

**CARACTERIZAÇÃO DE ESTAÇÃO HIDROMETEOROLÓGICA E
COMPARAÇÃO DAS CURVAS-CHAVE NA PLANÍCIE FLUVIAL DO RIO
TOCANTINS COM ITACAIÚNAS – MARABÁ, PARÁ**

CHARACTERIZATION OF HYDROMETEOROLOGICAL STATION AND
COMPARISON OF KEY CURVES IN THE RIVER PLAIN OF THE TOCANTINS RIVER
WITH ITACAIÚNAS – MARABÁ, PARÁ

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA Y
COMPARACIÓN DE CURVAS CLAVE EN LA LLANA DEL RÍO TOCANTINS CON
ITACAIÚNAS – MARABÁ, PARÁ

Ronis Cley Fontes da Silva¹

Maria Rita Vidal²

Abraão Levi dos Santos Mascarenhas³

Resumo: O Brasil é um país com vasto patrimônio de recursos hídricos, desigualmente distribuídos em seu território, tendo sua maior concentração na região Amazônica. A partir do monitoramento dos fluxos hídricos torna-se possível analisar anomalias de descargas líquidas em determinado local de uma bacia hidrográfica permitindo buscar respostas para impactos provocados por mudanças no padrão de drenagem. Consequentemente os dados de cota-vazão são os parâmetros significativos na discussão sobre dinâmica fluvial. O presente artigo tem como objetivo realizar caracterização das estações hidrometeorológicas da ANA e comparação entre cota-vazão na planície fluvial do Tocantins-Itacaiúnas em Marabá-PA. Os procedimentos metodológicos consistiram no processamento de dados hidrológicos da área de estudo, tais como medição de cota-vazão nas Estações ANA (Marabá e Fazenda Alegria). Os resultados foram consistentes acerca da caracterização das estações e correlação das curvas-chave, pois o comportamento hidráulico representado pela relação cota-vazão entre essas duas estações, a princípio, observa-se as diferenças entre os valores de vazão em torno de 7.77% (cheia) com 4.31% (seca). As conclusões apontam o barramento que ocorre no rio Itacaiúnas provocado pelas águas do Tocantins que provoca alagamentos na planície fluvial desta área.

Palavras-chave: Cota-vazão; Fluviometria; Pluviometria; Hidrologia.

Abstract: Brazil is a country with a vast wealth of water resources, unevenly distributed throughout its territory, with the largest concentration in the Amazon region. By monitoring

¹ Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém-PA. E-mail: ronisfontes96@gmail.com Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/6754608818713752> Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0001-8353-5008>

² Doutorado em Geografia Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente da Faculdade de Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará-Unifesspa. Marabá-PA. E-mail: ritavidal@unifesspa.edu.br Lattes iD: <https://lattes.cnpq.br/5598361253569887> Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-3392-3624>

³ Doutorado em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP). Docente da Faculdade de Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará-Unifesspa. Marabá-PA. E-mail: abraaolevi@unifesspa.edu.br Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/0821034081918768> Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0003-0546-8836>

water flows, it is possible to analyze anomalies in liquid discharges in a given location of a Watershed, allowing us to seek answers to impacts caused by changes in the stream pattern. Consequently, discharge data are significant parameters in the discussion of river dynamics. This article aims to characterize the ANA hydrometeorological stations and compare discharge levels in the Tocantins-Itacaiúnas river plain in Marabá-PA. The methodological procedures consisted of processing hydrological data from the study area, such as discharge measurement at the ANA stations (Marabá and Fazenda Alegria). The results were consistent regarding the characterization of the stations and correlation of the key curves, since the hydraulic behavior represented by the relation between the elevation and discharge between these two stations initially shows differences between the discharge values of around 7.77% (full season) and 4.31% (dry season). The conclusions point to the damming that occurs in the Itacaiúnas River caused by the waters of the Tocantins River, which causes flooding in the river plain of this area.

Keywords: Streamflow quota; Fluviometry; Stream gauge; Hydrology.

Resumen: Brasil es un país con un vasto patrimonio de recursos hídricos, desigualmente distribuidos en su territorio, con su mayor concentración en la región amazónica. Al monitorear los flujos de agua, es posible analizar anomalías en las descargas de líquidos en un lugar determinado de una cuenca fluvial, lo que nos permite buscar respuestas a los impactos causados por cambios en el patrón de drenaje. En consecuencia, los datos sobre el caudal son los parámetros importantes en la discusión sobre la dinámica de los ríos. Este artículo tiene como objetivo caracterizar las estaciones hidrometeorológicas de la ANA y comparar cuotas de caudal en la llanura del río Tocantins-Itacaiúnas en Marabá-PA. Los procedimientos metodológicos consistieron en el procesamiento de datos hidrológicos del área de estudio, como la medición de cuotas de caudal en las Estaciones de ANA (Marabá y Fazenda Alegria). Los resultados fueron consistentes en cuanto a la caracterización de las estaciones y la correlación de las curvas clave, ya que el comportamiento hidráulico representado por la relación cuota-caudal entre estas dos estaciones, en principio, observó diferencias entre los valores de caudal en torno al 7,77% (lleno) con 4,31% (seco). Las conclusiones apuntan al represamiento que se produce en el río Itacaiúnas provocado por las aguas de Tocantins, lo que provoca inundaciones en la llanura fluvial de esta zona.

Palabras clave: Cuota de flujo; Fluviometría; Pluviómetro; Hidrología.

