



IV-556 - ANÁLISE DA VARIABILIDADE HIDROLÓGICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PURUS

Nilton Ricardo de Oliveira Silva ⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. (PPGEC/UFPA).

Lorena Conceição Paiva de Ataíde ⁽²⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande. Doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. (PPGEC/UFPA).

Geovanna Carolina Santos dos Santos ⁽³⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestranda em Recursos Hídricos e Saneamento pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. (PPGEC/UFPA).

Márcia Larissa Ferreira da Silva ⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Endereço⁽¹⁾: Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, Brasil. CEP: 66075-110. Tel: (91) 98517-6159. Email: niltonricardoos@gmail.com

RESUMO

As mudanças climáticas influenciam nos sistemas hidrológicos, sendo necessários instrumentos de análise e planejamento dos recursos hídricos que utilizem como base as variáveis hidrológicas, em especial a vazão e a precipitação. Dessa forma, este trabalho possui o intuito de analisar o comportamento das variáveis hidroclimáticas da bacia hidrográfica do rio Purus, no Amazonas. Para isso, utiliza-se o banco de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio do software *hidroweb*, selecionando uma série histórica de onze (11) anos com os dados de precipitação e vazão do rio. Como resultado, observou-se a tendência negativa de quantidade de chuvas e vazões da região, além de outras análises hidroclimatológicas realizadas para melhor planejar os recursos hídricos, em conformidade com o planejamento das bacias próximas.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação, Vazão Hidrológica, Curva de Permanência, Variabilidade Climática, Hidrologia.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas influenciam diretamente os sistemas hidrológicos, causando impactos com diferentes magnitude e frequência em eventos extremos, os quais são de importante análise na gestão de recursos hídricos, atividades agrícolas e desenvolvimento econômico (ROY, et al., 2019).

Os prognósticos atuais relacionados às mudanças climáticas indicam uma alteração do regime pluviométrico e tendência de aumento de temperatura em diversas partes do mundo (LIMA et al., 2016) o que deverá causar alterações no ciclo hidrológico, em especial nos regimes de precipitações, aumentando a frequência de eventos extremos de chuva (WESTRA et al., 2014).

Segundo o INPE (2021) a mudança na variabilidade da precipitação sob o aquecimento global é uma questão crucial com impacto na sociedade e no meio ambiente, podendo influenciar a biodiversidade, a agricultura e os recursos hídricos. A distribuição das terras sul-americanas em diferentes latitudes e com formas de relevo variadas proporcionam a atuação e o desenvolvimento de diferentes sistemas atmosféricos, que contribuem para a não homogeneidade climática desta região (REBOITA, et al., 2010). As tendências de precipitação observadas e as projeções de mudanças climáticas no Brasil indicam que muitos setores da sociedade são potencialmente altamente vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas (INPE, 2021).

As variáveis climáticas possuem influência direta nos processos hidrológicos, podendo acarretar em alterações quantitativas e qualitativas da água, afetando o abastecimento humano, geração de energia, agricultura, e



outros usos. Além disso, as características físicas e geomorfológicas e o uso e ocupação do solo apresentam forte influência nos processos hidrológicos produzidos nas bacias hidrográficas (JARSJÖ *et al.*, 2012).

Marengo (2008) afirma que uma mudança de variabilidade climática aumenta a vulnerabilidade de um sistema ecológico e aumenta as incertezas no processo de administração da água. Estas mudanças estão diretamente ligadas às variações de temperatura, precipitação, nebulosidade, entre outras variabilidades climáticas. Nesse sentido, as variações climáticas, como as elevadas temperaturas e chuvas podem afetar as vazões dos rios, aumentando os níveis, causando enchentes, trazendo grandes prejuízos à população local.

Nesse aspecto, a Amazônia apresenta características distintas de outras áreas hidrográficas brasileiras, é a região que concentra a maior parte dos recursos hídricos aproveitáveis do Brasil, lugar privilegiado nos discursos sobre o desenvolvimento sustentável e mudanças do clima (RÍOS-VILLAMIZAR *et al.*, 2017).

