

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA VAZÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO E MÉDIO RIO MACHADO EM RONDÔNIA

SPATIOTEMPORAL VARIABILITY OF STREAMFLOW IN THE UPPER AND MIDDLE MACHADO RIVER BASIN IN RONDÔNIA

Gutieres Camatta Barbino¹
Nara Luisa Reis de Andrade²
Trent Wade Biggs³
Camila Andrade Abe⁴

RESUMO

A região amazônica é extremamente vulnerável a processos de alteração na dinâmica natural, que podem causar impactos adversos, como por exemplo, alteração no microclima e na vazão dos rios. O estudo caracterizou a variabilidade espaço-temporal da vazão com dados de sete estações fluviométricas na Bacia Hidrográfica do Alto e Médio Rio Machado, Rondônia. Os dados de vazão são provenientes do portal HidroWeb. Observou-se que as vazões nas bacias estudadas apresentaram comportamentos de mínimas e máximas condizentes com a sazonalidade da região. Além disso, notou-se uma forte relação entre a área de drenagem e as grandezas das vazões, onde a estação Ji-Paraná apresentou uma vazão máxima de 3.546,75 m³/s. Observou-se ainda que as vazões mínimas mensuradas em cada estação apresentaram proximidade de datas, indicando um padrão espacial e temporal em relação ao período de estiagem, enquanto as vazões máximas apresentaram datas esparsas, denotando a influência de precipitações intensas que ocorrem de forma heterogênea na bacia. Dessa forma, foi possível observar a forte influência da sazonalidade na variabilidade temporal das vazões, bem como a

¹Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua/UNIR, Campus de Ji-Paraná) e Bolsista do Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia – LBA. E-mail: gutieres.barbino@gmail.com, Tel: (69) 99248-4080. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1590-8962>

²Doutora em Física Ambiental (UFMT). Docente do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária e Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (UNIR, Campus de Ji-Paraná). E-mail: naraluisar@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8602-6161>

³Doutor em Geografia pela Universidade da Califórnia, Santa Bárbara. Docente no Departamento de Geografia na San Diego State University. E-mail: tbiggs@sdsu.edu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4978-1779>

⁴Mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Doutoranda em Geografia pela San Diego State University, com co-tutela na University of California, Santa Barbara. E-mail: cabe6547@sdsu.edu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4558-7824>

influência da distribuição espacial das chuvas, sobretudo nas vazões máximas. A compreensão da dinâmica hidrológica local é fundamental para subsidiar as tomadas de decisões a nível de bacias.

Palavras-chave: Sazonalidade. Disponibilidade hídrica. Vazão máxima. Vazão mínima. Precipitação.

ABSTRACT

The Amazon region is extremely vulnerable to processes that alter its natural dynamics, which can lead to adverse impacts, such as changes in the microclimate and river streamflow. This study characterized the spatiotemporal variability of streamflow using data from seven streamflow gauging stations in the Upper and Middle Machado River Basin, in the state of Rondônia, Brazil. The streamflow data were obtained from the HidroWeb portal. It was observed that the streamflows in the studied basins exhibited minimum and maximum values consistent with the region's seasonality. Additionally, a strong relationship was noted between drainage area and streamflow magnitude, with the Ji-Paraná station recording a maximum flow of 3,546.75 m³/s. It was also observed that the minimum flows measured at each station occurred on similar dates, indicating a spatial and temporal pattern related to the dry season, while the maximum flows occurred on scattered dates, reflecting the influence of intense and unevenly distributed rainfall across the basin. Therefore, it was possible to observe the strong influence of seasonality on the temporal variability of streamflows, as well as the influence of the spatial distribution of rainfall, especially regarding peak flows. Understanding the local hydrological dynamics is essential to support decision-making at the basin level.

Keywords: Seasonality. Water availability. Maximum flow. Minimum flow. Precipitation.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de extrema importância para a vida. Devido a isso, cresce a preocupação com sua disponibilidade, especialmente diante do aumento da demanda hídrica ocasionado pela expansão populacional em todo o mundo. Esse crescimento resulta em maior consumo nos setores industrial e agropecuário, exigindo uma gestão eficiente para sua preservação e minimização dos impactos decorrentes (Costa *et al.*, 2013; Melo; Dia; Oliveira, 2022; Notisso; Formiga, 2021).

