

## Caracterização da precipitação e da vazão no trecho sudoeste da Bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil

Characterization of precipitation and flow in the southwest stretch of the Paraguaçu Hydrographic Basin in Bahia, Brazil

Caracterización de la precipitación y caudal en el tramo suroeste de la Cuenca Hidrográfica de Paraguaçu en Bahia, Brasil

Recebido: 11/06/2022 | Revisado: 29/06/2022 | Aceito: 02/07/2022 | Publicado: 11/07/2022

### Júlio Conceição dos Santos Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3641-5414>  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil  
E-mail: [julionetoguitar94@gmail.com](mailto:julionetoguitar94@gmail.com)

### Dráuzio Correia Gama

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1447-2143>  
Associação Regional de Proteção Ambiental - Centro Jatobá, Brasil  
E-mail: [drauziogama@hotmail.com](mailto:drauziogama@hotmail.com)

### Liniker Fernandes da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8261-9461>  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil  
E-mail: [linikerfs@gmail.com](mailto:linikerfs@gmail.com)

### Janisson Batista de Jesus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8372-5557>  
Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
E-mail: [janisson-batista-de-jesus@hotmail.com](mailto:janisson-batista-de-jesus@hotmail.com)

### Resumo

Informações sobre o comportamento hidrológico em bacias hidrográficas são fundamentais para o diagnóstico ambiental, assim como para a otimização da utilização dos recursos hídricos ao longo do ano. Dessa forma, objetivou-se com este estudo, caracterizar a precipitação e a vazão em um trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil. Foram obtidos dados pluviométricos e fluviométricos referente a série histórica das estações de João Amaro, Usina Mucugê, Andaraí e de Iaçú através do portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos da Agência Nacional das Águas (SNIRH/ANA). Para o processamento dos dados, foi utilizado o *software Hidroweb*, o qual possibilitou a gestão das bases de dados. E do *software Action Stat 3.6* para as análises estatísticas. De acordo com os resultados obtidos, os totais médios mensais de precipitação mostram-se estacionários e sem sazonalidade determinística em toda série histórica. Dezembro mostrou-se mais chuvoso tanto para a área da Chapada quanto para a área de Iaçú. As probabilidades das vazões ocorrerem de forma permanentes ao longo do ano em Iaçú são fortemente significativas.

**Palavras-chave:** Semiárido; Hidrologia; Variabilidade pluviométrica; Vazão.

### Abstract

Information on hydrological behavior in hydrographic basins is essential for environmental diagnosis as well as for optimizing the use of water resources throughout the year. Thus, the objective of this study was to characterize the precipitation and flow in a southwest section of the Paraguaçu river basin, Bahia, Brazil. Pluviometric and fluviometric data referring to the historical series of the stations of João Amaro, Usina Mucugê, Andaraí and Iaçú were obtained through the portal of the National System of Information on Water Resources of the National Water Agency. For data processing, the Hidroweb software was used, which enabled the management of the databases. And Action Stat 3.6 software for statistical analysis. According to the results obtained, the average monthly rainfall totals are stationary and without deterministic seasonality in the entire historical series. December was the rainiest for both the Chapada area and the Iaçú area. The probabilities of flows occurring permanently throughout the year in Iaçú are highly significant.

**Keywords:** Semiarid; Hydrology; Rainfall variability; Flow.

### Resumen

La información sobre el comportamiento hidrológico en las cuencas hidrográficas es fundamental para el diagnóstico ambiental así como para optimizar el uso de los recursos hídricos a lo largo del año. Así, el objetivo de este estudio fue caracterizar la precipitación y el caudal en una sección suroeste de la cuenca del río Paraguaçu, Bahia, Brasil. Los

datos pluviométricos y fluviométricos referentes a la serie histórica de las estaciones de João Amaro, Usina Mucugê, Andaraí e Iaçú fueron obtenidos a través del portal del Sistema Nacional de Información sobre Recursos Hídricos de la Agencia Nacional de Aguas (SNIRH/ANA). Para el procesamiento de datos se utilizó el *software Hidroweb*, que permitió la gestión de las bases de datos. Y *software Action Stat 3.6* para análisis estadístico. Según los resultados obtenidos, las precipitaciones medias mensuales totales son estacionarias y sin estacionalidad determinista en toda la serie histórica. Diciembre fue el más lluvioso tanto para el área de Chapada como para el área de Iaçú. Las probabilidades de que los flujos ocurran permanentemente durante todo el año en Iaçú son muy significativas.

**Palabras clave:** Semiárido; Hidrología; Variabilidad de las precipitaciones; Tasa de flujo.

## 1. Introdução

As oscilações climáticas na região Nordeste do Brasil originam-se de efeitos combinados da atividade de diversos sistemas meteorológicos e da variabilidade na intensidade e no posicionamento das circulações das células atmosféricas de Hadley e Walker. Os fenômenos El Niño e La Niña e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) são os principais fatores representantes dessas oscilações (Bezerra, 2006; Mendonça, 2007; Freire et al., 2011; Tomaziello, 2014; Santos et al., 2019).

A ZCIT, relacionada às anomalias de temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical, resulta do encontro dos ventos alísios do Sudeste com os alísios do Nordeste e, constituída em locais de baixas latitudes, limita a circulação atmosférica entre os hemisférios Norte e Sul procedendo na ascendência de massas de ar geralmente úmidas, fazendo com que seja um fator importante para níveis de pluviosidade para o cenário nordestino (Silva, 2003; Andreoli & Kayano, 2007; Mendonça, 2007; Carregosa & Andrade, 2012; Santos et al., 2019).

Isso marca no clima do Nordeste do Brasil uma variabilidade temporal da precipitação em diversas escalas e com irregularidade espacial dentro do mesmo intervalo de tempo em virtude dos sistemas meteorológicos atuarem em diferente abrangência sobre a região (Nóbrega et al., 2016). A região do semiárido nordestino, por exemplo, tem maior variação da precipitação pluvial do que o litoral e agreste nordestino (Silva et al., 2011). Na Bahia, as atividades de sistemas meteorológicos são caracterizadas pelas brisas terrestres, sistemas frontais, ondas de leste, junto com a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e o vórtice ciclônico de altos níveis, os quais são encarregados da precipitação (Tanajura et al., 2010).

O conhecimento da dinâmica pluviométrica, em especial sobre a duração da estação chuvosa e períodos mais susceptíveis a estiagem, é fundamental para avaliações do ciclo hidrológico, como oscilações da precipitação e regimes de vazão, auxiliando a um melhor uso dos recursos hídricos (Oliveira & Assunção, 2009; Silva et al., 2011; Villa et al., 2022).

Entende-se por vazão do curso de água, a quantificação de água deslocada por um canal de um ponto a outro por uma velocidade conhecida num determinado período avaliado. Ou seja, a vazão ( $m^3/s$ ) consiste no produto da área ( $m^2$ ) de seção transversal do canal pela velocidade média ( $m/s$ ) do escoamento da água no canal (Barreto et al., 2014).

A compreensão das oscilações pluviométricas respalda no entendimento das variações anual dos totais pluviométricos de uma série temporal analisada (Andrade & Fernandes, 2012). Importante também, é a antecipação da condição de vazão em rios, permitindo valiosa contribuição para prever ou mitigar ações que possam impactar eventos hidrológicos, além de outros benefícios, como a emissão de alertas e tomada de decisão na operação de obras hidráulica (Fan et al., 2015).

