

NOTA DE PESQUISA

ANÁLISE DAS SÉRIES HISTÓRICAS ENTRE 1979 E 2019 DAS PRECIPITAÇÕES E VAZÕES MÁXIMAS E MÉDIAS NA BACIA DO RIO CAPIVARA-SP

ANALYSIS OF HISTORICAL SERIES BETWEEN 1979 AND 2019 OF MAXIMUM AND MEDIUM RAINFALL AND FLOW RATES IN THE CAPIVARA'S RIVER BASIN

ANÁLISIS DE LA SERIE HISTÓRICA ENTRE 1979 Y 2019 DE PRECIPITACIONES Y CAUDALES MÁXIMOS Y MEDIOS EN LA CUENCA DEL RÍO CAPIVARA

Alyson Bueno Francisco¹

Resumo: O objetivo da pesquisa foi a análise das relações entre as precipitações e as vazões médias e máximas de dois postos fluviométricos localizados na Bacia do Rio Capivara, através de uma série histórica de quarenta anos. Os dados de precipitação, vazão média anual e vazão máxima anual foram provenientes da base de dados do Departamento de Águas e Energia Elétrica, entre os anos de 1979 e 2019. Foi constatado um aumento das vazões máximas no posto do Rio Capivari a partir de 2008, com queda apenas em 2014, cuja situação foi semelhante no posto fluviométrico do Rio Capivara, apresentando vazões anuais maiores que 50 m³/s em 2015, 2016 e 2017. Entre os anos de 2015 e 2016 foi presente a influência do fenômeno ENOS (Oscilação Sul). A dispersão linear pela relação das variáveis de vazão e precipitação constatou média de 0,23 no posto de Agissê e de 0,32 no posto de Maracaí, pois considera-se uma vazão maior na bacia a montante do posto de Maracaí.

Palavras-chave: precipitação; vazão; ENOS

Abstract: The objective of this research had been to analyze the relationships between precipitation and the average and maximum flows of two fluviometric posts located in the Capivara River Basin, through a historical series of forty years. Precipitation, average annual flow and annual maximum flow data came from the Department of Water and Electric Energy database between 1979 and 2019. There was an increase in maximum flows at the Capivari River station from 2008, with a drop only in 2014, whose situation was similar in the flow station of the Capivara River, with annual flows greater than 50 m³/s in 2015, 2016 and 2017. Between 2015 and 2016, the influence of the ENSO phenomenon (South Oscillation) was present. The linear dispersion by the ratio of the flow and precipitation variables found an average of 0.23 at the Agisse station and 0.32 at the Maracai station, as a higher flow rate is considered in the basin upstream of the Maracai post.

Keywords: precipitation; flow; ENSO

¹ Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Presidente Prudente/SP. Email: alysonbueno@gmail.com. Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/7271560980557369>. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0001-7632-9249>.

Resumen: El objetivo de esta pesquisa ha sido analizar las relaciones entre la precipitación y los flujos medios y máximos de dos estaciones fluviométricas ubicadas en la cuenca del río Capivara, a través de una serie histórica de cuarenta años. La precipitación, el flujo medio anual y los datos anuales de flujo máximo provinieron de la base de datos del Departamento de Agua y Energía Eléctrica entre 1979 y 2019. Hubo un aumento en los caudales máximos en la estación del río Capivari a partir de 2008, con una caída sólo en 2014, cuya situación fue similar en la estación de flujo del río Capivara, con caudales anuales superiores a 50 m³/s en 2015, 2016 y 2017. Entre 2015 y 2016, la influencia del fenómeno ENOS (Oscilación Sur) estuvo presente. La dispersión lineal por la relación de las variables de flujo y precipitación encontró un promedio de 0,23 en la estación de Agissé y 0,32 en la estación de Maracaí, ya que se considera un caudal más alto en la cuenca aguas arriba del puesto de Maracaí.

Palabras-llave: precipitación; flujo; ENOS

Introdução

A precipitação é a deposição de forma líquida ou sólida de água da atmosfera. No caso da chuva (precipitação líquida), a teoria de Bergeron-Findeisen explica que os cristais de gelo dentro das nuvens tendem a ficar maiores à custa das gotas d'água, até se tornarem pesados demais para serem mantidos pela nuvem, e ao caírem derreterão ao encontrarem o ar mais quente. No caso das nuvens tropicais, é utilizada a teoria da coalescência, que explica a formação das precipitações a partir das gotas d'água maiores caírem antes das menores, alcançando e absorvendo as menores ao longo do percurso (AYOADE, 1996).