Conforme Luckmann *et al.* (2014), essa gestão é essencial, tendo em vista a constante necessidade de atender à crescente demanda por água, ao mesmo tempo em que se agravam os cenários de escassez hídrica. Esse entendimento é reforçado por autores que relatam que, com o desenvolvimento regional — incluindo a abertura de estradas e a implantação de sistemas agrícolas, pecuários e industriais —, há um aumento da disputa pelos recursos hídricos das bacias (Carvalho, 2020; Guimarães, 2014, Souza; Souza; Sousa, 2023; Tozi;

RECH- Revista Ensino de Ciências e Humanidades.
Mascarenhas; Pólen, 2018).

ISSN 2594-8806

Dado o volume de estudos, pesquisas e projetos voltados à gestão dos recursos hídricos, é comum que esses sejam estruturados a partir de regiões geográficas delimitadas por redes de drenagem que convergem para um ponto comum, denominadas bacias hidrográficas (BH) (Targa *et al.*, 2012). As BHs são amplamente utilizadas como unidades de planejamento e administração dos recursos hídricos, bem como para conservação dos recursos naturais (Vitalla *et al.*, 2008).

Uma bacia hidrográfica reúne informações essenciais que subsidiam propostas e ações voltadas à conservação ambiental e ao planejamento sustentável. Entre esses dados, destacam-se o conhecimento sobre sua drenagem, geologia, geomorfologia, pedologia, interações químicas, uso e ocupação do solo (Magesh *et al.*, 2013), além dos padrões climáticos, fluviométricos e dos múltiplos usos da água (Biasi; Falsarella; Mariosa, 2023; Elesbon *et al.*, 2024; Tiburcio *et al.*, 2024).

A Bacia Amazônica, localizada na região Norte do Brasil, possui a maior disponibilidade de água doce do planeta (Rocha, 2004). Apesar disso, pouco se conhece sobre as reais condições dos corpos hídricos da região, além da carência de legislações específicas adaptadas às suas características. O estado de Rondônia abriga importantes rios que contribuem para a Bacia do Rio Amazonas, sendo o Rio Madeira seu curso mais relevante — principal afluente da margem esquerda do Rio Amazonas (Marengo; Espinoza, 2016).

O Rio Madeira conta com afluentes significativos que formam as principais bacias hidrográficas de Rondônia, entre elas a bacia do Rio Machado (ou Ji-Paraná), a mais extensa do estado. O Rio Machado é formado pela confluência dos rios Barão de Melgaço (ou Comemoração) e Pimenta Bueno (ou Apediá), próximos à cidade de Pimenta Bueno. Suas nascentes estão localizadas no município de Vilhena, e seu curso segue por aproximadamente 800 km até a foz, situada na margem direita do Rio Madeira, nas proximidades da vila de Calama. Seus principais afluentes são os rios Jaru, Urupá, Machadinho e Jacundá, todos pela margem esquerda (Stachiw, 2021).

Trata-se de um rio de domínio estadual, que drena diversas cidades

importantes de Rondônia, como Ji-Paraná, Cacoal e Pimenta Bueno. Ao longo de seu trajeto, destacam-se numerosas cachoeiras e corredeiras. Por se tratar de uma bacia extensa, ela foi subdividida em duas regiões hidrográficas principais, utilizadas como referência territorial para a criação de dois comitês de bacia hidrográfica: Rio Alto e Médio Machado e Rio Jaru – Baixo Machado, conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (Rondônia, 2018).

O Comitê de Bacias Hidrográficas, instituído pela Lei nº 9.433 de 1997 — que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos —, constitui uma importante ferramenta de gestão descentralizada da água. Entre suas funções destacam-se a mediação de conflitos relacionados ao uso da água e a promoção de debates sobre a gestão dos recursos hídricos, visando sua qualidade e preservação no âmbito da bacia. A má gestão dos recursos hídricos pode ocasionar diversos impactos, como o aporte excessivo de sedimentos aos cursos d'água em áreas urbanizadas de forma desordenada, perdas econômicas (Gomes et al., 2021), degradação da vegetação, da qualidade da água e do solo (Oliveira, 2021).

