

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

RAPHAEL DE CASTRO GAZOTTI

**Panorama Hidroclimatológico das Bacias Hidrográficas do Nordeste da Bahia
entre 1965 e 2025**

Salvador

2026

FOLHA DE APROVAÇÃO

RAPHAEL DE CASTRO GAZOTTI

Panorama hidroclimatológico das bacias hidrográficas do Nordeste da Bahia entre 1965 e 2025

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia como pré-requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia. Salvador, 30 de junho de 2026.

Documento assinado digitalmente
 JUNIA KACENELNBOKEN GUIMARAES
Data: 07/07/2026 10:54:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr(a). Junia Kacenelenbogen Guimarães
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 JOSE MARIA LANDIM DOMINGUEZ
Data: 08/07/2026 19:17:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Maria Landim Domingues
Universidade Federal da Bahia

Documento assinado digitalmente
 DAIANA DE ANDRADE MATOS
Data: 07/07/2026 14:17:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr(a). Daiana de Andrade Matos
Universidade Federal da Bahia

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

RAPHAEL DE CASTRO GAZOTTI

**Panorama Hidroclimatológico das Bacias Hidrográficas do Nordeste da Bahia
entre 1965 e 2025**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Geografia do Instituto de Geociências
da Universidade Federal da Bahia, como requisito para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia

Orientadora: Junia Kacenelenbogen Guimarães

Salvador

2026

*Ah, se eu fosse um peixe ao contrário do rio,
Nadava contra as águas e nesse desafio
Saía lá do mar pro Riacho do Navio*

(Luiz Gonzaga, 1955)

RESUMO

O presente trabalho traça um panorama dos índices flúvio e pluviométricos das principais bacias hidrográficas do nordeste da Bahia, entre 1965 e 2025, nos rios Pojuca, rio Inhambupe, Itapicuru, Real e Vaza-Barris. Os dados numéricos utilizados são registros históricos de vazão e precipitação obtidos nos portais virtuais da Agência Nacional de Águas e do Instituto Nacional Meteorológico, junto de informações sobre grandes barragens da Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos da Bahia. Os métodos de análise foram cálculos estatísticos de medianas, linhas de tendência, anomalias e médias móveis apresentados e comparados em gráficos ilustrativos. Os resultados apontam diminuição intensa das vazões nas cinco estações fluviométricas estudadas, especialmente depois de 1990, que são acompanhadas apenas parcialmente pelas precipitações que diminuem em intensidade menor nas 12 estações pluviométricas. A presença de grandes barragens contribui para entender a inconformidade da diminuição da vazão e das precipitações em uma das bacias, mas não funciona para outras três delas. Conclui-se que pode haver outros fatores humanos que promovem a diminuição das vazões fluviais para além das grandes obras de represamento de águas e dos fatores climáticos observados.

Palavras-chave: Hidrologia. Geoestatística. Bacia Hidrográfica. Vazão. Itapicuru.

ABSTRACT

This study presents an overview of the river flow and rainfall indices of the main river basins in northeastern Bahia, Brazil, between 1965 and 2025, focusing on the Pojuca, Inhambupe, Itapicuru, Real, and Vaza-Barris rivers. The numerical data are historical records of flow and precipitation obtained from the websites of the National Water Agency and the National Meteorological Institute, along with information on large dams from the Superintendency of Social and Economic Studies of Bahia. The analysis methods included statistical calculations of medians, trend lines, anomalies, and moving averages, presented and compared in illustrative graphs. The results indicate a sharp decrease in flow rates at the five studied river flow stations, especially after 1990, which is only partially followed by a smaller decrease in rainfall at the 12 rain stations. The presence of large dams helps explain the decrease in one basin, but does not account for other three of them. It can be concluded that there might be other human factors that contribute to the decrease in river flows besides large damming projects and the observed climatic factors.

Key-words: Hydrology. Geostatistics. River Flor. River Basin. Itapicuru.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização das Bacias Hidrográficas	12
Figura 2 –Medianas das Vazões do Rio Pojuca.....	24
Figura 3 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Pojuca.....	25
Figura 4 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Pojuca	26
Figura 5 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações versus Vazões do Rio Pojuca	26
Figura 6 –Medianas das Vazões do Rio Inhambupe.....	28
Figura 7 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Inhambupe.....	29
Figura 8 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Inhambupe	30
Figura 9 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações versus Vazões do Rio Inhambupe	30
Figura 10 –Medianas das Vazões do Rio Itapicuru	32
Figura 11 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Itapicuru	33
Figura 12 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Itapicuru.....	34
Figura 13 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações versus Vazões do Rio Itapicuru....	34
Figura 14 –Medianas das Vazões do Rio Real	36
Figura 15 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Real	37
Figura 16 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Real.....	38
Figura 17 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações versus Vazões do Rio Real.....	38
Figura 18 –Medianas das Vazões do Rio Vaza-Barris	40
Figura 19 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Vaza-Barris	41
Figura 20 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Vaza-Barris	42
Figura 21 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações versus Vazão do Rio Vaza-Barris	42
Figura 22 – Anomalia da Vazão dos Rios Pojuca, Inhambupe, Itapicuru, Real, Vaza-Barris	44
Figura 23 – Médias Móveis da Vazão do Pojuca, Inhambupe, Itapicuru, Real, Vaza-Barris	45
Figura 24 – Médias Móveis das Precipitações das Estações de Clima Superúmido.....	46
Figura 25 – Médias Móveis das Precipitações das Estações de Clima Úmido Estacional.....	47
Figura 26 – Médias Móveis das Precipitações das Estações de Clima Úmido Estacional.....	47
Figura 27 – Médias Móveis das Precipitações das Estações de Clima Semiárido	48
Figura 28 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Pojuca	56
Figura 29 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Inhambupe	57
Figura 30 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Itapicuru.....	58
Figura 31 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Real	59
Figura 32 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Vaza-Barris	60

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	11
2 METODOLOGIA.....	16
2.1 SELEÇÃO DE ESTAÇÕES E TRATAMENTO DE DADOS.....	16
2.2 MEDIDAS ESTATÍSTICAS E GRÁFICOS ILUSTRATIVOS	19
2.2.1 Médias Mensais e Ano Hidrológico	19
2.2.2 Mediana das Vazões Mínimas e Máximas Mensais	20
2.2.3 Médias Móveis Simples.....	21
3 RESULTADOS.....	23
3.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POJUCA.....	24
3.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO INHAMBUPE	28
3.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPICURU.....	32
3.4 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO REAL.....	36
3.5 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VAZA-BARRIS.....	40
3.6 COMPARATIVO FLUVIAL.....	43
3.7 COMPARATIVO PLUVIAL.....	46
4 DISCUSSÃO	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE – FLUVIOGRAMAS DE VAZÕES DIÁRIAS COM LINHA DE TENDÊNCIA	54

INTRODUÇÃO

Este estudo surgiu da necessidade de verificar o comportamento das vazões dos rios que deságuam no litoral norte da Bahia e sul de Sergipe que poderiam ter causado impacto na geomorfologia costeira dessa região na última década. (SANTOS, 2025) A partir da observação de uma tendência de diminuição das vazões médias anuais na maior parte dos rios da região, estabeleceu-se como **objetivo geral** a confirmação dessa diminuição em cinco bacias hidrográficas selecionadas, utilizando medidas estatísticas diversas que pudessem mensurar esse decréscimo e localizá-lo ao longo da série histórica em cada uma delas.

Os dois elementos de aspectos mais volumosos que compõem os ciclos hidrológicos dessa região são as saídas de água do sistema, pelo escoamento dos rios principais, próximo dos exutórios das bacias; e as entradas de água, por meio das chuvas que precipitam dentro da área de drenagem das bacias. (TUCCI, 1993) Assim, buscou-se, como **objetivo específico**, verificar o comportamento das precipitações, ao longo da mesma série histórica, nas estações pluviométricas localizadas em cada um dos tipos climáticos das bacias hidrográficas estudadas. Essa escolha deu-se pela consideração do ciclo hidrológico como sistema fechado, o que permitiria explicar a queda das vazões por uma provável queda das precipitações. (SILVEIRA, 1993) Além das precipitações, também buscou-se levantar outro elemento do ciclo hidrológico, que estivesse mais relacionado às atividades humanas e pudesse explicar as diminuições encontradas, uma vez que se trata de área habitada por grandes, médias e pequenas cidades – que demandam água para consumo humano – e com grande parte de suas terras voltadas para agropecuária e de extrativismo mineral de escala industrial – atividades econômicas que demandam o uso de água para irrigação das lavouras e processamento de minérios. (SEI, 2006) Para isso, levantou-se também o histórico da construção de barragens e suas capacidades de represamento de águas de forma que esse histórico pudesse se relacionar às séries históricas de vazão e precipitação.

Assim, a **questão problema** do trabalho refere-se a entender se há diminuição considerável das vazões nas cinco bacias hidrográficas estudadas, e de que forma essa diminuição pode estar relacionada a mudanças em outros elementos do ciclo hidrológico, partindo da **hipótese** de que as precipitações possam estar acompanhando essa diminuição por alguma mudança climática regional, ou que exista também influência de uso humano da água, por meio da construção de barragens.

As **justificativas** para a realização deste estudo vêm desde questões geomorfológicas do aporte sedimentar que possam levar a erosão costeira de áreas ocupadas,

passando por questões climáticas de mudanças de padrões de precipitação que possam levar regiões do semiárido à desertificação, considerando, principalmente, o risco de desabastecimento hídrico de populações urbanas e rurais, e a possibilidade da superutilização dos recursos hídricos por parte das atividades econômicas extrativistas e agrícolas de escala industrial. (BENETTI, 1993; BIDONE, 1993)

Este trabalho traz, portanto, um panorama geral das vazões dos principais rios do setor norte do agrupamento brasileiro de bacias hidrográficas do Leste e das precipitações de chuva do nordeste da Bahia e do Estado de Sergipe, a partir de levantamento de dados numéricos medidos por órgãos reguladores oficiais, como a Agência Nacional de Águas e o Instituto Nacional Meteorológico em séries históricas longas, de 1965 a 2025, trazendo maior consistência para as diferentes análises estatísticas utilizadas.

1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

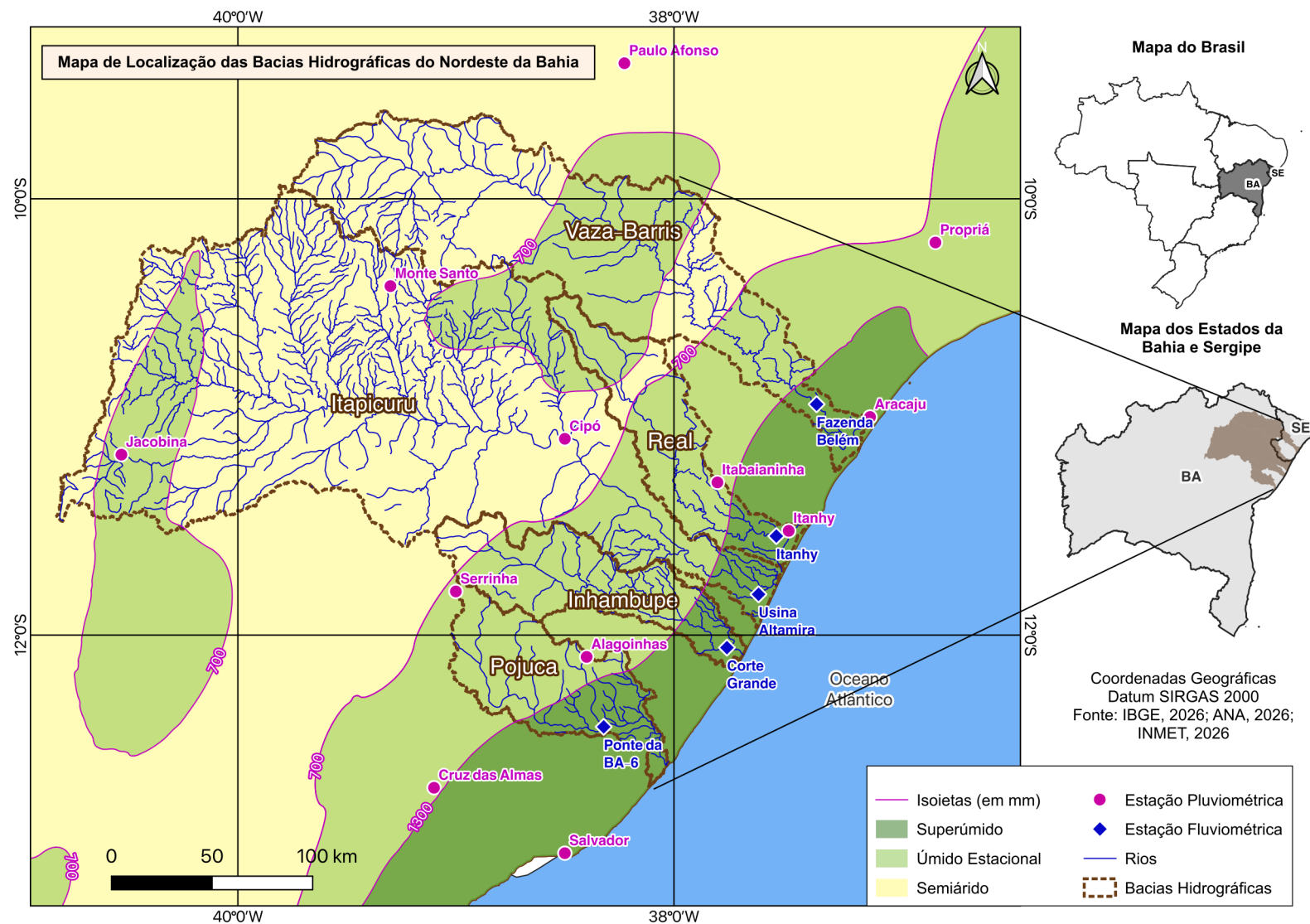
Para delimitar a área de estudo, partiu-se inicialmente do levantamento de todas as bacias hidrográficas do agrupamento das bacias do Leste do Brasil que deságuam no litoral norte da Bahia e no litoral sul de Sergipe. Após esse levantamento, selecionaram-se as bacias que possuíam séries históricas de medição de vazões que fossem robustas, com pouca ou nenhuma interrupção por período superior a 30 anos. Por esse motivo, descartou-se os dados de bacias importantes como as dos rios Joanes, Jacuípe, Piauí, Sergipe e Japaratuba; e selecionou-se as bacias dos rios Pojuca, Inhambupe, Itapicuru, Real e Vaza-Barris, a partir dos dados de suas respectivas estações fluviométricas – Ponte da BA-6, Corte Grande, Usina Altamira, Itanhy e Fazenda Belém (Figura 1). A maior bacia em área de drenagem é a do rio Itapicuru, seguida pela bacia do Vaza-Barris – menos da metade do tamanho da primeira – e pelas dos rios Real, Pojuca e Inhambupe, de áreas muito próximas entre si e muitos menores que as duas primeiras. A bacia do rio Itapicuru também se destaca pela extensão de seu rio principal, seguido pelo também extenso rio Vaza-Barris; pelos rios Real e Inhambupe, mais curtos; e pelo rio Pojuca que possui a menor extensão (Tabela 1). As vazões diárias médias mais altas da série histórica de 1965 a 2025 foram as do rio Itapicuru, seguido pelo rio Real – com metade da vazão do primeiro; pelos rios Vaza-Barris e Pojuca com vazões médias bem próximas entre si; e pelo rio Inhambupe com a menor vazão média das bacias estudadas. (Tabela 1). (ANA, 2026)

Tabela 1 – Comparativo da Área da Bacia, Extensão do Rio Principal e Vazão Diária Média entre as Bacias Hidrográficas Estudadas

	Área de Drenagem (em hm^2)	Extensão do Rio Principal (em km)	Vazão Diária Média (em m^3/s)
Rio Pojuca	4,8	154	10,9
Rio Inhambupe	4,7	206	9,2
Rio Itapicuru	36,1	550	22,1
Rio Real	4,9	235	12,6
Rio Vaza-Barris	16,5	445	11,3

Fonte: ANA, 2026; Elaborado pelo autor.

Figura 1 – Mapa de Localização das Bacias Hidrográficas , tipo climático, isoietas e localização das estações pluviométricas e fluviométricas do Nordeste da Bahia



Fonte: ANA, 2026; IBGE, 2026; INMET, 2026; Elaborado pelo autor.

Pela abordagem hidroclimatológica do estudo, os aspectos térmicos foram menos considerados e a divisão climática foi feita a partir das isoietas – linhas de igual precipitação – classificando três tipos climáticos distintos: clima Superúmido, litorâneo e de alta pluviosidade devido a atuação das massas de ar úmidas – mTa e mPa – que trazem precipitação ao longo do ano todo, com isolinhas que superam 1.300 mm; clima Úmido Estacional, que se configura pela transição entre a umidade do litoral e a semiaridez do interior e também pela orografia, com precipitação alta porém interrompida no período seco – localizado entre as isolinhas de 700 mm e 1.300 mm; e o clima Semiárido que caracteriza-se pelo déficit hídrico e por longos períodos secos, com pluviometria menor que 700 mm. (ALVARES, 2013)

Dentro dessa classificação climática, é possível dividir as bacias hidrográficas em dois grupos. O primeiro grupo é formado pelas bacias hidrográficas do rio Itapicuru e do rio Vaza-barris, mais propensas ao déficit hídrico, uma vez que possuem mais da metade de suas áreas em clima semiárido, a montante, e a menor parte em climas úmidos estacionais e superúmidos, a jusante. As bacias do rio Pojuca, Inhambupe e Real, tem aproximadamente metade de suas áreas em clima úmido, no alto curso, e a outra metade em clima superúmido, no baixo curso, o que garante superávit hídrico durante a maior parte do ano – as bacias do Inhambupe e Real também apresentam pequena área de clima semiárido. Dentre as estações pluviométricas escolhidas para o estudo, observa-se que três delas – Salvador, Itanhy e Aracaju – localizam-se em clima Superúmido; seis delas – Propriá, Itabaianinha, Alagoinhas, Serrinha, Cruz das Almas e Jacobina – em clima Úmido Estacional; e três delas em clima Semiárido – Monte Santo, Cipó e Paulo Afonso. (SEI, 2006)

A presença de barragens ao longo do curso dos rios também é relevante para o entendimento da situação hidroclimatológica uma vez que essas obras de engenharia – feitas para perenizar rios que secam em determinados períodos do ano, garantindo o consumo humano, a dessedentação de animais e a irrigação das terras agrícolas – podem influenciar no volume de água que escoar ao longo do curso do rio. (SILVEIRA, 1993)

Tabela 2 – Grandes barragens nos rios das bacias hidrográficas estudadas (em ordem decrescente de capacidade)

Bacia Hidrográfica	Município	Rio	Barragem	Ano de construção	Capacidade
Vaza-Barris	Canudos-BA		Cocorobó	1950-1968	246 hm ³
Itapicuru	Itiúba-BA e Cansanção-BA	Jacurici	Rômulo Campos	1948-58	147 hm ³
Itapicuru	Araci-BA	Riacho Carnaíba	Araci	1962-66	66 hm ³
Vaza-Barris	Coronel João Sá-BA		Gasparino	1957-1969	49 hm ³
Itapicuru	Ponto Novo-BA	Itapicuru-Açu	Ponto Novo	1999	39 hm ³
Itapicuru	Capim Grosso-BA	Itapicuru-Mirim	Pedras Altas	2002	38 hm ³
Itapicuru			Pindobaçu	2005	16,8 hm ³
Itapicuru	Senhor do Bonfim-BA		Sohen	1969-1978	14,5 hm ³
Itapicuru	Andorinha-BA		Andorinha II	1983	13,7hm ³
Vaza-Barris	Adustina-BA		Adustina	1957-1969	13 hm ³
Itapicuru	Serrolândia-BA		Serrote	~1950	10,8 hm ³

Fonte: SEI, 2026; Elaborado pelo autor.