Introdução

O território brasileiro apresenta vasto patrimônio de recursos hídricos onde a “disponibilidade hídrica por habitante, utilizado para grandes regiões, mostra que o Brasil é rico, com uma disponibilidade de 33 mil m³/hab/ano, distribuída nas 12 regiões hidrográficas, o Brasil possui 13,7% da água doce superficial disponível no mundo” (ANA, 2007). Porém, estes recursos são desigualmente distribuídos, tendo sua maior concentração na região Amazônica (Bordalo, 2017).

Para amenizar essas desigualdades, e possibilitar o acesso a água a todos, faz-se necessário o monitoramento hidrológico e implantação e operacionalização de rede hidrológica que consistem de rede de postos de medições que possam gerar dados confiáveis, através de

levantamentos de séries de medições que levem ao monitoramento ampliando os estudos que subsidiem planos de gestão. Assim, dados hidroclimatológicos, medições e o monitoramento são parâmetros importantes para as discussões sobre a gestão dos recursos hídricos.

Assim, o monitoramento dos fluxos hídricos e possíveis anomalias de descargas líquidas em confluências de canais fluviais, possibilita compreender as relações de fluxos e energias por serem locais de complexa estrutura de fluxo, transporte de sedimentos e morfologia de leito.

Em especial, o caso da confluência entre os rios Tocantins e Itacaiúnas (no Sudeste do Pará), destaca-se chave para os levantamentos e análises de dados hidrológicos, pois as “históricas cheias da cidade de Marabá impactam de forma direta os núcleos urbanos ao longo das cotas topográficas abaixo dos 82 metros” (Marabá, 2018). Em função das perdas materiais e não raro, as perdas de vidas afetando toda a sociedade, torna-se necessário conhecer os aspectos morfodinâmicos por meio dos fluxos hídricos que podem sensibilizar os tomadores de decisões para a gestão dos riscos de desastres.

A planície fluvial da confluência dos rios Tocantins com Itacaiúnas, fica localizada na zona urbana do município de Marabá no Estado do Pará, apresenta o encontro de dois rios com características diferentes no tocante a: área de bacia, densidade, largura de calha, profundidade, temperatura, tonalidade, velocidades, qualidade de água, vazão e transporte de sedimentos. Autores como Leopold e Maddock (1953), Macedo (2017), Silva et al. (2021) destacam a importância da análise dos mecanismos hidrológico e sedimentológico que estão presentes no sistema de planície fluvial.

Dados incipientes sobre a hidrodinâmica e as frequentes cheias dos rios Tocantins e Itacaiúnas potencializam a presente pesquisa, de forma geral, o percurso teórico-metodológico e o uso de instrumentos técnicos são essenciais nos estudos de dinâmica fluvial. Lançar luz sobre a dinâmica da confluência dos dois rios em tela, permite construir políticas mais assertivas para os espaços urbanos.

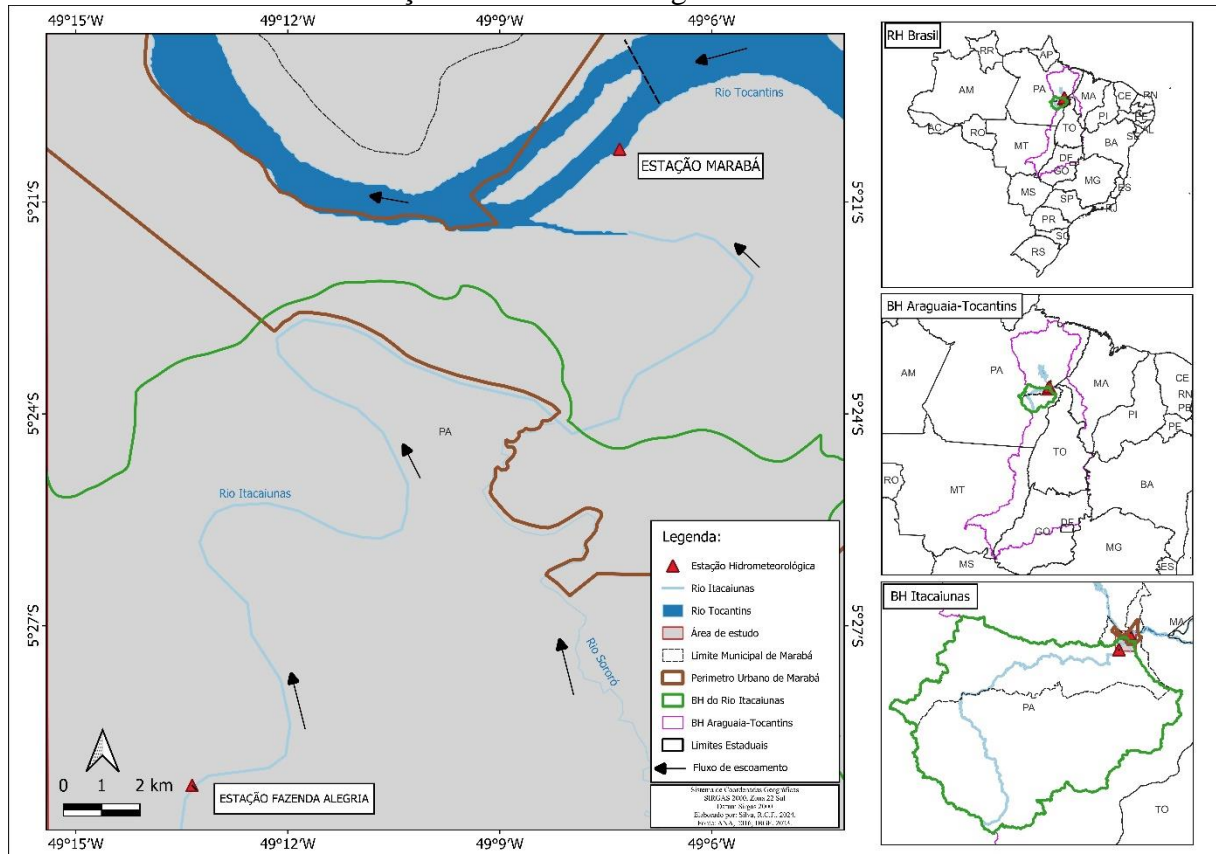
Diante das diferenças, entre os fluxos hídricos dos rios Tocantins e Itacaiúnas, aponta-se que o rio Tocantins cria uma barreira (barramento) natural para o rio Itacaiúnas, espalhando seu fluxo hídrico na planície de inundação que também está instalada parte das moradias urbanas de Marabá. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo compreender a dinâmica dos fluxos na confluência dos rios Tocantins e Itacaiúnas.

Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo está inserida na Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia (RHTA) com cerca de 920.000 km², aproximadamente 11% do território nacional (Câmara et al., 2016). Por sua vez, a BHRI (Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas) contém uma área de drenagem de 41.732 km² e 1.782,138 km de perímetro, localizada na região sudeste do estado do Pará (Silva, 2021). Delimitada pelo polígono envolvente, georreferenciada pelas coordenadas geográficas, 49°12'W; Latitude: 5°18'S / 49°4'W; 5°30'S (Figura 1).

Figura 1: Localização geográfica da área, contendo os rios Tocantins e Itacaiúnas e as Estações Hidrometeorológicas de Marabá



Fonte: ANA (2016); IBGE (2023). **Elaborado:** Autores (2024).

A dinâmica dessa conexão entre os sistemas hídricos Itacaiúnas/Tocantins leva a inundações e enchentes periódicas em parte da Cidade de Marabá, condicionando a saída dos moradores de suas habitações para dar lugar a entrada das águas, num ciclo dinâmico e natural que frequentemente molda a os padrões de paisagem na região amazônica (Vidal; Mascarenhas, 2022).

Procedimentos metodológicos

Alguns tipos específicos de levantamento de dados são necessários para o reconhecimento da tipologia da área a ser estudada, nesse caso tem-se como intuito agregar informações de suas características hidrológicas para projeção de futura modelagem.

Levantamento de dados

Para a compartimentação da planície fluvial consiste de delimitação do recorte da área estudada referente pluviometria, fluviometria e rede de drenagem, as fontes de coletas e escalas cartográficas estão sistematizadas na tabela 1.

Tabela 1: Dados utilizados para o mapeamento do recorte espacial, com suas respectivas fontes, bases de dados, DATUM e escala cartográfica

| Dados | Fonte | Base de Dados | Datum | Escala |
|--------------------------------|----------|--------------------------------------|----------------|-------------|
| Pluviometria / Fluviometria | HIDROWEB | Estações Automáticas/Convencional | SAD-69 | 1:250.000 |
| Drenagem | HIDROWEB | Regiões Hidrográficas | SIRGAS 2000 | 1:1.000.000 |

Fonte: Autores (2024)

A análise espacial foi realizada no Qgis 3.32, para a dissolução das bacias, criação de vetores, utilizou-se as bases disponíveis do IBGE (2023); ANA/SGB (2023), reprojatados para o datum SIRGAS 2000, com projeções geográficas.

Hidroclimatologia

Os dados hidroclimatológicos têm como meta identificar vários elementos de rede de drenagem pela análise, recorte e classificação dos dados vetoriais da hidrologia, bacia e precipitação. Estes disponibilizados pelo Portal da HidroWeb, nas escalas 1:250.000 e 1:1.000.000.

Sobre a análise das variações climáticas, foram utilizados os dados hidroclimatológicos de 18 anos (2004-2022) disponibilizados pela CPRM/Serviço Geológico do Brasil e Agência Nacional de Águas (ANA).

