



RELAÇÃO ENTRE A DISPONIBILIDADE HÍDRICA E INDICADORES
CLIMÁTICOS NA BACIA DO RIO MURIAÉ, SUDESTE DO BRASIL

Eduardo Cochrane Novo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadores: José Paulo de Azevedo

Mônica de Aquino Galeano M. da Hora

Rio de Janeiro

Agosto de 2025

RELAÇÃO ENTRE A DISPONIBILIDADE HÍDRICA E INDICADORES
CLIMÁTICOS NA BACIA DO RIO MURIAÉ, SUDESTE DO BRASIL

Eduardo Cochrane Novo

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Examinada por:

Prof. José Paulo de Azevedo, D.Sc.

Profa. Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora, D.Sc.

Prof. Daniel Andres Rodriguez, D.Sc.

Prof. Paulo Luiz da Fonseca, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ BRASIL
AGOSTO DE 2025

Ficha catalográfica

Agradecimentos

À minha esposa, Iasmim, fonte de incentivo e inspiração para o início e a conclusão desta pesquisa. Ela é quem sempre me incentiva a buscar mais. É o amor de uma e de muitas vidas. É quem me mostra que o amor é conforto, carinho e cuidado.

Aos meus pais, com muito amor. À minha mãe, Ilma, que me ensinou que estudo, humildade e respeito são a base de tudo. Ao meu pai, Paulo, que não pôde me ver finalizar esta etapa, mas sempre soube que eu era capaz de alcançar tudo o que sonhei. De onde está, se faz presente em meus pensamentos e me incentiva a ser o melhor que posso ser.

Aos meus sogros, Sérgio e Simone, e ao meu cunhado, Lucas, que hoje se somam à minha família e são a base do meu caminhar diário. Com incentivos e amor, nunca me senti desamparado desde que os tenho comigo. O apoio de vocês foi e é fundamental para que eu siga realizando meus sonhos.

Aos mestres, professores e hoje amigos, em especial à professora Mônica que, entre um puxão de orelha e uma risada, molda não só o profissional com sua orientação, mas também o caráter do pesquisador e do ser humano com seu exemplo de conhecimento e idoneidade. Ao professor José Paulo, pela humanidade e pelo carinho com que me orientou nesta trajetória.

A toda a minha família e amigos, à minha Vó Izabel e à minha madrinha Nilza, que caminham no meu coração por onde eu for.

Muito obrigado a todos.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

RELAÇÃO ENTRE A DISPONIBILIDADE HÍDRICA E INDICADORES CLIMÁTICOS NA BACIA DO RIO MURIAÉ, SUDESTE DO BRASIL

Eduardo Cochrane Novo

Agosto/2025

Orientadores: José Paulo de Azevedo

Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Programa: Engenharia Civil

O presente estudo investiga a relação entre indicadores climáticos e a disponibilidade hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé, situada entre os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, a partir de séries históricas de precipitação e vazão de 1961 a 2020, disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Os dados de precipitação apresentaram falhas nas séries diárias que, por sua vez, não foram preenchidas, em consonância com o preconizado pela literatura e pelos órgãos responsáveis pela geração das informações hidrológicas. As falhas em nível mensal, quando possível, foram preenchidas a partir da correlação entre postos vizinhos. Os indicadores climáticos selecionados foram a precipitação média mensal, a precipitação anual total, o número máximo de dias secos consecutivos sem chuva e o índice de anomalia de chuva. Os resultados evidenciaram que o tamanho e os anos de início e fim das séries de precipitação têm influência nos cálculos dos indicadores e conduzem a tendências observadas distintas, quando comparados com estudos anteriores. Identificou-se o ano de 1963 como extremamente seco e que a década de 2001–2010 variou entre chuvosa a muito chuvosa. Na última década (2011–2020), observou-se o retorno ao padrão da bacia, qual seja, variando entre seco e muito seco, com destaque para o período entre 2014 e 2017. Foi possível verificar que o mesmo período correspondeu ao de maior redução na disponibilidade hídrica, em consonância com a literatura. Ainda que a década recente tenha apresentado maior frequência de anos secos, os resultados permitiram inferir que não existe tendência de intensificação da estiagem. A principal dificuldade enfrentada na presente pesquisa foi o volume considerável de dados analisados e de informações geradas. Destaca-se a importância da descrição dos procedimentos adotados na geração das

séries de precipitação, pois isso também pode conduzir a resultados distintos nas tendências. Cabe mencionar a lacuna na literatura sobre o tema, principalmente, sobre a utilização do número máximo de dias secos consecutivos sem chuva e do índice de anomalia de chuva para análise da variabilidade da disponibilidade hídrica ao longo do tempo. Conclui-se que a precipitação é o indicador climático que melhor explica a variação da disponibilidade hídrica. Sugere-se que estudos futuros considerem a análise da disponibilidade hídrica com foco nos períodos de seca, com os indicadores climáticos representativos do semestre e/ou trimestre mais seco. Outra possível linha de pesquisa é a avaliação do comportamento da disponibilidade hídrica frente aos fenômenos El Niño e La Niña e analisar as tendências observadas a partir dos indicadores de extremos climáticos.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

RELATIONSHIP BETWEEN WATER AVAILABILITY AND CLIMATE
INDICATORS IN THE MURIAÉ RIVER BASIN, SOUTHEAST BRAZIL

Eduardo Cochrane Novo

August/2025

Advisors: José Paulo de Azevedo

Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Department: Civil Engineering Program

This study investigates the relationship between climatic indicators and water availability in the Muriaé River Basin, located between the states of Rio de Janeiro and Minas Gerais, using historical precipitation and streamflow series from 1961 to 2020 provided by the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA) and the National Institute of Meteorology (INMET). The precipitation data contained gaps in the daily series, which were not gap-filled, in accordance with recommendations in the literature and by the agencies responsible for producing hydrological information. Monthly-level gaps, when possible, were filled based on correlations with neighboring gauges. The selected climatic indicators were mean monthly precipitation, total annual precipitation, the maximum number of consecutive dry days without rainfall, and the rainfall anomaly index. The results showed that the length and the start and end years of the precipitation series influence the calculation of the indicators, resulting in different observed trends when compared with previous studies. The year 1963 was identified as extremely dry, and the decade 2001–2010 ranged from wet to very wet. In the most recent decade (2011–2020), a return to the basin's pattern was observed, namely ranging from dry to very dry, with emphasis on the period between 2014 and 2017. This same period corresponded to the greatest reduction in water availability, in line with the literature. Although the recent decade has shown a higher frequency of dry years, the results indicate no trend toward the intensification of drought. The main challenge faced in this research was the considerable volume of data analyzed and information generated. The importance of

describing the procedures adopted in generating the precipitation series is highlighted, as this can also lead to different results in trend analysis. There remains a gap in the literature on the topic, particularly regarding the use of the maximum number of consecutive dry days without rainfall and the rainfall anomaly index to analyze the variability of water availability over time. It is concluded that precipitation is the climatic indicator that best explains variation in water availability. Future studies should analyze water availability focusing on dry periods, with climatic indicators representative of the driest semester and/or quarter. Another possible line of research is to assess water availability behavior in the face of El Niño and La Niña phenomena and to analyze the trends observed through climatic extreme indicators.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativa	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Geral.....	4
1.2.2. Específicos	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. Seca e Estiagem	5
2.2. Variabilidade Hidrológica, Disponibilidade Hídrica, Vazão de Referência e Escassez Hídrica	6
2.3. Indicadores Climáticos	7
3. MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1. Área de Estudo	9
3.2. Metodologia	15
3.2.1. Levantamento de Dados	15
3.2.2. Análise de consistência	19
3.2.3. Indicadores Climáticos.....	19
3.2.4. Vazão de Referência	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Análise de Consistência	23
4.2. Precipitação	27
4.2.1. Precipitação Média Mensal.....	27
4.2.2. Precipitação Anual Total.....	30
4.3. Número Máximo de Dias Secos Consecutivos	37
4.3.1. Carangola	38
4.3.2. Porciúncula.....	39
4.3.3. Patrocínio do Muriaé	39
4.3.4. Itaperuna	40
4.3.5. Cardoso Moreira.....	41
4.4. Índice de Anomalia de Chuva	42
4.4.1. Carangola	43

4.4.2.	Porciúncula.....	44
4.4.3.	Patrocínio do Muriaé	45
4.4.4.	Itaperuna	47
4.4.5.	Cardoso Moreira.....	48
4.5.	Vazão de Referência	50
4.6.	Relação entre os Indicadores Climáticos e a Disponibilidade Hídrica ...	52
4.6.1.	PMM e Q95	52
4.6.2.	PRCPTOT e Q95.....	54
4.6.3.	CDD e Q95.....	57
4.6.4.	IAC e Q95	60
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	64
	REFERÊNCIAS.....	66
	APÊNDICE A	79
	APÊNDICE B	83
	APÊNDICE C	89
	APÊNDICE D	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé.	9
Figura 2: Isoietas Médias Anuais (mm).....	11
Figura 3: Aproveitamentos hidrelétricos e estações de monitoramento pluviométrico e fluviométrico na BHRM.	18
Figura 4: Topologia dos postos fluviométricos selecionados.	23
Figura 5: Distância entre as estações Itaperuna - ANA e Itaperuna - INMET.....	25
Figura 6: Correlação entre as estações Itaperuna - ANA e Itaperuna - INMET.....	26
Figura 7: PMM na estação Carangola.	27
Figura 8: PMM na estação Porciúncula.....	28
Figura 9: PMM na estação Patrocínio do Muriaé.	28
Figura 10: PMM na estação Itaperuna.	29
Figura 11: PMM na estação Cardoso Moreira.....	29
Figura 12: PRCPTOT na estação Carangola.	31
Figura 13: PRCPTOT na estação Porciúncula.....	32
Figura 14: PRCPTOT na estação Patrocínio do Muriaé.	33
Figura 15: PRCPTOT na estação Itaperuna.	34
Figura 16: PRCPTOT na estação Cardoso Moreira.	35
Figura 17: CDD na estação Carangola a partir dos dados brutos.	38
Figura 18: CDD na estação Porciúncula a partir dos dados brutos.....	39
Figura 19: CDD na estação Patrocínio do Muriaé a partir dos dados brutos.	40
Figura 20: CDD na estação Itaperuna, a partir das estações 210410004, 2141045 e INMET.	40
Figura 21: CDD na estação Cardoso Moreira a partir dos dados brutos.	41
Figura 22: IAC anual na estação Carangola.....	43
Figura 23: IAC anual na estação Porciúncula.	44
Figura 24: IAC anual na estação Patrocínio do Muriaé.	46
Figura 25: IAC anual na estação Itaperuna.	47
Figura 26: IAC anual na estação Cardoso Moreira.	48
Figura 27: Q95 decenal na BHRM.	51
Figura 28: Variação da Q95 em função da Precipitação Média Mensal.....	53
Figura 29: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Carangola.....	54
Figura 30: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Porciúncula.....	55
Figura 31: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Patrocínio do Muriaé.	55
Figura 32: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Itaperuna.	56
Figura 33: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Cardoso Moreira.....	56
Figura 34: Variação de Q95 em função do CDD na estação Carangola.	57
Figura 35: Variação de Q95 em função do CDD na estação Porciúncula.....	58
Figura 36: Variação de Q95 em função do CDD na estação Patrocínio do Muriaé.	58

Figura 37: Variação de Q95 em função do CDD na estação Itaperuna.	59
Figura 38: Variação de Q95 em função do CDD na estação Cardoso Moreira.	59
Figura 39: Variação de Q95 em função do IAC na estação Carangola.	60
Figura 40: Variação de Q95 em função do IAC na estação Porciúncula.	61
Figura 41: Variação de Q95 em função do IAC na estação Patrocínio do Muriaé.....	61
Figura 42: Variação de Q95 em função do IAC na estação Itaperuna.....	61
Figura 43: Variação de Q95 em função do IAC na estação Cardoso Moreira.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Municípios da RNOERJ	12
Tabela 2: Municípios do Rio de Janeiro e Minas Gerais inseridos parcial ou totalmente na BHRM	13
Tabela 3: Demanda Hídrica na BHRM.	14
Tabela 4: Aproveitamentos Hidrelétricos existentes na BHRM.....	15
Tabela 5: Estações de monitoramento fluviométrico selecionadas	17
Tabela 6: Estações de monitoramento pluviométrico selecionadas	17
Tabela 7: Classificação do IAC.....	21
Tabela 8: Classificação do Coeficiente de Correlação.....	26
Tabela 9: Valores médios e tendências observadas na PRCPTOT de 1961 a 2020.....	36
Tabela 10: Valores médios e tendências observadas no CDD de 1961 a 2020.....	42

1. INTRODUÇÃO

Alterações nos padrões de precipitação e temperatura impactam diretamente a disponibilidade de água, influenciando a recarga de aquíferos, o fluxo dos rios e a evaporação, processos essenciais para o abastecimento humano, atividades produtivas e manutenção dos ecossistemas (Link *et al.*, 2016).

Os períodos prolongados de seca resultam em danos significativos, muitas vezes mais amplos do que outros eventos naturais (Park *et al.*, 2018). Segundo WMO (2023), nos últimos dez anos, 10% da superfície terrestre global enfrentou condições de seca severa ou extrema.

A pressão antrópica sobre os recursos hídricos tem aumentado progressivamente (Robert, 2019). De acordo com a UNESCO (2019), o uso global da água cresceu aproximadamente seis vezes nos últimos 100 anos, com uma taxa de crescimento constante de 1% ao ano. A crescente demanda por água coloca desafios significativos para a segurança hídrica, especialmente em áreas densamente povoadas ou com grande desenvolvimento industrial (Kummu *et al.*, 2016).

Em caso de secas e estiagens ou de qualquer outro desequilíbrio entre a oferta e a demanda de água que signifique restrição ao consumo, a segurança hídrica será afetada (Bolson & Haonat, 2016). Além disso, a segurança hídrica envolve a capacidade de acesso à água, gestão eficiente dos riscos e resolução de conflitos relacionados a sua utilização (Mason & Calow, 2012). Conforme GWP (2014), a segurança hídrica exige equilibrar o potencial produtivo da água e minimizar seus impactos destrutivos, como enchentes, secas e degradação da qualidade. Da mesma forma, ONU (2005) destaca a importância de estratégias proativas e capacidade adaptativa para enfrentar desafios futuros no gerenciamento da água.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) enfatiza a necessidade de uma gestão eficaz dos riscos hídricos, destacando ameaças à resiliência dos sistemas de água doce (OECD, 2013). O relatório das Nações Unidas para o Meio Ambiente corrobora essa visão ao afirmar que a aplicação de abordagens integradas na gestão dos recursos hídricos é essencial para a mitigação de riscos e promoção da sustentabilidade (UM-Water, 2012).

No Brasil, a preocupação com a segurança hídrica ganhou relevância nos últimos anos. Em 2012, teve início a concepção do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), uma iniciativa estratégica da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) voltada para a identificação e implementação de intervenções estruturantes que assegurem a oferta de água para abastecimento humano, atividades produtivas e controle de eventos críticos, como enchentes e secas prolongadas (Santos, 2016). O PNSH define quatro dimensões fundamentais da segurança hídrica: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência e propõe, como ações estratégicas, a construção de barragens, canais, sistemas adutores e investimentos no planejamento, monitoramento e gestão integrada dos recursos hídricos (ANA, 2019).

Para análise dos eventos climáticos e variabilidade hidrológica na disponibilidade dos recursos hídricos, foi selecionada a Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé (BHRM), inserida nas regiões Leste Mineira, Noroeste Fluminense e Norte Fluminense.

De acordo com Moraes (2007), a Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (RNOERJ), também denominada de Região Noroeste Fluminense, caracteriza-se como uma das mais secas e degradadas do estado do Rio de Janeiro, pois vem sofrendo sérias restrições de abastecimento de água para consumo humano e animal, oriunda, principalmente, do desmatamento excessivo para o plantio de monoculturas sucessivas.

Também cabe destacar que por banhar mais de um estado, o rio Muriaé é um bem de domínio da União, portanto cabe à ANA a responsabilidade pela sua regulação (ANA, 2025).

Com base no exposto, acredita-se que a compreensão da variabilidade hidrológica da BHRM exige uma abordagem integrada, que combine dados históricos de precipitação e vazão, análise de tendências climáticas e projeções futuras para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e, portanto, a segurança hídrica, bem como, a segurança socioeconômica da população local.

1.1. Justificativa

A escolha da BHRM foi fundamentada na sua localização estratégica, uma vez que abrange, em grande parte, a RNOERJ e a Zona da Mata de Minas Gerais (AGEVAP, 2010).

O rio Muriaé é um rio de proporções significativas, sendo um dos principais afluentes do rio Paraíba do Sul, de grande importância para o Sudeste brasileiro (EMBRAPA SOLOS, 2005). De acordo com Ávila *et al.* (2015), a importância do rio Muriaé e seus afluentes na dinâmica hídrica local torna crucial uma análise hidrológica abrangente.

Dessa forma, considera-se fundamental o conhecimento da disponibilidade hídrica da BHRM, bem como a identificação da existência ou não de escassez hídrica associada aos volumes de chuva e outros indicadores climáticos, tal como preconizado por Castro *et al.* (2019).

1.2. Objetivos

1.2.1. Geral

Este estudo possui como objetivo geral a análise dos impactos dos indicadores climáticos sobre a disponibilidade hídrica. A bacia hidrográfica selecionada para o desenvolvimento da pesquisa foi a do rio Muriaé.

1.2.2. Específicos

Mais especificamente, os objetivos da pesquisa são:

- Analisar as séries de dados históricos disponíveis de precipitação e vazão.
- Estimar indicadores climáticos, a partir das séries de precipitação.
- Avaliar a disponibilidade hídrica da bacia, a partir das séries de vazão.
- Identificar tendências na disponibilidade hídrica em função dos indicadores climáticos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Seca e Estiagem

A redução significativa da precipitação afeta diretamente a recarga dos aquíferos e a disponibilidade de água para usos múltiplos, aumentando a vulnerabilidade hídrica de uma região (Ebodé *et al.*, 2022).

A seca é definida como uma anomalia climática caracterizada por um período prolongado de baixa precipitação em relação à média histórica, podendo ser classificada em meteorológica, agrícola, hidrológica ou socioeconômica, dependendo dos impactos observados (Wilhite & Glantz, 1985).

Já a estiagem refere-se à redução temporária da umidade disponível no solo e dos níveis dos corpos d'água, sendo muitas vezes resultado de um déficit hídrico prolongado (Quiroga *et al.*, 2011).

Do ponto de vista meteorológico, a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes (SEDEC, 2003).

Como exemplo, cita-se a seca de 2014-2015, considerada uma das mais intensas já observadas na região Sudeste do Brasil, que afetou drasticamente os reservatórios que abastecem as principais cidades da região (Otto *et al.*, 2015). O evento foi associado a uma estação chuvosa deficiente acompanhada pelo aumento das temperaturas médias, resultando em déficits hídricos prolongados e comprometendo a segurança hídrica de milhões de pessoas (Nobre *et al.*, 2016).

2.2. Variabilidade Hidrológica, Disponibilidade Hídrica, Vazão de Referência e Escassez Hídrica

A variabilidade hidrológica de uma bacia hidrográfica é influenciada por uma combinação de fatores naturais e antrópicos que determinam o regime hídrico ao longo do tempo. Ela reflete a oscilação das vazões em diferentes escalas temporais, sendo um fator determinante para a disponibilidade hídrica e a gestão dos recursos hídricos (Justino *et al.*, 2013).

A disponibilidade hídrica superficial é uma vazão mínima de referência para fins de gestão e representa a oferta de água a ser considerada no balanço hídrico, principal indicador de tomada de decisão tanto na gestão quanto no planejamento de recursos hídricos (ANA, 2022). Em regra, a vazão mínima de referência adotada pela ANA está relacionada a uma garantia de 95% (SPR/ANA, 2020).

A vazão Q95 refere-se ao valor de vazão que é igualado ou superado em 95% do tempo durante um determinado período de observação (Smakhtin, 2001). Esse valor é obtido a partir das curvas de permanência que, por sua vez, mostram a frequência com que diferentes valores de vazão são atingidos ou ultrapassados ao longo do tempo, permitindo uma análise detalhada das condições hidrológicas de uma bacia (Gonzaga *et al.*, 2022). A Q95 desempenha um papel crucial na alocação eficiente dos recursos hídricos e na avaliação da sustentabilidade hídrica de uma bacia (Veza *et al.*, 2010).

Além disso, a Q95 permite a avaliação das tendências de redução da disponibilidade hídrica e a proposição de estratégias de adaptação (Dottori *et al.*, 2018).

Já a escassez hídrica pode ser definida como o desequilíbrio entre a disponibilidade de água e a sua demanda, aspectos que variam de acordo com as condições da região estudada (FAO, 2012). A escassez hídrica deve considerar duas

dimensões principais: a) escassez de disponibilidade, ou seja, a falta de água com qualidade aceitável para atender à demanda existente, incluindo fluxos naturais; b) escassez econômica devido à falta de infraestrutura adequada, independente dos recursos hídricos disponíveis, causada por problemas financeiros, técnicos ou por falhas nas instituições responsáveis por garantir água confiável, segura e de forma equitativa a todos os usuários (FAO, 2012).

2.3. Indicadores Climáticos

A ANA considera a necessidade de incorporar o possível efeito da variabilidade climática nos processos de planejamento dos recursos hídricos (ANA, 2024).

A integração dos indicadores climáticos com séries temporais hidrológicas possibilita previsões mais assertivas sobre a disponibilidade hídrica futura (Petrungaro & Hora, 2019). A produção hídrica numa bacia hidrográfica depende de vários fatores climáticos, dentre os quais destaca-se a precipitação (Tucci & Clarke, 1998).

Segundo Minuzzi & Caramori (2011), a precipitação média, calculada a partir de séries históricas, permite analisar o comportamento sazonal e anual da chuva. De acordo com Lima *et al.* (2023), a distribuição da precipitação média mensal (PMM) permite o conhecimento do comportamento sazonal de uma bacia.

Já Silva *et al.* (2014), para avaliar tendências climáticas no Estado do Rio de Janeiro, utilizaram, dentre outros, os indicadores precipitação total anual (PRCPTOT) e número máximo de dias secos consecutivos no ano, ou seja, dias com chuvas inferiores a 1 mm (CDD).

A PRCPTOT representa a precipitação total anual em dias úmidos (Rojpratak & Supharatid, 2022). Já o CDD é fundamental para identificar períodos prolongados de

estiagem, os quais têm impactos diretos na disponibilidade hídrica (Zhang *et al.*, 2017). O CDD é um dos 27 principais indicadores de extremos climáticos propostos pelo Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) para fornecer uma visão geral da mudança nos extremos climáticos associados à precipitação (ETCCDI, 2025).

De acordo com Noronha *et al.* (2016), outro indicador relevante para o monitoramento de eventos extremos é o Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Brito *et al.* (2022), em seu estudo sobre a Amazônia Central, utilizaram o IAC para analisar eventos interanuais/interdecadais de precipitação. De acordo com van Rooy (1965), o IAC permite identificar anomalias em relação às médias históricas, classificando períodos de seca ou excesso de chuvas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

A BHRM está localizada na região Sudeste do Brasil, abrangendo áreas dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, com uma área total de drenagem de 8.126 km², Figura 1. O rio Muriaé é um dos principais afluentes da bacia do rio Paraíba do Sul, desembocando no estado do Rio de Janeiro antes de sua foz no Oceano Atlântico (AGEVAP, 2006). A extensão total do rio Muriaé é de aproximadamente 300 km, com seus principais afluentes sendo o rio Glória, com área de drenagem igual a 1.097 km², e o rio Carangola, com área de drenagem igual a 2.027 km² (Siqueira *et al.*, 2018; Nunes Junior e Valadão, 2006).

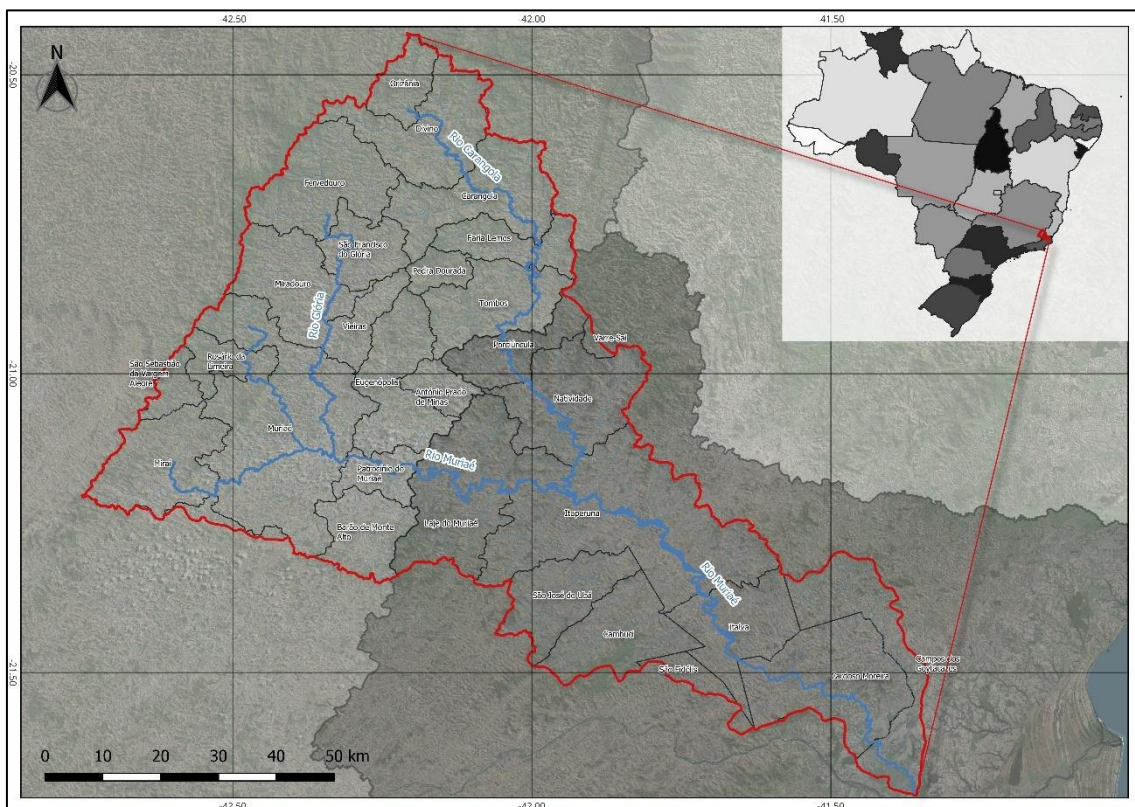


Figura 1: Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé.
Fonte: O autor.

Composta por 28 municípios, a bacia possui uma população de cerca de 440 mil habitantes (IBGE, 2022). Segundo Ávila *et al.* (2016), os municípios mais urbanizados e populosos são Muriaé (MG), Carangola (MG) e Itaperuna (RJ). Ainda de acordo com os autores, as atividades econômicas predominantes na região incluem a agricultura, a pecuária e o comércio.

A BHRM apresenta um relevo diversificado e acidentado, com altitudes que variam entre 900 m próximo à foz e picos que superam 1.500 m nas áreas de cabeceira. O relevo da bacia é classificado em seis categorias principais: montanhoso (35,3%), suave ondulado (26,7%), plano (14,2%), forte ondulado (13,9%), ondulado (6,8%) e forte montanhoso (3,1%) (EMBRAPA SOLOS, 2005). Essas características influenciam diretamente os processos hidrológicos, como o escoamento superficial, a infiltração e a recarga de aquíferos.

O clima da BHRM é classificado como tropical de inverno seco (Aw), segundo Köppen (1948), caracterizado por temperaturas elevadas ao longo do ano e um regime pluviométrico sazonal bem definido. Os verões são quentes e chuvosos, com precipitações concentradas entre dezembro e fevereiro, enquanto os invernos são secos, com uma significativa redução nos volumes de chuva entre maio e setembro (Köppen, 1948).

A distribuição espacial das chuvas está diretamente associada às condições topográficas, como demonstrado por Silva (2014), que analisou o impacto do relevo na Zona da Mata de Minas Gerais. De acordo com o autor, nas áreas de cabeceira da bacia, onde predominam altitudes superiores a 1.000 metros, os maiores acumulados pluviométricos são observados, ultrapassando 1.400 mm anuais, Figura 2. Em contrapartida, nas regiões de planície próximas à foz, os acumulados anuais diminuem

significativamente, atingindo valores mínimos em torno de 900 mm (SGB/CPRM, 2011). Esse padrão reflete a influência orográfica na precipitação, em que as áreas de maior altitude atuam como barreiras para os ventos úmidos, favorecendo a formação de chuvas nas partes elevadas da bacia.

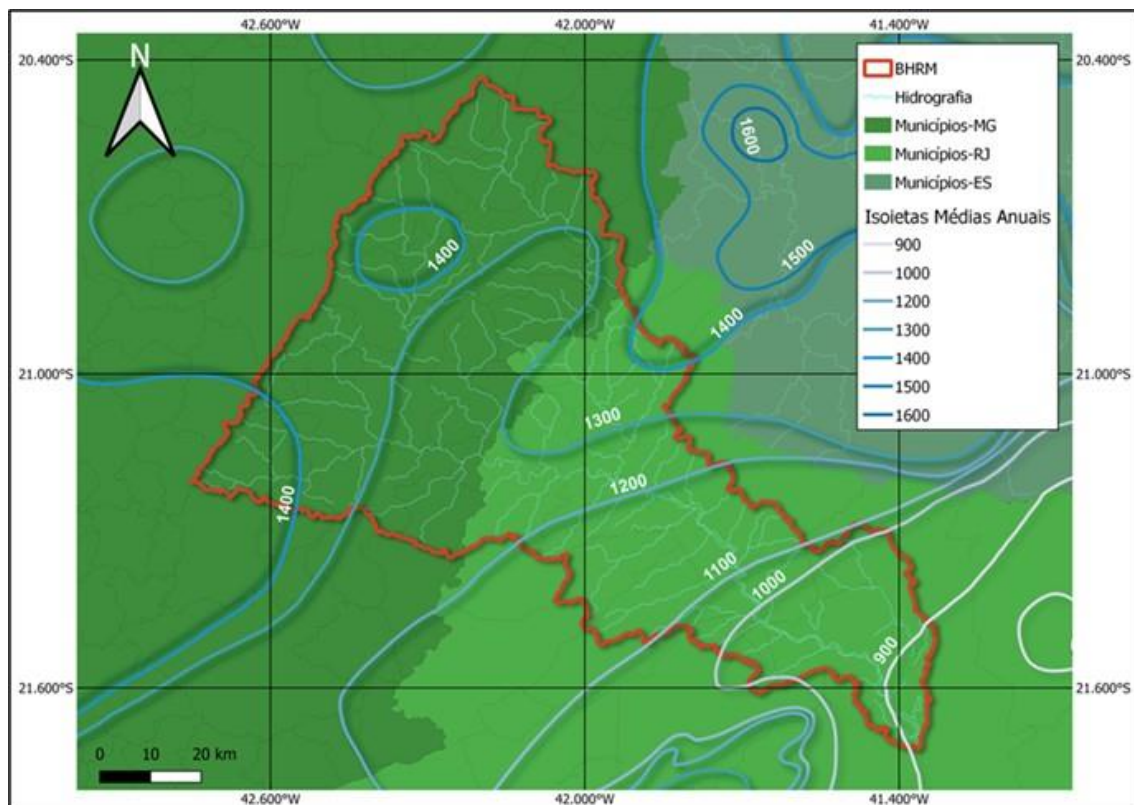


Figura 2: Isoietas Médias Anuais (mm).
Fonte: Adaptado de CPRM (2011).

No que diz respeito aos recursos hídricos, Ávila *et al.* (2016) citam que a BHRM está inserida nas regiões Leste Mineira e Noroeste Fluminense e uma pequena parte (do estirão inferior do rio até a foz) na região Norte Fluminense. De acordo com os autores, a RNOERJ caracteriza-se como uma das mais secas e degradadas do estado do Rio de Janeiro, pois sofre sérias restrições de abastecimento de água para consumo humano e animal.

Cabe destacar que os municípios abrangidos pela RNOERJ se encontram relacionados na Tabela 1 e, na Tabela 2 são listados os municípios do Estado do Rio de Janeiro e do Estado de Minas Gerais parcialmente ou totalmente inseridos na BHRM. Observa-se que, dos 13 municípios que caracterizam a RNOERJ, 8 estão contidos na BHRM.

Tabela 1: Municípios da RNOERJ

Município	Bacia Hidrográfica
Aperibé	Bacia Hidrográfica do rio Pomba
Miracema	
Santo Antônio de Pádua	
Bom Jesus do Itabapoana	Bacia Hidrográfica do rio Itabapoana
Itaocara	Margem direita do rio Paraíba do Sul
Cambuci	BHRM
Italva	
Itaperuna	
Laje do Muriaé	
Natividade	
Porciúncula	
São José de Ubá	
Varre-Sai	

Fonte: Adaptado de Ávila *et al.* (2016).