Nesse sentido, para uma boa gestão, faz-se necessário um bom entendimento das condições hídricas de uma bacia hidrográfica, que pode ser avaliada por meio de estudos e monitoramento dos dados de escoamento subsuperficial, superficial e vazão (Cecílio *et al.*, 2021; Achugbu *et al.*, 2022). Diante disso, o presente estudo tem por objetivo caracterizar a variabilidade espaço-temporal das vazões com base em dados de estações fluviométricas na Bacia Hidrográfica do Alto e Médio Machado, no estado de Rondônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Alto e Médio Rio Machado, área referente a atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto e Médio Machado (Rondônia, 2018). A bacia possui uma área aproximada de 39.362 km², estando localizada na região centro-sul do estado de Rondônia e inserida em 24 municípios do estado de Rondônia, conforme pode ser observado na Figura 1.

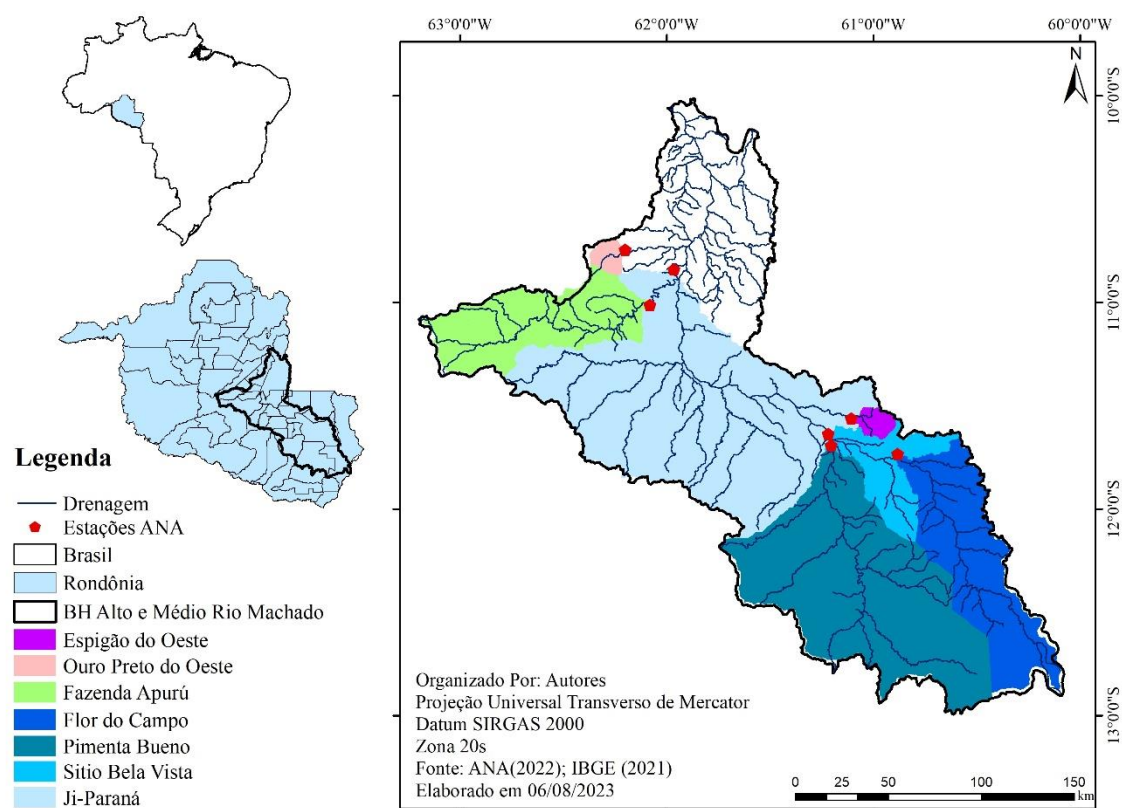


Figura 1 - Localização da área de estudo e das estações fluviométricas utilizadas com suas respectivas áreas de influência.

Para caracterizar e analisar o comportamento dos dados de vazão superficial na bacia de estudo, utilizaram-se dados de sete estações fluviométricas distribuídas ao longo da área da bacia, sendo elas Espigão do Oeste (EO), Ouro Preto do Oeste (OPO), Fazenda Apurú (FA), Flor do Campo (FC), Pimenta Bueno (PB), Sítio Bela Vista (SBV) e Ji-Paraná (JP), conforme discriminado na Tabela 1. As séries históricas de vazão foram obtidas por meio do site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. Posteriormente à aquisição dos dados, os mesmos foram tratados e organizados de acordo com a estação fluviométrica, considerando sua área de drenagem.

