de frequência da evapotranspiração potencial para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação: 42p.
- PRUITT, W.O.; OETTINGEN, S.V.; MORGAN, D.L. Central California: Evapotranspiration frequencies. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v.98, p.177–184, 1972.
- RIBEIRO, A. M. A.; LUNARDI, D. M. C. A Precipitação Quinzenal Provável para Londrina - PR, Através da Função Gama. **In.**: X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba – sp, 1997, SBA/ESALQ – USP/CNPQ/FAPESP/FINEP.
- RIBEIRO, B. T.; AVANZI, J. C.; MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, M. L. N. Comparação de distribuições de probabilidade e estimativa da precipitação provável para a região de Barbacena, MG. **Ciência Agrotecnologia**, v. 31, p. 1297–1302, 2007.
- SAAD, J.C.C. Estudo das distribuições de frequências da evapotranspiração de referência e da precipitação pluvial para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação. 1990. 124 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.
- SAAD, J.C.C.; SCALOPPI, E. J. Frequência de distribuição de evapotranspiração para dimensionamento de sistema de irrigação. **In.**: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9, 1988, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABID, Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, v.2, p.1037-105, 1988.
- SAMPAIO, S. C.; LONGO, A. J.; QUEIROZ, M. M. F. de; GOMES, B. M.; VILLAS BOAS, M. A.; SUSZEK, M. Estimativa e distribuição da precipitação mensal provável no Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Human and Social Sciences**, v.28, p.267-272, 2006.
- 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**, São Paulo, 23:341–346, 2008.
- SEDIYAMA, G.C.; MELO, J. S. P.; ALVES, A. R.; COELHO, D. T. Determinação dos Parâmetro da Distribuição Gama, em função das Alturas Médias Mensais de Precipitação dos Dias Chuvosos. **Revista Ceres**. v. 43 nº 247, p. 254-266, 1996.
- SOCOL, 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, p. 569–574, 2010.
- SOUZA, J. L. M. **Fundamentos de matemática e estatística para formulação de modelos e análise de dados**: aplicado às ciências agrárias. UFPR/SCA/DSEA/Lamosa. 2013.
- 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.