Na bacia do rio Itapicuru, destacam-se os açude de Rômulo Campos e Araci, com grande capacidade de armazenamento, mas que foram construídos antes do início da série histórica do estudo. Outras duas barragens, com capacidades menores, também se destacam por terem sido construídas durante as medições da série histórica: barragem de Ponto Novo (1999), que levou a disputas de terra e água entre população tradicional e agroirrigantes da região, segundo o Mapa de Conflitos (2026); e a barragem de Andorinha (1983) com disputas por água entre atividades de mineração e agricultura familiar. (IRPAA, 2014) Há também outras cinco barragens com capacidades inferiores a 20 hm³ (Tabela 2), oito barragens de capacidade inferior a 10 hm³ (Rio do Peixe, Cachoeira Grande, Quiçé, Cariacá, Monteiro, Tapera, Riacho da Onça e Aipim); e mais 29 barragens com capacidade de represamento inferior a 2 hm³. (SEI, 2024)

O Açude Cocorobó é a principal barragem da bacia hidrográfica Rio Vaza-Barris e o maior açude dentre as bacias do estudo, construída antes do início das medições da série histórica, com grande importância para a segurança hídrica da população da região e caráter histórico-cultural relevante dadas as motivações para sua construção. (ROSSI, 2021) Essa bacia ainda conta com a barragem de Adustina, bem menor em capacidade de armazenamento e também construída antes da série, e a barragem de Gasparino, maior que anterior e construída

em anos mais recentes. A bacia do rio Vaza-Barris ainda possui outras três barragens, mas que apresentam capacidade muito inferior de represamento de águas - menos de 1,2 hm³. (SEI, 2024)

As bacias hidrográficas do Rio Pojuca, Inhambupe e Real não possuem grandes barragens em seus rios, mas contam com açudes menores. (SEI, 2024) A bacia do rio Real possui uma barragem de pequeno porte, Heliópolis, com capacidade de 1,5 hm³; a bacia do rio Inhambupe possui uma barragem ainda menor, Itamira, com 0,3 hm³ de capacidade; e a bacia do rio Pojuca possui apenas o projeto de construção da barragem de Itapecerica – para abastecimento do litoral norte da Bahia e da região metropolitana de Salvador-BA – mas que já desperta interesse agrícola na região. (BAHIA, 2016)

2 METODOLOGIA

Este capítulo descreve os métodos utilizados para a pesquisa hidroclimatológica apresentada como resultado deste trabalho. As informações utilizadas são dados numéricos de medições de vazão em estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA) e de precipitação de chuva em estações pluviométricas, também da ANA, mas principalmente do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), utilizando-se toda a série histórica disponível: entre meados das décadas de 1940, para dados do INMET, e de 1960, para dados da ANA; até o início da década de 2020, para ambos.

As estações de medição escolhidas para as análises fluviométricas localizam-se nos baixos cursos dos rios principais de cinco bacias hidrográficas que deságuam no litoral norte da Bahia e sul de Sergipe, sendo elas: Pojuca, Inhambupe, Itapicuru, Real e Vaza-Barris. Já a área definida para pesquisa pluviométrica envolve as estações de medição dentro e ao redor dos limites das bacias hidrográficas respeitando a similaridade climática entre a área da bacia e a localização da estação. (TUCCI, 1993)

2.1 SELEÇÃO DE ESTAÇÕES E TRATAMENTO DE DADOS

A coleta de dados foi feita a partir de informações disponíveis em plataformas oficiais brasileiras com coleta de dados *online*: HidroWeb da ANA e o Banco de Dados do INMET, utilizando mapas que espacializam as estações de medições fluvio e pluviométricas. A localização das estações fluviométricas foi o ponto de partida para a seleção dos dados, buscando-se aquelas que estivessem mais a jusante possível do curso do rio principal, a fim de considerar a somatória das vazões de toda a bacia hidrográfica. Para as estações pluviométricas, buscou-se aquelas que estivessem dentro ou próximas dos divisores d'água da bacia hidrográfica, considerando-se os tipos climáticos das bacias hidrográficas e o clima encontrado na localidade da estação pluviométrica.

Após o mapeamento espacial das estações, a seleção afunilou para aquelas estações que possuíam séries temporais diárias que tivessem mais de 30 anos de duração e pouca interrupção consecutiva de dados. Determinou-se que a taxa de dados ausentes para o total de medições diárias seria de até 5%, o que levou a eliminação de diversas estações fluviométricas e pluviométricas dentro da área de estudo.

Para os dados fluviométricos da ANA – que foram trabalhados em escala diária, mensal e anual – ainda se determinou: nenhuma estação poderia ter interrupção consecutiva

superior a 365 dias consecutivos; caso houvesse interrupção superior a 90 dias consecutivos, o ano afetado não seria contabilizado nos cálculos anuais; e caso houvesse interrupção superior a 30 dias, os meses afetados não seriam contabilizados nos cálculos mensais. (CHEVALLIER, 1993)

Na Tabela 2 estão listadas as estações fluvio e pluviométricas que foram selecionadas, com seus devidos códigos, os órgãos responsáveis pela sua medição, a data de início e final de suas séries, a quantidade de dias da série e a quantidade de dados ausentes – e sua taxa relativa; além da informação de lacunas de dados superiores a 30 dias – para as estações fluviométricas.

Tabela 3 – Duração das Séries Históricas das Estações de Medição e Quantidade de Dados Ausentes

Medição	Estação	Início	Final	Dias	Ausentes	Taxa	Lacunas
ANA	Ponte da BA-6 (Rio Pojuca) - 50755	02/01/1965	30/04/2025	22.034	83	0,4%	31 (01/07/2006- 31/07/2006)
							41 (11/10/2024- 20/11/2024)
ANA	Corte Grande (Rio Inhambupe) - 50660	01/10/1966	30/04/2025	21.397	501	2,3%	169 (16/05/1971- 31/10/1971)
							290 (06/09/1989- 22/06/1990)
ANA	Usina Altamira (Rio Itapicuru) - 50595	09/01/1967	31/07/2025	21.389	1.049	4,9%	68 (01/04/1969- 07/06/1969)
							86 (15/05/1977- 08/08/1977)
							71 (23/02/1978- 04/05/1978)
							101 (29/08/1978- 07/12/1978)
							159 (05/04/1980- 10/09/1980)
ANA	Itanhy (Rio Real) - 50290	09/11/1965	30/04/2025	21.723	908	4,2%	332 (01/12/2019- 27/10/2020)
							100 (24/04/1968- 01/08/1968)
							31 (01/07/1970- 31/07/1970)
							335 (01/12/1970- 31/10/1971)
							94 (18/03/1992- 19/06/1992)
							181 (01/11/1992- 30/04/1993)
							31 (01/07/2006- 31/07/2006)
							74 (01/06/2020- 13/08/2020)
							31 (01/05/2024- 31/05/2024)
							135 (01/03/1967- 13/07/1967)
ANA	Fazenda Belém (Rio Vaza-Barris) - 50191	01/01/1964	30/04/2025	22.035	262	1,2%	30 (01/11/1967- 30/11/1967)
							37 (03/12/1984- 08/01/1985)
							35 (19/06/1999- 23/07/1999)
							30 (01/04/2020- 30/04/2020)
INMET	Cruz das Almas	01/01/1977	24/10/2025	17.829	131	0,7%	-

INMET	Salvador	01/01/1967	02/07/2025	21.368	841	3,9%	-
INMET	Monte Santo	01/01/1973	23/03/2020	17.249	83	0,5%	-
INMET	Cipó	01/01/1977	24/10/2025	17.829	482	2,7%	-
INMET	Alagoinhas	02/02/1977	31/05/2022	16.587	810	4,9%	-
INMET	Serrinha	01/01/1977	09/04/2020	15.805	278	1,8%	-
ANA	Itanhy (Pluviométrica)	09/11/1965	30/04/2025	21.731	807	3,7%	-
INMET	Jacobina	01/01/1973	02/03/2023	18.323	658	3,6%	-
INMET	Aracaju	01/01/1967	31/12/2020	19.724	916	4,6%	-
INMET	Itabaianinha	01/01/1973	15/05/2023	18.397	780	4,2%	-
INMET	Propriá	01/01/1973	24/10/2025	19.290	894	4,6%	-
INMET	Paulo Afonso	01/01/1973	30/04/2015	15.460	281	1,8%	-

Fonte: ANA, 2025; INMET, 2025; Elaborado pelo autor.

2.2 MEDIDAS ESTATÍSTICAS E GRÁFICOS ILUSTRATIVOS

2.2.1 Médias Mensais e Ano Hidrológico

Os primeiros cálculos foram feitos a fim de definir e caracterizar o ano hidrológico de cada bacia hidrográfica, utilizando-se as médias aritméticas, uma das mais confiáveis e amplamente utilizadas medidas de tendência central na estatística descritiva. Devido à sua simplicidade e facilidade de interpretação, essa medida é amplamente utilizada como ponto de partida em análises estatísticas e, por isso, foi utilizada como medida inicial para a síntese do comportamento hidrológico dos cinco rios estudados. (TRIOLA, 2019) Adotou-se a média aritmética dos dados mensais das estações fluviométricas, representando o comportamento médio das vazões por meio de um único valor para cada mês do ano. Para isso, somaram-se as médias para o mesmo mês ao longo da série temporal e dividiu-se a somatória pelo total de observações – cerca de 60 valores para cada estação fluviométrica. Os mesmos cálculos foram feitos com os valores da vazão mais alta e da vazão mais baixa de cada mês a fim de compor um gráfico com 3 linhas apresentando diferentes resultantes para cada mês do ano: mínimas, médias e máximas.

A média aritmética também serve para suavizar as flutuações interanuais, possibilitando uma visualização clara da distribuição das vazões ao longo do ciclo hidrológico, especialmente no caso de séries temporais longas como as apresentadas. Por esse motivo, conforme descrito por Tucci (1993), a utilização de médias aritméticas de vazões mensais é uma prática consolidada na construção de gráficos representativos do ano hidrológico. A partir do cálculo das médias das vazões observadas em cada mês, foi possível sintetizar o comportamento hidrológico típico de cada bacia hidrográfica, destacando os padrões sazonais e possibilitando a determinação de seu ano hidrológico, que se inicia no mês em que as vazões começam a aumentar – início do período de cheias – e termina no mês que o antecede – final do período de estiagem. Assim, os resultados das médias aritméticas mensais foram representados em gráficos de linhas para cada bacia hidrográfica, onde o eixo horizontal representa os meses do ano hidrológico e o eixo vertical a vazão média daquele mês na série temporal.

2.2.2 Mediana das Vazões Mínimas e Máximas Mensais

Apesar de sua utilidade, a média aritmética apresenta limitações: em distribuições com forte assimetria ou com valores discrepantes, a média pode não refletir adequadamente a tendência central, sendo recomendado o uso de medidas mais robustas, como a mediana. A mediana é uma medida de tendência central, indicada para dados caracterizados por grande variabilidade ou pela presença de valores extremos, como é o caso das vazões máximas e mínimas mensais observadas nas séries temporais das estações fluviométricas estudadas. Definida como o valor que separa a metade superior da metade inferior dos dados ordenados, a mediana é insensível a variações extremas, o que a torna uma alternativa mais robusta em relação à média aritmética em distribuições assimétricas (TRIOLA, 2019).

Comparando os conjuntos de dados de vazões médias e os conjuntos de dados de vazões máximas e mínimas, observou-se que o segundo grupo apresenta uma maior heterogeneidade e discrepância de valores e que, por esse motivo, a utilização de médias aritméticas para sintetizá-lo poderia levar a valores médios severamente distorcidos por vazões atípicas que raramente, ou nunca, se repetem. Já uma síntese feita a partir da ordem dos valores e não da magnitude das diferenças traz um retrato mais fiel dos valores máximos e mínimos apresentados pelas vazões ao longo do ano hidrológico. O número de dados utilizados para cálculo de cada mediana máxima e mínima mensal foi aproximadamente o mesmo utilizado para os cálculos das médias mensais: 60 vazões entre 1965 e 2025 – diferenciando-se, no

entanto, pelo fato de as médias mensais representarem uma resultante dos cerca de 30 valores diários, enquanto as máximas e as mínimas mensais são valores únicos de cada mês. Para ilustrar o resultado, construiu-se gráficos de linhas para cada bacia hidrográfica, apresentando linhas que apontam as medianas das vazões mínimas, médias e máximas – eixo vertical – ao longo do ano – eixo horizontal.

Com os gráficos de médias e medianas mensais foi possível analisar graficamente os comportamentos das bacias hidrográficas em relação aos seus ciclos durante o ano hidrológico, mas ainda não era possível enxergar as evoluções que as vazões dos rios apresentavam ao longo dos anos da série temporal, uma vez que as linhas representavam uma única resultante mensal para todo os anos do período estudado. Assim, foram feitos 4 recortes temporais de 15 anos, que trouxeram as primeiras impressões acerca da tendência desses dados ao longo dos 60 anos da série temporal. Ainda que tenham apresentado algumas oscilações, mostrou-se necessário avançar para outras análises estatísticas para informações mais sólidas a respeito da evolução temporal dos dados e a comprovação dessas impressões.

2.2.3 Médias Móveis Simples

As médias móveis são uma das ferramentas estatísticas mais amplamente utilizadas na análise de séries temporais. Seu principal objetivo é suavizar flutuações de curto prazo – reduzindo ruídos aleatórios como aqueles observados nos fluviogramas – e realçar tendências ou ciclos de longo prazo nos dados – de forma mais dinâmica e detalhada que a linha de tendência – funcionando como um filtro que facilita a visualização e interpretação de dados complexos e irregulares. Ao calcular a média de um número fixo de vazões e precipitações consecutivas e deslocar essa janela ao longo da série, obtém-se uma sequência suavizada que facilita a identificação de padrões ocultos na observação direta desses dados. (BROCKWELL & DAVIS, 2016) O cálculo da média móvel simples (MMS) é a forma mais elementar dessa técnica: para cada ponto temporal da série, seleciona-se um número fixo de observações anteriores e calcula-se a média aritmética desses valores, que é então atribuída ao ponto final da janela. Ao mover essa janela ao longo da série, obtém-se uma nova série de valores suavizados e uma sequência de médias móveis ao longo da série temporal.

Embora a MMS seja fácil de implementar, a escolha adequada do tamanho da janela – também conhecida como ordem da média – é fundamental para equilibrar suavização e sensibilidade às mudanças na série. Uma janela muito curta pode não eliminar a oscilação de curto prazo, enquanto uma janela excessivamente longa pode mascarar tendências importantes.

Por esse motivo, as médias testadas foram da ordem de 10, 15 e 20 anos, janelas longas o suficiente para suavizar efeitos das estações do ano, com meses de cheias e estiagens; fenômenos climáticos anuais, como as alterações pluviométricas provocadas pelo El Niño e La Niña; e eventos extremos que possam afetar essas médias devido à sua magnitude. Após a geração das 3 linhas ilustrativas das médias móveis para cada ordem, observou-se que a ordem de 20 anos de vazões diárias – cerca de 7.300 dados – trazia suavizações maiores que facilitaram a observação do comportamento hidrológico. Com séries iniciando-se em 1965, as médias móveis de 20 anos começam a ser calculadas diariamente em 1985, e geram gráficos de linhas que mostram a evolução diária dessas médias ao longo de toda série histórica, até 2025.

As séries de vazão de rios apresentam frequentemente grande variabilidade diária, influenciada por fatores como chuvas intensas, escoamento superficial e intervenções antrópicas. De forma semelhante, as séries de precipitação diária tendem a ser altamente voláteis, com muitos dias de valores nulos intercalados por eventos intensos. A média móvel ajuda a identificar períodos mais úmidos ou secos e a suavizar extremos pontuais, o que é importante em estudos e modelagens hidrológicos e climatológicos. Segundo Tucci (1993), a suavização por médias móveis é uma das etapas preliminares recomendadas para a análise de eventos pluviométricos. Por esse motivo, as médias móveis também foram escolhidas para integrar os dados fluviométricos aos dados pluviométricos, tornando possível a ilustração dos resultados de ambas as naturezas em um mesmo gráfico de linhas onde é possível comparar os comportamentos das vazões e das precipitações no mesmo período. Com diferentes linhas para cada uma das estações fluviométricas e pluviométricas, foi possível construir gráficos que permitem a comparação das médias de vazão e precipitação sob o mesmo eixo horizontal de tempo, apontando semelhanças e diferenças no comportamento de diferentes séries temporais hidroclimatológicas.

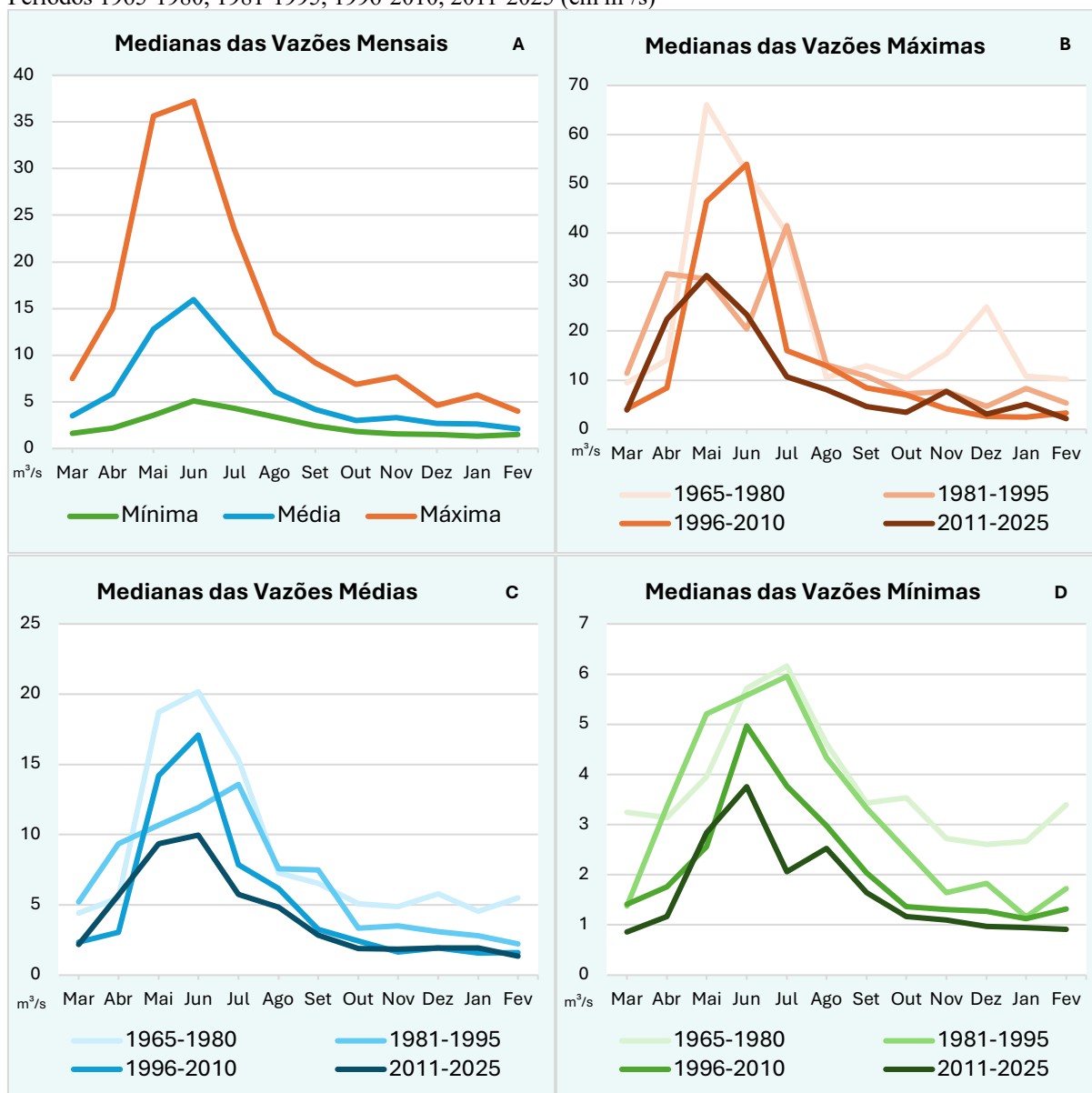
Assim, o uso de médias móveis em séries de vazão e precipitação não apenas contribui para análises descritivas mais claras, como também fornece subsídios para modelagem, previsão e tomada de decisão. No entanto, é importante considerar limitações desse método, como o retardo temporal introduzido pela suavização, que pode dificultar a detecção de mudanças abruptas.

