

**CARACTERIZAÇÃO DAS VAZÕES EM DUAS ESTAÇÕES
FLUVIOMÉTRICAS LOCALIZADAS NO RIO ITACAIÚNAS-PA E
PARAUPEBAS-PA, NA SUB-REGIÃO HIDROGRÁFICA ITACAIÚNAS
(SRHI)**

**CHARACTERIZATION OF FLOW RATES AT TWO FLUVIOMETRIC
STATIONS LOCATED ON THE ITACAIÚNAS RIVER, PA AND
PARAUPEBAS, PA, IN THE ITACAIÚNAS HYDROGRAPHIC
SUB-REGION (SRHI)**

**CARACTERIZACIÓN DE LOS CAUDALES EN DOS ESTACIONES
FLUVIOMÉTRICAS UBICADAS EN LOS RÍOS ITACAIÚNAS, PA Y
PARAUPEBAS, PA, EN LA SUBREGIÓN HIDROGRÁFICA
ITACAIÚNAS (SRHI)**

Sâmyra Silva Lima

Universidade do Estado do Pará,
Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Belém, Brasil
myra.lima.07533@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9507-53>

Isabella de Oliveira Lacerda

Universidade do Estado do Pará,
Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Belém, Brasil
isabellaolacerda1@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0001-5367-2669>

Glauber Epifanio Loureiro

Universidade Federal do Pará,
Mestre em Engenharia civil, Belém, Brasil
epfania@uepa.br
<http://orcid.org/0000-0002-0801-5296>

RESUMO

A água é um recurso indispensável para a manutenção da vida no planeta e apresenta desafios crescentes à sua gestão. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi caracterizar as vazões dos rios Itacaiúnas e Parauapebas, situados na Sub-Região Hidrográfica Itacaiúnas (SRHI). Os dados fluviométricos foram obtidos na Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional de Águas (ANA), por meio do portal Hidroweb. Identificaram-se apenas duas estações com séries temporais consistentes na região: a primeira (código 29100000), com 30 anos de dados (1980–2020), e a segunda (código 29070100), com 10 anos (2010–2020). Observou-se que a região possui sazonalidade hidrológica bem definida, compreendendo o período chuvoso entre outubro e abril e o período de estiagem entre maio e setembro. Ademais, a aplicação de testes não paramétricos indicou uma tendência irrisória nas análises de regressão linear e de *Pettitt*. Contudo, tais resultados não foram corroborados pelo teste de *Mann-Kendall*, que apresentou p-valor

superior ao nível de significância adotado, indicando, portanto, a ausência de tendência estatisticamente significativa.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Sudeste Paraense, Vazão.

ABSTRACT

Water is an indispensable resource for sustaining life on the planet and presents growing challenges for its management. In this sense, the objective of this study was to characterize the streamflow of the Itacaiúnas and Parauapebas rivers, located in the Itacaiúnas Hydrographic Sub-Region (SRHI). Fluvimetric data were obtained from the National Hydrometeorological Network of the National Water Agency (ANA), through the Hidroweb portal. Only two stations with consistent time series were identified in the region: the first (code 29100000), with 30 years of data (1980–2020), and the second (code 29070100), with 10 years (2010–2020). It was observed that the region has a well-defined hydrological seasonality, comprising the rainy season from October to April and the dry season from May to September. Furthermore, the application of non-parametric tests indicated negligible trends in the linear regression and Pettitt analyses. However, these results were not corroborated by the Mann-Kendall test, which showed a p-value above the adopted significance level, thus indicating the absence of a statistically significant trend..

Keywords: Water resource, Southeast Pará, Flow rate.

RESUMEN

El agua es un recurso indispensable para el mantenimiento de la vida en el planeta y presenta desafíos crecientes para su gestión. En este sentido, el objetivo de este estudio fue caracterizar los caudales de los ríos Itacaiúnas y Parauapebas, situados en la Subregión Hidrográfica Itacaiúnas (SRHI). Los datos fluvimétricos fueron obtenidos de la Red Hidrometeorológica Nacional de la Agencia Nacional de Aguas (ANA), a través del portal Hidroweb. Se identificaron solo dos estaciones con series temporales consistentes en la región: la primera (código 29100000), con 30 años de datos (1980–2020), y la segunda (código 29070100), con 10 años (2010–2020). Se observó que la región posee una estacionalidad hidrológica bien definida, que comprende el período lluvioso entre octubre y abril y el período de estiaje entre mayo y septiembre. Además, la aplicación de pruebas no paramétricas indicó una tendencia irrisoria en los análisis de regresión lineal y de Pettitt. No obstante, dichos resultados no fueron corroborados por la prueba de Mann-Kendall, la cual presentó un p-valor superior al nivel de significancia adoptado, indicando, por tanto, la ausencia de una tendencia estadísticamente significativa.

Palabras clave: Recursos Hídricos, Sudeste de Pará, Caudal.

1.INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural importante para a manutenção da vida no planeta e leva a muitos desafios para o planejamento e gerenciamento deste recurso. Nesse seguimento, é essencial o conhecimento da disponibilidade hídrica de uma região para

gestão eficaz de oferta e demanda dos recursos hídricos (FRAGA et al., 2020). Os estudos acerca do regime hidrológico dos rios constituem como informação básica para a tomada de decisão em diversas áreas do conhecimento, sobretudo para estudiosos interessados nas questões do planejamento ambiental e do uso dos recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica (ROCHA; SANTOS, 2018).

Dessa maneira, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, tem como objetivo assegurar que as gerações atuais e futuras tenham água disponível, com padrões de qualidade adequados aos usos. Em virtude disso, para auxiliar na gestão das águas no Estado do Pará foi instituída em 5 de julho de 2001, por meio da Lei nº 6.381, a Política Estadual de Recursos Hídricos, com princípios, diretrizes e objetivos em consonância com a Política Nacional.

Nesse seguimento, os estudos que caracterizam o comportamento da bacia ao longo dos anos tornam-se essencial para o monitoramento dos recursos hídricos, pois auxiliam diretamente no planejamento hídrico e prevenção de eventos extremos de cheias ou crise hídrica. Autores como Joseph et al., (2013), Uliana et al., (2015), Fraga et al., (2020) apontam que, a preocupação com a disponibilidade hídrica resulta em estudos acerca da temática e contribui para construção de modelos hidrológicos que auxiliam na gestão dos recursos hídricos.

Ademais, o crescimento populacional atrelado as ações antrópicas ao meio ambiente, ocasiona alterações na variabilidade espaço temporal e qualidade de vida da população. De acordo com Ferreira et al. (2019) as atividades de uso e ocupação do solo exercem influência marcante no escoamento superficial, resultando principalmente em erosão, assoreamento e aporte de sedimentos ao longo da rede de drenagem. Além disso, outro fator de impacto na mudança no volume d'água na bacia são as mudanças climáticas, uma vez que, anomalias de precipitação resultam nas variações das magnitudes de vazões, pois o volume precipitado é o volume de entrada na bacia e saída o escoado (FRAGA et al., 2020).

