

## **ANÁLISE DO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PIAU (MG), LOCALIZADO NA BACIA DO RIO POMBA**

**Jussara Ferreira-Santos<sup>1,x</sup>, Paulo Vitor Silva Siqueira<sup>1</sup>, Jessica Laine Mendes Bersan<sup>1</sup>, Ana Carolina de Paula Maia<sup>1</sup>, Maria Helena Rodrigues Gomes<sup>1</sup>, Celso Bandeira de Melo Ribeiro<sup>1</sup>,**

**(<sup>1</sup>Universidade Federal de Juiz de Fora, Rua José Lourenço Kelmer s/n, São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais, 36036-900, Brasil; <sup>x</sup>Autor de correspondência:**

**<sup>x</sup>jussara.santos@engenharia.ufjf.br)**

### **1. INTRODUÇÃO**

A busca crescente pelo desenvolvimento econômico e tecnológico existente em nossa sociedade causam intensa utilização de matéria prima natural que impacta, direta e indiretamente, o meio ambiente, tendo como consequência a contaminação das águas superficiais, subterrâneas e do solo, emissão de poluentes para a atmosfera e intensificação do efeito estufa (FBDS, 2015). Sabe-se que em decorrência das mudanças climáticas, os eventos extremos estão cada vez mais presentes em nossa realidade, sendo caracterizados em função de seu afastamento das condições habituais e por ocorrerem com uma baixa frequência, porém com elevada capacidade de causar danos à sociedade (Oliveira & Ferreira, 2021).

O município de Piau (MG), objeto de estudo deste trabalho, apresenta-se como uma zona rural de Juiz de Fora e, também está sujeito às ações das mudanças climáticas. Segundo estudo de Oliveira & Souza (2018), o Rio Piau sofre as consequências da intervenção antrópica existente na região, provenientes de atividades de monocultura como a de banana, pecuária e pesca, aliadas às alterações climáticas e da interferência no uso e ocupação do solo para prática das atividades citadas, aumentando a erosão dessas áreas acarretando o assoreamento do leito do rio e a degradação da diversidade vegetal e da fauna fluvial.

Ligadas também ao gerenciamento estratégico das bacias, as vazões de referência - utilizadas como subsídio aos processos de outorga para uso da água - apresentam grande importância na caracterização da variação das vazões e alterações na bacia (FARIAS *et al.* 2020). Assim, é possível avaliar a disponibilidade hídrica, locais com déficit hídrico, bem como possíveis conflitos associados aos usos da água, contribuindo para assegurar água em quantidade e qualidade compatível aos respectivos usos conforme preconizado pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (1997). A vazão  $Q_{7,10}$  pode ser entendida como o valor anual da mínima média de 7 vazões diárias consecutivas que pode se repetir, em média, uma só vez a cada dez anos (VON SPERLING, 2007). As vazões  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$  são compreendidas como vazões naturais com permanência de 90% e 95% do tempo, respectivamente, na seção de controle (SANEPAR, 2018). No estado de Minas Gerais o Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM) prevê, através da Portaria IGAM nº 48/2019, que para cada seção considerada em condições naturais, o limite máximo de captações será de 50% da  $Q_{7,10}$  com variação apenas para casos específicos relativos a fluxos residuais mínimos.

Dada a carência de trabalhos existentes na região, o presente trabalho tem o objetivo de analisar o comportamento hidrológico de séries de precipitação e de vazões mínimas de referência ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) da Bacia do Rio Pomba (MG), para o período de 1987 a 2019, provenientes do Portal HidroWeb, e da estação pluviométrica 2143147 (Piau-Centro) para o período de 2014 a 2019, disponibilizados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), a fim de promover reflexões sobre as vazões e chuvas a fim

de relacioná-los com eventos extremos na bacia, utilizando dados complementares de um indicador do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área do estudo

A bacia do rio Pomba é considerada uma sub-bacia do Paraíba do Sul, que por sua vez pertence à bacia do Atlântico Sudeste. Se localiza entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2022), o município de Piau (MG), situado nas coordenadas 21°30'3" S (latitude) e 43°19'35" O (longitude), apresenta uma população estimada para o ano de 2021 de 2.719 habitantes, densidade populacional de 14,78 hab/km<sup>2</sup> e área territorial de 192,196 km<sup>2</sup>. Ainda segundo os dados obtidos, apresenta 58,1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 16,8% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 26% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). De acordo com a plataforma Map Biomas Brasil (2021), a composição territorial do município corresponde a florestas (58,11%), agropecuária (32,83%), área não vegetada (6,31%) e formação natural não florestal (2,7%).