Tabela 2: Municípios do Rio de Janeiro e Minas Gerais inseridos parcial ou totalmente na BHRM

Município	Região	Estado
Cambuci	Noroeste	RJ
Italva	Noroeste	RJ
Itaperuna	Noroeste	RJ
Laje do Muriaé	Noroeste	RJ
Natividade	Noroeste	RJ
Porciúncula	Noroeste	RJ
São José de Ubá	Noroeste	RJ
Varre-Sai	Noroeste	RJ
Campos dos Goytacazes	Norte	RJ
Cardoso Moreira	Norte	RJ
Antônio Prado de Minas	Leste	MG
Barão de Monte Alto	Leste	MG
Carangola	Leste	MG
Divino	Leste	MG
Eugenópolis	Leste	MG
Faria Lemos	Leste	MG
Fervedouro	Leste	MG
Miradouro	Leste	MG
Mirai	Leste	MG
Muriaé	Leste	MG
Orizânia	Leste	MG
Patrocínio do Muriaé	Leste	MG
Pedra Dourada	Leste	MG
Rosário da Limeira	Leste	MG
São Francisco do Glória	Leste	MG
São Sebastião da Vargem Alegre	Leste	MG
Tombos	Leste	MG
Vieiras	Leste	MG

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2016a e 2016b).

Com relação ao uso do solo, EMBRAPA SOLOS (2005) menciona que as terras da RNOERJ se encontram sob intenso processo de degradação devido aos diversos ciclos econômicos agrícolas sem a preocupação conservacionista. Ainda de acordo com o documento, o manejo inadequado dos solos, o desmatamento contínuo de áreas ocupadas anteriormente pela Mata Atlântica e ainda a influência do relevo acidentado e das chuvas mal distribuídas têm contribuído para os intensos processos erosivos e empobrecimento dos solos, redução da biodiversidade e drásticas alterações na quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

Afora os problemas de escassez de água, EMBRAPA SOLOS (2005) destaca as fontes de poluição pontuais, oriundas das cidades de Itaperuna, Porciúncula, Carangola, Natividade, Cardoso Moreira, Varre Sai, São José de Ubá e Italva, cujos esgotos domésticos são lançados diretamente no rio Muriaé e seus afluentes. No que diz respeito às demandas hídricas, a Tabela 3 relaciona as vazões demandadas por município com base nas informações de COHIDRO/AGEVAP (2013) e SEMA (2014). Cabe destacar que em Campos dos Goytacazes foram considerados apenas os distritos inseridos na BHRM (Santa Maria, Travessão e Vila Nova de Campos).

Tabela 3: Demanda Hídrica na BHRM.

Municípios	Demanda Hídrica (m3/s)
Antônio Prado de Minas	0,001
Barão de Monte Alto	0,004
Cambuci	0,027
Campos dos Goytacazes	0,068
Carangola	0,080
Cardoso Moreira	0,035
Divino	0,038
Eugenópolis	0,006
Faria Lemos	0,001
Fervedouro	0,007
Italva	0,041
Itaperuna	0,324
Laje do Muriaé	0,021
Miradouro	0,015
Mirai	0,024
Muriaé	0,236
Natividade	0,028
Orizânia	0,007
Patrocínio do Muriaé	0,003
Pedra Dourada	0,005
Porciúncula	0,060
Rosário da Limeira	0,005
São Francisco do Glória	0,010
São José de Ubá	0,015
São Sebastião da Vargem Alegre	0,001
Tombos	0,022
Varre-Sai	0,016
Vieiras	0,003
Total na Foz	1,101

Adaptado de COHIDRO/AGEVAP (2013) e SEMA (2014).

Com relação ao potencial hidrelétrico, de acordo com SNISB (2023), na BHRM são identificadas uma usina hidrelétrica (UHE) e 5 pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e uma CGH (Central Geradora Hidrelétrica), a saber: UHE Glória, PCH Ormeo Junqueira Botelho, CGH Coronel Domiciano, PCH Tombos e PCH Carangola, localizadas no estado de Minas Gerais e a PCH Comendador Venâncio, localizada no Estado do Rio de Janeiro. A Tabela 4 apresenta informações cadastrais relevantes destes aproveitamentos hidrelétricos (AHE) e a Figura 3, a seguir, a sua localização.

Tabela 4: Aproveitamentos Hidrelétricos existentes na BHRM.

AHE	Rio	Área de Drenagem (km ²)	Volume do Reservatório (10 ⁶ m ³)	Latitude	Longitude
PCH Coronel Domiciano	Fumaça	208	0,096	-21,0164	-42,4411
UHE Glória	Glória	1.054	6,42	-21,0358	-42,3317
PCH Ormeo Junqueira Botelho	Glória	16	2,64	-21,09	-42,3422
PCH Carangola	Carangola	684	0,236	-20,7019	-42,0639
PCH Tombos	Carangola	1.117	0,002	-20,9144	-42,0269
CGH Comendador Venâncio	Muriaé	3.225	0,025	-21,1858	-42,1000

Adaptado de: SNISB (2023).

3.2. Metodologia

A metodologia adotada buscou compreender a relação entre os padrões climáticos e hidrológicos e a sua influência na disponibilidade hídrica. As etapas envolvidas são descritas a seguir.

3.2.1. Levantamento de Dados

Foram extraídas do banco de dados Hidroweb, gerenciado pela ANA, as informações de precipitação e vazão que são disponibilizadas em forma de dados brutos (resultantes de análises preliminares) e de dados consistidos (após análises mais aprofundadas) (ANA, 2023). O critério de seleção dos dados baseou-se na busca pela maior extensão das séries

diárias, consistidas e/ou brutas, com poucas ou nenhuma falha de observação e na coincidência dos períodos de observação das séries entre as estações da bacia.

No Hidroweb, foram identificadas cinco estações que correspondem ao critério definido. Cada uma conta com dois códigos distintos, um referente à estação fluviométrica (dados de vazão e nível d'água) e outro à estação pluviométrica (dados de chuva), apesar de estarem geograficamente localizadas no mesmo ponto.

Também foram identificadas duas estações pluviométricas denominadas Itaperuna, a saber: 2141004 e 2141045. Entre 1978 e 1995, ambas as estações possuíam os mesmos dados brutos diários, mensais e anuais. Os dados diários da estação 2141045 foram transferidos para o preenchimento das falhas da estação 2141004 nos anos de 1983, 1986, 1987, 1988, 1992, 1994, 1995 e 1996.

Com relação às estações pluviométricas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e inseridas na BHRM, foram encontradas duas estações: Muriaé e Itaperuna. A primeira foi expurgada da análise uma vez que apresenta uma série cuja extensão de dados não atende ao critério definido. Apenas a estação Itaperuna foi considerada nos estudos. Cabe destacar que, tendo em vista que o INMET não informa a qualidade dos dados, admitiu-se que eles são consistidos.

As Tabelas 5 e 6, a seguir, consolidam as informações sobre as estações e a Figura 3 mostra a localização na BHRM.

Tabela 5: Estações de monitoramento fluviométrico selecionadas

Código	Nome	Rio	Estado	Área (km ²)	Coordenadas		Período de Observação		Dados Consistidos
					Latitude	Longitude	Início	Fim	Falhas Observadas
58930000	Carangola	Carangola	Minas Gerais	773	-20,740	-42,024	1961	2020	-
58934000	Porciúncula	Carangola	Rio de Janeiro	1340	-20,961	-42,038	1961	2020	-
58920000	Patrocínio do Muriaé	Muriaé	Minas Gerais	2660	-21,150	-42,214	1961	2020	-
58940000	Itaperuna	Muriaé	Rio de Janeiro	5800	-21,208	-41,892	1961	2020	-
58960000	Cardoso Moreira	Muriaé	Rio de Janeiro	7210	-21,492	-41,614	1961	2020	-

Tabela 6: Estações de monitoramento pluviométrico selecionadas

Código	Nome	Município	Coordenadas		Dados Consistidos				Dados Brutos		
					Período de Observação		Falhas Observadas	Período de Observação		Falhas Observadas	
			Latitude	Longitude	Início	Fim		Início	Fim		
2042000	Carangola	Carangola	-20,740	-42,024	1961	2005	1978 a 1981 (todos os meses); 1996 a 2000 (todos os meses)	1961	2020	1999 (1 mês); 2005 (2 meses)	
2042027	Porciúncula	Porciúncula	-20,961	-42,038	1961	2005	1978 a 1981 (todos os meses); 1983 (3 meses)	1961	2020	2011 (1 mês); 2012 (1 mês); 2015 (2 meses)	
2142002	Patrocínio do Muriaé	Patrocínio do Muriaé	-21,150	-42,214	1961	2005	1978 a 1981 (todos os meses); 1996 a 2000 (todos os meses)	1961	2020	2005 (1 mês); 2013 (1 mês); 2016 (3 meses)	
2141004	Itaperuna - ANA	Itaperuna	-21,208	-41,892	1961	2005	1978 a 2000 (todos os meses)	1961	2020	1980 (10 meses); 1981 (4 meses); 1982 a 1984 (todos os meses); 1985 (3 meses); 1986 (2 meses); 1987 (1 mês); 1988 (4 meses) 1992 (1 mês); 1994 (2 meses); 1995 (11 meses); 1996 (10 meses); 2005 (1 mês); 2014 (1 mês); 2015 (1 mês); 2016 (1 mês)	
2141045	Itaperuna ¹	Itaperuna	-21,2	-41,9	-	-	-	1922	1998	1977 (1 mês); 1980 (7 meses); 1981 (4 meses); 1982 (todos os meses); 1984 (3 meses); 1985 (3 meses); 1994 (2 meses)	
83695	Itaperuna - INMET	Itaperuna	-21,208	-41,914	1961	2020	1961 (3 meses); 1962 a 1966 (todos os meses); 1967 (2 meses); 1968 (6 meses); 1969 (1 mês); 1979 (1 mês); 1984 a 1990 (todos os meses); 1992 (1 mês); 2020 (2 meses)	-	-	-	
2141003	Cardoso Moreira	Cardoso Moreira	-21,492	-41,614	1961	2005	1978 a 1981 (todos os meses); 1996 a 2000 (todos os meses)	1961	2020	2005 (1 mês)	

¹ De 1978 a 1995, os dados brutos diários e mensais da estação 2141045 são iguais aos da 2141004 e, portanto, eles foram transferidos para as falhas dessa estação (1983, 1986, 1987, 1988, 1992, 1994, 1995 e 1996).

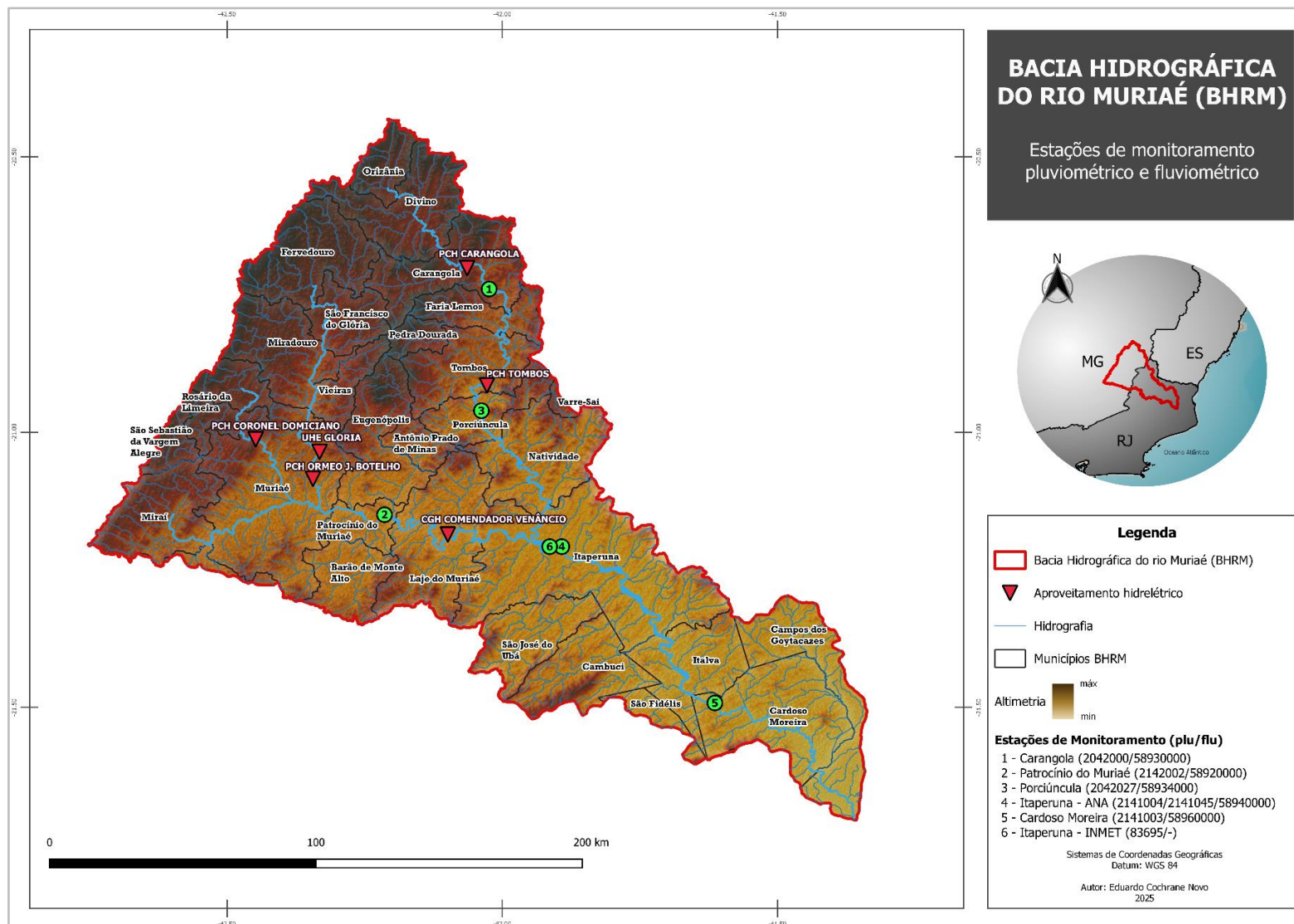


Figura 3: Aproveitamentos hidrelétricos e estações de monitoramento pluviométrico e fluviométrico na BHRM.

3.2.2. Análise de consistência

Para DNAEE (1981), a análise de consistência de dados refere-se ao seu tratamento de modo a sua homogeneização e, quando necessário, a substituição de valores ou o preenchimento de falhas.

No que tange aos dados pluviométricos, DNAEE (1981) recomenda que a análise de consistência seja realizada em nível de totais mensais ou anuais. Da mesma forma, Freitas & Nóbrega (2012) mencionam que os métodos disponíveis para correção e homogeneização de dados pluviométricos consideram apenas séries em nível mensal ou anual, não sendo recomendado o preenchimento de falhas diárias de precipitação.

Já os dados fluviométricos são consistidos a partir da análise da continuidade das vazões médias mensais, que compara as vazões de uma estação com as de outras, localizadas a montante ou jusante da mesma (DNAEE, 1983).

3.2.3. Indicadores Climáticos

A avaliação da variabilidade climática da BHRM, ao longo do período de 1961 a 2020, foi realizada por meio da estimativa e análise de quatro indicadores, a saber: precipitação média mensal; precipitação total anual; número de dias secos consecutivos e índice de anomalia de chuva. Esses indicadores permitem identificar padrões de precipitação, ocorrência de períodos secos prolongados e padrões climáticos extremos.

3.2.2.1 Precipitação Média Mensal

Para cada estação, estima-se a precipitação média mensal (PMM) a partir da soma dos valores diários. Em seguida, para cada mês, os totais mensais são adicionados e a média é calculada por:

$$M = (\sum_{j=1}^k (\sum_{i=1}^n P_{i,j})) / k \quad (1)$$

Onde: M é a precipitação média mensal para o mês em questão (mm); n corresponde ao número de dias do mês; $P_{i,j}$ é a precipitação registrada no dia i do mês no j -ésimo ano e k corresponde ao número de anos da série.

3.2.2.2 Precipitação Total Anual

A precipitação total anual (PRCPTOT) representa a soma dos valores de precipitação registrados ao longo de cada ano em cada uma das cinco estações pluviométricas da bacia, expressa por:

$$PRCPTOT = \sum_{i=1}^n P_i \quad (2)$$

Onde: $PRCPTOT$ é a precipitação total anual (mm); P_i é a precipitação diária (mm) e n corresponde ao número de dias do ano.

3.2.2.3 Número Máximo de Dias Consecutivos Secos

O Número Máximo de Dias Secos Consecutivos (CDD) é definido como o maior número de dias consecutivos em um ano com precipitação inferior a 1 mm e pode ser estimado por:

$$CDD = \max (\sum_{i=1}^n d_i) \quad (3)$$

Onde: CDD é o número máximo de dias consecutivos secos em um ano; d_i corresponde aos períodos em que $P_i < 1mm$ e n é o número total de dias no ano.

3.2.2.4 Índice de Anomalia de Chuva

No cálculo do Índice de Anomalias de Chuva (IAC), foram utilizadas as equações (4) e (5) para classificar as magnitudes de anomalias de precipitação positivas e negativas (van Rooy, 1965):

$$IAC_{positivo} = \frac{3 \times (N - N_1)}{(M - N_1)} \quad (4)$$

$$IAC_{negativo} = -\frac{3 \times (N - N_1)}{(X - N_1)} \quad (5)$$

Onde: N é a precipitação observada para o ano em que será gerado o IAC (mm); N1 é a precipitação média anual da série histórica (mm); M é a média das dez maiores precipitações anuais da série histórica (mm), e X é a média das dez menores precipitações anuais da série histórica (mm).

Na Tabela 7 apresenta-se a classificação do IAC, conforme van Rooy (1965).

Tabela 7: Classificação do IAC

IAC	Classificação da Pluviosidade
Maior que 4	Extremamente Chuvoso (EC)
Entre 2 e 4	Muito Chuvoso (MC)
Entre 0 e 2	Chuvoso (C)
0	Nem Chuvoso Nem Seco
Entre 0 e -2	Seco (S)
Entre -2 e -4	Muito Seco (MS)
Menor que -4	Extremamente Seco (ES)

Fonte: Extraído de Noronha *et al.* (2016).

3.2.4. Vazão de Referência

A curva de permanência é um método estatístico amplamente utilizado em estudos hidrológicos para caracterizar a variabilidade das vazões de um rio e estimar a frequência com que determinados valores de vazão são igualados ou superados ao longo do tempo. Esse método permite a determinação da Q95, que é a vazão mínima sustentada em 95% do tempo dentro de um intervalo de análise (VEZZA *et al.*, 2010).

Para a definição da curva de permanência, é necessário o ordenamento das vazões diárias em ordem decrescente. Em seguida, é estimada a frequência acumulada expressa por:

$$P = 100 \times \left(\frac{M}{(n+1)} \right) \quad (6)$$

Onde: P é o percentual de tempo em que a vazão é igualada ou superada (%); m representa a posição da vazão na série ordenada (menor para maior) e n é o número total de observações na série histórica.

A fórmula fornece a porcentagem do tempo em que cada vazão específica é igualada ou excedida, facilitando a visualização da frequência com que ocorrem diferentes magnitudes de vazão ao longo do tempo (Searcy, 1959).

Para garantir uma análise da variabilidade e tendência das vazões mínimas e, conseqüentemente, da disponibilidade hídrica, foi também realizada uma análise da Q95 decenal para cada uma das cinco estações de monitoramento.

De acordo com Collischonn *et al.* (2021), a avaliação da vazão entre as décadas de 1990 e 2010 do rio Carinhanha, permitiu identificar a sua redução em função da redução da precipitação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de Consistência

No presente estudo, como ilustrado na Tabela 5, as estações fluviométricas não apresentaram falhas nas séries diárias consistidas referentes ao período de 1961 a 2020. Em sendo assim, procedeu-se à análise da continuidade de vazões de uma estação com as de outras, localizadas a montante ou jusante da mesma, como apresentado na Figura 4.

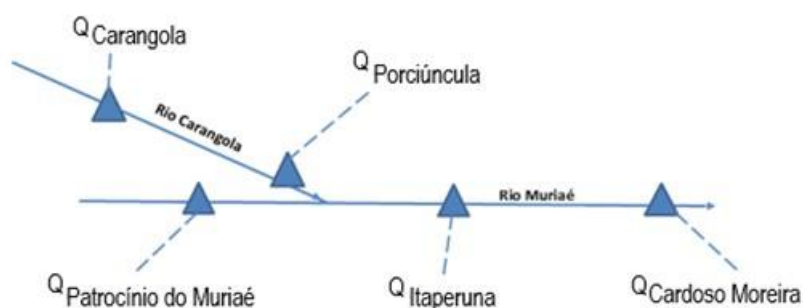


Figura 4: Topologia dos postos fluviométricos selecionados.

As equações que descrevem a continuidade das vazões nos postos fluviométricos selecionados são:

$$Q_{\text{Porciúncula}} \geq Q_{\text{Carangola}} \quad (7)$$

$$Q_{\text{Itaperuna}} \geq Q_{\text{Porciúncula}} + Q_{\text{Patrocínio do Muriaé}} \quad (8)$$

$$Q_{\text{Cardoso Moreira}} \geq Q_{\text{Itaperuna}} \quad (9)$$

Onde: $Q_{\text{Porciúncula}}$ é a vazão controlada pela estação Porciúncula (m^3/s), $Q_{\text{Carangola}}$ é a vazão controlada pela estação Carangola (m^3/s), $Q_{\text{Patrocínio do Muriaé}}$ é a vazão controlada pela estação Patrocínio do Muriaé (m^3/s), $Q_{\text{Cardosos Moreira}}$ é a vazão controlada pela estação Cardoso Moreira (m^3/s), $Q_{\text{Itaperuna}}$ é a vazão controlada pela estação Itaperuna (m^3/s).

No que tange aos dados das séries diárias das estações pluviométricas disponíveis no Hidroweb, os consistidos abrangem apenas o período de 1961 a 2005 e os brutos de 1961 até 2020 (vide Tabela 6). Única exceção é a estação 21041045 cujos dados brutos diários foram transferidos para preenchimento das falhas da estação 21041004 (1983, 1986, 1987, 1988, 1992, 1994, 1995 e 1996).

Para a definição das séries de precipitações mensais e, conseqüentemente, anuais, optou-se pelo preenchimento das lacunas das séries consistidas com os dados brutos. Justifica-se a adoção do critério pelo fato de que as equações de correlação definidas entre os dados mensais (consistidos e brutos), em cada uma das estações, se aproximam da igualdade entre y e x (reta de inclinação de 45° passando pela origem). O **APÊNDICE A** mostra as correlações encontradas que justificam o critério do preenchimento.

Apesar da utilização dos dados brutos em complementação aos dados consistidos, verificou-se que a estação Itaperuna (21041004) ainda apresentava falhas abrangendo os períodos de abr a dez de 1980; set a dez de 1981; jan a dez de 1982; out a dez de 1984 e jan a mar de 1985.

Conseqüentemente, para minimizar a quantidade de falhas ainda existentes, buscou-se uma estação pluviométrica que pudesse preencher as lacunas, próxima o suficiente para representar as chuvas da estação Itaperuna da ANA. A distância máxima considerada na busca foi de um raio igual a 3 km, tal como sugerido em Ottero *et al.* (2018). A única estação encontrada que atendeu esse condicionante foi Itaperuna do INMET (vide Tabela 6) cuja distância é de 2,2 km, como ilustrado na Figura 5.



Figura 5: Distância entre as estações Itaperuna - ANA e Itaperuna - INMET.

Para o preenchimento das falhas e em conformidade com DNAEE (1981), foi realizada a correlação dos dados mensais de precipitação (mm), entre a estação Itaperuna - ANA (P_{ANA}) e a estação Itaperuna - INMET (P_{INMET}), como ilustrado na Figura 6. A equação encontrada é expressa por:

$$P_{ANA} = 0,954P_{INMET} + 2,2835 \rightarrow r = 0,96 \quad (10)$$

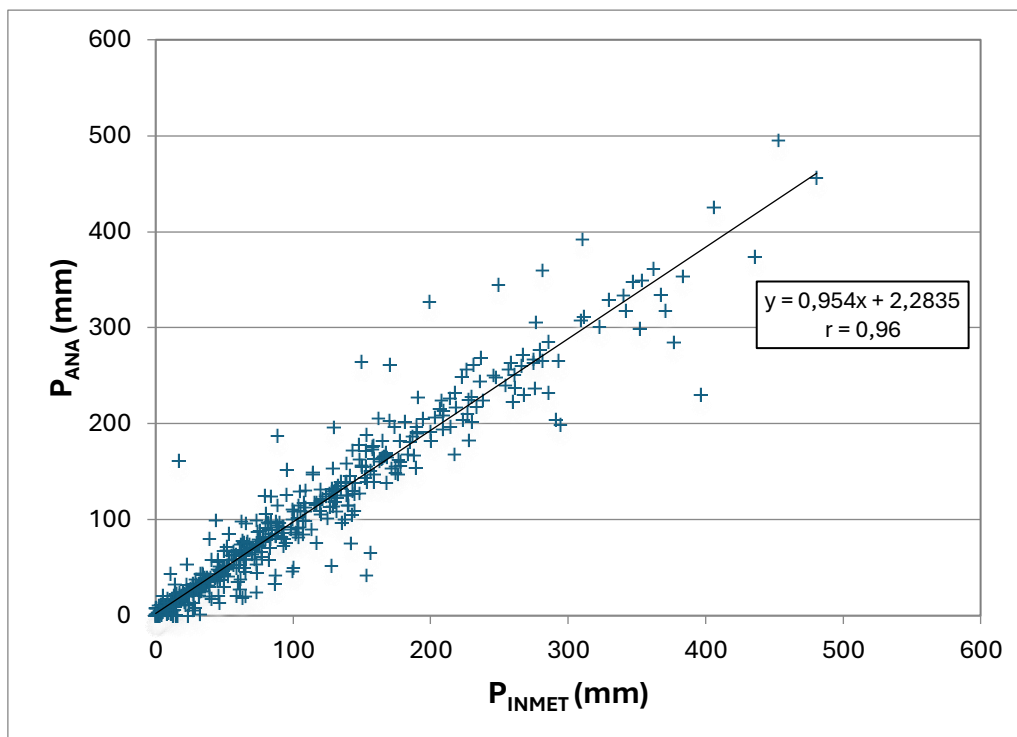


Figura 6: Correlação entre as estações Itaperuna - ANA e Itaperuna - INMET.

No que diz respeito ao coeficiente de correlação de Pearson (r) alcançado na equação (10), Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009) mencionam que ele varia de -1 a 1, e quanto mais perto de 1 (independentemente do sinal), maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis. A Tabela 8 fornece uma escala de avaliação do coeficiente de correlação (r), conforme Assuero *et al.* (2006).

Tabela 8: Classificação do Coeficiente de Correlação

Valor de r	Interpretação da Correlação
0,90 a 1,00	Muito alta
0,70 a 0,89	Alta
0,50 a 0,69	Moderada
0,30 a 0,49	Baixa
0,00 a 0,29	Pouca ou nenhuma

Fonte: Adaptado de Assuero *et al.* (2006).

Portanto, o valor igual a 0,96 permite inferir que o grau de relacionamento entre as chuvas médias mensais das estações do INMET e da ANA é muito alta, viabilizando o preenchimento das falhas.

O **APÊNDICE B** consolida as séries mensais e anuais adotadas para o desenvolvimento do estudo.

4.2. Precipitação

4.2.1. Precipitação Média Mensal

A distribuição sazonal da PMM para o período de 1961 a 2020, nas estações selecionadas, encontra-se apresentada nas Figuras 7 a 11.

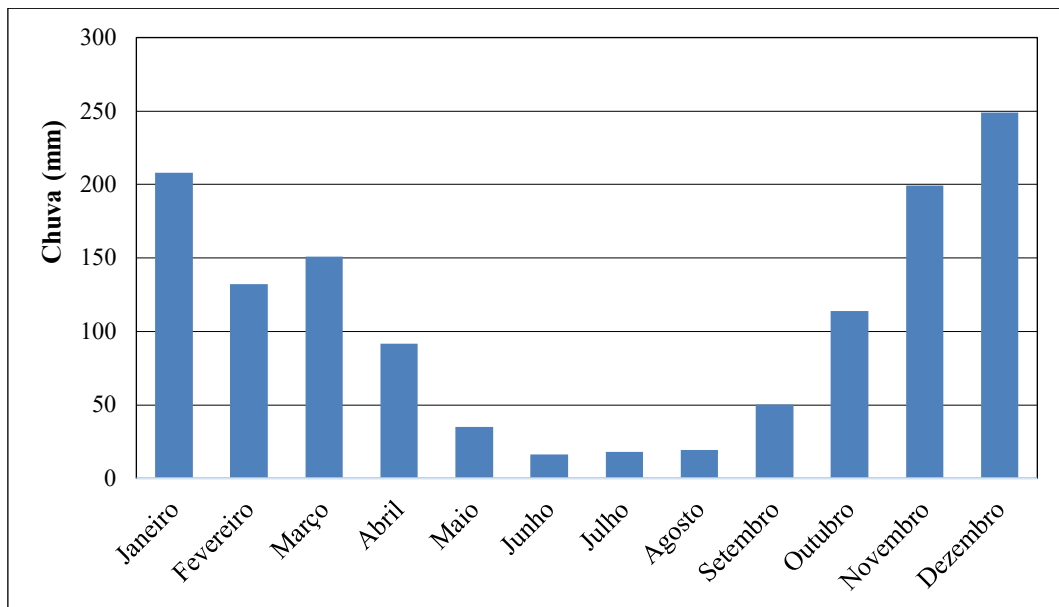


Figura 7: PMM na estação Carangola.

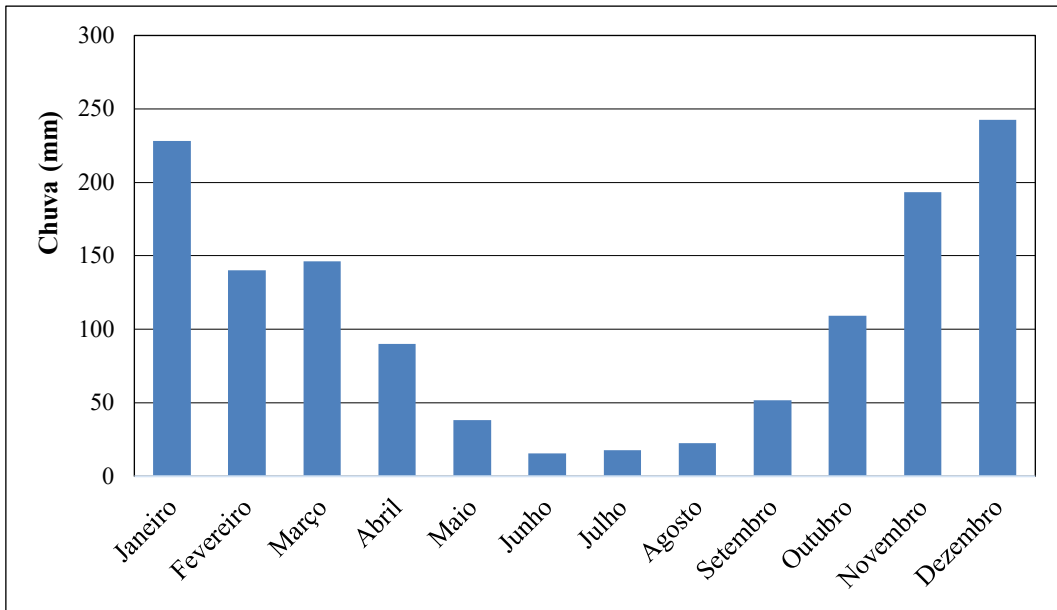


Figura 8: PMM na estação Porciúncula.

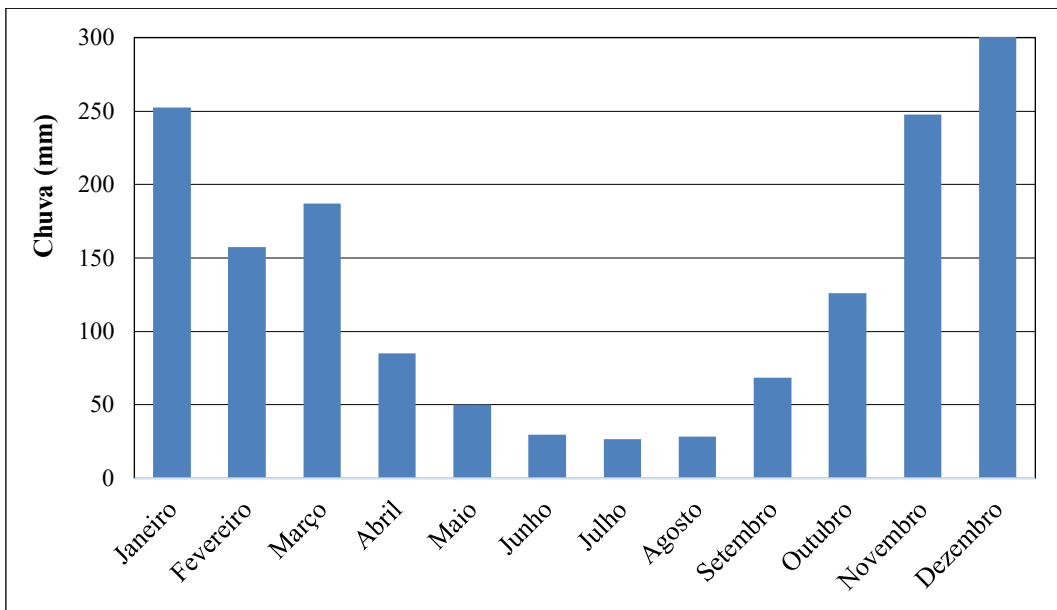


Figura 9: PMM na estação Patrocínio do Muriaé.