Inserida na região, a bacia do Purus possui alta representatividade quanto à regiões tropicais e é caracterizada por extensas várzeas (OLIVEIRA, *et al.*, 2021). No entanto, apesar do bom estado de conservação para a maior parte da bacia, os impactos na qualidade da água causados pelas atividades humanas são evidentes, especialmente próximo às áreas urbanas, em escala local (RIOS-VILLAMIZAR *et al.*, 2017).

Entre muitos fatores estressantes, mudanças no uso e cobertura da terra e no clima estão exercendo pressão sobre os sistemas de recursos hídricos. Assim, compreender o sistema de recursos hídricos e sua exposição a fatores que coloquem em risco a disponibilidade hídrica é vital para garantir um gerenciamento sustentável.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é a avaliação da variabilidade de precipitação e vazão, em particular da bacia hidrográfica do rio Purus, localizado na região amazônica, a fim de verificar as mudanças que ocorreram na série histórica no período selecionado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Seleção das estações utilizadas na pesquisa

Para esta pesquisa foram utilizadas duas estações de monitoramento próximas, localizadas na bacia hidrográfica do Rio Purus, localizado no sul do estado do Amazonas. Com o intuito de identificar a variabilidade hidrológica da bacia em questão, foram obtidos no sistema HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA) as séries históricas pluviométrica e fluviométrica para o trecho do Rio Purus localizado no município de Lábrea - AM. (Tabela 1).

Tabela 1 – Estações para análise da bacia hidrográfica do Rio Purus.

Tipo	Estação	Nome	Responsável	Operador	Período	Início	Final
Pluviométrica	764001	Lábrea	INMET	INMET	11 anos	01/1996	12/2006
Fluviométrica	13870000	Lábrea	ANA	CONSTRUFAM	11 anos	01/1996	12/2006

As estações estão distantes 4km uma da outra (Figura 4), logo, a vazão do trecho analisado pela estação fluviométrica apresenta influência da precipitação incidente no local, inferida pela estação pluviométrica presente, além de outros elementos do ciclo hidrológico que influenciam no escoamento. Além disso, foram analisados 11 anos de dados de vazão e precipitação, para identificar quaisquer influências entre tais variáveis, além de monitorar as tendências e variações durante os anos.



Figura 1 – Localização das estações fluviométrica e pluviométrica.

Caracterização da Bacia Hidrográfica

A Bacia Hidrográfica do Rio Purus é um corpo hídrico de água branca, também chamada de água barrenta. O rio Purus nasce no Peru a 500 m de altitude entra no Brasil e deságua no rio Solimões a 200 km de Manaus. Sua paisagem é pouco antropizada, ou seja, é considerada conservada quando comparamos com paisagens de outras regiões na Amazônia (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

A bacia hidrográfica do rio Purus se situa na porção sul-ocidental amazônica (Figura 2). Esta bacia é a quarta maior em extensão (370.000 km²) dentre as sete bacias tributárias da margem direita do rio Amazonas, e abrange territórios no Peru, Bolívia e Brasil. Sua área aproximada em território brasileiro corresponde a 354.000 Km² distribuídos em 32 municípios nos estados do Acre, Amazonas e Rondônia (ANA, 2012).

