

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MADEIRA

SPACE-TEMPORARY VARIABILITY OF PRECIPITATION: WATERSHED OF MADEIRA RIVER

VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN: BACIA HIDROGRÁFICA DEL RIO MADERA

Dênis José Cardoso Gomes

Universidade Federal do Pará (UFPA) – Faculdade de Meteorologia
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, CEP 66075-110, Belém, Pará
deniss.feg@gmail.com

Aline Maria Meiguins de Lima

Universidade Federal do Pará (UFPA) – Faculdade de Meteorologia
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, CEP 66075-110, Belém, Pará.
ameiguins@ufpa.br

Nedilson Sanches Ferreira

Universidade Federal do Pará (UFPA) – Faculdade de Meteorologia
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, CEP 66075-110, Belém, Pará.
nedilsonlive@gmail.com

Edivaldo Afonso Oliveira Serrão

Universidade Federal do Pará (UFPA) – Faculdade de Meteorologia
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, CEP 66075-110, Belém, Pará.
oliveiraserrao@gmail.com

RESUMO

O entendimento da variabilidade espaço-temporal da precipitação em bacias hidrográficas é fundamental na caracterização do clima, estudos hidrológicos e prevenção de riscos ambientais. Este trabalho tem como objetivo discutir a distribuição espaço-temporal pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Madeira, verificando suas áreas de maior e/ou menor potencial hídrico. A bacia hidrográfica do rio Madeira está localizada ao Norte do Brasil, sendo o rio mais influente do Amazonas, com chuvas de 1650-3050 mm. Os dados pluviométricos são provenientes da ANA e os de TSM adquiriu-se da NOAA. Verificou-se as anomalias positivas de TSM para o Pacífico, e nestas mesmas águas, valores negativos (TSM). No oceano Atlântico observa-se os anos de Dipolo Positivo e Negativo. O trimestre mais chuvoso é Janeiro (300,6 mm), Fevereiro (291,8 mm) e Março (286,8 mm) e o menos chuvoso é Junho (47,0 mm), Julho (29,4 mm) e Agosto (36,7 mm). Na estação chuvosa (Nov-Abr) verifica-se o favorecimento do abastecimento hídrico no baixo curso do rio Madeira. A época da estiagem (Mai-Out) é caracterizada por um déficit hidrológico. As menores chuvas observam-se á sul-sudoeste (1.120,5-1.868,7 mm). Na região central da (1.868,7-2.192,6 mm). As maiores chuvas concentram-se á nordeste (2.501,1-3.087,3 mm). As vazões de montante (Rio Beni) apresentaram na maior parte do período picos superiores a 4000 m³/s. O impacto que a pluviosidade causa na oferta hídrica de uma bacia é crucial para a preservação deste reservatório ambiental, pois influencia em vários setores na esfera socioeconômica.

Palavras – chave: Oscilação. Pluviosidade. TSM

ABSTRACT

The availability of the variable space-temporal in the description hydrographic is fundamental in the climatization, hydrological studies e prevention of environmental risks. The objective of this work is to discuss the rainfall distribution in the Madeira River basin, verifying it's areas of greatest and/or least water potential. The watershed of the Madeira River is located in the north of Brazil, most influential of the Amazon, with rains of 1650-3050 mm and very diverse soil. The rainfall data comes from ANA and the SST data was acquired from NOAA. The positive SST anomalies for the Pacific were verified, and in these same waters, negative values (SST). In the Atlantic Ocean it is observed the years of Positive and Negative Dipole. The rainiest quarter is January (300.6 mm), February (291.8 mm) and March (286.8 mm) and the least rainy is June (47.0 mm), July (29.4 mm) and August (36.7 mm). In the rainy season (Nov-Abr) the water supply is favored in the low course of the Madeira river. The dry season (Mai-Out) is characterized by a hydrological deficit. The lowest rains are south-southwest (1,120.5-1868.7 mm). In the central region of (1,868.7-2,192.6 mm). The major rain are concentrated to the northeast (2,501,1-3,087,3 mm). The upstream flows (Rio Beni) presented in the majority of the period peaks superior to 4000 m³/s. The impact that rainfall causes on the water supply of a basin is crucial for the preservation of this environmental reservoir, since it influences in several sectors in the socioeconomic sphere.

Keywords: Oscillation. Rainfall. SST.

RÉSUMEN

El entendimiento de la variabilidad espacio-temporal de la precipitación en cuencas hidrográficas es fundamental en la caracterización del clima, estudios hidrológicos riesgos ambientales. Este trabajo tiene como objetivo discutir la distribución espacio-temporal pluviométrica precipitación en la cuenca hidrográfica del río Madeira, verificando sus áreas de mayor y / o menor potencial hídrico. La cuenca hidrográfica del río Madeira está ubicada al norte de Brasil, siendo el río más influyente del Amazonas, con lluvias de 1650-3050 mm. Los datos pluviométricos proceden de la ANA y los de TSM se han adquirido de la NOAA. Se verificaron las anomalías positivas de TSM para el Pacífico, y en estas mismas aguas, valores negativos (TSM). En el océano Atlántico se observa los años de Dipolo Positivo y Negativo. El trimestre más lluvioso es enero (300,6 mm), febrero (291,8 mm) y marzo (286,8 mm) y el menos lluvioso es junio (47,0 mm), julio (29,4 mm) y agosto (36,7 mm). En la estación lluviosa (Nov-Abr) se verifica el favorecimiento del abastecimiento hídrico en el bajo curso del río Madeira. La época de la sequía (Mai-Out) se caracteriza por un déficit hidrológico. Las menores lluvias se observan al sur-suroeste (1.120,5-1.868,7 mm). En la región central de (1.868,7-2.192,6 mm). Las mayores lluvias se concentran al noreste (2.501,1-3.087,3 mm). Los caudales de cantidad (Río Beni) presentaron en la mayor parte del período picos superiores a 4000 m³/s. El impacto que la pluviosidad causa en la oferta hídrica de una cuenca es crucial para la preservación de este reservorio ambiental, pues influye en varios sectores en la esfera socioeconómica.

Palabras – clave: Fluctuación. Lluvia. TSM.

1. INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é uma variável meteorológica que influencia no clima, sendo o resultado final da condensação do vapor d'água presente na atmosfera, no qual ao atingir o tamanho limite da tensão superficial de suporte, as gotículas caem em direção à superfície terrestre continuando assim os demais estágios do ciclo hidrológico (CORRÊA, 2013; MACIEL, 2017; SANTOS, 2017).

Para Ogassawara e Gass (2018), a bacia hidrográfica é definida como uma unidade territorial composta por uma área drenada por um rio principal que nasce na cabeceira de terrenos íngremes, percorrendo com seus afluentes até sua foz, sendo delimitada pelos relevos caracterizando os divisores de águas pluviais, que escoam superficialmente e/ou infiltram-se no solo e contribuindo para a recarga hídrica das nascentes e lençol freático.

O entendimento da variabilidade espaço-temporal da precipitação em bacias hidrográficas é de suma importância na caracterização do clima, de modo que seu estudo pode auxiliar no planejamento, gestão e preservação dos recursos hídricos do sistema de drenagem, onde cada vez mais o uso e ocupação desordenado dessas áreas está se intensificando acarretando em degradações ambientais (SIMIONI et al., 2014; NASCIMENTO e FERNANDES, 2017).

