

## PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA PROVÁVEL NO ESTADO DE SÃO PAULO

RITA, Y. L.<sup>1</sup>; SOUZA, J. L. M.<sup>2</sup>; XAVIER, A. C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduandos em Ciência do Solo, UFPR; <sup>2</sup>Professor, DSEA/SCA/UFPR, e-mail: jmoretti@ufpr.br; <sup>3</sup>Professor UFES

### RESUMO

Teve-se por objetivo no presente trabalho determinar os parâmetros estatísticos de cinco funções de densidade de probabilidade (*fdp*; Exponencial, Gama, Normal, Triangular e Uniforme), ajustadas aos valores decendiais observados de precipitação pluviométrica ( $P$ ), bem como determinar a precipitação pluviométrica provável ( $P$ ) à 75% de probabilidade de um *Grid* de pontos localizados no Estado de São Paulo. A série de dados de  $P$  utilizada (1980 a 2015; 36 anos) é de um estudo anterior, que constituiu um *grid* regular espacializado de  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ , contendo 366 pontos para o Estado de São Paulo. Os dados climáticos originais deste estudo foram provenientes da Agência Nacional de Águas e Instituto Nacional de Meteorologia. Os dados diários de  $P$  do *Grid* foram somados e agrupados em períodos de dez dias (decêndios), totalizando 37 decêndios por ano, para cada um dos 366 pontos. O ajuste das *fdp*'s às séries decendiais de  $P$  de cada ponto (13542 análises) foram verificadas em análises de distribuições de frequência e aplicação de testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade. Com as *fdp* de melhor ajuste para cada ponto e decêndio, determinou-se os valores prováveis de  $P_{75\%}$ . A *fdp* Gama ajustou-se melhor em 60% do total dos testes de aderência realizados às distribuições de frequência com valores decendiais de  $P$ . Os 40% restantes ajustaram as *fdp*'s Exponencial (23%), Normal (14%) e Triangular (3%). Uma planilha eletrônica foi desenvolvida para saída dos parâmetros das *fdp*'s, e calcular os valores de precipitação provável. Um mapa das médias dos valores decendiais de  $P_{75\%}$  foi gerado, utilizando o método de interpolação "Distância Inversa Ponderada" (IDW). Os valores de precipitação média ( $P_{média}$ ) foram, em média, 33% superior aos valores de  $P_{75\%}$  em todos os decêndios do ano no Estado de São Paulo. Verificou-se períodos definidos para a  $P_{75\%}$ , sendo superior no verão (entre 1º e 9º decêndios; 22 a 52 mm decêndio<sup>-1</sup>) e primavera-verão (entre 29º e 37º decêndios; 18 a 36 mm decêndio<sup>-1</sup>). A  $P_{75\%}$  foi sempre superior na região litorânea (sul e sudeste) do Estado. No período outono-inverno (entre 11º e 25º decêndios; 0 a 22 mm decêndio<sup>-1</sup>) foi maior a probabilidade de ausência de precipitação ( $P_o = 0$ ) no Estado.

**Palavras-chave:** Componentes hídricas, chuva provável, probabilidade.

## INTRODUÇÃO

São Paulo é o maior Estado agrícola do Brasil, sendo que sua maior produção é de cana-de-açúcar para indústria, seguida dos pomares de laranja. Na safra 2017/2018 a produção de cana e laranja sofreu perdas, devido à deficiência hídrica ocorrida entre maio e julho, com estiagens de longo período, provocando maior susceptibilidade das plantas a doenças e pragas (Camargo et al., 2019).

A precipitação pluviométrica ( $P$ ) é uma componente hídrica importante para a agricultura. Por ser um processo hidrológico aleatório há dificuldades em planejar o uso da precipitação em atividades agrícolas, devido à falta de conhecimento sobre a componente, e de como será sua tendência ao longo do tempo e espaço (Sampaio et al, 2007). A utilização de valores indevidos pode causar super ou subdimensionamento em projetos (Souza et al., 2013).