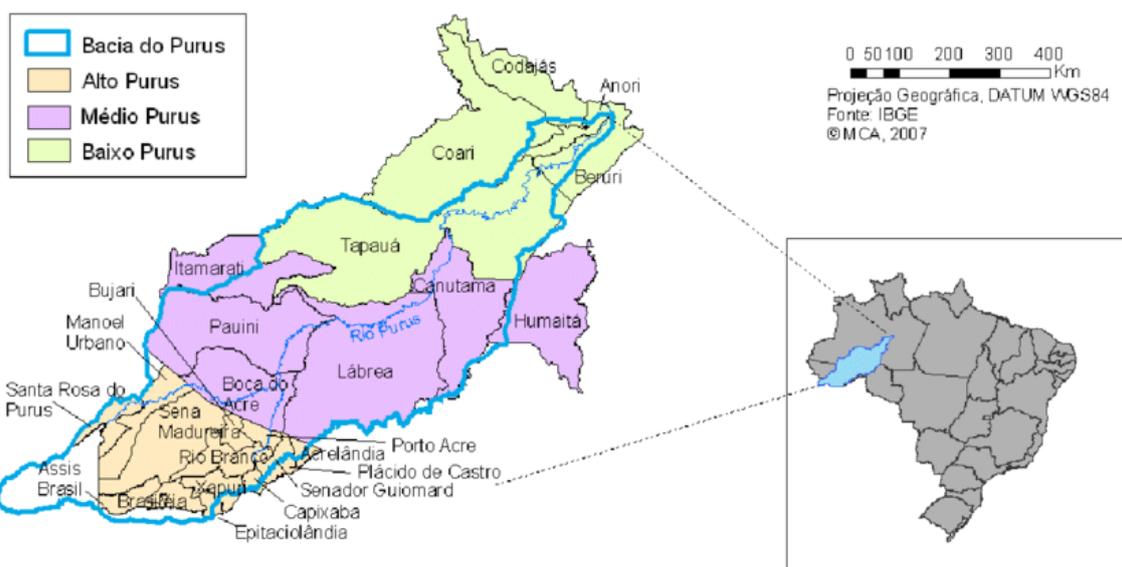


Figura 2 – Bacia Hidrográfica do Rio Purus.

O Purus destaca-se em anos recentes não apenas pelos records fluviométricos, mas também pelo registro crescente de situações de calamidade pública (MARENGO *et al.*, 2012). Em 2009 e 2012, os rios da Amazônia atingiram os valores máximos dos níveis fluviométricos considerando os registros iniciados em



1903, e desalojaram mais de 15.000 famílias nos municípios amazonenses (Pauini e Lábrea) situados próximos ao rio Purus, sendo necessário o envio de ajuda humanitária para estas populações (AMAZONAS, 2021).

Caracterização do Município Analisado

O município de Lábrea está localizado ao sul do Estado do Amazonas (Figura 3), às margens do Rio Purus. Os únicos meios de chegar à Lábrea são por barco, avião ou pela BR-230 (Transamazônica), está a 704 km de distância em relação à capital do estado, Manaus. A cidade possui uma área aproximada de 68.262,680 km² e a população estimada é de 46.882 habitantes (IBGE, 2020).

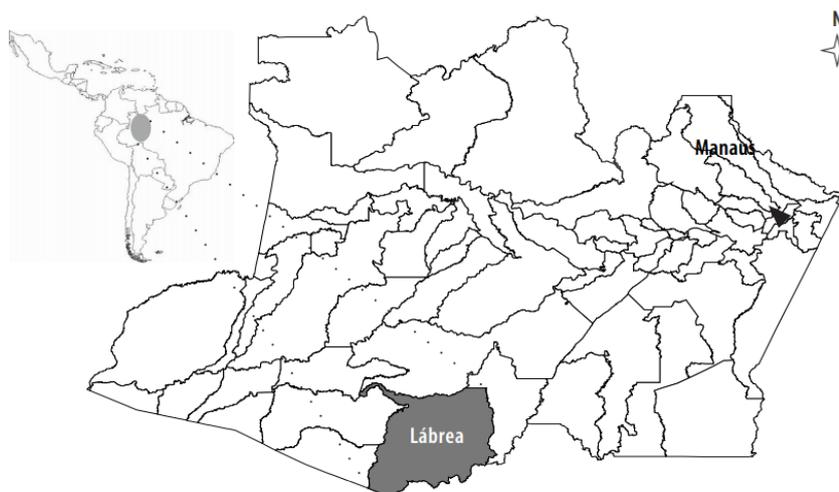


Figura 3 - Localização do município de Lábrea.

O município de Lábrea está inserido no bioma amazônico. A característica de se encontrar entre 3 estados brasileiros (Acre, Amazonas e Rondônia) com histórias distintas e forte influência da colonização boliviana, asseguram a Lábrea uma rica diversidade cultural. E ainda, situa-se entre duas importantes áreas culturais indígenas (Paumari e Caititu), com possível influência em suas tradições.