A bacia hidrográfica (BH) é a unidade de planejamento ideal para estudos relacionados aos ciclos hidrológicos. Ela pode ser descrita como uma área demarcada para a drenagem das águas da chuva por tributários a um curso de água principal, onde as vazões dirigem-se para uma saída singular. A variação do regime hidrológico em uma BH é regida por diversos elementos que a caracteriza (relevo, solo, vegetação, etc) e por processos complexos (precipitação, evaporação, infiltração e escoamento superficial, por exemplo). Entre eles coexistem uma interação permanente e dinâmica, reagindo ainda às interferências naturais e antrópicas acometidos integralmente aos ecossistemas (Tucci, 2002; Botelho & Silva, 2004; Cardoso et al., 2006; Rocha, 2010; Chiaranda et al., 2012; Villa et al., 2022).

A exploração dos recursos hídricos de forma inadequada, por outro lado, pode resultar em uma diminuição latente da quantidade e qualidade desses recursos, comprometendo a sua distribuição (Buzelli & Cunha-Santino, 2013). Para tanto, o uso dos recursos hídricos no Brasil é admitido mediante outorga expedida por órgão estadual competente (Brasil, 1997a). Na Bahia, dentre os critérios para a concessão, é utilizado, em geral, as vazões de permanência com 90% ou 95% de ocorrência com base nas vazões mínimas de referência (Bahia, 1997).

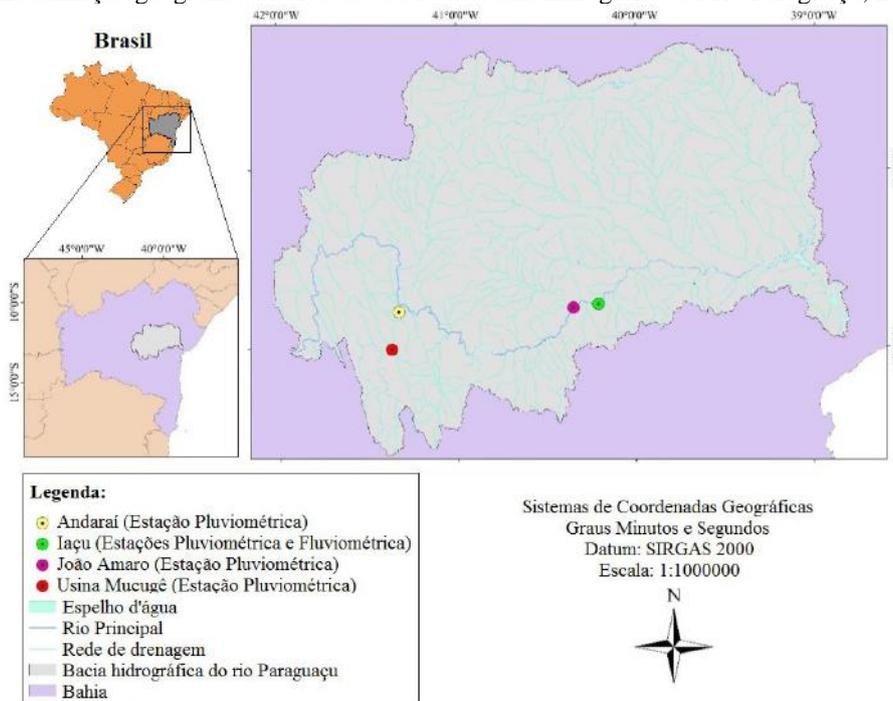
Tendo em vista a necessidade do entendimento do regime hidrológico, objetivou-se pelo presente estudo, caracterizar a precipitação e a vazão em um trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil.

## 2. Metodologia

### 2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica (BH) do rio Paraguaçu está situada em território das Mesorregiões do Centro-Norte Baiano, Centro-Sul Baiano e a Metropolitana, conforme as coordenadas 12°40' S, 13°40' S; 42°00' O, 39°00' O, inserida nos Biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga (Figura 1).

**Figura 1.** Localização geográfica da área de estudo da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil.



Fonte: Autores (2019).

A BH do rio Paraguaçu possui uma área de 54.877 km<sup>2</sup> (10% do território do estado da Bahia) e passa por 86 municípios com uma população total de 1.657.254 habitantes (Bahia, 2015). O rio Paraguaçu (cujo nome em tupi-guarani quer dizer rio imenso) é o maior rio autenticamente baiano e possui regime perene em toda sua extensão. Percorre 600 km das suas nascentes no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) até a foz na Reserva Extrativista Marinha do Iguape (REMI), descendo de uma altitude de mais 1.350 m até o nível do mar. Abastece 60% da água utilizada na região metropolitana do município de Salvador-Ba, sendo uma das BH mais estratégicas para o estado da Bahia (Lamas et al., 2016). Por conta da variedade climática, há três regiões pluviometricamente distintas: nascente do rio com chuvas acima de 1.000 mm/ano, região do médio Paraguaçu com chuvas em torno de 600 mm/ano e próximo ao litoral em torno de 1.250 mm/ano (Sousa et al., 2016).

Os domínios aquíferos da BH são os Metassedimentos e do Cristalino, ocupando 77% da área da bacia; as Coberturas Detríticas e das bacias Sedimentares (15%) e do Cárstico (Calcário) ocupando 8%. Os tipos de solos que predominam na região são Latossolos, distribuído em 37% da bacia, Planossolos (33%), Cambissolos (20%), Neossolos (8%) e, Argissolos e Chernossolos, ambos distribuídos em 1% da bacia (Lamas et al., 2016).

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu é uma região de clima complexo. Predomina em 67% da região o clima do tipo Bsh considerado semiárido segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013). Na sua cabeceira, região da Chapada Diamantina, o clima é mais ameno se modificando para o tipo subúmido a seco, tendo ainda pequenas áreas na nascente com o clima variando de úmido a subúmido. A vegetação na Chapada Diamantina é composta de remanescentes de florestas estacionais e campos rupestres. Na parte central as pastagens se misturam com a vegetação de caatinga e no trecho litorâneo é composto de pastagens agrícolas e áreas com florestas secundárias da Mata Atlântica (Bahia, 2015).

## 2.2 Área específica: região da Chapada

A Chapada Diamantina está localizada na Mesorregião do Centro-Sul Baiano, conforme as coordenadas geográficas 12°20'00" S; 41°35'00" O. Abrange uma área de cerca de 152.400 ha compreendido pelos Biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica e vegetação composta por Florestas Ombrófila Densa, Estacional Decidual, Estacional Semidecidual e Mata Ciliar. Os tipos de solos predominantes na região são os Latossolos e Cambissolos, além de solos orgânicos, podsólicos, litólicos, aréias quartzosas e aluviões (Bahia, 1994; Brasil, 2007b). Na região situa o Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), criada no ano de 1985 pelo Decreto Federal nº 91.655/1985 (Brasil, 1978).

O clima predominante em seu entorno é o tipo Bsh, caracterizado como semiárido, pela classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013). No entanto, ocorre na região uma variação entre úmido e semiúmido nos planaltos por causa do relevo (Teixeira & Linsker, 2005). Para o estudo, considerou-se nessa região os municípios de Mucugê e Andaraí.