Logo, o estudo das vazões nos rios Itacaiúnas e Parauapebas torna-se indispensável pois, faz parte da Sub-região Hidrográfica Itacaiúnas (SRHI), e dentre as sub-bacias que compõe a região hidrográfica Tocantins-Araguaia (RHTA), o rio Itacaiúnas e Parauapebas são importantes tributários do curso principal Tocantins e abrangem alguns dos mais importantes municípios do sudeste paraense, tais como Marabá e Parauapebas onde são

desenvolvidas variadas práticas que caracterizam a economia da região como pecuária, mineração e a industrial (LIMA; LOUREIRO, 2020).

Diante disso, os cursos d'água Itacaiúnas e Parauapebas são abastecidos pela (SRHI) e apresenta elevada disponibilidade hídrica, onde banha os municípios de Marabá e Parauapebas, que são responsáveis por boa parte da economia da região sudeste paraense. Assim, a disponibilidade hídrica ao longo dos anos pode sofrer alterações em termos de qualidade e quantidade pela pressão exercida das atividades realizadas, principalmente pelo uso e ocupação do solo de maneira inadequada e mudanças meteorológicas. Visto isso, o estudo visa caracterizar as vazões superficiais dos rios Itacaiúnas e Parauapebas, localizadas na sub-região hidrográfica Itacaiúnas (SRHI).

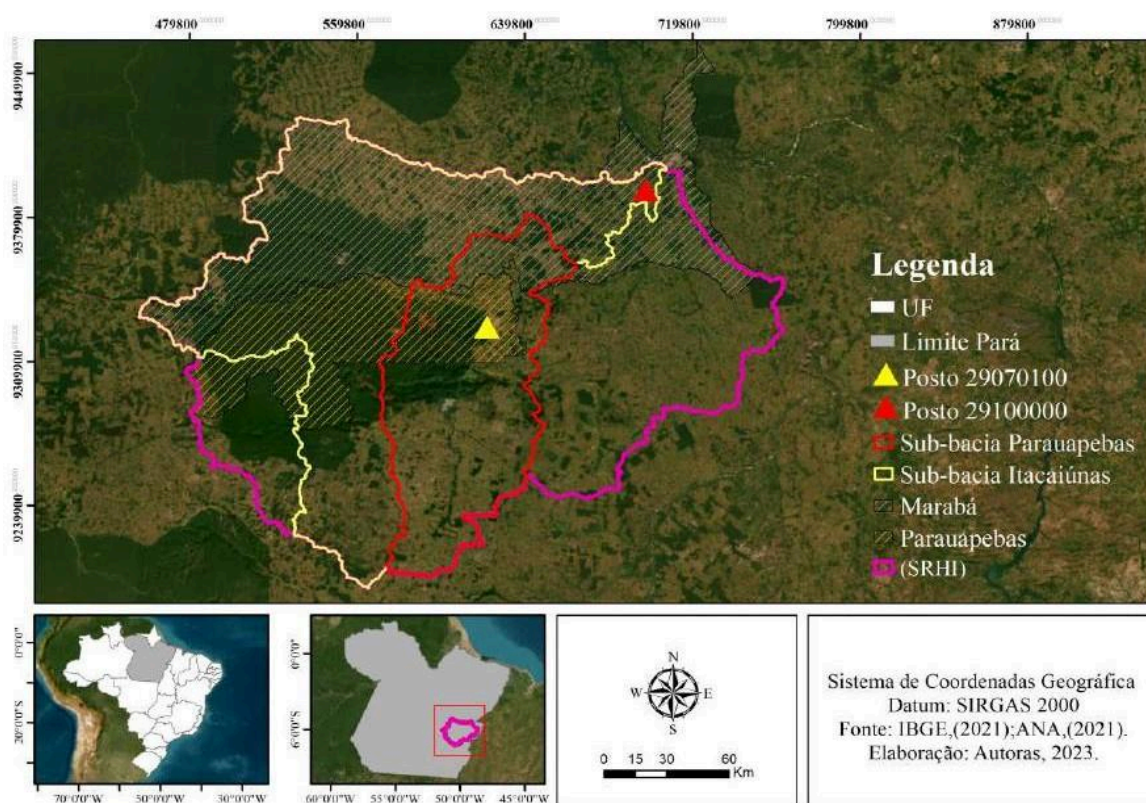
2.METODOLOGIA

2.1Área de Estudo

O estudo foi realizado em duas estações fluviométricas situadas nos rios Itacaiúnas e Parauapebas no estado do Pará, ambos fazem parte da sub-região hidrográfica Itacaiúnas (SRHI) que possui cerca de 42.000 km² de extensão, sendo uma das principais sub-bacias integrantes da bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia (RHTA). O clima da região foi definido como típico de monção (*Af*), (*Am*) e (*Aw*) mediante a classificação *Köppen-Geiger* (Alvares et al., 2013; Dubreuil et al., 2017). Ademais, na região ocorre uma transição entre o bioma Cerrado e Amazônia e constam mudanças no uso da terra em razão da substituição de áreas florestais por atividades agropecuárias, industrial e mineração (SOUZA-FILHO et al., 2016).

A área de estudo, está localizada na Unidade de Planejamento Hídrico (UPH) da (SRHI), (ANA, 2008). Nesse seguimento, a região da (UPH) delimita-se pelos principais rios situados nos municípios de Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado dos Carajás, Marabá, Ourilândia do Norte, Parauapebas, Piçarra, Sapucaia, São Geraldo do Araguaia, Xinguara e Água azul do Norte, tendo como curso principal da (SRHI) o rio Tocantins e afluentes Itacaiúnas e Parauapebas. Desse modo, compreende-se com as coordenadas geográficas 05° 10' a 07° 15'S latitude e 48° 37' a 51° 25' W como demonstra a figura 1.

Figura 1. Localização dos Postos Fluviométricos



Fonte: Autores,2023.