A estação fluviométrica utilizada, cujo código é 58750000 (Piau), operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), está localizada nas coordenadas -21.497 S (latitude) e -43.317 O (longitude) e recolhe os dados de vazão do Rio Piau, um dos principais afluentes do rio Pomba. A estação pluviométrica de código 2143147 (Piau-Centro), por sua vez, está situada nas coordenadas -21.507 S (latitude) e -43.317 O (longitude). O mapa de localização da bacia do rio Pomba e do município de Piau (MG), contendo as estações sobreditas pode ser consultado na Figura 1.

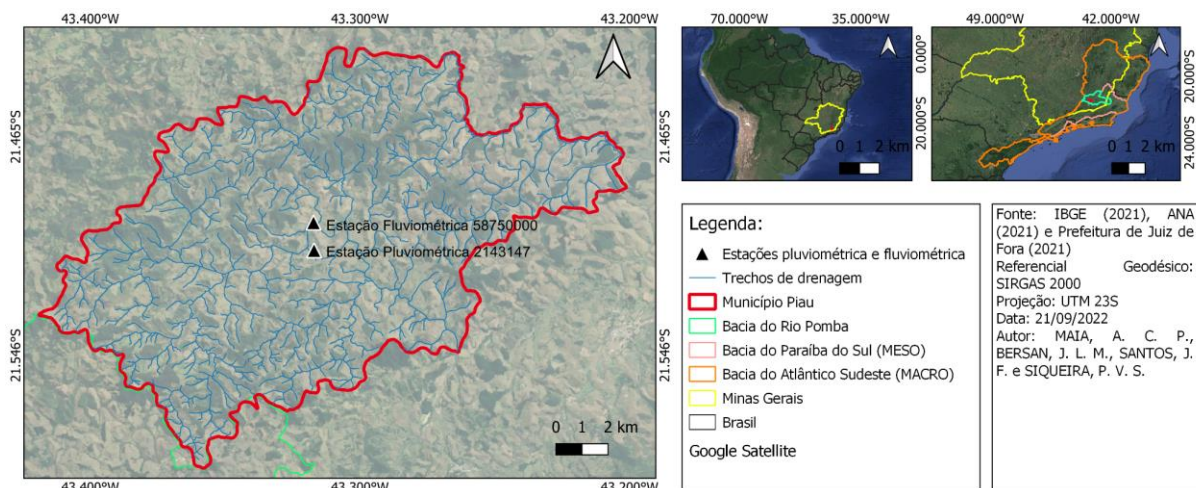


Figura 1: Mapa de localização do município de Piau (MG). Fonte: os autores (2022).

A bacia do rio Pomba apresenta uma área total de 8.571,52 m<sup>2</sup>, sendo o curso principal, dentre os 1.012 existentes, denominado Rio Pomba e seus principais afluentes o Rio São Clemente, Rio Novo, Rio Formoso, Rio Paraopeba, além do Rio Piau (IBGE, 2020). De acordo com o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) (2007), são características relevantes da bacia: i) a falta de tratamento de esgotos domésticos, resultando no lançamento “in natura” dos efluentes nos corpos d’água; ii) a forte presença de degradação

da cobertura vegetal e da erosão do solo, implicando no carreamento de sedimentos para as calhas, além da acentuada diminuição de quantidade de água nos mananciais e iii) a presença de cheias no rio Pomba, que geralmente atingem a população que se encontra em condições de vulnerabilidade social (predominantemente ribeirinha e invasora da calha do rio).

## **2.2 Base de dados utilizada: HidroWeb, CEMADEN, S2ID e SNIS**

O Portal HidroWeb é uma ferramenta, disponibilizada no site do Governo Federal, que integra o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), e oferece o acesso ao banco de dados que contém todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), incluindo os níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos (BRASILb, 2022).