Segundo Coutinho et al. (2015) o estudo da disponibilidade hídrica é essencial para a manutenção de culturas. Carvalho et al. (2012) discutem a importância do estudo da precipitação em bacias hidrográficas, onde dependendo do volume precipitado e o tipo de uso e cobertura do solo (floresta), pode causar alterações no processo de infiltração, escoamento superficial e ocasionar possíveis riscos ambientais como erosão do solo, enchente, enxurrada (BALBINOT et al., 2008; LICCO et al., 2015).

Na região Amazônica, a adoção de geotecnologias possibilita suprir as lacunas de informação existentes, fornecendo uma melhor resposta a partir das diferentes interações do regime pluviométrico. A interpolação espacial e temporal da precipitação é um dos meios pelo qual pode-se estudar a distribuição pluviométrica em uma região que apresenta pouca densidade de estações para medições ou que tenha falhas em sua série histórica (WANDERLEY et al., 2011).

Em sua pesquisa, Oliveira et al. (2010) ressaltam as falhas observadas no banco de dados das séries históricas de dados meteorológicos e possíveis motivos. Wanderley et al. (2011) complementa que a falta de informação consistente inviabiliza a geração de modelos hidrológicos e produtos que representem a variabilidade pluviométrica de forma satisfatória.

O rio Madeira é um dos principais rios do Brasil, sendo o mais longo e importante afluente do Amazonas. Apresenta uma série irregular de estações localizadas “*in situ*”, demandando pela utilização de mecanismos de análise geo-espacial para uma melhor resposta do seu comportamento hidrometeorológico. No mundo, é um dos cinco rios mais caudalosos e importante na ótica socioambiental, pois é uma hidrovia bastante navegável que integra o comércio entre o Norte e Centro-Oeste brasileiro fomentando a economia regional (ANA, 2019).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo discutir a distribuição espacial e temporal da precipitação na bacia hidrográfica do rio Madeira, verificando suas áreas de maior e/ou menor potencial hídrico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Madeira está localizada ao Norte do Brasil (42%), compondo os estados do Acre, Amazonas, Mato Grosso e Rondônia, estendendo-se por parte da Bolívia (51%) e Peru (7%) na Amazônia Ocidental, com uma área aproximadamente de 607.033 km² e sua nascente é formada nos Andes (rio Beni e Madre de Dios) passando pelas corredeiras de Santo Antônio (RO) até desaguar no grande Amazonas, sendo categorizado como um rio de águas brancas (Andinas) e perene (MUNIZ, 2013).

Segundo Silva et al. (2013) a bacia do rio Madeira pode ser segmentada em 3 setores: a) Alto Madeira, transfronteiriço, que compõe a parte boliviana da bacia, constituída pelos rios Mamoré e Beni (formadores da bacia); b) o Médio Madeira e (c) Baixo Madeira, ambos em território brasileiro, onde foi concentrada a análise deste trabalho (Figura 01). A opção pela análise dos dados de estações pluviométricas se restringiu ao Brasil, uma vez que a rede existente na Bolívia não corresponde a mesma distribuição e representatividade de dados.

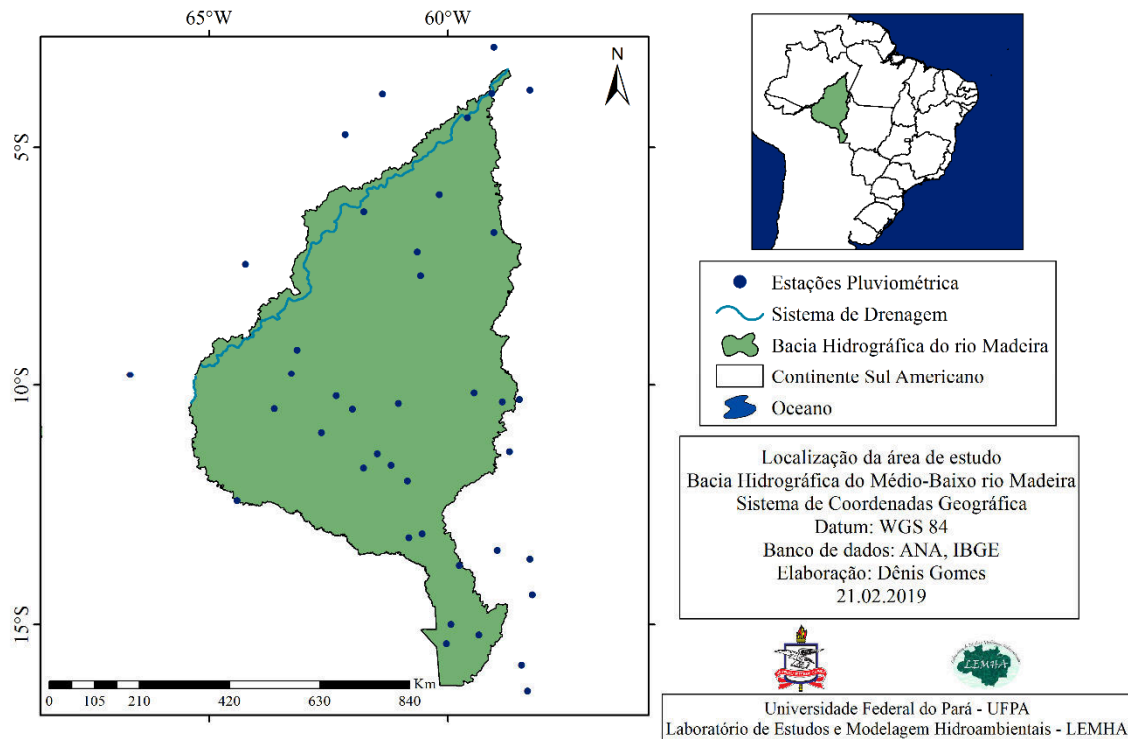


Figura 01 - Localização da área de estudo e estações pluviométricas: Bacia Hidrográfica do Médio-Baixo rio Madeira. Fonte: Autor (2019).

A climatologia do Médio-Baixo Madeira (MBM) varia entorno de 1650 mm a 3050 mm (INMET, 2019). O período de estiagem das chuvas é marcado entres os meses de Junho a Novembro e o período chuvoso de Dezembro a Maio, no qual este último período contribui em concomitante com o degelo andino para ocorrência de eventos de enchente do rio Madeira e aumento considerável de sua vazão (ANA, 2019).

Aquisição de dados

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos através do banco de dados da série histórica da Agência Nacional da Águas (ANA) disponibilizados na plataforma *HidroWeb* (Souza et al., 2015), sendo utilizados apenas os dados consistentes (menor lacunas de falhas) de um período de 30 anos (1988 a 2017) com um número de 40 estações pluviométricas dispostas dentro e algumas nas proximidades da bacia hidrográfica.