3 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados estatísticos obtidos a partir dos dados plúvio e fluviométricos colhidos nas bases do INMET e ANA, de forma individualizada para cada bacia hidrográfica seguida de comparativos pluviais e fluviais. O ano hidrológico definido para as cinco bacias hidrográficas foi baseado nas vazões medidas nas estações fluviométricas – localizadas nos cursos inferiores do rio principal – que apontaram aumento das vazões a partir de Março – início do ano hidrológico – e o final da estação de vazantes em Fevereiro – final do ano hidrológico. (TUCCI, 1993)

3.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POJUCA

Figura 2 –Medianas das Vazões do Rio Pojuca na Estação Ponte da BA (50755). A – Mediana das Vazões Mensais entre 1966 e 2025 ao longo do Ano Hidrológico; B – Mediana das Vazões Máximas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; C – Mediana das Vazões Médias Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; D - Mediana das Vazões Mínimas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025 (em m^3/s)

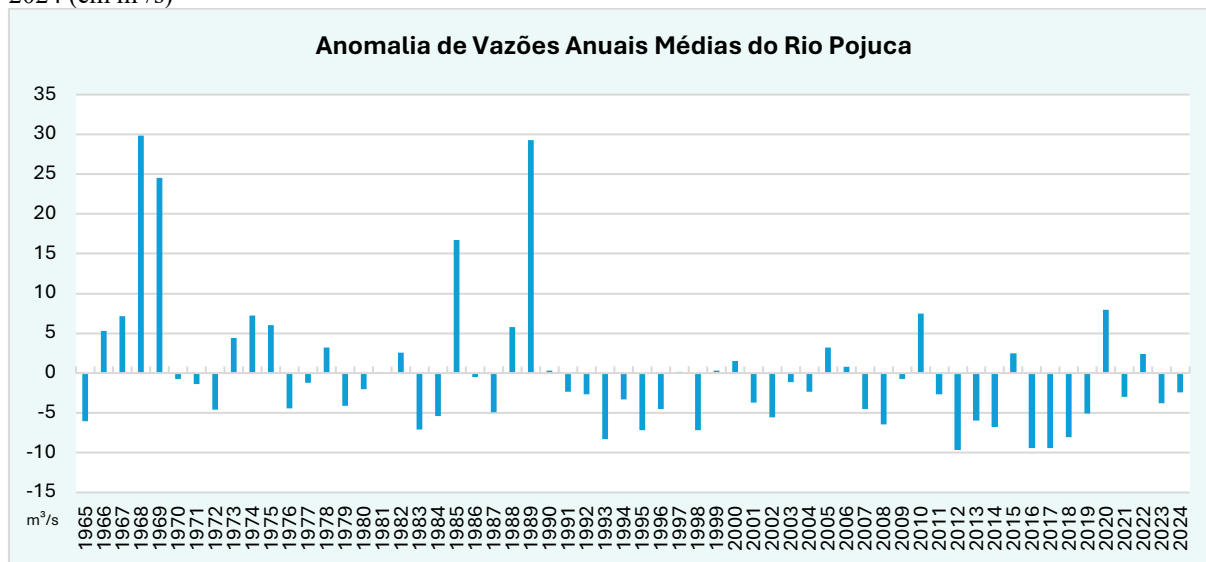


Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

As cheias do rio Pojuca se concentram nos meses de Maio, Junho e Julho e os meses de vazantes se alternam entre Outubro e Fevereiro (Figura 2A). As medianas das vazões mensais médias e máximas apresentam diminuição entre os dois primeiros períodos, seguido por aumento das vazões no período das cheias em 1996-2010, e novamente forte diminuição ao longo do ano todo na transição para o último período analisado (Figura 2B e 2C). As vazões

mínimas apresentam o padrão de diminuição gradual ao longo dos períodos analisados e cheias menos concentradas no período mais recente de 2011-2025 (Figura 2D)

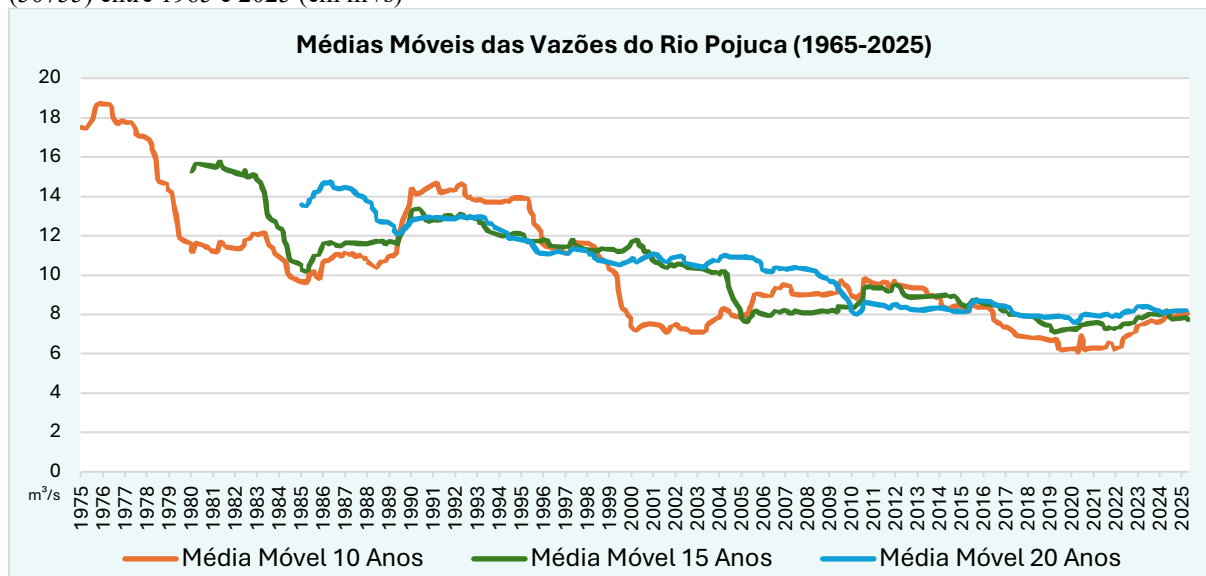
Figura 3 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Pojuca na Estação Ponte da BA-6 (50755) entre 1965 e 2024 (em m^3/s)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

As anomalias positivas do rio Pojuca apresentam ciclos de 3 a 4 anos, no início da série, cuja duração diminui para anos isolados a partir de 1990. Os valores das anomalias positivas também caem de valores entre $+5$ e $+30 \text{ m}^3/\text{s}$, na primeira metade da série, para anomalias que oscilam entre $+1,5$ e $+8 \text{ m}^3/\text{s}$. Já as anomalias negativas apresentam baixa frequência até 1990, com ciclos curtos de 1 e 2 anos, e baixa intensidade, com valores ao redor de $-5 \text{ m}^3/\text{s}$. Após 1990, as anomalias negativas aumentam a frequência para ciclos de 3 a 6 anos, intercalados por pequenos ciclos positivos de apenas um ou dois anos. A intensidade das anomalias negativas também aumenta, com vazões até $9,5 \text{ m}^3/\text{s}$ menores – em um rio com vazão média de $10,9 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figura 3).

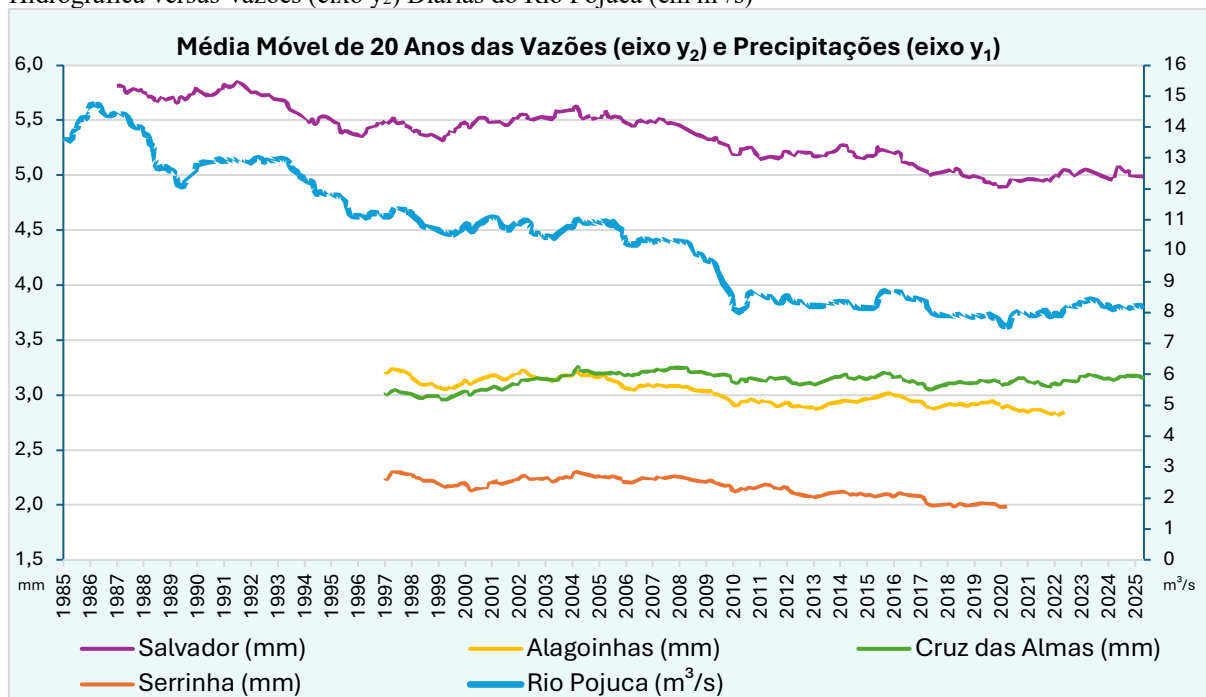
Figura 4 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Pojuca na Estação Ponte da BA (50755) entre 1965 e 2025 (em m^3/s)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Observa-se que as médias móveis das vazões do Rio Pojuca apresentam comportamento de diminuição – com quedas importantes entre 1976 e 1990 e entre 1995 e 2010 – com algumas oscilações cíclicas; há maior oscilação no início da série histórica quando apresentava vazões entre 12 e 18 m^3/s , e forte queda entre 2000 e 2010, seguida de considerável estabilização das medições em valores ao redor de 8 m^3/s até o final da série (Figura 4).

Figura 5 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações (eixo y_1) Diárias das Estações Pluviométricas da Bacia Hidrográfica versus Vazões (eixo y_2) Diárias do Rio Pojuca (em m^3/s)



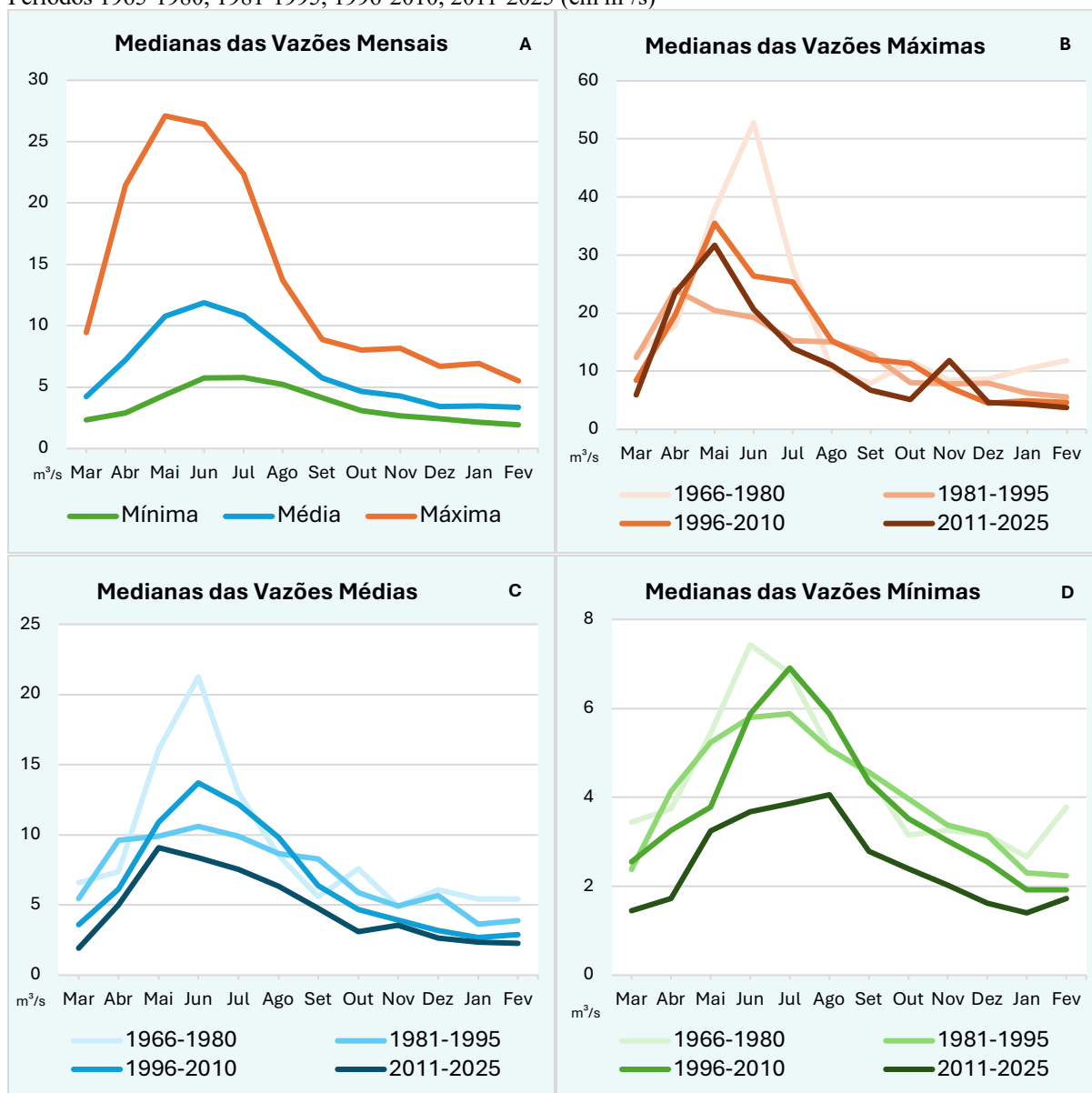
Fonte: ANA, 2025; INMET, 2025; Elaborado pelo autor.

As médias móveis de precipitação de Salvador têm clara diminuição (-17%) entre 1987 e 2025, enquanto que Alagoinhas e Serrinha apresentam comportamento semelhantes

entre si, com ligeira diminuição de 1997 e 2020 (-12,5% e -9%, respectivamente). Já nas médias de Cruz das Almas é observado aumento discreto da precipitação entre 1997 e 2008 (+7%), estabilizando ao redor de 3,2 mm até o final da série histórica. As quatro estações apresentam concordâncias de ciclos e oscilações entre si e, em diversos momentos, também concordam com as médias móveis de vazão da estação Ponte da BA-6, porém, discordam nas quedas mais intensas e abruptas observadas no Rio Pojuca, que cai 32% entre 1997 e 2020 – e chega a taxa de -39% ao longo da série histórica, saindo de 13,5 m³/s em 1985 para 8,2 m³/s em 2025. (Figura 5).

3.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO INHAMBUPE

Figura 6 –Medianas das Vazões do Rio Inhambupe na Estação Corte Grande (50660). A – Mediana das Vazões Mensais entre 1966 e 2025 ao longo do Ano Hidrológico; B – Mediana das Vazões Máximas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; C – Mediana das Vazões Médias Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; D - Mediana das Vazões Mínimas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025 (em m^3/s)

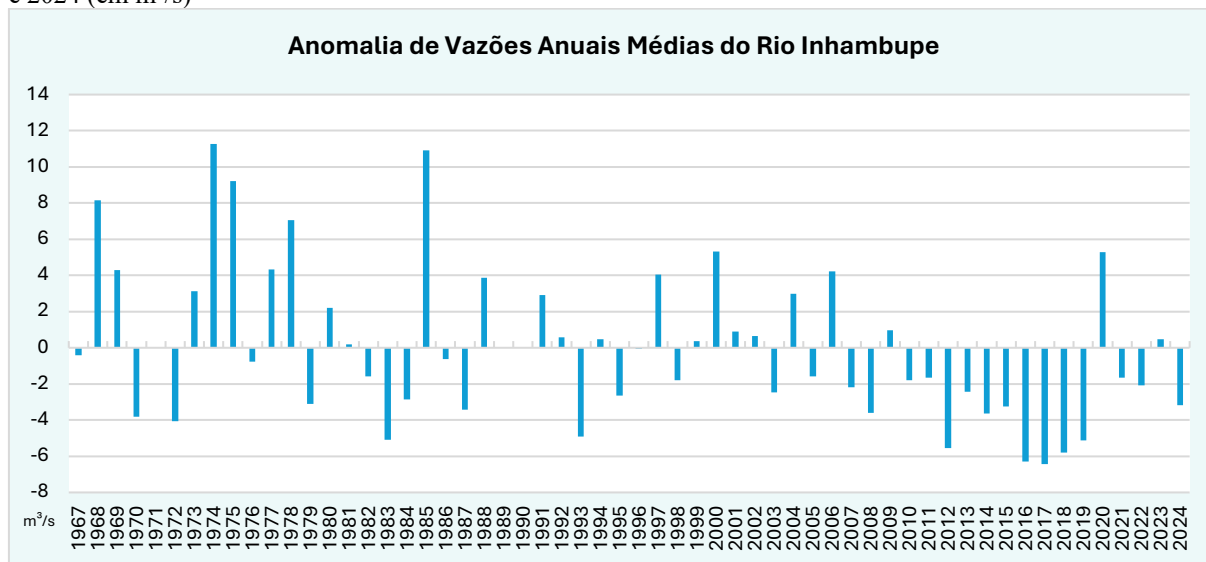


Fonte: ANA, 2025.

No Rio Inhambupe as cheias acontecem nos meses de Abril, Maio, Junho e Julho e os meses de vazantes se concentram em Dezembro, Janeiro e Fevereiro (Figura 6A). As medianas das vazões máximas e médias mensais diminuíram entre o primeiro e o segundo período, apresentaram ligeiro aumento no terceiro período, e finalizaram com forte diminuição no período de 2011-2025 (Figura 6B e 6C). As vazões mínimas dos três primeiros períodos apresentam constância nos valores, mas diminuem consideravelmente no último período,

quando apresentam também uma desconcentração das cheias, como observado nas medianas das vazões médias (Figura 6C e 6D).

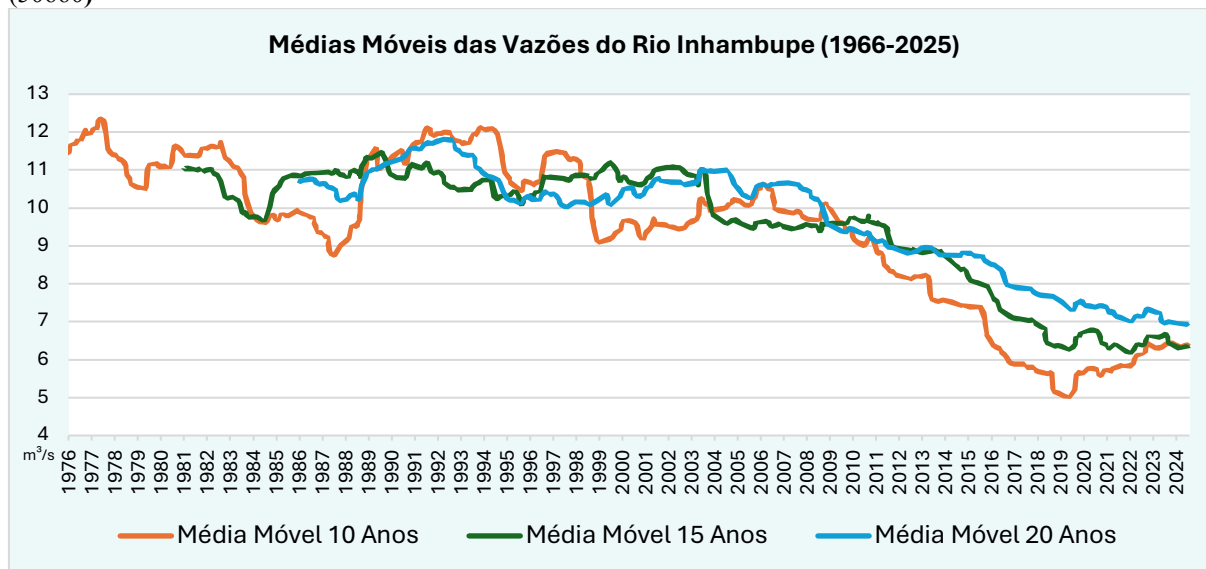
Figura 7 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Inhambupe na Estação Corte Grande (50660) entre 1965 e 2024 (em m^3/s)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Até 1990, as anomalias positivas e negativas do Rio Inhambupe apresentam a mesma frequência – intercalando ciclos de 2 a 3 anos – as positivas ao redor de $+7 \text{ m}^3/\text{s}$, atingindo até $+11 \text{ m}^3/\text{s}$; as negativas ao redor de $-3 \text{ m}^3/\text{s}$. Até 2009, as frequências se mantêm equilibradas, porém com menor intensidade nas oscilações, tanto positivas quanto negativas – ao redor de $+3$ e $-3 \text{ m}^3/\text{s}$. A partir de 2010, há registro de apenas dois anos com oscilação positiva, e uma sequência de 10 anos com oscilação negativa de intensidades maiores, ao redor de $-5 \text{ m}^3/\text{s}$ – em um rio cuja vazão média no período estudado é de $9,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Ressalta-se a ausência dos dados de 1971, 1989 e 1990 devido a lacuna de dados superior a 90 dias consecutivos (Figura 7).