O estudo da precipitação pluviométrica provável ( $P_{provável}$ ) consiste em ajustar séries históricas de precipitação com o uso de modelos probabilísticos para estimar a ocorrência dos valores à determinado nível de probabilidade (Sampaio et al, 2007). Valores de  $P_{provável}$  são utilizados em projetos de retenção de água ou irrigação, sendo importantíssimos para locais em que há déficit hídrico (Kunkel et al., 2013).

Funções Densidade de Probabilidade ( $f_{dp}$ 's) são utilizadas para verificar seus ajustes às séries de valores de  $P$ . Ao identificar a  $f_{dp}$  mais adequada à série de  $P$  em estudo, determina-se os valores de  $P_{provável}$  à determinado nível de probabilidade (Jerszurki et al, 2015). O procedimento pode ser realizado para vários níveis de probabilidade (Souza et al., 2013). No entanto, recomenda-se o uso do nível de 75% de probabilidade para a precipitação ( $P_{75\%}$ ), por ser mais adequado para fins agropecuários (Doorenbos & Pruitt, 1977; Frizzone et al., 2005), com minimização de riscos (Jensen, 1974). A  $P_{75\%}$  refere-se ao valor de  $P$  que tenha 75% de probabilidade de ser igualado ou superado, o que corresponde à probabilidade da precipitação ocorrer três vezes a cada quatro anos, ou com tempo de retorno  $T = 1,33$  anos, em média. Por meio desse parâmetro, é possível identificar a ocorrência de baixa precipitação e antecipar o manejo para minimizar riscos por déficit hídrico (Souza et al., 2013).

Locais com má distribuição de chuvas são os mais indicados para o estudo da  $P_{provável}$  (Souza et al., 2018). Todavia, é importante realizar estudo em todos os locais que necessitem manejo hídrico, tanto para excesso como para falta de água. Os estudos servem também para o planejamento, projeto e manejo de atividades em áreas agrícolas e irrigação (Souza et al., 2014).

Nesse contexto, teve-se por objetivo no presente trabalho determinar os parâmetros estatísticos de cinco funções de densidade de probabilidade ( $f_{dp}$ ; Exponencial, Gama, Normal, Triangular e Uniforme), ajustadas aos valores decendiais observados de precipitação pluviométrica ( $P$ ), bem como determinar a precipitação pluviométrica provável ( $P$ ) à 75% de probabilidade de um *Grid* de pontos localizados no Estado de São Paulo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho de pesquisa foi desenvolvido no Laboratório de Modelagem de Sistemas Agrícolas/SCA/UFPR. As análises foram realizadas para o Estado de São Paulo, localizado na região sudeste do Brasil, com área de aproximadamente 248.209,426 km<sup>2</sup>. O Estado apresenta sete climas conforme classificação de Köppen (Álvares et al, 2013), tendo predominância dos climas subtropical úmido (Cfa) e savânico de inverno seco (Aw).

Os dados de precipitação pluviométrica espacializados utilizados no presente estudo são de um trabalho anterior, realizado por Xavier et al. (2016), contendo *grid* regular 0,25° x 0,25° que contabilizam 366 pontos para o Estado de São Paulo (FIGURA 1). Foram utilizados dados de precipitação pluviométrica diária de 36 anos, do período de 01 de janeiro de 1980 a 31 de dezembro 2015, interpolados de valores diários medidos em estações meteorológicas convencionais e automáticas. As fontes dos dados climáticos para formação do *grid* regular elaborado por Xavier et al. (2016) foram o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional das Águas (ANA) e o Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE). As precipitações pluviométricas (*P*) nestes pontos foram medidas diariamente com pluviômetros. Os dados diários de *P*, provenientes de cada um dos 366 pontos especializados do *grid* regular, foram somados e agrupados em 37 decêndios por ano (37 decêndios x 366 pontos = 13542 séries decendiais). O trigésimo sétimo decêndio de cada ano foi composto pelos cinco ou seis (ano bissexto) últimos dias do ano.