Caracterização das Estações Hidroclimatológicas

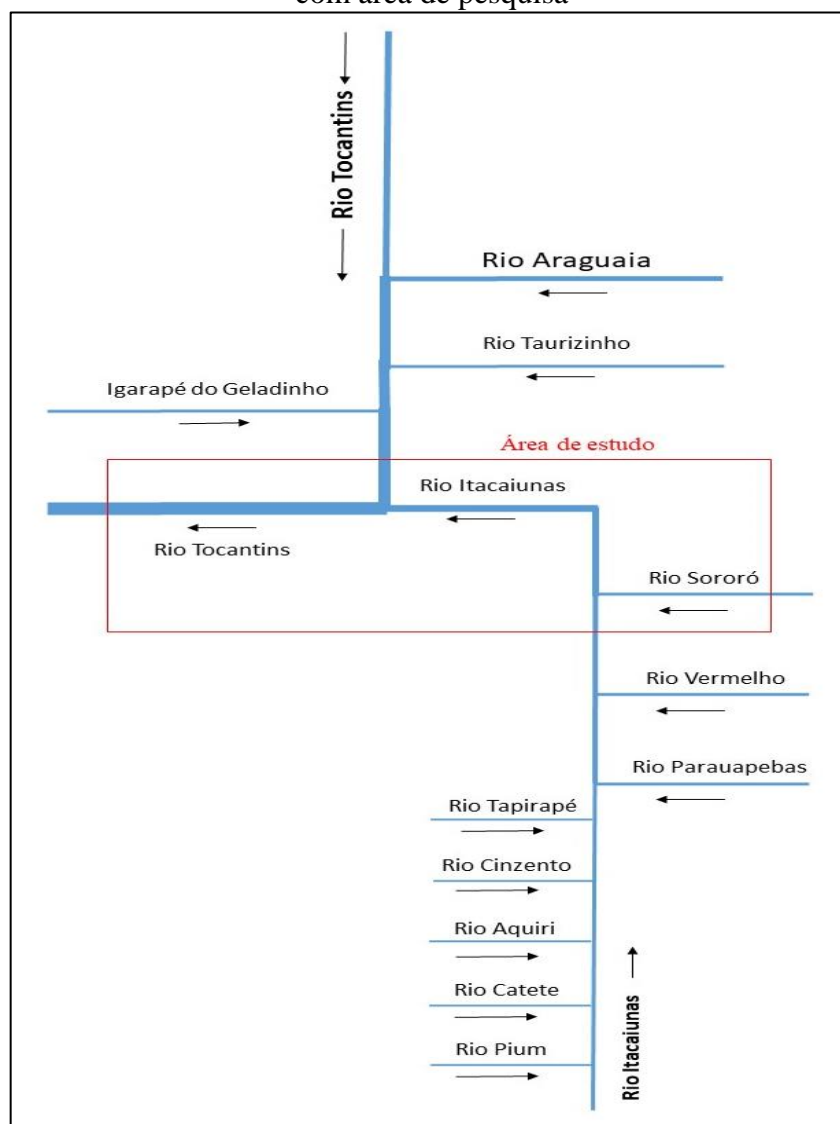
Para este estudo, foram realizados levantamentos de dados secundários de série histórica (chuva e cota-vazão) das Estações Hidrometeorológicas Marabá com os códigos de pluviometria e fluviometria (29050000-flu) e Fazenda Alegria (00549011-plu/21100000-flu). Essas estações fazem parte da Rede Hidrometeorológica de Referência Nacional da ANA e operadas pelo SGB (Serviço Geológico do Brasil). Esses dados estão disponíveis no site do hidroweb-ANA. Foram feitos levantamentos das medições realizadas nas estações fluviométrica Marabá e Fazenda Alegria localizadas nos Rios Tocantins e Itacaiúnas nas quais os valores de vazões adquiridos pelo ADCP nos últimos 18 anos (2008-2022) para montagem do banco de dados para cálculos das curva-chave e correlação dos dados (cota-vazão).

Resultados e discussões

Dados intermediários

A área da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas (BHRI), localizada na região hidrográfica estadual Tocantins-Araguaia. A BHRI representa cerca de 31,11% da região hidrográfica estadual Tocantins-Araguaia (129.102,79 km²) e 3,21% da área do estado do Pará (Silva, 2021) (Figura 2).

Figura 2: Diagrama de rede de drenagem das bacias e sub-bacias dos Tocantins e Itacaiúnas, com área de pesquisa



Fonte: Autores (2024).

Na figura 2 consta a raiz de drenagem de confluência dos rios Tocantins com Itacaiúnas. Consta-se que depois da confluência do rio Tocantins com rio Araguaia até chegar a confluência com rio Itacaiúnas recebe ainda descarga líquida dos rios Taurizinho e Igarapé do Geladinho. No rio Itacaiúnas por sua vez recebe pela margem esquerda os afluentes: Pium, Cateté, Aquiri, Cinzento e Tapirapé; pela margem direita os afluentes: Parauapebas, Vermelho e Sororó.

Caracterização das estações hidrometeorológicas

A ANA gerencia diretamente 4.841 estações, sendo: 2.717 pluviométricas (monitoram as chuvas) e 2.024 estações fluviométricas (monitoram os rios). Do universo de estações

fluviométricas, em 1.485 estações há medição de vazão de água (descarga líquida), em 1.542 de qualidade da água e em 463 de sedimentos em suspensão (descarga sólida) (ANA, 2023).

A estação hidrometeorológica que estão dentro do retângulo envolvente desta pesquisa são Estações Marabá com os códigos de pluviometria e fluviometria (29050000-flu) e Fazenda Alegria (00549011-plu/21100000-flu). Estas estações, sendo de referência são compostas por seções de medição de descarga líquida e sólida, seção de réguas linimétricas, Plataforma de Coleta de Dados (PCD) e qualidade de água.

Nas seções de medição da ANA Marabá tem 1.91 km de extensão e 4.64 km de distância da confluência dos rios para evitar o banco de areia (Praia do Tucunaré). A estação Fazenda Alegria tem cerca de 130 m de extensão e fica cerca de 40 km da confluência dos rios. A seção de réguas linimétricas é composta por estacas com réguas graduadas de 0 a 100 cm para indicar a altura do nível d'água (cotas), podendo ser composta por mais de uma régua na mesma estaca (Figura 3).

Figura 3: Seção de réguas linimétricas em a) Estação de Marabá e em b) Estação Fazenda Alegria



Fonte: Autores (25/04/2023).