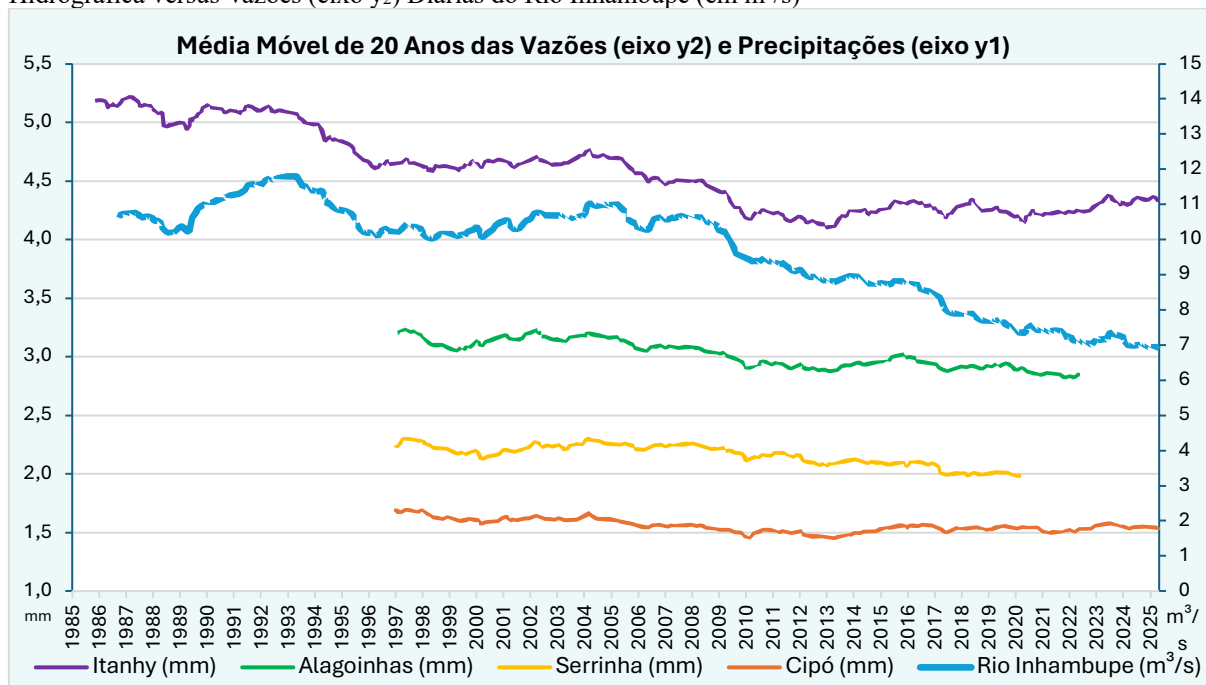
Figura 8 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Inhambupe na Estação Corte Grande (50660)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Observa-se que as médias móveis das vazões apresentam comportamento de oscilação intensa e constante em torno de 9 e 12 m³/s, até o ano de 2010, quando se inicia uma queda acelerada que acentua a diferença entre as médias, até o momento que elas voltam a se estabilizar, por volta de 2022, em torno de 6,5 m³/s (Figura 8).

Figura 9 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações (eixo y₁) Diárias das Estações Pluviométricas da Bacia Hidrográfica versus Vazões (eixo y₂) Diárias do Rio Inhambupe (em m³/s)



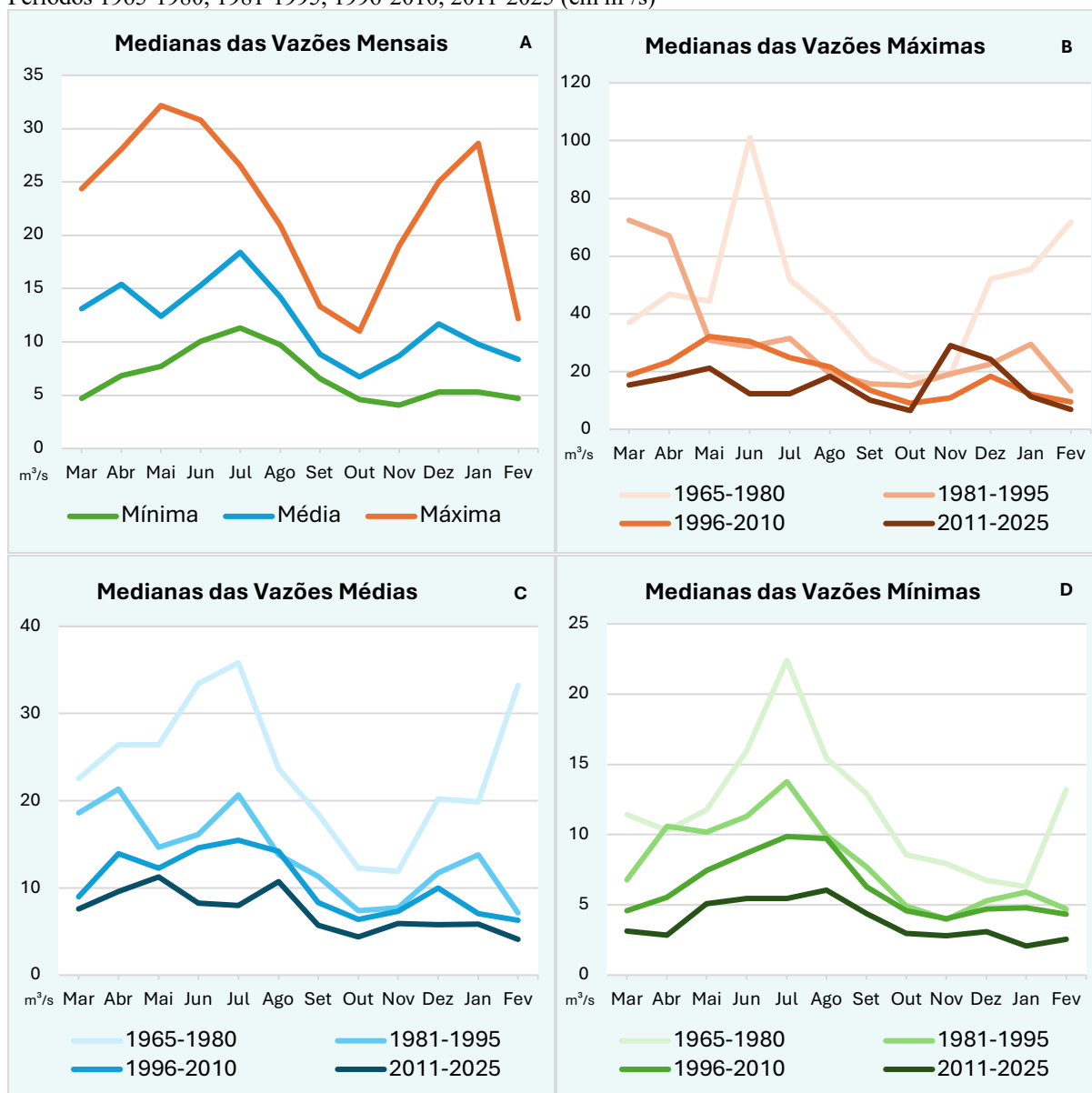
Fonte: ANA, 2025; INMET, 2025; Elaborado pelo autor.

As médias móveis de precipitação apresentam comportamento variado: Cipó, a estação mais seca, apresenta precipitações diárias quase constantes (-6%) entre 1997 e 2025 ao redor de 1,5 mm; Alagoinhas e Serrinha têm comportamentos muito parecidos, com ligeira

diminuição entre 1997 e 2020 (-12,5% e -10%); enquanto que, Itanhy, de clima mais úmido, apresenta considerável queda na precipitação entre 1987 e 2013 (-20%) – acompanhando as oscilações das vazões do Rio Inhambupe no período – porém sua tendência se inverte, com ligeiro aumento das médias de precipitação diária entre 2013 e 2025 (+5%) – deixando de acompanhar as quedas mais intensas das médias móveis de vazões diárias do Rio Inhambupe observadas nesse mesmo período. As vazões apresentam diminuição de 26% entre 1997 e 2020, muito mais intensas que as diminuições das estações pluviométricas de Alagoinhas, Serrinha e Cipó no mesmo período, -12,5%, -10% e -6%, respectivamente. Ao longo da série histórica, o rio Inhambupe apresenta diminuição de 36% nas médias móveis de 20 Anos, saindo de 10,7 m³/s em 1986 para 6,9 m³/s em 2025 (Figura 9).

3.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPICURU

Figura 10 –Medianas das Vazões do Rio Itapicuru na Estação Usina Altamira (50595). A – Mediana das Vazões Mensais entre 1966 e 2025 ao longo do Ano Hidrológico; B – Mediana das Vazões Máximas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; C – Mediana das Vazões Médias Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; D - Mediana das Vazões Mínimas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025 (em m^3/s)

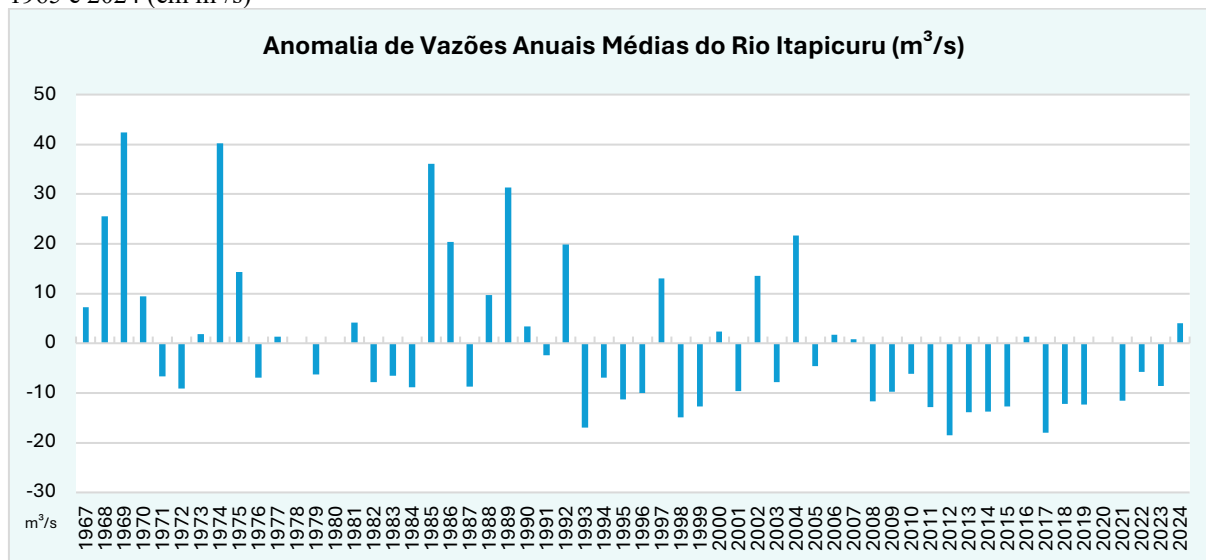


Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

No rio Itapicuru, as cheias acontecem em dois momentos do ano hidrológico: a primeira entre os meses de Maio, Junho e Julho e outra mais curta entre Dezembro e Janeiro; já os meses de vazantes se concentram em Setembro e Outubro (Figura 10A). As medianas das vazões máximas apresentam diminuição ao longo dos períodos e maiores quedas nas cheias de inverno que nas cheias de verão (Figura 10B). As medianas das vazões médias e mínimas

mensais ao longo dos 4 períodos analisados também apresentam diminuição ao longo do tempo, especialmente no período das cheias de inverno (Figura 10C e 10D).

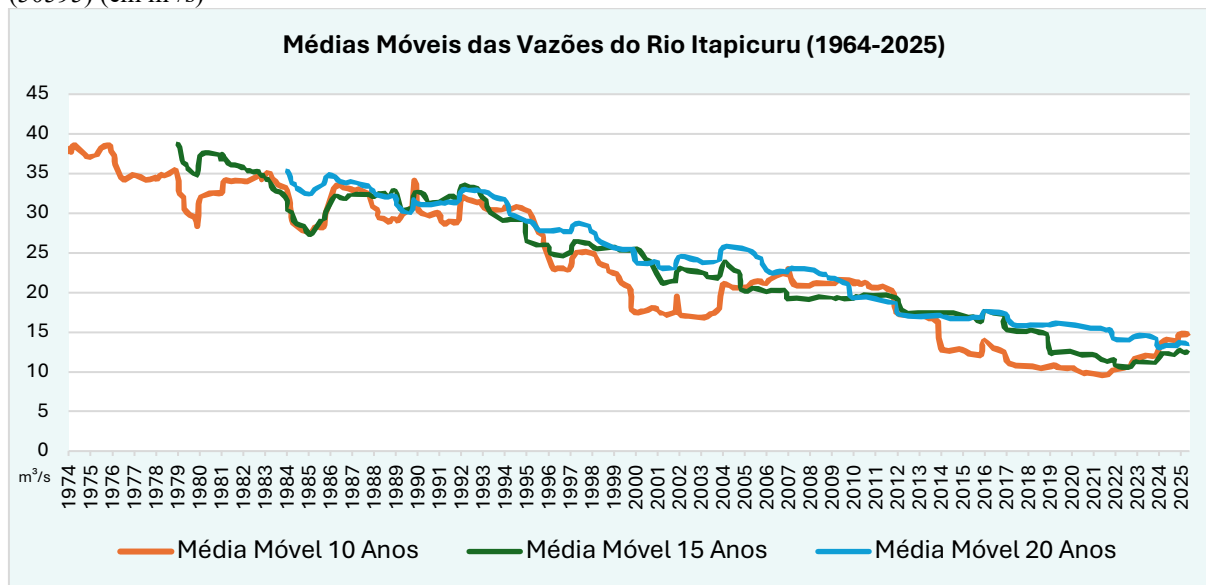
Figura 11 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Itapicuru na Estação Usina Altamira (50595) entre 1965 e 2024 (em m^3/s)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

O Rio Itapicuru apresenta, até 1990, anomalias positivas com frequência e intensidade constantes, com ciclos de 2 a 5 anos e vazões entre 10 e 40 m^3/s superiores à média do período completo. A partir de 1990, há uma drástica diminuição da frequência e da intensidade das anomalias positivas: os ciclos se interrompem, com apenas cinco registros positivos até 2004, que atingem valores inferiores a +21 m^3/s , e apenas quatro registros positivos até 2024 – todos inferiores a +4 m^3/s . As anomalias negativas, por outro lado, apresentam comportamento inverso: baixa frequência e intensidade até 1990, quando passam a predominar na série, com 24 registros negativos até 2024, sendo 14 deles com valores negativos inéditos, com diminuições maiores que 10 m^3/s , algumas atingindo -18,5 m^3/s – em um rio cuja vazão média para o período é de 22,1 m^3/s . Ressalta-se a ausência dos dados de 1978, 1980 e 2020 devido a lacuna de dados superior a 90 dias consecutivos (Figura 11).

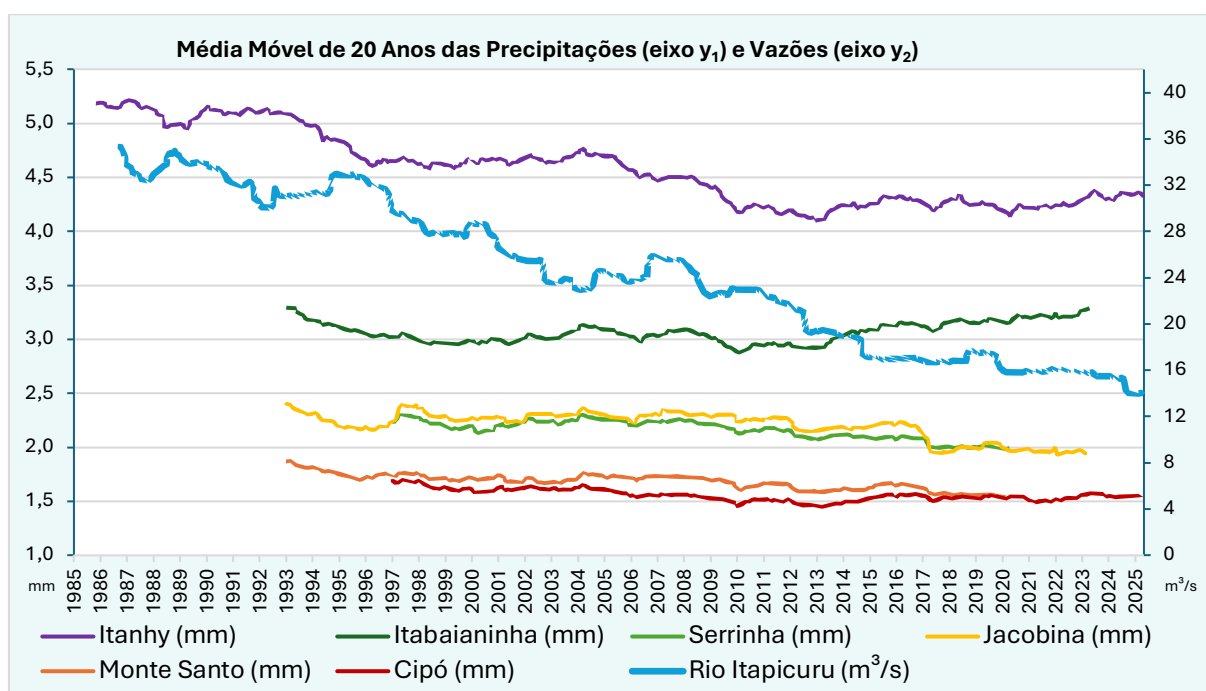
Figura 12 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Itapicuru na Estação Usina Altamira (50595) (em m³/s)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Observa-se que as médias móveis das vazões apresentam comportamento de diminuição constante desde o início das medições, saindo de valores próximos de 36 m³/s para uma estabilização em valores próximos de 13 m³/s nos últimos anos da série histórica. As três linhas de médias móveis apresentam oscilações muito próximas, evidenciando os três momentos de diminuição mais intensos: a partir de 1984, de 1996 e de 2014 (Figura 12).

Figura 13 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações (eixo y₁) Diárias das Estações Pluviométricas da Bacia Hidrográfica versus Vazões (eixo y₂) Diárias do Rio Itapicuru (em m³/s)

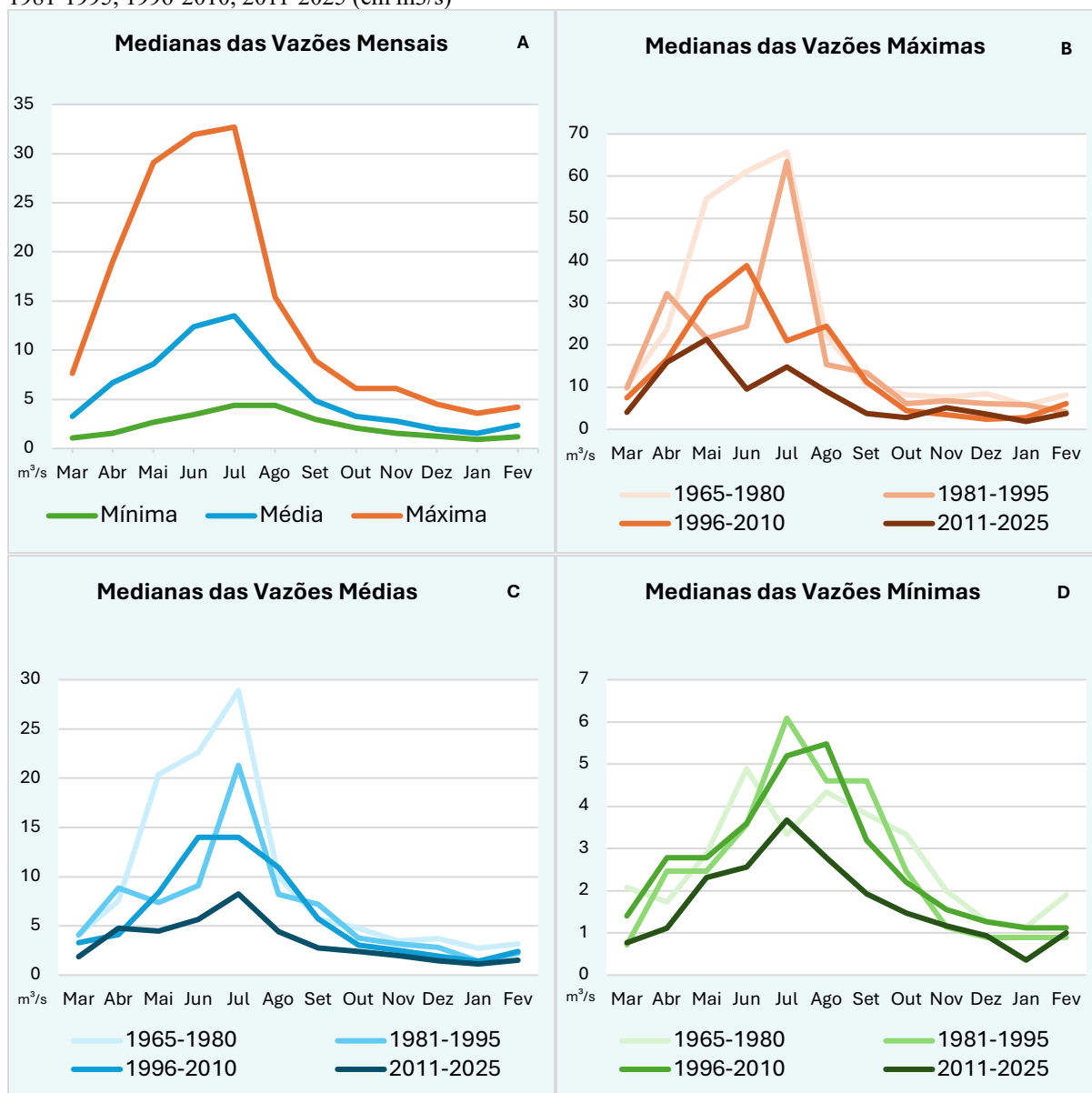


Fonte: ANA, 2025; INMET, 2025; Elaborado pelo autor.