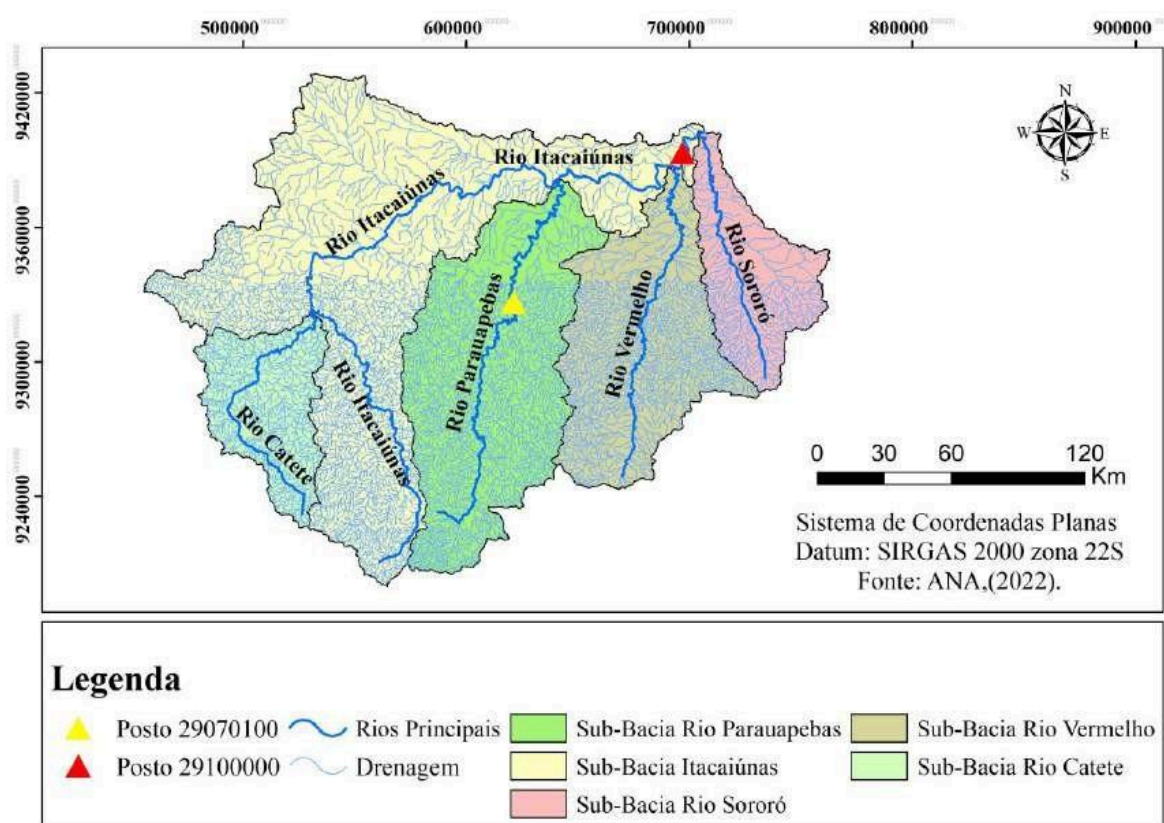
2.2 Bacias Hidrográficas Ottobacias

A delimitação de Bacias Hidrográficas refere ao primeiro nível da codificação de Ottobacias (ANA, 2017). São áreas de contribuição dos trechos da rede hidrográfica codificadas segundo o método de *Otto Pfafstetter* realizado pelo *Pfafstetter* (1989). Tem-se a classificação de bacias hidrográficas por macro (nível 1) à micro (nível 6) denominadas Ottobacias.

Em uma análise de fragilidade da bacia Itacaiúnas descrita por Silva, Ferreira e Loureiro, (2021) utiliza-se o nível 4 para determinar os trechos da bacia. Nesse seguimento, para identificação dos trechos dos rios Itacaiúnas e Parauapebas presentes na (SRHI), utilizou-se as Ottobacias nível 4 ANA, (2017) recortadas para área de estudo.

Dessa maneira, foram identificadas cinco sub-bacias referentes a cada curso do rio, sendo os seguintes: Sub-bacia Itacaiúnas (Rio Itacaiúnas), Sub-bacia Sororó (Rio Sororó), Sub- bacia rio vermelho (Rio Vermelho), Sub-bacia Parauapebas (Rio Parauapebas) e Sub-bacia Catete (Rio Catete), como demonstrado na Figura 2.

Figura 2. Delimitação de Sub-Bacias da Região Hidrográficas Itacaiúnas (SRHI)



Fonte: Autores, 2023.

Nota-se que, a região sub-bacia Itacaiúnas e sub-bacia Parauapebas onde está situada as duas estações (29100000) e (29070100) em termos de dimensão territorial são as que se destacam com áreas respectivamente de (17.565 km²) e (9.613 km²). Ademais, possuem grande influência no comportamento hídrico da (SRHI), bem como é responsável por abastecer principais municípios da região sudeste Paraense, como Marabá e Parauapebas.

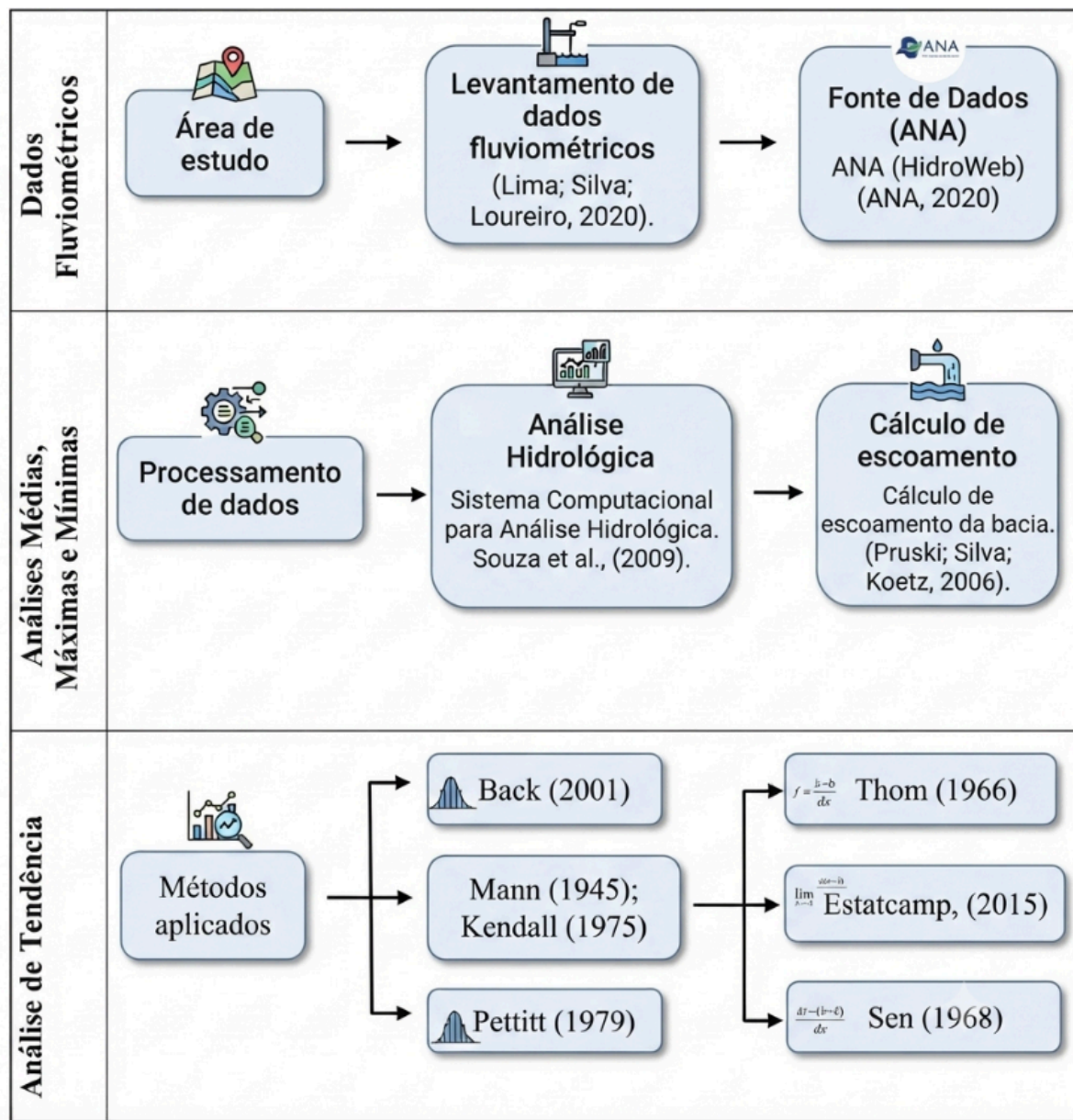
2.3 Procedimentos Metodológicos

Na realização do estudo, utilizou-se a metodologia observacional e estatística. Para atender os objetivos realizou-se uma pesquisa exploratória sintetizada (PRODANOV; FREITAS, 2013). Em virtude disso, a abordagem aplicada foi o método quantitativo, por se tratar de forma quantitativa os resultados obtidos com a aplicação da metodologia (PEREIRA et al., 2018).