## 2.3 Área específica: região de Iaçú

A região de Iaçú está situada na porção sul da Mesorregião do Centro-Norte Baiano, conforme as coordenadas 12°46'00" S; 40°13'00" W. Possui clima do tipo Bsh, caracterizado como semiárido, conforme a classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013). Com a ocorrência de longos períodos de seca, o município de Iaçú foi incluído no denominado "*Polígono das Secas*". As áreas produtivas ocupam as extensas superfícies plano-onduladas onde a vegetação natural quase não mais existe, exceto em fragmentos pequenos, irregulares e descontínuos de vegetação composta por caatinga aberta ou densa, com palmeiras, sobre solos classificados em Argissolos, Planossolos solódicos eutróficos, Luvisolos, Cambissolos eutróficos, Neossolos litólicos e regolíticos eutróficos. Apresenta relevo formado pelo Pediplano Sertanejo, Serras Marginais, Planalto dos Geraizinhos e patamar do médio rio Paraguaçu (Bahia, 1994; Vale & Rios, 2016). Para o estudo, considerou-se nessa região os municípios da parte média do rio Paraguaçu (João Amaro e Iaçú).

## 2.4 Seleção dos dados

Os dados foram obtidos no portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídrico da Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional das Águas - SNIRH/ANA (Brasil, 2019), conforme as referências descritivas das estações dos dados originários (Tabela 1).

**Tabela 1.** Estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas para obtenção dos dados no estudo do trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil.

Estações pluviométricas						
Código	Estação	Operadora responsável	Latitude	Longitude	Dados observados	
					Início	Fim
1240003	João Amaro	DNOCS	-12,78	-40,35	1911	1991
1241033	Usina Mucugê	ANA/CPMR	-13,01	-41,37	1985	2015
1241008	Andaraí	ANA/CPMR	-12,80	-41,33	1943	2015
1240016	Iaçu	ANA/CPMR	-12,76	-40,21	1944	2015

Estação fluviométrica						
Código	Estação	Operadora responsável	Latitude	Longitude	Dados observados	
					Início	Fim
5127950	Iaçu	INEMA-BA	-12,76	-40,21	2000	2015

Fonte: Autores (2019).

Para a seleção das estações pluviométricas e a fluviométrica, foi considerada a qualidade da série histórica com poucas falhas de coleta, devidamente corrigidas conforme o método de ponderação regional descrito por Bertoni e Tucci (2007) pela extensão do período de coleta: João Amaro: 80 anos; Usina Mucugê: 30 anos; Andaraí: 72 anos; Iaçu (fluviométrica): 15 anos e Iaçu (pluviométrica): 71 anos. E pela localização para melhor abrangência do local.

A estação fluviométrica de Iaçu foi escolhida para análise das vazões. Foi observado que as estações da parte média do rio (Iaçu e João Amaro) ocorrem secas estendidas.

## 2.5 Processamento e interpretação dos dados

Foi avaliado o comportamento das médias das precipitações acumuladas anuais e mensais para as quatro estações pluviométricas. E a vazão média através dos dados da estação fluviométrica de Iaçu. A análise do estudo da vazão foi considerada levando em conta o princípio de que a vazão está diretamente relacionada a precipitação, influenciada pelo clima, pelos elementos e pelos processos integrados a bacia estudada. Dessa forma, os valores mensurados ao longo da série histórica podem indicar tanto irregularidades pluviométricas como modificações nas variáveis de vazão.

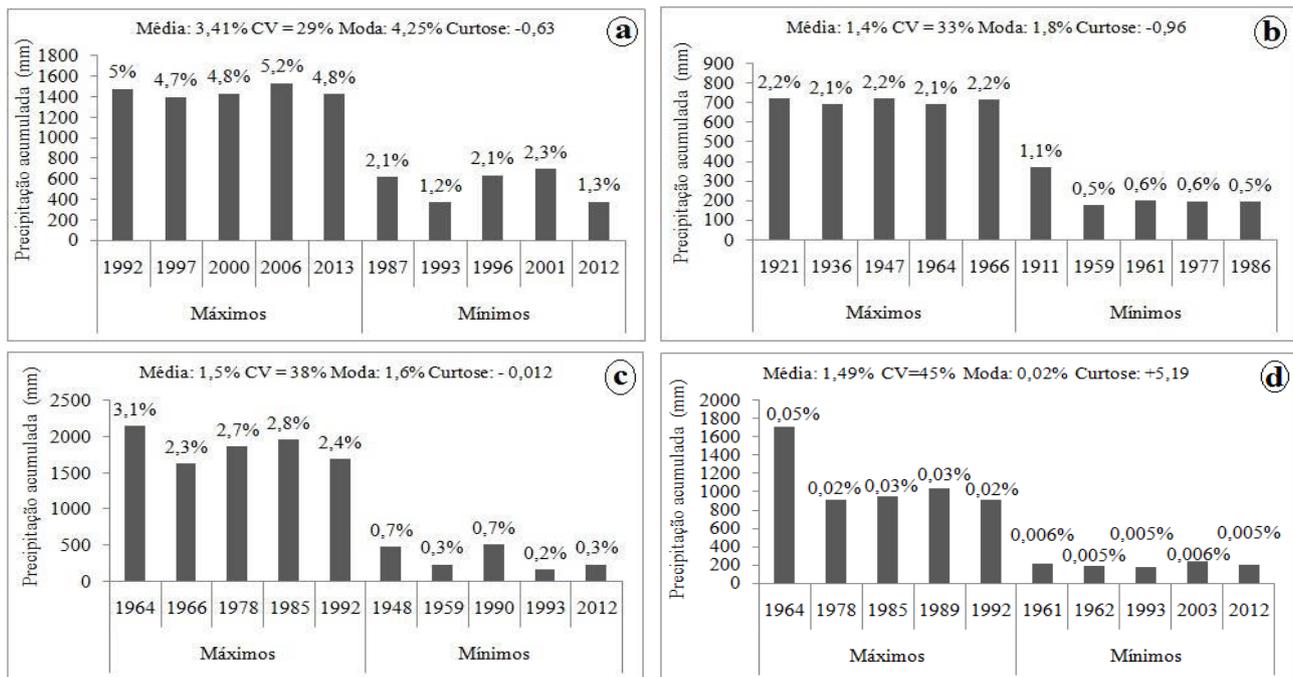
Para o processamento dos dados, utilizou-se o *software Hidroweb*, o qual permite o gerenciamento da base de dados hidrometeorológica, a entrada de dados das entidades reguladoras e o cálculo de funções hidrometeorológicas básicas (Brasil, 2019). A partir da série de dados estabilizadas com as falhas corrigidas, foi possível realizar a análise da distribuição da precipitação e da vazão utilizando gráfico bivariado, para caracterização visual dos períodos considerados, utilizando valores médios e relativos, utilizando-se de planilha Excel 2010.

Com base no comportamento das séries, foi realizada análise de regressão para o melhor ajuste possível para as variáveis das precipitações mensais considerando a dinâmica das precipitações de estação para estação e para as vazões. Para os totais mensais, realizou-se análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade para determinar se há diferenças estatísticas entre os termos. A análise de sazonalidade determinística para os totais mensais foi realizado pelo teste de Friedman a 5% de probabilidade (Friedman, 1937), a fim de saber se há padrão sazonal regular e estável no tempo. E para determinar o nível de aleatoriedade das precipitações ao longo do tempo, fez-se a análise de estacionariedade pelo teste de raiz unitária [ $H_0$  ( $|\varphi| < 1$ );  $H_1$  ( $\varphi = 1$ )] de Wiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin - KPSS, a 5% de probabilidade (Kwiatkowski et al., 1992). Para as análises estatísticas foi utilizado o *software Action Stat 3.6*.®

### 3. Resultados e Discussão

Na Figura 2, apresenta-se o comportamento das precipitações na série histórica e mostram a ocorrência dos intervalos para as médias relativas de precipitação acumulada para os valores de máxima e mínima contribuição, considerando os cinco anos de maiores destaques nos cenários encontrados.