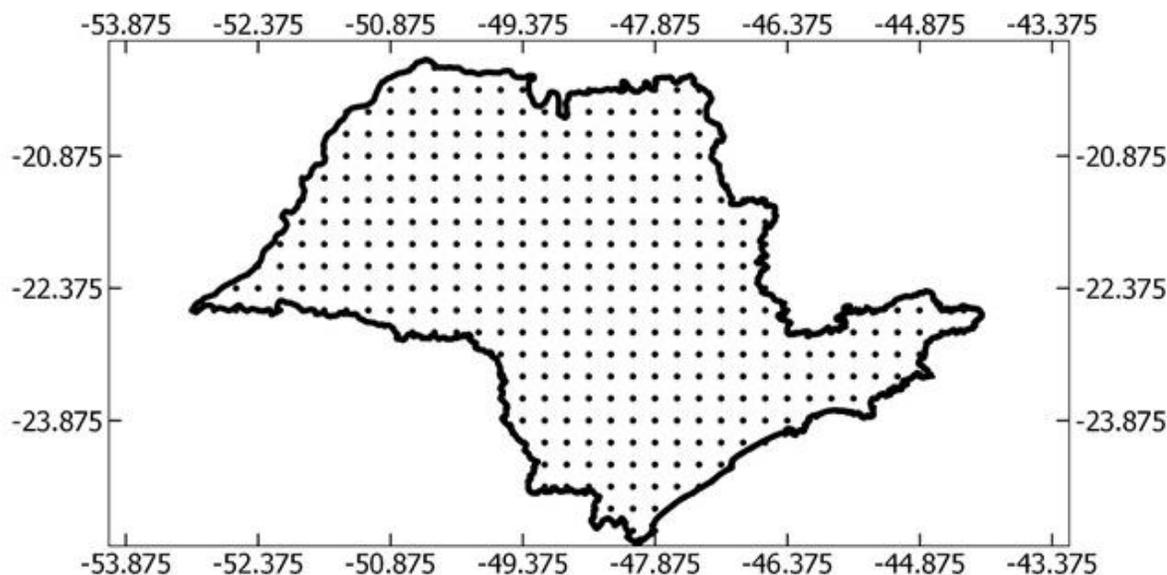


FIGURA 1 – *Grid* regular 0,25° x 0,25°, contendo os 366 pontos no Estado de São Paulo, em que foram analisados os valores diários de *P*, agrupados em 37 decêndios por ano.

A determinação da probabilidade de ocorrência da precipitação ( $P$ ) foi realizada com o auxílio de planilha eletrônica, contendo rotinas desenvolvidas especialmente para essa finalidade (Souza et al., 2013), seguindo as recomendações de Souza et al. (2018). Os procedimentos para chegar à precipitação provável encontram-se descritos a seguir:

i) Os dados diários de  $P$  foram tabulados e agrupados em períodos de dez dias (decêndios), tendo-se separado os decêndios sem ocorrência de precipitação ( $P_o$ ) dos com precipitação diferente de zero (37 decêndios x 366 pontos = 13542 séries de dados  $P$  decêndias).

ii) Estabelecimento das distribuições de frequência com os dados das séries observadas (13542 distribuições de frequência);

iii) Cálculo dos parâmetros estatísticos das cinco  $fdp$ 's testadas (gama, normal, exponencial, triangular e uniforme), com as séries de valores decendiais observados de  $P$ . Desta forma, foram encontrados 325008 parâmetros das  $fdp$ 's testadas. Sendo: 2 (Gama) . 2 (Normal) . 1 (Exponencial) . 3 (Triangular) . 2 (uniforme) . 13542 distribuições de frequência = 325008 parâmetros obtidos.