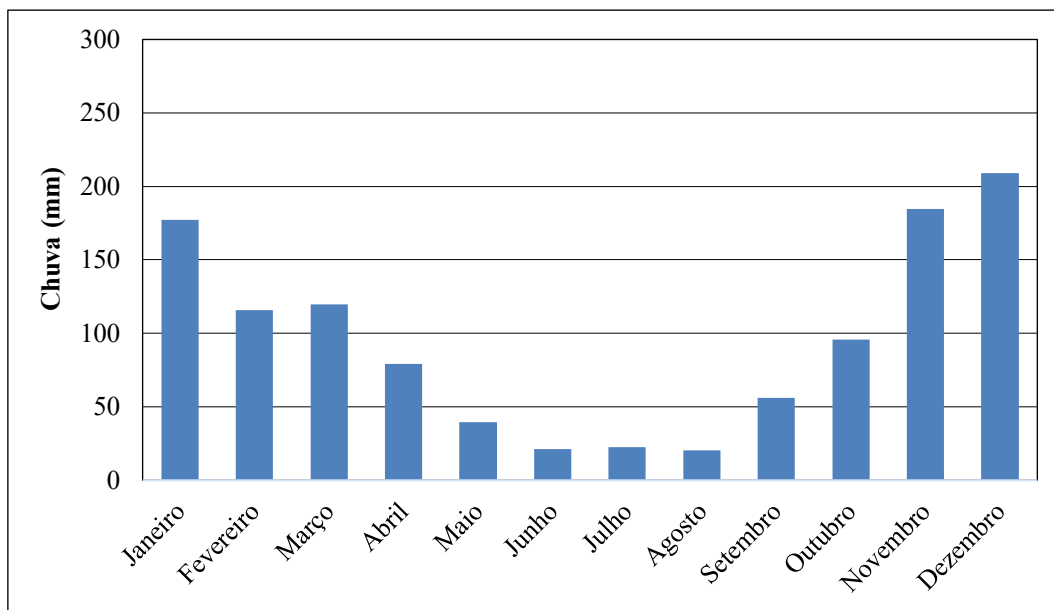


Figura 10: PMM na estação Itaperuna.

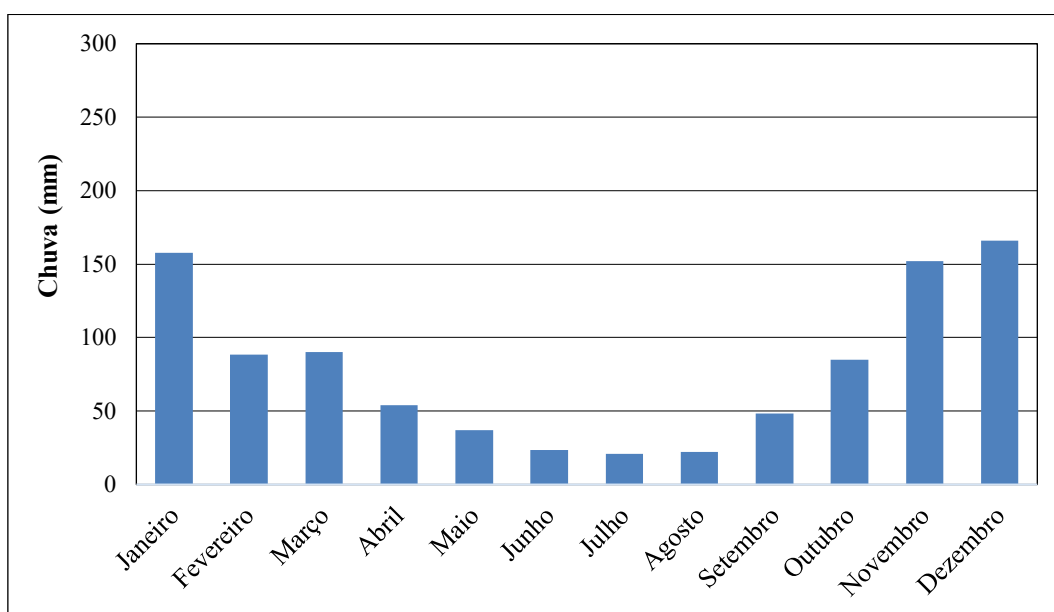


Figura 11: PMM na estação Cardoso Moreira.

Na porção mais alta, as estações de Carangola e Porciúncula registraram picos de precipitação média em dezembro, próximos de 250 mm, enquanto os meses mais secos, junho e julho, apresentam médias de 16 mm. Patrocínio do Muriaé, localizada próxima às cabeceiras do rio Muriaé, na porção mineira da bacia, possui as maiores médias pluviométricas, com um pico em dezembro de 300 mm e o menor registro em julho, 26 mm. Nas porções média e final da BHRM, as estações de Itaperuna e Cardoso Moreira

apresentam valores de precipitação em dezembro de 209 mm e 166 mm, respectivamente, enquanto em julho os acumulados caem para 22 mm e 21 mm, respectivamente.

Os resultados indicam uma sazonalidade bem definida. Os meses de janeiro, fevereiro e março são caracterizados pelo período chuvoso. A partir de abril, inicia-se uma transição, marcada pela redução gradual das chuvas e o estabelecimento do período seco ou de estiagem, que vai de maio a setembro. Com a chegada de outubro, inicia-se uma nova transição para o período chuvoso, que se intensifica nos meses de novembro e dezembro.

Os resultados estão de acordo com EMBRAPA SOLOS (2003) ao mencionar que na RNOERJ, os meses mais chuvosos correspondem a novembro, dezembro e janeiro e os menos chuvosos entre maio e setembro. Da mesma forma, Noronha *et al.* (2016) mencionam que a estação mais seca na RNOERJ é observada nos meses de junho, julho e agosto, e a estação mais chuvosa nos meses de novembro, dezembro e janeiro.

4.2.2. Precipitação Anual Total

Para a análise da PRCPTOT, foram elaborados gráficos que apresentam o total pluviométrico anual (em azul), com destaque para a média histórica (em vermelho) e para os padrões de tendência observados (em preto) para o período de 1961 a 2020.

4.1.2.1 Carangola

A Figura 12 apresenta as variações interanuais de precipitação em Carangola.

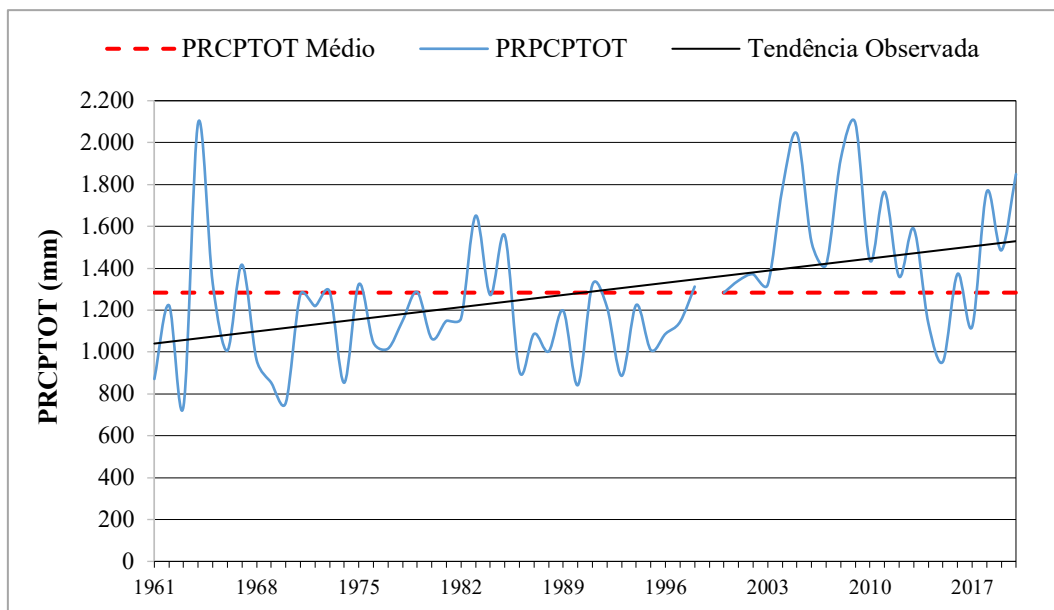


Figura 12: PRCPTOT na estação Carangola.

A primeira década apresenta uma predominância de eventos de precipitação abaixo da média (com destaque para 1963, menor valor da série histórica e igual a 742,3 mm), embora o ano de 1964 tenha registrado o maior valor da série histórica (2.095,9 mm). Na década de 1971-1980, observa-se maior equilíbrio, com chuvas próximas da média, exceto por 1974 (853,1 mm), 1976 (1.044,8 mm), 1977 (1.015,9 mm) e 1980 (1.063,4 mm). Entre 1981 e 1990, destacam-se os anos de 1983 e 1985, com registros acima da média e iguais a 1.650,9 mm e 1.555,3 mm, respectivamente.

Na década de 1991-2000, houve alternância entre anos abaixo da média, como 1993 e 1995, e anos acima da média, como 1991 e 1998. Já entre 2001 e 2010, todos os anos apresentaram chuvas acima da média histórica e pelo menos quatro deles registraram acumulados anuais próximos ou superiores a 1.800 mm. Por fim, a década de 2011-2020 também mostrou uma tendência mais chuvosa, embora com acumulados menores que a década anterior. Além disso, destaca-se a ocorrência de dois anos seguidos de valores abaixo da média, 2014 (1.137,2 mm) e 2015 (954,1 mm).

4.1.2.2 Porciúncula

A Figura 13 apresenta as variações interanuais de precipitação em Porciúncula.

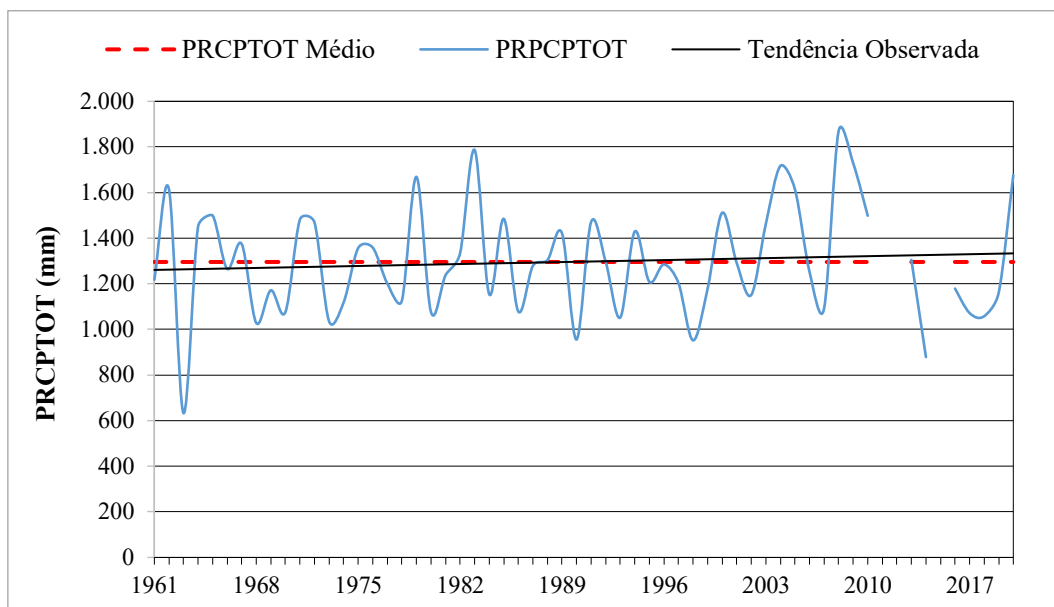


Figura 13: PRCPTOT na estação Porciúncula.

Na primeira década, destaca-se o ano de 1963, que apresentou o menor valor da série histórica e igual a 633 mm. Entre 1971 e 1980, houve maior equilíbrio, com anos próximos da média, apesar da seca em 1973. A década de 1981-1990 apresenta dois anos com chuvas acima da média (1983 e 1985).

Na década de 1991-2000, foram registrados anos secos marcantes, como 1993 e 1998, e anos úmidos acima da média, como 1991 e 2000. Já entre 2001 e 2010, houve a predominância de chuvas acima da média histórica, com destaque para os períodos entre 2003 e 2006 e 2008 e 2010. O ano de 2008 registrou o valor de 1.869,4 mm, maior da série histórica.

A última década, apesar das falhas, é marcada pela predominância de anos com precipitações abaixo da média histórica, com destaque para o ano de 2014 (878,6 mm,

segundo menor valor da série histórica). O ano de 2020 apresentou uma recuperação com registro acima da média.

4.1.2.3 Patrocínio do Muriaé

A Figura 14 apresenta as variações interanuais de precipitação em Patrocínio do Muriaé.

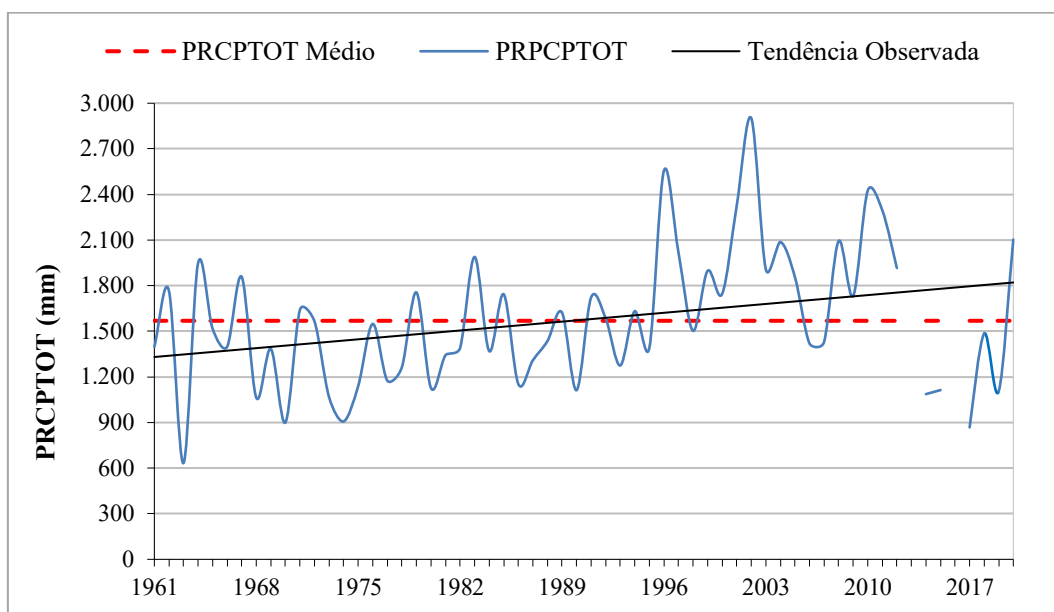


Figura 14: PRCPTOT na estação Patrocínio do Muriaé.

A primeira década registrou em 1963 o menor valor da série histórica (632,7 mm). Na década de 1970, manteve-se o padrão predominantemente seco, com períodos de estiagem acentuada, embora alguns anos tenham registrado precipitações próximas à média.

A terceira década mostrou-se mais equilibrada, com destaque para o ano de 1983. Por outro lado, o período também registrou dois anos de seca acentuada (1986 e 1990). Já a quarta década foi mais úmida, com destaque para 1996 (2.555,4 mm).

Entre 2001 e 2010, observou-se um padrão predominantemente úmido, com vários anos superando a média histórica de precipitação, com destaque para 2002, que registrou

o maior valor da série histórica e igual a 2.901,7 mm. Por sua vez, a década de 2011-2020 iniciou com dois anos muito chuvosos, mas foi marcada por anos de chuvas muito abaixo da média, com destaque para 2017 (867,8 mm), segundo ano mais seco da série, e 2014 (1.086,8 mm). Ainda assim, o ano de 2020 apresentou precipitação acima da média.

4.1.2.4 Itaperuna

A Figura 15 apresenta as variações interanuais de precipitação em Itaperuna.

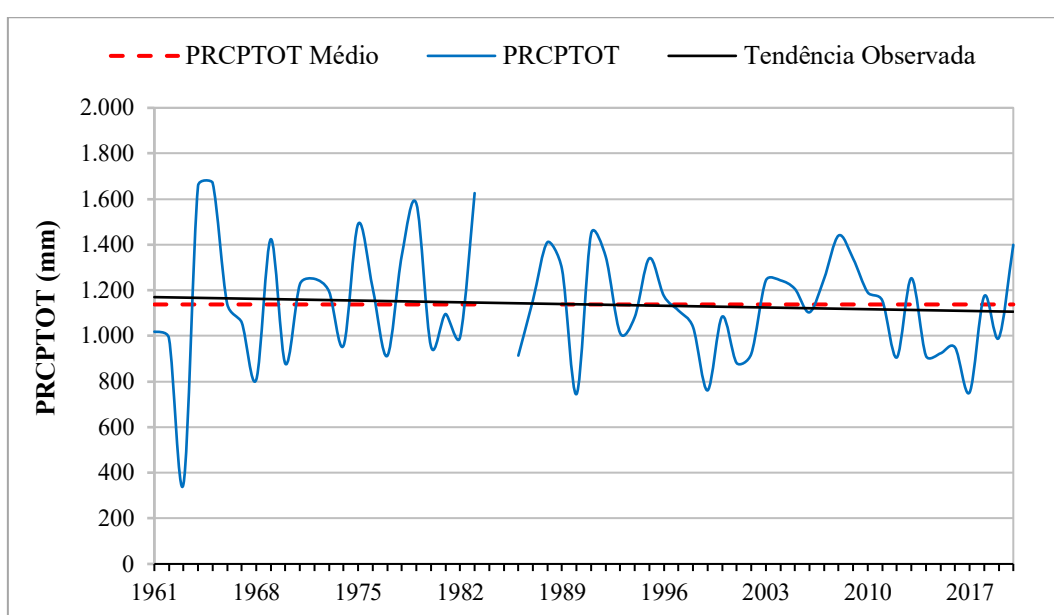


Figura 15: PRCPTOT na estação Itaperuna.

A primeira década foi marcada pela predominância de anos secos, com destaque para 1963 (350,5 mm), menor valor da série histórica. A década de 1970 teve um padrão de chuva anual com valores acumulados acima da média histórica. Já a década de 1980 apresentou retorno ao padrão de precipitação abaixo da média, com destaque para o ano de 1990 (745 mm), segundo menor valor da série histórica. É importante destacar que a falha de dados entre os anos 1984 e 1985 compromete a avaliação precisa dos padrões de precipitação da década.

A década de 1990 foi caracterizada por períodos abaixo da média, com destaque para o ano de 1999 (761,1 mm). Ainda assim, 1991-1992 e 1995-1996 apresentaram valores acima da média. Por sua vez, a década de 2000 revelou um padrão de precipitação acima da média, com destaque para os anos de 2008 e 2009. A década de 2011-2020 foi marcada por anos abaixo da média, com destaque para o ano de 2017 (752,5 mm).

4.1.2.5 Cardoso Moreira

A Figura 16 apresenta as variações interanuais de precipitação em Cardoso Moreira.

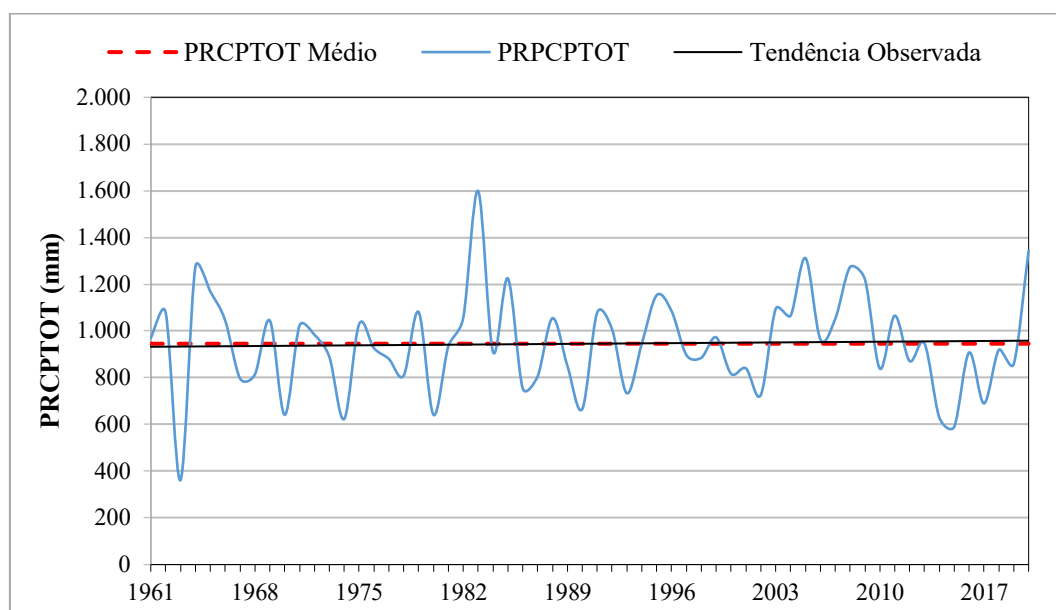


Figura 16: PRCPTOT na estação Cardoso Moreira.

Cardoso Moreira é a estação com os menores valores de precipitação, quando comparada com as demais.

Na primeira década, o ano de 1963 (361,4 mm) foi o mais seco da série histórica. A década de 1970 apresenta anos próximos à média, ainda assim 1974 sobressai pelo baixo acumulado de chuvas (622,9 mm). Na década de 1980, ganha destaque o ano de 1983 (1.599,2 mm), maior valor da série histórica.

Entre 1991 e 2000, a precipitação apresentou pouca variabilidade, com anos um pouco mais úmidos, como 1995. Entre 2001 e 2010, observou-se uma predominância de valores acima da média histórica. Já na última década (2011-2020), destaca-se a ocorrência de dois anos seguidos de valores abaixo da média, 2014 (628,8 mm) e 2015 (590,0 mm), apesar de 2020 ter registrado um acumulado superior à média e igual a 1.137,9 mm.

A análise conjunta dos resultados permite inferir que existe uma variação nos valores médios históricos e nas tendências observadas entre as estações. A Tabela 9 resume os resultados encontrados.

Tabela 9: Valores médios e tendências observadas na PRCPTOT de 1961 a 2020.

Estação	PRCPTOT médio (mm)	Tendência Observada
Carangola	1.283,5	crescente
Porciúncula	1.295,7	crescente
Patrocínio do Muriaé	1.569,0	crescente
Itaperuna	1.137,9	decrecente
Cardoso Moreira	945,2	relativamente estável

Os resultados da PRCPTOT foram comparados aos estudos de Senna *et al.* (2023), Silva & Dereczynski (2014) e Silva & Oscar-Júnior (2023).

A pesquisa de Senna *et al.* (2023) buscou analisar os indicadores climáticos na bacia do rio Paraíba do Sul. Inicialmente, foi considerado o período de 1938 a 2011 para as estações selecionadas, com destaque para Itaperuna e Cardoso Moreira. De acordo com os autores, foram observadas tendências distintas antes e após o início da década de 1980 e, em virtude disso, os autores optaram por avaliar as tendências dos indicadores

climáticos para o período de 1982 a 2011. A partir da nova série, os autores identificaram uma tendência crescente para a PRCPTOT em Itaperuna e Cardoso Moreira.

A pesquisa de Silva & Dereczynski (2014) abrangeu a avaliação dos indicadores climáticos para o Estado do Rio de Janeiro e suas regiões, considerando séries de precipitação de 1961 a 2012. Como os autores localizaram em mapa as estações pluviométricas selecionadas sem nominá-las, para a RNOERJ foi possível identificar somente Itaperuna - ANA e Itaperuna - INMET. Os autores mencionam que a PRCPTOT média da região do entorno dessas estações varia entre 1.000 a 1.300 mm e que a tendência observada é decrescente ao longo do período.

Já Silva & Oscar-Júnior (2023), em seu estudo de extremos climáticos relacionados às chuvas no estado do Rio de Janeiro, definiram séries históricas de 1940–2014 para as estações da ANA e de 1961–2012 para as estações do INMET. Pelo mesmo motivo mencionado anteriormente, só foi possível identificar para a RNOERJ as estações pluviométricas Itaperuna - ANA e Itaperuna - INMET. De acordo com os autores, a PRCPTOT média da região do entorno dessas estações varia entre 943 a 1.177 mm com tendência observada crescente ao longo do período.

Com base no exposto, verifica-se que o valor médio da PRCPTOT calculada, no âmbito do presente estudo, em Itaperuna para o período de 1961 a 2020, converge para aqueles consolidados nos estudos de Silva & Dereczynski (2014) e Silva & Oscar-Júnior (2023). Com relação à tendência decrescente observada em Itaperuna, apenas Silva & Dereczynski (2014) apresentam resultado similar.

4.3. Número Máximo de Dias Secos Consecutivos

Tendo em vista que o CDD é calculado a partir da série diária de precipitação e que não é recomendado o preenchimento de falhas em nível diário, como mencionado no

item 3.2.2, optou-se por estimar o CDD, separadamente, a partir das séries consistidas e brutas de cada estação. O APÊNDICE C consolida os resultados encontrados.

Em virtude das falhas existentes nas séries diárias, considerou-se na análise do CDD, de acordo com a descrição que consta a seguir, os resultados alcançados a partir dos dados brutos. Em cada gráfico, é possível identificar os valores anuais (em azul), a média histórica (em vermelho) e a tendência observada (em preto) para o período de 1961 a 2020.

4.3.1. Carangola

Em Carangola, Figura 17, destaca-se o ano de 1996 com 120 dias consecutivos secos, seguido por 1974 e 1993 que apresentaram 101 e 95 dias sem chuva, respectivamente. Observa-se uma tendência linear decrescente, indicando uma redução no CDD ao longo dos anos.

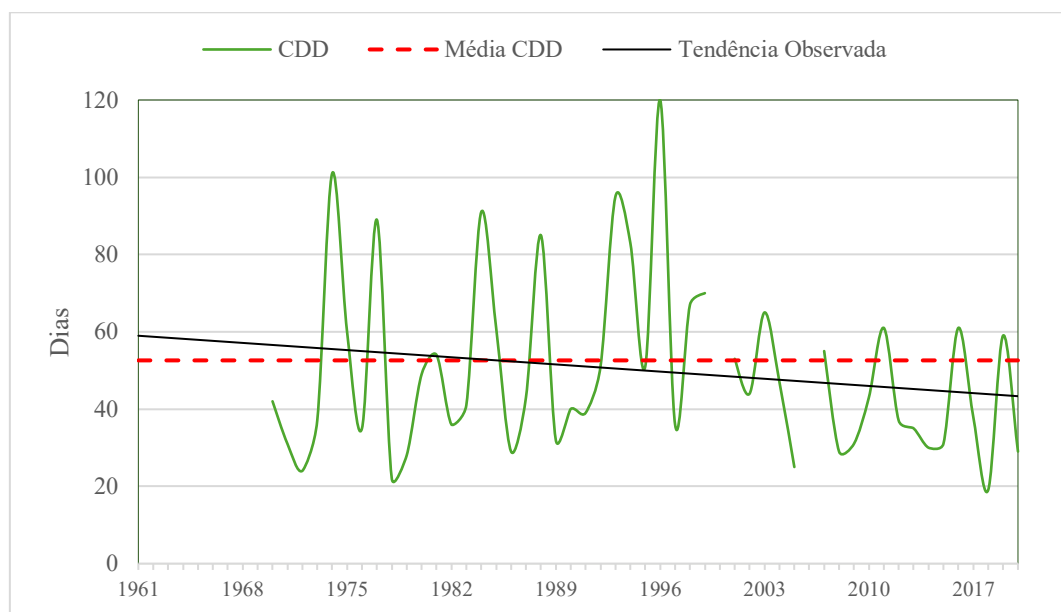


Figura 17: CDD na estação Carangola a partir dos dados brutos.

4.3.2. Porciúncula

Em Porciúncula, o maior valor de CDD foi registrado em 1977 (106 dias). Nota-se uma tendência linear levemente decrescente nos dados brutos, indicando uma suave redução no CDD ao longo do período, como mostrado na Figura 18, a seguir.

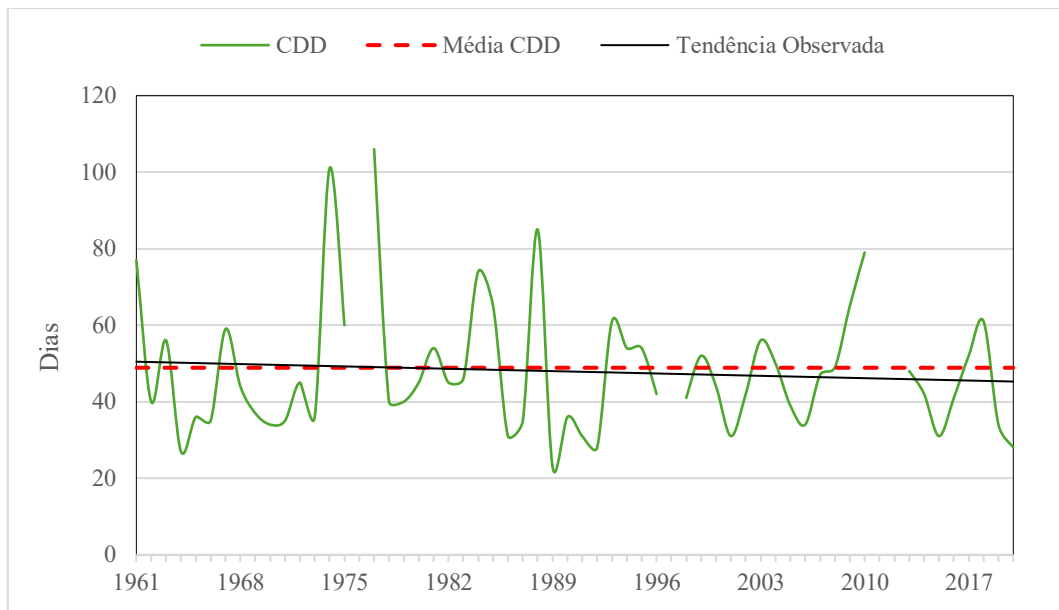


Figura 18: CDD na estação Porciúncula a partir dos dados brutos.

4.3.3. Patrocínio do Muriaé

Em Patrocínio do Muriaé, o maior valor de CDD corresponde ao ano de 1974 (94 dias), como mostrado na Figura 19. Na Figura também é possível observar a tendência de aumento do CDD ao longo dos anos.

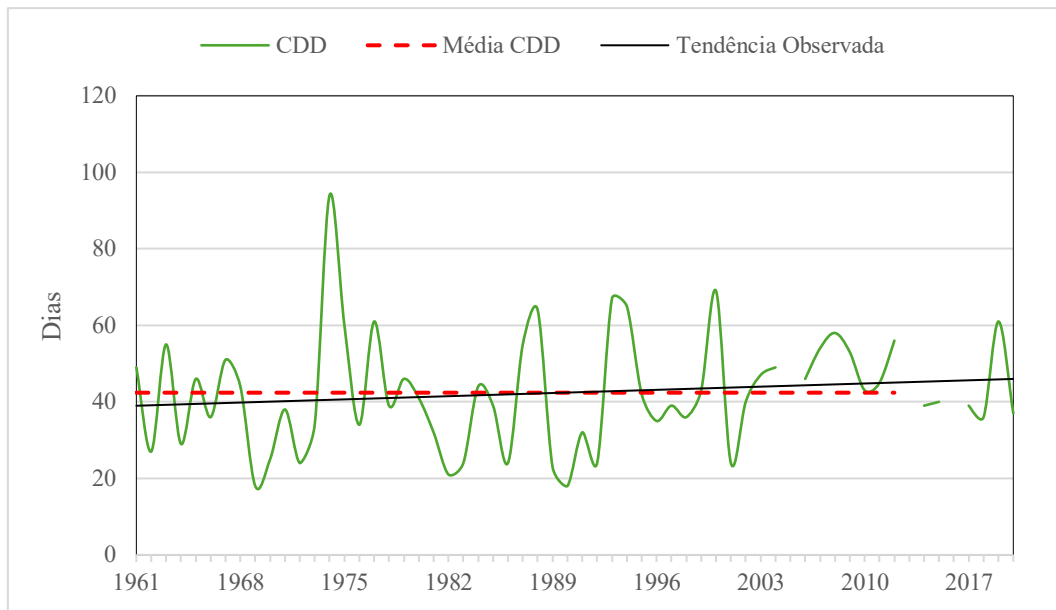


Figura 19: CDD na estação Patrocínio do Muriaé a partir dos dados brutos.

4.3.4. Itaperuna

Em Itaperuna, o maior valor de CDD foi registrado em 1963, com 184 dias consecutivos sem chuva. Nota-se uma tendência decrescente do CDD ao longo dos anos, como ilustrado na Figura 20.

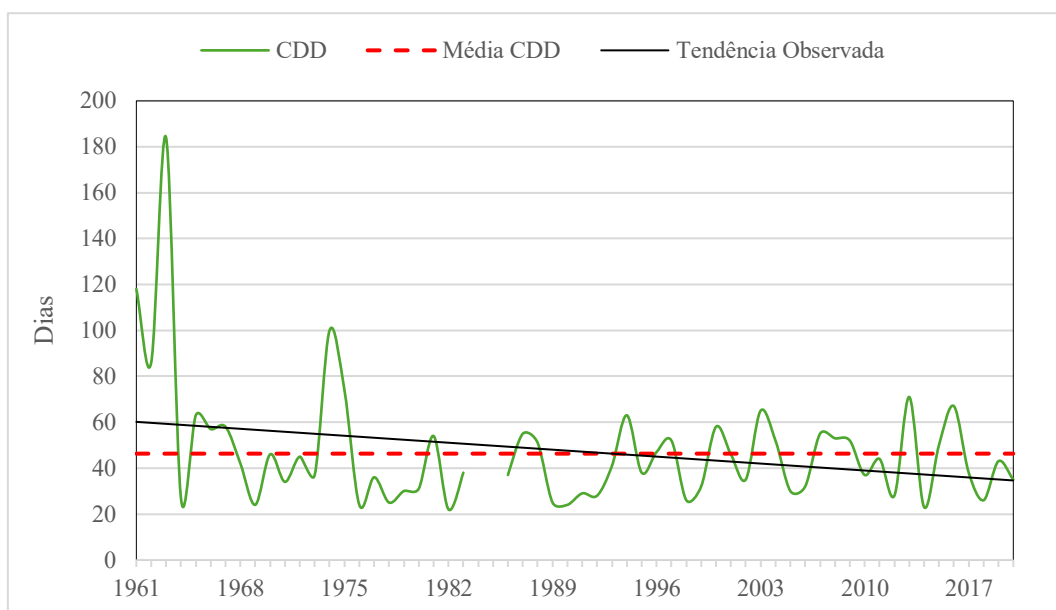


Figura 20: CDD na estação Itaperuna, a partir das estações 210410004, 2141045 e INMET.