As médias móveis de precipitação diária apresentam comportamento mais variado: Itanhy, de clima úmido, apresenta forte diminuição de cerca de 5,2 mm, no início da série, para 4,1 mm, em 2013, quando há ligeira recuperação para 4,3 mm no final da série (-17%); Itabaianinha, de clima úmido estacional, tem comportamento semelhante à Itanhy, porém a diminuição no início da série é menos intensa e o aumento após 2013 é mais robusto, recuperando a média original de 3,2 mm (0%); Serrinha e Jacobina, também de clima úmido estacional, apresentam ligeira diminuição da precipitação, que abrupta em 2017, seguida de estabilização em patamar inferior original (-10% e -17%, respectivamente); Cipó e Monte Santo, de clima semiárido, também apresentam diminuição, de cerca de 1,7 mm para cerca de 1,5 mm (-15%) – com ligeira recuperação das precipitações a partir de 2013 por parte de Cipó (-8%). Já a média móvel das vazões diárias do Rio Itapicuru apresenta quedas muito mais intensas e constantes desde o início da série (-61%), atingindo patamares cada vez mais baixos, com poucas oscilações positivas – que estão sempre alinhadas aos ciclos de aumento de precipitação. Para efeito de comparação com os dados de precipitação, entre 1993 e 2023, a queda foi de 50%, muito mais intensa que a diminuição de Serrinha, Jacobina, Cipó e Monte Santo (Figura 13).

3.4 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO REAL

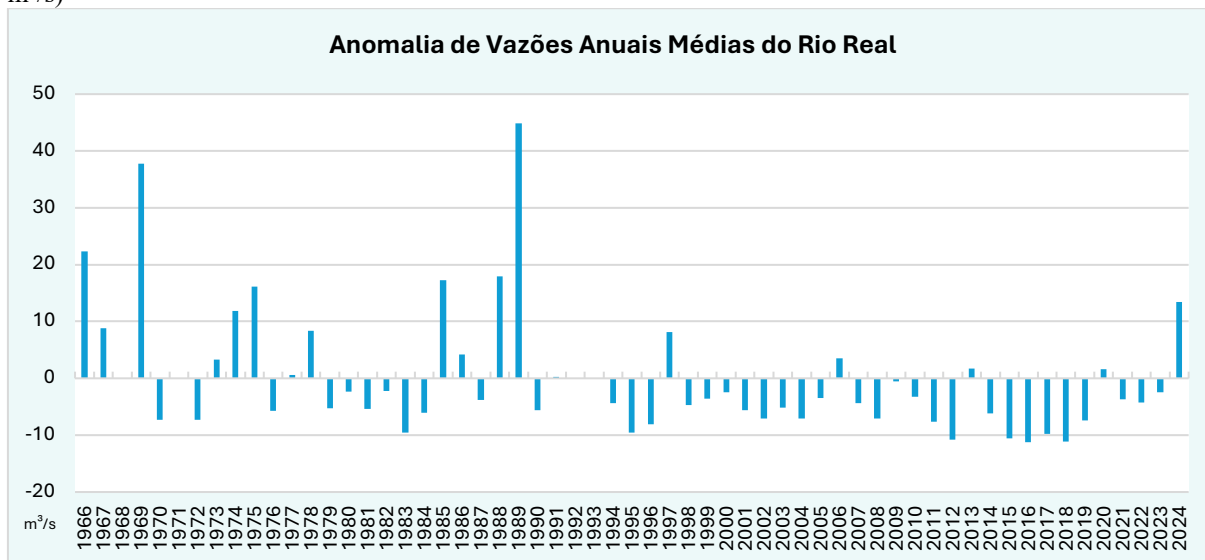
Figura 14 –Medianas das Vazões do Rio Real na Estação Itanhy (50290). A – Mediana das Vazões Mensais entre 1966 e 2025 ao longo do Ano Hidrológico; B – Mediana das Vazões Máximas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; C – Mediana das Vazões Médias Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; D - Mediana das Vazões Mínimas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025 (em m³/s)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

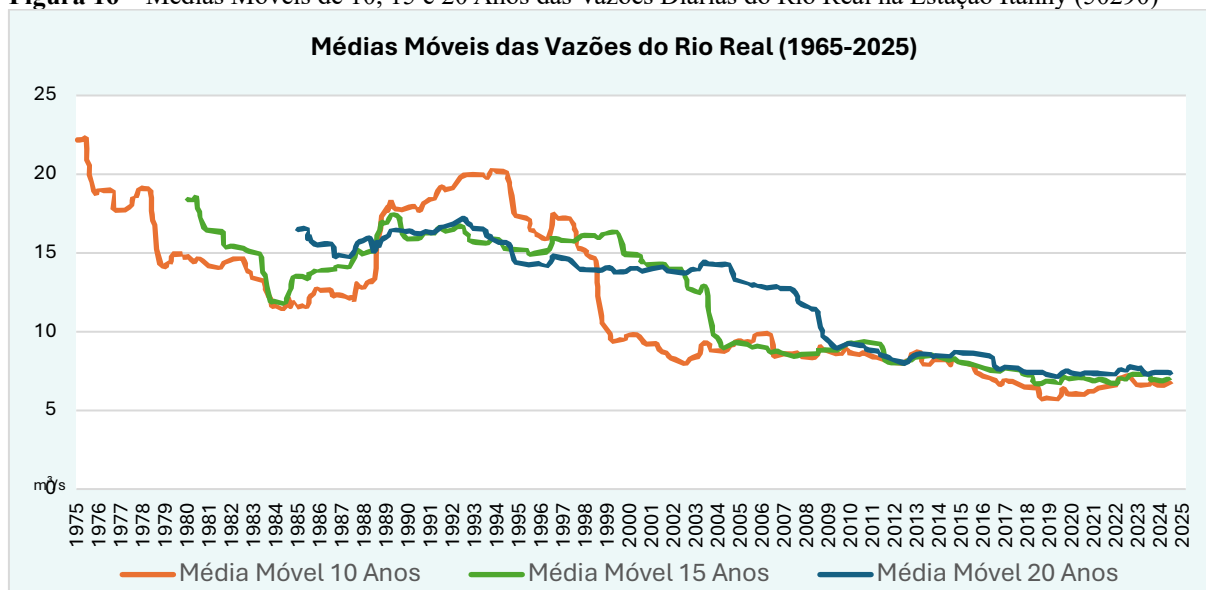
As cheias do rio Real acontecem nos meses de Abril, Maio, Junho e Julho e os meses de vazantes se concentram em Dezembro, Janeiro e Fevereiro (Figura 14A). As medianas das vazões médias e máximas mensais apresentam diminuição mais intensas no segundo e no quarto período, e desconcentração das cheias no terceiro período (Figura 14B e 14C). As vazões mínimas dos três primeiros períodos apresentam constância nos valores, mas diminuem em 2011-2025 (Figura 14D).

Figura 15 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Real na Estação Itanhy (50290) entre 1965 e 2024 (em m^3/s)



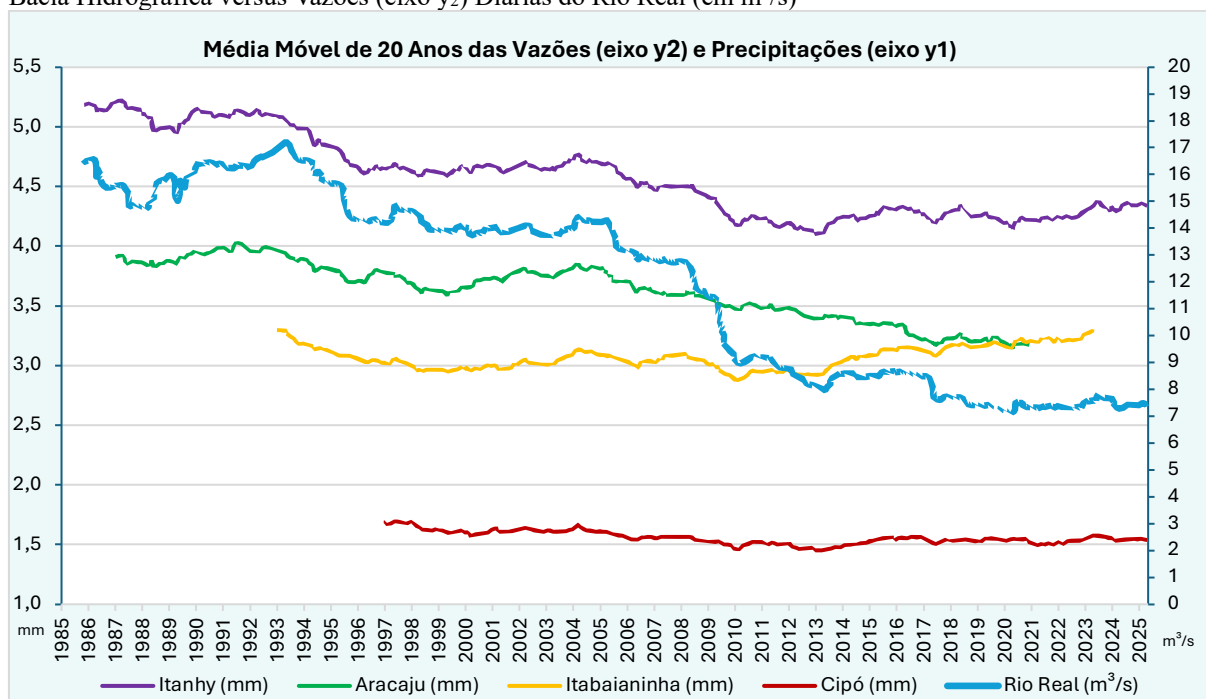
Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

As anomalias anuais positivas e negativas do Rio Real têm distribuição equilibrada de frequência, intercalando ciclos de 2 a 4 anos, com vazões negativas ao redor de $-5 \text{ m}^3/\text{s}$ e vazões positivas ao redor de $+10 \text{ m}^3/\text{s}$, atingindo até $+45 \text{ m}^3/\text{s}$, em 1989. A partir de 1990, as anomalias negativas predominam com ciclos de cerca de 6 anos, intercalando com apenas 1 ano de anomalia positiva. A partir de 2010, aumenta-se também a intensidade das anomalias negativas, com vazões até $10 \text{ m}^3/\text{s}$ menores que a média de $12,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Ressalta-se a ausência dos dados dos anos de 1968, 1971, 1992 e 1993 por lacuna superior a 90 dados consecutivos. (Figura 15).

Figura 16 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Real na Estação Itanhy (50290)

Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Observa-se que as médias móveis de 10 e 15 anos apresentam diminuição acentuada das vazões no início da série histórica entre 1975 e 1985, seguido de uma recuperação para valores próximos dos medidos inicialmente – entre 18 e 22 m^3/s – em 1989 e 1994. Entre 1995 e 2009, as três linhas de médias móveis apresentam nova queda intensa, seguida de diminuição constante, até relativa estabilidade nos últimos cinco anos da série histórica, em valores próximos de 7 m^3/s (Figura 16).

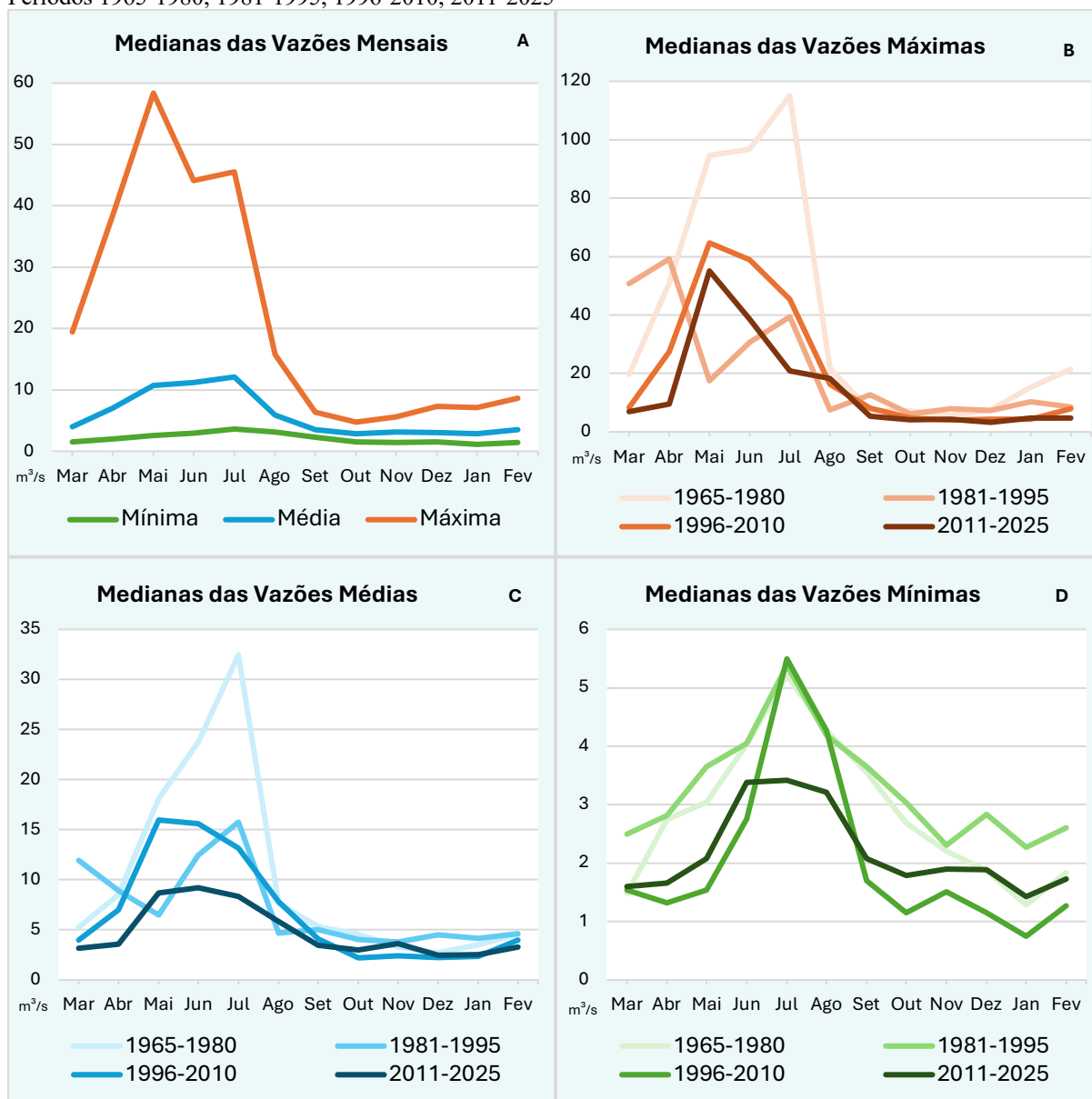
Figura 17 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações (eixo y_1) Diárias das Estações Pluviométricas da Bacia Hidrográfica versus Vazões (eixo y_2) Diárias do Rio Real (em m^3/s)

Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

As médias móveis de precipitação diária variam entre as estações: Aracaju, no clima Superúmido apresenta diminuição constante da precipitação (-18%), enquanto Itanhy, no mesmo clima, também diminui até 2013 (-21%), porém apresenta pequena recuperação e termina a série histórica em 2025 com diminuição de 17%; Itabaianinha tem ligeira queda na média móvel de 1993 até 2001, quando se estabiliza até 2013, e recupera as precipitações no final da série histórica (variação de 0%); Cipó, no clima semiárido, apresenta pequena diminuição até 2013, com ligeira recuperação até o final da série, em 1,5mm (-8%). Já as médias móveis das vazões diárias do rio Real concordam com as precipitações nas pequenas oscilações positivas ao longo da série e na discreta recuperação em 2013, porém discordam na maior intensidade e velocidade da diminuição, especialmente na forte queda em 2009, que leva as médias finais caírem pela metade (-55%) das iniciais (Figura 17).

3.5 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VAZA-BARRIS

Figura 18 –Medianas das Vazões do Rio Vaza-Barris na Estação Fazenda Belém (50191). A – Mediana das Vazões Mensais entre 1966 e 2025 ao longo do Ano Hidrológico; B – Mediana das Vazões Máximas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; C – Mediana das Vazões Médias Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025; D - Mediana das Vazões Mínimas Mensais para os Períodos 1965-1980, 1981-1995, 1996-2010, 2011-2025

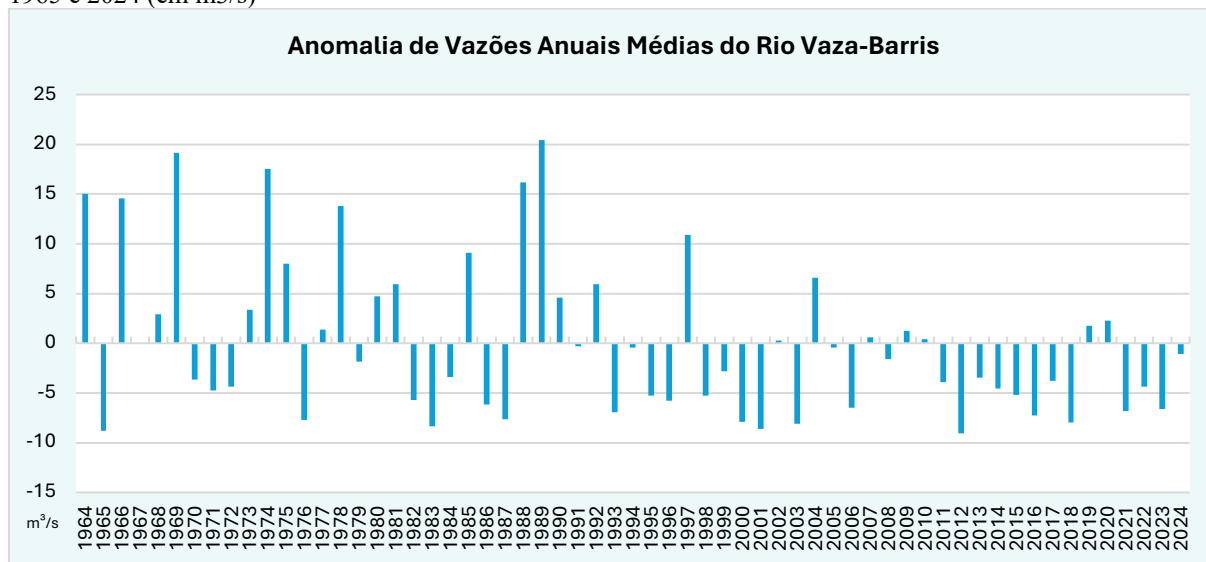


Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

As cheias do rio Vaza-Barris acontecem nos meses de Abril, Maio, Junho e Julho e os meses de vazantes se concentram em Setembro, Outubro e Novembro (Figura 18A). As medianas das vazões máximas e médias apresentam diminuição intensa no segundo e no quarto período analisados, e certa estabilidade no terceiro período; enquanto as mínimas tem diminuição apenas no terceiro e quarto período. Observa-se, no período de 1981-1995, cheias anormalmente baixas no mês de Maio em relação aos outros meses do mesmo período (Figura

18A, 18B e 18C). As medianas das vazões máximas também apresentam a antecipação do período de cheias nos dois períodos mais recentes (Figura 18B).