O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) é responsável pela prevenção e gerenciamento do governo em relação a eventuais desastres naturais ocorridos em todo o território brasileiro. Esse núcleo gerencia as informações emitidas por radares meteorológicos, pluviômetros e dados provenientes de previsões climáticas, monitora as áreas de risco e repassa as informações para os órgãos competentes, com o intuito de prevenir possíveis ocorrências de situações meteorológicas que levem a desastres naturais (BRASILc, 2022).

O Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) integra diversos produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e foi criado com o objetivo de qualificar e dar transparência à gestão de riscos e desastres no Brasil, por meio da informatização de processos e disponibilização de informações sistematizadas dessa gestão (BRASILd, 2022).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) caracteriza-se como o sistema mais consolidado no setor de saneamento no Brasil (BRASIL, 2019). No Portal SNIS obtém-se as informações e os indicadores de saneamento desde os primeiros anos de coleta, referentes aos serviços de água e esgoto (dados desde 1995), manejo de resíduos sólidos urbanos (desde 2002) e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (desde 2015), sendo estas divulgadas anualmente por meio de diagnósticos.

## **2.3 Metodologia aplicada**

Com relação ao hidrograma das vazões diárias e o cálculo de vazões máximas, médias e mínimas, foram utilizadas as séries históricas registradas na estação fluviométrica 58750000 (Piau), disponibilizada pela Agência Nacional de Águas (ANA), na plataforma HidroWeb. Somado a isso, utilizou-se dados brutos (1987-2014) e consistidos (2015-2019) na análise com vistas a utilizar o maior intervalo disponível e, melhor representar o comportamento hidrológico da série histórica. Vale ressaltar que os anos de 2021 e 2020 apresentaram 100% e 58 % de falhas, respectivamente, o que justifica a não inserção dos períodos. Somado a isso, a utilização de dados brutos (embora neste estudo seja bem menor comparativamente aos consistidos) deve ser ponderada, dada a possibilidade de inconsistências na base de dados, oriundas por exemplo de falhas nos equipamentos de medição ou na alimentação do banco de dados, fatores que são considerados pela ANA quando da aplicação de métodos de consistência (ANA, 2020).

Posteriormente à obtenção dos dados, fez-se a compilação e análise exploratória inicial, por meio do *software* Excel. Para caracterizar a série histórica no período estipulado, avaliou-se os parâmetros: i) mínimo, ii) máximo; iii) média; iv) mediana e, v) desvio padrão, que permitiu entender o comportamento hidrológico da vazão e precipitação, e também, posteriormente, comparar os valores obtidos com base em estudos encontrados na literatura. Os

dados foram analisados com a série completa e, em seguida, agrupados de modo a permitir a identificação dos períodos sazonais. Após isso, utilizou-se os programas SisCAH 1.0. e Hidro 1.4. para gerar os hidrogramas, bem como analisar os valores mínimos, médios e máximos de vazões determinando as curvas de permanência e as vazões  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ .

Já para os pluviométricos, as precipitações acumuladas mensais e anuais foram obtidas a partir do somatório de precipitações diárias registradas na estação pluviométrica 2143147 (Piau-Centro), disponibilizadas pelo CEMADEN. Considerou-se o fuso horário de Brasília (UTC-3) para a determinação das datas de cálculo. Embora a plataforma disponibilize registro a partir de setembro de 2013, a série adotada neste trabalho se refere ao período transcorrido entre janeiro de 2014 e dezembro de 2019.

Com vistas a relacionar as vazões, precipitações máximas e eventos extremos, utilizaram-se informações para desastres registradas pelo município na plataforma do S2ID entre 1991-2019 e os dados sobre gestão de risco (RI064, RI065 e RI066) do Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas do SNIS (SNIS-AP) entre 2015-2019, sendo complementadas com a busca por registros jornalísticos no período. Os períodos adotados em ambos se devem ao início dos registros correspondentes nas respectivas plataformas. Os dados para a confecção dos mapas foram obtidos a partir de informações da ANA (2021), do IBGE (2021) e da Prefeitura de Juiz de Fora (2021) e processados pela ferramenta QGIS 3.20.2 (Odense). As imagens são provenientes do Google Satellite (2022).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise quantitativa dos dados

Através da Tabela 1 é possível verificar as medidas descritivas das séries mensais de vazão e precipitação possibilitando uma análise inicial dos dados.