A vazão é compreendida como “o volume de água escoado na unidade de tempo de uma determinada seção do curso de água” (MARTINS, 1976, p. 38). Sobre as vazões máximas, médias e mínimas, salienta-se: “as vazões normais e as de inundação podem ser referidas a um instante dado ou aos valores máximo, médio ou mínimo de um determinado intervalo de tempo (dia, mês ou ano)” (idem, p. 38).

A respeito das vazões máximas, Martins (1976, p. 40) afirma: “as vazões máximas instantâneas em uma seção dependerão de precipitações tanto mais intensas quanto menor for a área da bacia hidrográfica, para as bacias de pequena área, as precipitações causadoras das vazões máximas têm grande intensidade e pequena duração; para as bacias de área maior, as precipitações terão menor intensidade e maior duração”.

Desde 2003 existe uma rede de estações fluviométricas cadastradas no sistema HIDRO, cujo sistema é alimentado pelo monitoramento com responsabilidade de 290 empresas do setor hidrelétrico e instituições públicas, além da colaboração dos países fronteiriços (ANA, 2009).

Área de estudo

O clima da região de Presidente Prudente-SP é caracterizado pelo tropical de transição entre Aw e Cwa de Köppen, com temperaturas médias anuais de 22°C e precipitação média de 1.200 mm anuais. A região de Presidente Prudente está situada próxima ao Trópico de Capricórnio sendo afetada pelo encontro de sistemas intertropicais e polares (TARIFA, 1970).

A respeito do clima da região, Sant'Anna Neto (2005, p. 56) afirma:

Sob uma aparente regularidade climática, a distribuição interanual das chuvas demonstra que num período de quase 40 anos é possível observar a sucessão de verões e invernos secos e úmidos, como no exemplo de Presidente Prudente. Nota-se grande irregularidade pluviométrica, apesar de uma tendência geral de períodos mais secos entre junho e agosto.

A Bacia do Rio Capivara está localizada na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI 17), possuindo como principais rios afluentes: Capivari, Alegre, Fortuna, Santo Inácio, Grande e Sapé. A bacia hidrográfica possui uma área de aproximadamente 3.462 km², cujos rios afluentes possuem uma rede de aproximadamente 585 km de extensão em uma densidade de drenagem de apenas 0,17 km/km².

O Rio Capivari possui uma bacia com área de aproximadamente 65.000 ha e um comprimento de 116 km na rede de drenagem constituída pelo rio principal e afluentes. O Rio Capivara possui uma bacia de aproximadamente 156.000 ha, sendo sua rede de drenagem constiuída por afluentes que totalizam 187 km.