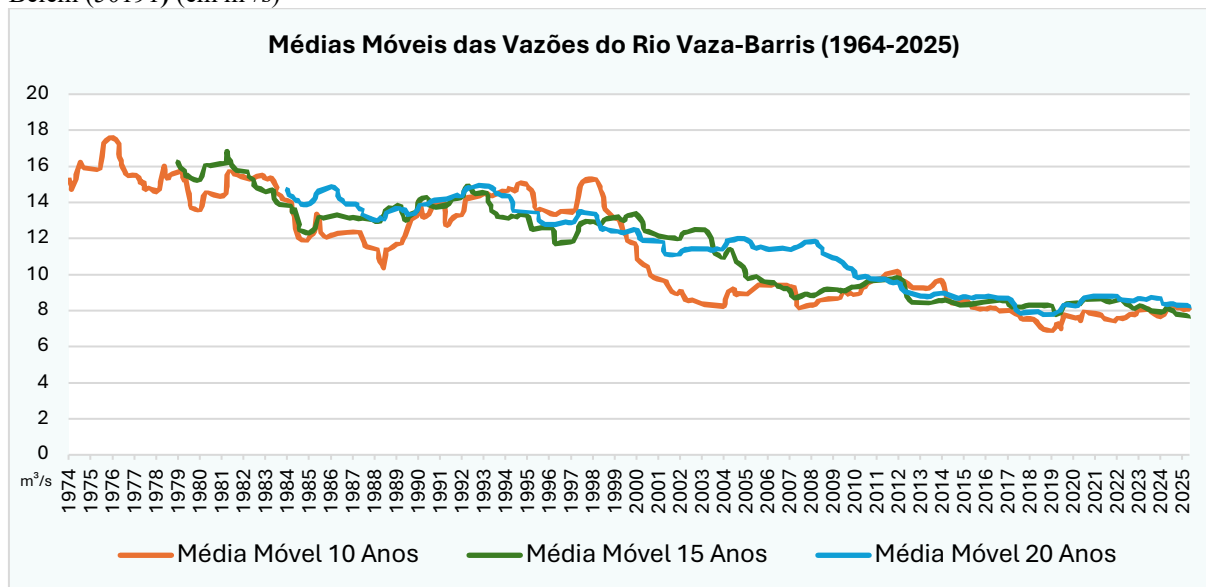
Figura 19 – Anomalia das Vazões Médias Anuais do Rio Vaza-Barris na Estação Fazenda Belém (50191) entre 1965 e 2024 (em m³/s)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

O Rio Vaza-Barris apresenta anomalias positivas com maior frequência e intensidade na primeira metade da série histórica, com vazões mais intensas especialmente entre 1964 e 1990, quando há registros de 15 a 20 m³/s superiores à média do período – 11,3 m³/s. A partir de 1990 as anomalias positivas diminuem a frequência e a intensidade, com poucos eventos positivos com valores entre 5 e 10 m³/s, até baixarem para valores inferiores a 2,2 entre 2004 e 2024. As anomalias negativas apresentam constância na intensidade, com vazões entre 5 e 10 m³/s inferiores à média do período, mas aumentam a frequência consideravelmente a partir de 1990. Ressalta-se a ausência dos dados dos anos de 1967 e 2025, por lacuna superior a 90 dias consecutivos (Figura 19).

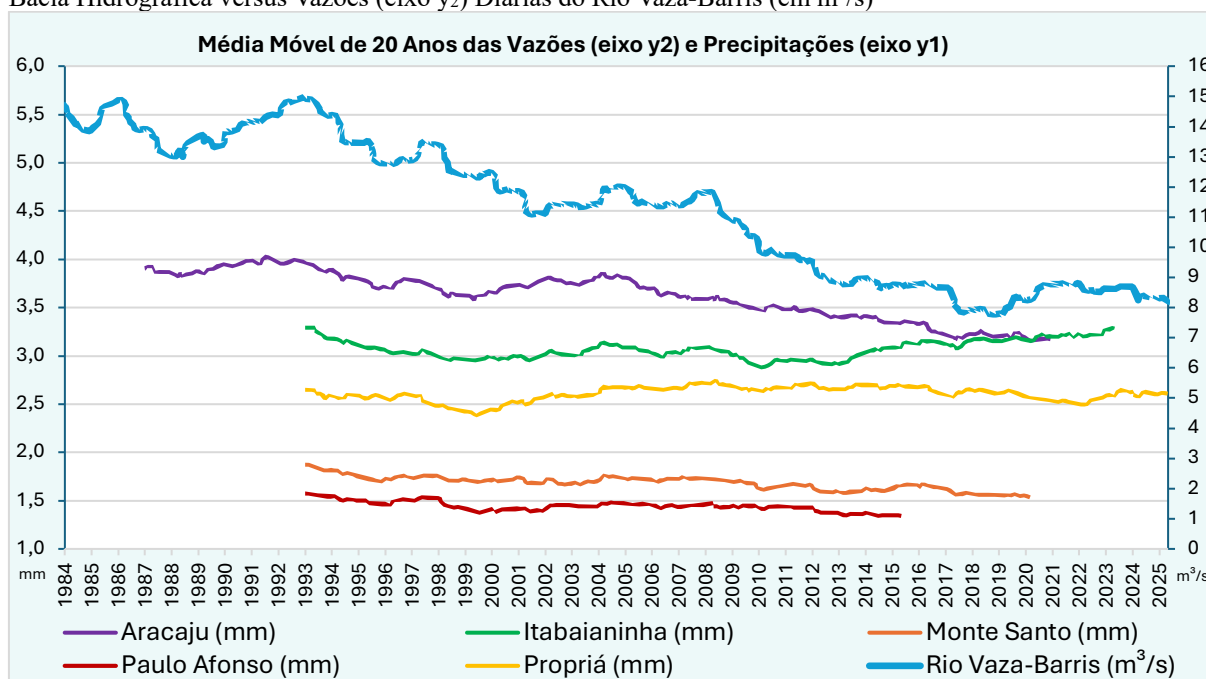
Figura 20 – Médias Móveis de 10, 15 e 20 Anos das Vazões Diárias do Rio Vaza-Barris na Estação Fazenda Belém (50191) (em m^3/s)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Observa-se que as médias móveis de 10 e 15 anos, que iniciam a série histórica com valores próximos de $16 \text{ m}^3/\text{s}$, apresentam diminuição considerável das vazões até o final dos anos 1980, quando há uma recuperação para patamares inferiores ao medido inicialmente – ao redor de $14 \text{ m}^3/\text{s}$. Entre 1998 e 2007, as duas linhas de médias móveis apresentam uma nova queda intensa, que é seguida pela linha de médias móveis de 20 anos de forma mais sutil. As três linhas apresentam trajetória descendente, saindo de valores entre 14 e $16 \text{ m}^3/\text{s}$, para um mesmo patamar entre 8 e $9 \text{ m}^3/\text{s}$, a partir de 2012 (Figura 20).

Figura 21 – Médias Móveis de 20 Anos das Precipitações (eixo y_1) Diárias das Estações Pluviométricas da Bacia Hidrográfica versus Vazões (eixo y_2) Diárias do Rio Vaza-Barris (em m^3/s)



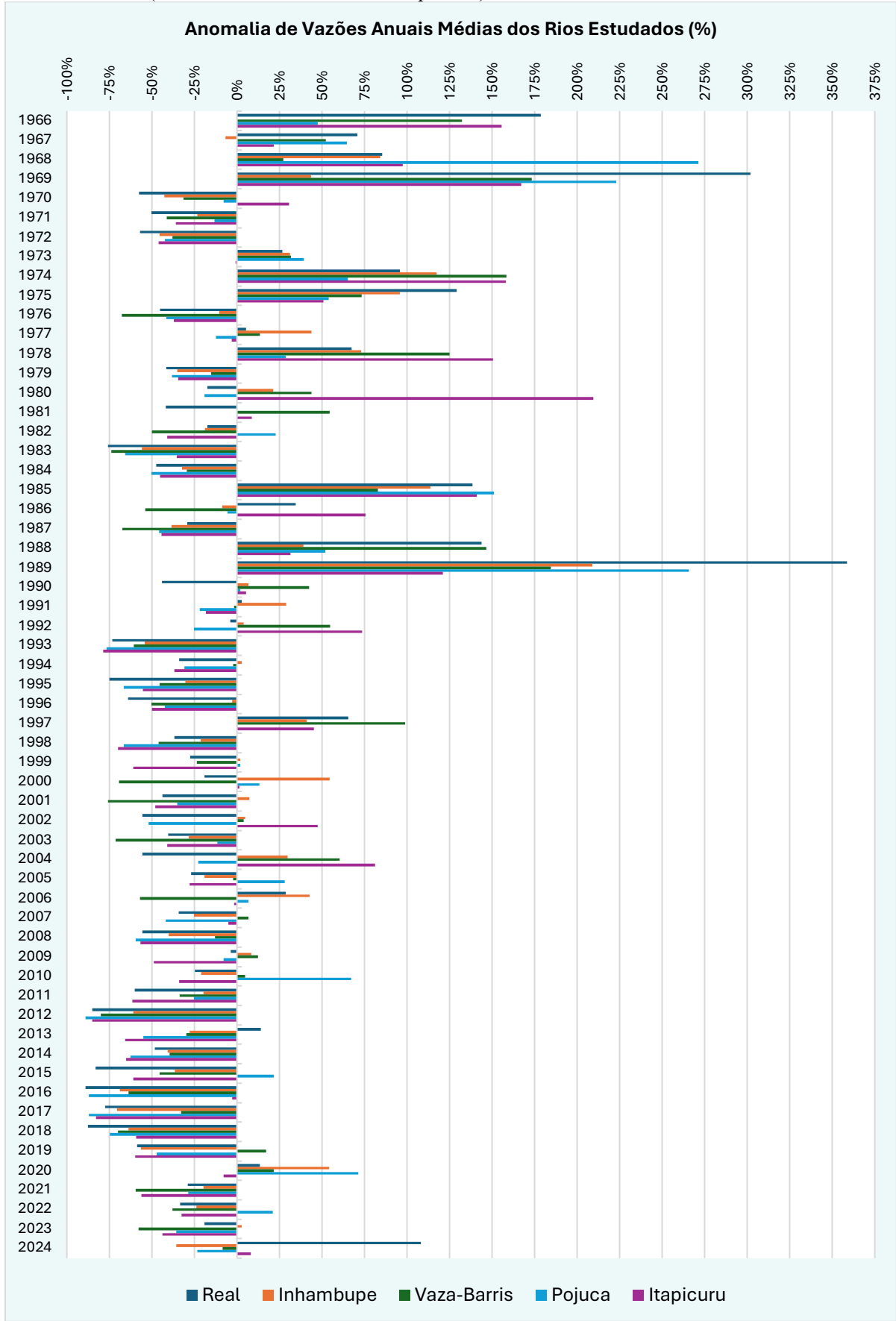
Fonte: ANA, 2025; INMET, 2025; Elaborado pelo autor.

As médias móveis de precipitações diárias apresentam comportamento variado entre si: a estação de Aracaju apresenta diminuição constante, com algumas oscilações positivas (-18%); Itabaianinha, de clima úmido, apresenta diminuição até 2001 e a partir de 2013 eleva as precipitações diárias retornando aos valores medidos no início da série de 2,6 mm (0% de variação); já a estação Propriá, de clima úmido estacional, apresenta ligeiro decréscimo até 1999 (-9%), aumento acima do patamar inicial a partir de 2000 até 2016 (+10%), seguido de outra ligeira diminuição até o final da série histórica (-2%); já as estações de Paulo Afonso e Monte Santo, no clima semiárido, apresentam precipitações em decréscimo ao longo da série histórica (-15%). As médias móveis para as vazões diárias do rio Vaza-Barris, que se iniciam ao redor de 14 m³/s, também apresentam decréscimo e oscilações positivas alinhadas às observadas nas estações pluviométricas; a diminuição, no entanto, é mais intensa, com quedas abruptas especialmente em 1994, 1998 e 2008 – há também ligeiro aumento a partir de 2019, finalizando a série histórica ao redor de 8 m³/s (-43%) (Figura 21).

3.6 COMPARATIVO FLUVIAL

Na análise das vazões médias mensais, todos os rios apresentam forte diminuição entre os dois primeiros períodos (1965-1980 e 1981-1995) e entre os dois últimos (1995-2010 e 2010-2025), com estabilidade ou ligeira diminuição entre 1981-1995 e 1995-2010. Nos fluviogramas das vazões diárias, observou-se que todos têm linha de tendência com coeficientes negativos, porém com intensidades diferentes: o rio Itapicuru possui o maior coeficiente de diminuição com -1,5‰; seguido pelo rio Real com -0,8‰; os rios Vaza-Barris e Pojuca com -0,5‰; e o rio Inhambupe com coeficiente menos intenso de -0,3‰.

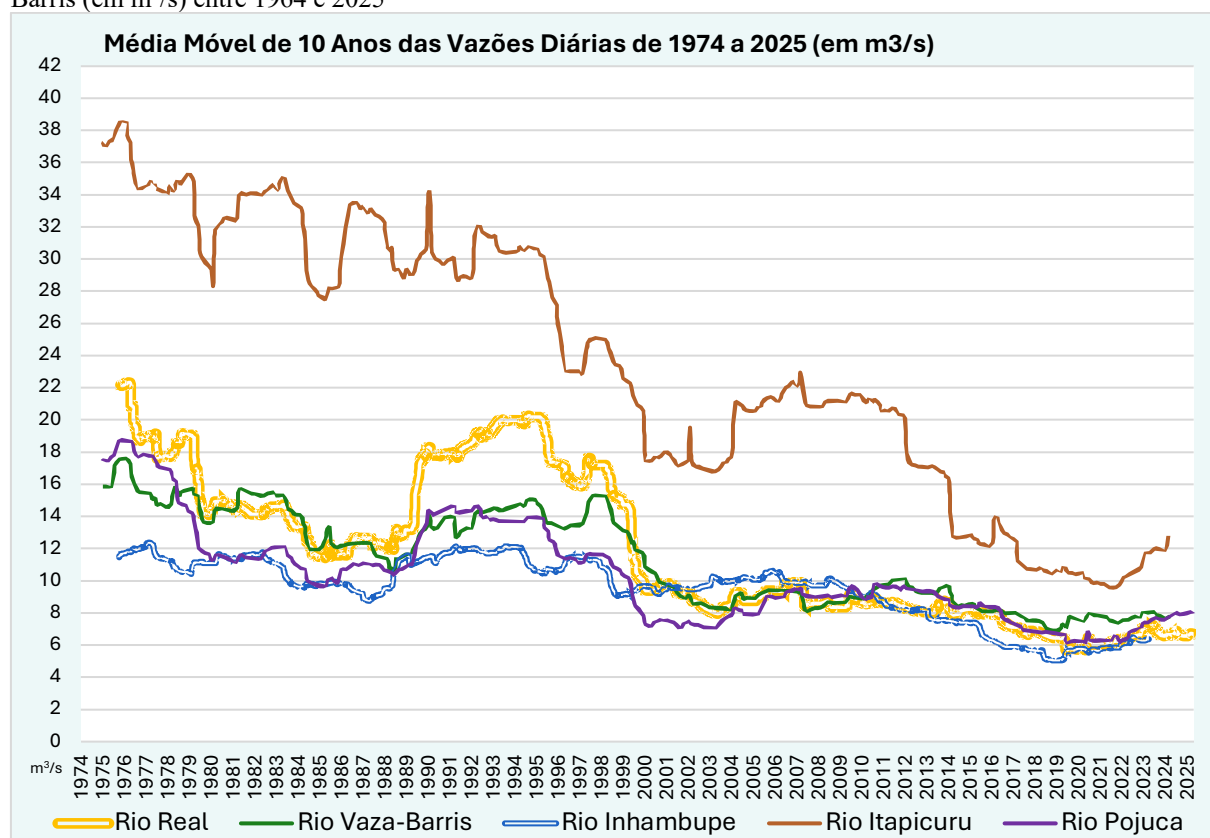
Figura 22 – Anomalia das Vazões Anuais Médias dos Rios Pojuca, Inhambupe, Itapicuru, Real e Vaza-Barris entre 1966 e 2024 (em % relativo à média de todo o período)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Observa-se que, até a década de 1990, as vazões dos cinco rios apresentavam predominância de anomalias positivas, com ciclos de cerca de 3 a 4 anos de vazões 25% a 350% maiores que a média do período, com destaque para os anos de 1969 e 1989 em que quatro rios apresentam aumento superior a 150% das vazões. Os ciclos positivos são intercalados com ciclos de anomalias negativas de igual duração, com intensidade ligeiramente menor, que raramente atingiam -50% da média. Entre 1990 e 2010, os ciclos de anomalias positivas já não são mais observados, com vazões raramente atingindo mais 50% em alguns anos isolados, enquanto as anomalias negativas tornam-se muito mais frequentes com predominância de valores entre -25% e -50%. Após 2010, pode-se dizer que findam os ciclos de anomalias positivas, com apenas algumas ocorrências em anos e bacias isoladas, e as anomalias negativas predominam em quase todo o período com taxas ao redor de -50%, atingindo valores inéditos abaixo de -75% em 2012, 2016 e 2018 (Figura 22).

Figura 23 – Médias Móveis de 10 Anos das Vazões Diárias dos Rios Pojuca, Inhambupe, Itapicuru, Real e Vaza-Barris (em m³/s) entre 1964 e 2025



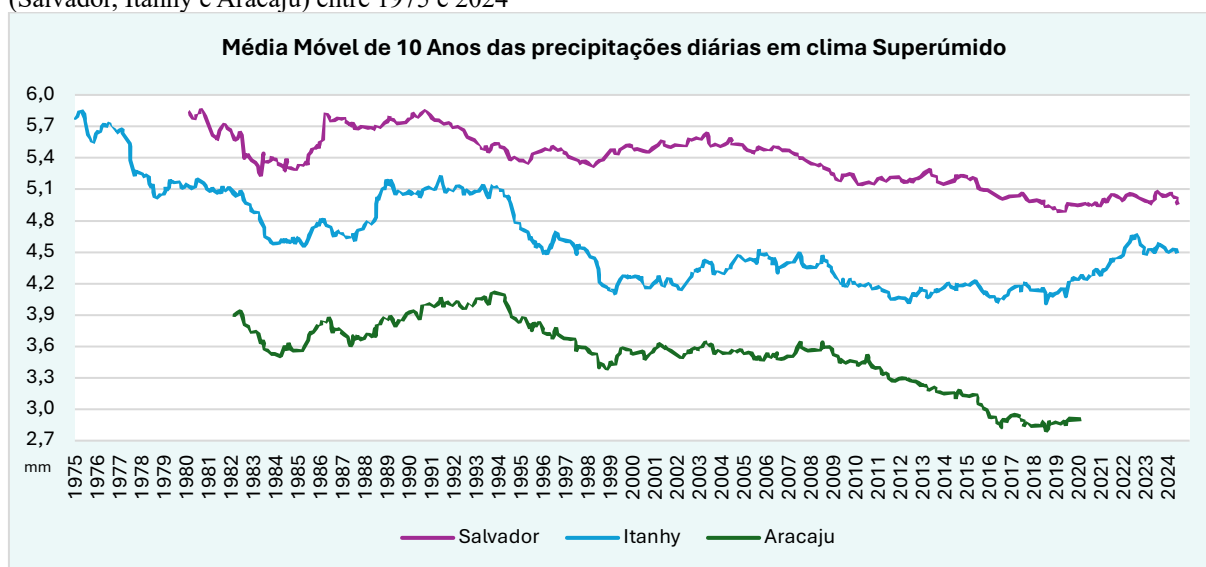
Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

A partir das Médias Móveis de 10 anos é possível observar que os cinco rios estudados têm comportamento semelhante, tanto na diminuição generalizada das vazões, quanto nas oscilações e quedas abruptas apresentadas na série histórica. O rio Itapicuru se destaca por iniciar a série em valores próximos de 38 m³/s e termina ao redor de 12 m³/s – a diminuição mais expressiva de 68% - além de apresentar mais oscilações, especialmente entre

as médias de 2005 e 2014, cujo aumento seguido de diminuição não é acompanhada pelos pares. Os outros quatro rios iniciam em patamares distintos entre 12 e 22 m³/s, mas terminam com médias de vazão diária entre 6 e 8 m³/s. Entre as médias no início e do final da série histórica, o rio Real também apresenta diminuição expressiva de 66%, enquanto os rios Pojuca, Vaza-Barris, Inhambupe tem diminuição de 53%, 50% e 43%. As quedas mais abruptas acontecem nas médias dos anos de 1995 até 2003 e atinge todos os rios – no Real em maior grau e no Inhambupe em menor grau (Figura 23).

3.7 COMPARATIVO PLUVIAL

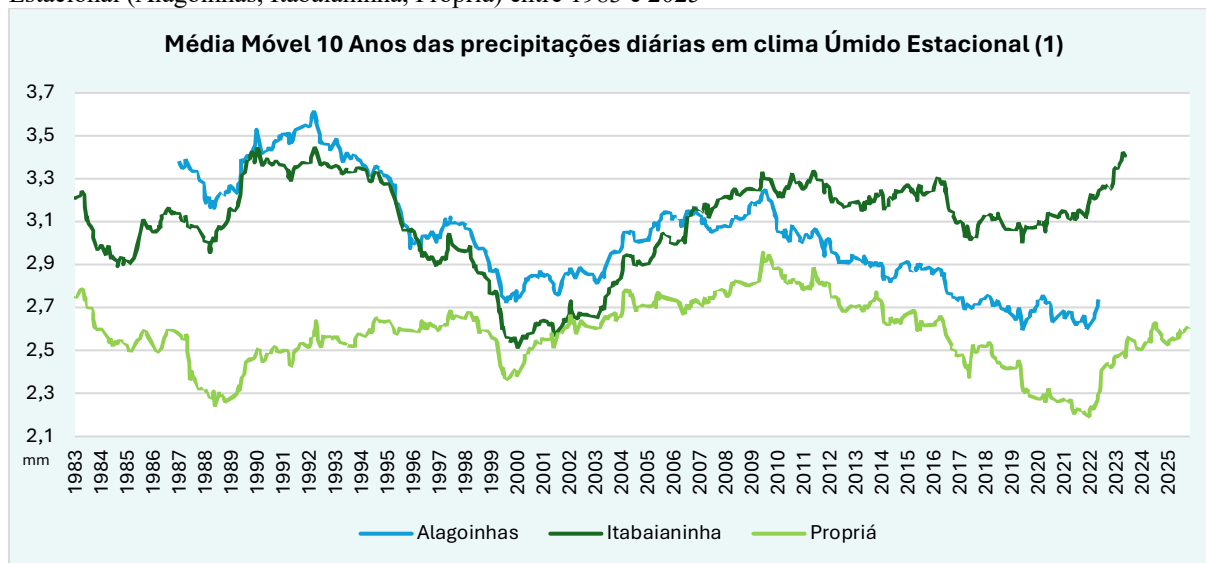
Figura 24 – Médias Móveis de 10 Anos das Precipitações Diárias (em mm) das Estações de Clima Superúmido (Salvador, Itanhy e Aracaju) entre 1975 e 2024



Fonte: ANA, 2025; INMET, 2025; Elaborado pelo autor.