Tabela 1 - Medidas descritivas das séries de vazão ( $m^3/s$ ) e precipitação acumulada mensal (mm).

Variáveis	Vazões Mínimas mensais ( $m^3/s$ )	Vazões Médias mensais ( $m^3/s$ )	Vazões Máximas mensais ( $m^3/s$ )	Precipitação acumulada mensal (mm)
Mínimo	2,32 (abr. 2015)	3,34 (jun. 2000)	4,39 (out. 1999)	0,00 <sup>1</sup>
Máximo	21,35 (fev. 2009)	37,39 (jan. 2005)	183,11 (jan. 2016)	506,84 (jan. 2016)
Média	7,93	11,21	20,54	89,52
Mediana	7,67	10,31	13,65	55,22
Desvio padrão	3,18	5,26	18,07	104,4

Fonte: os autores (2022).

A maior vazão dentre as vazões máximas mensais (183.11  $m^3/s$ ) foi registrada em janeiro de 2016. A magnitude desse evento hidrológico foi considerada extrema para o município de Piau/MG pois apresentou uma dimensão cerca de nove vezes maior que os valores médios registrados para o município. É possível observar, ainda, que as vazões analisadas apresentaram medidas de tendência central (média e mediana) próximas, bem como uma maior homogeneidade dos dados quando comparadas à precipitação. Essa última, apresentou, ainda, alto desvio padrão, o que confirma a análise exploratória inicial dos dados sugerindo uma não homogeneidade e uma dispersão em relação à média.

<sup>1</sup> O valor foi verificado mais de uma vez na série, e por isso, não foi adicionado o mês e ano de referência.



Os dados de vazão obtidos a partir do portal HidroWeb da ANA para o período entre 1987-2019 foram agrupados de acordo com os respectivos meses de modo a permitir caracterizar os dados existentes quanto à sua variabilidade bem como a presença de *outliers*, e podem ser visualizados na Figura 2.

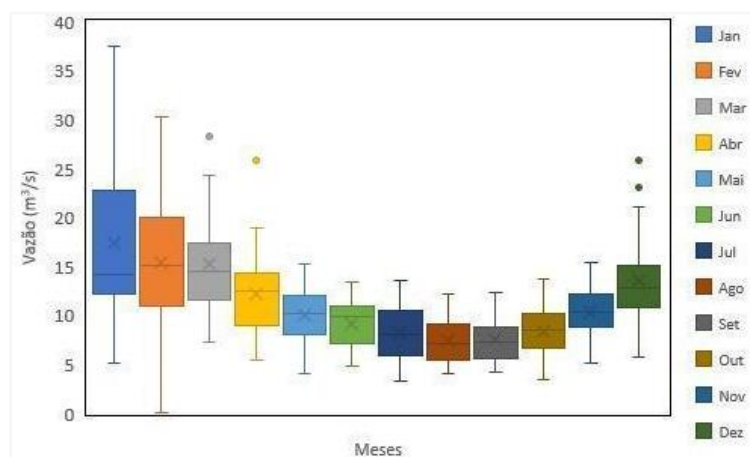


Figura 2: Box plot das vazões médias mensais (1987-2019). Fonte: Os autores (2022).

A partir da Figura 2 é possível identificar o período de cheias (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março) e de secas (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro), o que indica a presença de sazonalidade, conforme foi verificado em Oliveira (2021).

A Figura 3 corresponde ao hidrograma das vazões médias diárias da estação fluviométrica de Piau (1987-2019).