Material e métodos

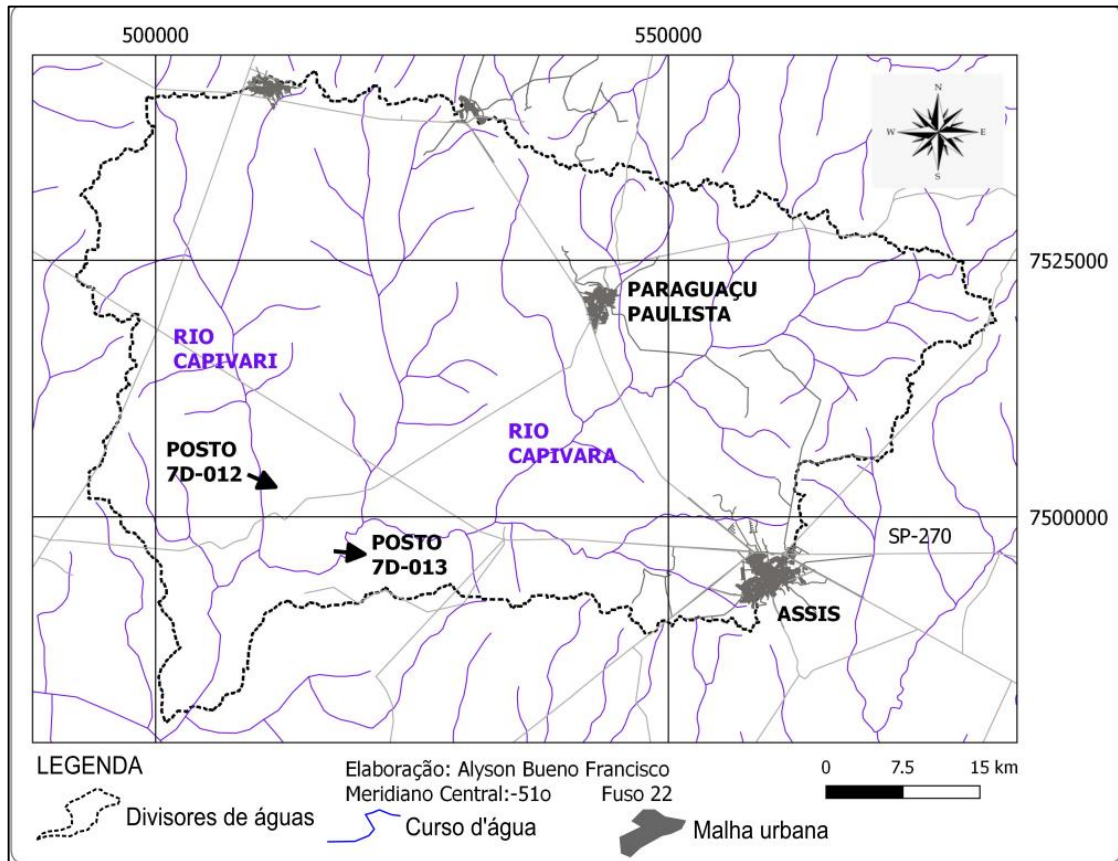
A base cartográfica foi elaborada a partir de arquivos vetoriais disponíveis na página eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, cujos dados foram utilizados no Sistema de Informação Geográfica QGIS versão 2.18.

Os dados de precipitação pluvial foram utilizados do posto pluviométrico D7-068 (Gardênia) do Departamento de Águas e Energia Elétrica, com uma série entre 1979 e 2019. No aplicativo Microsoft Excel foi gerado gráfico das precipitações anuais.

Os dados de vazão máxima dos rios Capivari e Capivara foram obtidos dos postos fluviométricos D7-012 (Rio Capivari – Agissê) e D7-013 (Rio Capivara – Maracaí). Os dados mensais das vazões máximas foram inseridos em planilha eletrônica no aplicativo Microsoft Excel 2010 pela qual foram calculadas as médias anuais entre 1979 e 2019.

A figura 1 apresenta a localização da Bacia do Rio Capivara com os postos fluviométricos dos dados analisados.