A *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 2018) disponibiliza dados de forma trimestral do Índice Oceânico Niño (ION) utilizados por Ferreira et al. (2018), Temperatura do Atlântico Sul (TSA) e Temperatura do Atlântico Norte (TNA) por Nóbrega et al. (2014), onde apresenta as anomalias de temperaturas de superfície do mar. Quando o índice for maior que + 0,5 °C por no mínimo 5 trimestres consecutivos será caracterizado como anomalia positiva (El Niño); quando for menos que – 0,5 °C respectivos, será considerado anomalia negativa (La Niña).

De forma a complementar a análise foram verificadas as vazões comparativas de três estações

fluviométricas localizadas na bacia: a estação Rurrenabaque (Bolívia) 15275100 no Rio Beni (14,445 S; 67,534 W; Altitude de 210 m); a estação Porto Velho (Brasil) 15860000 no rio Madeira (8,737 S; 63,920 W; Altitude de 55 m); e a estação Fazenda Vista Alegre (Brasil) 15400000 no rio Madeira (4,897 S; 60,025 W; Altitude de 20 m). Admitindo-se o mesmo período de 1988 a 2017. Estas foram extraídas a partir do “Observation Service SO HYBAM” que avalia a geodinâmica, hidrologia e biogeoquímica dos sedimentos erodidos e transportados das bacias dos rios Amazonas, Orinoco e Congo, disponibilizando publicamente apenas o comportamento cota-vazão, sendo este acoplado a rede da ANA.

Tratamento de dados

Utilizou-se o software Hidro 1.3 (ANA) para a visualização dos dados pluviométricos e posteriormente exportou-se para planilhas do software Excel 2016 para organizar e tratar os dados (SANTOS et al., 2016; PENNEREIRO et al., 2018). O preenchimento de falha (Eq. 1) das 42 estações pluviométricas foi feito através do método de Ponderação Regional (PR). Este método consiste em suprir a deficiência de informações apontada por Oliveira et al. (2010) dos postos pluviométricos, no qual algumas considerações são feitas: média de no mínimo 3 estações próximas (clima similar) ao posto a ser preenchido e no mínimo 10 anos de dados, com a finalidade de homogeneizar o período de estudo para uma melhor execução e análise estatística (BERTONNI e TUCCI, 2001; FÉLIX, 2015; SANTOS et al., 2016; MELLO et al., 2017).

$$P(x) = \frac{1}{3} \left(\frac{N_x}{N_a} P_a + \frac{N_x}{N_b} P_b + \frac{N_x}{N_c} P_c \right) \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde: N_x é a precipitação mensal do posto pluviométrico que há falha; N_a , N_b e N_c é a precipitação média mensal dos postos pluviométricos próximos; P_a , P_b e P_c é a precipitação do mês dos postos pluviométricos próximos.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

A variação anômala da Temperatura Superficial do Mar (TSM) dos oceanos Pacífico e Atlântico tem impactado fortemente o regime pluviométrico na América do Sul, principalmente na Amazônia, região tropical na qual o clima é governado pela precipitação (SANTOS et al., 2016; SILVA et al., 2017). Na Figura 02 verifica-se as anomalias de TSM, com destaque para os anos de 1992 (0,63 °C), 1997 (1,17 °C) e 2015 (1,49 °C) apresentando altos índices de anormalidade positiva nas águas superficiais do oceano Pacífico, assim caracterizando estes anos com eventos de El Niño forte, diminuindo a precipitação na região. Entretanto, nestas mesmas águas, observa-se valores negativos de TSM para os anos de 1988 (0,81 °C), 2001 (0,31 °C) e 2013 (0,29 °C), evidenciando anos de La Niña, aumentando a pluviosidade na BH.

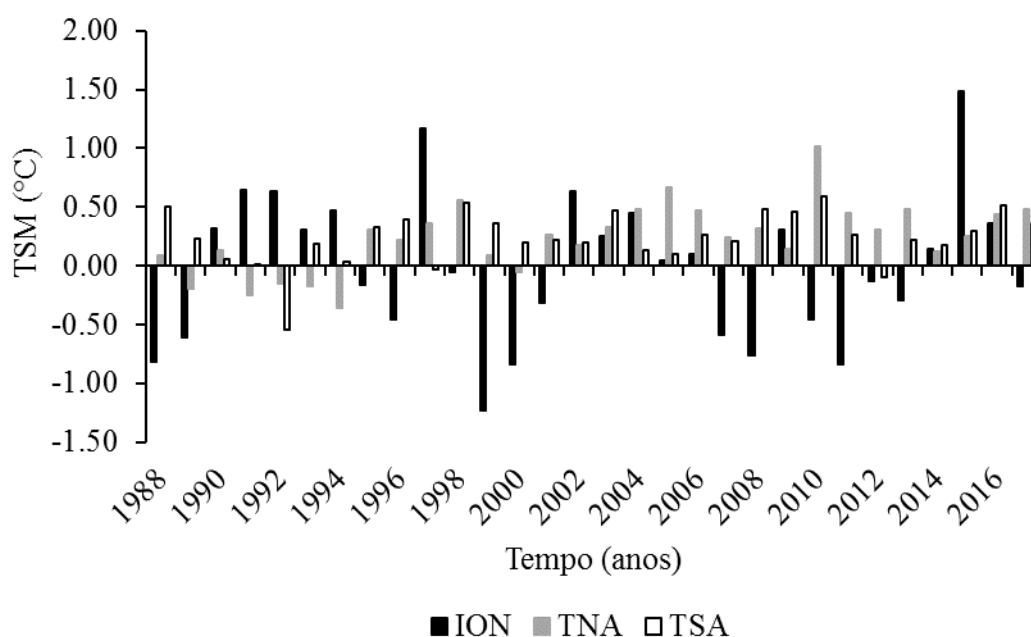


Figura 02 - Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar no período de 1988 - 2017: Oceano Pacífico (ION), Atlântico Norte (TNA) e Atlântico Sul (TSA). Fonte: NOAA (2019). Adaptado por autor.

A variabilidade da precipitação no norte América do Sul é altamente influenciada pelo fenômeno Dipolo do Atlântico, pois quando há anomalias positivas da TSM no Atlântico Norte e a porção Sul do Atlântico esta anormalmente negativa, a precipitação na região Amazônica tende a diminuir (SANTOS et al, 2016; SANTOS et al., 2017). Palmeira et al. (2015) em suas pesquisas sugerem que há uma troca de calor na interface oceano-atmosférica, isto é devido ao aquecimento oriundo da radiação solar, que pode intensificar os movimentos convectivos e possivelmente ocasionar precipitações na região.

Para o oceano Atlântico (Figura 02), a região Norte (latitudes positivas) dos anos de 1997 (0,37 °C) e 2012 (0,31 °C) foram marcados por aquecimento anômalo da TSM e na região Sul (latitudes negativas) observa-se um resfriamento anormal nos mesmos anos (0,03 °C e 0,09 °C respectivamente) configurando-se anos de dipolo positivo. Nos anos de 1989 (0,19 °C), 1993 (0,17 °C) e 2012 (0,05 °C), é caracterizado por anomalias negativas das águas superficiais do Atlântico Norte e valores anômalos positivos na parte Sul no Atlântico nos mesmo anos (0,23 °C, 0,18 °C, 0,31 °C respectivamente), assinalando ocorrência de dipolo negativo.