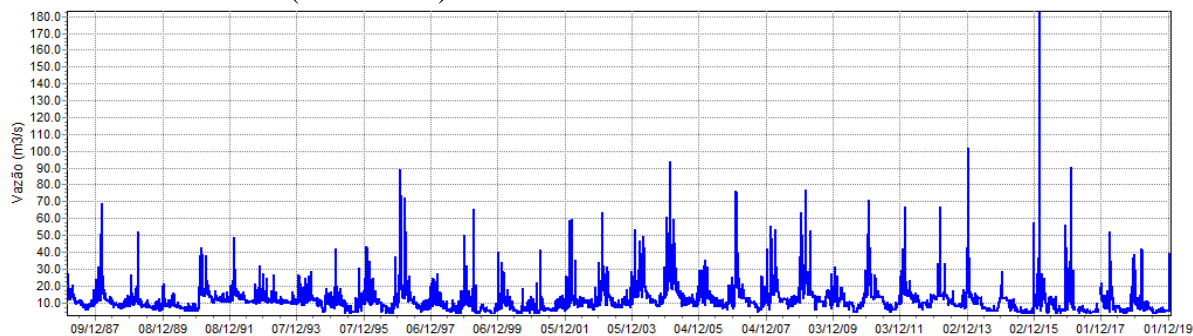


Figura 3: Hidrograma da estação 58750000 (1987-2019). Fonte: os autores (2022).

A curva de permanência representando os valores de vazão da estação fluviométrica de Piau entre os anos 1987 a 2019 pode ser analisada na Figura 4. Segundo Domingues *et al.* (2020), em relação à utilização do método da curva de permanência, faz-se importante destacar sua dependência sobre o período de dados disponível, isso porque a metodologia deste cálculo está relacionada a uma análise de frequências de ocorrência desses eventos.

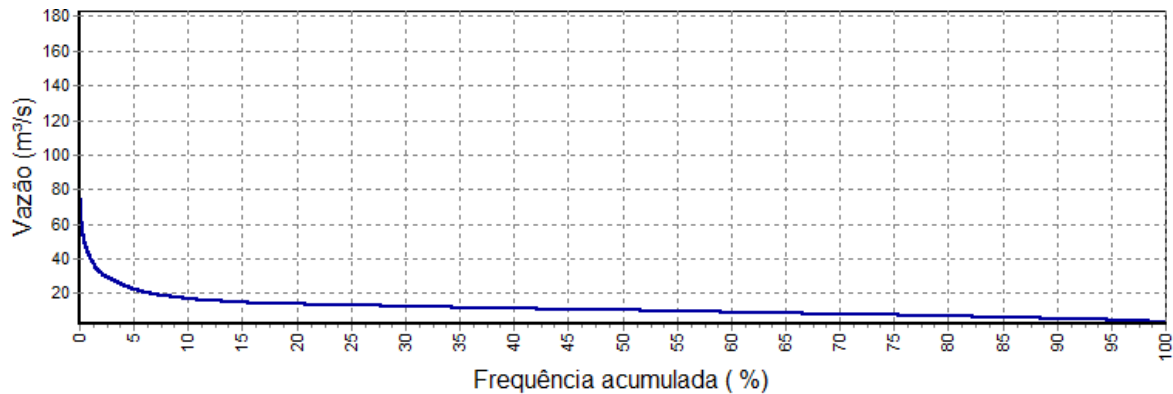


Figura 4: Curva de permanência da estação fluviométrica 58750000 (Piau), Rio Pomba, MG (1987-2019). Fonte: Os autores (2022).

Ainda por meio do programa Hidro 1.4, foi possível calcular as vazões mínimas de referência, obtendo-se os seguintes resultados:  $Q_{7,10}$  igual a  $3,43 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{90}$  igual a  $5,3 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $Q_{95}$  igual a  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Essas vazões de referência foram calculadas por meio da curva de permanência e são utilizadas para definir os critérios para a outorga do uso de recursos hídricos, para diferentes finalidades de uso dos recursos hídricos (BELLETTINI, 2019; SILVA, 2020).

Utilizando os dados obtidos no CEMADEN para o município de Piau, foi possível identificar que os maiores volumes precipitados se concentram entre os meses de novembro e janeiro, ocorrendo, portanto, dentro do período chuvoso brasileiro (OLIVEIRA, 2021). A Figura 5 representa, graficamente, os meses com os maiores volumes precipitados registrados entre 2014 e 2019, que variaram entre 168,09 mm em março de 2019 e 506,84 mm em janeiro de 2016.