iv) Realização dos testes de aderência seguindo a metodologia de Kolmogorov-Smirnov (Assis et al., 1996; Souza, 2018), a 5% de probabilidade. Foram realizados 67710 testes de aderência (37 decêndios x 366 pontos x 5  $fdp$ 's = 67710 testes de aderência);

v) Escolha da  $fdp$  que melhor se ajustou a cada ponto e série de decêndios observados. Foram selecionadas 13542  $fdp$ 's de melhor ajuste (37 decêndios x 366 pontos = 13542  $fdp$ 's de melhor ajuste)

iv) Determinação dos valores prováveis decendiais de  $P$  à 75% de probabilidade ( $P_{75\%}$ ), para cada localidade do *grid* regular com a  $fdp$  de melhor ajuste. Foram determinados 13542 valores de  $P_{75\%}$  com as  $fdp$ 's de melhor ajuste para cada ponto e decêndio (37 decêndios x 366 pontos = 13542 valores de  $P_{75\%}$ )

$$P_{75\%} = P(P_{75\%} \in P \mid P_i \geq P_{75\%}) = 75\%$$

A  $P_{75\%}$  refere-se ao valor decendial de  $P_i$  que tenha 75% de probabilidade de ser igualado ou superado, o que corresponde à probabilidade da precipitação  $P_i$  ocorrer três vezes a cada quatro anos, ou com tempo de retorno  $T = 1,33$  anos, em média.

Como algumas das  $fdp$ 's analisadas não admitem valores nulos, adotou-se o conceito de distribuição mista (Assis et al., 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 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 menor que 1 mm (%).

Com os valores decendiais prováveis calculados, desenvolveu-se uma planilha eletrônica para saída dos parâmetros da  $fdp$ 's e cálculo dos valores prováveis de precipitação provável, bem como gerou-se mapas de  $P_{75\%}$  médio decendial para todo o Estado de São Paulo. O mapa foi realizado com o programa QGIS®, utilizando o método de interpolação Distância Inversa Ponderada (IDW).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros das funções densidade de probabilidade de melhor ajuste obtidos no presente trabalho (325008 parâmetros obtidos) foram dispostos em uma planilha eletrônica automática desenvolvida para permitir a sua saída/identificação (FIGURA 2), bem como realizar os cálculos dos valores prováveis de precipitação ( $P_{75\%}$ ).

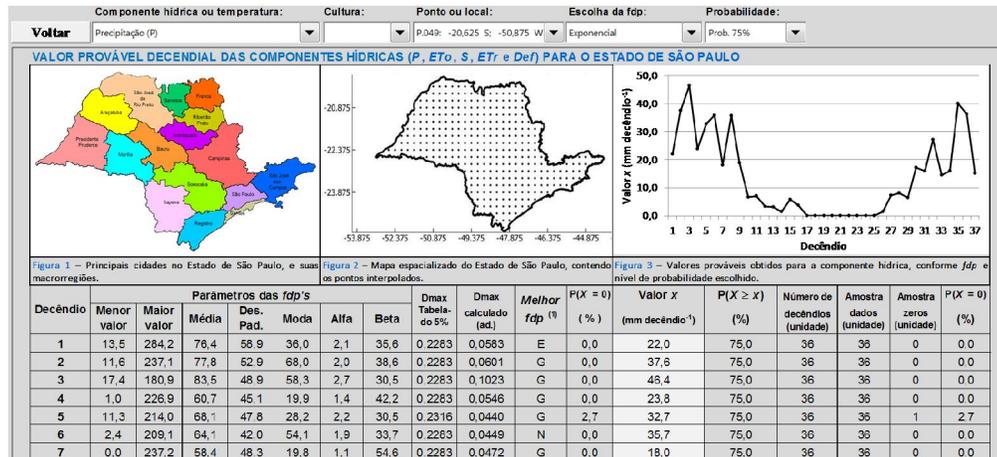


FIGURA 2 – Planilha eletrônica para saída/identificação dos parâmetros das funções densidade de probabilidade de melhor ajuste para precipitação pluviométrica ( $P$ ), e cálculo da probabilidade de ocorrência, em determinada localidade no Estado de São Paulo (coordenadas: latitude x longitude).

A  $fdp$  Gama ajustou-se melhor em 60% do total dos testes de aderência realizados às distribuições de frequência com valores decenciais de  $P$ . As  $fdp$ 's Exponencial, Normal, Triangular e Uniforme apresentaram melhor ajuste em 23%, 14%, 3% e 0% das distribuições de frequência, respectivamente. Vários autores, em diferentes localidades, também verificaram a  $fdp$  Gama com melhor ajuste para valores decenciais de  $P$  (Souza et al., 2014; Jerszurki et al., 2015a; Santiago et al., 2017; Santos et al., 2018; Silva et al., 2019).