Conforme Reis e Leal (2020), as florestas mais representativas em Lábrea são as Ombrófilas densas de terras baixas em associação com outras fitounidades, e equivale a 45,6% da vegetação natural existente. Os solos predominantes da região são argissolos e latossolos.

A cidade apresenta um clima tropical (Am) segundo a classificação de Koppen e Geiger. A temperatura média anual é 26,4°C, sendo setembro como o mês mais quente do ano com média de 26,9 °C, e julho com a temperatura mais baixa com média de 25,8 °C. Apresenta pluviosidade anual média de 2318 mm, com precipitação significativa ao longo do ano, ou seja, a época seca é curta.

RESULTADOS

Precipitação acumulada e vazão média anual

Após as observações retiradas dos dados do Hidroweb da Agência Nacional de Águas, foram verificados os valores de precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica, em particular do trecho estudado. Os valores obtidos estão representados no Figura 4, apresentando uma tendência negativa, o que significa que ao longo dos anos, a quantidade de chuvas está diminuindo na região, o que pode ser influência de diversos fatores físicos e climatológicos.

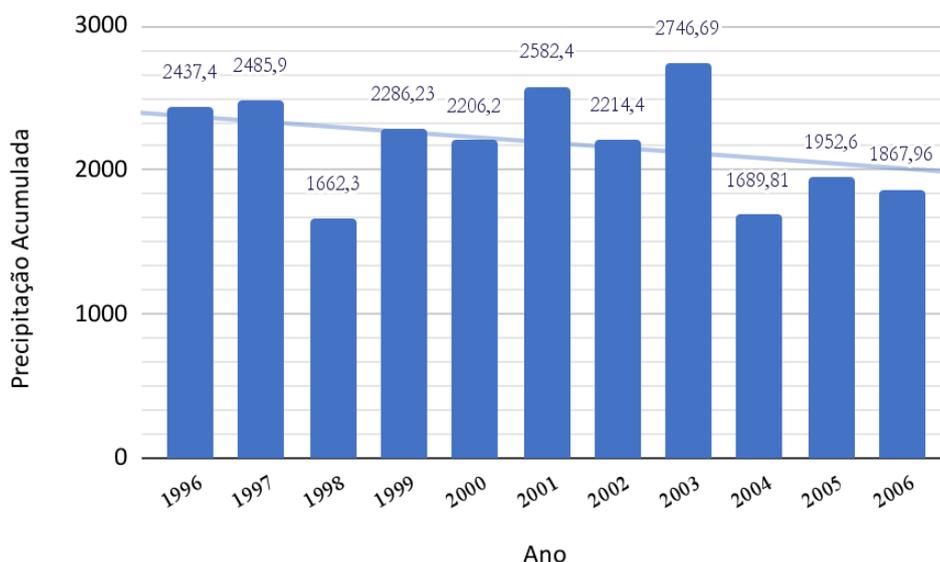


Figura 4 - Precipitação acumulada anual do Rio Purus

De outra perspectiva, dentro do período analisado, tem-se que o ano de maior e menor precipitação foram respectivamente 2003 e 1998, com uma variação de aproximadamente 1100 mm de chuva entre eles. Sendo que tanto a menor quanto a maior precipitação estão divergindo do período em que se encontram. Além disso, foi realizada a análise de vazão do trecho verificado, onde a variação não foi tão intensa em termos anuais, estando em torno de 5000m a 6000mm no período escolhido. Todavia, ao comparar os valores da Figura 5 com a Figura 4, observa-se que o ano de menor vazão (1998) foi justamente o ano de menor precipitação, mostrando uma relação entre as variáveis.