O nível do rio é um dado muito importante, podendo ser utilizado para os cálculos (cota x vazão) para criação da curva-chave. Entender o comportamento (duração e frequência) dos eventos hidrológicos é fundamental para a gestão eficiente dos recursos hídricos (KROLL; LUZ; ALLEN, 2004; JACCON e CUDO, 1989). Sendo necessário a realização de várias medições do ADCP e levantamento das margens com nível topográfico ou estação total, tendo Referências de Níveis (RN's) próprios da ANA/SGB como base altimétrica (Figura 4).

Figura 4: As Referências de Níveis (RN's) como base para os levantamentos do ADCP



Fonte: Autores (24/04/2023).

As Referências de Níveis (RN's) possuem cotas arbitrárias ou ortométrica para monitoramento da cota dos rios, essas informações são fundamentais para observação e confirmação do nível do rio (Tabela 2).

Tabela 2: Cotas das referências de níveis nas estações Marabá e Fazenda Alegria.

| Fazenda Alegria | | | |
|------------------------|--------|--------|--------|
| | RN 8 | RN 7 | RN 9 |
| Cotas | 16.338 | 13.331 | 26.360 |
| Estação Marabá | | | |
| | RN 6 | RN 7 | RN 8 |
| Cotas | 13829 | 13921 | 13818 |

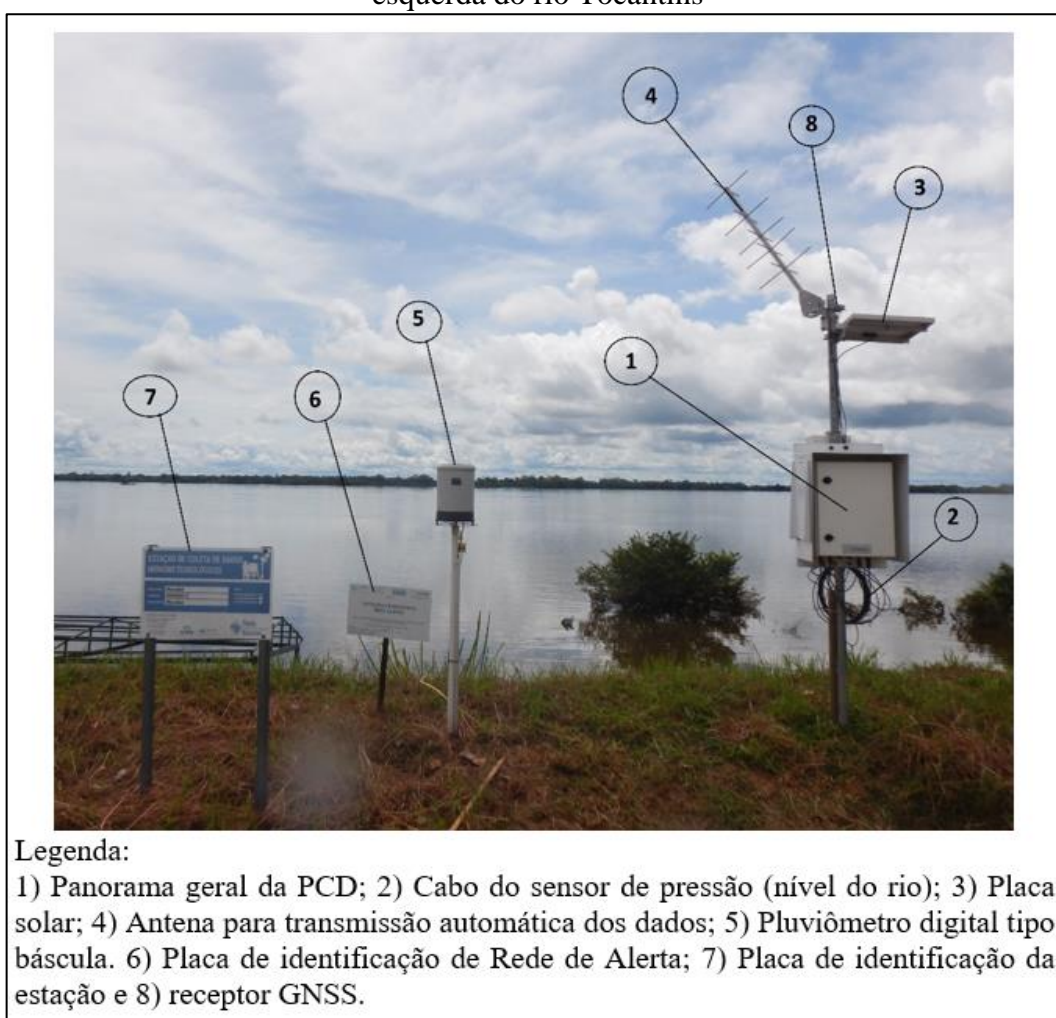
Fonte: Autores (2024)

Os níveis dos rios são registrados também de forma automática por meio de equipamento de precisão tais como PCD. Nas estações na área de estudo foram instaladas

PCD's com intuito de coletar e transmitir dados hidroclimatológicos (Pluviometria / Fluviometria) por intermédio de sensores de temperaturas, umidade relativa do ar, pluviometria e nível do rio.

A PCD de Marabá (Figura 5) fica instalada na margem esquerda do rio Tocantins dentro do perímetro urbano de Marabá, situado a 3 km a montante da confluência com o rio Itacaiúnas (Lat: -5.337°; Long: -49.121°) que possibilita termos a noção do comportamento hidrológico para a área em estudo.