Assim, o estudo dividiu-se em três etapas, sendo a primeira o levantamento dos dados fluviométricos para identificação dos postos, segunda o processamento dos dados para obtenção das vazões médias, máximas, médias e médias mínimas e, por fim a aplicação

dos testes não paramétricos de *Pettitt* e *Mann-kendall*, para determinação de tendência na série histórica como apresentado na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma das etapas aplicadas para o método.



Fonte: Autores,2023.

2.4 Levantamento De Dados Hidrométricos Da Rede

A coleta de dados das estações fluviométricas foi realizada por meio da Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional de Águas – ANA, obtidos a partir do portal Hidroweb. As informações disponibilizadas apresentam a leitura de vazões diárias e

mensais das estações, facilitando no processo de identificação das estações ainda em operação, (LIMA; SILVA; LOUREIRO, 2020).

A grande variabilidade espacial das características físicas e climáticas, aliada à escassez de informações sobre redes hidrométricas para estudos de planejamento e gestão de recursos hídricos, evidencia a utilização de métodos específicos para otimizar as informações de medição de vazão existentes e extrapolá-las (BARBOSA et al., 2005; RIBEIRO et al., 2005).

Nesse sentido, a dificuldade enfrentada pela gestão dos recursos hídricos são os limitados registros históricos da vazão dos pequenos cursos d'água (SILVA, 2003). Apesar da vasta quantidade de recursos hídricos, é essencial enfatizarmos o grande déficit de dados referente as estações fluviométricas.

Em virtude disso, foram encontradas apenas duas estações na região do rio Itacaiúnas e rio Parauapebas com disponibilidade de dados em série de forma consistente, a primeira (29100000) com 30 anos de dados (1980-2020) e a segunda, (29070100) com 10 anos de informações (2010-2020), observa-se que, o período de dados do segundo posto é inferior ao recomendado de 30 anos, mas sem existência de dados este foi escolhido.

Dessa forma, por observar que a estação (29070100) apresenta um período de dados não recomendado para análise, no entanto a utilização dos dados se fez necessária, uma vez que, a região dos rios Itacaiúnas e Parauapebas é de grande interesse e relevância pelos usos múltiplos dos recursos hídricos e atividades econômicas realizadas no entorno.

Para garantir a confiabilidade nos dados foi aplicado testes estatísticos nas duas estações, sendo válido ressaltar que, as informações das estações possuem consistência nível 2 com correção de falhas e estão localizadas em pontos importantes dos cursos d'água.

2.5 Apropriação de variáveis explicativas para determinar os regimes das vazões

Inicialmente foram expressas as variáveis matematicamente, pois normalmente a quantidade de água que passa numa determinada seção do rio é expressa em m^3/s , isso significa dizer que a cada segundo passam X metros cúbicos de água para uma determinada seção da bacia. Por seguinte, a determinação dos regimes de vazões médias máximas, médias mínimas e médias mensais na (SRHI) foi possível a partir do auxílio estatístico do programa *SisCAH 1.0* (SOUSA et al., 2009), este realizou o cálculo de escoamento da bacia conforme descrito por Pruski et al. (2006).

Neste sentido, o Programa *SisCAH 1.0* (SOUSA et al., 2009), utiliza como base de dados os arquivos nos formatos TXT e MDB, disponibilizados na Internet pela Agência Nacional de Águas (ANA), através do Sistema de Informações Hidrológicas (*Hidroweb*) que possui um sistema de importação desses arquivos, denominado Webservice, possibilitando a obtenção dos dados diretamente no programa, (BOF et al., 2009).

Ademais, a estruturação do *SisCAH 1.0* Sousa et al., (2009), é em módulos, sendo: importação de arquivos de séries históricas de vazão; pré-processamento de séries; preenchimento e extensão de séries; obtenção da curva de permanência de vazões; obtenção da curva de regularização de vazões; e estimativa de vazões mínimas, médias e máximas, (BOF et al., 2009).

2.6 Tendência Da Série Histórica De Vazão

Para realizar a análise de tendência nas estações escolhidas, foi utilizado os testes não paramétricos de *Pettit* e *Mann-Kendall*, conforme descrito a seguir:

2.7 Mann-Kendall

O teste não paramétrico de *Mann-Kendall* (MANN, 1945; KENDALL, 1975), foi aplicado aos dados de vazão para as duas estações selecionadas, em busca de verificar a tendência estatisticamente significativa. Dessa maneira, realizou-se o cálculo considerando a hipótese nula (H_0) que indica que não houve tendência na vazão ao longo do tempo e a hipótese alternativa (H_a) identificando uma tendência crescente ou decrescente ao longo da série.

Nesse sentido, para garantir o uso eficaz das características de tendência, foram analisadas as tendências de vazão para cada estação, e para saber se houve tendência ou não, foi necessário analisar se *Kendall's tau* for maior que 1,98 ele possuirá tendência, nesse caso se o valor de *Kendall's tau* for positiva identificou-se tendência crescente, já se for negativa a tendência encontrada foi decrescente. Em contrapartida, se o *Kendall's tau* for menor que 1,98 não houve tendência.

Para uma melhor representação desses dados mensais, utilizou-se o nível de significância de 5%. Dessa forma, para (GUPTA et al., 2018) para que a tendência possa ser significativa o p-valor precisa ser menor que o nível de significância utilizado, ou seja p-valor < 0,05, em contrapartida se o p-valor > 0,5 não possuirá significância.

Dessa forma, para interpretação dos resultados foi adotado para o teste de *Mann-Kendall*, as seguintes hipóteses: (H_0) demonstra que não há uma tendência na série e; (H_a) identifica uma tendência positiva na série.

2.8 Teste De Normalidade E Teste De *Run*

Como pré-requisito para uma análise mais precisa do teste de *mann-kandall* foi analisado o teste de normalidade (Estatcamp, 2015), e aleatoriedade a partir do teste de *Run*, Thom (1966), constatando se a série de dados segue uma distribuição normal e aleatória.

A estatística do teste de normalidade é usada para determinar se um conjunto de dados de uma dada variável aleatória é considerada uma distribuição normal ou não. Nesse sentido, considerou-se como hipótese nula (H_0) para os dados seguem uma distribuição normal e hipótese alternativa (H_a) os dados que não seguem uma distribuição normal (ESTATCAMP, 2015).

O teste *Run* é um teste não-paramétrico usado para avaliar se uma série ocorre aleatoriamente, apresentado por (Thom, 1966 ; Back, 2001). Na análise os dados seguem uma contagem a partir do número de oscilações dos valores acima e abaixo da mediana, sendo que, tais oscilações são chamadas de *Run*. Desse modo, o método observa se o valor está dentro da faixa de distribuição considerada normal, onde um valor alto de *Run* indica muitas oscilações, e valores baixos indicam um desvio em relação à mediana durante o período de registros.