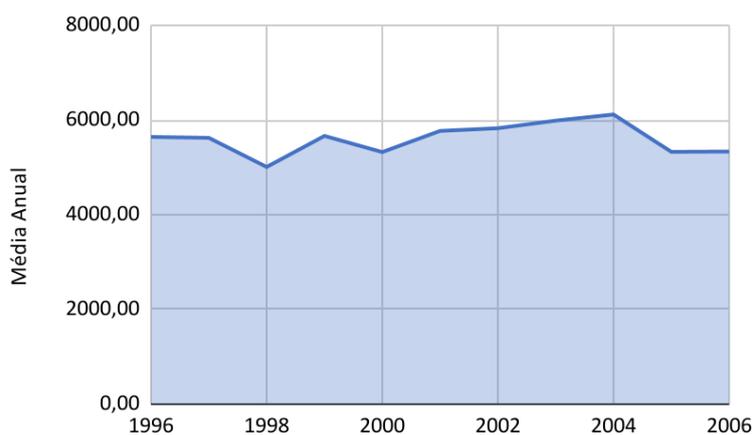


Figura 5 - Vazão média anual no Rio Purus.

Ademais, os estudos climatológicos demandam uma análise da precipitação mensal, ou seja, qual a média de precipitação em cada mês em um ano. Para isso, foi realizada a média mensal nos 11 anos de dados analisados, mostrando os meses que há maior incidência de chuva e os meses de estiagem. Os resultados desta normal climatológica estão dispostos na Figura 6.

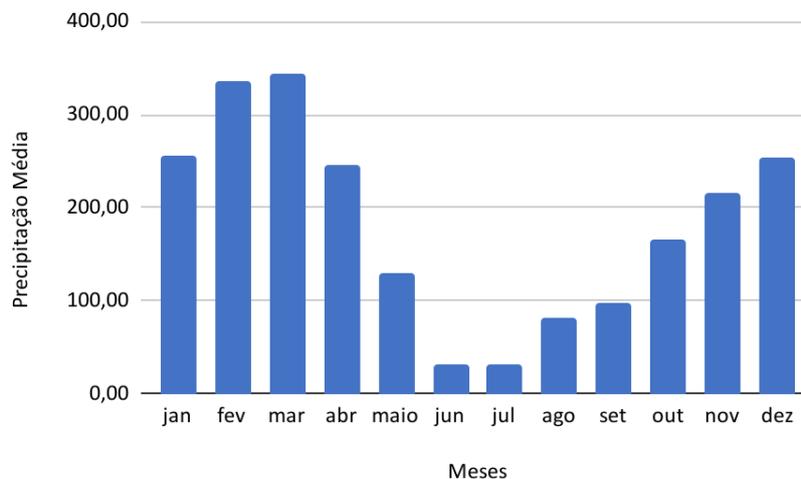


Figura 6 - Precipitação média mensal no período de 1996 a 2006.

Observou-se que março foi o mês de maior precipitação no período, enquanto que junho foi o mês de menor incidência de chuva. Ademais, para complementar os estudos climáticos da área analisada, verifica-se a importância de aferir as vazões médias em cada mês. Para isso, a Figura 7 apresenta a estrutura mensal das vazões mínimas, médias e máximas do período proposto.