A  $fdp$  Gama é conhecida por descrever vários tipos de formatos, mas não há evidências de um mecanismo físico que estabeleça que a precipitação pluviométrica se adeque melhor apenas a essa  $fdp$  (Vlček e Huth, 2009). Alguns autores testaram e encontraram melhor ajuste com outras  $fdp$ 's. Borges & Thebaldi (2016) e Lopes et al. (2018) encontraram melhor ajuste com a  $fdp$  Gumbel para máximos de precipitação.

Os valores de precipitação média ( $P_{média}$ ) obtidos no presente estudo foram, em média, 33% superior aos valores de  $P_{75\%}$  média em todos os decênios do ano (FIGURA 3). Os resultados indicam que a média não é um bom valor a ser tomado para a realização de projetos no Estado de São Paulo. Sistemas hidráulicos ou de irrigação projetados baseando-se na  $P_{média}$  poderão levar ao subdimensionamento de equipamentos e tubulações, ocasionando déficit hídrico para as culturas irrigadas no período de maior evapotranspiração.

O verão é a estação em que se espera maior ocorrência de chuvas em todo o Estado de São Paulo (FIGURAS 3 e 4), devido ao avanço de frentes úmidas que favorecem a instabilidade atmosférica e presença de precipitações convectivas que atuam em linhas de instabilidade tropicais. Tal instabilidade já é percebida em meados da primavera, esperando-se aumento na ocorrência de precipitação em todo o Estado (Fontão et al., 2018).

Durante o inverno tem-se queda considerável das chuvas, sendo que as regiões do Estado de São Paulo com maior deficiência hídrica no período ocorrem no nordeste, norte e leste. O outono e inverno são épocas em que o tempo se apresenta mais estável e com menos chuvas. Por isso, espera-se estiagens de longo período. Durante as quatro estações há a influência da Massa Polar atlântica e da Massa Tropical Atlântica Continental que favorecem o acúmulo de chuvas no verão e a estiagem no inverno (Fontão et al., 2018).

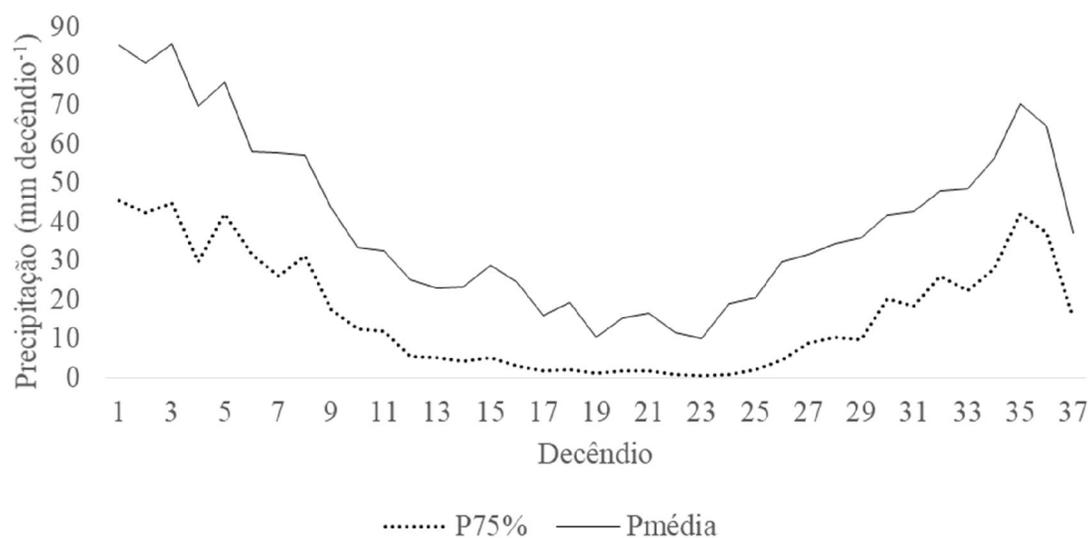


FIGURA 3 – Valores decêndiais médios de  $P_{média}$  e  $P_{75\%}$ , nos 37 decêndios do ano, considerando período de 36 anos, no Estado de São Paulo.