2.9 *Sen'S Slope*

O teste *Sen's Slope* foi utilizado para calcular a magnitude das tendências, incluindo o cálculo do número de oscilações entre os valores médios superior e inferior em uma série de dados ordenada naturalmente, (SEN, 1968). Para esse cálculo, computou-se todas as curvaturas de todos os pares dos valores apresentados em determinada série temporal, em busca de verificar se o valor observado está dentro da faixa normal.

2.10 Regressão Linear

A análise de regressão linear foi aplicada para verificar tendência significativa ao longo da série, fazendo assim uma hipótese referente aos dados, em busca de determinar o intervalo de confiança do coeficiente a . Quando o teste de significância do coeficiente y der

um valor positivo aceita-se há ideia de que houve tendência crescente, em contrapartida se o coeficiente for negativo consequentemente a tendência será negativa (BACK, 2001).

2.11 Pettitt

O teste de Pettitt (1979) se baseia numa reformulação do teste de Mann-Whitney, sendo a estatística do teste (U_t). Neste sentido, foi aplicado para identificar se há mudança brusca nos dados, ou seja, um ponto de descontinuidade na série, para observar se duas subamostras, pertencem à mesma população $X_1, \dots, X_t$ e $X_{t+1}, \dots, X_N$. (PENNEREIRO; FERREIRA, 2017; PENNEREIRO; FERREIRA, 2020; LIRA et al., 2020). Em seguida os dados foram encaminhados e processados no programa Excel ferramenta integrada da Microsoft (2016), por meio das funções estatísticas avançadas.

Para compreensão dos resultados, foi utilizado os seguintes critérios: se for (H_0) que identifica se os dados são homogêneos e; (H_a) representa uma data em que houver uma alteração nos dados. Dessa maneira, considera-se o (H_0) quando o p-valor for maior que o alfa, e (H_a) quando p-valor encontrado for menor que alfa.

3.RESULTADOS

3.1 Estações Fluviométricas Identificadas

Com base nas informações disponibilizadas pela (ANA), 2 estações foram analisadas em situação de operação com disponibilidade de dados, sendo elas (29070100) localizada no Rio Parauapebas e (29100000) situada no Rio Itacaiúnas. Nesse seguimento, os dois postos encontram-se em operação e disponibilidade de dados em série histórica. Nesse seguimento, se utilizou o quadro 1 elaborado por Lima et al (2022), para apresentar informações das estações, descrevendo o código, rio, Estado, município, responsável, operador, latitude, longitude e área de drenagem.

Quadro 1. Estações fluviométricas ativas com dados disponibilizados

Descrição	Estação 1	Estação 2
Código	29070100	29100000
Rio	Rio Parauapebas	Rio Itacaiúnas
Estado	Pará	Pará
Município	Parauapebas	Marabá
Responsável	ANA	ANA
Operadora	CPRM	CPRM
Latitude	-06°09'14"S	-05°29'12"S

Longitude	-49°30'44"W	-49°13'17"W
Área De Drenagem (Km²)	703000,00	37500,00

Fonte: Lima et al. (2022).

3.2 Vazões Médias, Médias Máximas e Médias Mínimas

As informações apresentadas na tabela 1, refere-se as vazões médias e tabelas 2 e 3 aos valores de médias mensais e médias anuais das vazões máximas e mínimas das duas estações fluviométricas estudadas, estes que permitem observar as condições de possíveis eventos extremos de cheias e secas, demonstrando da melhor forma possível o comportamento hidrológico dos rios.

Neste sentido, é possível analisar que o período hidrológico da região onde está localizada as estações possui período chuvoso de outubro a abril, com base nas tabelas existe aumento nos valores médios de vazão nesses meses, enquanto, a estiagem ocorre nos meses de maio a setembro, período em que as magnitudes dos fluxos tendem a diminuir. Dessa forma, observa-se uma variabilidade intra-anual, pois, possui o período de cheia seguido de estiagem, o que demonstra a presença de sazonalidade na região dos rios Itacaiúnas e Parauapebas, (MACIEL, 2017).

Tabela 1. Médias fluviométricas mensais e média anual dos postos (m³/s)

Posto	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média anual
29070100	Parauapebas	91,0	206,4	291,2	229,9	119,2	38,7	16,1	9,4	7,4	15,5	29,8	58,2	92,7
29100000	Marabá	717,9	1134,1	1505,7	1393,9	931,9	377,7	204,0	130,7	103,4	124,8	178,5	358,5	596,8
	Média	404,5	670,2	898,5	811,9	525,5	208,2	110,1	70,1	55,4	70,17	104,2	208,3	344,7
	Máxima	717,9	1134,1	1505,7	1393,9	931,9	377,7	204,0	130,7	103,4	124,8	178,5	358,5	596,8
	Mínima	91,0	206,4	291,2	229,9	119,2	38,7	16,1	9,4	7,4	15,5	29,8	58,2	92,7
	Amplitude	626,9	927,6	1214,5	1164,0	812,6	339,0	187,9	121,2	96,0	109,2	148,6	300,3	504,0

Fonte: Lima et al., (2022).

Tabela 2. Médias Máximas fluviométricas mensais e média anual dos postos (m³/s)

Posto	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média anual
29070100	Parauapebas	481,3	899,8	838,0	861,6	563,9	239,7	41,7	21,0	20,6	197,3	186,1	256,7	384,02
29100000	Marabá	2650,7	3583,4	3568,6	3460,7	4209,3	2771,2	724,6	525,6	448,4	848,2	836,5	2209,2	2771,2
	Média	1566,0	2241,6	2203,3	2161,1	2386,6	1505,4	383,1	273,3	234,5	522,7	511,3	1232,9	1268,5
	Máxima	2650,7	3583,4	3568,6	3460,7	4209,3	2771,2	724,6	525,6	448,4	848,2	836,5	2209,2	2153,0
	Mínima	481,3	899,8	838,0	861,6	563,9	239,7	41,7	21,0	20,6	197,3	186,1	256,7	384,0
	Amplitude	2169,3	2683,5	2730,5	2599,0	3645,4	2531,5	682,9	504,5	427,7	650,9	650,3	1952,4	1769,0

Fonte: Lima et al., (2022).

Tabela 3. Médias Mínimas fluviométricas mensais e média anual dos postos (m³/s)

CARACTERIZAÇÃO DAS VAZÕES EM DUAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS LOCALIZADAS NO RIO ITACAIÚNAS-PA E PARAUAPEBAS-PA, NA SUB-REGIÃO HIDROGRÁFICA ITACAIÚANAS (SRHI)

Posto	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média anual
29070100 29100000	Parauapebas	5,4	9,0	8,0	26,3	15,5	7,0	3,6	2,6	1,2	0,9	2,9	3,2	7,1
	Marabá	40,6	107,0	91,8	245,4	56,2	23,5	12,4	7,7	8,3	8,3	13,1	16,3	52,5
	Média	23,0	58,0	49,9	135,8	35,8	15,3	8,0	5,2	4,8	4,6	8,05	9,8	29,8
	Máxima	40,6	107,0	91,8	245,4	56,2	23,5	12,4	7,8	8,3	8,3	13,1	16,3	52,5
	Mínima	5,4	9,02	8,0	26,3	15,5	7,1	3,6	2,6	1,3	0,9	2,9	3,2	7,1
	Amplitude	35,2	97,9	83,7	219,1	40,7	16,4	8,8	5,1	7,0	7,4	10,1	13,1	45,4

Fonte: Lima et al., (2022).