Figura 1 – Mapa da Bacia do Rio Capivara (SP) e postos fluviométricos do DAEE

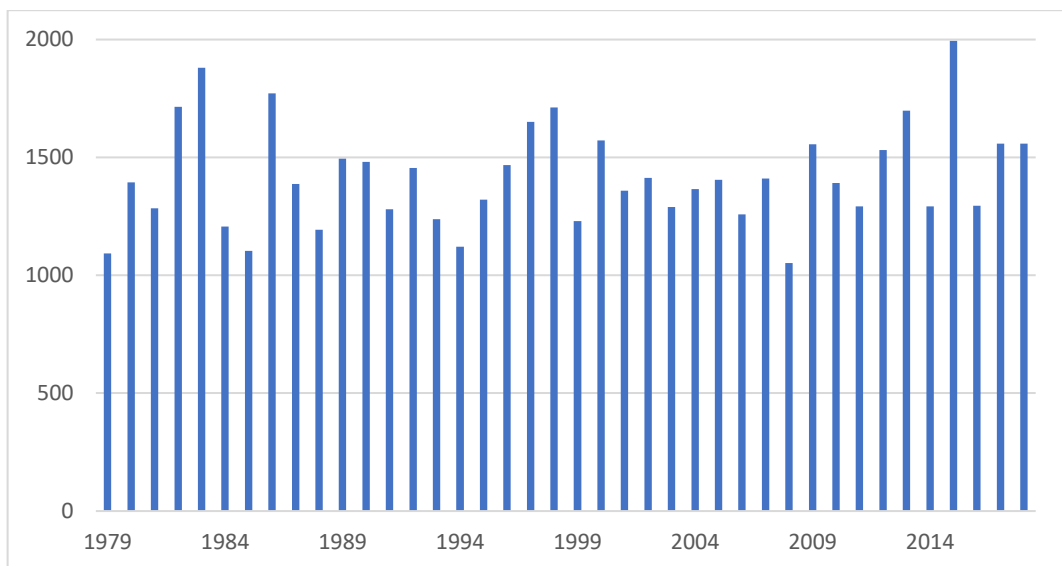


Análise dos resultados

No Rio Capivari, nota-se uma tendência de aumento das vazões máximas a partir de 2009. No ano de 2014 as condições de seca na região Sudeste influenciaram numa queda da vazão. No entanto, em 2015 praticamente dobrou a vazão máxima em relação à média apresentada em 2014.

O gráfico da figura 2 apresenta os índices anuais de precipitação entre 1979 e 2019 referentes ao posto pluviométrico de Gardênia-SP.

Figura 2 – Índices anuais de precipitação (mm) no posto D7-068 (Gardênia)



Elaboração: Francisco (2020)

A tabela 1 apresenta as vazões médias anuais em Agissê entre 1979 e 2017.

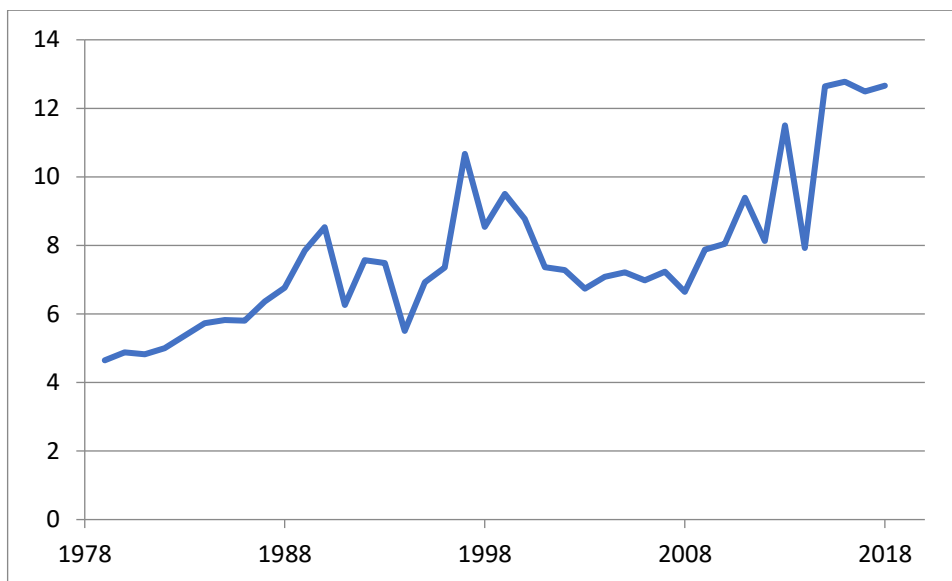
Tabela 1 – Vazões máximas em médias anuais do posto D7-012 (Agissê)

Ano	VMM (m ³ /s)	Ano	VMM (m ³ /s)	Ano	VMM (m ³ /s)
1979	7,02	1992	11,09	2005	9,51
1980	9,43	1993	10,92	2006	8,58
1981	7,79	1994	8,95	2007	12,72
1982	8,00	1995	8,44	2008	8,24
1983	-	1996	10,00	2009	13,77
1984	6,84	1997	14,80	2010	12,62
1985	8,42	1998	12,47	2011	13,74
1986	7,39	1999	11,25	2012	13,61
1987	11,88	2000	12,74	2013	19,60
1988	10,57	2001	10,50	2014	11,48
1989	13,22	2002	11,07	2015	22,15
1990	13,17	2003	10,61	2016	18,2
1991	10,85	2004	10,75	2017	17,2

Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica (2018)

O gráfico da figura 3 apresenta vazões médias anuais superiores a 8 m³/s a partir de 2010.