O Estado de São Paulo apresentou períodos definidos para a  $P_{75\%}$  (FIGURA 3), sendo superior no verão, entre o 1º (01/01 a 10/01) e 10º (21/03 a 30/03) decêndios, e primavera-verão, entre o 29º (08/10 a 17/10) e o 37º (27/12 a 31/12) decêndios. Conforme mencionado anteriormente, a probabilidade de ocorrência de chuvas no Estado nestes períodos é maior devido a massa de ar equatorial continental predominante (Marcuzzo, 2017).

Os períodos com maior probabilidade de ocorrência de precipitação pluviométrica encontrados concordam com os resultados obtidos no estudo de eventos extremos de precipitação para o Estado de São Paulo, realizado por Garcia et al. (2018).

O Estado de São Paulo apresentou maior probabilidade de ocorrência de  $P_{75\%}$  na região litorânea (sul e sudeste) e nordeste (FIGURA 4). As áreas são as mesmas regiões em que Marcuzzo (2017) encontrou maior ocorrência de precipitação nos trimestres estudados, sendo que a região litorânea destacou-se entre as demais analisadas. A região litorânea do Estado de São Paulo apresenta menores altitudes, com característica de províncias costeiras (Freitas, 2016). Este aspecto faz com que haja maior tendência de ocorrência de chuvas, conforme observou Gurski (2018) para o Estado do Paraná.

No período outono-inverno, entre o 11° (11/04 a 20/04) e 25° (29/08 a 07/09) decêndios, há maior probabilidade de ausência de precipitação ( $P_o = 0$ ) para o Estado de São Paulo. O período pode ser crítico para culturas como a cana-de-açúcar não irrigada, principalmente se as deficiências ocorrerem nos três primeiros meses de desenvolvimento da cultura (Souza & Galvani, 2010).