4.3.5. Cardoso Moreira

Em Cardoso Moreira, o maior valor de CDD foi registrado em 1967 (145 dias), seguido pelos anos de 1974 (101 dias) e 1981 (116 dias). Nota-se uma tendência decrescente indicando uma redução no CDD ao longo do período de 1961 a 2020, como apresentado na Figura 21.

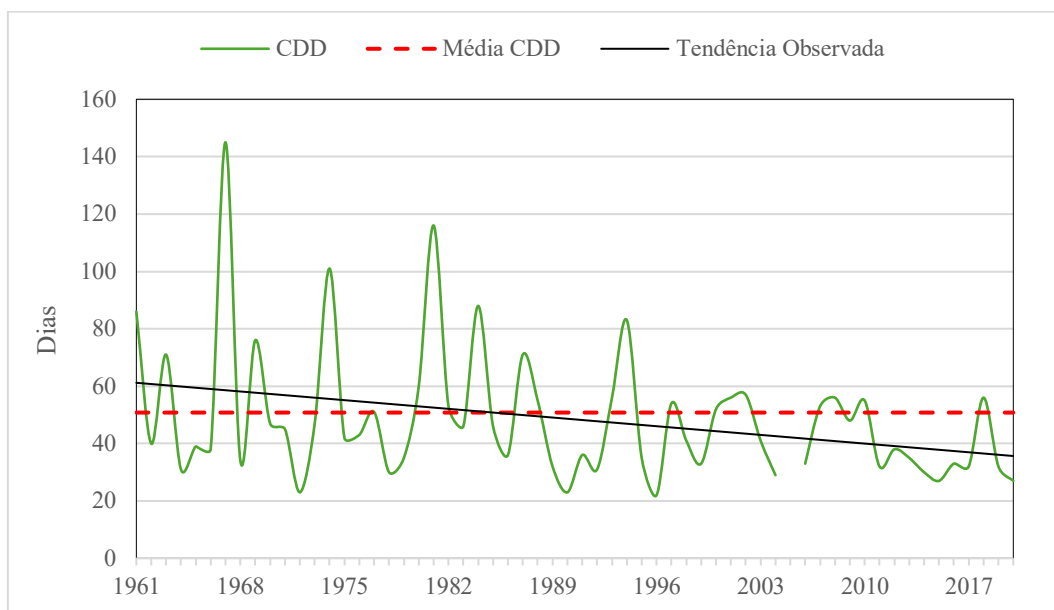


Figura 21: CDD na estação Cardoso Moreira a partir dos dados brutos.

De maneira geral, os resultados encontrados indicam uma redução progressiva do CDD na BHRM, à exceção de Patrocínio do Muriaé. A tendência geral sugere que os intervalos de dias consecutivos sem precipitação têm se tornado mais curtos. Especificamente, a última década da série de 1961 a 2020 apresentou em cada estação os valores de CDD abaixo da média histórica. A Tabela 10 resume os resultados encontrados.

Tabela 10: Valores médios e tendências observadas no CDD de 1961 a 2020.

Estação	CDD médio (dias)	Tendência Observada
Carangola	53	decrecente
Porciúncula	49	decrecente
Patrocínio do Muriaé	42	crescente
Itaperuna	46	decrecente
Cardoso Moreira	51	decrecente

O estudo de Senna *et al.* (2022) vai em direção aos resultados encontrados. Os autores apontam, a partir da série de 1982 a 2011, uma tendência decrescente para o CDD em Itaperuna e Cardoso Moreira.

Silva & Dereczynski (2014) identificam para Itaperuna um CDD médio que varia entre 45 a 50, com tendência decrescente ao longo do período de 1961 a 2012.

De acordo com Silva & Oscar-Júnior (2023), o CDD médio no entorno de Itaperuna varia entre 46 a 48, com tendência crescente para os períodos analisados de 1940–2014 (estações da ANA) e 1961–2012 (estações do INMET).

Com base no exposto, verifica-se que o valor médio do CDD, no âmbito do presente estudo, em Itaperuna, para o período de 1961 a 2020, converge para aqueles consolidados nos estudos de Silva & Dereczynski (2014) e Silva & Oscar-Júnior (2023). Com relação à tendência decrescente observada em Itaperuna, Senna *et al.* (2022) e Silva & Dereczynski (2014) apresentaram resultados similares.

4.4. Índice de Anomalia de Chuva

Foram elaborados gráficos com os valores estimados de IAC, a partir das séries consolidadas no **APÊNDICE B**, onde as barras azuis indicam anomalias pluviométricas

positivas, caracterizando períodos chuvosos, e as barras vermelhas correspondem aos anos secos, com anomalias negativas.

4.4.1. Carangola

A Figura 22 mostra os resultados do IAC anual para a estação Carangola.

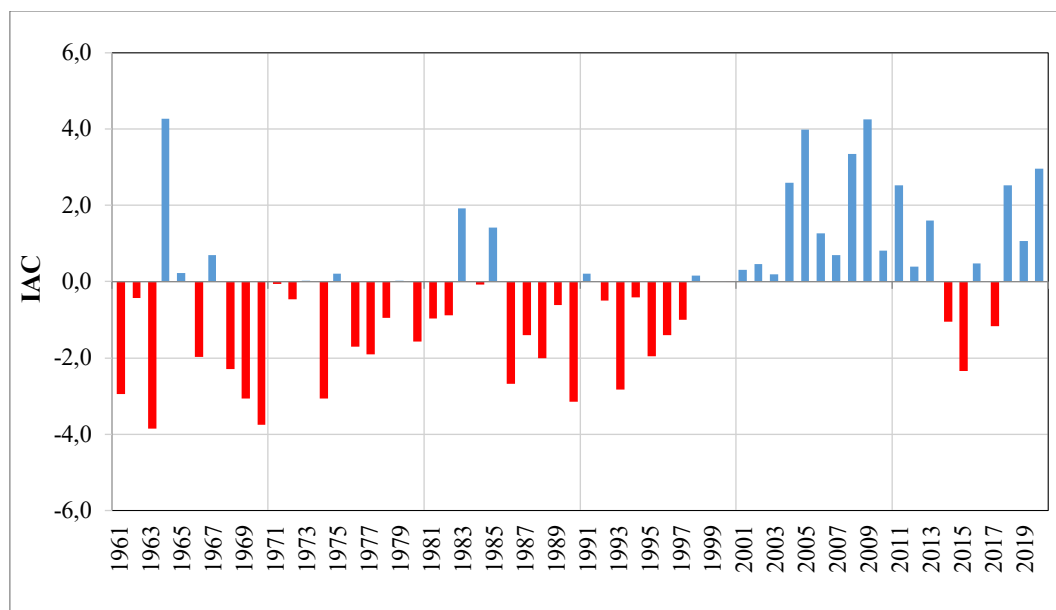


Figura 22: IAC anual na estação Carangola.

No início da série histórica, entre 1961 e 1970, observa-se a predominância de valores negativos de IAC, indicando uma década marcada por condições secas, com destaque para 1963 (-3,86) e 1970 (-3,75), muito secos (vide classificação da Tabela 7).

Entre 1971 e 1980, a tendência seca permanece, mas com menor intensidade em relação à década anterior.

De 1981 a 1990, nota-se a continuidade de condições mais secas nos valores de IAC. Embora os anos secos ainda sejam predominantes, observam-se também alguns anos chuvosos como os de 1983 (1,93) e 1985 (1,43).

Na década de 1991-2000, verifica-se a permanência e intensificação dos anos secos. O ano de 1993 registrou o valor de -2,83, classificado como muito seco. Cabe mencionar a falha existente no ano de 1999.

Nos anos de 2001 a 2010, nota-se uma mudança, com todos os valores de IAC positivos. Especialmente, os anos de 2005 (3,98) e 2009 (4,25), muito chuvoso e extremamente chuvoso, respectivamente.

Por fim, a década de 2011-2020 apresenta uma continuidade na predominância de valores positivos de IAC. Ainda assim, são observados anos com anomalias negativas, como em 2014 (-1,04), 2015 (-2,35) e 2017 (-1,16), permitindo a sua classificação como secos (2014 e 2017) e muito seco (2015).

4.4.2. Porciúncula

A Figura 23 apresenta os resultados do IAC anual para a estação Porciúncula.

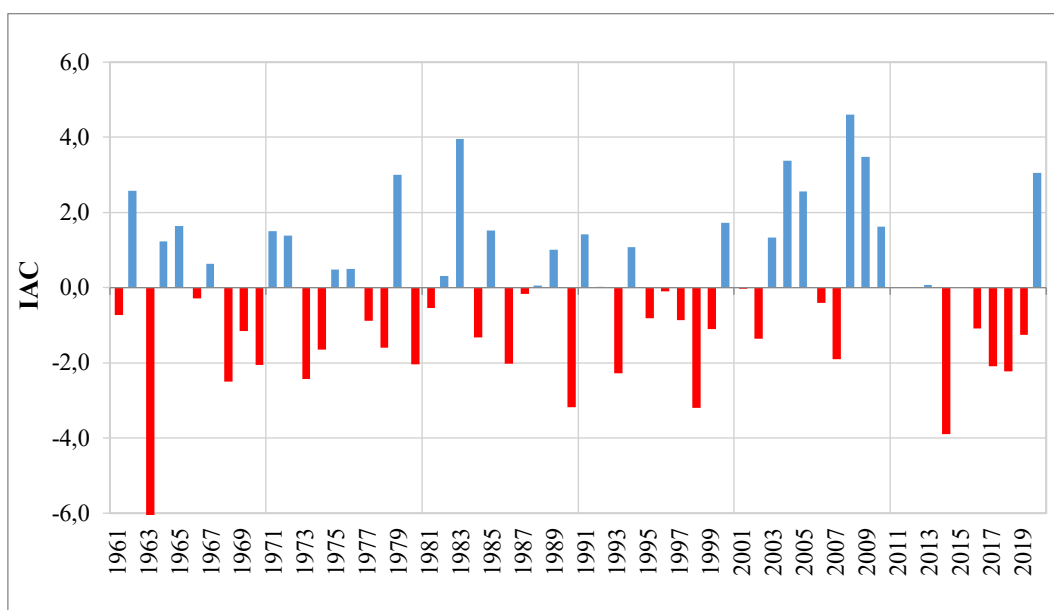


Figura 23: IAC anual na estação Porciúncula.

Entre 1961 e 1970, observa-se a predominância de valores negativos de IAC, com destaque para o ano de 1963 (-6,18), extremamente seco, e 1968 (-2,50), muito seco.

Nos anos de 1971 a 1980, a tendência de seca persistiu, mas com menor intensidade em relação à década anterior. Cabe destacar o ano de 1979, quando o IAC atingiu 3,0 (muito chuvoso).

Na década de 1981-1990, verifica-se uma alternância de anomalias secas e chuvosas. O ano de 1983 apresentou IAC igual a 3,95 (muito chuvoso), seguido por 1985, com 1,52 (chuvoso) e, em seguida, por anos muito secos: 1986 (-2,03) e 1990 (-3,17).

Entre os anos de 1991 e 2000, nota-se uma intensificação dos anos secos. Os anos de 1993 (-2,27) e 1998 (-3,20) classificam-se como muito secos.

Nos anos de 2001 a 2010, ocorre uma mudança significativa, com valores de IAC frequentemente positivos, com destaque para o ano de 2008 (4,61), extremamente chuvoso.

A década de 2011-2020 marcou o retorno das anomalias negativas, em contraste com a década anterior. Destacam-se as falhas nos anos 2011, 2012 e 2015. Os anos de 2014 (-3,89) e 2018 (-2,22) são classificados como muito secos. Em 2020, o IAC foi igual a 3,06, correspondendo a um ano muito chuvoso.

4.4.3. Patrocínio do Muriaé

A Figura 24 ilustra os resultados do IAC anual para a estação Patrocínio do Muriaé.

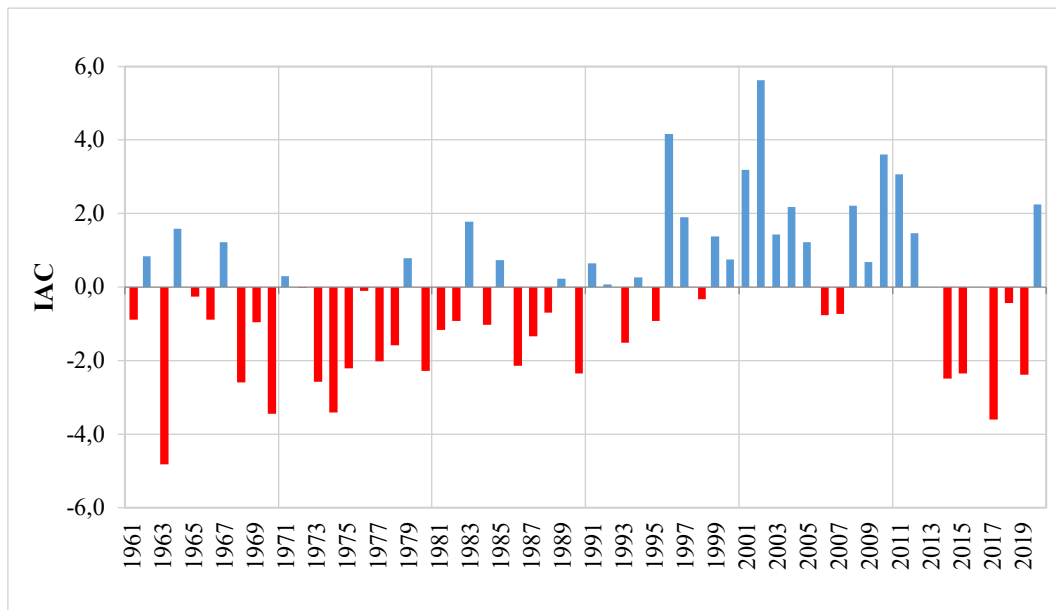


Figura 24: IAC anual na estação Patrocínio do Muriaé.

Entre 1961 e 1970, observa-se a predominância de valores negativos de IAC. O ano de 1963 resultou em -4,81 (extremamente seco), seguido por 1970 (-3,44) e 1968 (-2,60), que se classificam em muito secos. Em contraste, anos como 1962 (0,84), 1964 (1,60) e 1967 (1,22) enquadram-se como chuvosos.

A década seguinte manteve a tendência de anos secos com pequenas variações positivas em 1971 (0,31) e 1979 (0,79), classificados como anos chuvosos. Os anos de 1973 a 1975 são classificados como muito secos.

A década de 1980 apresenta continuidade na predominância do regime seco, com destaque para os anos de 1986 (-2,14) e 1990 (-2,35), classificados como muito secos.

A década de 1990 marca um período de tendência mais úmida, com anomalias positivas expressivas, com destaque para 1996 (4,16), extremamente chuvoso. Apenas os anos de 1993 (-1,51), 1995 (-0,92) e 1998 (-0,34) foram secos.

Nos anos 2000, observa-se a continuidade do período chuvoso. Destacam-se os anos de 2002 (5,63), extremamente chuvoso, e 2010 (3,61), muito chuvoso. Apenas 2006 (-0,77) e 2007 (-0,72) classificam-se como secos.

A última década analisada apresenta um retorno à predominância de anomalias negativas. Destacam-se as falhas dos anos 2013 e 2016. Os anos 2014 (-2,48) a 2017 (-3,61), como anos muito secos, no entanto, 2020 apresentou uma recuperação significativa, com um IAC igual a 2,26, encerrando a década com um ano muito chuvoso.

4.4.4. Itaperuna

A Figura 25 apresenta os resultados do IAC anual para a estação Itaperuna.

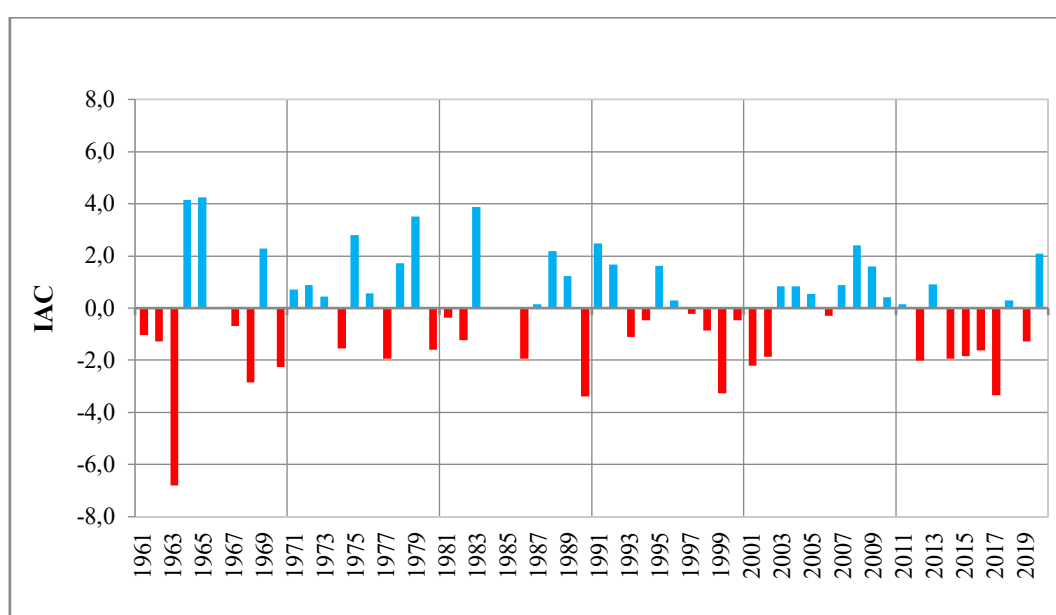


Figura 25: IAC anual na estação Itaperuna.

Entre 1961 e 1970, observa-se a alternância de valores negativos e positivos do IAC. O ano de 1963 (-6,77) caracterizou-se como extremamente seco e, em contrapartida, 1964 (4,14) e 1965 (4,25) classificam-se como extremamente chuvosos.

A década seguinte apresenta uma tendência de anos chuvosos, com três registros de IAC negativos. Os anos de 1975 (2,82) e 1979 (3,53) foram muito chuvosos.

A década de 1980 apresenta anos secos e úmidos, apesar das falhas de 1984 e 1985. Destacam-se 1990 (-3,39), muito seco, e 1983 (3,89), muito chuvoso.

A década de 1990 marca um período de equilíbrio entre anos secos e chuvosos. Destacam-se 1991 (2,47) e 1996 (2,05), muito chuvosos, contrastando com 1999 (-3,25), classificado como muito seco.

Nos anos 2000, observa-se uma predominância dos períodos chuvosos, com destaque para 2008 (2,41), muito chuvoso. Apesar dessa mudança, ainda ocorreram oscilações, como em 2001 (-2,22) e 2002 (-1,88), classificados como muito seco e seco, respectivamente.

A última década apresenta um retorno à predominância de anomalias negativas. Entre os anos muito secos, destacam-se 2012 e 2014 com valores iguais a - 2,0 e 2017 (-3,33). No entanto, 2020 apresentou uma recuperação significativa, com um IAC igual a 2,08, encerrando a década com um ano muito chuvoso.

4.4.5. Cardoso Moreira

A Figura 26 apresenta os resultados do IAC anual para a estação Cardoso Moreira.

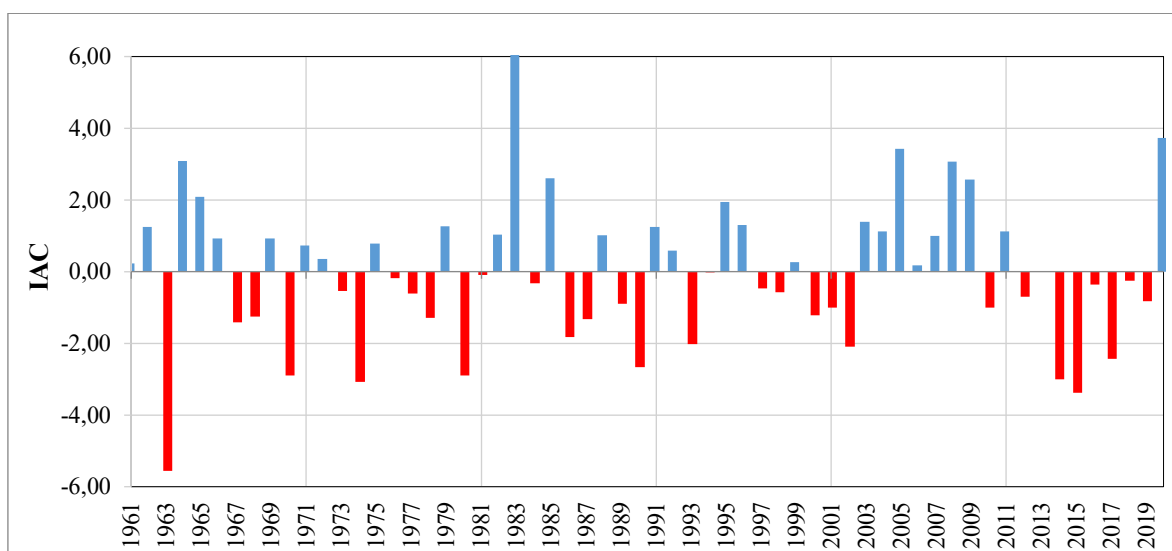


Figura 26: IAC anual na estação Cardoso Moreira.

Entre 1961 e 1970, observa-se uma alternância de valores do IAC, com destaque para o ano de 1963 (-5,58), extremamente seco. Alguns anos apresentaram anomalias positivas, como 1964 (3,08) e 1965 (2,08), muito chuvosos.

A década de 1971 a 1980 apresenta uma predominância de anomalias negativas, com destaque para 1974 (-3,07) e 1980 (-2,89), muito secos.

Entre 1981 e 1990, observa-se uma mudança na tendência, com um predomínio de anomalias positivas como 1983 (6,11), extremamente chuvoso (maior valor de IAC estimado em todas as estações) e 1985 (2,61), muito chuvoso. Ainda assim, a década apresentou anos classificados como seco ou muito seco, como por exemplo, 1986 (-1,82) e 1990 (-2,66).

A década de 1991 a 2000 foi caracterizada por uma variação entre anomalias positivas e negativas sem a caracterização de períodos extremos (secos ou chuvosos).

Nos anos 2000, cabe destacar os anos de 2005 (3,42) e 2008 (3,07), classificados como muito chuvosos. Ainda que oscilações tenham ocorrido, como em 2002 (-2,09), muito seco.

A década de 2011 a 2020 marca um retorno à predominância de anomalias negativas. Entre os anos mais secos, destacam-se 2014 (-3,01) e 2015 (-2,38), caracterizados como muito secos. Apesar dessa tendência negativa, o ano de 2020 apresentou uma recuperação significativa, com um IAC de 3,73, encerrando a década com um ano muito chuvoso.

De modo geral, os resultados demonstram que o intervalo de 1961-2000 foi caracterizado por anomalias negativas, com exceção ao período de 1971 a 1980 em

Itaperuna, 1991 a 2000 em Patrocínio do Muriaé e 1981 a 1990 em Cardoso Moreira. A década de 2001-2010, por outro lado, apresentou influência de anomalias positivas em todas as estações. Já o período 2011-2020 mostrou um retorno à predominância de anomalias negativas, com destaque para os anos 2014, 2015 e 2017.

Todas as estações apresentaram apenas o ano de 1963 como extremamente seco, à exceção de Carangola cujo registro foi classificado como muito seco. Observa-se que a maior frequência das ocorrências foi para anos classificados como secos, não se comprovando a intensificação da estiagem ao longo da série de 1961 a 2020.

Resultado semelhante é mencionado em Noronha *et al.* (2016) ao inferir que na RNOERJ, o período seco não se acentuou ao longo do tempo.

4.5. Vazão de Referência

Inicialmente procedeu-se à análise da continuidade das vazões. Foram verificadas as condições de contorno representadas pelas equações (7), (8) e (9) e não se observaram inconformidades nos períodos decenais avaliados, como ilustrado na Figura 27, a seguir. Esse resultado reforça a confiabilidade nos dados das séries de vazões extraídas da ANA e utilizadas no cálculo da Q95.

Com relação às demandas hídricas da bacia (vide Tabela 3), observa-se que elas são de pequeno porte, em termos de volume total de Q95.

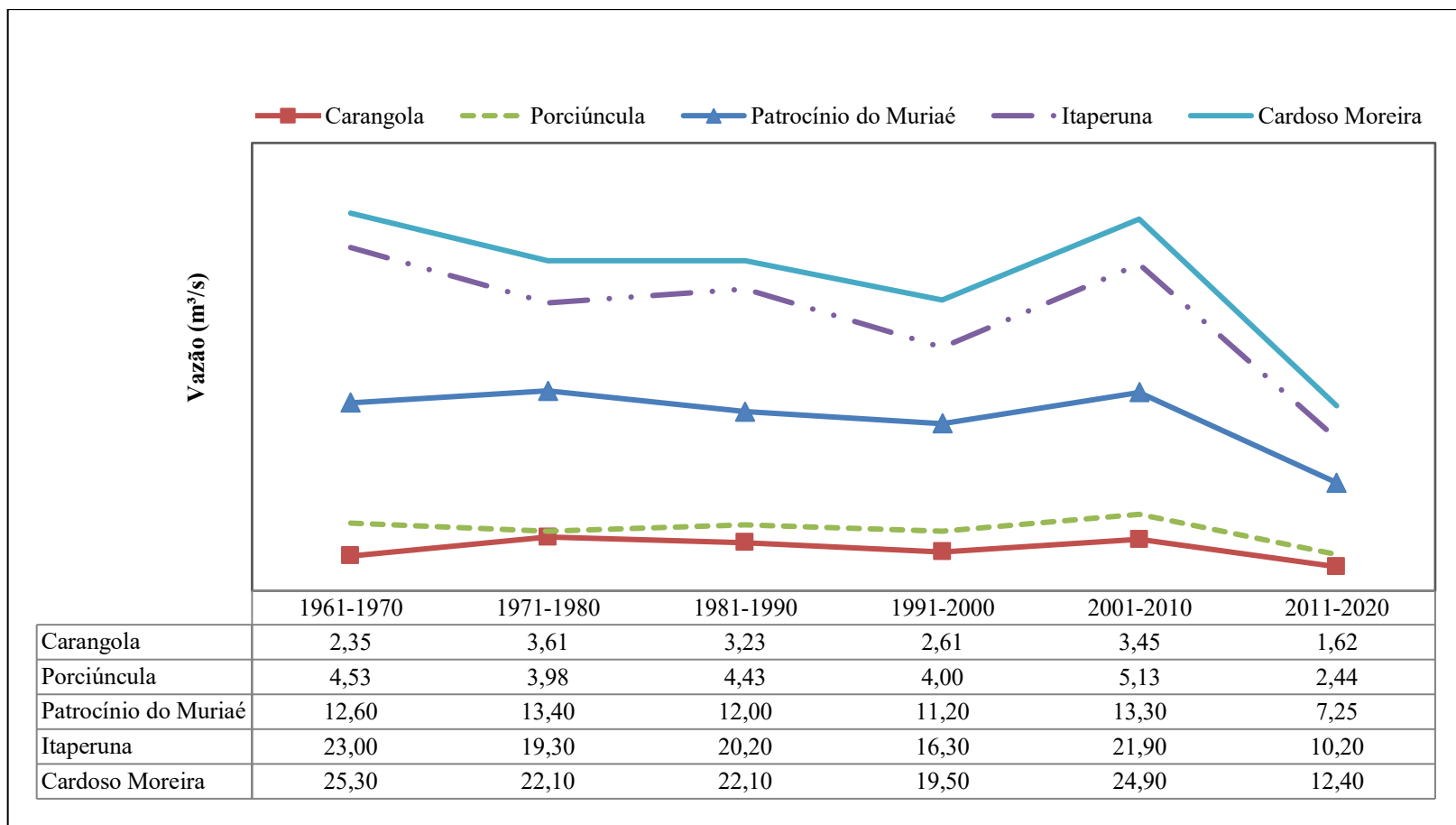


Figura 27: Q95 decenal na BHRM.

Da análise da Figura 27, observa-se que entre 1971 e 2000 iniciou-se um período de declínio da Q95 em quase todas as estações. Na década de 2001–2010, houve um aumento considerável da Q95 e a última década (2011–2020) foi marcada por uma significativa redução nos valores de Q95 em todas as estações analisadas.

Essa redução de vazões entre os anos 2011 e 2020 também foi apontada por SGB/CPRM (2019) em seu relatório de acompanhamento da estiagem na região Sudeste. Para o desenvolvimento do diagnóstico, a equipe técnica incorporou a bacia do rio Muriaé e selecionou as estações de Itaperuna e Cardoso Moreira. Nas conclusões, o relatório menciona que nessas estações, as vazões médias observadas no mês de julho dos anos de 2014 a 2019 situaram-se abaixo da vazão média histórica do mesmo mês, com prognóstico de tendência de declínio das vazões em ambas as estações.

Cabe mencionar também o relatório elaborado pela equipe técnica da Sala de Monitoramento do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana que teve por objetivo definir um procedimento para estimativa das vazões mínimas e avaliação da disponibilidade hídrica nas regiões Norte e Noroeste (CBH-BPSI, 2023). No documento, a vazão Q95 definida para a estação fluviométrica Cardoso Moreira, considerando o período de 2012 a 2022, é igual a 12,22 m³/s, indicando uma tendência de estresse hídrico, iniciada em 2014.

4.6. Relação entre os Indicadores Climáticos e a Disponibilidade Hídrica

4.6.1. PMM e Q95

A relação entre a PMM e a Q95, ao longo do período histórico de 1961 a 2020, está apresentada na Figura 28.

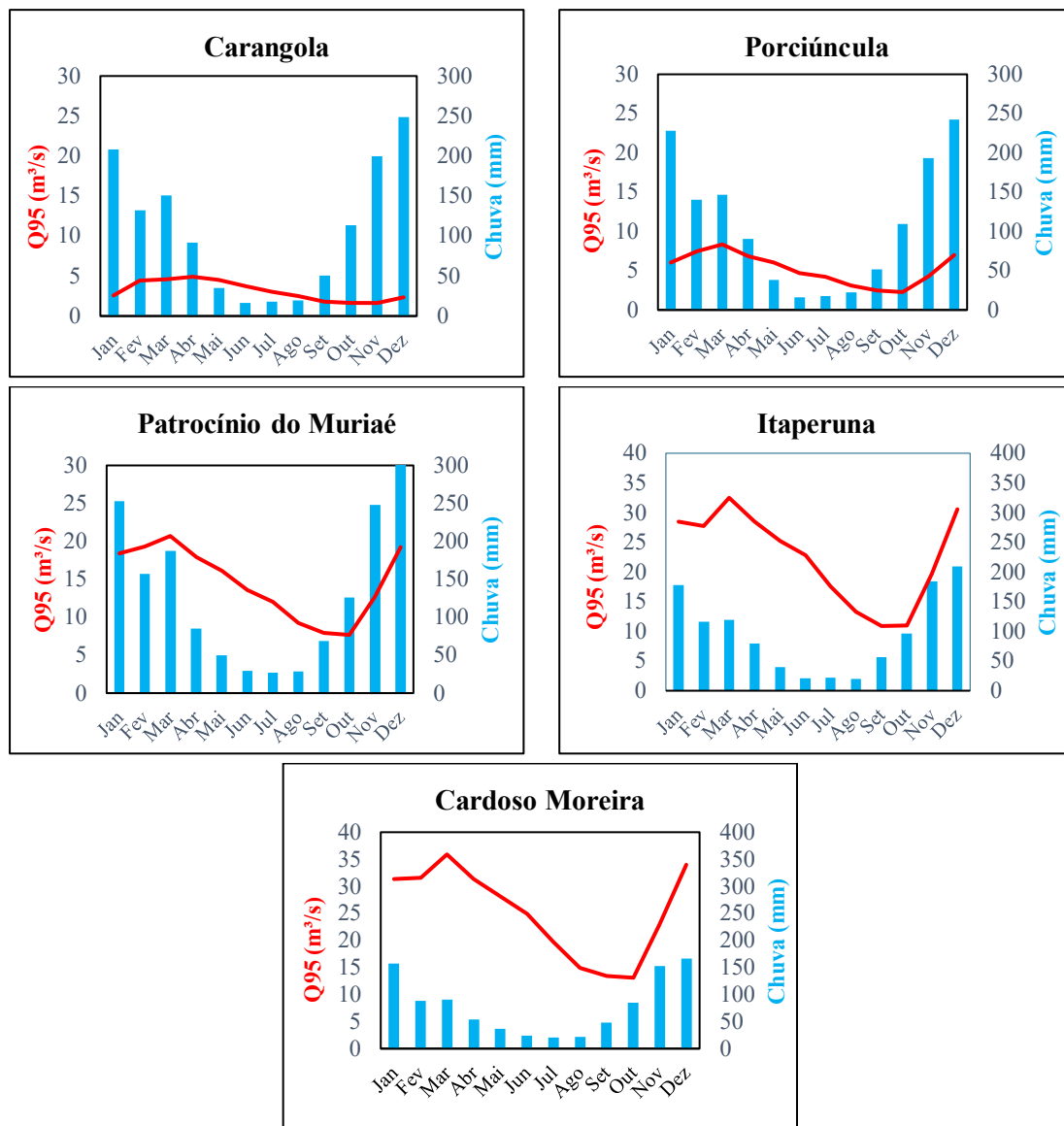


Figura 28: Variação da Q95 em função da Precipitação Média Mensal

Da análise da Figura 28, pode-se inferir que o início da recessão da vazão Q95 acontece com o início da transição para o período seco (abril) e se encerra com a transição para o período chuvoso (outubro), como era de se esperar.