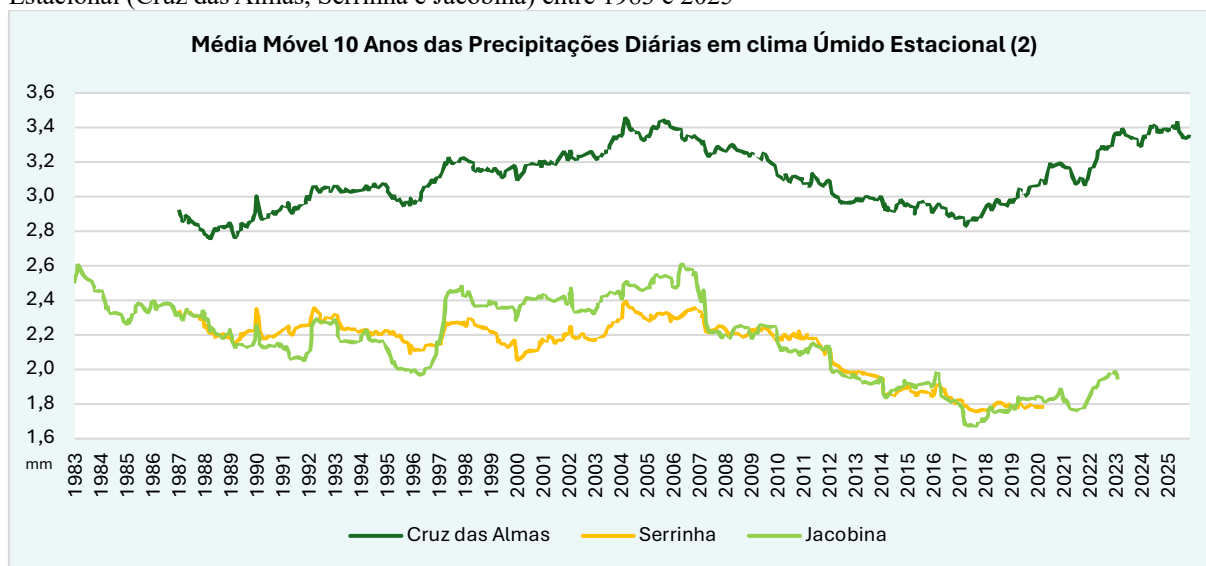
As médias móveis de 10 anos para as estações de clima superúmido têm comportamento de diminuição gradual semelhante até 2013 – especialmente Itanhy e Aracaju – com oscilações positivas, seguidas de ligeiras quedas. A partir de 2013, no entanto, passam a ter comportamentos distintos: Salvador entra em estabilidade em patamar de 5 mm (-20%), Itanhy inverte a tendência de diminuição e recupera as precipitações para médias próximas de 4,6 mm (-21%) e Aracaju intensifica a diminuição e termina a série histórica em 2020 com médias ao redor de 2,8 mm (-27%) (Figura 24).

Figura 25 – Médias Móveis de 10 Anos das Precipitações Diárias (em mm) das Estações de Clima Úmido Estacional (Alagoinhas, Itabaianinha, Propriá) entre 1983 e 2025



Fonte: INMET, 2025, Elaborado pelo autor.

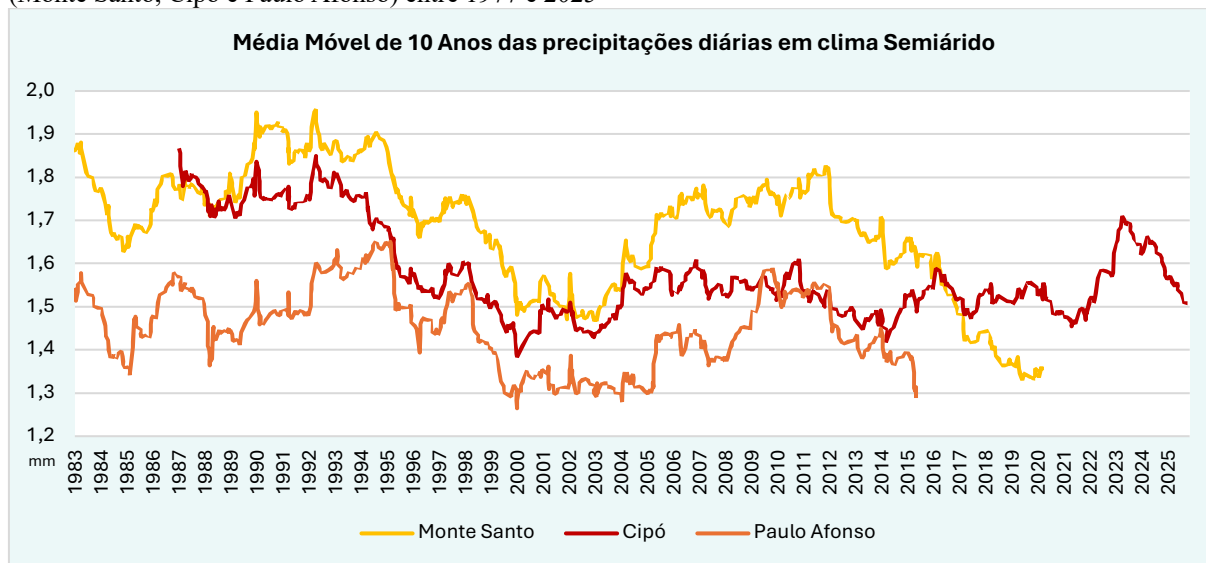
Figura 26 – Médias Móveis de 10 Anos das Precipitações Diárias (em mm) das Estações de Clima Úmido Estacional (Cruz das Almas, Serrinha e Jacobina) entre 1983 e 2025



Fonte: INMET, 2025, Elaborado pelo autor.

As estações pluviométricas do clima Úmido Estacional podem ser divididas em dois grupos de acordo com o comportamento de suas médias móveis: Alagoinhas, Itabaianinha e Propriá oscilam positiva e negativamente em dois ciclos, com menores valores atingidos em 1988, 2000 e entre 2017 e 2021 (-20%, +10% e 0%, respectivamente) (Figura 25); e Cruz das Almas, Serrinha e Jacobina com aumento gradual das vazões até atingir os maiores valores entre 2004 e 2006 e entrar em forte queda até atingir os menores valores entre 2017 e 2021, quando apresentam recuperação até o final da série (+13%, -17% e -24%, respectivamente) (Figura 26).

Figura 27 – Médias Móveis de 10 Anos das Precipitações Diárias (em mm) das Estações de Clima Semiárido (Monte Santo, Cipó e Paulo Afonso) entre 1977 e 2025



Fonte: INMET, 2025, Elaborado pelo autor.

No clima Semiárido, as estações apresentam oscilações positivas e negativas concordantes entre si, com maior intensidade em Monte Santo que inicia a série em 1,8 mm e termina ao redor de 1,3 mm em 2020 (-27%); e menor intensidade em Cipó que inicia a série ao redor de 1,8 mm e termina em 1,5 mm em 2025 (-18%); Paulo Afonso tem oscilações muito semelhantes a Monte Santo, em um patamar inferior de precipitação, iniciando a série ao redor de 1,5 mm e terminando em 1,3 mm em 2015 (-13%) (Figura 27).

4 DISCUSSÃO

As cinco bacias hidrográficas apresentam clara tendência de diminuição ao longo da série histórica de 1965 a 2025, observadas em todos os métodos estatísticos testados: as medianas das vazões mensais apontam decrescimentos em todos os períodos, sendo os mais intensos ocorridos na transição para o último período analisado (2010-2025); as anomalias de vazões anuais mostram que as vazões diminuem de forma generalizada a partir de 1990 e mais intensamente a partir de 2010, quando já não há anomalias positivas; e as médias móveis indicam que os rios concordam no padrão de diminuição e oscilação, com destaque para diminuição mais intensa do rio Itapicuru, que também apresenta maiores oscilações ao longo da série histórica.

Além disso, todas as bacias apresentam vazões em diminuição que, de forma geral, acompanham as precipitações na tendência e nas oscilações cíclicas, porém diferem na intensidade em que essa diminuição acontece. Pelo método das médias móveis de 10 anos, as vazões diárias têm decrescimento entre 43% e 68% ao longo da série histórica, enquanto as precipitações diárias têm diminuição entre 13% e 27% em 9 estações, aumento entre 10% e 13% em duas estações e estabilidade em uma estação. As estações do clima Superúmido são as que apresentam maior similaridade no comportamento da diminuição, seguida pelo clima Semiárido que também diminui, porém de forma menos intensa e com menor concordância entre os ciclos; já as estações do clima Úmido Estacional apresentam discordância no comportamento, com estações que aumentam e diminuem as precipitações em diferentes intensidades.

Destaca-se nesse contexto que a bacia do rio Itapicuru além de apresentar as maiores diminuições, é uma bacia com área ($36,1 \text{ km}^2$) muito superior às outras (2 a 7 vezes), e conseqüentemente maior população e terras agricultáveis. É, também, uma bacia de clima majoritariamente semiárido, o que demanda captação de água para lidar com o déficit hídrico causado pela baixa pluviometria e altas temperaturas. Além disso, conta com alto número de grandes barragens em seus rios, sendo que as duas maiores (Romulo Campos, 146 km^3 e Araci, 66 km^3) são construídas entre anos 1950 e 1960, e as outras três grandes barragens (Ponto Novo, 39 km^3 ; Pedras Altas, 38 km^3 , Pindobaçu, $16,8 \text{ km}^3$) por volta do ano 2000. Esses três fatores apontam para um uso mais intenso de água por atividades humanas, o que explicaria parcialmente a diminuição mais intensa das vazões. (SILVEIRA, 1993)

Já a bacia do rio Vaza-Barris, cerca de 50% menor que a bacia do Itapicuru, se assemelha nos aspectos climáticos e de uso humano da água, porém não apresenta diminuição

tão intensa, o que poderia apontar para um fator relacionado à extensão em área e ao uso do solo das bacias. Três vezes maior em área ($16,5 \text{ hm}^2$) que a bacia do rio Real ($4,9 \text{ hm}^2$), a bacia do rio Vaza-Barris inicia a série de médias móveis de vazões em patamares inferiores ($16 \text{ m}^3/\text{s}$) aos da primeira ($22 \text{ m}^3/\text{s}$). Ainda que haja uma diferença na composição climática dessas bacias, a bacia do Vaza-Barris apresenta maior área dentro dos climas Semiárido e Úmido Estacional, e área semelhante à do rio Real no clima Úmido, o que já elevaria as vazões do Vaza-Barris para patamar superior às do rio Real. Considerando que este rio teve duas grandes barragens que iniciaram suas construções antes do início da série histórica, é possível que as médias móveis calculadas em 1985 já estejam incluindo a diminuição de vazões causadas por Cocorobó (1950-68, 246 hm^3) e Adustina (1957-1969, 13 hm^3). Nota-se, também que a construção da barragem de Gasparino (2008-2012, 49 hm^3) pode ter sido responsável pela estabilização das médias móveis desse rio depois de 2004.

As bacias do rio Pojuca, Inhambupe e Real apresentam semelhanças em extensão (as três com áreas próximas de 5 hm^2), climáticas (majoritariamente Estacional Úmido e Superúmido, com maior umidade na bacia do Pojuca) e de uso da água (ausência de grandes barragens em seus rios). O comportamento das vazões, apesar de concordar na tendência de diminuição, discorda na maior intensidade no rio Real (-66%) e menor intensidade no rio Inhambupe (-43%), ainda que seja a bacia do rio Pojuca (-53%) a que apresenta ligeira diferença climática de maior precipitação em relação às outras duas. Outra observação importante é que a diminuição do patamar das médias móveis de vazões do rio Itapicuru (-68%) e do rio Real (-66%) são muito próximas, ainda que o primeiro tenha o maior número de grandes barragens em seu curso e o segundo tenha apenas uma barragem pequena.

Dessa forma, é possível afirmar que a diminuição das vazões é apenas parcialmente explicada pela diminuição das precipitações, tendo em vista a diferença de intensidade entre elas. É muito provável que haja outros fatores dentro do ciclo hidrológico que estejam causando a diminuição das vazões fluviais das cinco bacias hidrográficas estudadas. O elevado número de grandes barragens construídas no rio Itapicuru, também pode ser considerado um fator importante na intensa diminuição das vazões desse rio. No entanto, a ausência de grandes barragens nos rios Pojuca, Inhambupe e Real apontam para outros fatores que contribuíram para diminuir as vazões desses rios para além da diminuição pluvial que essas bacias vêm recebendo, valendo-se a investigação quanto ao uso de água subterrânea, à mudança no uso do solo e à cobertura vegetal. (FERRAZ, 2022)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo trouxe a conclusão de que há diminuição intensa e generalizada nas vazões das bacias hidrográficas, influenciada pela diminuição das precipitações, porém não totalmente explicada pelo fator pluviométrico. O uso humano aparece como possível fator que contribui para a intensificação desse processo, mas as grandes barragens explicam os resultados negativos apenas nas bacias onde estão presentes. Certamente, há outros usos humanos que influenciam o quadro de diminuição compartilhado pelas cinco bacias, em maior ou menor grau, que merecem estudos mais detalhados a serem comparados com estes achados fluviométricos.

Sugere-se também a realização de estudos hidroclimatológicos da série histórica em outras bacias hidrográficas que drenam o semiárido e contam com grandes barragens nos cursos de seus rios, para verificar o fator de influência dessas obras nos resultados obtidos. As observações climáticas também levantam temáticas para outros estudos mais amplos quanto às diminuições de precipitação observadas no clima Superúmido e Semiárido da Bahia e Sergipe, e o comportamento dúbio nas estações do clima Úmido Estacional.

O maior desafio na realização dessa pesquisa foi, e certamente será para as próximas, a disponibilidade de dados de séries históricas com poucas interrupções que permitam os cálculos estatísticos necessários para constatações seguras dos achados. Para a mesma área, talvez seja necessário trabalhar com séries históricas menores de duas ou mais estações, cujos resultados possam se complementar pela proximidade geográfica.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil>. Acesso em: 21 jun. 2026.

ANA. **Hidroweb**. 2024. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em: 28 ago. 2024.

BENETTI, Antonio; BIDONE, Francisco. **O Meio Ambiente e os Recursos Hídricos**. In: TUCCI, Carlos E. M. (org.) Hidrologia 4: Ciência e Aplicação. 2. Porto Alegre: UFRGS, 1993.

BROCKWELL, P. J.; DAVIS, R. A. **Introduction to Time Series and Forecasting**. Springer, 2016.

CHEVALLIER, Pierre. **Aquisição e Processamento de Dados**. In: TUCCI, Carlos E. M. (org.) Hidrologia 4: Ciência e Aplicação. 2. Porto Alegre: UFRGS, 1993.

FERRAZ, Silvio F. B.; Lima, Walter de Paula. Hidrologia Florestal Aplicada. 1. Ed. São Paulo: EDUSP, 2022.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos**. 2024. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 28 ago. 2024.

IRPAA. **Em Andorinha (BA), água é motivo de conflito entre a população e empresa de mineração Ferbasa**. IRPAA – Convivência com o Semiárido. 2014. Disponível em: <<https://irpaa.org/2014/04/12/em-andorinha-ba-agua-e-motivo-de-conflito-entre-a-populacao-e-empresa-de-mineracao-ferbasa/>>. Acesso em: 26 jun. 2026.

MAPA DE CONFLITOS. **BA – Agricultores familiares e ribeirinhos são prejudicados por políticas de recursos hídricos**. 2026. Disponível em: <<https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/ba-agricultores-familiares-e-ribeirinhos-sao-prejudicados-por-politicas-de-recursos-hidricos/>>. Acesso em: 26 jun. 2026.

ROSSI, Pedro. **Memorial do Fim do Mundo: Proposta projetual no Açude Cocorobó, Canudos, Bahia**. Trabalho Final de Graduação. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2021. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/2bd858f2-3f13-4a90-bc72-5a4d990b870e/2021_PedroRossi.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2026.

SANTOS, Helen Souza Leite. **Comportamento da Linha de Costa do Município de Camaçari/BA entre 1976 e 2022**. Trabalho de Conclusão de Curso. Salvador: UFBA, 2025.

SEI. **Anuário Estatístico**. 2024. Disponível em: <http://www.ba.gov.br/sei/sites/site-sei/files/migracao_2024/arquivos/images/publicacoes/download/anuario_estatistico/xls>. Acesso em: 21 jun. 2026.

_____. **Uso atual das terras: Bacias dos Rios Itapicuru, Vaza-Barris e Real**. Salvador: SEI, 2006. Série Estudos e Pesquisas, 74. 115 p. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/sei/sites/site-sei/files/migracao_2024/arquivos/images/publicacoes/download/sep/sep_74.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2026.

SILVEIRA, André L. L. da. **Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica**. In: TUCCI, Carlos E. M. (org.) Hidrologia 4: Ciência e Aplicação. 2. Porto Alegre: UFRGS, 1993.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. 12. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

TUCCI, Carlos E. M. **Escoamento superficial. Regionalização de Vazões**. In: TUCCI, Carlos E. M. (org.) Hidrologia 4: Ciência e Aplicação. 2. Porto Alegre: UFRGS, 1993.

APÊNDICE – FLUVIOGRAMAS DE VAZÕES DIÁRIAS COM LINHA DE TENDÊNCIA

O fluviograma, também conhecido como hidrograma, é um gráfico que representa a variação da vazão de um rio ao longo do tempo, sendo uma ferramenta fundamental na hidrologia para o entendimento do regime fluvial. (TUCCI, 2008) Para a construção dos fluviogramas, foram desconsiderados os dados médios de vazões mensais, uma vez que estes poderiam ocultar ou suavizar informações relevantes, e foram utilizados cerca de 20 mil dados de vazão diária para cada estação fluviométrica, representados no eixo vertical de um gráfico de barras. No eixo horizontal, representou-se o tempo em unidades diárias, desde o início da série temporal até os registros mais recentes – aproximadamente, entre 1965 e 2025, conforme medições feitas nas estações.

A utilização de linhas de tendência é uma técnica fundamental na análise de séries temporais, visando identificar padrões sistemáticos ao longo do tempo. As linhas de tendência permitiram sintetizar a direção predominante das vazões dos rios estudados – seja de crescimento, declínio ou estabilidade – a partir da construção de seus fluviogramas, proporcionando uma visão mais clara do comportamento dos dados fluviométricos, que podem ser afetados por flutuações sazonais ou aleatórias ao longo da série temporal (BROCKWELL; DAVIS, 2016). Entre os métodos mais comuns de ajuste de linhas de tendência destaca-se a regressão linear, que busca modelar a relação entre as vazões e o tempo por meio de uma função linear simples $f(x) = ax + b$. Assim, as linhas de tendência não apenas auxiliam na descrição dos dados, mas também servem como base para previsões, permitindo inferir o comportamento futuro das séries analisadas. Dessa forma, avaliaram-se as tendências das vazões ao longo da série temporal para além das caracterizações médias vistas anteriormente, utilizando-se a representação gráfica dos fluviogramas junto das linhas de tendências e suas respectivas equações algébricas que permitem verificar, de forma geral, o comportamento das vazões ao longo da série temporal a partir do coeficiente a em $f(x) = ax + b$, onde a é o coeficiente cujo valor indica a intensidade da mudança, e cujo sinal indica se há aumento (+) ou diminuição (-) das vazões.

O Fluviograma do rio Pojuca mostra vazões mais altas concentradas no início da série histórica, com quedas importantes nos anos de 1970 e de 1990, aumento expressivo a partir de 1997, seguido de novas quedas ainda mais intensas a partir de 2010 e ligeiro aumento a partir de 2020. Essa diminuição geral é quantificada pelo coeficiente negativo da equação da linha de tendência em -0,5‰ (Figura 28).