A Figura 03 destaca a oscilação pluvial ao longo de 30 anos. O ano de menor volume pluviométrico é apontado em 2015 (1.777,3 mm), onde o aquecimento do Pacífico pode estar inibindo a formação de nuvens de precipitação. Em 2009 (2.157,3 mm) foi o ano de maior montante pluvial e possivelmente está relacionada ao aquecimento do Atlântico, sobrepujando o El Niño (Pacífico).

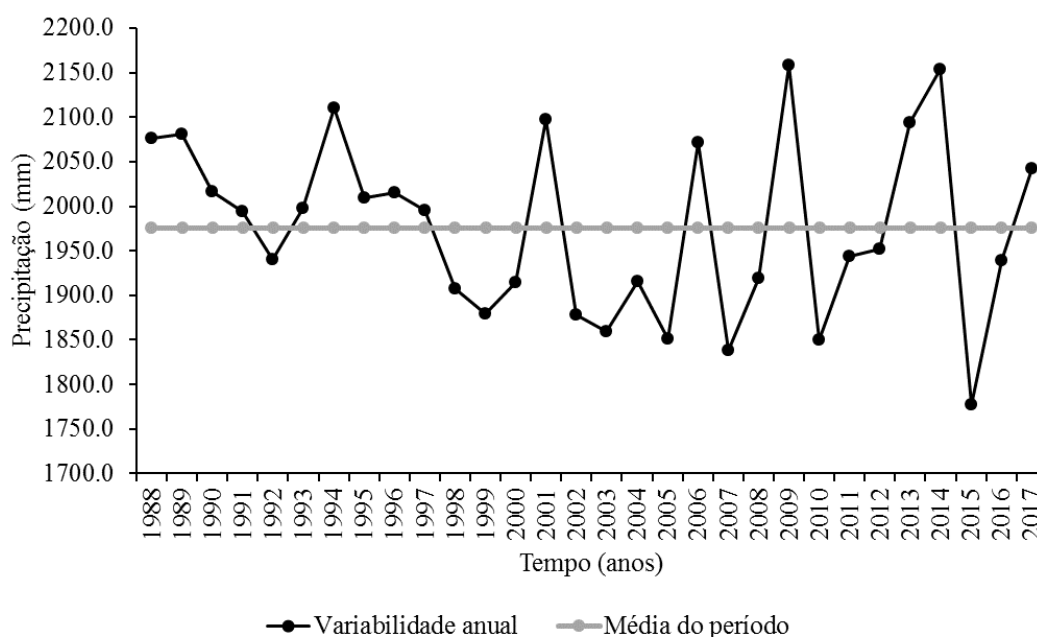


Figura 03 - Variabilidade pluviométrica anual do período de 1988 a 2017: Bacia Hidrográfica do rio Madeira. Fonte: ANA (2019). Adaptado por autor.

Souza et al. (2018) ressaltam que a variabilidade interanual da TSM do oceano Pacífico está associada a fenômenos de El Niño/La Niña (aquecimento/resfriamento) assim como as flutuações da TSM do oceano Atlântico relacionadas a eventos de Dipolo positivo/negativo, apresentam forte influência na climatologia e hidrologia da região Amazônica, acarretando possíveis desastres naturais como seca e cheias nas bacias hidrográficas culminando em graves problemas socioambientais.

A Figura 04 ilustra a variação da precipitação no Médio-Baixo Madeira (MBM), onde observa-se o trimestre mais chuvoso Janeiro (300,6 mm), Fevereiro (291,8 mm) e Março (286,8 mm), no qual segundo Reboita et al. (2012) o sistema atmosférico Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é um forte modulador pluviométrico no Norte da América do Sul, e este ao deslocar-se meridionalmente na direção mais ao sul, contribui para a definição da estação chuvosa. O trimestre menos chuvoso é verificado nos meses de Junho (47,0 mm), Julho (29,4 mm) e Agosto (36,7 mm), período onde a ZCIT migra para o norte diminuindo a precipitação regional.

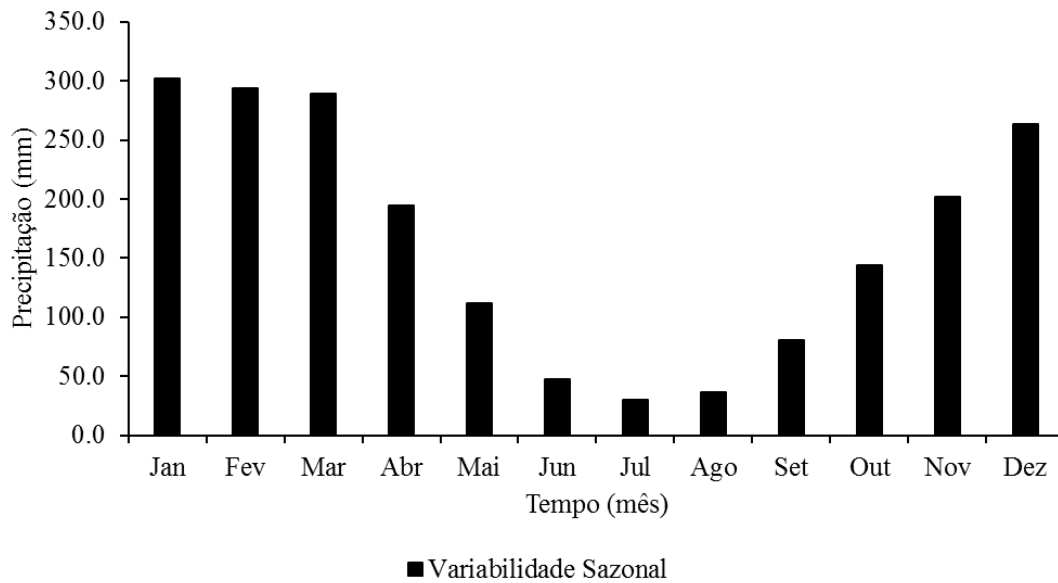


Figura 04 - Variabilidade pluviométrica da média mensal acumulada do período de 1988 a 2017: Bacia Hidrográfica do rio Madeira. Fonte: ANA (2019). Adaptado por autor.

Na Figura 05 é observado a variação sazonal da precipitação ao longo do Médio-Baixo Madeira (MBM). No decorrer do tempo, detecta-se a atuação de sistemas sinóticos na Região Hidrográfica (RH), como a ZCIT e ZCAS que contribuem para a pluviosidade regional. Na estação chuvosa (Nov-Abr) verifica-se precipitações que variam de 78,1 mm e atingem até 438,5 mm, favorecendo o abastecimento hídrico da bacia hidrográfica no baixo curso do rio Madeira e podendo ocasionar eventos de cheias nesta área. A época da estiagem (Mai-Out) é caracterizada por flutuações mínimas de 6,0 mm e máximas de 319,5 mm, este déficit hidrológico possibilita a ocorrência de secas severas.