Figura 5: Vista da Plataforma de Coleta de Dados - PCD de Marabá – instalada na margem esquerda do rio Tocantins



Fonte: Autores (24/04/2023).

A PCD da Fazenda Alegria fica instalada na margem esquerda do rio Itacaiúnas sob as coordenadas: Lat: -5.488°; Long: -49.223°. Dispõem-se no topo de um tubulão de concreto,

cerca de 15 metros de altura, situado a 25 km da zona urbana de Marabá e cerca de 40 km a montante da confluência com o rio Tocantins.

Figura 6: Vista da Plataforma de Coleta de Dados - PCD da Fazenda Alegria, instalada no rio Itacaiúnas



Fonte: Autores (25/04/2023).

A pluviometria é outro parâmetro importante para os estudos hidrológicos, sendo medida tanto pelos pluviômetros de básculas (ver Figura 6 acima acoplado na PCD) ou pelo pluviômetro convencional (Figura 7).

Figura 7: Pluviômetro convencional. a) cercado metálico para proteção do equipamento; b) pluviômetro tipo convencional



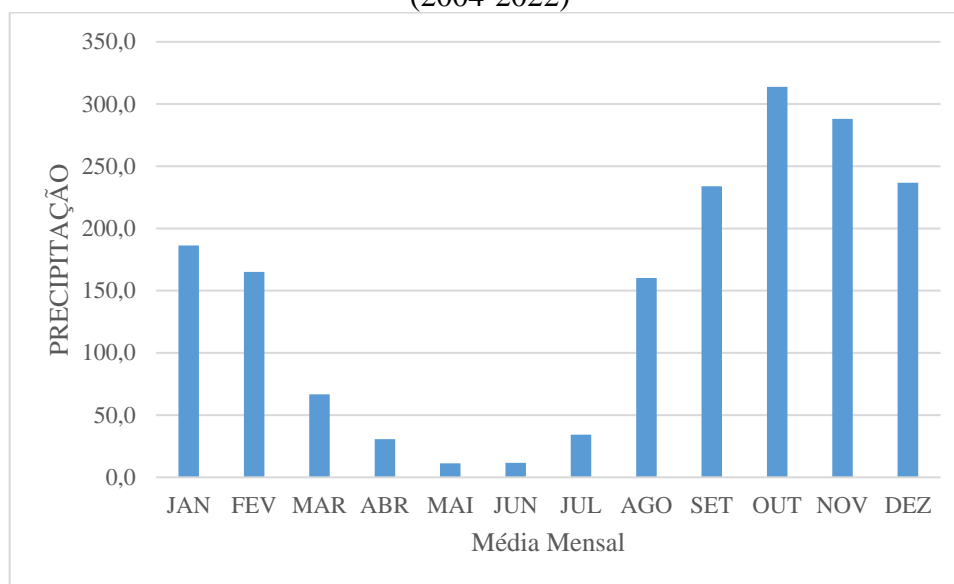
Fonte: Autores (25/04/2023).

Na área de estudo, o clima e a disponibilidade hídrica, tem principal relação com a distribuição das chuvas ao longo do ano; entre outras avaliações, deve-se levar em consideração, que devido à posição geográfica, essa localidade da Amazônia Oriental, próxima ao extremo norte de Tocantins (Bico do Papagaio), recebe precipitação de 1.700 a 1.800 mm anuais e tem temperatura média de 25,5°C a 26,5°C (Silva, 2021).

A pluviometria média mensal na área de estudo gira em torno de 150 mm de chuva, tendo os meses de maio, junho, e julho uma média de 19 mm. Em contrapartida, os meses de outubro a fevereiro evidencia maiores valores de precipitação, com média de 255 mm, tendo como destaque o mês de outubro, com 313,8 mm, ocorrendo nesse período as cheias nos principais canais nesta localidade (Silva, 2021).

A série histórica de precipitação da estação convencional Fazenda Alegria (2004-2022), representadas no gráfico 1.

Gráfico 1: Precipitação mensal da série histórica Estação Convencional Fazenda Alegria (2004-2022)



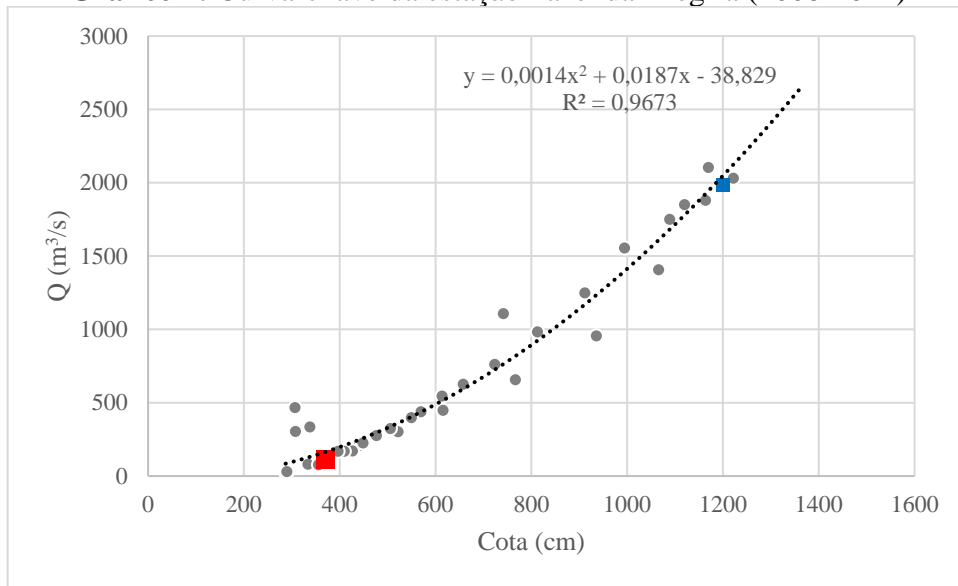
Fonte: ANA (2004-2022); **Organização:** Autores (2024).