Tabela 01 - Estações fluviométricas utilizadas para a aquisição de dados de vazão na Bacia Hidrográfica do Alto e Médio Machado

Estações ANA	ID ANA	Série de dados	N (Anos)	Área de Drenagem (km ²)	Coordenadas Geográficas
Espigão do Oeste (EO)	15558700	01/01/2011 a 31/12/2019	09	266,52	-11,3781 S -60,8850 O
Ouro Preto do Oeste (OPO)	15562000	01/01/2009 a 31/12/2019	11	259,47	-10,7715 S -62,2572 O
Fazenda Apurú (FA)	15558500	01/01/2006 a 31/12/2022	17	3.683,86	-11,0017 S -62,1172 O
Flor do Campo (FC)	15552600	01/12/1982 a 31/12/2022	41	4.460,05	-11,7489 S -60,8678 O
Pimenta Bueno (PB)	15558000	01/01/1980 a 31/12/2022	43	9.328,05	-11,6836 S -61,1922 O
Sítio Bela Vista (SBV)	15559000	01/01/1984 a 31/12/2022	39	15,505.68	-11,6525 S -61,2150 O
Ji-Paraná (JP)	15560000	01/01/1977 a 31/12/2022	46	32.176,17	-10,8736 S -61,9356 O

Fonte: ANA (2023).

Por fim, foi realizada a aplicação de estatística descritiva nos dados de vazão. Aplicou-se estatística descritiva com intuito de se obter médias, desvio padrão, n amostral, aproveitamento de dados, entre outros, para os dados das séries históricas de vazão. O tratamento e análise dos dados foi realizado com auxílio do Excel 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As vazões diárias para as sete estações estudadas podem ser observadas na Figura 2. Ao se analisar os dados diários, observa-se uma grande variabilidade nos dados de vazão. O comportamento de vazões está diretamente relacionado a fatores de sazonalidade. Assim, as vazões mínimas se concentram nos meses do período seco, enquanto as vazões máximas nos meses do período chuvoso. Vale ressaltar ainda que, apesar da relação direta entre o período chuvoso e seco com a vazão, esta apresenta um retardo em relação aos picos de precipitação, devido às dinâmicas de reabastecimento das reservas de água subterrânea (Serrão *et al.*, 2022).