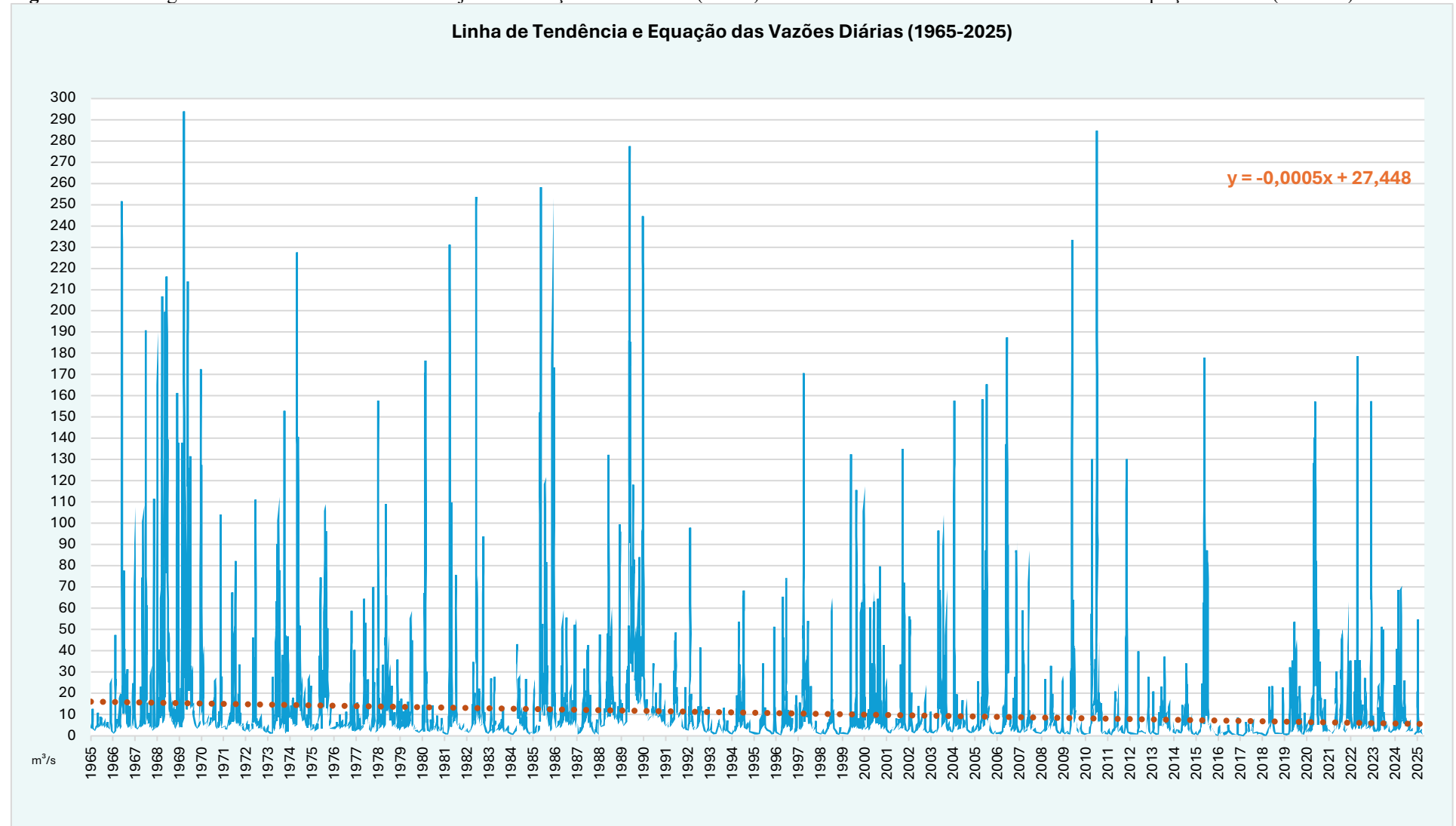
O Fluviograma do Rio Inhambupe apresenta vazões diárias de distribuição equilibrada ao longo da série histórica até o ano de 1990, quando se nota a diminuição das vazões, que oscilam positivamente entre 1996 e 2009, e voltam a diminuir, até nova alta em 2019. A diminuição de forma geral é refletida no coeficiente negativo da equação da linha de tendência em $-0,3\%$. (Figura 29).

A partir do Fluviograma, observa-se que o rio Itapicuru passou a ter diminuição das vazões diárias a partir de 1970, com intensificação desse processo em 2005 – ainda que tenha apresentado vazões extremas em anos como 2016. No final da série há ligeiro aumento das vazões, porém, para patamares inferiores aos já apresentados anteriormente. A linha de tendência apresenta coeficiente negativo em $-1,5\%$ (Figura 30).

O Fluviograma do rio Real apresentou queda nas vazões em 1970, seguido por um período de estabilidade até 1990, quando as vazões diminuem intensamente, até uma pequena recuperação nos últimos cinco anos da série histórica. A diminuição geral é refletida no coeficiente negativo da equação da linha de tendência em $-0,8\%$ (Figura 31).

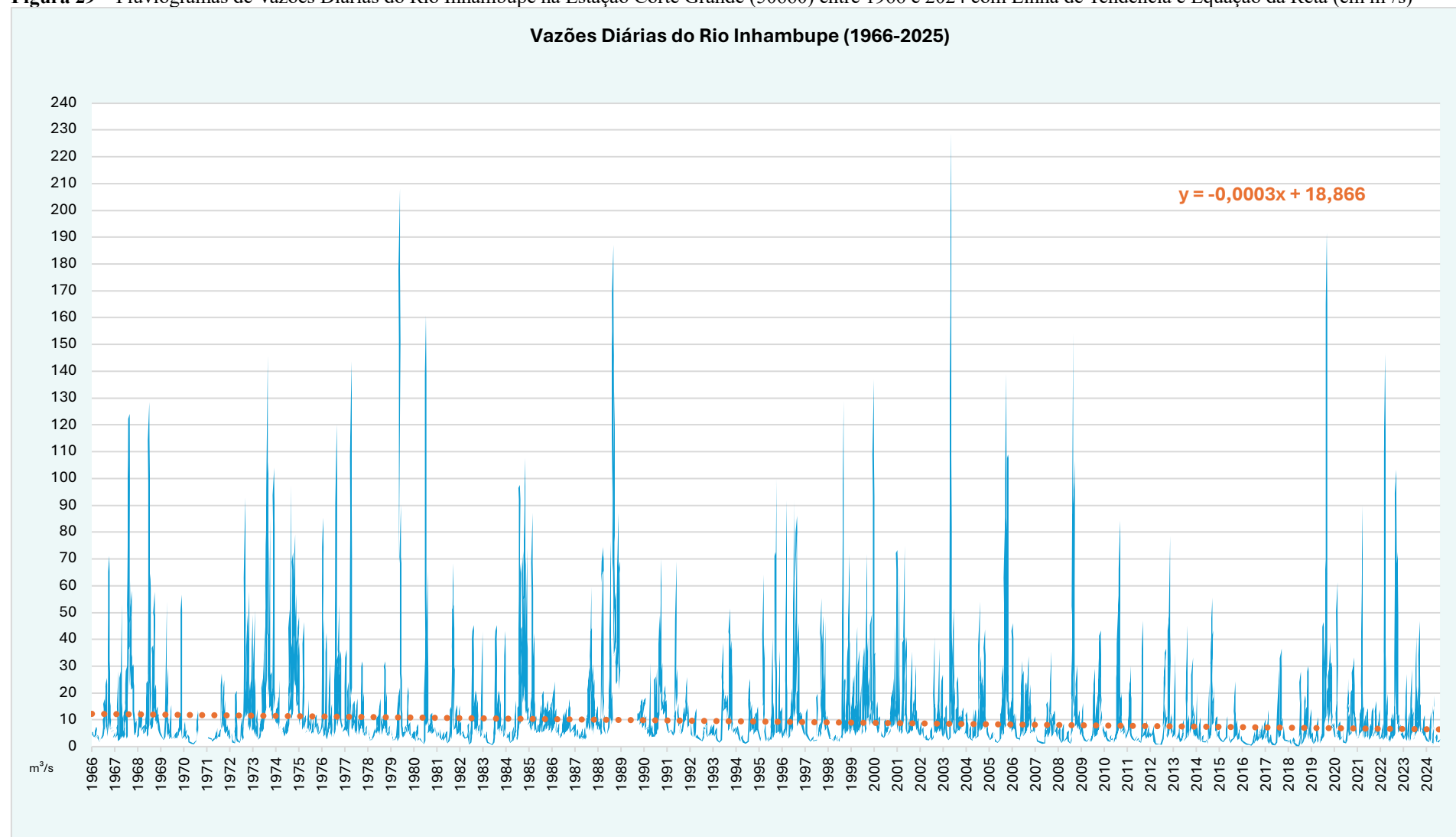
As vazões diárias do rio Vaza-Barris são mais altas até 1981, iniciam um período de vazões em diminuição até 2004, quando as vazões diminuem com mais intensidade, antes de apresentarem ligeiro aumento após os eventos de vazões extremas em 2019. A diminuição geral observada principalmente entre 1981 e 2019 é refletida no coeficiente negativo da equação da linha de tendência em $-0,5\%$ (Figura 32).

Figura 28 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Pojuca na Estação Ponte da BA (50755) entre 1965 e 2025 com Linha de Tendência e Equação da Reta (em m³/s)



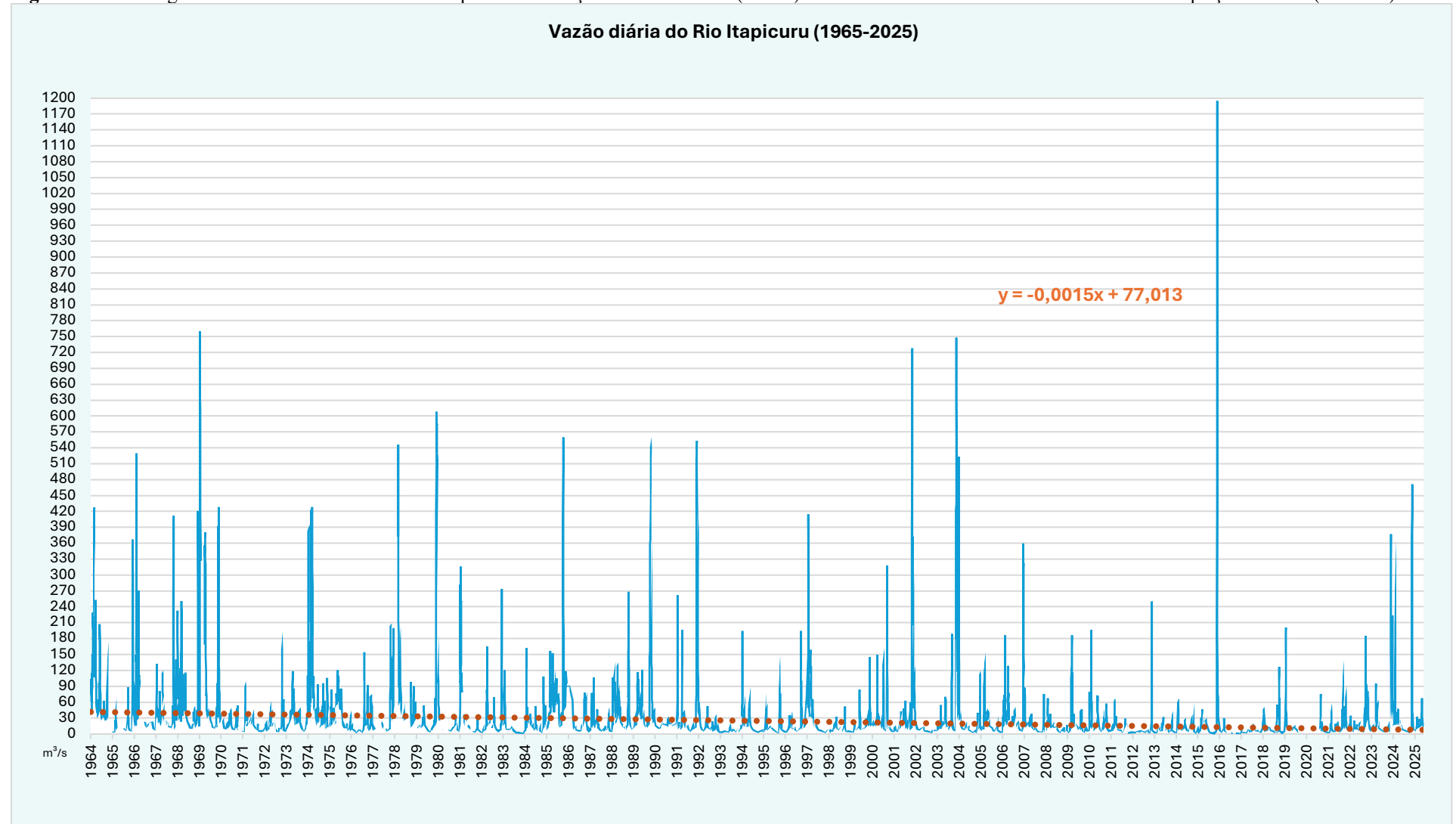
Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Figura 29 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Inhambupe na Estação Corte Grande (50660) entre 1966 e 2024 com Linha de Tendência e Equação da Reta (em m³/s)



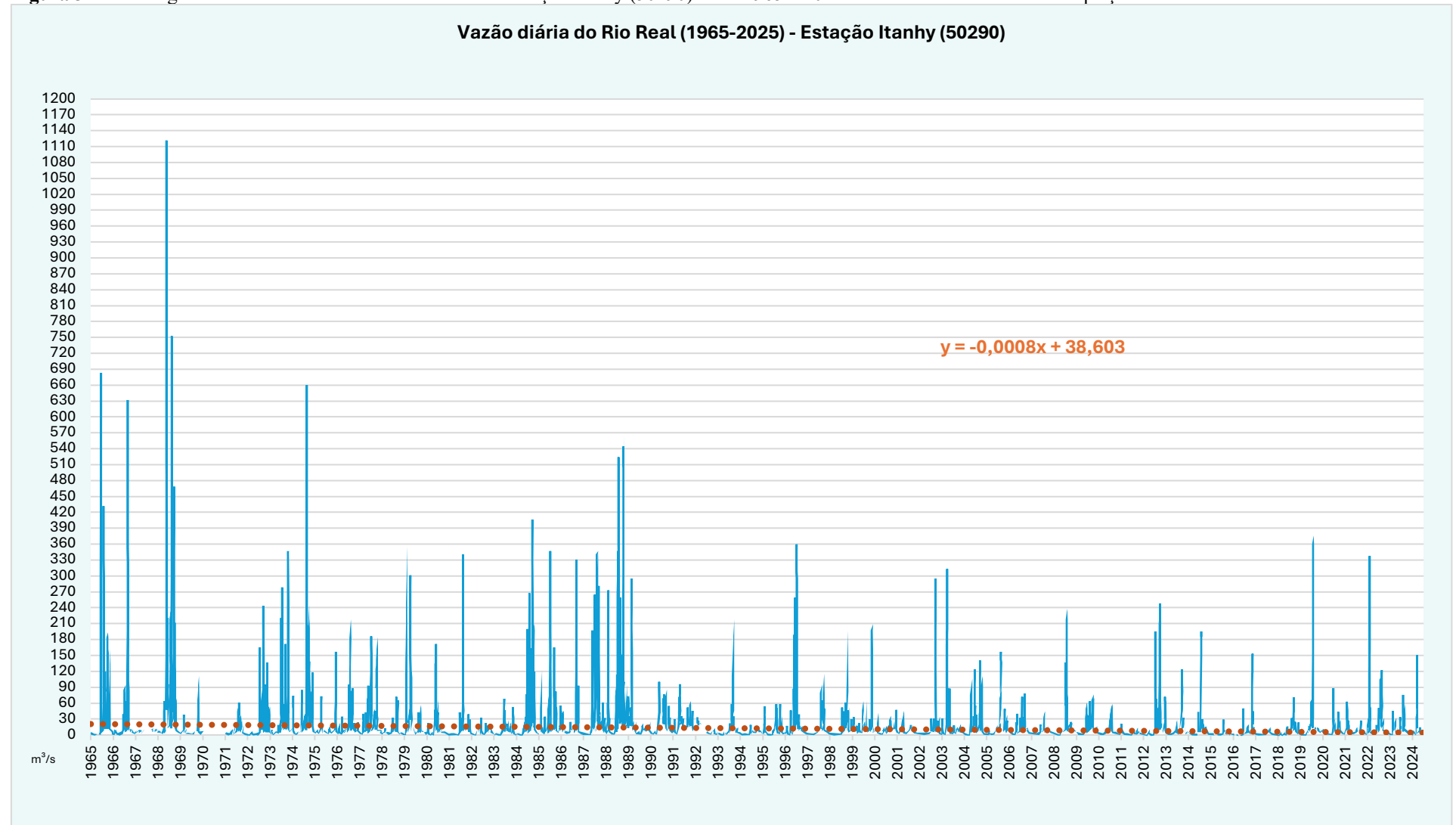
Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo auto

Figura 30 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Itapicuru na Estação Usina Altamira (50595) entre 1964 e 2025 com Linha de Tendência e Equação da Reta (em m³/s)



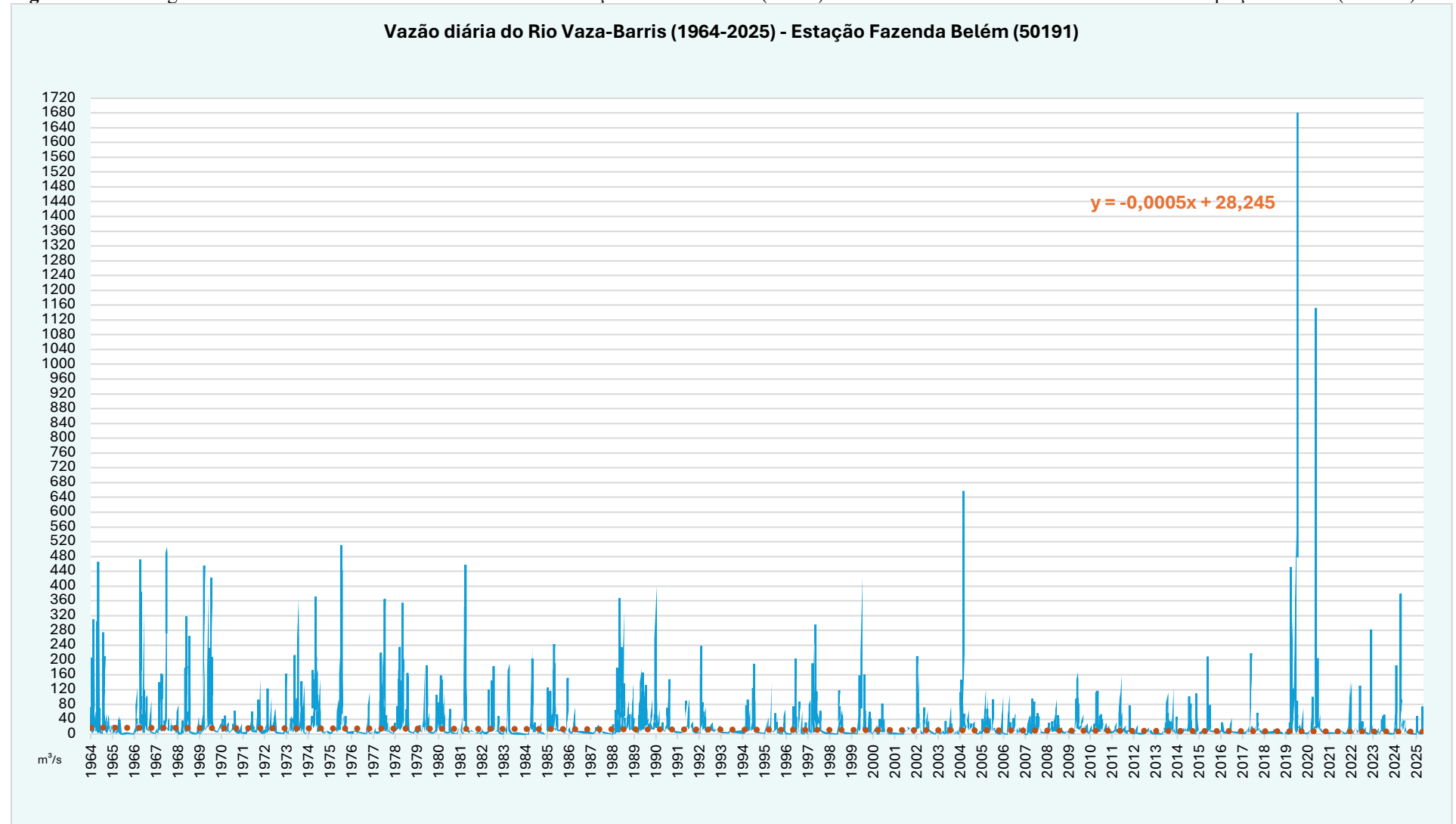
Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Figura 31 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Real na Estação Itanhy (50290) entre 1965 e 2024 com Linha de Tendência e Equação da Reta



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.

Figura 32 – Fluviogramas de Vazões Diárias do Rio Vaza-Barris na Estação Fazenda Belém (50191) entre 1964 e 2025 com Linha de Tendência e Equação da Reta (em m³/s)



Fonte: ANA, 2025; Elaborado pelo autor.