Com isso, foi possível analisar que nas tabelas 1 a 3 as duas estações possuem as maiores médias mensais de vazões registradas durante os meses de março e abril, o que pode ser explicado pelo acúmulo da precipitação. Por outro lado, as menores médias fluvimétricas prevalecem nos meses de agosto a setembro, demonstrando estação seca.

Dessa forma, é possível concluir que um dos principais fatores agravantes da grande concentração de chuvas em um determinado tempo é ocasionado pelo período hidrológico, onde possui um grande índice pluviométrico na região. Nesse contexto, observa-se influência das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos, sendo uma grande preocupação em relação aos possíveis impactos a serem causados.

Em virtude disso, os montantes pluviométricos e sua distribuição temporal e espacial, bem como o processo de evapotranspiração, serão diretamente influenciados, ocasionando mudanças nas taxas de infiltração e de geração de escoamento superficial. Estas alterações irão influenciar no armazenamento de água no solo e, conseqüentemente, a recarga dos aquíferos, afetando a disponibilidade de água, modificando o regime hídrico e alterando a resposta hidrológica das bacias hidrográficas (MARENGO, 2008; TUCCI, 2007).

3.3 Análise de tendência

De acordo com os resultados, identificou-se que os dois postos estudados não estão bem distribuídos nas séries, evidenciando uma distribuição não normal, uma vez que, na primeira estação os dados se concentram no intervalo de 0 a 100, afirmando que na maior parte do tempo a magnitude dos fluxos de vazão se encontra inferior à média da série 84,40 m³/s, o mesmo é identificado para o segundo posto com índice de 0 a 600 tendo a maior parte dos valores de vazões inferiores à média de 610, 3 m³/s.

Neste sentido, o teste de *run* corrobora tal afirmativa, pois o mesmo mostrou que não há aleatoriedade na primeira estação, em virtude disso, dos 186 valores amostrais representados pelo k, 125 estão ≤ média mensal de 84,40 m³/s e 61 > em relação ao valor da

média, neste seguimento temos os valores bem mais concentrados sendo ≤ 125 , em relação à média de $84,40 \text{ m}^3/\text{s}$.

Assim como o primeiro, não houve aleatoriedade no segundo, pois de 488 valores amostrais demonstrado por k, temos 310 valores $\leq 610,3 \text{ m}^3/\text{s}$ e 178 $>$ que a média de $610,3 \text{ m}^3/\text{s}$, ou seja, não estão distribuídos pela série como um todo para evidenciar aleatoriedade.

Para as duas estações considerou-se as seguintes: *Mann-Kendall*, hipóteses (H0): Não há uma tendência na série; (Ha): Há uma tendência positiva na série, e para *Pettitt*, sendo (H0): Os dados são homogêneos; (Ha): Há uma data em que houver uma alteração nos dados. Nesse seguimento os resultados foram expressos nas tabelas de 4 a 7.

Tabela 4. Testes Não Paramétricos e Regressão Linear (29070100)

Teste de Mann-Kendall	
<i>Tau de Kendall</i>	-0,096
<i>S'</i>	-1657,000
<i>Var (S)</i>	720698,333
<i>p-valor</i>	0,051
<i>alfa</i>	0,050
Teste de Pettit	
<i>K</i>	3198,000
<i>T</i>	05/01/2015
<i>p-valor</i>	0,001
<i>alfa</i>	0,050
Regressão Linear	
<i>coeficiente</i>	$Y = -0,0161x + 765,77$

Fonte: Autores, 2023.

Na primeira estação, identificou-se que para o teste de *Mann-kendall* não se pode rejeitar (H0), e para *Pettitt* deve-se considerar a (Ha). Dessa maneira, a regressão linear demonstra que a tendência indicada pelo teste de *Pettitt* é negativa, no entanto irrisória ao ser comparada com o coeficiente angular.

Tabela 5. Testes Não Paramétricos e Regressão Linear (29100000)

Teste de Mann-Kendall	
<i>Tau de Kendall</i>	0,056
<i>S'</i>	6704,000
<i>Var (S)</i>	12952250,000
<i>p-valor</i>	0,063
<i>alfa</i>	0,050

Teste de Pettit	
<i>K</i>	9713,000
<i>T</i>	11/01/1999
<i>p-valor</i>	0,026
<i>alfa</i>	0,050
Regressão Linear	
<i>coeficiente</i>	$Y = 0,0071 + 348,91$

Fonte: Autores, 2023.

Em relação ao teste de *Mann-kendall* assim como na primeira estação a segunda confirma a (H_0) e rejeita a (H_a). Já para *Pettitt* deve-se considerar a (H_a). Nesse seguimento, a regressão linear demonstra que a tendência apresentada pelo teste de *Pettitt* é positiva, mas pouco significativa ao correlacionar ao valor do coeficiente angular.

Tabela 6. Para o teste de sazonalidade de *Mann-Kendall* (29070100)

Teste	Valor obtido
<i>Tau de Kendall</i>	-0,014
<i>S'</i>	-18,000
<i>p-valor (bilateral)</i>	0,862
<i>Alfa</i>	0,05

Fonte: Autores, 2023.

Em relação ao teste de sazonalidade de *Mann-Kendall* a primeira estação apresentou *p-valor* superior ao valor alfa de significância, ou seja, não se pode rejeitar a (H_0).

Tabela 7. Para o teste de sazonalidade de *Mann-Kendall* (29100000)

Teste	Valor obtido
<i>Tau de Kendall</i>	0,120
<i>S'</i>	1123,00
<i>p-valor (bilateral)</i>	0,045
<i>Alfa</i>	0,05

Fonte: Autores, 2023.

O teste de sazonalidade de 12 meses apresenta na segunda estação que o *p-valor* calculado é menor que nível de significância $\alpha=0,05$, então deve-se rejeitar a hipótese nula (H_0) em favor da hipótese alternativa (H_a), ou seja, pode-se sugerir que há tendência na série temporal.

Conforme as indicações apontadas nos testes de tendência de *Mann-Kendall*, *Pettitt* e sazonalidade de *Mann-Kendall* foi possível sugerir que a tendência negativa apresentada para primeira estação é irrisória comparada ao coeficiente de regressão linear. Já a segunda estação demonstrou tendência positiva, no entanto correlacionada a regressão linear não é considerada significativa. Quanto a sazonalidade de 12 meses verificou-se a presença de tendência positiva apenas para o segundo posto.

4. DISCUSSÃO

Em estudos de tendência realizados em diferentes Estados do Brasil como os de Groppo et al., 2005; Alexandre; Baptista; Naghettini, 2010; Blain, 2010; Lima et al., 2011; Marengo; Alves, 2005; Meschiatti et al., 2012; Natividade; Garcia; Torres, 2017; Rossin; Amorim; Moraes, 2015; Uliana et al., 2015; Fraga et al, 2020; Da Silva et al., 2021, exceto o estudo de Groppo et al., (2005) que identificou tendência, os demais não apresentaram tendência significativa para a precipitação e vazão. Ademais, em estudo realizado por Silva et al., (2021) na região norte do Brasil, não foi identificado tendência nas series de chuva e vazão, em que se observou a influência da precipitação nos regimes das vazões.