**Figura 2.** Totais de precipitação em máxima e mínima contribuição para os cinco anos de maior destaque no acumulado nas série histórica das estações meteorológica em (a) Mucugê (1985 a 2015), (b) Andaraí (1943 a 2015), (c) João Amaro (1911 a 1991) e (d) Iaçú (1944 a 2015), no estudo do trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil.



Fonte: Autores (2019).

Em uma análise de tendência linear, as series de maior longevidade em Andaraí (72 anos), João Amaro (80 anos) e Iaçú (71 anos), respectivamente as Figuras 2.b, c, d, apresentaram uma leve tendência decrescente para os totais precipitados para cada ano com médias relativas de contribuição menores que 1,5%. Para a série de menor longevidade Mucugê (30 anos), houve uma tendência mostrando flutuações dos dados (Figura 2.a), embora com maior média relativa (3,4%) de contribuição.

Os valores médios acumulados relativos anuais da precipitação apresentaram alta variabilidade na distribuição pluviométrica, com coeficiente de variação acima de 25%, o que é considerado alto, segundo Gomes (1990). O maior coeficiente de variação registrado foi 45% em Iaçú (Figura 2.d) e 29% o menor em Andaraí (Figura 2.b). Maiores coeficientes podem indicar a ocorrência de alta variabilidade pluviométrica, proporcionando características irregulares aos volumes pluviais durante a série histórica.

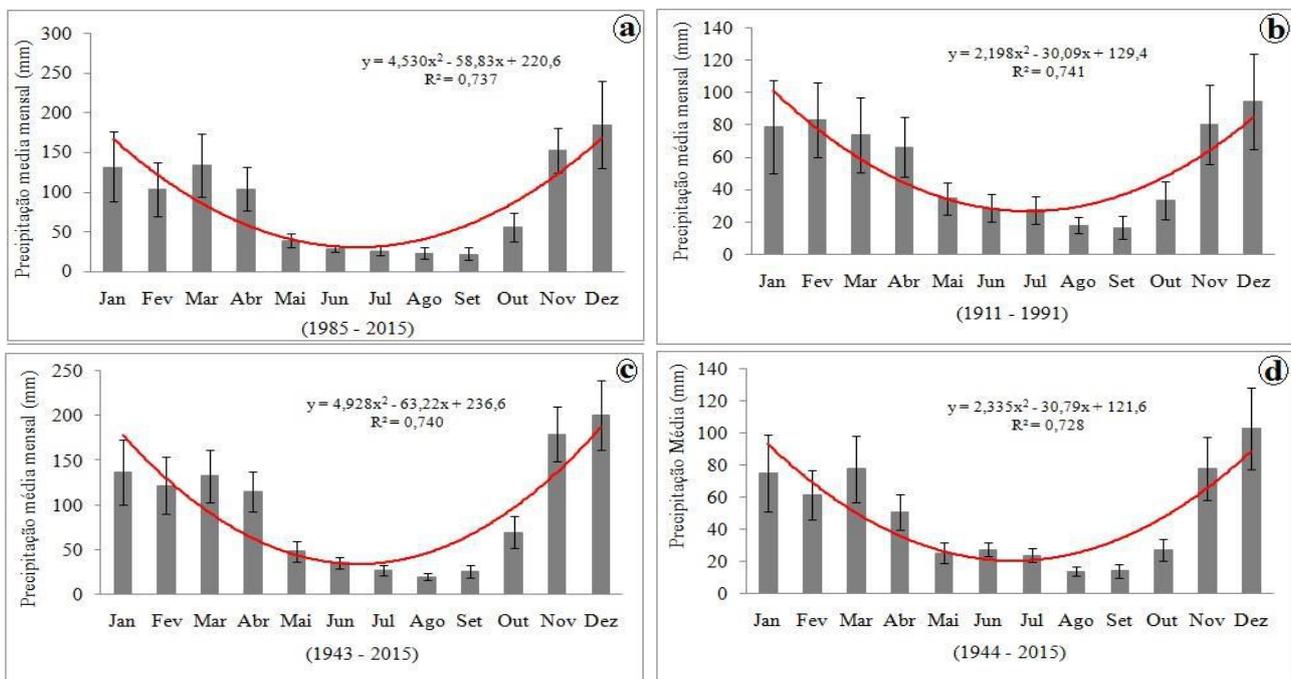
Os anos de destaque nas precipitações em Mucugê (Figura 2.a) ocorreram ao menor intervalo médio (6,25 anos) se comparada com as outras localidades, com intervalos de 3, 5, 6, 7 e 11 anos, tanto entre os de máxima quanto entre os anos de mínima contribuição. Andaraí (Figura 2.b), com intervalos de 2, 11, 15 e 17 anos (máxima) e de 48, 2, 16 e 9 anos (mínima) de ocorrência, apontou as maiores médias: 11,25 anos e 18,75 anos, respectivamente para máxima e mínima.

Sousa et al. (2016), estudando o índice de precipitação padronizada para os extremos de chuvas e secas na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, notaram uma tendência para ocorrência de picos elevados de chuva com base na frequência dos eventos extremos de chuvas e extremos de secas. O que corrobora o comportamento da série histórica no presente estudo.

Analisando as diferenças de ocorrência, percebe-se que uma menor diferença da média relativa entre dois períodos, implica a ocorrência do fenômeno pluviométrico em um espaço curto de tempo, podendo ser a precipitação de alta ou de baixa intensidade. Desse modo, é desejável que ocorra intervalos menores para as contribuições de máxima precipitação, muito embora, havendo igualdade entre os intervalos de mínima ou de máxima, possivelmente tende ao não comprometimento da manutenção regular dos níveis de água dos mananciais naturais. Sobretudo tratando-se de altas precipitações bem distribuídas nos intervalos anuais. Nesse sentido, Silva et al. (2011) enfatizam que a variabilidade da precipitação pluvial não é uniforme no Nordeste do Brasil, sendo menor no período chuvoso que no período seco.

Na Figura 3 são mostradas as variações nas precipitações mensais das séries históricas consideradas, tendo o primeiro e o último trimestre com as maiores precipitações para as duas regiões: Chapada (Mucugê e Andaraí) e Iaçú (João Amaro e Iaçú). Considerando-se que as chuvas de verão correspondem ao último e aos primeiros meses do ano (dezembro a fevereiro).

**Figura 3.** Totais mensais de precipitação das séries históricas da estação de: (a) Mucugê (1985 a 2015), (b) Andaraí (1943 a 2015), (c) João Amaro (1911 a 1991) e (d) Iaçú (1944 a 2015), no estudo do trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil.



Fonte: Autores (2019).

No período de transição do outono para o inverno (março-junho) a precipitação média mensal em Mucugê (Figura 3.a) caiu 78,42%, passando de 133,5 mm para 28,8 mm. Em Andaraí (Figura 3.c), a queda foi de 73,11% (132,4 mm para 35,6 mm). Na passagem do inverno para a primavera (junho-setembro) os valores permaneceram estáveis com uma média de 25 mm e 27 mm para Mucugê e Andaraí, respectivamente. No período de transição da primavera para o verão (setembro-dezembro), ocorre um aumento considerável na precipitação em Mucugê de 87,98% (22,2 mm para 184,7 mm). Em Andaraí os valores também aumentaram de forma expressiva em 87,23%, passando de 25,6 mm para 200,5 mm.