Cabe destacar que na estação Carangola observa-se uma defasagem de um mês para frente para o início da recessão, possivelmente justificada pela existência da PCH Carangola (vide Figura 3), a montante da estação, e o efeito de regularização do seu pequeno reservatório sobre as vazões mínimas. De acordo com ONS (2023), a

regularização significa o amortecimento das variações do escoamento de um curso d'água decorrente do armazenamento pelo reservatório da barragem.

Os resultados encontrados vão de encontro a Capozzoli *et al.* (2017) quando mencionam que os padrões de vazão nas bacias brasileiras apresentam grandes semelhanças à sazonalidade da precipitação sobre o país.

Da mesma forma, Silva *et al.* (2021) e Gastão *et al.* (2022) mencionam que, de maneira geral, as vazões acompanham a variação da precipitação média mensal, obedecendo a um padrão sazonal meteorológico.

4.6.2. PRCPTOT e Q95

A relação entre a PRCPTOT e a Q95, em nível anual, é apresentada nas Figuras 29 a 33, a seguir.

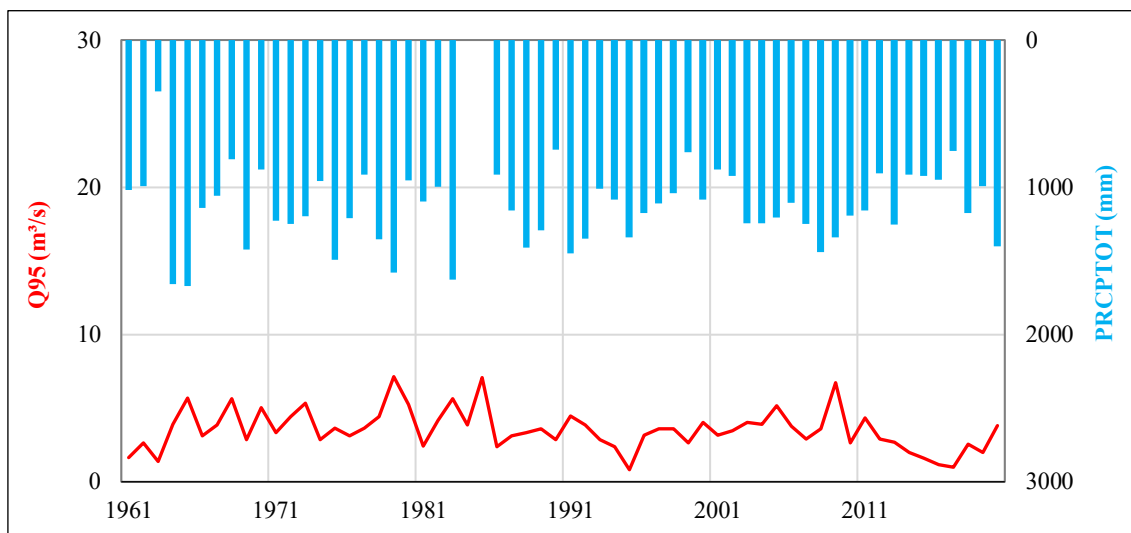


Figura 29: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Carangola

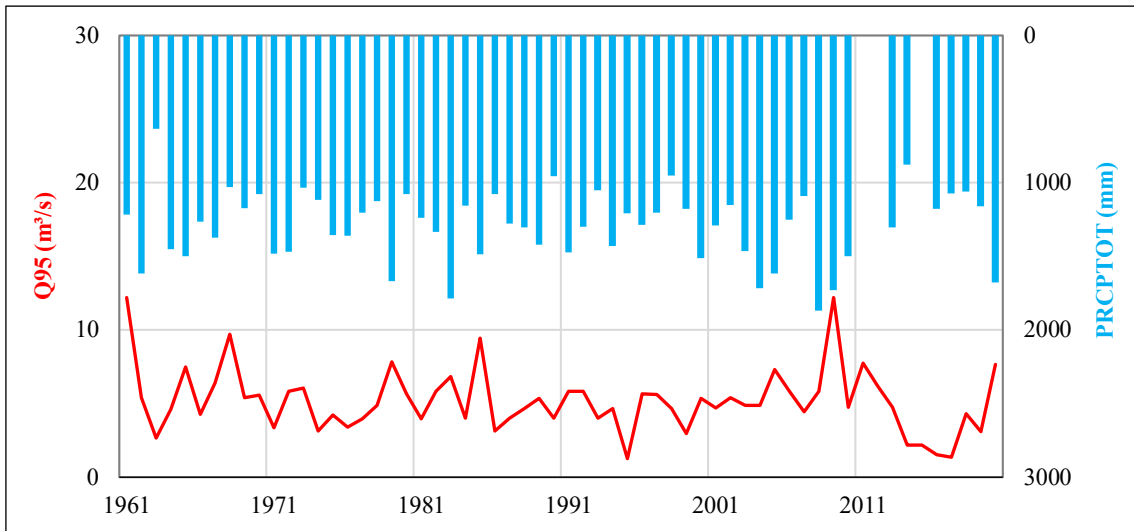


Figura 30: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Porciúncula

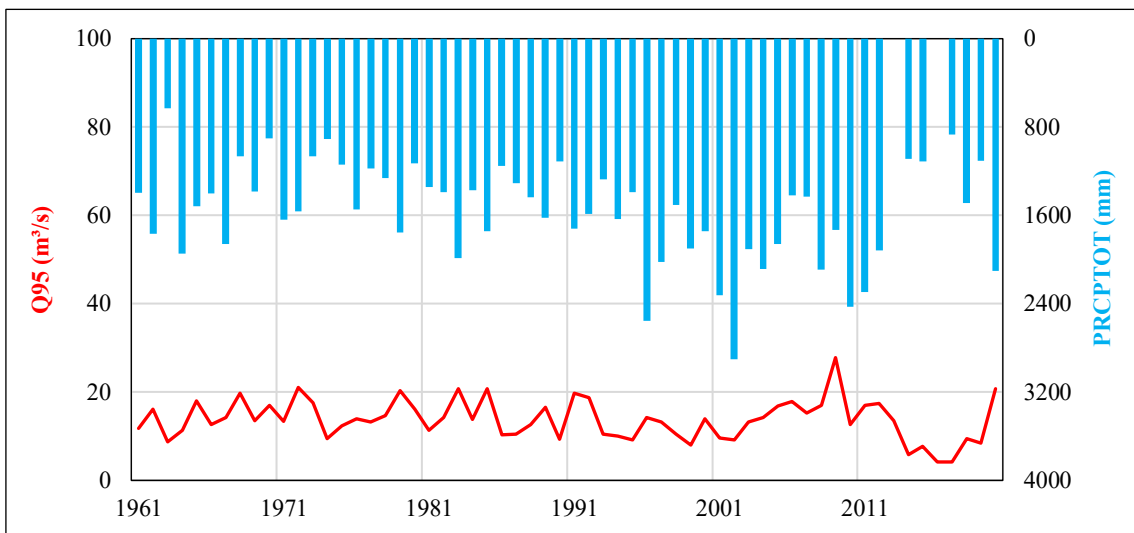


Figura 31: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Patrocínio do Muriaé.

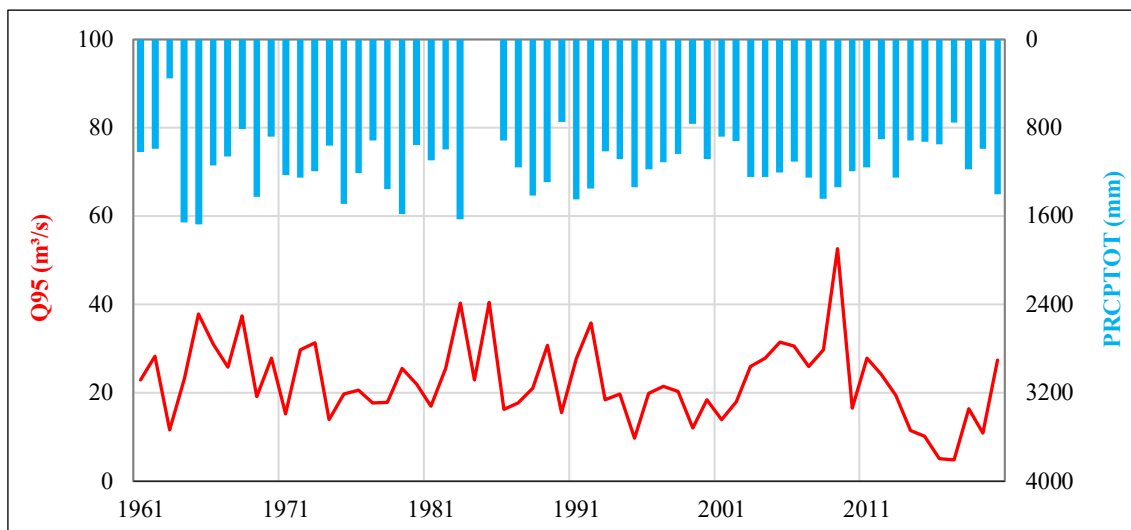


Figura 32: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Itaperuna.

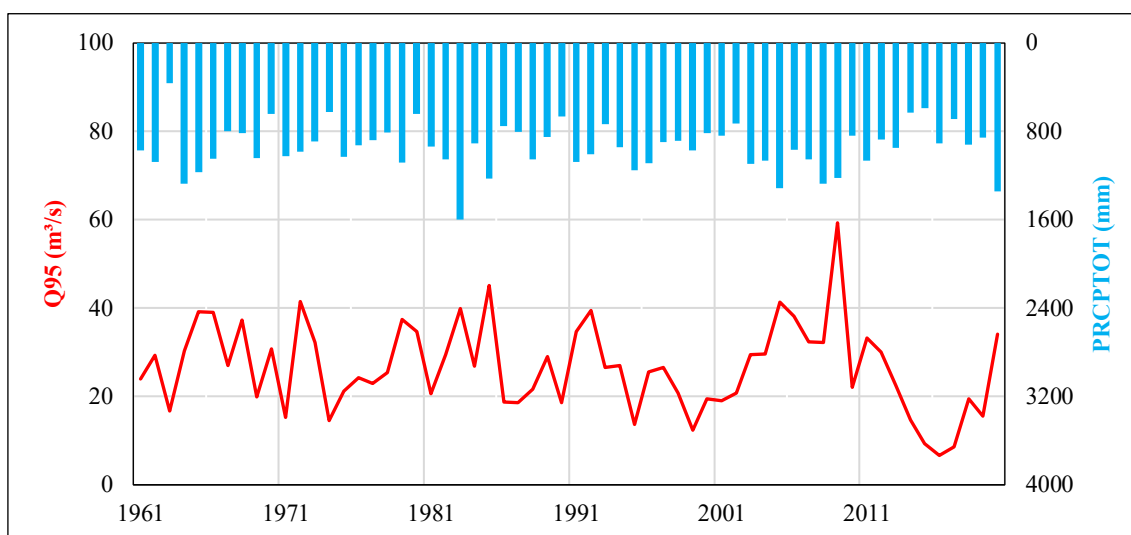


Figura 33: Variação de Q95 em função da PRCPTOT na estação Cardoso Moreira.

De maneira geral, todas as estações apresentaram relação entre a PRCPTOT e a Q95. Nos anos correspondentes ao aumento na precipitação, observou-se uma resposta positiva na vazão e quando a precipitação decresceu, a vazão também foi reduzida.

Como mencionado anteriormente, o ano de 1963 foi o mais seco da série histórica e a Q95 do ano refletiu o evento. Entre 2001 e 2010, observou-se uma predominância de valores de PRCPTOT acima da média histórica e todas as estações registraram um aumento do Q95 no período (vide também Figura 27). Já na década de 2011-2020, todas as estações apresentaram uma redução simultânea na PRCPTOT e na Q95.

Para confirmar a evidência mencionada, apresenta-se no **Apêndice C** gráficos elaborados entre a PRCPTOT e a Q95 para as estações selecionadas. A tendência observada demonstra a associação positiva entre as variáveis (Naghettini & Pinto, 2007). A correlação alcançada variou entre 0,54 e 0,69 (moderada), vide Tabela 8.

Vale também ressaltar que na última década, os resultados encontrados, além de demonstrar a relação entre causa e efeito da PRCPTOT e Q95, confirmam a estiagem verificada na região Sudeste, com destaque para os anos de 2014, 2015 e 2017, tal como apontada nos relatórios técnicos elaborados por SGB/CPRM (2019) e CBH-BPSI (2023).

Cabe também mencionar o estudo de Silva *et al.* (2021) que identificou a relação entre a vazão mínima anual e a precipitação anual, para o período de 1988 a 2017, na Sub-região Hidrográfica Itacaiúnas, afluente do rio Tocantins, estado do Pará.

4.6.3. CDD e Q95

A fim de investigar a existência de um padrão entre o CDD e a Q95, foram relacionados os valores anuais de cada variável, bem como a média histórica do período de 1961 a 2020, Figuras 34 a 38.

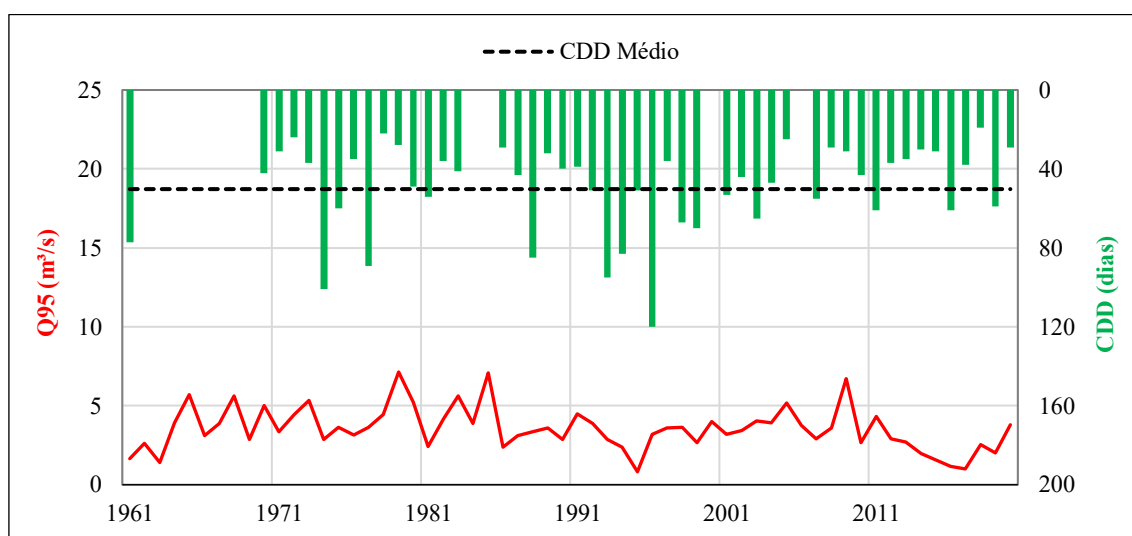


Figura 34: Variação de Q95 em função do CDD na estação Carangola.

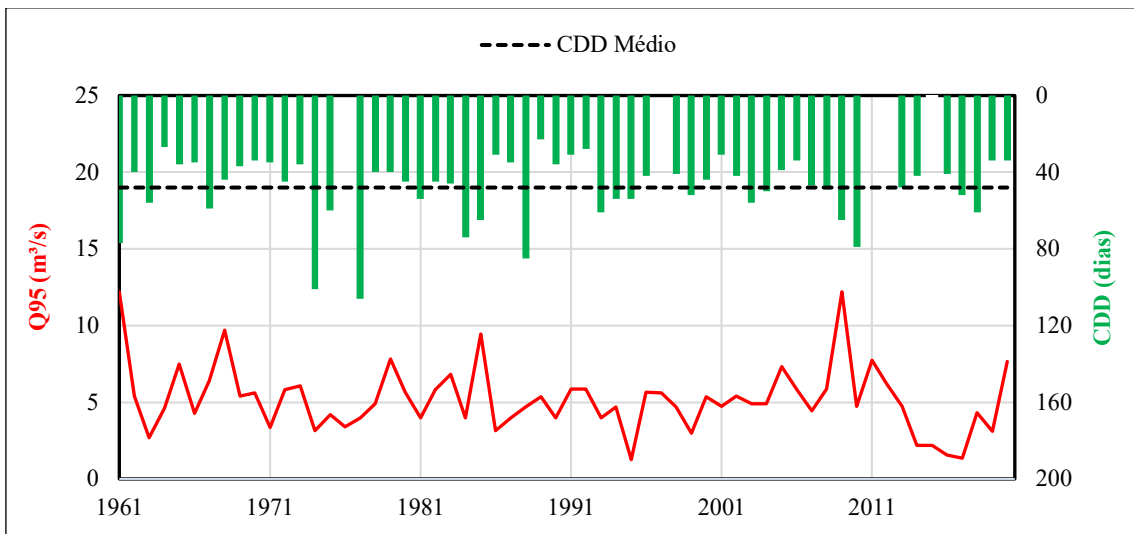


Figura 35: Variação de Q95 em função do CDD na estação Porciúncula.

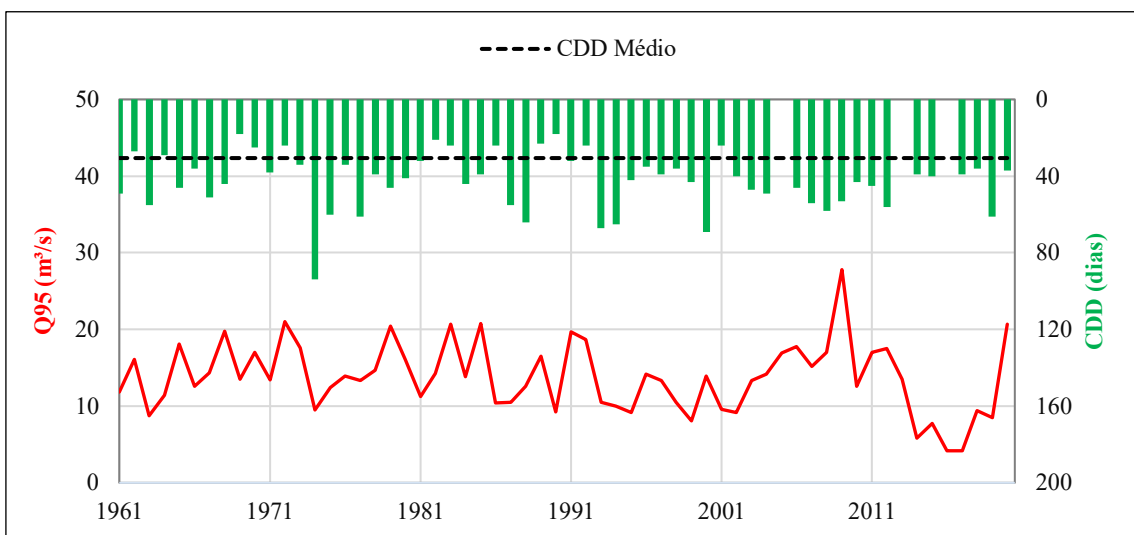


Figura 36: Variação de Q95 em função do CDD na estação Patrocínio do Muriaé.

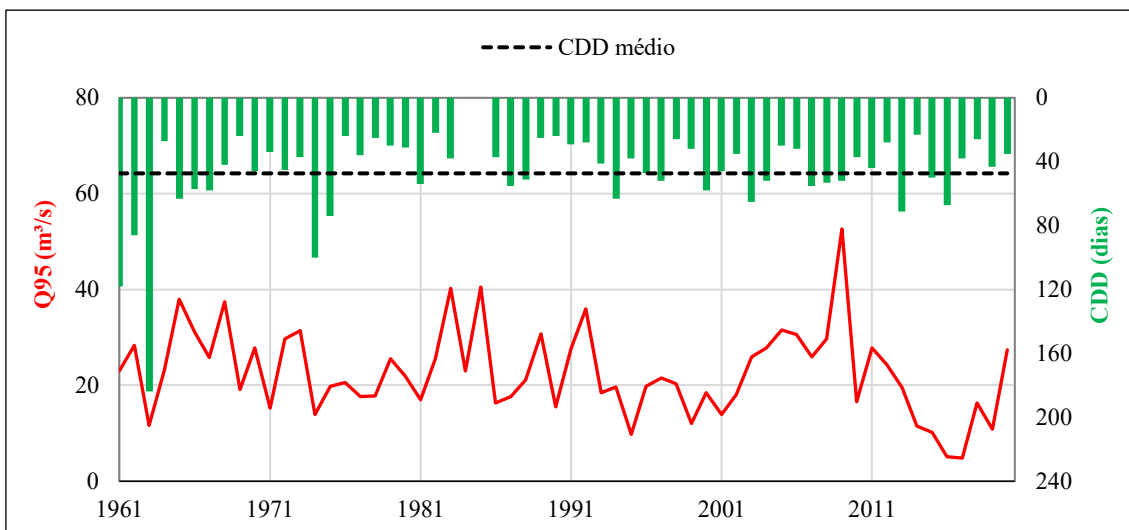


Figura 37: Variação de Q95 em função do CDD na estação Itaperuna.

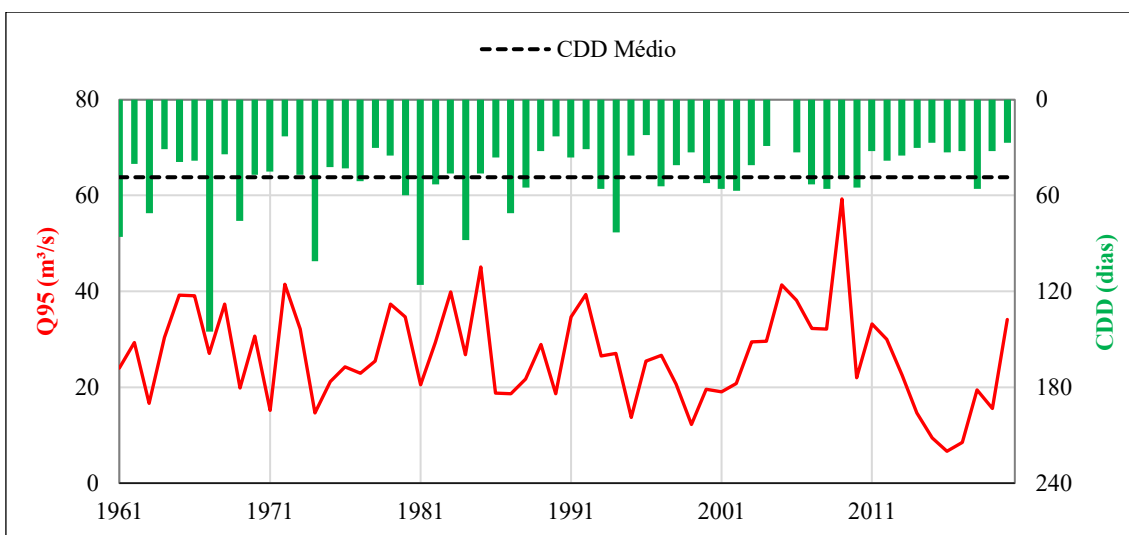


Figura 38: Variação de Q95 em função do CDD na estação Cardoso Moreira.

Apesar da ocorrência de eventos de aumento de CDD e redução da Q95 nas estações, principalmente, em 1961, 1963, 1974 e 1984, os resultados encontrados, de maneira geral, não permitem afirmar a existência de relação entre as variáveis.

Para validar a afirmação, apresenta-se no **Apêndice D** gráficos elaborados entre o CDD e a Q95 para as estações selecionadas. A tendência observada demonstra a associação negativa entre as variáveis (Naghetini & Pinto, 2007). Os resultados alcançados pelas estações Patrocínio do Muriaé (0,05) e Porciúncula (0,17) indicam

pouca ou nenhuma correlação. Já as correlações das estações Itaperuna e Carangola variaram entre 0,44 e 0,49, podendo ser interpretadas como baixas.

Cabe destacar também que na última década, o CDD não acusou o estresse hídrico (a partir de 2014), identificado no presente estudo e mencionado em SGB/CPRM (2019) e CBH-BPSI (2023). Ao contrário, entre 2014 e 2017, na maioria das estações, o CDD esteve abaixo da média histórica. Patrocínio do Muriaé é a única estação onde pode-se observar a caracterização da estiagem (redução do valor da Q95) em função do CDD, pois todos os valores estiveram acima da média histórica.

4.6.4. IAC e Q95

A relação entre o IAC e a Q95, em nível anual, é apresentada nas Figuras 39 a 43.

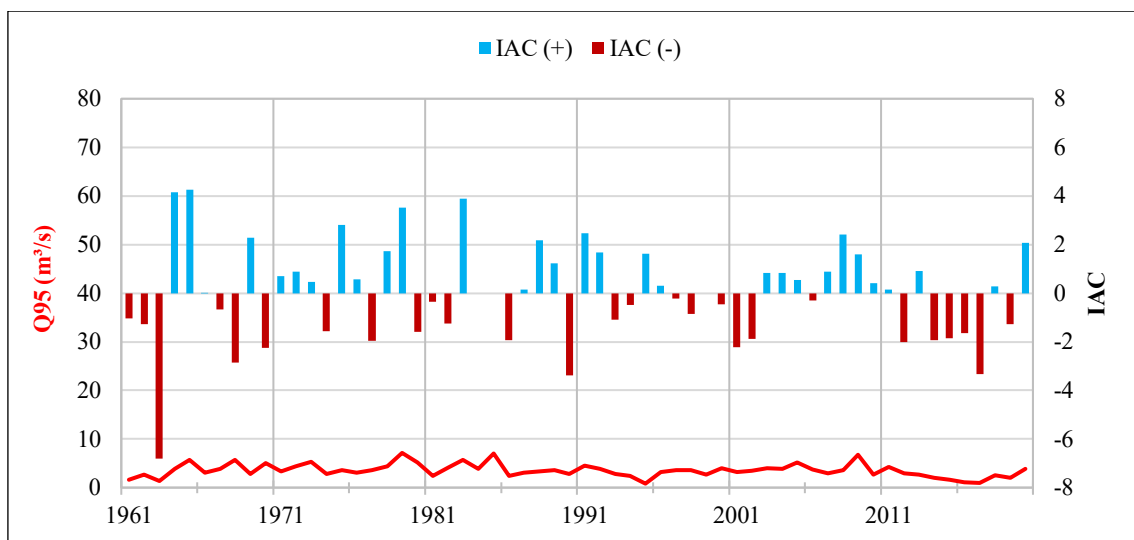


Figura 39: Variação de Q95 em função do IAC na estação Carangola.

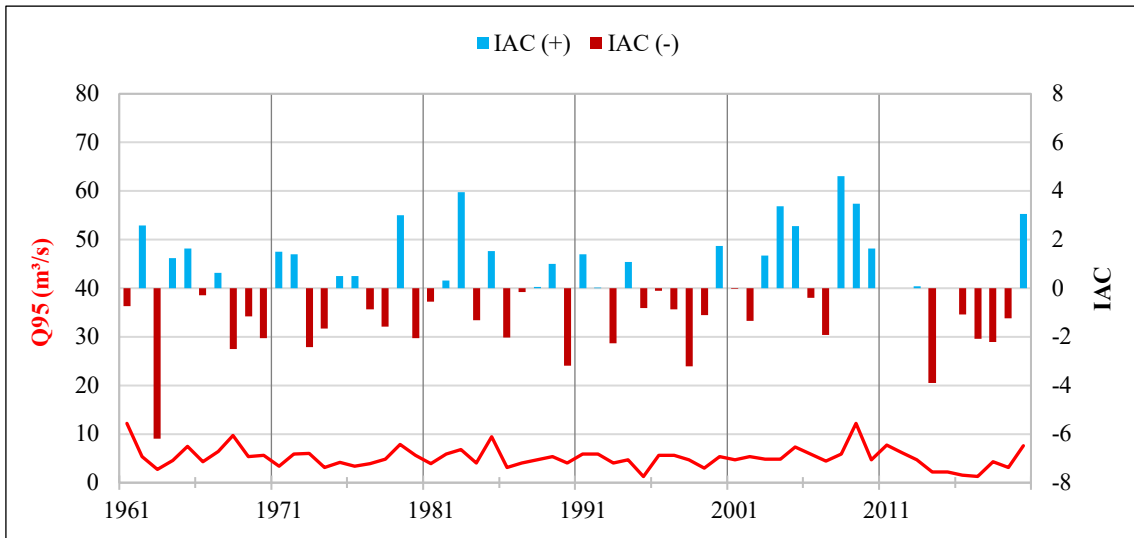


Figura 40: Variação de Q95 em função do IAC na estação Porciúncula.

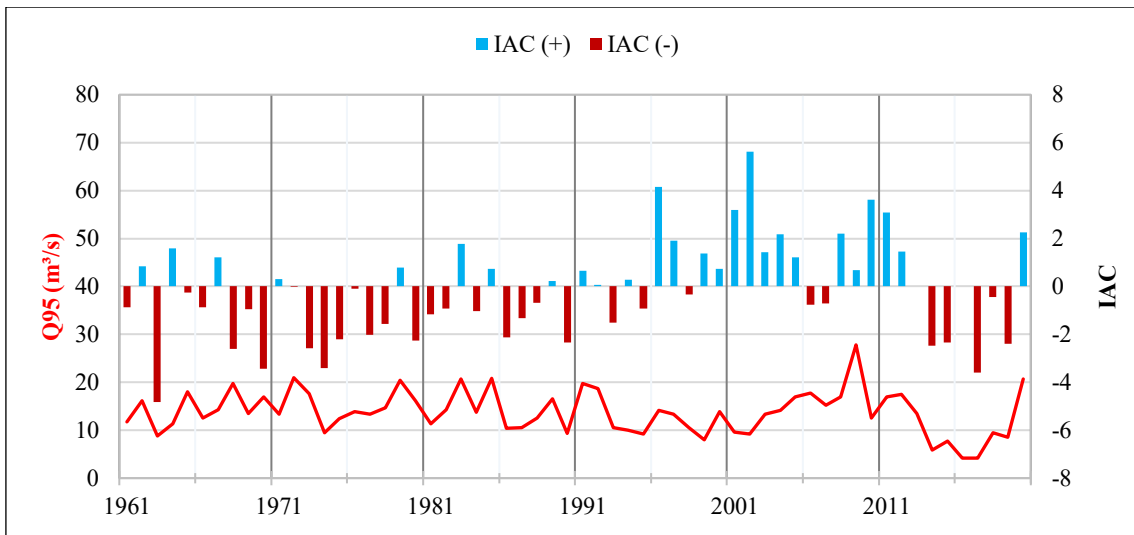


Figura 41: Variação de Q95 em função do IAC na estação Patrocínio do Muriaé.

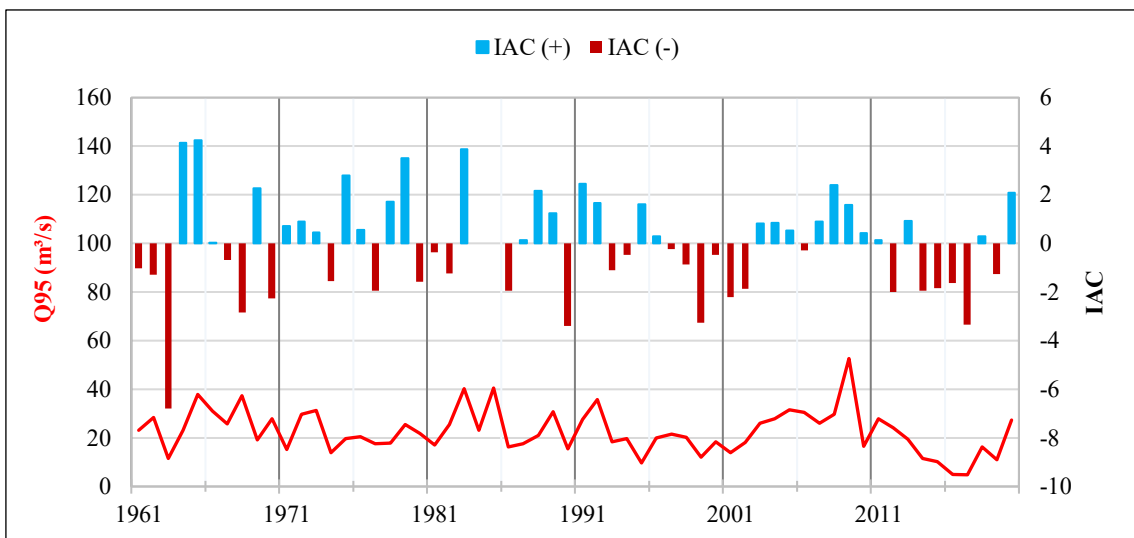


Figura 42: Variação de Q95 em função do IAC na estação Itaperuna.