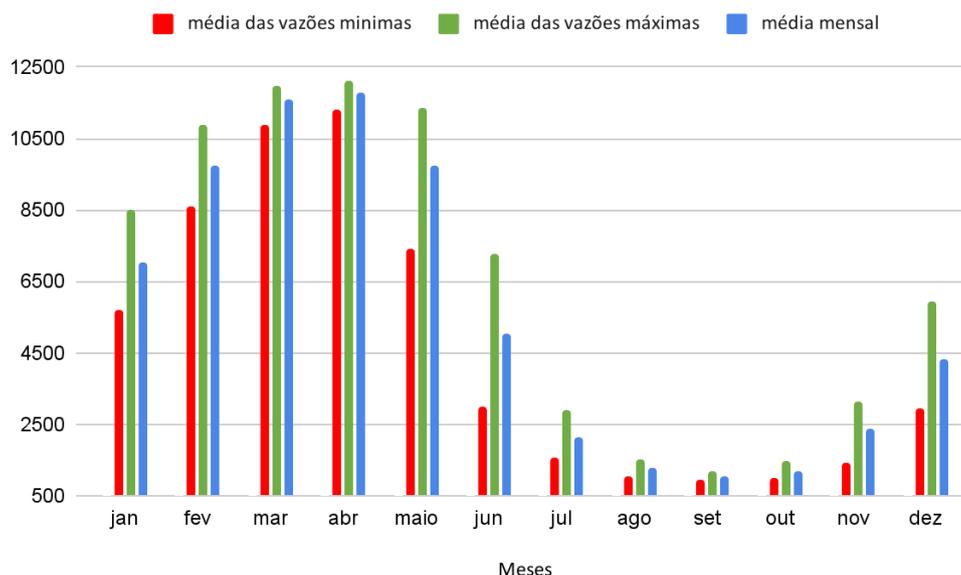


Figura 7 - Vazões máximas, médias e mínimas mensais no período de 1996 a 2006.

Como resultado da análise, tem-se que as maiores vazões são observadas no primeiro semestre do ano, sendo relacionado também aos meses de maior incidência de precipitação. Esse cenário é típico da região amazônica, onde os primeiros meses do ano são de forte chuva, as quais diminuem a partir do mês de junho.

Curvas de permanência de vazão

Para finalizar a análise dos componentes fluviométricos da bacia do rio Purus, foi realizada a análise de permanência das vazões no trecho indicado. Para isso, calculou-se a permanência das vazões em termos percentuais, os resultados obtidos foram dispostos na Figura 8.

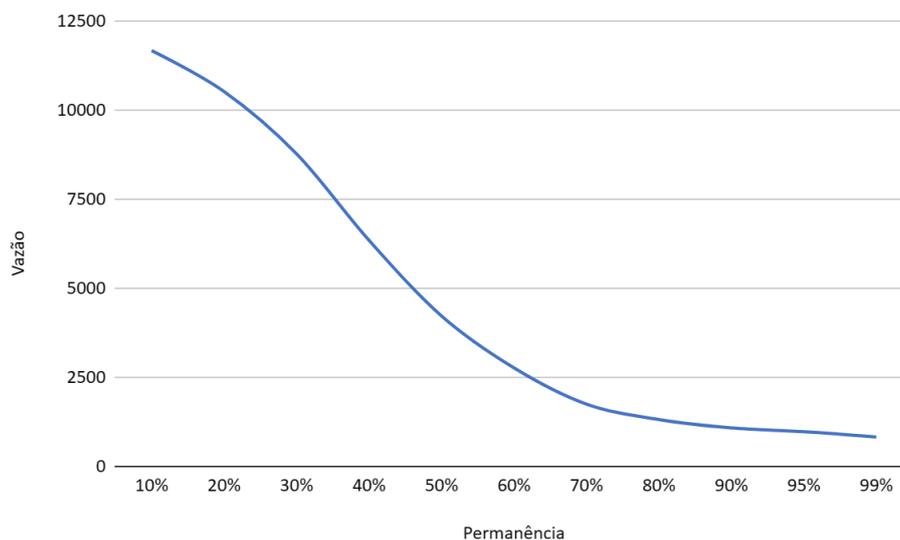


Figura 8 - Curva de permanência de vazões.

Na região amazônica, as vazões de referência mais utilizadas são a Q90 e a Q95, ou seja, as vazões presentes em 90% e 95% das ocorrências, respectivamente. Essas vazões são importantes para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos em âmbito regional e local, estando dispostas na Tabela 2.

Tabela 2 - Vazões de referência

<i>Vazão de referência</i>	<i>Valor de vazão</i>
Q90	1078,29
Q95	972,92

CONCLUSÕES

Conclui-se que o estudo pôde aferir com precisão as variáveis hidrológicas da região estudada, expondo os valores médios de vazão e precipitação, além de contribuir com o estudo de tendências para o local em destaque. Dito isso, observou-se a relação entre algumas variáveis, como a influência direta da precipitação nas vazões observadas dos rios amazônicos, em particular na bacia do rio Purus.