A estação localizada em João Amaro (Figura 3.b) apresentou uma queda na precipitação do outono para o inverno (março-junho) de 61,24%, passando de 73,8 mm para 28,6 mm. No período de passagem do inverno para a primavera (junho-setembro), a precipitação se manteve relativamente estável com uma média de 22,7 mm. E da primavera para o verão (setembro-dezembro) apresentou um aumento considerável de 81,65%, passando de 16,6 mm para 94,3 mm.

A estação localizada em Iaçú (Figura 3.d) registrou uma diminuição na precipitação do outono para o inverno (março-junho) de 65,16%, passando de 77,8 mm para 27,1 mm. No período de passagem do inverno para a primavera (junho-setembro) a precipitação se manteve relativamente estável com uma média de 19,62 mm. Já considerando a mudança da primavera para o verão (setembro-dezembro), houve um forte aumento de 86,40% (14 mm para 103 mm).

Da passagem do verão ao outono (dezembro a abril), a precipitação manteve-se relativamente estável, embora com comportamento decrescente, para todas as regiões. De um modo geral, o verão foi o período que apresentou as maiores médias de precipitação para ambas as estações de coleta tendo dezembro o mês com a maior concentração de chuvas e agosto e setembro os meses com as menores precipitações.

Estudando a variabilidade pluviométrica no município de Itaetê-Ba, Andrade e Fernandes (2012) também encontraram uma dinâmica das médias pluviométricas, onde ficaram mais concentradas nos meses de outubro a março e com alta variabilidade interanual, caracterizando-as como um regime de chuvas unimodal. Registrando ainda o mês de dezembro como o mais chuvoso e junho o mais seco. Sousa et al. (2016) registraram na bacia do rio Paraguaçu, o período de novembro a abril como o período mais chuvoso e setembro a outubro o período mais seco.

De acordo com Silva et al. (2012), a precipitação do centro da Bahia entre os meses de novembro e março, com o mês de dezembro em destaque, está ligada a entrada de sistemas frontais na orientação equatorial. Os maiores valores de precipitação em grande parte da região Nordeste do Brasil ocorrem no primeiro semestre do ano, segundo Silva et al. (2011).

A Tabela 2 mostra os resultados da análise de sazonalidade determinística e estacionariedade para os totais mensais. Pela interpretação dos valores observados, não existe sazonalidades determinísticas para os totais mensais das séries temporais avaliadas pelo teste Friedman, uma vez que todos os coeficientes são 'nulos'. Já pelo teste de KPSS (onde a hipótese nula é de que não existe raiz unitária), os resultados demonstram ocorrência de estacionariedade para as séries temporais analisadas com exceção, apenas, para os meses de julho em João Amaro e novembro em Iaçú.

**Tabela 2.** Análise de sazonalidade e de estacionariedade (p-valor < 0,05) para os totais mensais de precipitações das séries históricas de Mucugê (1985 a 2015), Andaraí (1943 a 2015), João Amaro (1911 a 1991) e Iaçú (1944 a 2015), no estudo do trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil.

<b>Sazonalidade determinística pelo Teste Friedman</b>												
Ocorrência	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mucugê	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097
Andaraí	0,862	0,862	0,344	0,870	0,799	0,446	0,293	0,951	0,670	0,190	0,659	0,979
João Amaro	0,585	0,058	0,622	0,464	0,066	0,066	0,690	0,358	0,636	0,628	0,973	0,093
Iaçú	0,448	0,523	0,737	0,372	0,816	0,227	0,059	0,799	0,909	0,301	0,532	0,819
<b>Estacionariedade pelo Teste KPSS</b>												
Ocorrência	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mucugê	0,100	0,100	0,100	0,060	0,100	0,100	0,089	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Andaraí	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,078	0,100	0,100	0,100	0,100
João Amaro	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,069	0,043	0,090	0,100	0,100	0,100	0,100
Iaçú	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,045	0,100

Fonte: Autores (2019).

Desse modo, o efeito da sazonalidade inexistente, mostra que as precipitações não se repetem a cada período de forma idêntica no tempo, ou seja, em épocas específicas do ano. E a estacionariedade observada, por sua vez, implica um comportamento aleatório das precipitações ao longo do tempo, acompanhando uma média constante e com uma tendência cíclica de se repetir, ora com meses de altas precipitações, ora com baixas precipitações ano após ano.

Conforme Marengo et al. (2011), as precipitações no Nordeste se comportam com elevada variabilidade interanual, alternando anos altamente secos e outros chuvosos. O que corrobora os resultados do presente estudo. Andrade e Fernandes

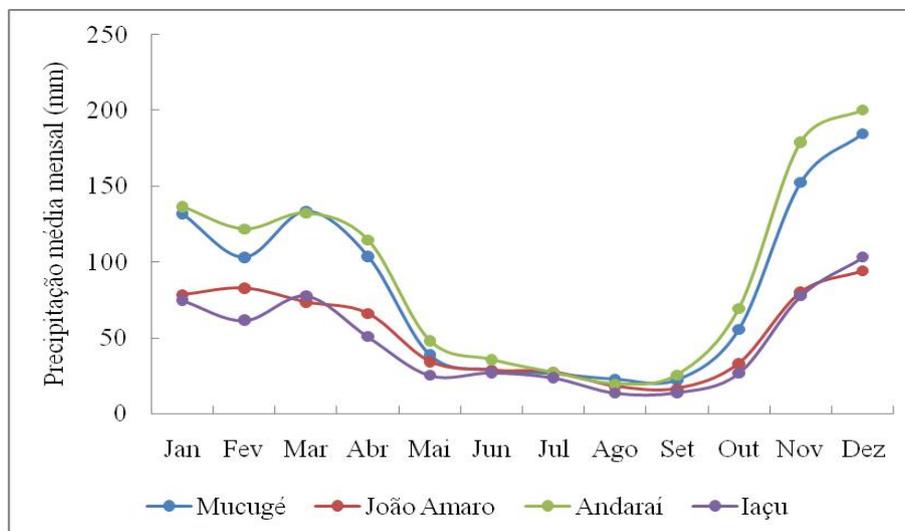
(2012), lembram ainda que as chuvas mais concentradas no verão são derivadas da atuação altamente considerável da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Importante ressaltar que em locais semiáridos, a irregularidade temporal e espacial das chuvas é um fator, muitas das vezes, mais importante do que os totais pluviométricos mensais (Marengo et al., 2011).

Nesse sentido, Silva et al. (2008) destacam que uma forte irregularidade no regime das chuvas (mensal e sazonal), implica em consequências relevantes para as escalas ambientais, sociais e econômicas. Importante frisar ainda que a relação direta com a economia, em especial a agropecuária, pode trazer feitos imediatos e preocupantes ao setor, caso a aleatoriedade ocorra com intervalos longos ou com baixas precipitações periódicas não previstas. Principalmente, conforme Villa et al. (2022), tratando-se de um balanço hídrico através do controle de entradas e saídas de água do sistema.

Em estudo realizado por Silva et al. (2008), os autores concluíram que a variação interanual do regime de precipitação no Vale do Médio Paranapanema confirma uma correlação latente com a produtividade agrícola se apresentando de maneira diferente para cada cultura onde as espécies anuais apresentaram maior vulnerabilidade a variação de precipitação, sendo que esta relação é dependente do nível de desenvolvimento e o emprego de tecnologia para uma determinada cultura.