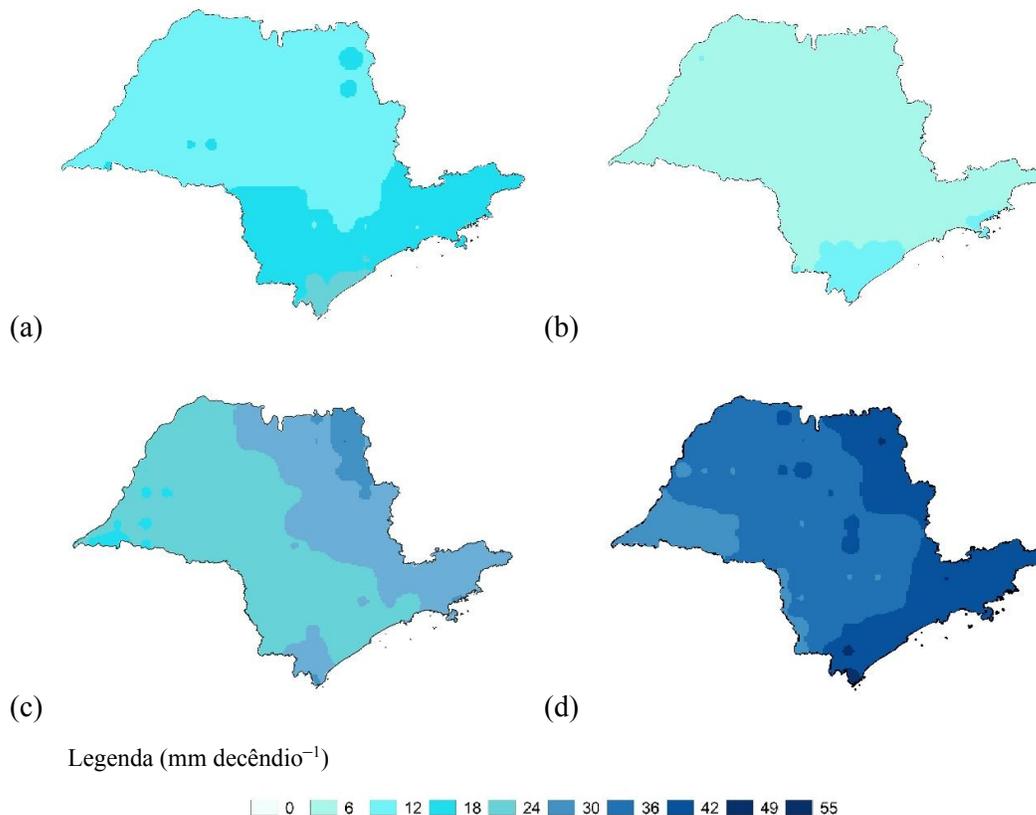


FIGURA 4 – Precipitação decenal média provável a 75% ( $P_{75\%}$ ; mm decêndio<sup>-1</sup>) no Estado de São Paulo para as estações: a) Outono; b) Inverno; c) Primavera; e, d) Verão.

## CONCLUSÃO

– A *fdp* Gama ajustou-se melhor em 60% do total dos testes de aderência realizados às distribuições de frequência com valores decenciais de  $P$ . Os 40% restantes ajustaram-se as *fdp*'s Exponencial (23%), Normal (14%) e Triangular (3%).

– Os valores de precipitação média ( $P_{média}$ ) foram, em média, 33% superior aos valores de  $P_{75\%}$  em todos os decêndios do ano, no Estado de São Paulo.

– O Estado de São Paulo apresenta períodos definidos para a  $P_{75\%}$ , sendo superior no verão (entre 1° e 9° decêndios; 22 a 52 mm decêndio<sup>-1</sup>) e primavera-verão (entre 29° e 37° decêndios; 18 a 36 mm decêndio<sup>-1</sup>). A  $P_{75\%}$  é sempre superior na região litorânea (sul e sudeste) do Estado. No período outono-inverno (entre 11° e 25° decêndios; 0 a 22 mm decêndio<sup>-1</sup>) é maior a probabilidade de ausência de precipitação ( $P_o = 0$ ) no Estado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.J.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, 2013; p. 11-728, 2013.

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

BORGES, G.M.R.; THEBALDI, M.S. Estimativa da precipitação máxima diária anual e equação de chuvas intensas para o município de Formiga, MG, Brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, [s.l.], v. 11, n. 4, p.891-902, 25 out. 2016. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1823>.

CAMARGO, F.P.; FREDO, C.E.; GHOBRI, C.N.; BUENO, C.R.F.; BAPTISTELLA, C.S.L.; CASER, D.V.; ANGELO, J.A.; OLIVETTE, M.P.A.; COELHO, P.J.; MARTINS, V.A. Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, 2º Levantamento, Ano Agrícola 2018/19 e Levantamento Final, Ano Agrícola 2017/18, Novembro de 2018. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 14, n. 2, p.1-13, fev. 2019.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 24).

FONTÃO, P.A.B.; ZAVATTINI, J.A.; SHERIDAN, S.C.; ARMOND, N.B. Gênese das chuvas em São Paulo (SP): estudo comparativo entre a "Spatial Synoptic Classification" e a "Análise Rítmica em Climatologia". **Revista Brasileira de Climatologia**, [s.l.], v. 23, p.267-288, 6 nov. 2018. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v23i0.58657>.

FREITAS, S.F. Atividade elétrica e precipitação de monção no estado de São Paulo no período 2008-2011. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

FRIZZONE, J.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; SOUZA, J.L.M.; ZOCOLER, J.L. **Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio Norte, 2005. 627p

GARCIA, J.R.; MIYAMOTO, B.C.B.; MAIA, A.G. Eventos extremos de precipitação: identificação e análise da bacia hidrográfica do Rio Jundiá, São Paulo. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 37, 2018.

