

## IV-048 – QUANTIFICAÇÃO DAS CHUVAS INTENSAS NA BACIA SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

**Angela Fernandes Teixeira Mendes<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

**Thaís Tonelli Marangoni<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

**Jefferson Nascimento de Oliveira<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas. Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo, tendo realizado doutorado sanduíche na Stanford University. Coordenador Geral do Programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Prof.Água.

**Maurício Antonio Santini Junior<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Capitão Lindolfo Guimarães Correa, nº 1894, Bloco B Apto 14 – Jardim Urano – São José do Rio Preto – São Paulo – CEP: 15084-170 – Brasil. Tel: +55 (17) 99709-3004 - e-mail: [angelaftmendes@gmail.com](mailto:angelaftmendes@gmail.com).

### RESUMO

A ocorrência de chuvas extremas tem emergido como uma das principais causas das mudanças climáticas que vêm acontecendo em vários países, principalmente em grandes centros urbanos onde há elevada concentração populacional. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento das chuvas intensas diárias na Bacia São José dos Dourados, assim como a precipitação total acumulada e o período de estiagem. Foi realizada a análise dos 10 postos que apresentavam dados disponíveis entre o período de 1971 e 2015. Os índices de avaliação para o estudo foram: (1) precipitação total acumulada anual (mm), (2) período de estiagem e (3) eventos de chuvas intensas. Os postos observados apresentaram comportamentos distintos e variados, quando analisados separadamente. Efetuou-se uma média para cada índice de avaliação, para que fosse possível observar a tendência da bacia de maneira generalizada. Não houveram alterações significativas durante o período analisado, evidenciando que a generalização dos dados nem sempre é correta. O fato das cidades estudadas apresentarem baixo índice de urbanização, não favorecendo a formação de ilhas de calor, pode ser um indicativo dos resultados obtidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eventos extremos, chuvas intensas, mudanças climáticas, bacia hidrográfica.

### INTRODUÇÃO

A ocorrência de chuvas extremas tem emergido como uma das principais causas das mudanças climáticas que vêm acontecendo em vários países. Essas alterações podem ser advindas tanto de variações climáticas naturais, quanto das ações antropogênicas. O crescimento acelerado da população e sua concentração em centros urbanos podem intensificar esse processo, provocando transtornos nessas localidades, como inundações. Ademais, os recursos hídricos estão sendo alterados qualitativamente e quantitativamente em consequências das mudanças nas precipitações (IPCC, 2014).

Eventos climáticos extremos (secas, tempestades, inundações) causam perdas econômicas, falta de alimento e, conseqüentemente, tensão social. Segundo o IPCC (2007), a quantidade de eventos de chuvas intensas aumentou em todo o mundo no final do século XX, e esta é uma tendência para este século. Recentemente, casos referentes às cheias e intensa precipitação no Brasil ocorreram na Região Serrana do Rio de Janeiro e em Minas Gerais, 2011, além de alagamentos frequentes em grandes cidades como São Paulo, causando inúmeras vítimas (NUNES et al., 2015).

Diferentes autores mostram um aumento da frequência de eventos de chuvas intensas e do período de estiagem no Sudeste do Brasil (Alexander et al. 2006, Haylock et al. 2006, Marengo et al. 2009, Silva Dias et al. 2012, Donat et al. 2013, Skansi et al. 2013).