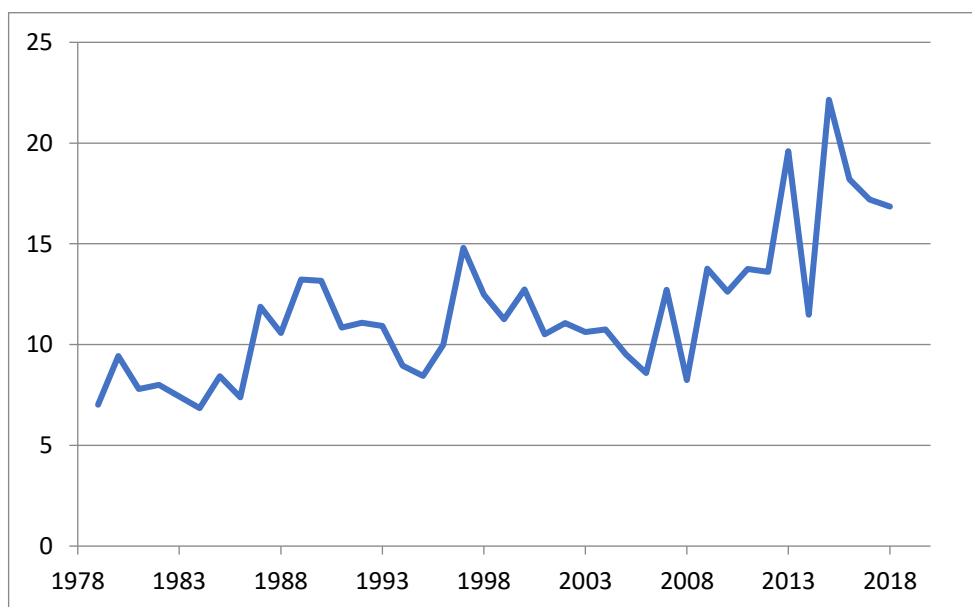
Figura 3 – Vazões médias anuais (m³/s) em Agissê-SP



Elaboração: autor (2020)

O gráfico da figura 4 destaca as médias nos anos de 2013 e 2015.

Figura 4 – Vazões máximas (m³/s) pelas médias anuais em Agissê-SP



Elaboração: Francisco (2020)

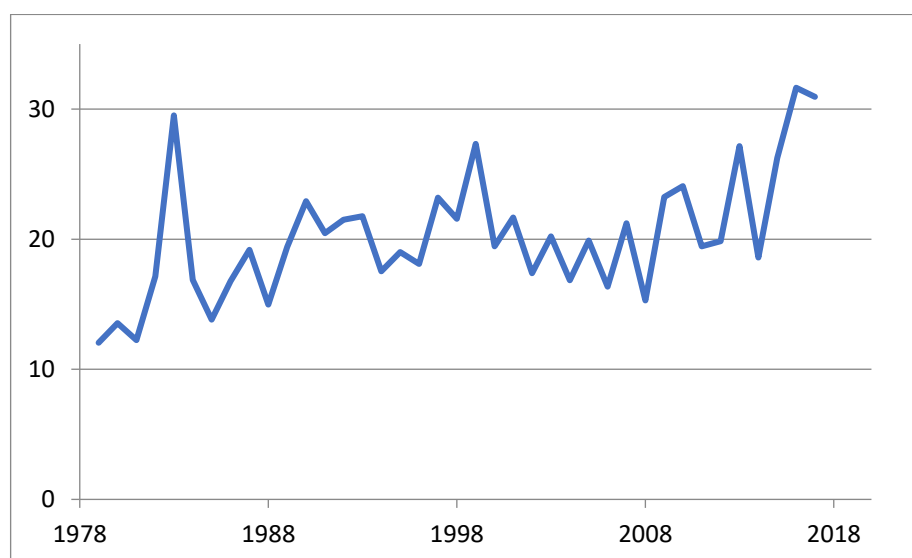
A tabela 2 apresenta as vazões máximas com médias anuais entre 1979 e 2017 em Maracaí-SP.