A ZCIT é uma banda de nebulosidade circundante no globo terrestre com variação sazonal no eixo norte-sul formada pelo encontro dos ventos alísios provenientes de ambos hemisférios provocando a ascensão do ar quente e úmido de uma região com alta disponibilidade energética e hídrica, somados com a baixa pressão, propiciam intensas precipitações (FERREIRA e MELLO, 2005). Além desta, existem outros sistemas precipitantes que atuam na Amazônia como ZCAS que de acordo com estudos de Vieira et al. (2014) este sistema auxilia na recarga hídrica no sul da Amazônia, principalmente durante o período do verão austral.

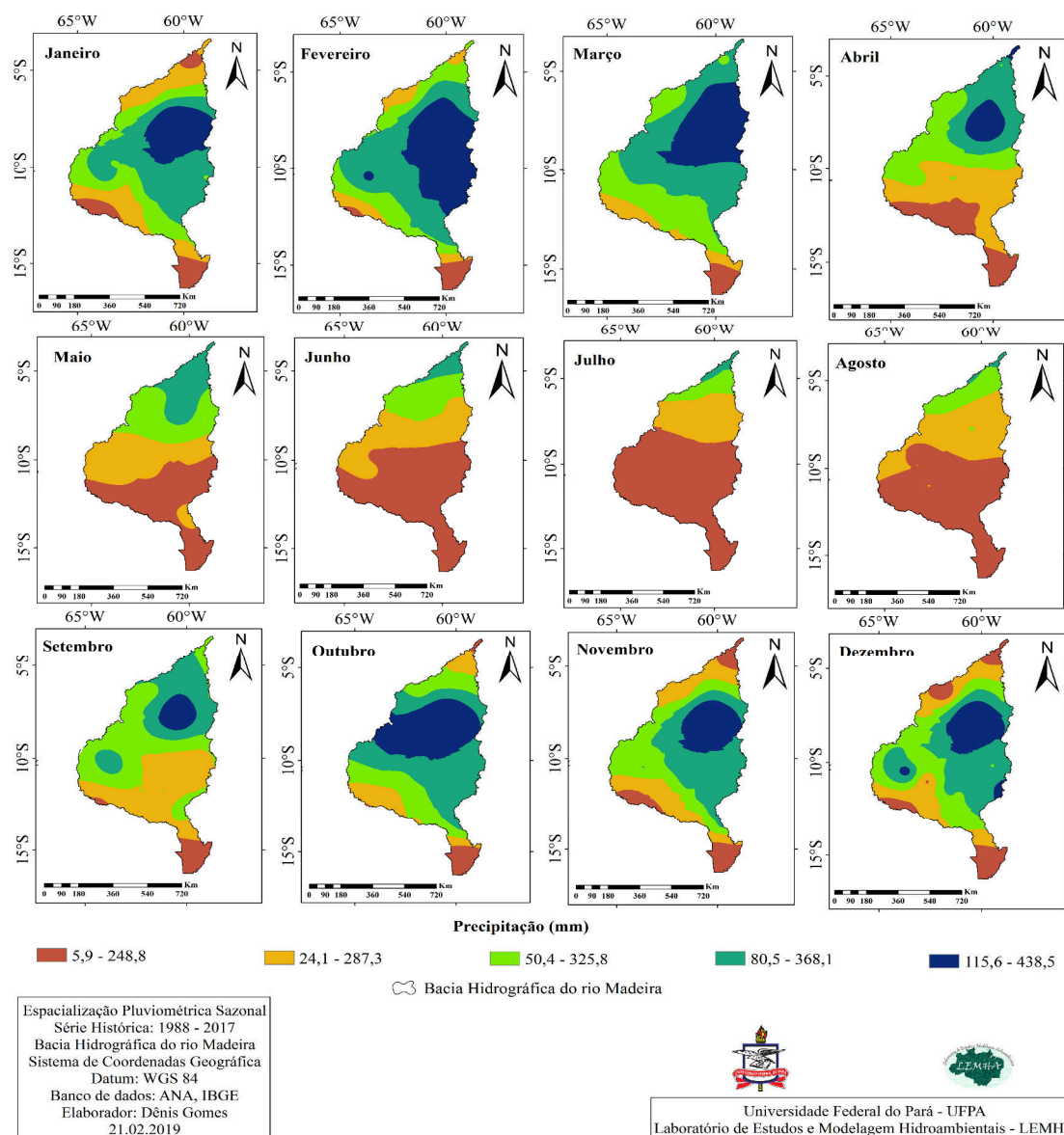


Figura 05. Espacialização pluviométrica do acumulado mensal do período de 1988 a 2017: Bacia Hidrográfica do Médio-Baixo rio Madeira. Fonte: ANA (2019). Adaptado por autor.

Observa-se na Figura 06 a espacialização pluviométrica média anual de um período de 30 anos no Médio-Baixo Madeira (MBM). Os menores volumes pluviométricos são observados na parte sul e sudoeste da bacia hidrográfica e variam de 1.120,5 mm crescendo em direção ao nordeste atingindo cerca de 1.868,7 mm. Na região central da bacia são registradas precipitações na faixa de 1.868,7 mm até 2.192,6 mm. As maiores concentram-se na porção norte e nordeste da RH, onde oscilam de 2.501,1 mm crescendo para uma região de destaque localizada na parte central-nordeste, no qual a distribuição pluviométrica caracteriza-se de maneira circular formando uma grande concentração de precipitação nesta área atingindo valores de 3.087,3 mm.

Conforme suas pesquisas, De Sousa et al. (2015) discutem a importância da variabilidade pluviométrica anual associada a mecanismos oceânicos moduladores de precipitação e apontam seus efeitos na região amazônica como regular outras variáveis meteorológicas em eventos de ENOS, alterações na hidrologia regional relacionados com dipolos do Atlântico.