Braga et al. (1998) explicam que o estado da Bahia por conta da posição geográfica, sofre influência de variados sistemas atmosféricos em diferentes épocas do ano, resultando em uma significativa variabilidade de precipitação ao longo do seu território. Isso é observado se compararmos também os valores de precipitação média para as estações localizadas na Chapada Diamantina (Mucugê e Andaraí) e em Iaçú (João Amaro e Iaçú), visto na Figura 4.

**Figura 4.** Agrupamento das estações pluviométricas para os meses do ano das séries históricas consideradas: Mucugê (1985 a 2015), Andaraí (1943 a 2015), João Amaro (1911 a 1991) e Iaçú (1944 a 2015), no estudo do trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil.

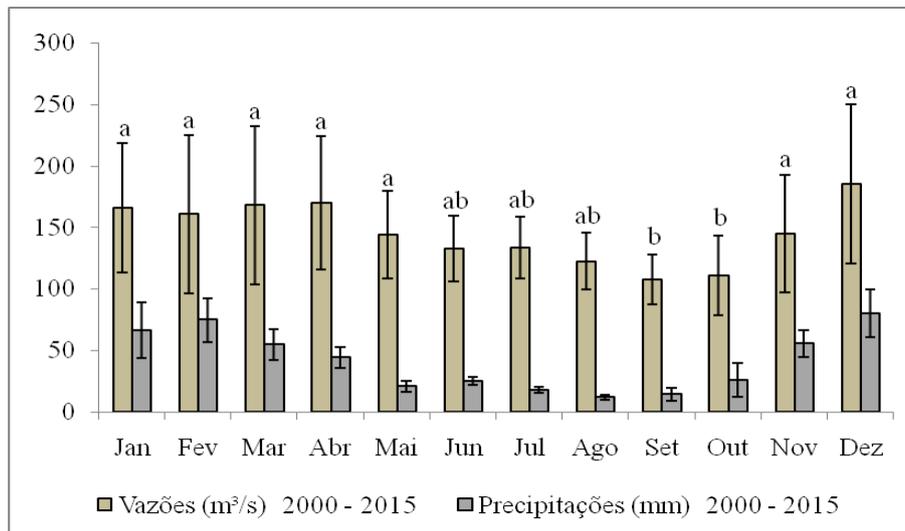


Fonte: Autores (2019).

Na parte que compreende a região de Iaçú o maior valor de precipitação média registrado no mês de dezembro foi pouco mais de 80 mm para João Amaro e pouco mais de 100 mm para Iaçú. Já na Chapada Diamantina o valor observado para o mesmo mês de dezembro foi em pouco mais de 200 mm em Andaraí e mais de 180 mm em Mucugê, quase o dobro do que está descrito no agrupamento das precipitações de Iaçú. Segundo Sousa et al. (2016), os valores máximos de precipitação na parte oeste, região da Chapada Diamantina, ocorre pela influência das chuvas orográficas. E na parte leste na bacia do rio Paraguaçu (região de Iaçú), é devido à proximidade do litoral.

Com o intuito de checar a disponibilidade de água para o rio nesta área de Iaçú, as vazões do rio foram analisadas com base nos valores fluviométricos obtidos, bem como pelas médias pluviométricas para o mesmo período apresentado (Figura 5).

**Figura 5.** Totais mensais médios de vazões e médios de precipitações para o mesmo período (2000 - 2015) em Iaçú, no estudo do trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil. As diferenças significativas entre os meses de vazão são indicadas por letras diferentes (Tukey,  $p < 0,05$ ).



Fonte: Autores (2019).

Considerando as médias das vazões mensais da série histórica, nota-se que houve diferenças estatísticas entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, conforme se observa pelas letras diferentes. Os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, novembro e dezembro, com as maiores médias das vazões, apresentam-se semelhantes estatisticamente entre si. Setembro e outubro, com as menores médias da série, mostram-se semelhantes estatisticamente entre si e diferentes estatisticamente dos meses anteriores. Os meses de junho, julho e agosto não diferem estatisticamente entre si, embora se apresentem próximos tanto das maiores quanto das menores médias de vazões da série histórica.

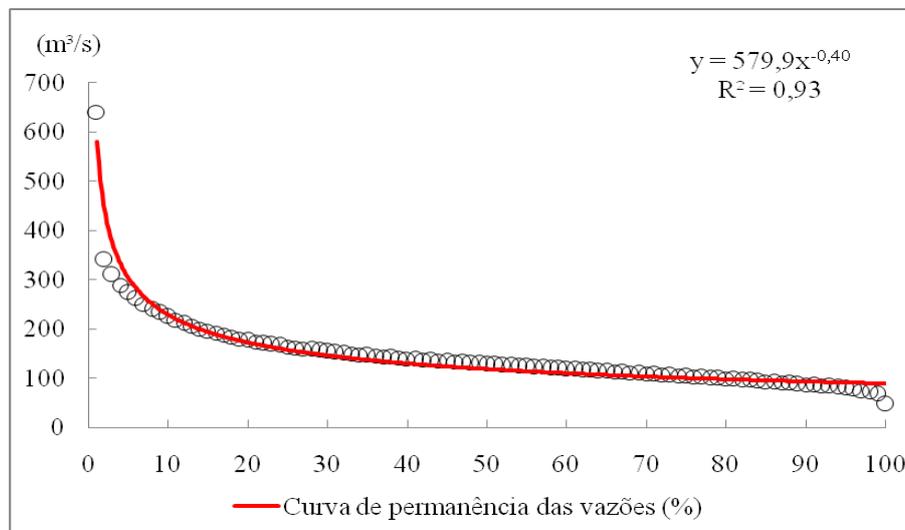
Isso permite ponderar que as vazões médias mensais, mesmo nos períodos com poucas chuvas, mantêm-se constantes sem mudanças significativas no padrão de distribuição das vazões ao longo do ano, o que pode significar um importante indicativo de possível ausência de sazonalidade. Observa-se ainda que os meses seguem uma queda acentuada na precipitação, entretanto as diferenças dos valores para as vazões não são discrepantes. Isto pode ter ocorrido por conta de diferentes variações das precipitações ocorridas ao longo da série histórica. Bem como pelos valores precipitados na região da Chapada Diamantina (Mucugê e Andaraí) que mesmo nos meses mais secos, podem ter contribuído com mais águas em toda extensão do rio. Chiaranda et al. (2012), analisando a precipitação e a vazão da Bacia do rio Cuiabá, na porção centro sul do estado de Mato Grosso, observaram que as séries temporais de vazão e de precipitação apresentaram ritmos semelhantes de aumento e diminuição, onde as vazões médias mensais máximas foram evidenciadas nos períodos com maiores precipitações. Em análise da vazão no município de Cachoeira no Piráí-Pa, Silva et al. (2021) também registraram os meses chuvosos com maiores vazões e os meses mais secos com ocorrência de vazões menores.

De acordo com Braga et al. (1998), na Chapada Diamantina se caracteriza, expressivamente, o efeito orográfico da Bahia, acometendo as circulações oriundas do litoral com sentido ao interior. Segundo Cândido e Nunes (2008), o efeito orográfico atua como dinamizador, imprimindo no local algumas especificidades na dinâmica do regime de precipitação, diferenciando ocasionalmente de forma significativa os regimes pluviométricos em localidades próximas.

Em todo estado da Bahia, ressalta Dourado et al. (2013), as estações secas e chuvosas são bem definidas, sendo os volumes pluviométricos do período chuvoso responsáveis por grande parte dos totais anuais de precipitação. Esta circunstância explica ainda a incompatibilidade dos parâmetros de umidade e vegetação em sua abrangência na região da Chapada, onde na porção oriental a tendência é a retenção de umidade e a vertente ocidental apresentando as características do semiárido.