Nesse seguimento, a não ocorrência de tendência significativa pode ser explicada pelo processo de uso e ocupação solo, pois com retirada da cobertura vegetal o escoamento e infiltração de precipitação, está suscetível a aumentar ou diminuir conforme a dinâmica de uso. Em análise a transfiguração de áreas de florestas por pastagens observa-se influência marcante no escoamento superficial, resultando principalmente em erosão, assoreamento e aporte de sedimentos ao longo da rede de drenagem, (FERREIRA et al., 2019).

Ademais, se tratando de uso e ocupação do solo, a substituição de áreas de florestas por pastagens identificado por Garcia et al. (2021), pode influenciar no regime de precipitação. Em estudos realizados na região Norte do Brasil (Costa; Ferreira ; Badinger, 2018; Nascimento ; Senna, 2020), observou-se que a variação dos volumes hidrológicos é influenciada pelos eventos extremos de El niño e La niña, que na Amazônia, a determinação de anos com vazões menores que o normal, ou tendências negativas, podem ser dados pelo El Niño enquanto La Niña determina vazões maiores que o normal, tendência positiva.

Dessa forma, o uso e ocupação dos solos, atrelado a eventos extremos têm sido consideradas como as principais causas de alterações temporais da precipitação e da vazão (KLIMENT et al., 2011). No entanto, o resultado do estudo mostra que não houve tendência

negativa significativa na primeira estação e positiva para a segunda com base na análise de regressão linear e teste de *Pettitt*, e o teste de *Mann-kendall* não demonstrou tendência.

5. CONCLUSÃO

Com base na análise das duas estações e dados hidrológicos existentes, identificou-se que as vazões dos rios Itacaiúnas e Parauapebas apresentam período hidrológico bem definido, em que o chuvoso vai de outubro até abril e estiagem sendo de maio a setembro, estes podem influenciar na magnitude dos fluxos das vazões médias, médias máximas e médias mínimas.

Dessa maneira, foi possível observar relação na análise de regressão linear e teste de *Pettitt*, com ocorrência de tendência não significativa para as estações localizadas no rio Itacaiúnas (29100000) e rio Parauapebas (29070000). Assim, observou-se na primeira estação a tendência irrisória negativa decrescente. Já, a segunda mostrou uma tendência crescente insignificante. O teste de *Mann- Kendall* demonstrou p-valor acima do nível de significância, ou seja, o teste indicou que não houve tendência para as duas estações estudadas.

Diante disso, as informações acerca do comportamento fluviométrico da região possibilitam compreender a necessidade de estudos acerca das vazões, uma vez que, os dados das vazões possibilitam identificar se a região hidrográfica possui capacidade de uso para subsidiar atividades desenvolvidas em torno da região, além de auxiliar os projetos de engenharia e tomada de decisão para gestão dos recursos hídricos. Assim, é de fundamental importância trabalhos futuros na região sobre influência do uso e ocupação do solo, mudanças climáticas, qualidade da água e qualidade do ar para conhecer e gerenciar os rios Itacaiúnas e Parauapebas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Relatório Síntese: **Plano Estratégico da Bacia Hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia**. Brasília: ANA. 204, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 10 de dez. 2022.

ALEXANDRE, G. R.; BAPTISTA, M. B.; NAGHETTINI, M. Estudo para identificação de tendências do regime pluvial na região metropolitana de Belo Horizonte a partir de métodos

estatísticos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.15, n. 2, p.115-126, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v15n2.p115-126>. Acesso em: 12 mar. 2023.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Schweizerbart. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 14 abr. 2023.

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.

BARBOSA, S. E. S.; BARBOSA JÚNIOR, A. R.; SILVA, G. Q.; CAMPOS, E. N. B.; RODRIGUES, V.C. Geração de modelos de regionalização de vazões máximas, médias de longo período e mínimas de sete dias para a Bacia do Rio do Carmo, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n.1, p.64-71, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000100008>. Acesso em: 10 mar. 2023.

BLAIN, G. C. Tendências e variações climáticas em séries anuais de precipitação pluvial do Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 765-770, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000300031>. Acesso em: 22 mai. 2023.

BOF, L. H. N.; DE SOUSA, H.T.; PRUSKI, F.F. Sistema Computacional Para Análises

Hidrológicas. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande – RS: ABRH, 2009. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/52eb9ae19cdc82b39f9757ed362e742c_aa712760652dd2be8_0a01075d85c30b5.pdf. Acesso em: 07 fev. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 1997.

COSTA, G. J.; FERREIRA, D. H. L.; BADINGER, A. Tendências em regimes hidroclimáticos nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. **Brazilian Technology Symposium**. v.1, p. 2447- 8326, 2018.

DA SILVA, G.R.A.; DA SILVA, F.S.; DUARTE, J. M.; TAVARES, A.R.F. Análise de tendências nas séries históricas de precipitação e curva de permanência de vazão no município Cachoeira do Piriá, Pará. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p.1-14, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15850>. Acesso em: 10 jun. 2023.

DUBREUIL, V.; PECHUTTI F, K.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA N.; LIMA, J. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de köppen de 1961 à 2015. *Echogéo*, **Open Edition**, v. 41, p. 1-28, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4000/echogeo.15017>. Acesso em: 04 abr. 2023.

ESTATCAMP. **Teste de Kolmogorov-Smirnov**. 2015. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/>. Acesso em: 10 jan 2023.

FERREIRA, F.; DA SILVA, D.D.; RODRIGUES, L.N. Análise De Tendência Em Séries De Vazão, De Precipitação E De Mudanças No Uso E Ocupação Da Terra Em Uma Sub-Bacia Da Bacia Hidrográfica Do Rio Santo Antônio-MG. In **Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Foz do Iguaçu: ABRH, 2019. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=5667> Acesso em: 07 jan 2023.

FRAGA, M.S.; ABREU, M.C.; REIS, G.B., TOZI, T.; PINHEIRO, S.A.R. Análise de tendência em séries históricas de precipitação e vazão na UGRH2 Piracicaba, Minas Gerais. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 2, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.002.0016>. Acesso em: 22 mar 2023.

GARCIA, C. DA S.; DA SILVA, G. P.; LIMA, S.S.; LOUREIRO, G. E. Uso e Cobertura do Solo na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas, Estado do Pará. Pesquisa, **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e497101523129, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.23129>. Acesso em: 11 mar. 2023

GROPPO, J. D.; MORAES, J. M.; BEDUSCHI, C. E.; MARTINELLI, L. A. Análise de séries temporais de vazão e precipitação em algumas bacias do Estado de São Paulo com diferentes graus de intervenções antrópicas. **Revista Geociências**, v. 24, n. 2, p. 181-193, 2005.

GUPTA, V.; JAIN, M.K. Investigation of Multi-model Spatiotemporal Mesoscale Projections over India under Climate Change Scenario. **Journal of Hydrology**, v. 567, n. 1, p. 489-509, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.10.012>. Acesso em: 10 mar. 2023

JOSEPH, J. F.; FALCON, H. E.; SHARIF, H. O. Hydrologic Trends and Correlations in South

Texas River Basins: 1950– 2009. **Journal of Hydrologic Engineering**, v.18, n. 12, p.1653-1662, 2013. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000709](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000709). Acesso em: 02 mar. 2023

KENDALL, M. G. **Rank Correlation Measures**. (4ª ed). Charles Griffin. London, 1975.