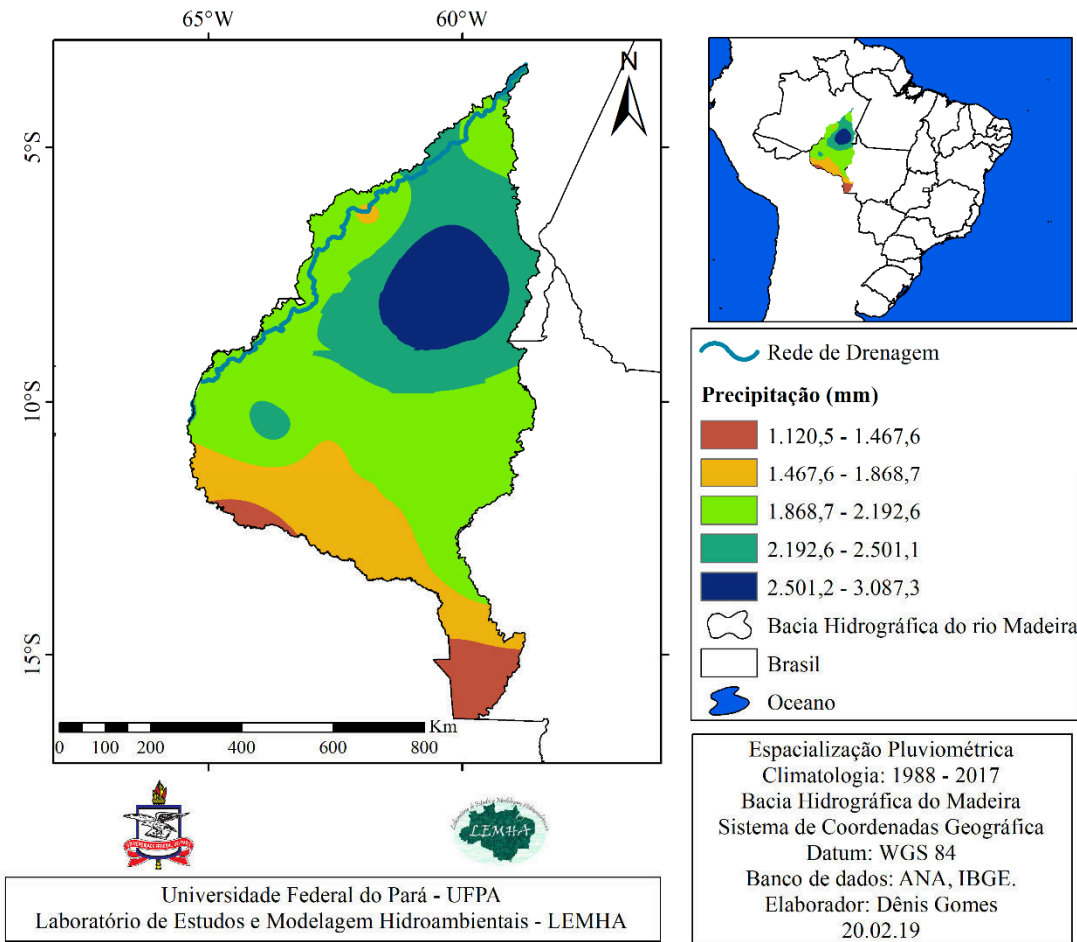
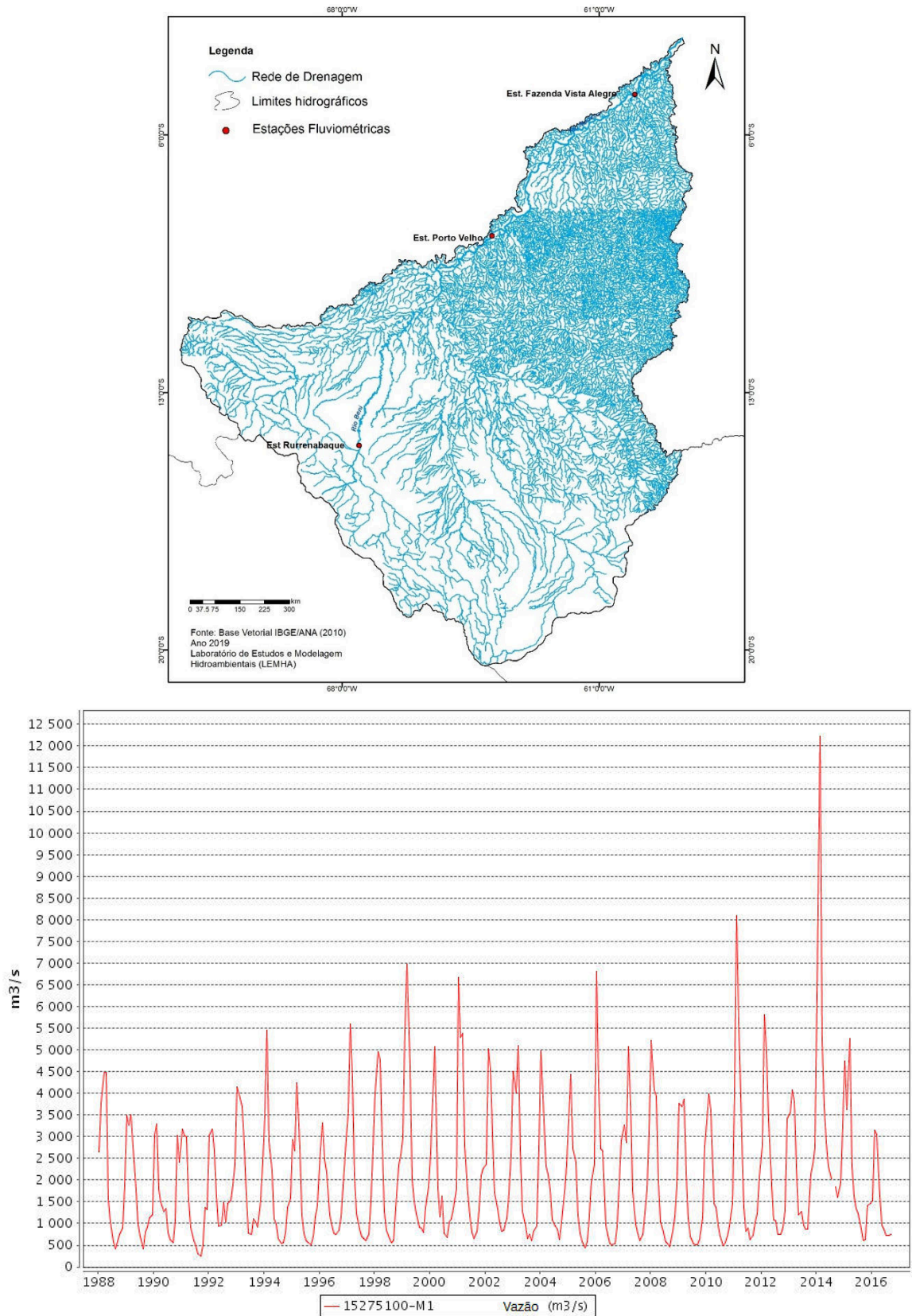


Figura 06 - Espacialização pluviométrica da média anual do período de 1988 a 2017: Bacia Hidrográfica do Médio-Baixo rio Madeira. Fonte: ANA (2019). Adaptado por autor.

O resultado da distribuição fluviométrica (Figura 07) indicou que as vazões de montante (Rio Beni) apresentaram na maior parte do período picos superiores a 4000 m³/s. O sistema hidrológico da região Amazônica apresenta uma considerável vulnerabilidade climática, e isto pode ser constatado nas pesquisas de Macêdo et al. (2013), onde aponta uma boa relação precipitação-vazão em uma bacia hidrográfica próxima ao rio Madeira.