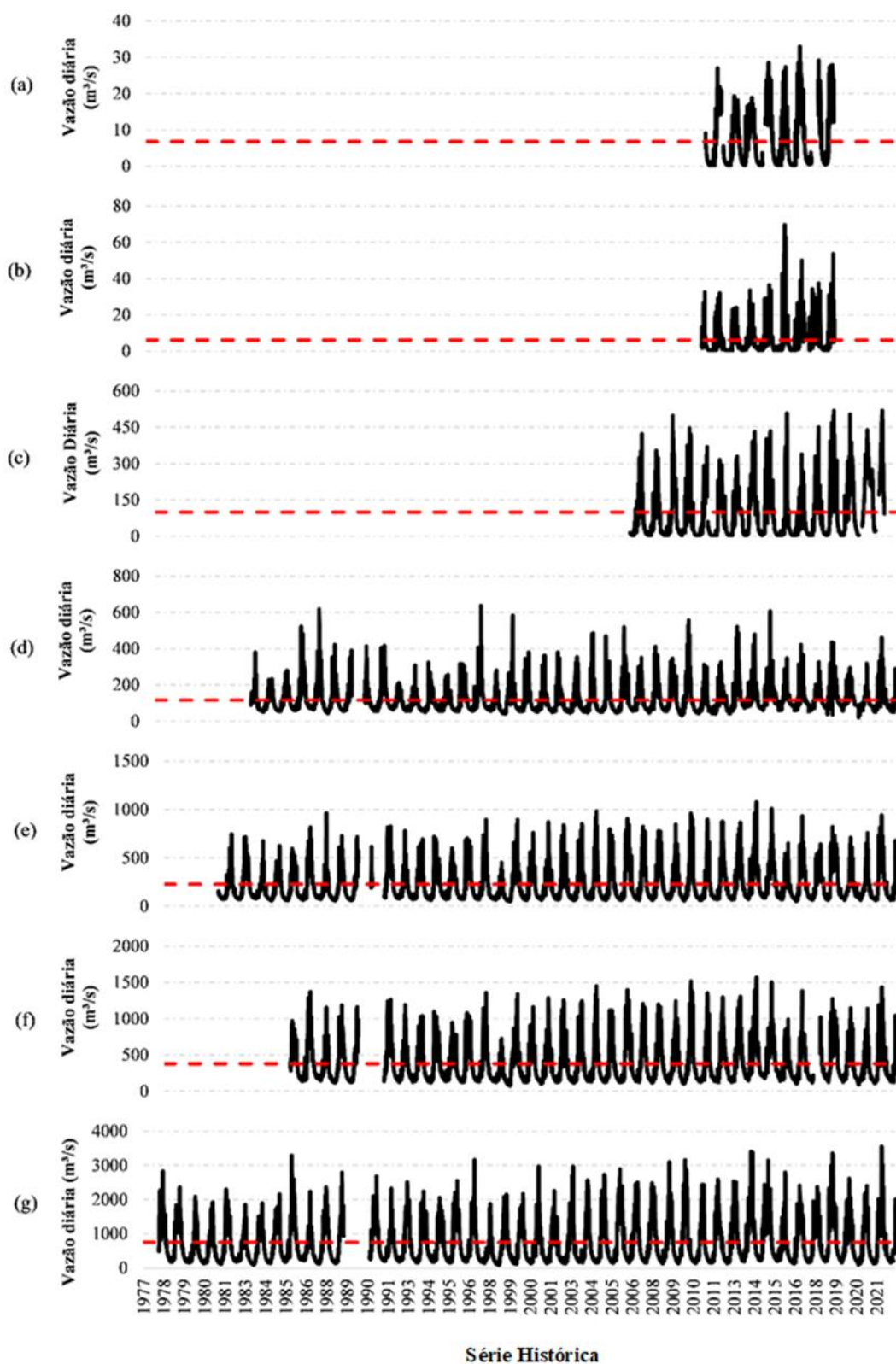


Figura 2 - Caracterização das vazões diárias (m^3/s) para o período estudado de cada estação fluviométrica. (a) Espigão do Oeste, (b) Ouro Preto do Oeste, (c) Fazenda Apurú, (d) Flor do Campo, (e) Pimenta Bueno, (f) Sítio Bela Vista, (g) Ji-Paraná. A linha em vermelho representa a média histórica da série.

Corroborando isso, na Tabela 2, tem-se a estatística descritiva para cada estação fluviométrica estudada. Observam-se, no comportamento médio das estações, que estas possuem grandezas que são condizentes com suas áreas de influência, logo, estações como a EO e OPO apresentam vazões médias inferiores às demais.

Tabela 2 - Estatística descritiva para as séries históricas de vazão (em m³/s) das estações fluviométricas de Espigão do Oeste (EO), Ouro Preto do Oeste (OPO), Fazenda Apurú (FA), Flor do Campo (FC), Pimenta Bueno (PB), Sitio Bela Vista (SBV) e Ji-Paraná (JP).

	EO	OPO	FA	FC	PB	SBV	JP
Média	6,79	6,09	99,58	116,38	227,33	380,91	750,82
Q ₉₅	0,20	0,36	2,69	53,55	71,28	132,98	164,68
Desvio padrão	6,97	6,90	109,86	66,10	177,12	267,47	635,51
Intervalo	32,98	69,51	518,37	616,36	1.026,71	1.493,98	3.460,98
Mínimo	0,01	0,14	1,03	20,63	49,63	75,05	85,77
Máximo	33,00	69,65	519,40	636,99	1.076,35	1.569,03	3.546,75
N Total	3.285	3.285	6.209	14.975	15.705	14.245	16.801
N Observado	2.578	2.971	5.539	14.325	14.950	13.125	15.836
Aproveitamento	78%	90,5%	89%	96%	95%	92%	94%

Na Tabela 2 pode ser observado ainda o valor da Q₉₅ para cada estação estudada, sendo esta a vazão de referência usada no estado de Rondônia, onde serve como base de informação para emissão de outorgas de direito do uso dos recursos hídricos, podendo ser outorgado até 80% da Q₉₅ (Rondônia, 2018). Constata-se que a Q₉₅ segue o padrão das vazões médias, ou seja, quando analisada a vazão de referência para cada ano da série histórica, essa apresenta variabilidade condizente com as flutuações naturais observada nas vazões médias dos rios estudados. Rondônia é um estado que possui sazonalidade bem definida, as vazões seguem padrões similares às chuvas anuais (Bazzo *et al.*, 2017).