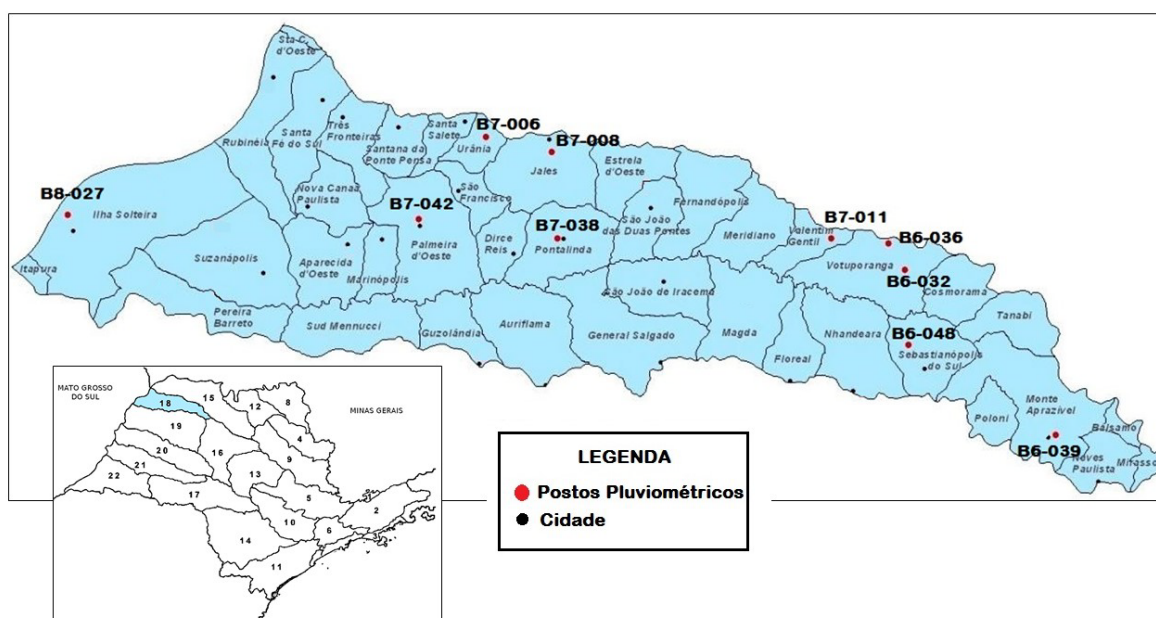
Song et al. (2011) afirmou que a manifestação das mudanças no regime de precipitação na estação chuvosa é dada pela variação na quantidade de dias de precipitação, variação na intensidade das chuvas ou ambos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento das chuvas intensas diárias na Bacia São José dos Dourados, assim como a precipitação total acumulada anual e o período de estiagem.

## METODOLOGIA

A Bacia São José dos Dourados (BSJD) se localiza no extremo noroeste do Estado de São Paulo, e possui extensão territorial de 6.783,2 km<sup>2</sup> (HERNANDEZ e FRANCO, 2013). Segundo a classificação climática de Köppen (1948), a região apresenta um clima tropical (Aw), ou seja, temperaturas elevadas com chuvas no verão e seca no inverno.

Para a realização dessa análise, utilizaram-se os dados de chuvas diárias obtidos no Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) de São Paulo. Foram selecionados apenas os postos que possuíam uma série histórica compreendida entre os anos de 1971 e 2015. O número total de postos analisados foi 10, situados nas cidades: Ilha Solteira, Jales, Monte Aprazível, Palmeira d'Oeste, Pontalinda, Sebastianópolis do Sul, Urânia, Valentim Gentil e Votuporanga. A Figura 1 apresenta o prefixo desses postos e suas respectivas localizações.



**Figura 1 - Localização dos postos pluviométricos da BSJD**

Os postos estão localizados próximos aos centros urbanos, sendo que esses municípios têm população, de acordo com o IBGE (2010), entre 3.000 habitantes (Sebastianópolis do Sul) e 85.000 habitantes (Votuporanga).

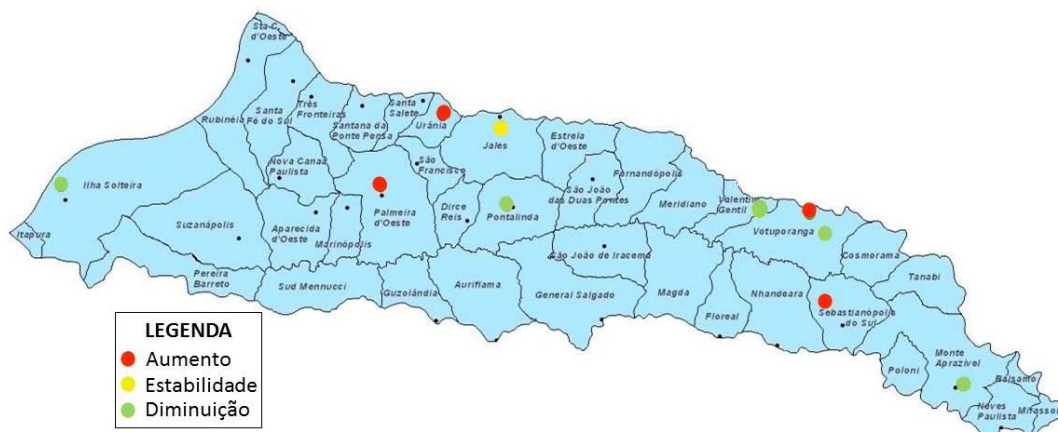
Após a coleta dos dados, os mesmos foram organizados e processados pelo software Microsoft Office Excel, com a finalidade de se obter planilhas e gráficos para uma melhor visualização e, posteriormente, avaliação de tendência comportamental na BSJD.