A curva de permanência das vazões em Iaçú, no período de 2000 a 2015, mostra um bom ajuste das vazões em todos os pontos de máximas, médias e mínimas (Figura 6). A probabilidade das vazões permanecerem em 100 m<sup>3</sup>/s ou acima deste valor é de 80%, onde o ajuste começa a não ser bom com permanência maior que 80% em relação as vazões mínimas.

**Figura 6.** Previsão de ocorrência das vazões em Iaçú (2000 a 2015), no estudo do trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil.



Fonte: Autores (2019).

Para a média anual de vazão de 145 m<sup>3</sup>/s, a probabilidade de permanência é de 60%. A avaliação da vazão com 90% de permanência, tomada como referência para concessão da outorga de uso da água (Bahia, 2007), está abaixo de 100 m<sup>3</sup>/s.

Observa-se que as probabilidades de vazões esperadas para Iaçú são consideráveis para ambos os cenários, tanto em 100 m<sup>3</sup>/s quanto em 145m<sup>3</sup>/s para a média anual, ainda que ocorrendo baixa precipitação.

A vazão manteve-se permanente pela contribuição constante de água subterrânea acumuladas do lençol freático, possivelmente, pela forte contribuição dos tributários da região da Chapada em função de sua precipitação marcante, como assinalado anteriormente.

Por outro lado, vale mencionar que a região de Iaçú possui pouco remanescente de sua cobertura vegetal original (Vale & Rios, 2016), podendo com isso, possivelmente, afetar no médio e longo prazo as vazões do rio. Pois na medida em que a cobertura da vegetação é reduzida, o escoamento superficial torna-se maior que a própria capacidade de infiltração da água no solo, já que em ambientes naturais a infiltração das águas pluviais é favorecida, dentre outros fatores, pela cobertura vegetal existente (Vogel et al., 2009; Tambosi et al., 2015; Rodrigues et al., 2015; Vidaletti et al., 2021).

Pessoa et al. (2011), estudando as curvas de vazão na região do estado do Pará, notaram pouca contribuição subterrânea quando no término do período chuvoso na região da vazão avaliada. O que pode estar relacionado a qualidade edáfica e o nível de conservação da cobertura vegetal.

Com isso, deve-se levar em conta, principalmente, as características e o nível de conservação da vegetação, em especial das nascentes e dos topos de morros em áreas de proteção permanente (APP) em razão de sua importância (como áreas de recargas) para a manutenção das águas subterrâneas, por exemplo (Brasil, 2012; Tambosi et al., 2015; Rodrigues et al., 2015; Ferreira et al., 2021).

Situação essa que deve ser observada com maior preocupação, portanto, para a região de Iaçú. O que se torna imprescindível, como estratégia para o entendimento dos processos do ambiente, a realização do planejamento ambiental de uso do solo e dos corpos hídricos, a torná-los menos susceptível aos impactos ambientais (Santos et al., 2021). Para Rocha e Santos (2018), o ponto de partida para um planejamento correto dos recursos hídricos, é a integração dos estudos dos regimes hidrológicos dos rios e suas variações nas estratégias de gerência, não perdendo de vista também as alterações antrópicas no fluxo do rio que resultam, principalmente, em problemas de abastecimento.

#### 4. Considerações Finais

De acordo com os resultados, os totais médios mensais de precipitação mostram-se estacionários e sem sazonalidade determinística para todas as séries históricas no trecho sudoeste da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu.

O mês de dezembro mostrou-se o mais chuvoso e os meses de agosto e setembro os mais secos, tanto para a área da Chapada (Mucugê e Andaraí), como para a parte média do rio na região de Iaçú (João Amaro e Iaçú).

As probabilidades das vazões ocorrerem de forma permanentes ao longo do ano em Iaçú são significativas, independentemente da estação climática e da intensidade pluviométrica.

#### Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- Andrade, H. O., & Fernandes, R. C. (2012). Contribuição ao estudo da variabilidade pluviométrica no município de Itaetê - BA. *Revista Geonorte*, Edição Especial 2. 2(5): 1066-1075.
- Andreoli, R. V., & Kayano, M. T. (2007). A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 22(1): 63-74.
- Bahia. (1994). Centro de Estatística e Informações (CEI). *Informações Básicas dos Municípios Baianos*. Salvador: Governo do Estado da Bahia. 297 p.
- Bahia. (2007). Superintendência de Recursos Hídricos (SRH) – *Instrução Normativa nº 01 de 27 de fevereiro de 2007*. Dispõe sobre a emissão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Bahia, assim como a sua renovação, ampliação, alteração, transferência, revisão, suspensão e extinção e dá outras providências. <http://www.seia.ba.gov.br/legislacao-ambiental/instrucoes-normativas/instru-o-normativa-ing-n-01>.
- Bahia. (2015). Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). *Comitê de Bacia Hidrográfica do Paraguaçu*. <<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/comites-de-Bacias/comites/cbh-paraguacu/>>.
- Barreto, L. V., Fraga, M. D. S., Barros, F. M., Rocha, F. A., Amorim, J. D. S., Carvalho, S. R. D., Bonomo, P., & Silva, D. P. D. (2014). Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. *Revista Ambiente & Água*, 9(1): 118-129.
- Bertoni, J. C., & Tucci, C. E. M. (2007). *Precipitação*. In: Tucci, C. E. M. (Org). *Hidrologia: Ciência e aplicação*. UFRGS. p. 177-241.
- Bezerra, A. C. N. (2006). *Aspectos da circulação atmosférica de grande escala sobre o Norte e Nordeste do Brasil relacionados com a temperatura da superfície do mar*. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), 90p. - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB, 90p.
- Botelho, R. G. M., & Silva, A. S. (2004). *Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental*. In: Vitte, A. C., Guerra, A. J. T. (Orgs.), *Reflexões sobre a Geografia Física*. Rio de Janeiro: Editora Berthand Brasil, 153-192.
- Braga, C. C., Melo, M. L. D. de., & Melo, E. C. S. (1998). *Análise de agrupamento aplicada a distribuição da precipitação no Estado da Bahia*. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 10, Brasília-DF. Anais... Sociedade Brasileira de Meteorologia. 185-762.
- Brasil. (1978). *Decreto nº 91.655, de 17 de setembro de 1978*. Cria o Parque Nacional da Chapada da Diamantina. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/1985-1987/d91655.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1985-1987/d91655.htm).
- Brasil. (1997a). *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)