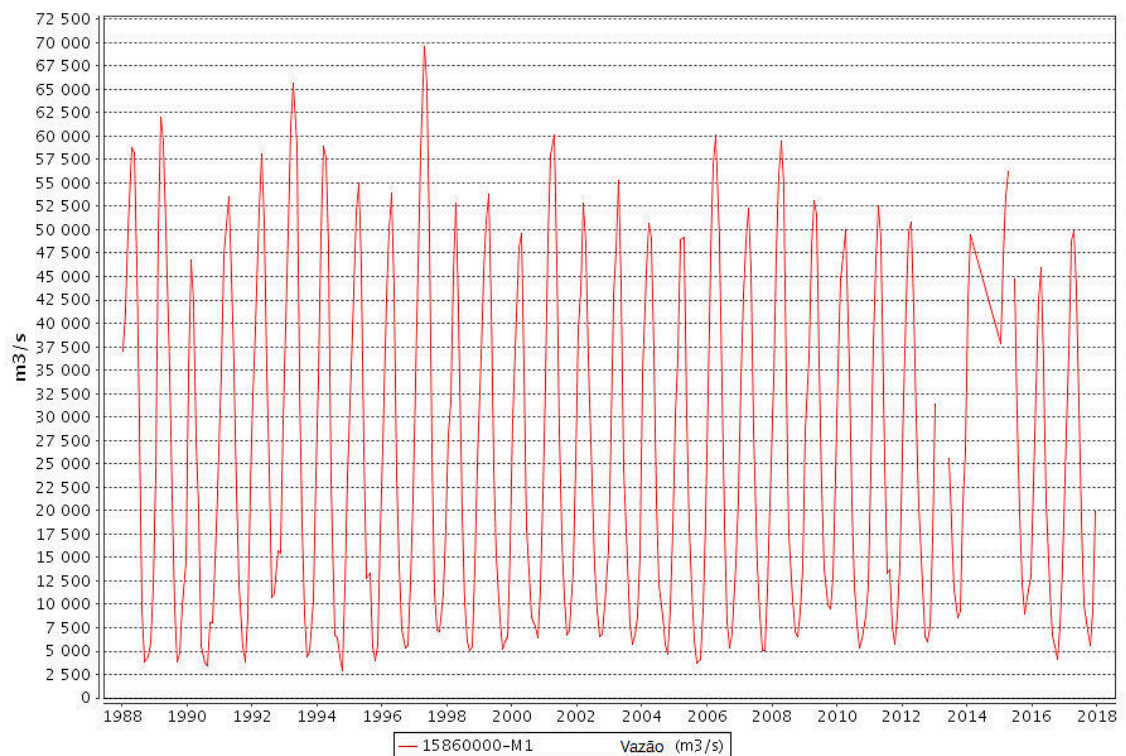


Figura 07 (cont.). Resposta hidrológica da bacia hidrográfica. (b) Estação Porto Velho (Brasil) 15860000. Fonte: Autor (2019).

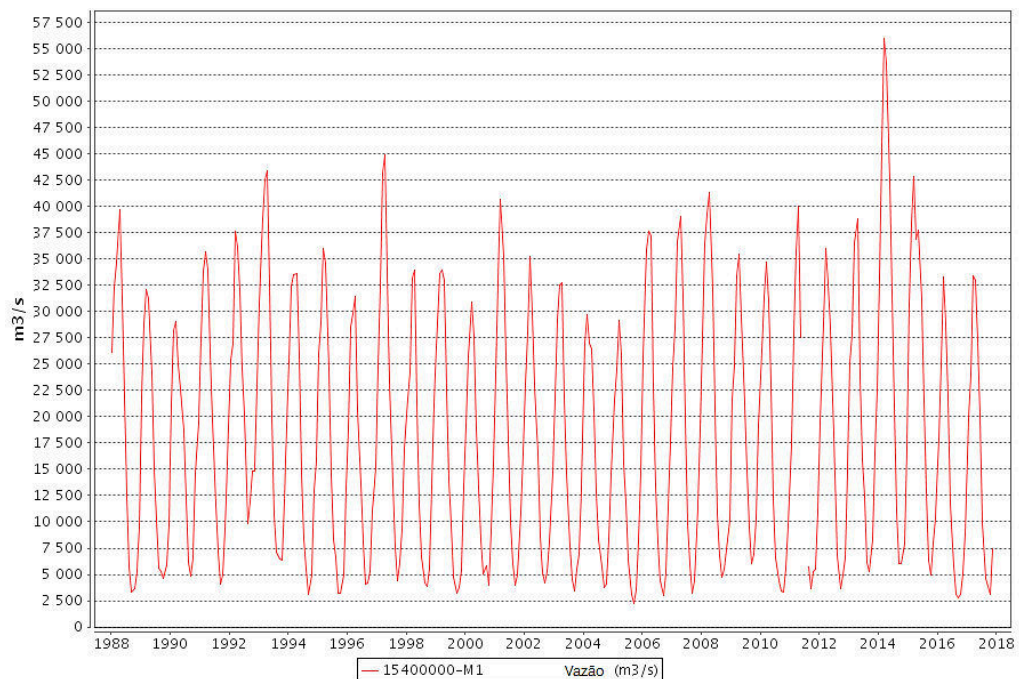


Figura 07 (cont.). Resposta hidrológica da bacia hidrográfica (c) Estação Fazenda Vista Alegre (Brasil) 15400000. Fonte: Autor (2019).

Os mesmos valores representam os limites inferiores das estações localizadas no rio Madeira, que irão ter valores crescentes, sendo no médio curso (est. Porto Velho) os máximos superiores a 27000 m³/s e no baixo curso (est. Fazenda Vista Alegre) os máximos superiores a 45000 m³/s. comparando-o com a distribuição pluviométrica das Figuras 05 e 06, verifica-se que esta região também consegue manter uma faixa superior a 2.000 mm (acumulado anual) e máximos mensais maiores que 300 mm.

Em relação a variabilidade pluviométrica anual do período de 1988 a 2017 (Figura 03), todas as estações refletiram os picos de máximos de 1994, 2001, 2008, 2014. Da mesma forma, verifica-se que de 2000 a 2010, que mantiveram os mínimos de precipitação entre 1800 e 1900 mm e as estações fluviométricas do rio Madeira apresentaram valores de vazão entre 2500 a 75000 m³/s, enquanto que no rio Beni, estes não foram maiores que 1000 m³/s, demonstrando que a bacia tem refletido bem as variações globais de precipitação. Este mesmo argumento foi apresentado para o comportamento geral da bacia Amazônica por Marengo et al. (2012) e Coutinho et al. (2018) que discutem a resposta hidrológica, em termos de vazões, na bacia Amazônica a variabilidade da distribuição das chuvas. Em outra abordagem Muniz (2013) e Nobre et al. (2016) alerta para os efeitos das mudanças de uso e cobertura do solo que podem intervir neste padrão, ampliando o efeito das cheias e estendendo o período de recuperação das secas.