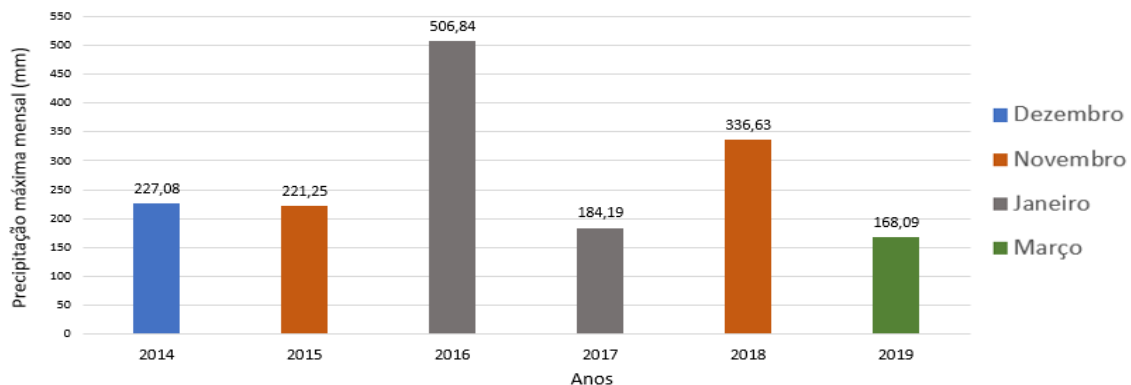


Figura 5: Gráfico dos meses que apresentaram precipitação máxima mensal no município de Piau (MG) no período de 2014-2019. Fonte: Os autores (2022).

A forma como a bacia hidrográfica responde à precipitação ocorrida em sua área de contribuição é reflexo de suas particularidades, estando envolvidos fatores como grau de urbanização, tipo de solo e área (MOREIRA *et al.* 2017).

Não foram registrados eventos de alagamento, inundação, enxurrada e movimento de massa no S2ID pelo município de Piau entre 1991 e 2019. No entanto, foram declarados aos relatórios do SNIS publicados entre 2015 e 2019, eventos não registrados na plataforma S2ID, como é possível observar na Tabela 2.

Tabela 2 - Eventos extremos segundo SNIS entre 2015 e 2019.

Anos	2015	2016 <sup>1</sup>	2017 <sup>2</sup>	2018	2019
Enxurradas	11	-	-	0	0
Alagamentos	1	-	-	0	0
Inundações	1	-	-	0	0

Notas: <sup>1</sup> Não houve liberação do diagnóstico pelo SNIS. <sup>2</sup> O município não respondeu ao diagnóstico.

Fonte: SNIS (2015-2019).

### 3.2. Análise qualitativa dos dados

Os eventos de precipitação e vazão máximas ocorridos em Piau em janeiro de 2016 foram evidenciados por matéria publicada no G1 Zona da Mata (Figura 5A), bem como por reportagem da TV Alterosa Zona da Mata (Figura 5B). As enchentes ocorridas na região tiveram, ainda, seus efeitos intensificados em virtude do volume de água liberado por uma represa em Conceição do Formoso, em Santos Dumont (MG). Os moradores relataram o episódio como anormal em relação aos anteriores, trazendo consigo danos materiais, perdas de plantações e pequenos deslizamentos (G1 Zona da Mata, 2016).



Figura 5: Reportagem G1 Zona da Mata (A) 2016 e TV Alterosa Zona da Mata 2016 (B).

A partir dos eventos extremos levantados e das vazões máximas anuais, foi observado que o ano de ocorrência de uma vazão máxima de magnitude superior àquelas que normalmente ocorrem para o município, coincide com o registro das grandes enchentes. Essa similaridade entre o comportamento hidrológico de chuvas e vazões vão ao encontro dos estudos de Maciel *et al.* (2017) para a bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, quando foi verificada a existência de correlação entre as variáveis chuva e vazão positiva e forte, corroborando a correspondência entre o aumento das precipitações e o volume das vazões.

Apesar de existir uma relação entre precipitações máximas e vazões máximas, essa tendência não foi identificada para os anos de 2015, 2018 e 2019. Nesses anos, os meses com maiores precipitações foram novembro para os dois primeiros anos e março para o último ano, respectivamente. Em contrapartida, os meses com maiores vazões para os mesmos anos foram, respectivamente, dezembro, março e fevereiro.