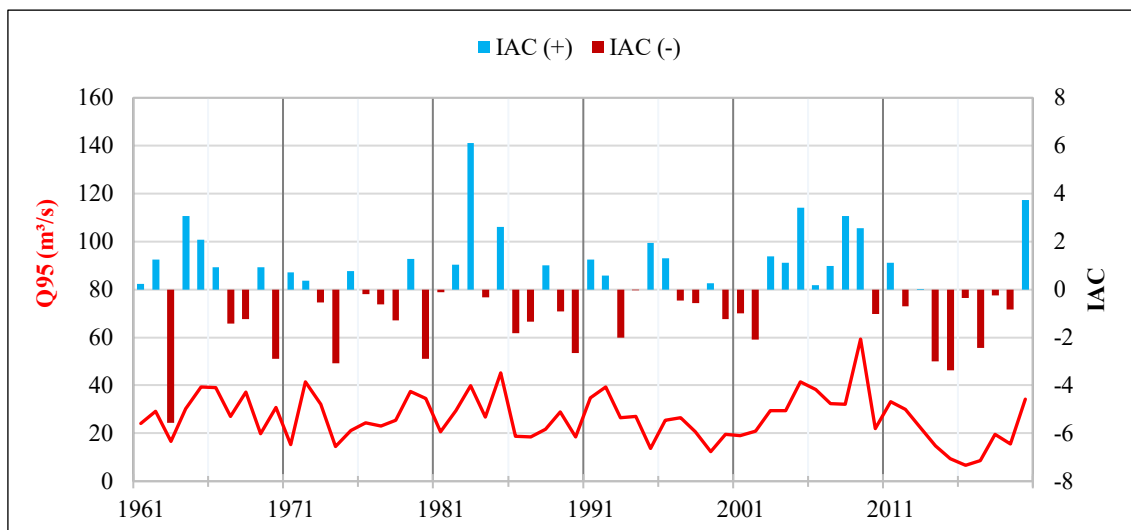


Figura 43: Variação de Q95 em função do IAC na estação Cardoso Moreira.

A década de 1981 e 1990. A esperada redução da Q95 só foi possível de ser observada em Carangola e Patrocínio do Muriaé. Cardoso Moreira manteve a Q95 inalterada, possivelmente justificada pelos quatro meses chuvosos, dos quais o ano de 1983 se destacou como muito chuvoso.

Como mencionado anteriormente, o ano de 1963 variou entre muito seco a extremamente seco, segundo a classificação do IAC, e a Q95 correspondente ao ano refletiu o evento. Entre 1981 e 1990, as anomalias negativas acompanharam a redução da Q95 e as positivas os incrementos de Q95. Entre 2001 e 2010, observou-se uma predominância de anomalias positivas de IAC variando entre chuvoso, muito chuvoso e extremamente chuvoso, e todas as estações registraram um aumento em Q95 no período (vide também Figura 27). Já na década de 2011-2020, todas as estações apresentaram uma maior frequência de eventos variando entre seco e muito seco, também refletida na redução da Q95.

O resultado encontrado evidencia a existência de correlação entre o IAC e a Q95, especialmente na última década, pois demonstra a estiagem na região Sudeste, com

destaque para os anos de 2014, 2015 e 2017, tal como apontada na presente pesquisa e em SGB/CPRM (2019) e CBH-BPSI (2023).

Em resumo, os resultados encontrados demonstram a relação entre a precipitação média mensal e a vazão Q95, indicando que a disponibilidade hídrica varia com a sazonalidade, como era de se esperar. No que diz respeito a PRCPTOT e ao IAC, todas as estações apresentaram correlação com a Q95, especialmente entre 2001-2010 e 2011-2020.

Quanto ao CDD, com base nos resultados encontrados, pode-se inferir que esse indicador não se relaciona bem com a disponibilidade hídrica, inclusive entre 2014 e 2019, em todas as estações, com exceção de Patrocínio do Muriaé, o CDD esteve abaixo da média histórica, sem caracterizar o estresse hídrico identificado no presente estudo e em SGB/CPRM (2019) e CBH-BPSI (2023).

A análise sugere que, embora períodos secos mais longos possam impactar a disponibilidade hídrica, o volume e a distribuição das precipitações (sazonalidade), desempenham um papel significativo na variação da Q95.

No que tange à identificação de tendências na disponibilidade hídrica em função dos indicadores climáticos, pode-se afirmar que a precipitação responde pelas variações na disponibilidade hídrica, uma vez que as demandas observadas na bacia são de pequeno porte, em termos de volume da Q95. Collischonn *et al.* (2021), em seu estudo sobre as possíveis causas da redução das vazões nas últimas décadas do rio Carinhanha, afluente da margem esquerda do rio São Francisco, enfatizam que não é necessário invocar outras causas além da precipitação para explicar as alterações na vazão.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A principal dificuldade enfrentada na presente pesquisa foi o volume considerável de dados analisados e de informações geradas. Com relação à obtenção dos dados disponibilizados pela ANA e pelo INMET, não houve dificuldades. No entanto, cabe mencionar a lacuna na literatura sobre o tema, especialmente em relação à utilização do CDD e do IAC para análise da variabilidade das vazões ao longo do tempo ou da disponibilidade hídrica.

Os resultados alcançados, para o período de 1961 a 2020, quando comparados àqueles de períodos considerados nas pesquisas de demais autores, permitem deduzir que o tamanho e os anos de início e fim das séries temporais de precipitação têm influência nos cálculos dos indicadores climáticos, podendo chegar a resultados distintos de tendências observadas.

A relação entre a PMM e a Q95, bem como a PRCPTOT e a Q95, possibilitou a compreensão da variação da chuva e da vazão, sendo possível observar padrões sazonais. Pode-se inferir que a precipitação é o indicador climático que melhor justifica a disponibilidade hídrica.

O estudo também revelou que o volume de chuvas e as tendências observadas na PRCPTOT são distintos para as estações do trecho superior do rio Muriaé, a saber: Patrocínio do Muriaé, Carangola e Porciúncula. Estudos futuros de caracterização das tendências climáticas da BHRM ou da RNOERJ devem considerar os dados dessas estações.

Com relação ao IAC, a variável se relacionou com a Q95 em algumas décadas, especialmente na última, pois permitiu a confirmação da escassez hídrica observada nesse

período. Em compensação, o conhecimento do IAC foi essencial para comprovar a inobservância da intensificação da estiagem ao longo do tempo na BHRM.

Não foi possível comprovar a existência de relação entre o CDD e a Q95, principalmente, por não ter retratado a escassez hídrica da última década, à exceção da estação Patrocínio do Muriaé. A relevância deste indicador climático para a análise da disponibilidade hídrica foi limitada.

Como temas para pesquisas futuras, tendo em vista que a sazonalidade é um fator relevante para a disponibilidade hídrica, sugere-se a análise com foco nos períodos de seca, com os indicadores climáticos representativos do semestre e/ou trimestre mais seco.

Outra possível linha de pesquisa é a avaliação do comportamento da disponibilidade hídrica frente aos fenômenos El Niño e La Niña e analisar as tendências observadas a partir de indicadores de extremos climáticos.

REFERÊNCIAS

AGEVAP. Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo Diagnóstico dos Recursos Hídricos: Relatório Final – PSR – 010 - RO*. Rio de Janeiro Fundação COPPETEC. 2006. 201p.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento. *Plano Nacional de Recursos Hídricos – Plano de Ação: Estratégia para a Implementação do PNRH 2022–2040 – Volume II*. Brasília: Ana, 2022. 33 p.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento. *Agência disponibiliza séries históricas de dados de níveis e vazões de estações em todo o País*. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/agencia-disponibiliza-series-historicas-de-dados-de-niveis-e-vazoes-de-estacoes-em-todo-o-pais>>. Acesso em: 11 fev. 2025.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento. *Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil*. Brasília: ANA, 2024. 96 p.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento. *Rios*. 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/quem-regula/rios>>. Acesso em: 11 fev. 2025.

Andrade, E. M.; Sena, M. G. T.; Silva, A. G. R.; Pereira, F. J. S.; Lopes, F. B. Uncertainties of the rainfall regime in a tropical semi-arid region: the case of the State of Ceará. *Revista Agro@Mambiente On-Line*, 10(2): 88–96, 2016. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.V10i2.3500>

Asuero, A. G.; Sayago, A.; González, A. G. The Correlation Coefficient: An Overview. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 36(1), 41-59, 2006. <https://doi.org/10.1080/10408340500526766>

Ávila, M. W.; Hora, M. A. G. M.; Ávila, C. R.; Alves, F. V.; Faria, M. M.; Vieira, M. R. Gestão qualitativa dos recursos hídricos. Proposta metodológica para o planejamento de uma rede de estações para monitoramento da qualidade de águas superficiais. Estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Muriaé. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 21(2): 401–415, 2016. <https://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p401-415>

Bolson, S. H. & Haonat, A. I. A Governança da Água, vulnerabilidade hídrica e os impactos das mudanças climáticas no Brasil. *Veredas do Direito*, 13(15): 223-248, 2016. <https://doi.org/10.18623/rvd.v13i25.575>

Brito, A. P.; Silva, N. C.; Tomasella, J. Análise do Índice de Anomalia de Chuva e Tendência de Precipitação para Estações Pluviométricas na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 37(1): 19 - 30, 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778637014521>

Capozzoli, C. R.; Cardoso, A. O., Ferraz, S. E. T. Padrões de variabilidade de vazão de rios nas principais bacias brasileiras e associação com índices climáticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 32(2): 243-254, 2017. <https://doi.org/10.1590/0102-77863220006>

Castro, A. L. A.; Andrade, E. P.; Ugaya, C. M.; Figueiredo, M. C. B. Escassez Hídrica. In: Ugaya, C. M.; Almeida Neto, J. A.; Figueiredo, M. C. B. (org). *Recomendação de modelos de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida para o contexto brasileiro*. Brasília: Ibict, 2019. 165 p.

CBH-BPSI. Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana / Sala de Monitoramento. *Procedimento estatístico para estudo das vazões mínimas e avaliação da disponibilidade hídrica nas Regiões Norte e Noroeste Fluminense do Estado do Rio de Janeiro - RT-SM-019-2023*. Relatório Técnico. 2023. 38p. Disponível em: <<https://salademonitoramento.cbhbaixoparaiba.org.br/banco-de-dados>>. Acesso em: 5 mai. 2025.

Collischonn, W.; Jardim, P. F.; Fontana, R. B. Redução da vazão no Rio Carinhana nos últimos anos pode ser explicada pela redução da chuva. *In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 24, 2021, Belo Horizonte. Anais [...]*. Porto Alegre: ABRHidro, 2021. p. 1-8.

COHIDRO/AGEVAP. Cohidro Consultoria Estudos e Projetos/Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e planos de ação de recursos hídricos das bacias afluentes - Diagnóstico integrado e contextualizado dos recursos hídricos*. Relatório Técnico. 2013. 149p. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/arqforum/Cohidro/Ativ-601604-rev1-dez13.pdf>>. Acesso em: ago. 2025.

DNAEE. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. *Sistemática para análise de consistência de dados pluviométricos*. Brasília: DNAEE. 1981. 35p.

DNAEE. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. *Sistemática para análise de consistência de dados fluviométricos*. Brasília: DNAEE. 1983. 127p.

Dottori, F.; Szewczyk, W.; Ciscar Martinez; J. C.; Zhao, F.; Alfieri, L.; Hirabayashi, Y.; Bianchi, A.; Mongelli, I.; Frieler, K.; Betts, R.; Feyen, L. Increased human and economic

losses from river flooding with anthropogenic warming. *Nature Clim Change*, 8: 781–786, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0257-z>

Ebodé, V.B.; Braun, J.J.; Nnomo, B.N.; Mahé, G.; Nkiaka, E.; Riotte, J. Impact of Rainfall Variability and Land Use Change on River Discharge in South Cameroon. *Water*, 14(6): 941, 2022. <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/6/941>

EMBRAPA SOLOS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do rio Muriaé* [recurso eletrônico] / Prado, R. P. ... [et al.]. — Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2005. 75p.

EMBRAPA SOLOS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Aspectos climáticos do noroeste fluminense, RJ* [recurso eletrônico] / Martorano, L. G. ... [et al.]. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2003. 28p.

ETCCDI. Expert Team on Climate Change Detection and Indices. *Climate Change Indices - Definitions of the 27 core indices*. Disponível em: <https://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml>. Acesso em: 10 fev. 2025.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security*. Rome: FAO, 2012. Disponível em: <<https://www.fao.org/4/i3015e/i3015e.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2025.

Figueiredo Filho, D. B. & Silva Júnior, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, 18(1): 115-146, 2009.

Freitas, M. A. D. S., & Nóbrega, M. T. *Diretrizes e Análises recomendadas para a Consistência de Dados Pluviométricos – versão Janeiro 2012*. Brasília: ANA, SGH, 2011. 18p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16452.04482>

Gastão, G. C. F.; Lima Júnior, S. B.; Leal, C. A. & Maia, L. P. Hydrology of the Rio Doce hydrographic basin in the State of Espírito Santo, Brazil. *William Morris Davis - Revista De Geomorfologia*, 3(2), 1–19. <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v3n2.2022.159>

Gonzaga, V. N. B.; Mello, E. L.; Gomes, B. M.; Vilas Boas, M. A.; Pansera, W. A. A curva de permanência de vazões e a disponibilidade hídrica para outorga no Estado do Paraná. *IRRIGA*, 27(4): 757–768, 2022. <https://doi.org/10.15809/irriga.2022v27n4p757-768>

GWP. Global Water Partnership. *Water Security: Putting the Concept into Practice*. 2014.

Disponível em:

https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/gwp_tec20_web.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022: resultados gerais da população dos municípios. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj.html>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

Justino, F.; Oliveira, E.; Rodrigues, R.; Gonçalves, P.; Souza, P.; Stordal, F.; Marengo, J.; Silva, T.; Delgado, R.; Lindemann, D.; Costa, L. Mean and Interannual Variability of Maize and Soybean in Brazil under Global Warming Conditions. *American Journal of Climate Change*, 2: 237-253, 2013. <http://doi.org/10.4236/ajcc.2013.24024>

Köppen, W. *Climatología: con un estudio de los climas de la Tierra*. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

Kummu, M.; et al. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific Reports*, v. 6, p. 38495, 2016. <https://doi.org/10.1038/srep38495>

Lima, J. M.; Cupolillo, F.; Magalhães Junior, A. P. Panorama da sazonalidade climática da bacia do Rio Doce: subsídios à gestão das unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos. In: Basquerote, A. T. (org). *Geografia: desenvolvimento científico e tecnológico* 4. Ponta Grossa: Atena, 2023. 18-52.
<https://doi.org/10.22533/at.ed..0422316052>

Link, P. M.; Scheffran, J.; Ide, T. Conflict and cooperation in the water-security nexus: a global comparative analysis of river basins under climate change. *WIREs Water*, v. 3, n. 5, p. 495–515, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/wat2.1151>

Mason, N.; Calow, R. *Water security: from abstract concept to meaningful metrics. An initial overview of options*. Londres: ODI, 2012. Disponível em: <https://www.files.ethz.ch/isn/155568/7865.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

Minuzzi, R. B.; Caramori, P. H. Tendência climática sazonal e anual da quantidade de chuva no Estado do Paraná. *Revista Ceres*, 58(5): 593–602, 2011.
<https://doi.org/10.1590/s0034-737x2011000500009>

Moraes, M. F. *Estimativa do balanço hídrico na bacia experimental/representativa de Santa Maria/Cambiocó – Município de São José de Ubá-RJ*. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007. 233p.

Naghetini, M.; Pinto, E. J. A. *Hidrologia estatística*. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552p. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/454>. Acesso em: 27 mai. 2025.

Nobre, C.; Marengo, J.; Seluchi, M.; Cuartas, L.; Alves, L. Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. *Journal of Water Resource and Protection*, 8: 252-262, 2016.
<https://doi.org/10.4236/jwarNobrep.2016.82022>

Noronha, G. C.; Hora, M. A. G. M.; Silva, L. P. Análise do Índice de Anomalia de Chuva para a Microbacia de Santa Maria/Cambiocó, Rj. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31(1): 74-81, 2016. <https://doi.org/10.1590/0102-778620140160>

Nunes Junior, T. T.; Valadão, R. C. Gestão dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Carangola - MG: avanços e perspectivas. *In: Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste*, 1, 2006, Curitiba. *Anais [...]*. Curitiba: UFPR, 2006. p. 1-15. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325261085_Gestao_dos_recursos_hidricos_na_Bacia_Hidrografica_do_Rio_Carangola_-_MG_avancos_e_perspectivas>. Acesso em: 27 mai. 2025.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. *Water Security: Putting the Concept into Practice*. 2014. Disponível em: <https://www.oecd.org/en/topics/biodiversity-water-and-ecosystems.html>>. Acesso em: 21 out. 2024.

ONS. Operador Nacional do Sistema Elétrico. *Manual de Procedimentos da Operação - Elaboração dos Cadastros de Informações Operacionais Hidráulicas - RT-CD.OR.01 – Rev. 6*. Relatório. Rio de Janeiro: ONS. 2023. 29p. Disponível em: https://www.ons.org.br/%2FMPO%2FDocumento%20Normativo%2F7.%20Refer%C3%A2ncias%20T%C3%A9cnicas%2F7.11.%20Cadastros%20de%20Informa%C3%A7%C3%B5es%20Operacionais%2FRT-CD.OR.01_Rev.06.pdf>. Acesso em: 05 out. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. *Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development*. Nova Iorque: ONU, 2005. Disponível em: https://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf>. Acesso em: 05 out. 2024.

Ottero, C. R.; Chargel, L. T.; Hora, M. A. G. M. Análise de Frequência dos Dados Pluviométricos Observados em 2011 e 2013 na Região Serrana, Estado do Rio de Janeiro.

Revista Brasileira de Meteorologia, 33(1): 131-139, 2018.

<http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786331007>

Otto, F. E. L.; Haustein, K.; Uhe, P.; Coelho, C. A. S.; Aravequia, J. A.; Almeida, W.;

King, A.; Perez, E. C.; Wada, Y.; van Oldenborgh, G. J.; Haarsma, R.; van Aalst, M.;

Cullen, H. Factors Other Than Climate Change, Main Drivers of 2014/15 Water Shortage

in Southeast Brazil. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 96: 35-40, 2015.

<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-15-00120.1>

Park, J.; Lim, Y. J.; Kim, B. J.; et al. Appraisal of drought characteristics of representative

drought indices using meteorological variables. *KSCCE Journal of Civil Engineering*, v.

22, p. 2002–2009, 2018. <https://doi.org/10.1007/s12205-017-1744-x>

Petrungaro, A. C. N. & Hora, M. A. G. M. Avaliação das Secas Meteorológica e

Hidrológica na Bacia Contribuinte à Barragem de Juturnaíba, Estado do Rio de Janeiro,

Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 42(4): 309–321, 2019.

https://doi.org/10.11137/2019_4_309_321

Quiroga, S., Garrote, L., Iglesias, A., Fernández-Haddad, Z., Schlickerrieder, J., de Lama,

B., Mosso, C., & Sánchez-Arcilla, A. The Economic Value of Drought Information for

Water Management Under Climate Change: A Case Study in the Ebro Basin. *Nat.*

Hazards and Earth Syst. Sci., 11(3): 643–657, 2011. [https://doi.org/10.5194/nhess-11-](https://doi.org/10.5194/nhess-11-643-2011)

[643-2011](https://doi.org/10.5194/nhess-11-643-2011)

Robert, C. *Os recursos hídricos sofrem uma pressão crescente*. 2019. Disponível em:

<[https://www.afd.fr/pt/actualites/celine-robert-os-recursos-hidricos-sofrem-uma-](https://www.afd.fr/pt/actualites/celine-robert-os-recursos-hidricos-sofrem-uma-pressao-crescente)

[pressao-crescente](https://www.afd.fr/pt/actualites/celine-robert-os-recursos-hidricos-sofrem-uma-pressao-crescente)>. Acesso em: 10 fev. 2025.

Rojpratak, S. & Supharatid, S. Regional extreme precipitation index: Evaluations and projections from the multi-model ensemble CMIP5 over Thailand. *Weather and Climate Extremes*, 37, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100475>

Santana, G. R. A.; Santos, E. B. & Lugon Junior, J. Características climáticas e análise de tendência pluviométrica na bacia do Rio Paraíba do Sul. In: Marques, R. F. V. P.; Santos, C. S.; Rita, F. S.; Barbosa, R. A.; Oliveira, A. S.; Alves, G. S. (org). *Alterações Antrópicas & Meio Ambiente*. Campina Grande: EPTEC, 2023. 297p.

Santos, B. B. M. Segurança hídrica da região metropolitana do Rio de Janeiro: contribuições para o debate. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, n. 1, p. 1-20, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC150132R1V1912016>

Searcy, J. K. *Flow-Duration Curves - Water-Supply Paper 1542-A*. Washington: U.S. Govt. Print. Off., 1959. <https://doi.org/10.3133/wsp1542A>

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Rio de Janeiro. *Painel regional: Noroeste fluminense / Observatório Sebrae/RJ*. Rio de Janeiro: SEBRAE/RJ, 2016a. 16p. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/SebraePainel_NoroesteFluminense.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2025.

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Rio de Janeiro. *Painel regional: Norte fluminense / Observatório Sebrae/RJ*. Rio de Janeiro: SEBRAE/RJ, 2016b. 16p. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/SebraePainel_NorteFluminense.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2025.

SEDEC. Secretaria Nacional de Defesa Civil. *Manual de Desastres – Volume I – Desastres Naturais*. Brasília: SEDEC, 2003. 182p.

SEMA. Secretaria do Ambiente. *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – Relatório Gerencial*. Relatório Técnico. 2014. 70p. Disponível em: <<https://www.agevap.org.br/downloads/Relatorio-Gerencial.pdf>>. Acesso em: ago. 2025.

Senna, M. C. A.; França, G. B.; Pereira, M. F.; Soares, M. S.; Souza, E. P.; Dragaud, I. C. A. V.; Souza, L. S.; Moraes, N. O.; Almeida, V. A.; Almeida, M. V.; Frota, M. N.; Araujo, A. A. M.; Cardozo, K. N. & Viana, L. Q. A teleconnection study between oceanic oscillations and trends in precipitation extremes in the Paraíba do Sul River Basin. *Theor Appl Climatol* 152: 1095–1113, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04451-y>

SGB/CPRM. Serviço Geológico do Brasil / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. *Levantamento da Geodiversidade: Projeto Atlas Pluviométrico do Brasil isoietas médias mensais: período de 1977 a 2006*. 2011. Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/22214>>. Acesso em: 11 fev. 2025.

SGB/CPRM. Serviço Geológico do Brasil / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. *Acompanhamento da Estiagem na Região Sudeste do Brasil - Relatório 02 – Julho/2019 - Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de São Paulo*. São Paulo: SGB/CPRM, 2019. 34p. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/sace/boletins/secas_estiagens/Relatorios/Sao_Paulo/2019_002-20190910%20-%20112109.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2025.

Silva, I. O. *A distribuição espacial das chuvas na Zona da Mata de Minas Gerais sob a influência do relevo*. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Viçosa, 2014. 60p.

Silva, W. & Dereczynski, C. Caracterização Climatológica e Tendências Observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências*, 37(2): 123-138, 2014. https://doi.org/10.11137/2014_2_123_138

Silva, K. N.; Ferreira, E. C.; Ferreira, J. C.; Oliveira, V. S.; Coelho, M. S.; Rodrigues, V. B. & Loureiro, G. E. Influence of precipitation and land use on flows in the Hydrographic Sub-Region Itacaiúnas (SRHI). *Research, Society and Development*, 10 (15), p. e56101522520, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22520>

Silva, W. & Oscar-Júnior, A. Climate extremes related with rainfall in the State of Rio de Janeiro, Brazil: a review of climatological characteristics and recorded trends. *Nat Hazards (Dordr)*. 114(1):713-732, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05409-5>

Siqueira, R. G.; Souza, J. J. L. L.; Faria, A. L. L., & Fernandes Filho, E. I. Controle estrutural e neotectônica na dissecação do relevo em mares de morros no Sudeste Brasileiro (Structural control and neotectonic in the river dissection of the relief of “Seas of Hills”, in Southeastern Brazil). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11(2), 532–546, 2018. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.2.p532-546>

Smakhtin, V. U. Low flow hydrology: a review. *Journal of Hydrology*, 240(3-4): 147-186. 2001. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00340-1](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00340-1)

SNISB. Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. *Relatório de Segurança de Barragens 2023 - Planilha Excel*. Disponível em: <<https://www.snisb.gov.br/portal-snisb/documentos-e-capacitacoes/rsb?id=300>>. Acesso em: 15 mai. 2025.

SPR/ANA. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. *Nota Técnica nº 75/2020/SPR – Atualização da base de disponibilidade Hídrica Superficial da ANA*. Brasília: SPR/ANA, 2020. 14p.

Tucci, C. E. M.; Clarke, R. T. Environmental issues in the La Plata Basin. *Water Resources Development*, 4(2): 157–173, 1998.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind*. Paris: UNESCO, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>. Acesso em: 25 jan. 2025.

UN-WATER. The United Nations World Water Development Report 2021: *Valuing Water*. United Nations, 2021. Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/unwater-status-report-application-integrated-approaches-water-resources-management-0>. Acesso em: 01 out. 2024.

van Rooy, M. P. A rainfall anomaly index independent of time and space. *Notos*, 14: 43-48, 1965.

Veza, P.; Comoglio, C.; Rosso, M.; Viglione, A. Low Flows Regionalization in North-Western Italy. *Water Resour Manage* 24: 4049–4074, 2010. <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9647-3>

Wilhite, D. A.; Glantz, M.H. Understanding the drought phenomenon: The role definitions. In: *Planning for drought toward a reduction of societal vulnerability*. Wilhite, D. A.; Easterling, W. E.; Wood, D. A. (ed). Colorado: Westview. 1985.

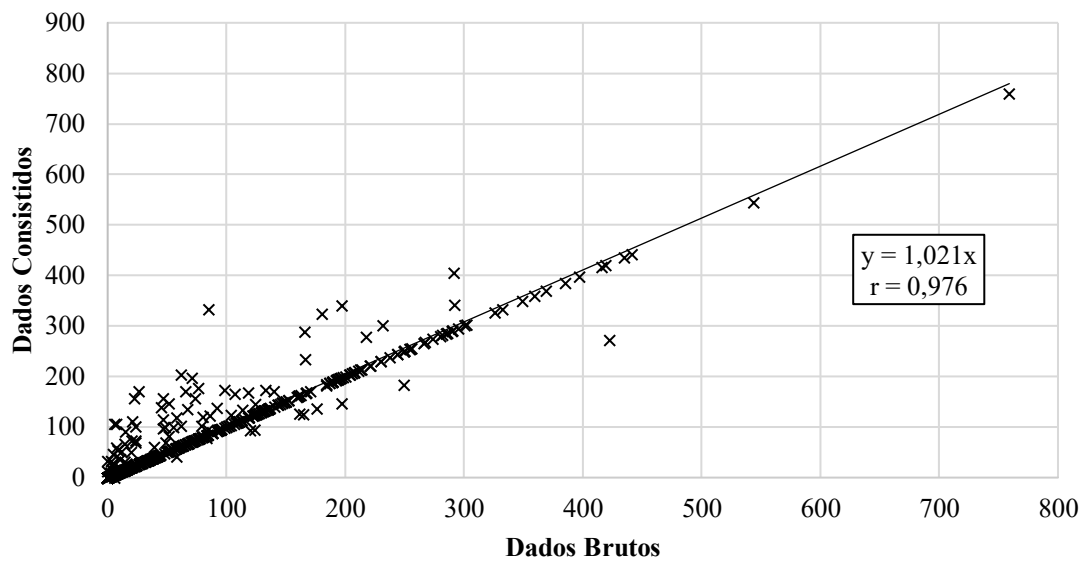
WMO. World Meteorological Organization. *State of the Global Climate 2023*. 2023. Disponível em: <https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2023>. Acesso em: 28 out. 2024.

Zhang, Y.; Zhang, X.; Zhang, Y. Characteristics of consecutive dry days variations in China. *Theor Appl Climatol*, 130: 701–709, 2017.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-016-1984-6>

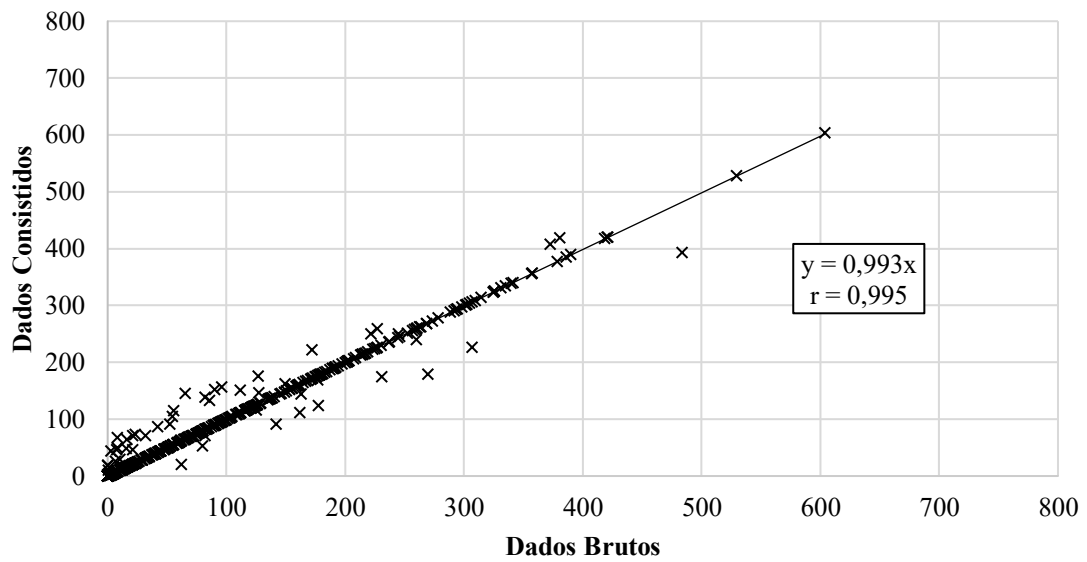
APÊNDICE A

CORRELAÇÃO ENTRE OS DADOS DA ANA DE PRECIPITAÇÃO MENSAL BRUTOS E CONSISTIDOS

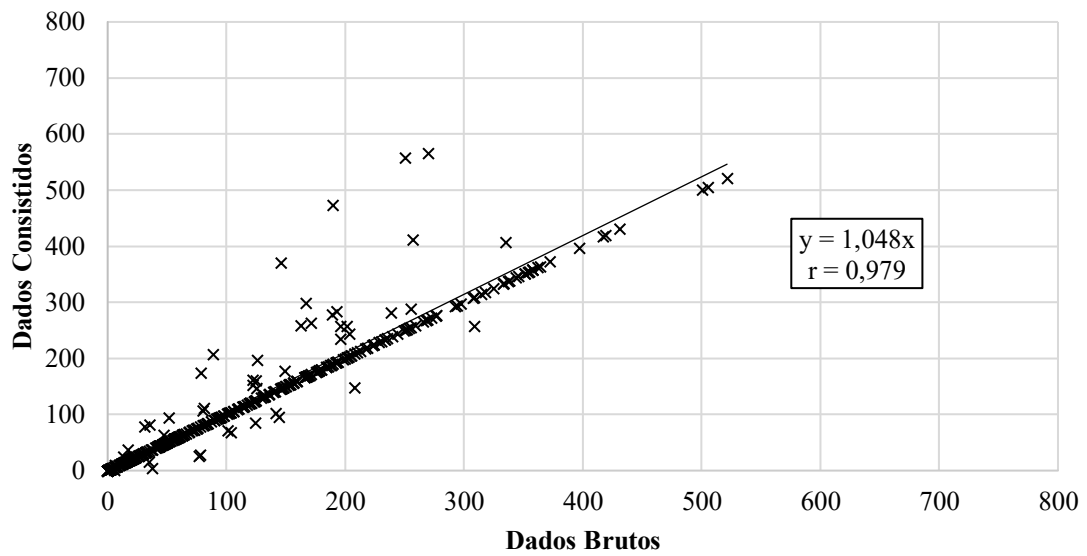
Carangola
Precipitação Mensal 1961 a 2005
(430 meses correlacionados)



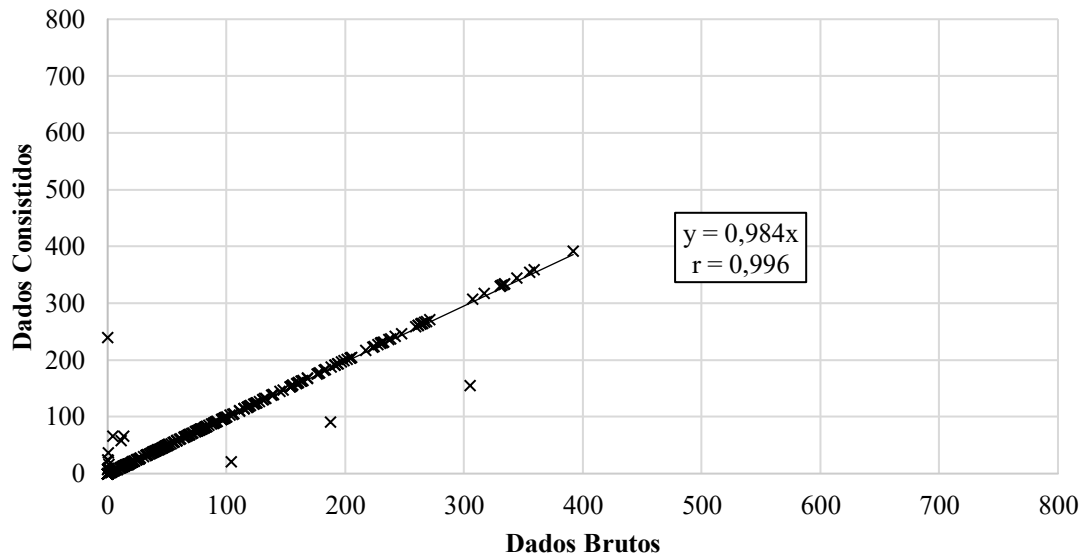
Porciúncula
Precipitação Mensal 1961 a 2005
(432 meses correlacionados)