No que diz respeito aos valores mínimos, constatou-se proximidade entre as datas de ocorrência, com exceção das estações de FA e FC, que apresentaram suas vazões mínimas em outubro de 2010 e setembro de 2020, respectivamente. As estações de OPO e EO apresentaram vazões mínimas no dia 31 de agosto de

2011, onde foram registrados valores próximos a zero, conforme consta na Tabela 2. Com relação às estações de PB, SBV e JP, estas apresentaram valores mínimos na série em 30 de setembro de 1998 para as duas primeiras e 01 de outubro para Ji-Paraná, evidenciando a relação entre o comportamento das vazões mínimas nas três maiores bacias estudadas.

Por sua vez, os valores máximos das séries de vazão ocorreram de formas mais esparsas entre as estações, com exceção das estações de PB e SBV (30 de março de 2014), o que pode ser relacionado a pequena distância que há entre os dois postos fluviométricos. Para as demais estações, as datas de valores máximos foram 13 de fevereiro de 2017 (EO), 08 de março de 2016 (OPO), 01 de março de 2022 (FA), 28 de março de 1998 (FC) e 22 de fevereiro de 2022 (JP).

Apesar da considerável distância espacial entre os registros de pico de vazão nas diferentes estações, observa-se que, nos últimos dez anos (a partir de 2013), seis das sete estações analisadas apresentaram esse tipo de ocorrência. De acordo com a literatura, esse padrão pode estar relacionado às mudanças na cobertura do solo, as quais reduzem a interceptação pelo dossel vegetal, limitam os processos de infiltração e a recarga dos aquíferos, e, como consequência, promovem maior escoamento superficial, resultando em intensificação dos eventos de vazão máxima (Forsberg *et al.*, 2017; Gomes *et al.*, 2020; Heerspink *et al.*, 2020; Rodriguez; Tomasella; Linhares, 2010).

Além disso, pode-se observar que as séries de vazão tendem a apresentar comportamentos semelhantes e coincidência temporal em períodos de estiagem (Cavalcante *et al.*, 2020; Chaudhari *et al.*, 2019), especialmente quando a área de drenagem da bacia é mais extensa. Em contrapartida, os picos de vazão estão mais frequentemente relacionados a episódios de chuva intensa, os quais podem ocorrer de maneira localizada, influenciando isoladamente cada ponto de medição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As séries históricas de vazão apresentaram grande variabilidade durante o ano, em função da sazonalidade da região bem definida, com períodos de seca e

cheia. Observa-se ainda que há uma maior proximidade entre as datas de vazões mínimas registradas, indicando maior relação a padrões climáticos maiores, enquanto não foi possível observar a mesma relação para eventos de vazões máximas, indicando que estas podem estar relacionadas a eventos de precipitação local com distribuição heterogênea que atingem cada área de drenagem a montante dos postos fluviométricos.

Dessa forma, ressalta-se a importância de estudo que caracterizem tais comportamentos a níveis de bacias hidrográficas com intuito de melhor conhecimento dos padrões e comportamento dos rios de Rondônia, de forma a possibilitar a diligência de ações que possam minimizar impactos. Ademais, aproximadamente 86% das estações estudadas apresentaram picos de vazão nos últimos 10 anos, o que pode estar associado à dinâmica de alteração da cobertura do solo, com substituição da floresta nativa por pastagem, monocultura e áreas urbanas consolidadas, o que impacta o funcionamento do ciclo hidrológico.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE No. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento. Agradecemos ao Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (Programa LBA/INPA), pela bolsa concedida e por todo apoio durante a realização da pesquisa. Os autores agradecem também ao *Projeto Connections Between Water and Rural Production: Sociohydrological Systems on a Tropical Forest Frontier (NSF)* pelo apoio técnico e científico prestados durante a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHUGBU, I.C. OLUFAYO, A.A.; BALOGUN, I.A.; DUDHIA, J.; McALLISTER, M.; ADEFISAN, E.A.; NAABIL, E. Potential effects of Land Use Land Cover

Change on streamflow over the Sokoto Rima River Basin. **Heliyon**, v. 8, n. 7, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09779>

ANA – Agência Nacional de Água. Portal HidroWeb. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em 12 de janeiro de 2022.