Assim sendo, é possível analisar a variação sazonal dos dados ao longo do ano hidrológico. Observa-se que, a partir de outubro, as vazões começam a aumentar, mantendo-se elevadas até o mês de março, e diminuem entre abril e setembro, caracterizando os períodos chuvoso e seco, respectivamente. Segundo os resultados de Silva *et al.* (2015), a aplicação de critérios sazonais nos processos de concessão pode propiciar um aumento de até 126% na quantidade de água disponível para outorga nos períodos de maior disponibilidade hídrica, porém no período seco, a redução dessa disponibilidade pode chegar em até 24,5%.

Comparativamente, a vazão mínima mensal de 2,32 m<sup>3</sup>/s ocorreu em novembro de 2015, o que de acordo com Teixeira (2018), pode ser explicado pela ocorrência do fenômeno do El Niño no ano, o que culminou em uma crise hídrica de vários impactos em toda a bacia do rio Paraíba do Sul.

O valor da Q<sub>7,10</sub> (3,43 m<sup>3</sup>/s) permaneceu menor que os referentes às Q<sub>90</sub> e Q<sub>95</sub> para o município. Os pedidos de outorga aceitos, somados, não devem ultrapassar 1,72 m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a 50% da Q<sub>7,10</sub>, conforme a Portaria do IGAM nº 48/2019. A utilização da Q<sub>7,10</sub> como referencial para o processo de outorga em municípios mineiros, representa uma abordagem mais conservadora (SILVA, 2006). Vale ressaltar que, somado a esse fator, os órgãos públicos devem considerar as demandas urbana, industrial e rural, bem como as destinadas a lazer e paisagismo (SOUZA *et al.* 2018), de modo a assegurar os usos múltiplos e garantir o uso prioritário em situações de escassez.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir da análise da precipitação acumulada foi possível observar que os meses que identificam os maiores volumes de chuva são novembro, dezembro e janeiro, correspondendo ao período de maior precipitação da Zona da Mata Mineira. Além disso, estão dentro do período de cheias (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março).

Os dados de vazão evidenciam uma Q<sub>7,10</sub> (3,43 m<sup>3</sup>/s) menor que as Q<sub>90</sub> (5,3 m<sup>3</sup>/s) e Q<sub>95</sub> (4,5 m<sup>3</sup>/s). A vazão mais baixa já registrada em Piau foi de 2,32 m<sup>3</sup>/s em outubro e novembro de 2015, enquanto a vazão de maior magnitude foi registrada em janeiro de 2016, com escoamento de 183,11 m<sup>3</sup>/s. As informações geradas a partir dos dados fluviométricos são de extrema importância para o planejamento territorial e do uso dos recursos hídricos.

Por fim, ressalta-se que as plataformas de dados ambientais apresentam-se como importantes ferramentas para pesquisa, análise e desenvolvimento de ações, não somente, para as instituições de pesquisa mas também para a sociedade, as instituições públicas e privadas, uma vez que, por disponibilizarem o acesso gratuito, são facilitadoras de tomadas de decisão em relação aos mais diversos assuntos ligados ao saneamento no Brasil.

#### REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (2020). Estudos de análise de consistência de dados fluviométricos de estações de monitoramento da ANA em operação nas bacias hidrográficas selecionadas. Brasília. 64 p.

BELLETTINI, A. L. Análise da curva de permanência diária e mensal para a bacia do Rio Tubarão, SC. 2019.

BRASILa. Ministério do Desenvolvimento Regional. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Política Nacional de Recursos Hídricos. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>>. Acesso em: 20 set. 2022.

BRASILb. Portal HidroWeb. 2022. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em: 20 set. 2022.



BRASILc. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). 2022. Disponível em: <<http://www2.cemaden.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2022.

BRASILd. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). 2022. Disponível em: <[www.s2id.mi.gov.br/paginas/sobre.xhtml](http://www.s2id.mi.gov.br/paginas/sobre.xhtml)>. Acesso em: 19 out. 2022.

CEIVAP. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo Plano de Recursos Hídricos Consolidado Resumo Relatório Contratual - R-10. 2007. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-RE-012-R1.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2022.