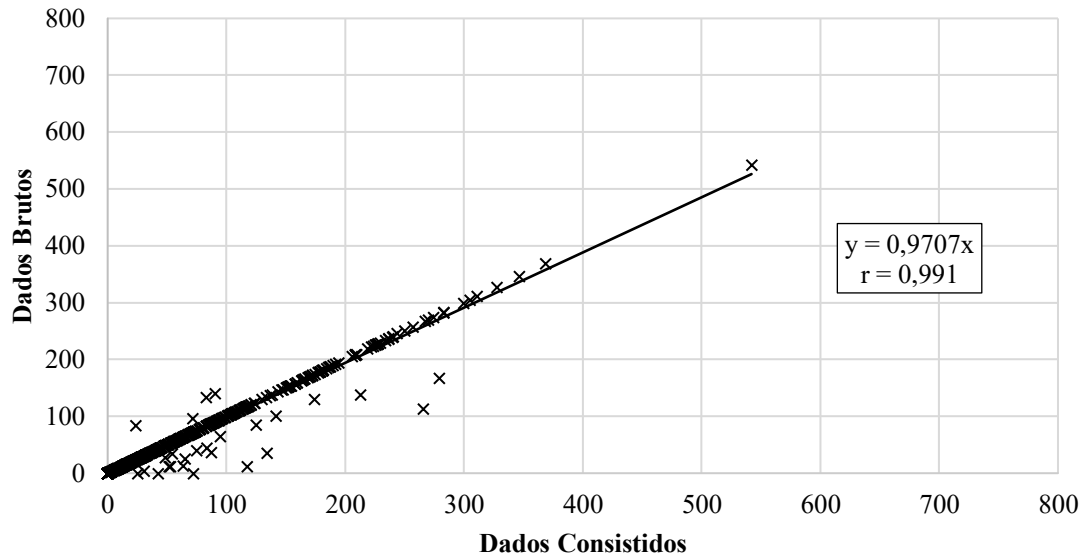
Patrocínio do Muriaé
Precipitação Mensal 1961 a 2005
(431 meses correlacionados)



Itaperuna
Precipitação Mensal 1961 a 2005
(264 meses correlacionados)



Cardoso Moreira
Precipitação Mensal 1961 a 2005
(431 meses correlacionados)



APÊNDICE B

SÉRIES DE PRECIPITAÇÕES MENSAIS E ANUAIS CONSOLIDADAS

Estação Carangola (20420000) - Precipitação Mensal e Anual (mm)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1961	230,00	132,00	29,00	67,00	18,00	9,00	14,00	0,00	1,00	77,00	110,00	184,00	871,00
1962	385,00	221,00	33,00	31,00	7,00	11,00	16,00	3,30	78,00	60,00	93,00	285,00	1.223,30
1963	36,00	161,00	27,00	115,00	0,00	8,40	10,00	5,70	0,00	24,20	111,00	244,00	742,30
1964	244,00	124,00	61,00	100,20	67,00	62,00	96,00	26,40	10,80	435,00	110,50	759,00	2.095,90
1965	326,00	136,00	160,70	159,60	70,00	12,30	20,70	17,90	6,10	62,80	167,10	187,00	1.326,20
1966	213,00	27,00	33,00	92,00	40,00	5,30	27,00	6,00	43,80	130,80	192,20	196,60	1.006,70
1967	286,20	280,00	187,00	52,00	15,70	3,40	4,50	2,60	22,60	74,00	221,60	267,40	1.417,00
1968	95,00	237,30	94,40	67,90	13,40	6,50	13,70	13,00	95,00	72,60	47,80	205,60	962,20
1969	123,00	135,30	129,20	37,90	3,00	71,00	16,40	15,90	5,70	109,70	80,00	126,70	853,80
1970	94,20	14,70	57,70	65,80	5,30	7,40	27,00	41,60	68,10	118,80	131,50	125,30	757,40
1971	109,00	108,50	112,70	38,40	18,40	43,20	22,80	28,90	88,20	203,40	349,00	152,40	1.274,90
1972	135,60	167,40	162,80	94,60	13,40	2,40	68,20	28,40	88,00	70,80	194,00	193,70	1.219,30
1973	295,20	132,00	200,10	103,80	29,40	12,80	0,00	9,20	13,60	230,00	150,00	112,80	1.288,90
1974	77,10	76,60	119,20	119,00	20,20	21,60	0,00	0,00	0,00	132,20	79,80	207,40	853,10
1975	332,20	109,00	95,80	41,40	42,00	15,00	71,80	0,00	58,00	106,40	281,60	170,60	1.323,80
1976	148,40	53,20	133,80	57,00	76,40	0,40	42,60	31,40	84,20	68,20	145,20	204,00	1.044,80
1977	80,90	23,50	108,40	73,00	13,60	1,80	0,00	0,80	59,40	88,00	266,00	300,50	1.015,90
1978	94,40	121,20	135,00	46,50	126,60	10,00	35,80	6,70	55,30	120,60	155,00	242,30	1.149,40
1979	362,90	217,00	172,00	58,50	49,40	3,20	24,60	12,40	18,60	94,60	119,40	153,40	1.286,00
1980	227,00	126,00	81,20	192,20	11,40	8,60	0,00	34,60	14,00	31,20	154,80	182,40	1.063,40
1981	88,00	60,80	101,80	42,40	32,40	40,20	1,70	41,20	2,80	133,60	438,60	165,00	1.148,50
1982	249,40	41,60	301,40	88,20	13,60	16,20	8,40	7,80	4,00	54,80	96,50	278,40	1.160,30
1983	342,00	102,40	146,80	143,40	31,90	24,60	29,10	0,00	109,00	173,20	143,50	405,00	1.650,90
1984	136,20	52,80	182,60	15,80	7,40	0,00	0,00	57,80	28,20	125,80	250,00	415,80	1.272,40
1985	441,20	99,20	204,00	93,80	27,00	0,00	3,20	39,80	124,80	119,90	168,40	234,00	1.555,30
1986	118,40	99,90	161,20	37,80	15,40	12,20	35,40	40,60	6,00	43,60	214,00	122,40	906,90
1987	182,20	83,60	150,00	40,80	42,00	9,40	1,60	0,00	31,90	146,90	108,00	290,00	1.086,40
1988	170,00	133,80	99,20	149,40	77,40	4,80	1,20	0,00	0,00	144,60	94,60	127,80	1.002,80
1989	157,10	136,00	124,00	93,20	14,80	84,20	31,30	8,60	81,40	139,30	171,00	156,00	1.196,90
1990	36,00	102,00	69,20	65,10	32,00	6,00	19,90	3,60	46,00	147,20	124,90	189,80	841,70
1991	323,50	122,00	272,30	49,80	24,10	9,60	6,20	3,60	110,20	98,60	129,80	172,40	1.322,10
1992	177,20	72,40	66,40	134,80	51,80	3,80	32,60	25,00	105,40	118,50	288,40	136,90	1.213,20
1993	170,20	105,50	91,20	115,30	3,40	16,40	0,00	0,00	54,20	72,40	60,80	196,80	886,20
1994	340,40	9,70	333,20	110,60	71,40	43,70	29,20	1,20	0,00	51,80	68,80	165,00	1.225,00
1995	55,00	100,90	101,50	59,50	8,40	0,00	14,80	3,60	12,00	195,40	155,90	302,20	1.009,20
1996	232,80	68,40	131,20	6,60	0,00	0,00	0,00	2,20	102,30	120,40	258,50	164,40	1.086,80
1997	514,80	25,00	54,00	4,60	6,90	10,00	1,20	2,20	84,00	140,00	110,40	191,10	1.144,20
1998	168,80	107,00	38,60	16,20	47,80	0,00	0,00	30,00	98,60	139,00	357,70	308,70	1.312,40
1999	347,40	51,30	264,00	50,10	0,00	27,40	0,50	1,50		72,20	250,70	163,60	
2000	143,40	100,40	190,90	71,20	8,50	5,70	8,50	48,50	46,90	180,90	168,80	309,60	1.283,30
2001	198,20	152,40	147,00	44,60	36,80	6,30	0,00	9,70	75,60	93,40	369,10	208,00	1.341,10
2002	254,00	290,50	63,60	4,30	83,60	3,20	23,90	0,00	135,00	50,00	189,40	273,70	1.371,20
2003	543,80	19,10	136,90	31,70	20,50	0,00	15,50	87,60	36,00	102,10	135,10	192,90	1.321,20
2004	249,70	254,60	195,50	188,80	34,20	16,90	63,20	27,10	0,00	140,60	210,90	396,90	1.778,40
2005	255,70	359,20	419,40	92,30	60,20	38,70	34,10	14,10	122,20	51,20	253,00	342,40	2.042,50
2006	84,60	98,10	312,00	126,50	11,30	10,80	0,00	23,70	112,20	133,20	297,00	315,60	1.525,00
2007	351,30	191,20	49,80	165,30	10,90	2,80	6,20	0,00	9,90	85,90	170,70	373,10	1.417,10
2008	246,10	225,20	120,90	108,70	66,60	6,00	16,90	34,70	96,70	54,00	353,90	591,70	1.921,40
2009	491,80	355,10	251,30	167,60	5,10	42,70	14,20	84,10	107,20	211,60	124,40	238,50	2.093,60
2010	72,80	70,20	236,70	65,60	56,70	1,10	23,90	12,50	16,20	104,30	402,40	374,80	1.437,20
2011	203,00	155,20	405,00	188,10	13,40	18,00	6,40	0,00	3,20	214,30	204,50	353,80	1.764,90
2012	300,10	29,10	173,80	92,30	172,20	15,90	2,00	33,50	45,70	66,10	232,20	197,10	1.360,00
2013	252,80	175,60	242,20	114,40	34,40	5,40	5,00	9,50	28,60	76,20	205,10	439,50	1.588,70
2014	74,20	84,50	159,00	156,50	18,20	4,10	29,60	28,60	5,90	139,90	383,00	53,70	1.137,20
2015	45,20	58,00	135,00	95,90	80,80	50,20	8,40	6,50	86,80	103,80	100,90	182,60	954,10
2016	115,40	63,70	136,20	43,10	34,80	69,40	0,00	9,90	93,50	68,20	364,50	374,40	1.373,10
2017	52,20	168,90	118,60	150,00	27,50	48,40	23,30	5,50	5,80	54,20	230,60	235,70	1.120,70
2018	197,20	309,80	253,00	227,70	21,00	6,90	18,50	94,50	78,00	98,50	245,90	214,50	1.765,50
2019	42,00	176,80	142,20	268,80	62,90	19,10	0,00	17,10	25,00	25,80	402,00	303,70	1.485,40
2020	293,80	345,00	254,90	113,50	66,60	1,70	23,30	31,20	24,20	184,70	325,00	185,60	1.849,50

Estação Porciúncula (2042027) - Precipitação Mensal e Anual (mm)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1961	378,00	206,80	67,40	201,20	23,20	16,20	17,00	0,00	0,00	90,40	82,00	135,60	1.217,80
1962	529,00	291,20	10,00	43,80	18,80	10,80	37,40	2,40	92,80	122,40	117,40	339,40	1.615,40
1963	54,40	115,20	33,20	138,20	0,00	3,40	3,40	4,80	0,40	42,40	102,80	134,80	633,00
1964	263,20	245,60	59,00	50,60	32,80	34,60	60,00	15,80	7,80	155,00	104,60	420,80	1.449,80
1965	236,80	158,20	202,60	116,00	47,80	8,20	21,00	28,80	64,20	257,80	166,60	191,80	1.499,80
1966	244,00	28,80	136,60	51,40	68,00	4,40	25,40	7,00	32,00	110,40	256,20	301,40	1.265,60
1967	314,20	278,00	223,00	70,00	7,00	4,00	5,20	4,00	28,00	34,00	217,00	190,00	1.374,40
1968	145,00	175,00	78,00	82,00	21,00	3,00	26,00	40,00	97,00	111,00	61,00	189,00	1.028,00
1969	214,00	121,00	140,00	103,00	6,00	55,00	2,00	40,00	7,00	137,00	178,00	168,20	1.171,20
1970	194,00	37,00	87,00	85,00	4,00	12,00	40,00	44,00	71,00	202,00	184,00	116,00	1.076,00
1971	103,00	121,00	160,00	55,00	12,00	58,70	4,20	23,00	111,00	150,00	386,00	298,10	1.482,00
1972	115,60	324,70	93,60	117,10	16,10	0,40	66,80	39,60	52,80	136,20	304,40	201,40	1.468,70
1973	125,20	79,60	178,00	44,60	23,40	16,60	6,00	33,80	21,00	160,60	172,20	174,60	1.035,60
1974	236,20	70,40	98,60	128,60	79,00	23,00	0,00	0,00	0,00	191,00	111,50	179,90	1.118,20
1975	306,80	99,40	94,80	58,60	47,20	20,60	60,40	0,00	39,40	117,00	309,20	203,20	1.356,60
1976	74,10	88,80	121,60	32,40	88,80	6,20	65,00	79,00	135,00	214,20	122,60	331,00	1.358,70
1977	159,20	4,00	110,60	226,00	19,80	0,00	0,00	0,00	93,20	35,00	259,80	294,00	1.201,60
1978	149,80	100,20	66,20	31,60	79,80	44,80	38,60	1,00	39,20	196,00	122,40	255,60	1.125,20
1979	544,60	259,00	243,40	92,60	23,40	0,00	14,00	18,40	23,40	54,00	148,50	247,70	1.669,00
1980	276,00	137,90	18,00	169,00	13,40	3,40	0,00	35,60	27,80	38,40	163,60	193,60	1.076,70
1981	167,70	58,60	114,60	51,40	26,40	17,80	0,00	39,20	16,00	179,60	264,20	302,00	1.237,50
1982	288,20	46,00	357,20	64,30	14,20	10,40	2,40	47,00	18,40	68,20	115,60	302,10	1.334,00
1983	420,50	77,20	153,00	191,60	41,80	5,80	31,00	0,00	115,40	175,40	218,80	356,50	1.787,00
1984	108,00	16,50	169,60	64,40	6,00	1,40	0,00	51,00	52,90	89,40	260,40	334,80	1.154,40
1985	419,00	118,20	226,60	86,80	43,80	0,00	3,60	14,60	84,00	119,80	146,60	221,90	1.484,90
1986	162,90	186,90	92,00	62,00	43,10	2,00	48,70	76,20	15,80	5,00	133,40	250,40	1.078,40
1987	268,40	55,40	152,90	108,60	79,60	13,60	13,60	1,00	84,50	116,60	125,20	259,20	1.278,60
1988	157,40	224,80	124,30	227,00	80,40	24,80	18,00	0,00	20,00	146,00	128,00	152,80	1.303,50
1989	197,10	208,40	215,80	64,00	38,60	89,60	39,80	10,20	95,40	148,00	176,80	138,00	1.421,70
1990	50,40	171,20	126,00	48,40	53,40	18,00	47,00	22,00	59,40	108,80	71,80	179,00	955,40
1991	340,80	179,20	214,40	91,40	12,20	20,90	10,00	12,00	111,40	75,60	151,20	252,00	1.471,10
1992	178,00	101,20	74,80	170,80	111,00	16,60	32,40	31,80	103,70	116,30	250,30	110,10	1.297,00
1993	175,40	116,30	104,80	121,30	14,20	29,90	0,00	13,60	68,50	63,70	50,90	293,30	1.051,90
1994	393,30	11,80	408,50	145,10	71,10	44,10	26,40	5,10	2,80	73,20	71,60	176,40	1.429,40
1995	61,80	144,50	139,10	71,70	2,30	0,00	10,50	7,70	22,80	182,70	240,40	325,40	1.208,90
1996	284,30	111,10	111,40	85,80	28,10	10,30	0,00	1,50	137,50	125,60	209,00	180,20	1.284,80
1997	251,60	98,50	147,90	26,10	14,40	13,20	0,00	28,20	126,80	84,10	223,40	189,10	1.203,30
1998	231,70	80,30	24,40	8,20	78,90	11,60	8,20	73,10	33,80	136,90	159,80	105,20	952,10
1999	99,30	141,00	240,60	5,80	0,00	39,30	10,30	13,40	2,90	70,90	316,30	237,80	1.177,60
2000	204,90	166,50	158,50	127,70	7,10	4,30	3,80	40,00	47,70	91,20	403,10	256,50	1.511,30
2001	191,40	123,30	119,90	16,00	65,50	3,70	12,80	14,90	82,80	90,60	389,80	181,00	1.291,70
2002	189,00	154,80	60,60	0,00	98,40	4,70	14,50	7,30	99,30	77,20	177,00	268,10	1.150,90
2003	603,70	11,80	160,90	50,30	60,90	0,00	12,00	58,30	90,70	71,50	112,00	230,00	1.462,10
2004	324,10	212,90	201,50	124,20	47,30	23,00	49,70	20,30	0,00	200,00	95,60	418,10	1.716,70
2005	164,30	273,20	262,40	74,10	83,60	23,40	28,80	43,80	96,50	44,60	200,60	319,30	1.614,60
2006	214,80	132,70	148,00	90,90	40,80	18,00	21,20	18,70	48,90	108,70	169,10	241,20	1.252,90
2007	340,00	164,60	0,00	112,80	0,00	0,00	0,00	0,00	24,20	88,80	186,50	174,00	1.090,90
2008	306,80	228,00	131,90	66,40	18,10	0,00	0,00	33,30	75,20	27,90	247,70	734,10	1.869,40
2009	300,90	234,10	170,50	187,80	0,00	36,40	0,50	22,10	30,90	179,20	168,60	397,70	1.728,70
2010	87,10	77,10	280,40	36,90	29,10	0,00	23,50	0,00	27,40	109,90	322,90	504,20	1.498,50
2011		20,20	254,40	183,00	14,30	25,60	5,30	0,00	7,80	140,00	135,50	189,80	
2012	450,70	66,50	110,80	91,40	140,30		0,00	9,00	69,20	32,80	241,50	97,80	
2013	285,50	146,20	132,00	9,70	62,80	14,50	0,00	43,80	106,80	70,70	210,00	222,80	1.304,80
2014	16,30	21,80	157,60	185,90	27,30	1,20	27,10	7,20	0,00	102,50	261,60	70,10	878,60
2015	52,00	124,50	131,40	105,60	143,40	77,70	11,70		118,20	91,30		178,60	
2016	170,00	235,80	102,30	22,50	26,40	50,80	0,00	7,30	40,40	33,40	240,00	250,20	1.179,10
2017	53,80	90,80	292,50	163,20	92,10	14,80	0,00	8,30	0,00	59,60	204,70	91,70	1.071,50
2018	190,60	177,40	243,00	120,30	0,00	0,00	0,70	32,30	17,70	24,00	172,80	79,00	1.057,80
2019	30,00	139,60	147,40	62,00	59,20	3,90	0,00	26,60	27,10	52,80	383,10	230,10	1.161,80
2020	406,60	314,50	154,80	90,90	71,20	3,50	13,30	29,30	24,00	144,10	188,70	235,40	1.676,30

Estação Patrocínio do Muriaé (2142002) - Precipitação Mensal e Anual (mm)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1961	500,40	243,80	130,60	95,80	46,00	14,80	7,60	7,00	0,10	60,20	102,20	189,60	1.398,10
1962	417,20	325,00	57,80	41,90	22,90	23,80	49,80	12,40	83,70	132,20	169,00	431,20	1.766,90
1963	68,80	176,60	43,50	54,60	18,40	6,50	3,00	3,00	0,00	43,60	120,20	94,50	632,70
1964	357,80	351,40	91,40	43,80	42,60	59,40	87,20	12,60	10,00	166,80	218,60	505,20	1.946,80
1965	292,50	276,20	159,10	120,20	48,00	0,20	37,30	26,20	50,60	193,60	159,40	154,00	1.517,30
1966	333,60	49,40	66,10	117,40	43,80	0,60	25,60	20,00	61,40	94,10	351,10	235,30	1.398,40
1967	521,40	397,30	362,20	47,80	18,00	1,80	11,20	0,00	16,60	26,00	253,80	201,70	1.857,80
1968	119,40	239,70	101,90	58,00	3,90	4,50	32,10	20,30	95,40	64,50	124,40	199,60	1.063,70
1969	205,40	115,20	180,00	75,30	12,00	30,00	6,30	36,70	11,50	145,60	228,60	338,20	1.384,80
1970	153,40	31,80	56,20	63,10	3,60	17,40	42,40	51,60	58,80	166,00	149,60	105,80	899,70
1971	89,60	44,20	252,10	60,40	18,30	64,20	2,50	43,40	210,30	175,30	337,10	343,90	1.641,30
1972	92,70	297,50	59,90	224,30	42,40	13,20	56,70	83,20	48,80	103,60	187,50	355,00	1.564,80
1973	185,70	59,00	212,70	23,60	37,40	62,80	2,20	12,20	26,80	146,40	184,20	114,00	1.067,00
1974	170,00	45,40	159,20	47,00	22,00	11,80	0,00	0,00	2,60	146,60	43,40	259,00	907,00
1975	308,60	147,80	75,80	42,20	49,20	16,00	56,60	0,00	48,20	135,60	230,50	28,80	1.139,30
1976	40,80	94,40	171,50	18,80	110,30	50,00	131,80	80,80	121,00	294,20	201,40	233,40	1.548,40
1977	208,00	14,00	123,20	146,80	21,60	0,00	15,40	23,00	124,00	56,50	192,00	250,90	1.175,40
1978	238,10	118,80	196,00	51,00	95,90	21,40	61,80	1,00	10,60	155,30	114,70	198,10	1.262,70
1979	494,80	315,80	154,90	50,60	23,90	0,00	19,00	29,20	26,40	65,70	314,40	261,00	1.255,70
1980	237,60	44,50	43,40	149,80	46,30	29,40	0,00	32,60	17,30	59,00	156,60	310,80	1.127,30
1981	99,30	71,00	162,10	0,00	68,50	34,90	11,00	63,70	11,00	259,50	353,50	208,50	1.343,00
1982	265,50	53,20	314,70	78,00	32,00	14,50	22,00	55,70	30,00	68,10	147,80	308,80	1.390,30
1983	346,00	113,50	132,50	167,70	63,00	73,00	44,00	2,20	184,30	136,20	307,40	419,20	1.989,00
1984	125,20	16,40	171,50	80,20	12,30	3,10	2,20	52,30	106,00	88,90	357,70	353,80	1.369,60
1985	372,50	140,60	358,00	118,90	46,50	9,30	16,50	20,40	139,50	129,20	188,30	203,10	1.742,80
1986	141,70	217,30	109,30	46,20	35,00	21,00	84,40	100,80	9,80	14,00	124,20	249,50	1.153,20
1987	223,10	34,60	168,50	93,30	81,70	24,00	6,20	4,00	89,60	122,00	144,40	317,60	1.309,00
1988	156,50	277,00	103,60	204,70	71,00	22,00	8,00	0,00	22,40	177,60	203,70	189,10	1.435,60
1989	238,70	180,00	178,30	77,10	19,10	102,40	80,30	3,00	125,10	126,00	269,20	224,00	1.623,20
1990	81,30	193,00	150,00	33,50	64,00	28,00	56,00	22,00	72,00	103,20	101,40	208,00	1.112,40
1991	364,00	156,20	272,60	152,40	15,00	40,00	17,30	13,20	97,50	141,00	255,40	198,00	1.722,60
1992	192,10	110,00	84,00	194,00	98,00	2,00	59,00	8,00	255,40	195,90	234,00	153,00	1.585,40
1993	146,00	125,00	196,30	167,20	47,50	51,70	0,00	6,00	78,10	114,00	75,00	268,00	1.274,80
1994	333,00	37,80	335,20	166,80	149,20	31,20	8,00	6,00	20,00	166,00	122,40	256,80	1.632,40
1995	145,80	189,40	162,60	78,60	35,20	0,80	32,00	2,00	22,00	201,30	250,50	270,10	1.390,30
1996	376,00	186,60	362,40	38,00	54,00	10,00	4,00	38,00	152,00	233,20	424,20	677,00	2.555,40
1997	552,00	115,60	399,20	30,00	26,00	46,00	8,00	8,00	134,10	181,70	297,30	220,90	2.018,80
1998	159,40	178,20	20,40	16,20	139,60	50,20	0,00	101,80	70,00	233,00	263,10	271,60	1.503,50
1999	198,80	68,40	321,10	16,00	0,00	194,70	92,90	29,20	16,40	124,40	350,80	484,40	1.897,10
2000	260,80	143,60	166,90	62,20	34,20	0,00	7,30	32,20	77,40	32,40	434,80	493,80	1.745,60
2001	259,80	248,60	103,90	37,40	50,70	2,90	27,70	3,20	184,00	97,30	539,00	770,40	2.324,90
2002	394,50	604,70	267,00	0,00	101,00	4,20	24,80	17,00	176,90	163,10	574,60	573,90	2.901,70
2003	435,70	21,00	141,50	110,80	81,00	0,00	12,70	179,20	136,90	87,30	107,50	594,40	1.908,00
2004	586,90	199,80	181,40	134,60	45,90	90,90	68,20	15,50	0,50	161,30	103,70	498,50	2.087,20
2005	206,80	344,20	292,70	90,30	43,40	43,80	45,20	0,30	88,80	58,70	289,10	353,50	1.856,80
2006	223,20	160,20	160,00	90,70	44,00	26,60	26,80	21,40	65,30	119,00	199,70	282,90	1.419,80
2007	501,60	59,00	71,20	110,20	24,30	7,60	11,00	10,50	4,20	149,40	284,20	195,30	1.428,50
2008	181,00	286,40	245,90	182,80	22,90	30,10	1,00	29,50	121,30	50,60	396,60	545,10	2.093,20
2009	293,60	82,80	317,60	133,50	15,10	108,60	0,00	51,60	148,60	179,70	106,80	294,00	1.731,90
2010	98,00	47,00	264,40	128,90	34,80	18,50	20,20	17,10	18,20	192,50	811,60	773,40	2.424,60
2011	262,00	127,40	439,10	64,90	25,50	0,00	3,20	0,30	7,00	283,40	465,40	618,50	2.296,70
2012	645,50	46,40	360,50	114,50	315,40	19,70	0,00	63,00	40,10	44,20	202,90	64,20	1.916,40
2013	226,20	14,70	129,50	55,50	57,50	22,80	6,90	41,10	55,90	48,50	287,00		
2014	69,40	64,80	129,10	111,90	17,00	13,80	37,10	19,20	13,70	193,00	313,00	104,80	1.086,80
2015	9,70	144,30	209,30	69,20	60,50	59,50	9,70	44,90	50,20	137,60	126,70	191,70	1.113,30
2016				43,90	11,70	48,60	9,10	2,70	46,40	58,50	333,10	217,20	
2017	66,40	133,90	103,30	41,00	65,00	56,70	42,80	2,60	0,70	14,90	171,90	168,60	867,80
2018	170,20	139,50	348,60	56,80	20,20	7,20	35,70	63,20	79,90	46,00	304,30	213,70	1.485,30
2019	37,10	133,00	137,00	20,40	52,50	24,20	0,00	31,80	61,10	41,80	288,10	278,90	1.105,90
2020	417,90	431,30	274,30	152,60	99,20	2,50	4,00	30,90	73,70	169,50	217,40	230,10	2.103,40

Estação Itaperuna (21410004) - Precipitação Mensal e Anual (mm)