Foram escolhidos três índices para a avaliação: (1) precipitação total acumulada anual (mm), (2) período de estiagem: quantidade de dias do ano em que não ocorreram precipitações superiores a 10 mm e (3) eventos de chuvas intensas: dias em que ocorreram precipitações acumuladas compreendidas nos intervalos de (a) 40

mm/dia e 60 mm/dia, (b) 60 mm/dia e 80 mm/dia e (c) acima de 80 mm/dia. Os índices foram avaliados para cada posto separadamente, e depois por uma média, a fim de caracterizar a bacia como um todo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A distribuição temporal da precipitação anual acumulada para os postos observados na BSJD exibiu comportamentos distintos. Alguns apresentaram tendência de aumento, outros, diminuição, e até estabilidade. A Figura 2 mostra o desempenho de cada um separadamente.



**Figura 2 – Comportamento da tendência da média das precipitações anuais dos postos da BSJD**

Para a análise da bacia como um todo, foi realizada a média dos 10 postos e pode ser observado que houve uma tendência de diminuição para a precipitação total anual.

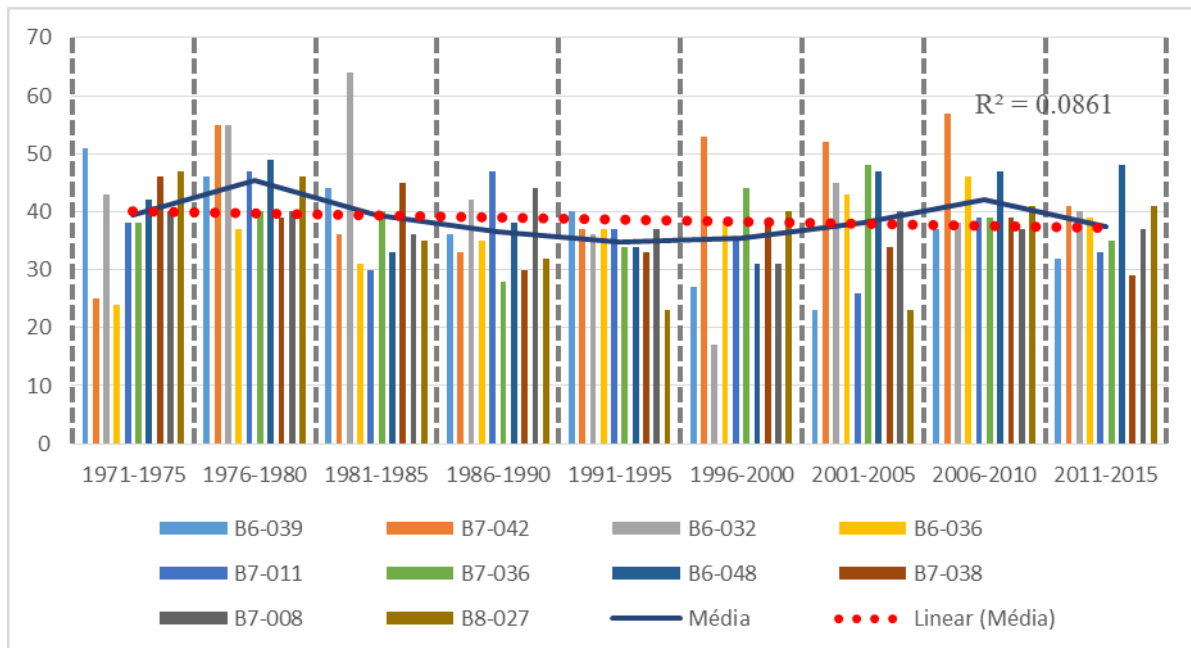
Com relação à quantidade de dias secos no ano, o comportamento de cada posto demonstrou mais uniformidade comparado à avaliação anterior. A maioria apresentou uma tendência de estabilidade e de diminuição, enquanto que apenas 2 postos apresentaram tendência de aumento (B8-027 e B6-039). A Figura 3 evidencia a tendência para cada posto em questão.



**Figura 3 – Comportamento da tendência da média dos postos em relação aos dias secos da BSJD**

Quando avaliada a média da BSJD, a tendência encontrada para o período de estiagem foi de diminuição, resultado semelhante aos postos analisados separadamente.

Quanto aos resultados obtidos da análise de chuvas intensas na bacia, diferentes formas de observação foram efetuadas. A somatória das ocorrências dos 3 intervalos em questão, a, b e c, para os quinquênios entre 1971 e 2015, apresentaram tendência de diminuição, quando se fez a análise para a bacia como um todo. A Figura 4 ilustra essa situação.