DOMINGUES, G. F.; BARBOSA, R. A.; CORRÊA, C. C. S. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVEIRA, L. J.; DIAS, H. C. T. Caracterização morfométrica e comportamento hidrológico da bacia hidrográfica do Rio Pardo. Revista Ifes Ciência, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 03-16, 28 ago. 2020. IFES – Instituto Federal do Espírito Santo. <http://dx.doi.org/10.36524/ric.v6i2.502>.

FBDS. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. 2015. Disponível em: <[http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS\\_MudancasClimaticas.pdf](http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2022.

G1 Zona da Mata (29 de janeiro de 2016). Cidades mantêm alerta e contabilizam danos causados por chuvas em MG. TV Integração. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2016/01/cidades-mantem-alerta-e-contabilizam-danos-causados-por-chuvas-em-mg.html>>. Acesso em: 21 out 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Município de Piau (MG). Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 21 set. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal de Mapas - Bacias hidrográficas (MG). Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa223130>>. Acesso em: 19 set. 2022.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria nº 48, de 4 de outubro de 2019. Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>>. Acesso em: 01 nov. 2022.

MACIEL, S. A. Análise da relação chuva-vazão na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. 2017.

MAPBIOMAS. Coleções Mapbiomas - Município Piau (MG). 2021. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>>. Acesso em: 20 set. 2022.

MINAS GERAIS. Prefeitura Municipal de Juiz de Fora. Sistema Municipal de Planejamento do Território - SISPLAN. Minas Gerais, 2021.

MOREIRA, G. S. V. S.; BROVINI, M. M.; TOLEDO, L. Q. L. L.; SILVA, I. R.; GOMES, M. H. R.; PEREIRA, R. O.; VASCONCELOS, D. Análise das características morfométricas e das

vazões da bacia hidrográfica do Ribeirão Espírito Santo em Juiz de Fora-MG. 3º Congresso Internacional RESAG 2017 At: Belo Horizonte - Minas Gerais - Brazil. 2017.

OLIVEIRA & FERREIRA. Os eventos extremos em Juiz de Fora - MG: Investigação a partir da técnica dos máximos de precipitação. 2021.Revista de Geografia (Recife). V. 38, No. 3, 2021. DOI: 10.51359/2238-6211.2021.249645.

OLIVEIRA, T. A. O clima urbano como risco climático: os impactos das chuvas em Juiz de Fora no período de 1980-2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 312f. 2021.

OLIVEIRA, W. L.; SOUZA, R.S. Análise da erosividade das chuvas e consequências no rio PIAU – MG. Revista Pesquisa & Educação a Distância, n° 11 (2018). ISSN 2358-646x.

SANEPAR - COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. Manual de Projetos de Saneamento. Paraná, 2018.

FARIAS, E. da S. Caracterização hidrológica das bacias hidrográficas dos rios Peruípe, Itanhém e Jucuruçu. Scientia Plena, v. 16, n. 8, p. 1-16, 2020.

SILVA, A. M. Vazões mínimas e de referência para outorga na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p. 374-380, 2006.

SILVA, B. M. B. Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga de uso da água: estudo de caso da bacia do rio Paraopeba. Revista Ambiente & Água, v. 10, p. 623-634, 2015.

SILVA, C. de O. F.; MANZIONE, R. L. Revisitando a regionalização de vazões na região do Médio Parapanema no Estado de São Paulo: utilização de curvas de permanência em microbacias hidrográficas. Revista do Instituto Geológico, v. 41, n. 2, p. 1-13, 2020.

SOUZA, M.; CAVALCANTI, L.; OLIVEIRA, D. L.; DAS CHAGAS, R. A análise dos índices de disponibilidade e demanda de água na sub-região do alto São Francisco, na Bacia do Rio São Francisco. Sustentare, v. 2, n. 3, p. 93-106, 2018.

SNIS. Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. 2019 e 2020. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnosticos>>. Acesso em: 26 set. 2022.

TEIXEIRA, V. L. Análise da integração dos principais atores nos processos de decisão da bacia do rio Paraíba do Sul na escassez hídrica de 2014-2015. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

TV Alterosa Zona da Mata (29 de janeiro de 2016). Moradores de Piau prejudicados pelas fortes chuvas 29/01/2016. TV Alterosa. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=739yvx53Nys>>. Acesso em: 21 out 2022.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. 7. Ed. Belo Horizonte, MG: Ed. Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 588p.