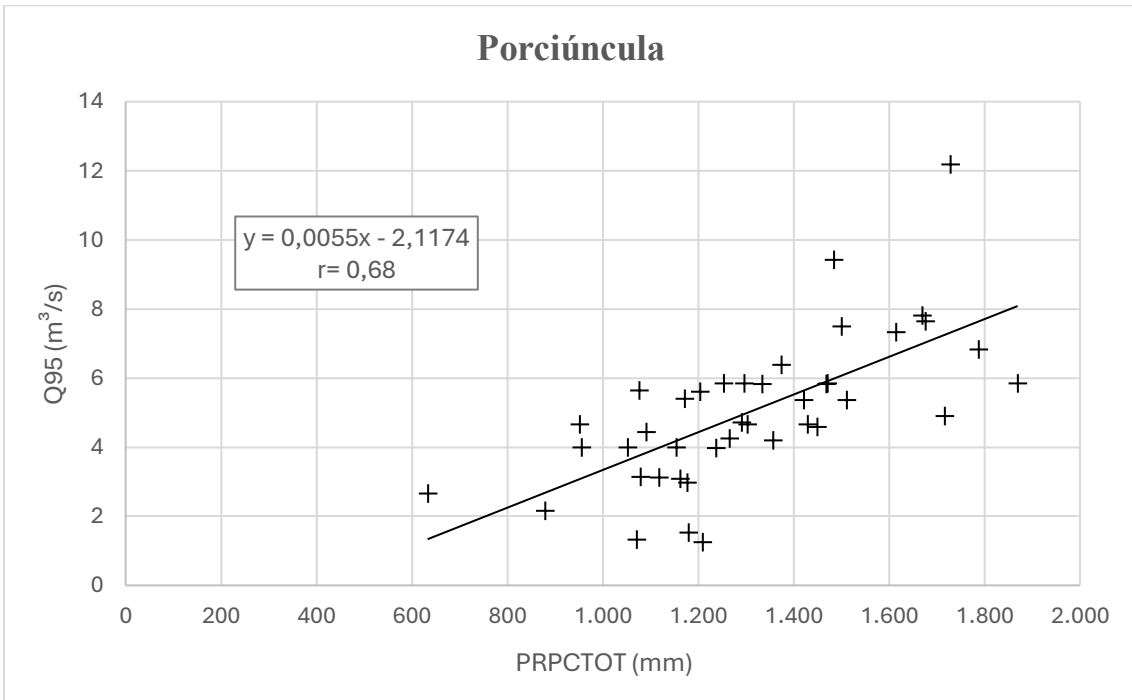
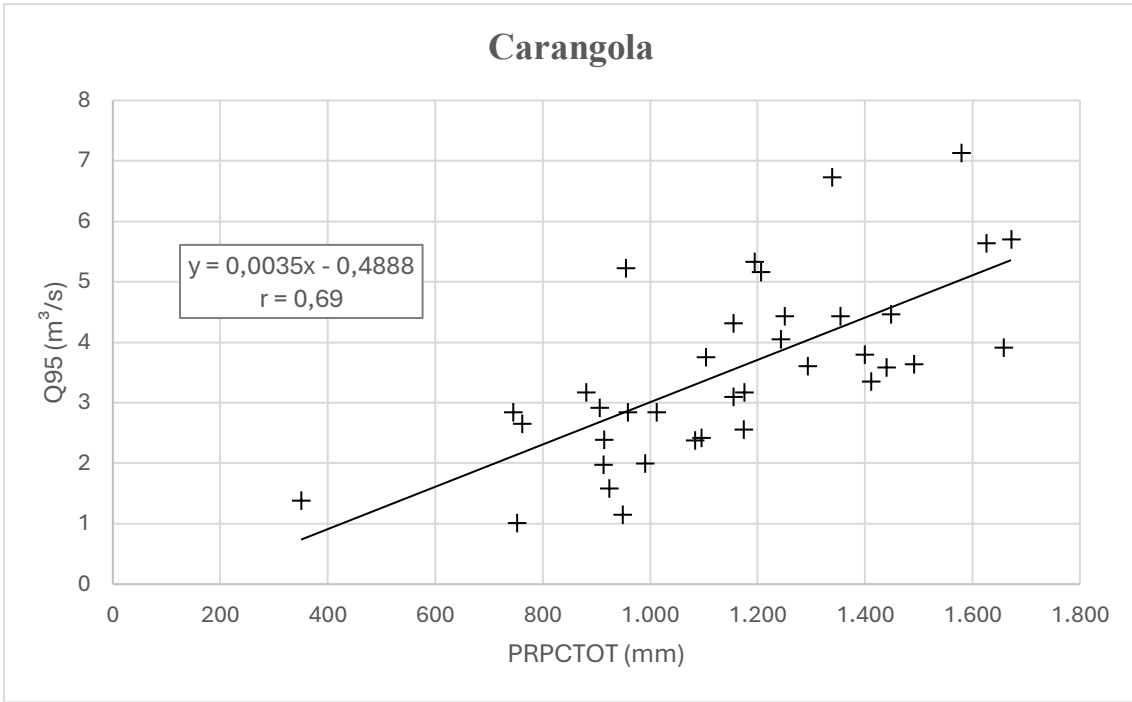
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1961	229,70	261,30	75,00	153,40	24,80	42,80	23,20	0,00	0,00	15,00	82,60	110,80	1018,60
1962	145,00	268,00	12,40	36,30	21,90	9,70	46,20	13,00	49,00	81,00	77,00	231,00	990,50
1963	53,00	51,00	0,00	42,00	0,00	0,80	7,50	7,10	0,00	38,60	90,50	60,00	350,50
1964	332,00	331,00	120,00	69,00	40,00	27,00	83,00	8,00	17,00	168,00	133,00	330,00	1658,00
1965	355,00	259,00	177,00	103,00	65,60	0,00	45,00	20,00	49,00	193,20	163,00	242,00	1671,80
1966	264,00	21,40	97,00	78,00	98,00	6,00	21,00	0,00	44,00	82,00	247,00	183,00	1141,40
1967	238,00	96,00	194,00	78,00	21,00	0,00	17,00	3,00	11,00	32,00	191,00	178,00	1059,00
1968	89,00	159,00	17,00	55,00	5,00	11,00	24,00	8,00	50,00	117,40	85,00	188,00	808,40
1969	138,00	58,00	124,00	106,00	12,00	89,00	7,00	33,00	13,00	224,00	359,00	261,00	1424,00
1970	159,70	58,00	24,00	98,00	0,00	17,00	27,40	40,10	66,00	153,20	155,30	79,00	877,70
1971	96,00	68,00	87,00	91,00	19,00	56,00	4,00	58,00	76,00	139,00	334,00	198,80	1226,80
1972	67,40	230,20	75,50	89,90	32,00	0,00	49,70	39,00	82,00	125,30	227,30	231,90	1250,20
1973	266,90	91,30	204,10	58,00	43,00	35,00	0,50	13,30	10,80	104,70	191,30	175,90	1194,80
1974	201,60	70,50	96,80	110,60	37,70	22,20	0,00	0,00	0,00	154,50	47,40	216,80	958,10
1975	391,90	47,80	77,20	99,00	51,80	32,40	46,40	0,00	64,00	130,90	344,50	205,00	1490,90
1976	21,00	119,00	73,80	14,00	78,40	15,00	75,20	92,00	132,10	160,60	155,80	271,10	1208,00
1977	155,10	21,00	130,30	114,60	15,80	7,00	16,20	13,00	73,90	51,30	117,40	196,80	912,40
1978	124,10	70,80	132,20	84,20	75,50	53,40	92,50	20,70	161,40	124,80	248,40	165,90	1353,90
1979	494,80	263,80	130,70	121,00	25,20	18,70	16,40	18,80	49,60	49,10	228,00	163,20	1579,30
1980	202,60	88,10	47,10	116,10	41,10	5,80	2,90	26,50	24,70	36,00	104,70	258,60	954,20
1981	151,80	29,70	96,90	95,60	32,80	19,50	1,90	35,50	19,70	89,30	246,40	276,80	1095,90
1982	193,50	92,60	203,10	141,30	10,50	11,30	3,90	38,10	15,60	71,20	62,80	150,60	994,50
1983	227,30	91,10	121,40	157,40	22,60	42,60	29,10	0,00	154,10	171,20	305,40	303,90	1626,10
1984	151,50	20,50	97,50	107,60	4,20	4,40	2,10	54,90	72,00				
1985				114,80	43,40	12,40	18,00	33,80	96,40	80,70	183,40	159,00	
1986	227,30	53,20	55,30	34,90	11,40	6,90	53,20	84,20	19,90	1,40	138,90	227,00	913,60
1987	204,40	79,60	105,00	114,80	80,90	13,00	13,70	1,20	58,80	95,00	169,20	219,70	1155,30
1988	169,10	207,20	127,10	101,20	62,50	33,00	7,80	0,10	8,50	256,10	220,20	218,10	1410,90
1989	152,40	123,80	93,30	179,10	42,00	79,20	117,60	1,60	124,70	83,30	174,80	121,30	1293,10
1990	52,50	86,40	56,00	11,40	86,00	21,20	30,00	9,80	49,50	92,70	75,00	174,50	745,00
1991	256,40	208,80	126,20	108,70	18,80	13,40	20,50	18,80	186,40	65,50	256,90	167,50	1447,90
1992	175,30	93,90	33,10	195,60	84,90	11,70	51,70	22,80	129,30	106,90	311,40	132,00	1348,60
1993	99,60	112,40	139,40	117,20	24,00	16,40	3,20	11,80	65,20	79,60	65,70	276,90	1011,40
1994	250,30	9,80	328,50	92,80	51,40	57,60	18,60	2,40	0,80	68,20	72,20	130,40	1083,00
1995	115,20	175,90	129,80	106,10	30,30	0,00	14,00	14,40	54,40	189,60	225,50	285,00	1340,20
1996	169,20	122,30	91,00	18,20	6,20	3,20	1,60	37,20	106,70	107,00	190,00	347,20	1175,30
1997	317,30	57,50	115,40	58,30	9,00	22,80	0,00	5,30	86,10	109,40	176,40	153,60	1111,10
1998	196,30	126,50	67,10	20,80	125,60	5,40	7,50	53,10	29,10	98,90	137,60	171,30	1039,20
1999	41,60	23,50	72,60	30,00	10,70	29,00	10,70	18,60	10,10	44,40	265,40	204,50	761,10
2000	173,40	89,70	96,70	29,60	3,80	0,00	10,20	39,20	47,40	19,90	326,60	247,90	1084,40
2001	147,30	38,00	100,10	30,20	36,90	0,00	8,20	0,00	83,20	64,70	204,10	168,20	880,90
2002	65,10	181,90	17,10	7,00	80,10	2,30	25,40	1,70	118,50	33,30	124,90	263,50	920,80
2003	307,30	0,00	122,60	18,20	36,00	0,00	5,30	65,90	114,40	71,60	236,30	265,00	1242,60
2004	317,00	162,80	127,40	76,70	13,60	16,40	26,00	6,00	8,00	98,70	57,80	333,30	1243,70
2005	114,60	139,40	222,90	68,70	61,20	41,50	48,40	3,20	91,70	10,00	164,20	240,00	1205,80
2006	167,70	122,80	114,00	74,10	36,00	24,70	19,60	17,40	40,50	100,00	164,80	229,40	1103,50
2007	349,50	158,40	35,50	66,80	20,70	1,10	10,70	10,50	26,10	172,00	149,00	249,60	1249,90
2008	180,40	201,70	73,30	182,00	16,90	2,80	14,80	1,60	66,50	43,20	231,60	425,20	1440,00
2009	284,50	147,50	206,80	70,60	2,60	81,60	1,20	24,30	108,70	129,20	99,00	182,50	1338,50
2010	45,70	35,20	113,60	62,20	20,00	0,20	23,40	10,90	14,70	150,70	361,00	353,20	1190,80
2011	63,60	52,80	456,20	71,30	20,60	12,90	5,40	0,00	10,50	156,50	143,40	162,10	1155,30
2012	11,00	43,10	215,50	82,40	118,70	22,70	2,60	31,10	40,40	35,20	244,10	58,70	905,50
2013	182,00	58,50	263,20	15,30	30,10	28,70	0,00	43,80	47,90	46,80	163,20	373,50	1253,00
2014	22,40	76,40	125,50	86,30	42,90	9,50	26,50	19,20	9,30	147,10	266,30	81,30	912,70
2015	10,20	90,30	113,30	45,30	71,80	32,80	2,10	21,70	80,10	97,90	144,90	213,20	923,60
2016	164,30	108,70	130,00	26,70	21,20	58,50	0,90	6,10	77,70	25,60	174,60	154,90	949,20
2017	84,30	114,30	20,80	49,50	61,70	40,60	27,70	5,80	0,00	16,70	226,10	105,00	752,50
2018	167,80	108,90	268,60	58,40	9,10	15,80	38,70	50,60	52,50	97,60	109,20	196,70	1173,90
2019	43,10	139,20	169,00	66,70	42,70	3,80	1,40	26,60	37,40	20,10	223,70	217,10	990,80
2020	300,70	298,60	74,50	80,10	78,30	0,00	14,00	10,60	40,00	126,50	209,60	166,40	1399,30

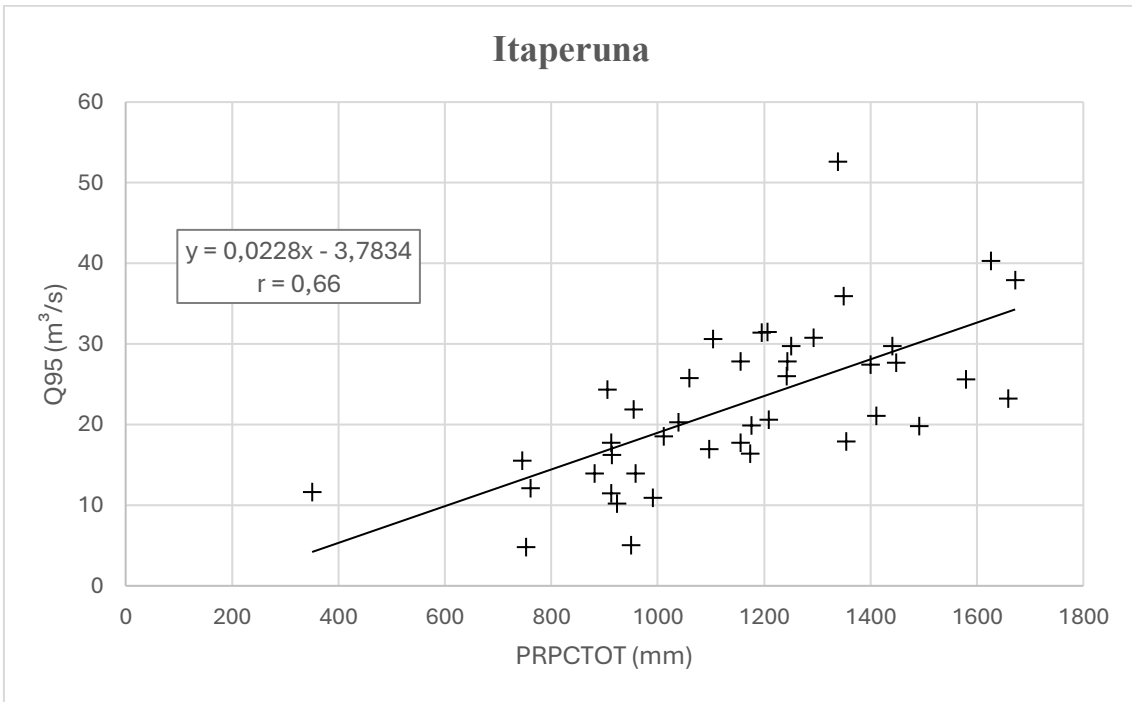
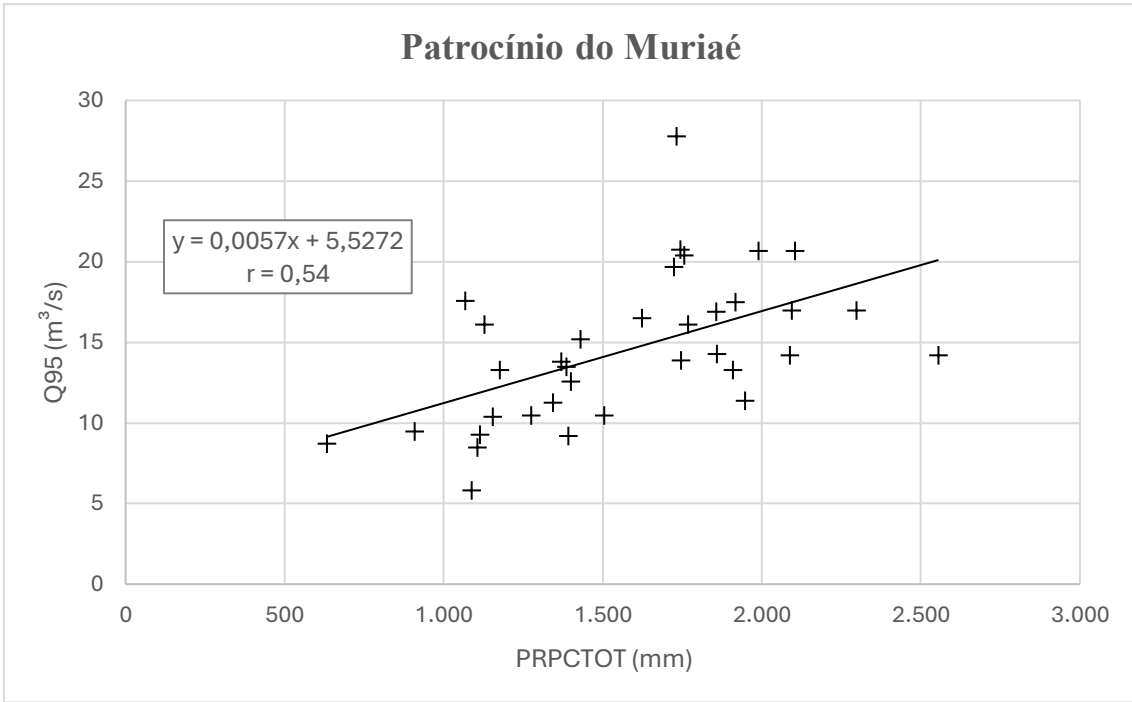
Estação Cardoso Moreira (2141003) – Precipitação Mensal e Anual (mm)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1961	542,00	117,60	8,80	40,20	16,50	33,10	11,30	2,40	0,40	10,00	52,90	134,30	969,50
1962	274,00	64,30	5,20	19,00	74,00	6,20	32,00	5,60	96,50	163,90	88,20	250,20	1.079,10
1963	54,80	59,00	0,00	36,60	31,40	0,00	16,00	6,00	0,00	22,00	72,00	63,60	361,40
1964	180,70	166,00	107,40	80,00	10,00	25,00	85,90	26,60	16,00	154,30	95,40	327,60	1.274,90
1965	179,00	257,20	137,00	65,80	41,00	16,00	34,00	8,00	43,00	206,00	116,40	65,00	1.168,40
1966	305,00	0,00	87,00	55,00	31,00	9,00	68,00	0,00	61,00	83,00	228,00	118,00	1.045,00
1967	236,60	50,00	18,00	38,60	28,00	0,00	1,20	0,00	0,00	17,40	283,00	123,80	796,60
1968	93,80	208,20	73,00	53,80	19,20	12,40	18,00	53,80	72,20	68,60	47,80	93,40	814,20
1969	191,60	85,00	108,70	48,00	23,80	180,40	12,40	6,00	1,40	89,60	120,40	177,20	1.044,50
1970	118,20	27,60	25,80	29,20	0,00	35,40	41,20	60,40	31,90	75,20	153,50	42,40	640,80
1971	98,40	6,00	20,40	31,60	13,40	85,80	20,80	24,60	51,20	101,40	270,00	299,40	1.023,00
1972	71,00	194,40	68,40	70,70	44,20	6,40	56,40	47,40	53,00	117,70	103,80	150,00	983,40
1973	115,10	72,20	170,70	39,40	57,40	28,30	0,00	32,60	27,20	110,80	180,30	55,30	889,30
1974	133,40	55,40	42,30	80,90	8,00	12,00	0,00	0,00	0,00	73,90	40,00	177,00	622,90
1975	233,60	69,20	22,40	67,50	48,60	29,80	36,70	2,90	53,30	223,70	152,20	88,50	1.028,40
1976	13,20	86,60	44,10	0,00	32,10	0,00	93,00	57,90	123,00	98,40	110,60	267,40	926,30
1977	130,00	14,60	42,00	55,50	42,80	8,30	0,00	12,60	181,60	98,90	146,60	147,50	880,40
1978	70,40	86,40	32,70	80,60	62,00	0,00	32,50	15,80	22,50	59,70	205,30	141,40	809,30
1979	265,80	115,80	145,90	29,00	49,50	9,60	24,30	13,90	68,10	31,90	122,70	204,30	1.080,80
1980	138,00	38,60	6,20	31,20	25,80	19,20	0,00	53,90	21,70	76,40	89,10	141,00	641,10
1981	28,60	109,20	119,00	35,10	33,20	2,20	0,00	0,00	17,00	76,10	378,80	135,40	934,60
1982	157,70	51,80	279,00	48,20	3,80	30,40	25,20	71,70	2,80	100,80	71,40	213,00	1.055,80
1983	229,50	63,30	209,40	89,20	27,90	44,80	29,20	0,00	157,50	239,80	225,90	282,70	1.599,20
1984	67,80	23,70	113,90	28,30	0,00	0,40	19,20	56,00	101,60	50,80	222,10	226,90	910,70
1985	368,40	172,50	104,60	7,80	44,80	29,20	7,30	47,00	53,00	79,90	101,60	208,60	1.224,70
1986	116,50	143,10	54,40	72,30	8,80	13,60	28,40	60,40	23,10	6,20	48,50	178,60	753,90
1987	173,90	6,70	120,60	86,80	70,60	18,60	0,00	0,00	43,60	87,10	105,80	91,70	805,40
1988	189,80	225,40	76,90	27,60	78,20	35,10	14,70	0,00	4,80	111,30	103,60	187,10	1.054,50
1989	114,80	83,50	84,90	53,60	26,10	58,40	63,10	0,00	95,60	84,90	69,10	116,50	850,50
1990	37,20	116,70	62,90	32,00	35,20	21,60	28,00	10,60	32,40	103,40	92,50	93,40	665,90
1991	265,60	91,10	63,40	119,20	50,90	19,90	12,40	16,50	73,60	41,30	164,70	159,40	1.078,00
1992	169,50	41,30	31,20	83,60	73,50	27,40	24,40	14,10	106,30	94,80	187,50	153,90	1.007,50
1993	67,40	56,10	74,80	90,20	15,80	17,60	0,00	12,40	61,10	77,20	83,10	177,50	733,20
1994	184,10	0,00	240,20	159,50	45,40	44,70	21,40	12,20	0,20	30,30	65,30	141,40	944,70
1995	115,80	125,00	104,80	107,20	18,50	0,00	23,10	16,20	37,80	174,60	185,90	243,70	1.152,60
1996	115,80	58,00	52,00	131,50	15,90	17,00	13,50	22,60	187,40	91,70	202,70	177,20	1.085,30
1997	124,20	98,90	101,00	27,40	16,40	15,80	0,00	14,30	59,50	58,80	259,80	120,60	896,70
1998	134,60	73,30	27,30	56,60	74,00	20,80	1,00	54,80	26,40	95,60	179,10	141,50	885,00
1999	89,30	35,70	174,20	12,40	5,60	20,00	6,50	25,80	35,40	141,80	243,90	182,00	972,60
2000	121,50	114,90	67,30	14,50	0,20	7,10	23,90	32,10	55,50	49,90	214,10	115,80	816,80
2001	73,10	77,80	47,40	19,40	48,70	14,80	0,60	15,60	59,80	83,00	172,20	227,20	839,60
2002	112,10	85,30	6,60	2,30	50,30	2,50	17,80	6,90	110,40	26,60	97,00	208,20	726,00
2003	346,60	30,00	113,50	40,40	50,50	0,00	11,20	52,50	69,80	65,60	162,90	151,30	1.094,30
2004	168,60	138,20	63,10	77,30	25,00	31,60	43,40	15,90	14,80	103,80	72,50	311,00	1.065,20
2005	218,80	151,70	236,20	73,20	61,10	69,90	27,90	1,30	60,00	13,00	180,70	217,90	1.311,70
2006	158,40	89,40	95,10	58,30	36,10	26,90	24,10	18,60	46,70	86,50	137,20	187,20	964,60
2007	396,10	101,60	68,00	55,40	53,90	13,10	7,70	8,60	24,20	52,20	63,90	206,60	1.051,30
2008	120,60	146,90	99,60	82,40	2,10	9,20	13,10	11,60	36,70	73,20	285,50	392,70	1.273,60
2009	279,10	123,10	91,20	83,60	0,90	41,60	8,70	28,70	41,10	169,00	202,30	151,10	1.220,40
2010	10,20	63,10	63,10	21,90	17,40	1,40	26,80	3,10	12,00	157,80	207,60	254,50	838,90
2011	216,60	89,80	202,50	57,30	42,30	12,50	3,00	7,30	7,80	141,60	128,00	156,80	1.065,50
2012	251,70	15,90	84,40	45,30	101,00	23,20	3,40	109,60	37,60	9,90	136,50	52,70	871,20
2013	101,60	28,00	172,90	7,00	55,70	42,90	11,70	37,70	36,40	32,20	179,70	240,40	946,20
2014	51,70	44,70	43,60	72,10	2,40	23,10	40,80	8,70	5,60	30,00	230,60	75,50	628,80
2015	2,80	23,40	97,70	57,80	63,00	19,80	12,00	26,60	56,30	40,30	110,30	80,00	590,00
2016	173,30	71,80	120,70	17,20	76,30	62,20	0,80	11,10	75,70	39,30	156,60	102,40	907,40
2017	55,00	156,10	122,10	44,80	38,60	36,30	27,20	0,80	1,40	9,80	126,10	71,60	689,80
2018	99,20	109,70	138,80	85,50	20,30	0,50	29,10	36,60	42,10	89,00	185,30	83,20	919,30
2019	16,80	114,10	120,10	28,40	96,00	17,50	5,10	12,00	37,20	17,30	230,60	163,60	858,70
2020	280,90	184,90	103,20	82,20	77,50	4,70	11,10	17,00	27,30	165,80	181,70	207,70	1.344,00

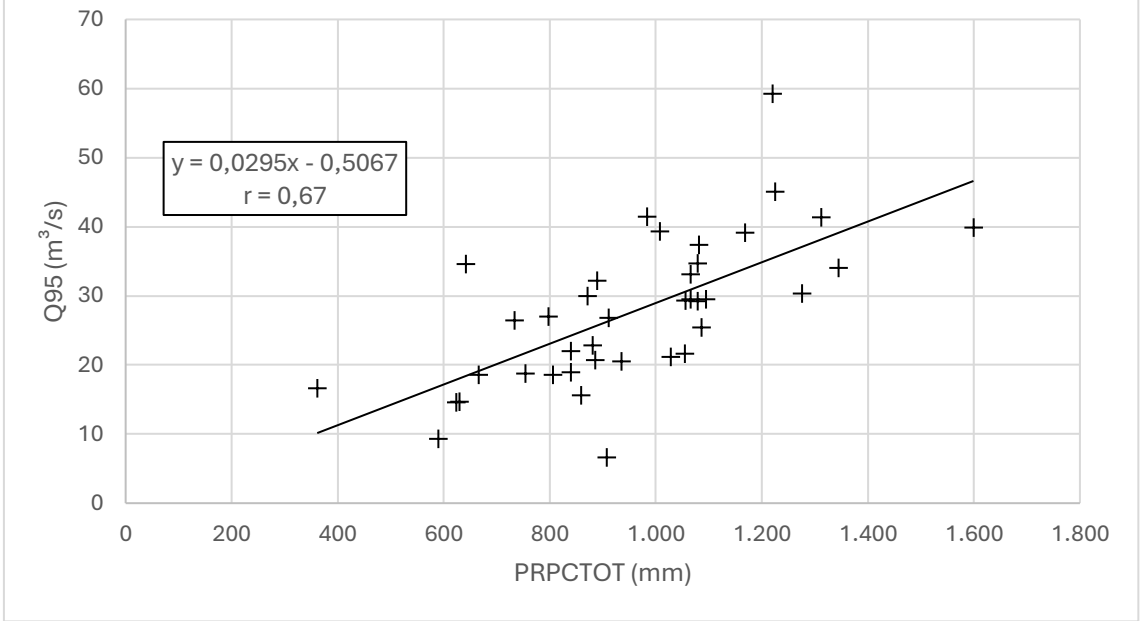
APÊNDICE C

CORRELAÇÃO ENTRE PRCPTOT E Q95



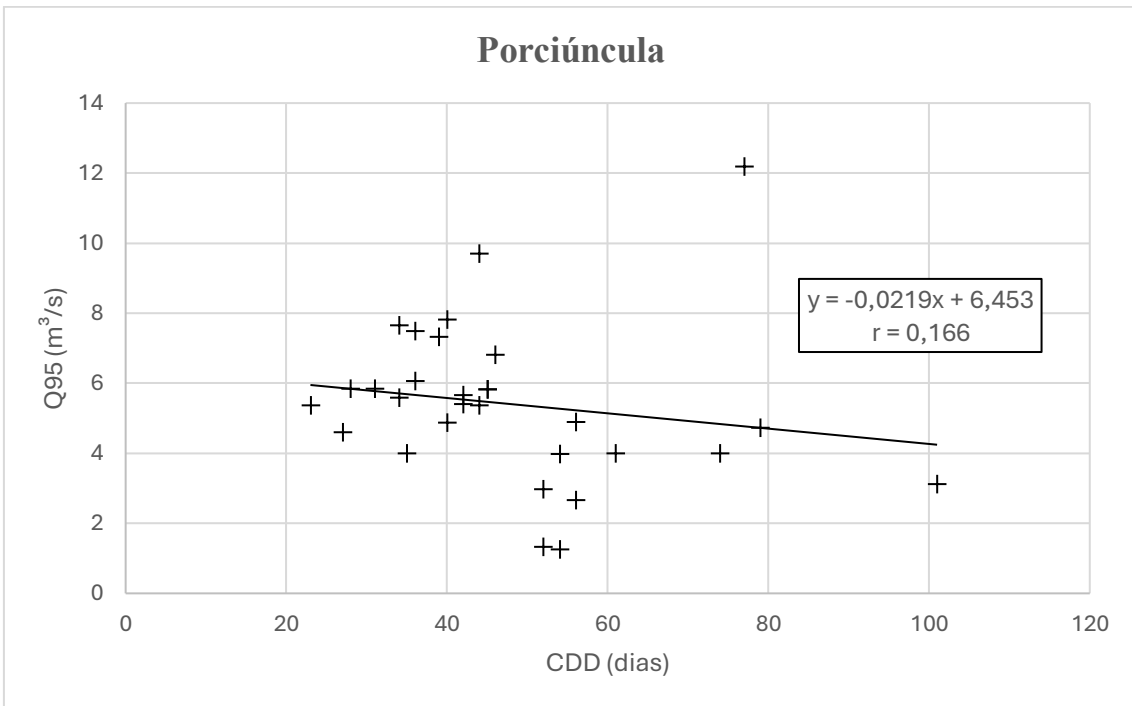
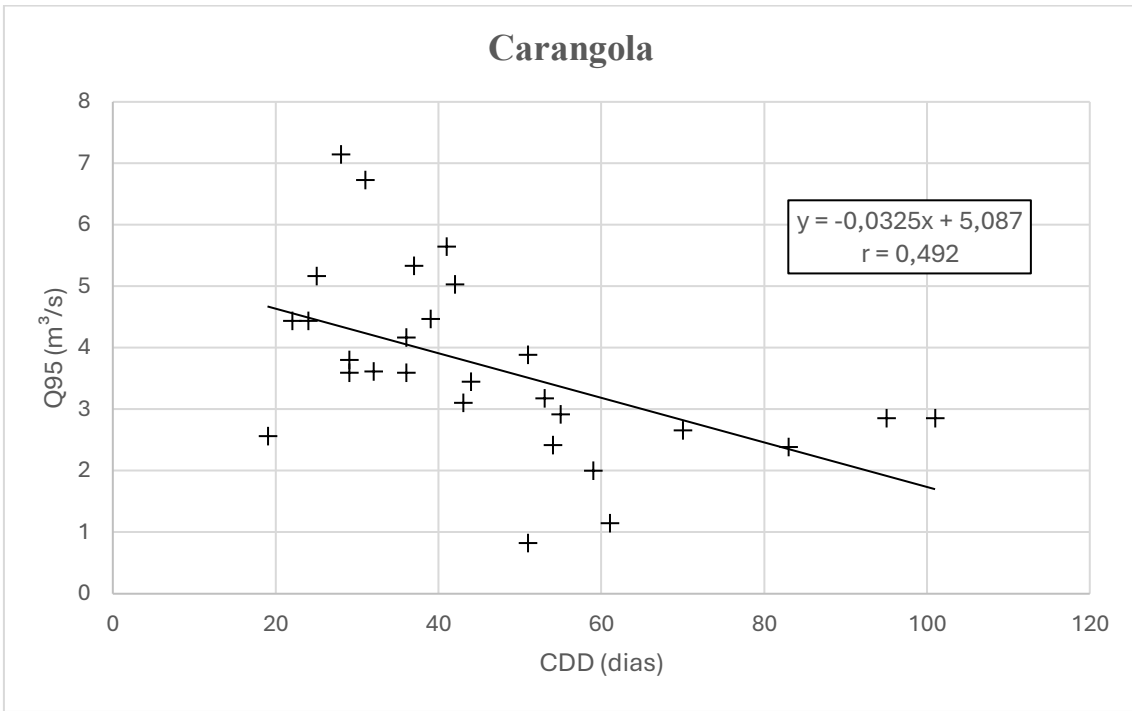


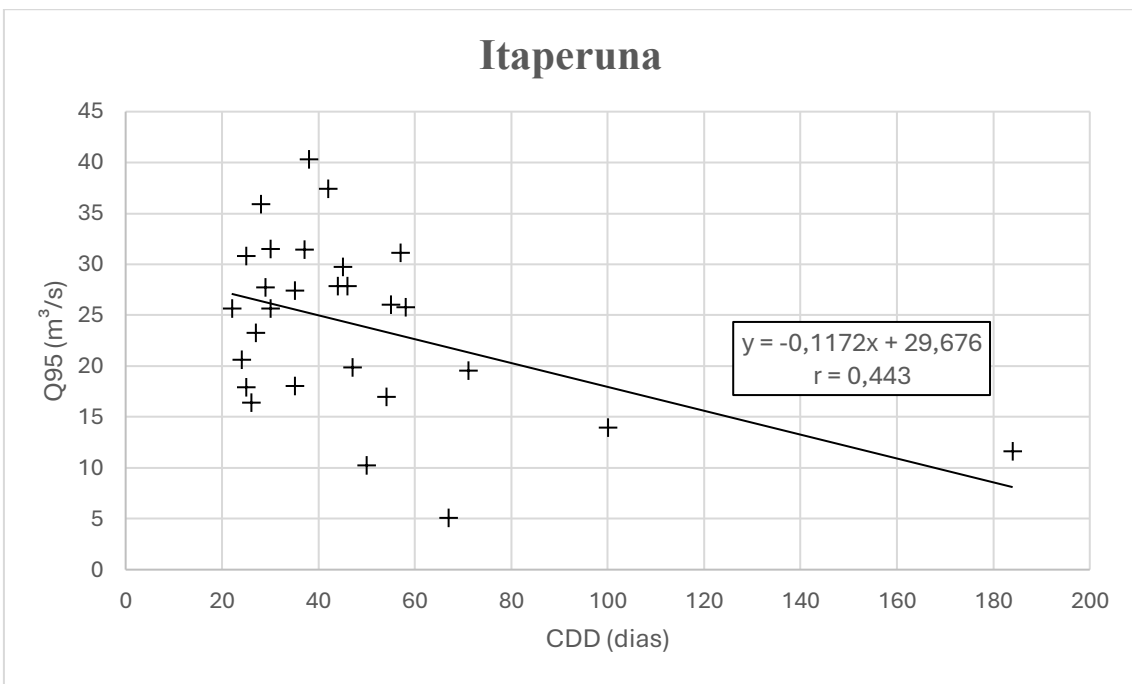
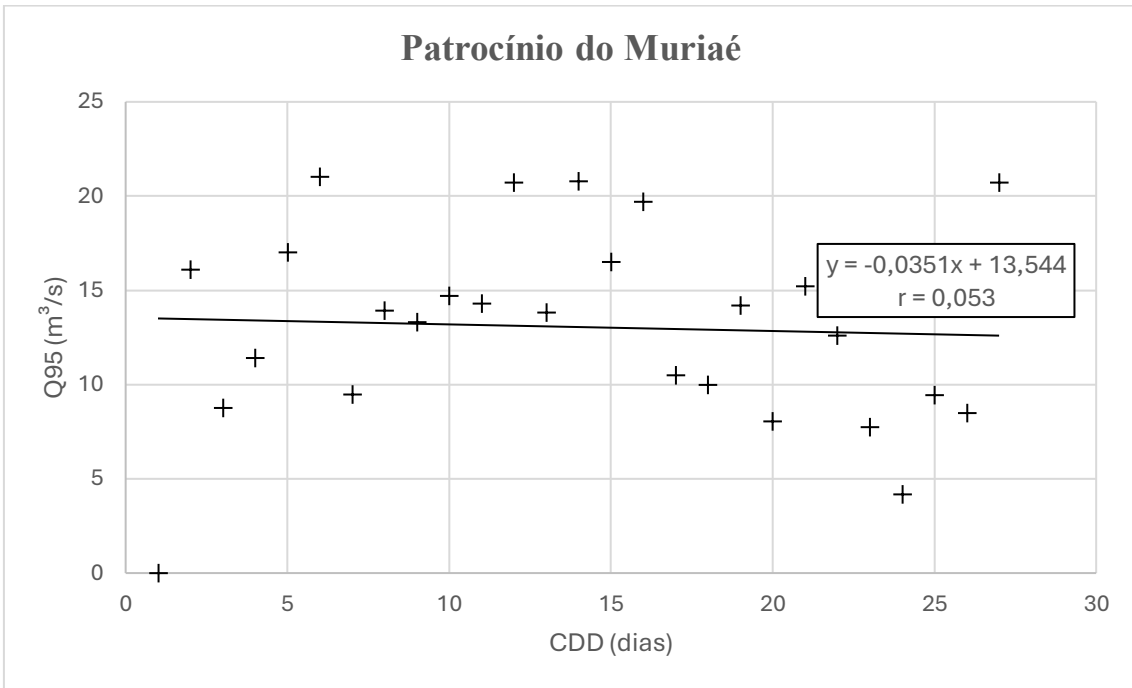
Cardoso Moreira



APÊNDICE D

CORRELAÇÃO ENTRE CDD E Q95





Cardoso Moreira