KLIMENT Z, MATOUŠKOVÁ M, LEDVINKA O, KRÁLOVEC V. Trend analysis of rainfall-runoff regimes in selected headwater areas of the Czech Republic. **J Hydrol Hydromech**. 2011;59(1):36-50. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/v10098-011-0003-y>. Acesso em: 5 nov. 2022.

LIMA, J. R. A.; NEVES, D. J. D.; ARAÚJO, L. E.; AZEVEDO, P. V. Identificação de tendências climáticas no Estado da Bahia. **Revista de Geografia**, v. 28, n. 3, p.172-187, 2011.

LIMA, S. S.; LOUREIRO, G. E. Rede hidrométrica na bacia hidrográfica Tocantins Araguaia. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 78–90, 2021. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/8534>. Acesso em: 8 jun. 2022.

LIMA, S. L.; Silva, N.S.; Loureiro, G.L. Rede hidrométrica da sub-região hidrográfica Itacaiúnas. In **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos do Nordeste**, João Pessoa

– PB: ABRH. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/130/XV-SRHNE0116-1-20200731-150438.pdf>, 2020. Acesso em: 15 de mai de 2022.

LIMA, SS.; LACERDA, I. de O.; LOUREIRO, GE. Regimes Mensais e Anuais das Vazões Médias, Máximas e Mínimas na Sub-Região Hidrográfica Itacaiúnas (SRHI). **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 8, p. e38911831113, 2022. doi: 10.33448/rsd-v11i8.31113. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31113>. Acesso em: 11 mar. 2023.

LIRA, B.R.P.; Lopes, L.N.A.; Chaves, J.R.; Santana, L.R.; Fernandes, L.L. Identificação de Homogeneidade, Tendência e Magnitude da Precipitação em Belém (Pará) entre 1968 e 2018. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 43, n.4, p. 426-439, 2020.

MACIEL, S.A. Análise da relação chuva-vazão na bacia hidrográfica do rio Paranaíba, Brasil. (Dissertação em Geografia) - Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. UFU. Uberlândia - MG. 2017.

MANN, H. B. Non-parametric tests against trend. **Econometrica**, v.13, p. 245-259, 1945.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Tendências hidrológicas da Bacia do Rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S.L.], v.20, n.2, p.215-226, 2005.

MESCHIATTI, M. C.; FONTOLAN, M. R.; PENEREIRO, J. C.; FERREIRA, D. H. L. Caracterização estatística de tendências em séries anuais de dados hidroclimáticos no Estado de São Paulo. **Revista Geográfica Acadêmica**, [S.L.], v. 6, n.1, p. 52-64, 2012.

MICROSOFT. Usar Ferramentas de Análise para executar análises de dados complexas. **Excel: version 2016**, 2016. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/excel>
Acesso em: 1 nov. 2022.

NASCIMENTO, G. C.; SENNA, M. C. A. A Influência de Eventos El Niño e La Niña na Avaliação dos Riscos de Ocorrência de Incêndios no Pará. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 43, n. 4, p.189-201. 2020. Disponível em: http://doi:http://dx.doi.org/10.11137/2020_4_189_201 Acesso em 23 jan. 2023.

NATIVIDADE, U. A.; GARCIA, S. R.; TORRES, R. R. Tendência dos Índices de Extremos Climáticos Observados e Projetados no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S.L.], v. 32, n. 4, p.600-614. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-7786324008> Acesso em 13 fev. 2023.

PARÁ. Lei nº 6.381 DE 25 de julho de 2001. Dispõe sobre a política. Estadual dos Recursos Hídricos e dá Outras Providencias. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2001/07/25/9760/> Acesso em: 01. Out. 2022

PENEREIRO, J.C.; FERREIRA, D. H.L. Ensino de aspectos da climatologia aplicados à engenharia ambiental apoiado por métodos estatísticos. **Revista Tecnol. Soc**, [S.L.], v.13, n. 27, p. 76-96, 2017.

PENEREIRO, J.C.; FERREIRA, D.H.L. Identificação de tendências sazonais de insolação, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima nos biomas do Brasil. **Ambiência Guarapuava (PR)**, v. 16, n. 1, p. 846 – 866, 2020. Disponível em: <http://DOI:10.5935/ambiencia.2020.01.02> Acesso em 2 fev. 2023.

PEREIRA, A.S.; SHITSUKA, D.M.; PARREIRA, F.J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. 1. ed. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018. Disponível em: (https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1) Acesso em 20 out. 2022.

PETTITT, A. N. A. Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. **Applied Statistics**, [S.L.], v.28, n. 2, p.126. 1979. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2307/2346729>. Acesso em: 2 jan. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. Ed. [S.L.], Editora Feevale, 2013.

RIBEIRO, C. B. M.; MARQUES, F. A.; SILVA, D. D. Estimativa e regionalização de vazões mínimas de referência para a Bacia do Rio Doce. **Engenharia na Agricultura**, v.13, n.2, p.103- 117, 2005.

ROCHA, P. C.; SANTOS, A.A. Hydrological Analysis In Water Basins. **Mercator, Fortaleza**, [S.L.], v. 17, p. e17025, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/rm2018.e17025>. Acesso em 3 fev. 2023.

ROSSIN, C.; AMORIM, R. S. S.; MORAIS, T. S. T. Análise de tendências hidrológicas na bacia do rio das Mortes. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. p. 991- 998. 2015.

SEN, P.K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. **J. Am. Stat. Association**, [S.L.], v. 63, p. 1379-1389, 1968.

SILVA, C. L. Análise estatística das características de vazão do córrego Capetinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.311-317, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662003000200021>.

SILVA, K. N. DA.; FERREIRA, E. C.; LOUREIRO, G. E. Environmental Fragility Of The Itacaiúnas Hydrographic Sub-Region (SRHI). **Research, Society And Development**, [S.L.], v.10, n. 3, p. E25710313215. 2021. Disponível em: <http://Doi:10.33448/Rsd-V10i3.13215>. Acesso em 2 mar. 2023.

SOUSA, H.T, et al.; **Sistema Computacional para Análise Hidrológica**. SisCAH Versão 1.0. 2009.

SOUZA-FILHO, P. W. M.; SOUZA, EVERALDO, B. DE.; SILVA JÚNIOR, R. O.; NASCIMENTO, W. R.; MENDONÇA, B. R. VERSIANI.; GUIMAS, J. T. F.; DALL'AGNOL, R.O.; SIQUEIRA, J. O. Four decades of land-cover, land-use and hydroclimatology changes in the Itacaiúnas River watershed, southeastern Amazon. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 167, p. 175-184. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.039>. Acesso em 2 abr. 2023.

THOM, H. C. S. Some methods of climatological analysis. Genève, **World Meteorological Organization**. 54 p. 1966.

TUCCI, C. E. M. Mudanças climáticas e impactos sobre os recursos hídricos no Brasil. **Ciência ; Ambiente**, [S.L.], v. 34, p. 137- 156, 2007.

ULIANA, E. M.; DA SILVA, D. D.; ULIANA, E.M.; RODRIGUES, B. S.; CORRÊDO, L. P. Análise de tendência em séries históricas de vazão e precipitação: uso de teste estatístico não paramétrico. **Rev. Ambiente ; Água**, [S.L.], v.10, n.1, p.82-88. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1427>. Acesso em 5 mai. 2023.