Tabela 2 – Vazões máximas em médias anuais do posto D7-013 (Maracaí)

Ano	VMM (m ³ /s)	Ano	VMM (m ³ /s)	Ano	VMM (m ³ /s)
1979	20,06	1992	32,40	2005	33,32
1980	28,00	1993	35,00	2006	25,61
1981	22,71	1994	31,78	2007	41,00
1982	34,64	1995	35,65	2008	22,14
1983	54,08	1996	30,92	2009	43,91
1984	27,02	1997	40,43	2010	34,58
1985	22,90	1998	31,66	2011	32,43
1986	31,46	1999	45,32	2012	38,28
1987	31,75	2000	33,51	2013	50,81
1988	24,30	2001	35,58	2014	30,59
1989	37,29	2002	26,27	2015	51,01
1990	39,58	2003	30,68	2016	56,64
1991	35,01	2004	26,22	2017	64,01

Fonte de dados: Departamento de Águas e Energia Elétrica (2018)

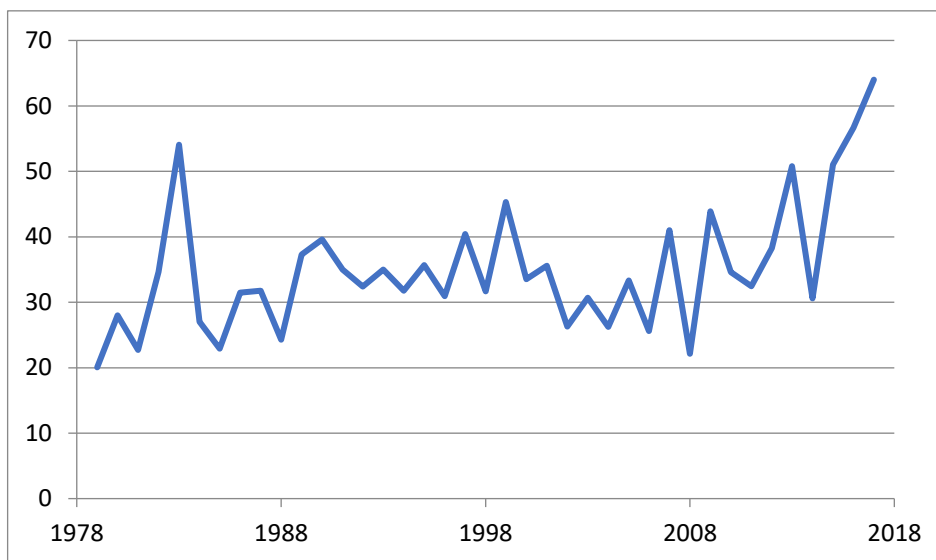
O gráfico da figura 5 destaca a ocorrência de vazões máximas superiores a 25 m³/s em Maracaí nas médias anuais de 1983, 1999 e 2013; e uma vazão máxima superior a 30 m³/s em 2016.

Figura 5 – Vazões médias anuais (m³/s) em Maracaí-SP

Elaboração: Francisco (2020)

O gráfico da figura 6 destaca a ocorrência de vazões acima de 40 m³/s em 1997 (ano de El Niño de forte intensidade), em 1999, e com maiores número de ocorrências a partir de 2009.

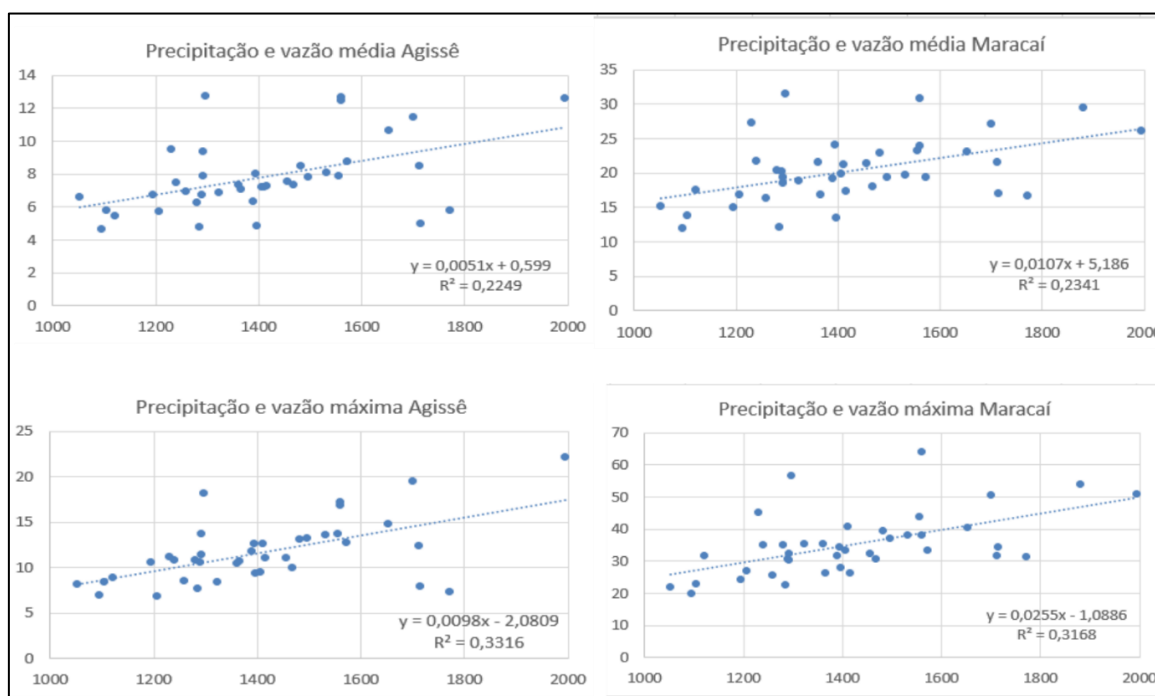
Figura 6 – Vazões máximas (m³/s) pelas médias anuais em Maracaí-SP