ARAUJO, S.L.S. (2022). **Padrões de chuva em uma área de floresta amazônica em Rondônia: Série temporal de 1999 a 2020**. Ji-Paraná: UNIR, 2022, Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária), Departamento de Engenharia Ambiental, 2022.

BAZZO, K. R. GARCIA, C.S.; CUNHA, L.M.; PEDROSO, A.; SZATKOWSKI, N.D.R. Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga no estado de Rondônia – RO. **XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Florianópolis, 2017.

BIASI, E.J.; FALSARELLA, O.M.; MARIOSIA, D.F. Bacias hidrográficas inteligentes e sustentáveis: uma proposta a partir do estudo de conceitos e aplicações sobre cidades inteligentes. **Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC)**, v.10, e023040, p. 1-22, 2023.

CARVALHO, A.T.F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 42, v. 1, p. 140-161, 2020.

CARVALHO, R.G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n.36, Volume Especial, p. 26-43, 2014.

CAVALCANTE, R.B.L. PONTES, P.R.M.; TEDESCHI, R.G.; COSTA, C.P.W.; FERREIRA, D.B.S.; SOUZA-FILHO, P.W.M.; SOUZA, E.B. Terrestrial water storage and Pacific SST affect the monthly water balance of Itacaiúnas River Basin (Eastern Amazonia). **International Journal of Climatology**, v. 40, p. 3021-3035, 2020. <https://doi.org/10.1002/joc.6380>

CECÍLIO, R. A. GONÇALVES, C.J.; ZANETTI, S.S.; ABREU, M.C.; ALMEIDA, L.T. Trends in monthly and annual streamflow related to rainfall and land use at the Atlantic rainforest biome. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 112, 103600, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103600>

CHAUDHARI, S. POKHREL, Y.; MORAN, E.; MIGUEZ-MACHO, G. Multi-decadal hydrologic change and variability in the Amazon River basin: understanding terrestrial water storage variations and drought characteristics, **Hydrology Earth System Sciences**, v. 23, p. 2841–2862, 2019. <https://doi.org/10.5194/hess-23-2841-2019>

COSTA, C.W.; DUPAS, F.A.; CESPEDES, J.G.; SILVA, L.F. Monitoramento da

expansão urbana, cenários futuros de crescimento populacional e o consumo de recursos hídricos no município de São Carlos, SP. **Geociências**, v. 32, n.1, p. 63-80, 2013.

ELESBON, A.A.A.; SILVA JÚNIOR, J.M.; BENDINELLI, P.V.; CASTRO, M.G.L.; CASTRO, F.S. Metodologias ativas de aprendizagem aplicadas na mitigação de mudanças climáticas em bacias hidrográficas. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 19, n. 55, p. 369–394, 2024. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13381968>.

FRANCA, R.R. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. (2015). **Geografias: Artigos Científicos**, v. 11, n. 01, p.44-58. <https://doi.org/10.35699/2237-549X.13392>

FORSBERG, B. R. MELACK. J.M.; DUNNE, T. BARTHEM, R.B.; GOULDING, M.; PAIVA, R.C.D.; SORRIBAS, M.V.; SILVA JUNIOR, U.L.; WEISSER, S. The potential impact of new Andean dams on Amazon fluvial ecosystems. **PLOS One**, v. 12, n. 08, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182254>

GOMES, D. J. C.; SILVA, L. P.; FERREIRA, N. S.; LOBATO, R. R. C.; SERRÃO, E. A. O.; LIMA, A. M. M. Impactos climáticos na erosão hídrica do solo para a Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, p. 242-265, 2021. <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14503>

GOMES, W. B. CORREIA, F.W.S.; CAPISTRANO, V.; VEIGA, J.A.P.; VERGASTA, L.A.; CHOU, S.C.; LYRA, A.A.; ROCHA, V.M. Avaliação dos Impactos das Mudanças na Cobertura da Terra e Cenário de Emissões (RCP 8.5) no Balanço de Água na Bacia do Rio Madeira, **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 4, 689 702, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863540076>

HEERSPINK, B. P.; KENDALL, A.D.; COE, M.T.; HYNDMAN, D.W. Trends in streamflow, evapotranspiration, and groundwater storage across the Amazon Basin linked to changing precipitation and land cover, **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 32, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100755>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Cidades e Estados. 2021. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