**Figura 4 – Ocorrência total das precipitações superiores à 40 mm/dia**

A avaliação de cada posto separadamente mostra que 6 (B8-027, B7-008, B6-039, B7-038, B7-011 e B6-032) dos 10 postos em análise, apresentaram o mesmo comportamento da BSJD, no B7-006 estabilidade e ocorreu aumento na tendência em B7-042, B6-048 e B6-036.

Já quando há a discretização das precipitações nos intervalos, quando considerada a média da bacia, observa-se que há uma tendência positiva para o intervalo b, entre 60 mm/dia e 80 mm/dia, e diminuição para os outros, a e c, entre 40 mm/dia e 60 mm/dia e, acima de 80 mm/dia, respectivamente.

As Figuras 5, 6 e 7 mostram o comportamentos da tendência dos postos individualmente, nos diferentes intervalos considerados para o estudo.



**Figura 5 – Comportamento da tendência dos postos em relação às precipitações entre 40 mm/dia e 60 mm/dia**



**Figura 6 – Comportamento da tendência dos postos em relação às precipitações entre 60 mm/dia e 80 mm/dia**



**Figura 7 – Comportamento da tendência dos postos em relação às precipitações acima de 80 mm/dia**

## CONCLUSÕES

A precipitação total anual não apresentou mudanças se analisado a bacia como um todo. Trabalhos realizados utilizando apenas um posto pluviométrico afirmam um aumento com o passar dos anos, o qual também foi observado neste estudo. Assim, pode-se dizer que há a possibilidade de uma pequena alteração da quantidade precipitada em um local, mas a generalização nem sempre é correta. No caso da BSJD há, no final, um equilíbrio.

Ao contrário do que se era esperado pela bibliografia, houve uma diminuição dos dias secos, ou seja, ocorreram mais precipitações durante o período de dados analisados.

A ocorrência de chuvas intensas na BSJD não foi alterada durante o período analisado. Julga-se que este comportamento se deve ao baixo índice de urbanização das cidades analisadas, bem como a localização dos postos pluviométricos utilizados no estudo, vendo que os mesmos ou encontram-se distante das cidades ou próximos à pequenos centros, os quais não favorecem a formação de ilhas de calor e conseqüentemente chuvas convectivas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEXANDER L. V.; ZHANG X.; PETERSON T. C.; CAESAR J. et al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J. Geophys. Res.*, v. 111, 2006.
2. DAEE. Departamento de água e Energia Elétrica de São Paulo. Base Documental. <http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>. Acessado em 20/11/2016.
3. HAYLOCK M. R.; PETERSON T. C.; ALVES L. M.; AMBRIZZI T. et al. Trends in total and extreme South American rainfall in 1960–2000 and links with sea surface temperature. *J. Climate*, v. 19, p. 1490–1512. 2006.
4. DONAT M. G.; ALEXANDER L. V.; YANG H.; DURRE I. et al. Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: the HadEX2 dataset. *J. Geophys. Res.*, v. 11, p. 2098-2118. 2013.
5. HERNANDEZ, F. B. T.; FRNACO, R. A. M. Avaliação da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados, no noroeste paulista. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.
6. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo Demográfico 2010. [www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/calendario.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/calendario.shtm). Acessado em Novembro de 2016.
7. IPCC. Summary for policymakers of climate change. The Physical Science Basis. In: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2007.
8. IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. 2014.
9. MARENGO J. A.; JONES R.; ALVES L. M.; VALVERDE M. C. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *Int J. Climatol*, v. 29, p. 2241–2255. 2009.
10. SILVA DIAS M. A. F.; DIAS J.; CARVALHO L. M. V.; FREITAS E. D.; SILVA DIAS P. L. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. *Clim Change*, v. 116, p. 705–722. 2013.
11. SKANSI M. M.; BRUNET M.; SIGRÓ J.; AGUILAR E. et al. Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America, In Press. *Global Planet Change*, v.100, p. 295–307. 2013.
12. SONG Y.; ACHBERGER C.; LINDERHOLM H. W. Rain-season trends in precipitation and their effect in different climate regions of China during 1961–2008. *Environ. Res. Lett.* 6: 034025, doi: 10.1088/1748-9326/6/3/034025. 2011.
13. NUNES, A. DE. A.; PINTO, E. J. DE A.; BAPTISTA, M. B. Análise de tendência para eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Belo Horizonte. *XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – ABRH*, Brasília, DF, Brasil, 22 a 27 de novembro de 2015.
14. MARENGO, J. A.; VALVERDE M. C.; OBREGON, G. O. Observed and projected changes in rainfall extremes in the Metropolitan Area of São Paulo. *Climate Research*, v. 57, n. 1, p. 61-72. 2013.