4. CONCLUSÃO

A importância do estudo da variabilidade no espaço e tempo de variáveis climáticas é indiscutível. O impacto que a precipitação pluviométrica causa na oferta hídrica de uma bacia é crucial para a preservação deste reservatório ambiental, sob diferentes óticas, sua influência seja em pequena escala como a falta de água para o lazer afetando o setor do turismo local e pontos de alagamento urbano até em magnitudes superiores como irrigação cultural, desastres naturais (secas extremas, enchentes, enxurradas, erosão do solo). Por isso, formas de gestão e manejo hídrico podem ser auxiliados com estas informações, com o intuito de proporcionar o melhor tratamento por partes de autoridades competentes sob a água pluvial descarregada em uma bacia hidrográfica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANA. Agência Nacional das Águas. **Rio Madeira**. Disponível em http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/sala_de_situacao. Acesso 22/02/2019.
- BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Revista Ambienta**. v. 04, n. 01, p. 131-149, 2008.
- CARVALHO, A. P. V.; BRUMATTI, D. V.; DIAS, H. C. T. Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v. 02, n. 02, p. 148-156, 2012.
- CORREIA, M. G. G. **Distribuição espacial e variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia do rio Piquiri-PR**. 2013. 104 f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2013.
- COUTINHO, E. C.; ROCHA, E. J. P.; LIMA, A. M. M.; RIBEIRO, H. M. C.; GUTIERREZ, L. A. C. L.; BARBOSA, A. J. S.; PAES, G. K. A. A.; TAVARES, P. A. Variabilidade climática da precipitação na bacia Amazônica Brasileira entre 1982 e 2012. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 476-500, 2018.
- COUTINHO, M. D. L.; COSTA, M. S.; SILVA, A. R.; SANTOS, T. S.; GOMES, A. C. S.; MORAES, M. D. C.; SANTOS, P. V. Balanço hídrico mensal para dois municípios do estado da Paraíba. **Revista Ciência e Natura**. v. 37, n. 04, 2015.
- DE SOUSA, A. M. L.; ROCHA, E. J. P.; VITORINO, M. I.; PONDES DE SOUZA, P. J. O.; BOTELHO, M. N. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 08, n. 01, p. 13 – 24, 2015.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SiBCS)**. Brasília-DF: EMBRAPA. p. 75, 2018.
- FÉLIX, V. S. Análise de 40 anos de precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Espinharas – PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 08, n. 05, p. 1347-1358, 2015.
- FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste

do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 01, n. 01, p. 15 – 28, 2005.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/>. Acesso 26/02/2019.

LICCO, E. A.; MAC DOWELL, S. F. Alagamentos, enchentes, enxurradas e inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**. v. 05, n. 03, 2015.

MACÊDO, M. N. C.; DIAS, H. C. T.; COELHO, F. M. G.; ARAÚJO, E. A.; SOUZA, M. L. H.; SILVA, E. Precipitação pluviométrica e vazão da bacia hidrográfica do Riozinho do Rôla, Amazônia Ocidental. **Revista Ambi-água**. v. 08, n. 01, p. 206-221, 2013.

MACIEL, S. A. **Análise da relação chuva-vazão na bacia hidrográfica do rio Paranaíba, Brasil**. 2017. 214 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2017.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; SOARES, W.R.; ALVES, L. M.; NOBRE, C.A. Extreme climatic events in the Amazon basin. **Theoretical Applied Climatology**, v. 107, p. 73-85, 2012.

MELLO, Y. R.; KOHLS, W.; OLIVEIRA, T. M. N. Uso de diferentes métodos para o preenchimento de falhas em estações pluviométricas. **Revista Boletim Goiano de Geografia**. v. 35, n. 01, p. 112-121, 2017.

MUNIZ, L. S. **Análise dos padrões fluviométricos da bacia do rio Madeira – Brasil**. 2013. 146 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2013.

NASCIMENTO, T. V.; FERNANDES, L. L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. **Revista Ciência e Natura**. v. 39, n. 01, p. 170 – 178, 2017.

NOAA. National Oceanic Administration Agency. **Índices Climáticos**. Disponível em <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/>. Acesso 26/02/2019.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; BORMA, L. S.; CASTILLA-RUBIO, J. C.; SILVA, J. S.; CARDOSO, M. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **PNAS - National Academy of Sciences**, v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 2016.

NÓBREGA, J. N.; SANTOS, C. A. C.; GOMES, O. M.; BEZERRA, B. G.; BRITO, J. I. B. Eventos extremos de precipitação nas mesorregiões da Paraíba e suas relações com a TSM dos oceanos tropicais. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 29, n. 02, p. 197-208, 2014.

OGASSAWARA, J. F.; GASS, S. L. B. Análise morfométrica dos afluentes principais da bacia hidrográfica do rio Uruguai e sua influência nas inundações na cidade de Itaqui, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira Geomática**. v. 06, n. 03, p. 222-240, 2018.

OLIVEIRA, L. F. C.; FIOREZE, A. P.; MEDEIROS, A. M. M.; SILVA, M. A. S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14, n. 11, p. 1186-1192, 2010.

PALMEIRA, A. C. P. A.; CAMARGO, R.; PALMEIRA, R. M. J. Relação entre temperatura da superfície do mar e a camada de mistura oceânica sob a passagem de ciclones extratropicais no Atlântico Sudoeste. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 30, n. 01, p. 89 – 100, 2015.

PENEREIRO, J. C.; BADINGER, A.; MACCHERI, N. A.; MESCHIATTI, M. C. Distribuições de tendências sazonais de temperatura média e precipitação nos biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 33, n. 01, p. 93-113, 2018.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Revista Terrae Didática**. v. 08, n. 01, p. 34-50, 2012.

SANTOS, C. A. C.; MELO, M. M. M. S.; BRITO, J. I. B. Tendências de índices de extremos climáticos para o estado do Amazonas e suas relações com a TSM dos oceanos tropicais. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 31, n. 01, p. 1-10, 2016.

SANTOS, C. A.; LIMA, A. M. M.; FRANCO, V. S.; ARAUJO, I. B.; MENEZES, J. F. G.; GOMES, N. M. O. Distribuição espacial da precipitação na bacia hidrográfica do rio Xingu. **Revista Nucleus**. V. 13, n. 02, p. 223-230, 2016.

SANTOS, M. R. S. **A precipitação climática na mesorregião metropolitana de Belém e suas**

implicações socioambientais. 2017. 152 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Pará, Belém - Pa, 2017.

SILVA, M. T.; ALCÂNTARA, C. R.; SOUZA, E. P.; OLINDA, R. A.; GONÇALVES, W. A. Influência da temperatura da superfície do mar na ocorrência de linhas de instabilidade na costa norte e nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia.** v. 32, n. 02, p. 261-268, 2017.

SILVA, S. C. S.; LIMA, A. M. M.; ROCHA, E. J. P. Análise da tendência da precipitação pluviométrica na bacia do rio Madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20, 2013, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves - RS: ABRH, 2013, p. 1-7.

SIMIONI, J. P. D.; ROVANI, F. F. M.; LENSSE, A. C.; WOLLMANN, C. A. Caracterização da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Ibicuí, RS. **Revista Departamento de Geografia.** v. 28, p. 112-133, 2014.

SOUZA, A. C.; CANDIDO, L. A.; ANDREOLI, R. V. Variabilidade interanual da precipitação e fluxo de umidade sobre a Amazônia usando o QTCM. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v. 33, n. 01, p. 41-56, 2018.

SOUZA, J. O. P.; ALMEIDA, J. D. M.; CORREA, A. C. B. Caracterização e espacialização da precipitação em bacia hidrográfica com relevo complexo: sertão central pernambucano – bacia do riacho do saco. **Revista de Geografia.** v. 32, n. 02, p. 106-126, 2015.

VIEIRA, S. O.; OLIVEIRA, N. V.; SATYAMURTY, P.; ANDREOLLI, R. Aplicação do método fuzzy na classificação da zona de convergência do atlântico sul da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia.** v. 29, n. 04, p. 621-631, 2014.

WANDERLEY, H. S.; AMORIM, R. F. C.; CARVALHO, F. O. Variabilidade espacial e preenchimento de falha de dados pluviométricos para o estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia.** v. 27, n. 03, 347-354, 2012.