Elaboração: autor (2020)

Os gráficos da figura 7 apresentam regressões lineares médias de 0,275 entre as vazões e as precipitações.

Figura 7 – Regressão linear das relações de variáveis de vazão (m³/s) e precipitação (mm)



Elaboração: Francisco (2020)

No último registro em 2017 a vazão média máxima ultrapassou 60 m³/s, consolidando a tendência de aumento, do qual também foi registrada a queda em 2014 como no outro posto analisado.

No Rio Capivara nota-se vazões máximas acima de 60 m³/s nos meses de janeiro a março, com destaque para o caso de maio de 2017 pela ocorrência de uma vazão máxima de 130 m³/s. Entre os meses de julho e setembro mantém uma relação com a sazonalidade climática da seca durante o inverno com vazões máximas abaixo de 40 m³/s.

A ocorrência de vazão máxima excepcional de maio de 2017 aponta uma necessidade de monitoramento das condições hidrológicas devido risco de comprometimento às infraestruturas principalmente em uma região com atividades agropecuárias com existência de pontes de estradas rurais.

Considerações finais

O monitoramento dos fenômenos naturais está cada vez mais presente nas pesquisas em Climatologia, visto que a atmosfera apresenta sua dinâmica, cujas técnicas de monitoramento e registro histórico dos dados contribuem na análise das ocorrências dos fenômenos atmosféricos. Neste sentido, os dados hidrológicos podem ser associados às características das bacias hidrográficas como as mudanças de uso da terra que influenciam no escoamento superficial em ambientes tropicais.

Através da análise dos dados empíricos, Foi constatado um aumento das vazões máximas no posto do Rio Capivari a partir de 2008, com queda apenas em 2014, cuja situação foi semelhante no posto fluviométrico do Rio Capivara, apresentando vazões anuais maiores que 50 m³/s em 2015, 2016 e 2017.

Os estudos sobre vazões máximas são importantes para prever os riscos de inundações e rompimento de barragens, diante do uso dos recursos hídricos pelo setor de geração de energia no caso da Bacia do Rio Paranapanema.

O planejamento ambiental de bacias hidrográficas pode se apoiar nos dados hidrológicos para garantir a gestão das águas diante dos futuros cenários climáticos e condições de degradação, cujo geógrafo contribui com a espacialização das informações hidrológicas e considera os diversos aspectos nas bacias hidrográficas.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Inventário das estações fluviométricas**. 2.ed. Brasília: ANA, 2009.

AYOADE, J. J. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MARTINS, J. A. Escoamento superficial. In: PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica**. São Paulo: Edgar Blucher, p. 36-55, 1976.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p. 43-60, 2005.

TARIFA, J. R. Estudo preliminar das possibilidades agrícolas da região de Presidente Prudente segundo balanço hídrico de Thornthwaite (1948-1955). **Boletim Geográfico**, n. 217, 1970.

Recebido em 29 de janeiro de 2020.

Aceito em 24 de maio de 2020.

Publicado em 26 de junho de 2020.