- Brasil. (2007b). *Plano de Manejo do parque Nacional da Chapada Diamantina*. Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMbio). Apoio: IBAMA. <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/parna\\_chapada\\_diamantina.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/parna_chapada_diamantina.pdf)>.
- Brasil. (2012). *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm).
- Brasil. (2019). *Hidroweb – Sistema de Informações Hidrológicas*. Agência Nacional das Águas (ANA). <<http://www.snirh.gov.br/Hidroweb/publico/apresentacao.jsf>>.
- Buzelli, G. M., & Cunha-Santino, M. B. da. (2013). Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. *Rev. Ambient. Água*, 8(1): 186-205.
- Cândido, D. H., & Nunes, L. H. (2008). Influência da orografia na precipitação o da área entre o vale do rio Tietê e a Serra da Mantiqueira. *Geosp*, 1(24): 8-27.
- Cardoso, C. A., Dias, H. C. T., Soares, C. P. B., & Martins, S. V. (2006). Caracterização morfométrica da Bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. *Revista Árvore*, 30(2): 241-248.
- Carregosa, R. A., & Andrade, H. O. (2012). Análise preliminar da pluviometria na Bacia hidrográfica do rio de una, Chapada Diamantina-BA. *Revista Geonorte*, Edição Especial 2, 1(5): 370-381.
- Chiaranda, R., Rizzi, N. E., Colpini, C., Soares, T. S., & Silva, V. S. M. e. (2012). Análise da precipitação e da vazão da bacia do Rio Cuiabá. *revista brasileira de ciências agrárias*, 7(1): 117-122.
- Dourado, C. D. S., Oliveira, S. R. D. M., & Avila, A. M. H. D. (2013). Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no Estado da Bahia. *Bragantia*, 72(2): 192-198.
- Fan, F. M., Maria-Helena, R., & Collischonn, W. (2015). Sobre o uso de previsões hidrológicas probabilísticas para tomada de decisão. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20(4): 914-926.
- Ferreira, R. A., Nascimento, M. I. C., Gama, D. C., Santos, T. I. S., Oliveira, D. G. de., Silva, A. J. da., & Mello, A. A. de. (2021). Aspectos da vegetação e estado de conservação de nascentes do rio Piauitinga, Sergipe-Brasil. *Advances in Forestry Science*, 8(4): 1591-1604.
- Freire, J. L. M., Lima, J. R. A., & Cavalcanti, E. P. (2011). Análise de aspectos meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em anos de El Niño e La Niña. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 3: 429-444.
- Friedman, M. (1937). The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the american statistical association*, 32(200): 675-701.
- Gomes, F. P. (1990). *Curso de estatística experimental*. (12a ed.), Nobel. 467p.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of econometrics*, 54(1-3): 159-178.
- Lamas, I. R., Rita, L. S., & Miranda, R. M. (2016). *Semeando águas no Paraguaçu*. Conservação Internacional: Brasil, 180p.
- Marengo, J. A., Alves, L. M., Beserra, E., & Lacerda, F. (2011) *Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro*. in: Medeiros, S. de S., Gheyi, H. R., Galvão, C. de O., Paz, V. P da S. (Orgs.). Recursos Hídricos e Regiões Áridas e Semiáridas. INSA: Campina Grande, p. 383- 416.
- Mendonça, F. & Danni-Oliveira, I. M. (2007). *Climatologia: noções básicas e clima do Brasil*. Oficina de Textos, 208p.
- Nóbrega, R. S., & Santiago, G. A. C. F. (2016). Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. *Revista de Geografia Norte Grande*, 63: 9-26.
- Oliveira, A. G., & Assunção, W. L. (2009). A importância dos dados das variáveis climáticas nas pesquisas em geografia: um estudo de caso empregando a precipitação pluviométrica. *Caminhos de Geografia*, 10(31): 147-157.
- Pessoa, F. C., Blanco, C. J., & Martins, J. R. (2011). Regionalização de curvas de permanência de vazões da região da Calha Norte no Estado do Pará. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 16(2): 65-74.
- Rocha, P. C. (2010). Indicadores de alteração hidrológica no Alto Rio Paraná: intervenções humanas e implicações na dinâmica do ambiente fluvial. *Sociedade & Natureza*, 22(1): 191-211.
- Rocha, P. C., & Santos, A. A. (2018). Análise hidrológica em Bacias hidrográficas. *Mercator*, 17(e.17025): p. 1-18.
- Rodrigues, V. A., Sánchez-Román, R. M., Tarjuelo, J. M., Sartori, M. M. P., & Canales, A. R. (2015). Avaliação do escoamento e interceptação da água das chuvas. *Irriga*, 1(1): 1–13.
- Santos, F. D. dos., Cruz, J. C., Swarowsky, A., Weiler, E. B., Fantinel, R. A., Andrzejewski, C., & Ferrari, K. F. H. (2001) Contribuição ao zoneamento agrossilvipastoril com base na perda de solo e balanço hídrico climatológico. *Research, Society and Development*, 10(8): e35710817517.
- Santos, S. R. Q. dos., Cunha, A. P. M. do. A., & Ribeiro-Neto, G. G. (2019). Avaliação de dados de precipitação para o monitoramento do padrão espaço-temporal da seca no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 15(25): 80-100.
- Silva, C. P. R., Pereira, E. R. R., & Almeida, R. S. R. (2012). Estudo da variabilidade anual e intra-anual da precipitação na região nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 27(2): 163-172.

- Silva, D. F., Pantano, A. P., & Sant'anna Neto, J. L. (2008). Variabilidade da precipitação e produtividade agrícola na região do médio Paranapanema, SP. *Climatologia agrícola*, 3: 101-116.
- Silva, G. R. (2003). *Características de Vento da Região Nordeste: análise, modelagem e aplicações para projetos de centrais eólicas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 141p.
- Silva, G. R. da., Silva, F. S. da., Duarte, J. M., & Tavares, A. R. F. (2021). Análise de tendências nas séries históricas de precipitação e curva de permanência de vazão no município Cachoeira do Piriá, Pará. *Research, Society and Development*, 10(6): e38210615850.
- Silva, V. P. da., Pereira, E. R., Azevedo, P. V. D., Sousa, F. D. A. de., & Sousa, I. F. D. (2011). Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(2): 131-138.
- Sousa, F. D. A. S. D., Macedo, M. J. H., Guedes, R. V. S., & Silva, V. P. R. (2016). O Índice de Precipitação Padronizada (IPP) na identificação de extremos de chuvas e secas na Bacia do rio Paraguauçu (BA). *Ambiência Guarapuava*, 12(2): 707-719.
- Tambosi, L. R., Vidal, M. M., Ferraz, S. F. D. B., & Metzger, J. P. (2015). Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos avançados*, 29: 151-162.
- Tanajura, C. A. S., Genz, F., & Araujo, A. de. (2010). Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: validação da simulação do clima presente do HadRM3P e comparação com os cenários A2 e B2 para 2070-2100. *Rev. bras. Meteorol*, 25(3): 345-358.
- Teixeira, W., & Linsker, R. (2005). *Chapada Diamantina. Águas no Sertão*. Terra Virgem, 160p.
- Tomaziello, A. C. N. (2014). *Variabilidade da Zona de Convergência Intertropical do Atlântico durante as estações seca e chuvosa da América do Sul tropical*. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, São Paulo-SP, 194p.
- Tucci, C. E. M. (2002). *Regionalização de vazões*. UFRGS, 14p.
- Vale, R. D. M. C. do., & Rios, I. Q. (2015). Relevo e produção do espaço na depressão sertaneja meridional, Bahia. *Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais*, 6(3): 203-216.
- Vidaletti, V. F., Marins, A. C. de., Secco, D., Rizzi, R. L., & Chang, P. (2021). Impacto da cobertura do solo, declividade e precipitação na infiltração de água no solo. *Research, Society and Development*, 10(17): e193101724562.
- Villa, B. de., Petry, M. T., Martins, J. D., Tonetto, F., Tokura, L. K., Moura, M. B. de., Silva, C. M. da., Gonçalves, A. F., Cerveira, M. P., Slim, J. E., Santos, M. S. dos., Bellé, M. G., & Jimenez, D. H. (2022). Balanço hídrico climatológico: uma revisão. *Research, Society and Development*, 11(6): e50211626669.
- Vogel, H. F., Zawadzki, C. H., & Metri, R. (2009). Florestas ripárias: importância e principais ameaças. *Revista de Saúde e Biologia*, 4(1): 24-30.