Dois períodos bem definidos podem ser visualizados na figura 8, sendo que o período de chuvas intensas, que ocorrer por volta dos meses de agosto a fevereiro, podendo em alguns anos ser prolongado para os meses de março e abril; e o período com menores índices de precipitação, normalmente compreendido entre os meses de março a julho, podendo iniciar no mês de maio.

Comparação das curvas-chave das estações Marabá e Fazenda Alegria

A caracterização dos aspectos hidrológicos nas estações da planície Tocantins-Itacaiúnas foi realizada no intuito de ampliar e melhorar a compreensão deste importante sistema fluvial nesse recorte espacial (Gráfico 2).

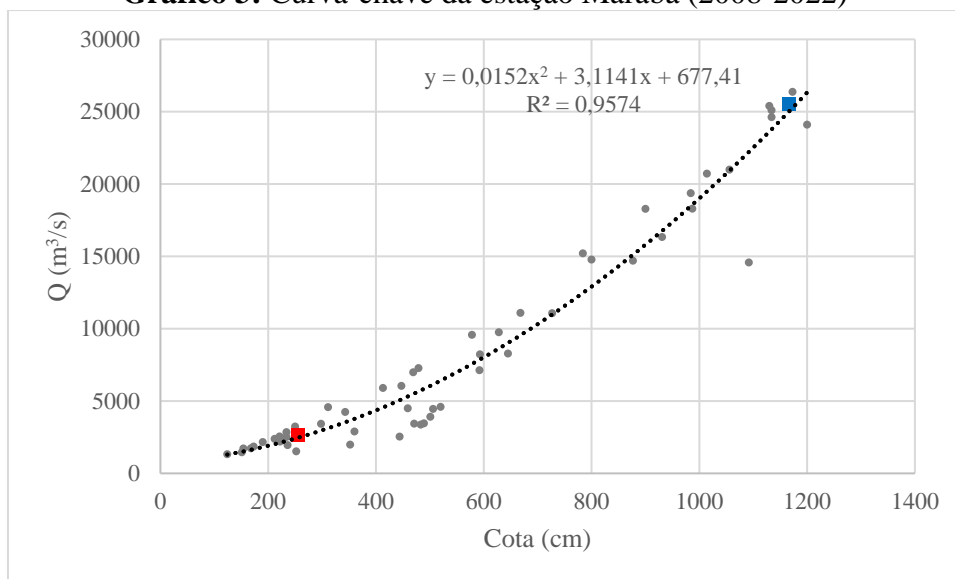
Gráfico 2: Curva-chave da estação Fazenda Alegria (2008-2022)



Fonte: Hidroweb ANA (2023); **Organização:** Autores (2024).

A relação cota-vazão da estação Fazenda Alegria (Gráfico 2) é a que apresenta o comportamento mais peculiar com relação a curva-chave da estação Marabá (Gráfico 3), ambas com bom índice de correlação (G.3 – R2 0.9574; G.2 – R2 0.9673). Na estação Fazenda Alegria a curva apresenta-se levemente côncava (vale) e curta em comparação com a curva-chave da estação Marabá, ambas de do tipo polinômio de segunda ordem, que possui seus ápices nas cotas 1173 cm (G.3) e cota 1170 cm (G.2).

Gráfico 3: Curva-chave da estação Marabá (2008-2022)



Fonte: Hidroweb ANA (2023); **Organização:** Autores (2024).

O padrão da relação cota-vazão nestas estações não difere das outras estações, de modo geral, as vazões tendem a aumentar em função da cota. O comportamento hidráulico representado pela relação cota-vazão entre essas duas estações, a princípio, observa-se as diferenças entre os valores de vazão em torno de 7.77% (cheia) com 4.31% (seca). Essas medições estão destacadas (quadrados coloridos dentro das curvas-chave, gráfico 2 e 3) mostram as diferenças de vazões e cotas nessas estações.

A medida de vazão realizada da estação Marabá em agosto de 2010 (período de seca) foi de 2.664 m³/s, em um momento que a cota do rio estava em 255 cm (quadrado vermelho), com cerca de 10% da capacidade máxima, pois no período de cheia em maio de 2009 com vazão de 25.509 m³/s e cota de 1167 cm (quadrado azul). Por outro lado, na estação Fazenda Alegria em agosto de 2010 (período seco) foi de 115 m³/s, com cota de 370 cm (quadrado vermelho), com cerca de 5% da capacidade máxima, pois no período de cheia em março de 2017 com vazão de 1.984 m³/s, com cota de 1.200 cm (quadrado azul), constatando uma diferença de 3.46% entre as relações de seca e cheia das duas estações.