Importante ressaltar que as precipitações mensais acompanham o regime amazônico de maior intensidade de chuvas nos primeiros meses do ano, com menor taxa entre os meses de maio e outubro.

Da mesma forma, as vazões, que se mostraram influenciadas pela quantidade de chuva, são maiores no início do ano, com redução de junho a novembro.

Além disso, a bacia hidrográfica do rio Purus, apresentou redução na precipitação acumulada ao longo dos anos, que pode ser reflexo direto das mudanças climáticas que ocorrem na Amazônia, influenciando as taxas de precipitação e vazão.

Por fim, o estudo abordou o comportamento de diversas variáveis hidrológicas, que servem como fatores intervenientes para o gerenciamento hídrico da bacia, que deve ser interligado com o gerenciamento hídrico das diversas outras bacias da proximidade, para melhor efetividade no planejamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMAZONAS (ESTADO). Mais dois municípios do Amazonas decretam situação de emergência. Subcomando de Ações de Defesa Civil do Amazonas: Manaus, 2012. Disponível em: <http://www.defesacivil.am.gov.br/mais-dois-municipios-do-amazonas-decretam-situacao-de-emergencia/> Acesso em: 20/11/2021



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



2. ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Plano estratégico de recursos hídricos da bacia Amazônica: afluentes da margem direita. Agência Nacional de Águas: Brasília, 2012. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/planoEstrategicoDeRecursos.pdf>
3. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Lábrea. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/labrea/panorama> Acesso em: 17/11/2021.
4. JARSJÖ, J.; ASOKAN, S. M.; PRIETO, C.; BRING, A.; DESTOUNI, G. Hydrological responses to climate change conditioned by historic alterations of land-use and water-use. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 16, 1335–1347, 2012.
5. LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; BERNARDES, P. M.; FONSECA, A. S.; PEREIRA, J. M. S. (2016). Variabilidade espacial dos percentis 75 da precipitação pluvial mensal no estado do espírito santo. *Engenharia na Agricultura*, 24, 393-405. <http://dx.doi.org/10.13083/reveng.v24i5.700>
6. LIMBERGER, L.; SILVA, M. E. S. Precipitação na bacia amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico: uma revisão. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 20, n. 3, p. 657-675, mês. 2016. ISSN 2179-0892.
7. MARENGO, J; TOMASELLA, J; SOARES, W; ALVES, L; NOBRE, C. Extreme climatic events in the Amazon basin: Climatological and hydrological context of recent floods. *Theoretical and Applied Climatology*. 85: 73-85, 2012.
8. MARENGO, J. A.; NOBRE, C. Clima da região Amazônica. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 197-212.
9. OLIVEIRA, M. A., FLEISCHMANN, A. S., PAIVA, R. C. D. (2021) On the contribution of remote sensed calibration to model hydrological and hydraulic processes in tropical regions. *Journal of Hydrology* Volume 597, 2021, 126184, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126184>
10. REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia [online]*. 2010, v. 25, n. 2 [Acessado 20 Novembro 2021], pp. 185-204. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862010000200004>. Epub 24 Set 2010. ISSN 1982-4351.
11. RÍOS-VILLAMIZAR, E. A.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J.; et al. Qualidade da água superficial e desmatamento da bacia do rio Purus, Amazônia brasileira. *Int AquatRes* 9, 81–88 (2017). <https://doi.org/10.1007/s40071-016-0150-1>
12. ROY, A.; HAIDER, M. Z. Stern review on the economics of climate change: Implications for Bangladesh. *Int. J. Clim. Chang. Strateg. Manag.* 2019, 11, 100–117.
13. WESTRA, S.; FOWLER, H.; EVANS, J.; ALEXANDER, L.; BERG, P.; JOHNSON, F.; KENDON, E.; LENDERINK, G.; ROBERTS, N. (2014). Future changes to the intensity and frequency of short-duration extreme rainfall. *Geophys*, 52, 522- 555. <http://dx.doi.org/10.1002/2014RG000464>