LUCKMANN, J.; GRETHE, H.; McDONALD, S.; ORLOV, A.; SIDDIG, K. An integrated economic model of multiple types and uses of water. **Water Resources Research**, v. 50, p. 3875–3892, 2014. <https://doi.org/10.1002/2013WR014750>

MAGESH, N. S.; JITHESHLAL, K.V.; CHANDRASEKAR, N.; JINI, K.V. Geographical information system-based morphometric analysis of Bharathapuzha river basin, Kerala, India. **Applied Water Science**, v. 3, p. 467–

477, 2013. DOI: 10.1007/s13201-013-0095-0

MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 3, p. 1033-1050, 2016. <https://doi.org/10.1002/joc.4420>

MELO, J.J.S.; DIA, M.J.M.; OLIVEIRA, A.U. A água e sua proteção legal no Brasil e Acre: considerações sobre a legislações dos recursos hídricos. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, v. 04, n. 01, p. 80-95, 2022.

NOTISSO, P.F.; FORMIGA, K.T.M. Avaliação da demanda futura de água na bacia hidrográfica do rio Umbeluzi em Moçambique. **Revista Brasileira de Engenharia Civil**, v.01, n.01, p.98-111, 2021.

OLIVEIRA, Y. D. P. T. **Efeitos do Manejo do Solo em Bacias Hidrográficas: Uma Revisão de Casos na Amazônia Oriental**. Monografia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – PA. 47p, 2021.

ROCHA, E. J. P. 2004. **Balanco de umidade e influência de condições de contorno superficiais sobre a precipitação da Amazônia**. Tese (Doutorado). São José dos Campos: INPE.

RODRIGUEZ, D. A., TOMASELLA, J., LINHARES, C. Is the forest conversion to pasture affecting the hydrological response of Amazonian catchments? Signals in the Ji-Parana Catchment, **Hydrological Processes**, v. 24, n. 10, p. 1254–1269, 2010. <https://doi.org/10.1002/hyp.7586>

RONDÔNIA. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia – PERH/RO. **Relatório de Etapa (RE 01) para elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia**. 2018. Disponível em <<http://coreh.sedam.ro.gov.br/wp-content/uploads/2019/08/RELATORIO-ETAPA-01.pdf>>. Acesso em:28 de maio de 2022.

SERRÃO, E. A. O.; SILVA, M.T.; FERREIRA, T.R.; ATAIDE, L.C.P.; SANTOS, C.A.; LIMA, A.M.M.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.A.S.; GOMES, D.J.C. Impacts of land use and land cover changes on hydrological processes and sediment yield determined using the SWAT model. **International Journal of Sediment Research**, v. 37, p. 54-69, 2022.

SOUZA, S.D.G.; SOUZA, A.C.N.; SOUSA, M.L.M. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: do debate conceitual à realidade brasileira nas leis ambientais. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 24, p. 551-566, 2022. <https://doi.org/10.35701/rcgs.v24.889>

STACHIW, R. Rios de Rondônia [Recurso eletrônico]. / Jhony Vendruscolo; Porto Velho-RO. – 2021. 25 f.; il.

TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. D.; DIAS, N. W.; MATOS, F. C.
Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé
Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Ambiente e Água**, v. 07, n. 02, p. 120-142, 2012.
<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.905>

TIBÚRCIO, I.M.; PINHEIRO NETO, V.R.; BELLO, R.K.; SILVEIRA, N.T.;
SANTANA, S.H.C.; SILVA, J.N.B.; GALVÍNCIO, J.D. Projeção e análise dos
impactos das mudanças climáticas no balanço hídrico na bacia hidrográfica do
Moxotó (Pernambuco). **Meio Ambiente (Brasil)**, v.6, n.1, p.62-70, 2024.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14611347>

TOZI, S. C.; MASCARENHAS, A. L.; PÓLEN, R. R. Água, conflitos e política
ambiental na Amazônia Legal brasileira. **Revista Nera**, v. 21, n. 42, p. 228-255,
2018. <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i42.5694>

VITTALA, S. S.; GOVINDAIAH, S.; GOWDA, H. H. Prioritization of sub-
watersheds for sustainable development and management of natural resources:
Na integrated approach using remote sensing, GIS and sócio-economic data.
Current Science, v. 95, n. 3, p. 345-354, 2008.