A explicação hidrológica para esse fenômeno estaria no fato de que o rio Tocantins possui, dinâmica de enchimento reverso (de jusante para montante) no rio Itacaiúnas. Esta pode ser atestada quando as características das duas estações são comparadas. Dessa forma, o trecho do rio Tocantins entre a foz do Itacaiúnas causaria o barramento das águas vindas do rio Tocantins, provocando assim, o remanso com a diminuição da velocidade hídrica na foz rio Itacaiúnas.

O Sistema Hídrico Urbano Tocantins-Itacaiúnas é resultante da interação fluvial entre dois rios com carga fluvial diferentes. Estes transportam produtos advindos ação hídrica (água, sedimentos, nutrientes, matéria orgânica, etc), receptam e processam esses produtos e/ou os depositam (Vidal; Mascarenhas, 2022). Afere-se que as inundações e enchentes que ocorrem periodicamente na confluência dos rios Itacaiúnas e Tocantins são de ordem natural. Processos que ocorrem sistematicamente (padrão), expressos pela regulação e resiliência sistêmica na área, sem que os principais processos identificados como responsáveis pelas áreas de inundações e enchentes na cidade de Marabá se pontuam por topografia rebaixada, presença de estrangulamento da drenagem (construções de moradias e avenidas) como já estudados por Vidal e Mascarenhas (2022).

Considerações finais

De modo geral, analisar os aspectos hidrológicos dos canais na planície do rio Itacaiúnas foi eficaz para ampliar a compreensão deste importante sistema fluvial. As curvas-chave apresentam algumas aplicações de análise dos dados adquiridos, que podem vislumbrar sobre a correlação da cota-vazão nas estações na área de estudo, pois será essencial para elaboração de futuros modelos hidrodinâmicos nesse recorte espacial.

Portanto, nota-se que em águas baixas, o rio Itacaiúnas possui uma vazão acerca de 4.31% de diferença da vazão do rio Tocantins. Na cheia, a porcentagem muda para 7.77%, pois a hidrologia do sistema é modificada, principalmente em virtude da perda de água do canal do rio Itacaiúnas para sua planície.

Referências

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência – RHNR**. Relato do planejamento da RHNR e a definição das estratégias de implementação para os próximos anos (5 anos). Grupo de Trabalho ANA-CPRM, Portaria ANA no 151, de 31 de março de 2016. Versão Final, Maio, 2017.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência – RHNR**. Atualizado em 2023. Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br/maps/cbdda4679ff941c9878efa8200491627/about>. Acesso em 12 de fev. 2024.

BORDALO, C. A. O paradoxo da água na região das águas: o caso da Amazônia brasileira. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 1, p.120-137, 2017.

CÂMARA, R.K.C.; ROCHA, E.J.P.; PROTÁZIO, J.M.B.; QUEIROZ, J.C.; RIBEIRO, W.M.N.; SIQUEIRA, I.S.; LIMA, A.M.M. Modelagem Hidrológica Estocástica Aplicada ao Rio Tocantins para a Cidade de Marabá-PA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, 11-23, 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal, 2023**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 18 set. 2023.

JACCON, G.; CUDO, K. J. **Hidrologia-curva-chave: análise e traçado**. DNAEE, Brasília, 1989.

KROLL, C., LUZ, J., ALLEN, B. Developing a watershed characteristics database to improve low streamflow prediction”, **Journal of Hydrologic Engineering**, v. 9, n. 2, p. 116–125. 2004. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2004\)9:2\(116\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2004)9:2(116)).

LEOPOLD, L.B.; MADDOCK, T. Jr. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. **Geological Survey Professional Paper**, n.252, 1953.

MACEDO, H.A. **Evolução geomorfológica e dinâmica hidrossedimentar da Planície Fluvial Paraguai-Corumbá, Quaternário do Pantanal**. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) – UNESP, Rio Claro-SP, 2017, 193p.

MARABÁ. Lei Nº 17.846 de 29 de março de 2018. **Dispõe Sobre a Revisão do Plano Diretor Participativo do Município de Marabá, instituído pela Lei Municipal nº 17.213 de 09 de outubro de 2006, e dá outras providências**. Disponível em: https://www.governotransparente.com.br/transparencia/documentos/4466490/download/29/Plano_Diretor_Participativo_%2017.846_Mar%C3%A7o_2018. Acesso em: 10 abr. 2022.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). **Monitoramento Hidrológico Especial da Bacia dos Rios Tocantins e Araguaia**. Sistema de Alerta Hidrológico. Boletim nº16/2023. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sace/boletins/Especial/Boletim_Monitoramento_Especial_rio_Araguaia-20230127_17-20230127%20-%20175709.pdf. Acesso em: 01 jul. 2023.

SILVA, M.S.; CAVALCANTE, R.L.; SOUZA-FILHO, P.W.M.; SILVA JUNIOR, R.O.; PONTES, P.R.; DALLAGNOL, R.; ROCHA, E.J.P. Comparação da Curva-Chave de Sedimentos e Produção de Sedimentos em Sub-Bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas, Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, RBRH, Porto Alegre, v. 26, e18, 2021.

SILVA, R.C.F. **Análise da Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas (BHRI): subsídio ao planejamento ambiental**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2021.

VIDAL, M.R.; MASCARENHAS, A. L. S. Fluxos hídricos, modelagem e regulação de sistemas fluviais. In: **Estratégias de Geocologia das paisagens e análise geossistêmica no planejamento e gestão territorial**. Edufma, 2022.

*Recebido em 29 de maio de 2024.
Aceito em 23 de outubro de 2024.
Publicado em 06 de dezembro de 2024.*