GURSKI, B.C. Componentes hídricas prováveis e zoneamento de risco agroclimático para o Estado do Paraná. Curitiba, 2018. 134p. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

JENSEN, M.E. Design and operation of farm irrigation systems. New York: **American Society of Agricultural Engineers**, 1974. 829p.

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, 2015a.

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.

KUNKEL, K.E.; KARL, T.R.; EASTERLING, D.R.; REDMOND, K.; YOUNG, J.; YIN, X.; HENNON, P. Probable maximum precipitation and climate change. **Geophysical Research Letters**, [s.l.], v. 40, n. 7, p.1402-1408, 12 abr. 2013. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1002/grl.50334>.

LOPES, A.R.; GIAROLA, C.M.; DOTTO, M.; CARVALHO, A.F.G.; FREDDO, A.R.; XAVIER, E. Utilização de diferentes distribuições de probabilidade para precipitações máximas no município de Francisco Beltrão/PR. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.12, n.7, Fortaleza, p. 3090 – 3095, nov-dez., 2018.

MARCUZZO, F. F. N. Distribuição espacial da precipitação pluviométrica trimestral na bacia do Ribeirão Bonito, Lajeado em Penápolis e Glicério no estado de São Paulo. **In: XVIII SBR**, 2017.

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.

SANTIAGO, E.J.P.; OLIVEIRA, G.M.; LEITÃO, M.M.V.B.R.; MOURA, M.S.B.; GONÇALVES, I.S. Precipitação esperada, em diferentes níveis de probabilidade, na região de Juazeiro, BA. **Journal Of Environmental Analysis And Progress**, [s.l.], v. 2, n. 4, p.457-464, 13 out. 2017. **Journal of Environmental Analysis and Progress - JEAP**. <http://dx.doi.org/10.24221/jeap.2.4.2017.1462.457-464>.

SANTOS, R.S.; VIEIRA, P.D.; EVANGELISTA, D.H.R.; OLIVEIRA, L.J.C.; NONATO, D. Caracterização de Extremos Mensais de Precipitação em Cacoal (RO). **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 22, n. 14, p.267-280, jan-jun. 2018.

SILVA, E.G.F.A.; POLYCARPO, J.S.M.; MÉLO, R.F.; MOUSINHO, F.H.G.; OLIVEIRA FILHO, J.E.; CORREA, M.M. Determinação de precipitação provável mensal para o município de Goiana-PE. **Revista Geama**, v. 5, n. 1, p. 41-46, 2019.

SOUZA, D.O.; OLIVEIRA, F.G.; CASTRO, I.L.; SOARES, J.B.S.; REIS, M.M.; FIGUEIREDO, F.P. Frequência de ocorrência de precipitação pluviométrica em Montes Claros-MG. **Agrarian**, [s.l.], v. 11, n. 42, p.337-342, 7 nov. 2018. Universidade Federal de Grande Dourados. <http://dx.doi.org/10.30612/agrarian.v11i42.4175>.

SOUZA, I.A.; GALVANI, E. Clima e produtividade da cultura da cana-de-açúcar na microrregião de Campo Mourão, PR, sul do Brasil. Coimbra, Portugal. **In:** VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, 2010.

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, n.7, p. 693-702, 2013.

SOUZA, J.L.M.; JERSZURKI, D.; SIGUIFRID, G. Precipitação e evapotranspiração de referência prováveis na região de Ponta Grossa-PR. **Irriga**, v. 19, n. 2, p. 279-291, 2014.

SOUZA, J.M.L. **Fundamentos de matemática e estatística para formulação de modelos e análise de dados:** aplicado às ciências agrárias. Curitiba: Plataforma Moretti /DSEA/SCA/UFPR, 2018.

VLČEK, O.; HUTH, R. Is daily precipitation Gamma-distributed? *Atmospheric Research*, [s.l.], v. 93, n. 4, p.759-766, ago. 2009. **Elsevier** BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2009.03.005>.

XAVIER, A.C.; KING, C.W.; SCANLON, B.R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, p. 2644-2659. 2016.