



Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v19n22025p138-149

Submetido em: 29 abr. 2025

Aceito em: 08 dez. 2025

Caracterização pluviométrica na porção sul da Região Hidrográfica IX do estado do Rio de Janeiro

Rainfall characterization in the southern portion of the IX Hydrographic Region of the state of Rio de Janeiro

Caracterización de las precipitaciones en la porción sur de la IX Región Hidrográfica del estado de Río de Janeiro

Gildo Rafael Almeida Santana  <https://orcid.org/0000-0001-6307-3256>

Instituto Federal Fluminense

Doutorando em Modelagem e Tecnologia para Meio Ambiente Aplicadas em Recursos Hídricos. Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense.

E-mail: gildoraphael@gmail.com

Maria Inês Paes Ferreira  <https://orcid.org/0000-0002-6865-0929>

Instituto Federal Fluminense

Doutorado em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora no Instituto Federal Fluminense.

E-mail: ines_paes@yahoo.com.br

Elias Fernandes de Sousa  <https://orcid.org/0000-0002-9323-3203>

Universidade Estadual do Norte Fluminense

Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Professor Titular da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

E-mail: sousa.elias.fernandes@gmail.com

Rose Angela Hilda Wanzeler Braga  <https://orcid.org/0000-0001-9847-8819>

Instituto Federal Fluminense

Mestrado em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense. Técnico Judiciário - Área Administrativa do Tribunal Regional do Trabalho.

E-mail: rosewanzeler@gmail.com

Resumo: Neste estudo objetivou-se analisar as características pluviométricas na porção sul da Região Hidrográfica IX (estado do Rio de Janeiro) com foco nas bacias dos rios Imbé e Macabu. Para isso, foram utilizados dados diários de precipitação da estação meteorológica da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), localizada em Trajano de Moraes/RJ, no período de janeiro de 1990 a junho de 2024. Foram utilizados dados de setembro de 2023 a fevereiro de 2024 da estação simplificada localizada na Sede das Reservas Particulares do Patrimônio Natural Águas Claras I e II, em Conceição de Macabu/RJ. Com os

dados da estação da ANA, foram aplicados cinco índices climáticos baseados em dados de precipitação. Para detectar tendências estatisticamente significativas, foi usado o teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall. A magnitude das tendências foi obtida pelo estimador de Sen. Os resultados indicam que apesar das estações apresentarem características pluviométricas semelhantes em alguns aspectos, há diferenças na intensidade e distribuição das chuvas. Na análise de tendência dos índices climáticos dos dados da estação da ANA, de forma geral, foi observado um aumento na precipitação na região da bacia do rio Imbé.

Palavras-chave: Extremos de Precipitação. Índices Climáticos. Análise de tendência. Rio Carucango. Cachoeira da Amorosa.

Abstract: This study aims to analyze the rainfall characteristics in the southern portion of Hydrographic Region IX (State of Rio de Janeiro) with a focus on the Imbé and Macabu watersheds. For this purpose, daily precipitation data from the meteorological station of the National Water and Sanitation Agency (ANA), located in Trajano de Moraes/RJ, from January 1990 to June 2024 were used. In the comparative analysis, data from September 2023 to February 2024 were used from the simplified station located in the Águas Claras I and II Private Natural Heritage Reserves' headquarter, in Conceição de Macabu/RJ. With the data from the ANA station, five climate indices based on precipitation data were applied. To detect statistically significant trends, the nonparametric Mann-Kendall statistical test was used. The magnitude of the trends was obtained by the Sen estimator. The results indicate that although the stations present similar rainfall characteristics in some aspects, there are differences in the intensity and distribution of rainfall. In the trend analysis of the climate indices of the data from the ANA station, in general, an increase in precipitation was observed in the Imbé river watershed region.

Keywords: Precipitation Extremes. Climate Indices. Trend Analysis. Carucango River. Amorosa Waterfall.

Resumen: Este estudio tuvo como objetivo analizar las características pluviométricas en la porción sur de la IX Región Hidrográfica (estado del Río de Janeiro), con foco en las cuencas de los ríos Imbé y Macabu. Se utilizaron datos de precipitación diaria de la estación meteorológica de la Agencia Nacional de Aguas y Saneamiento (ANA), ubicada en Trajano de Moraes/RJ, de enero de 1990 a junio de 2024 e datos de septiembre de 2023 a febrero de 2024 de la estación simplificada de la sede de las Reservas Privadas del Patrimonio Natural Águas Claras I y II, en Conceição de Macabu/RJ. Utilizando datos de la estación ANA, se aplicaron cinco índices climáticos basados en datos de precipitación. Se detectaron tendencias estadísticamente significativas mediante la prueba estadística no paramétrica de Mann-Kendall e la magnitud de las tendencias se obtuvo mediante el estimador Sen. Aunque las estaciones presentan algunas características pluviométricas similares, los resultados mostraron diferencias en la intensidad y distribución de las precipitaciones. En el análisis de tendencias de los índices climáticos a partir de los datos de la estación ANA se observó un aumento de las precipitaciones en la región de la cuenca del río Imbé.

Palabras clave: Precipitaciones extremas. Índices climáticos. Análisis de tendencias. Río Carucango. Cascada de Amorosa.

1 Introdução

O conjunto de variáveis meteorológicas se constitui em elementos essenciais para análises e estudos das condições do tempo e do clima, seja de forma local, regional ou nacional. Na agricultura, o planejamento para irrigação é frequentemente baseado em previsões de precipitação. No meio urbano, o planejamento de sistemas de drenagem, de abastecimento e os projetos de infraestruturas verdes (como jardins de chuva e telhados verdes) dependem de informações pluviométricas. Neste sentido, compreender o padrão de variação da precipitação é essencial para otimizar a produção agrícola e melhorar a qualidade de vida nas áreas urbanas, o que exige uma integração de dados meteorológicos com práticas e tecnologias adequadas para cada contexto.

Em regiões tropicais, a precipitação assume papel de grande destaque na compreensão do clima, e diante de seu elevado grau de interferência, impacto e repercussão espaço-temporal, pode ser considerada como principal elemento de análise na organização e no planejamento do território e do ambiente (SANT'ANNA; ZAVATTINI, 2000). Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

(IPCC), as mudanças climáticas têm modificado os padrões de precipitação em diversas regiões do mundo, influenciando diretamente a quantidade de água disponível para uso humano e agrícola (IPCC, 2022; MARENGO et al., 2009).

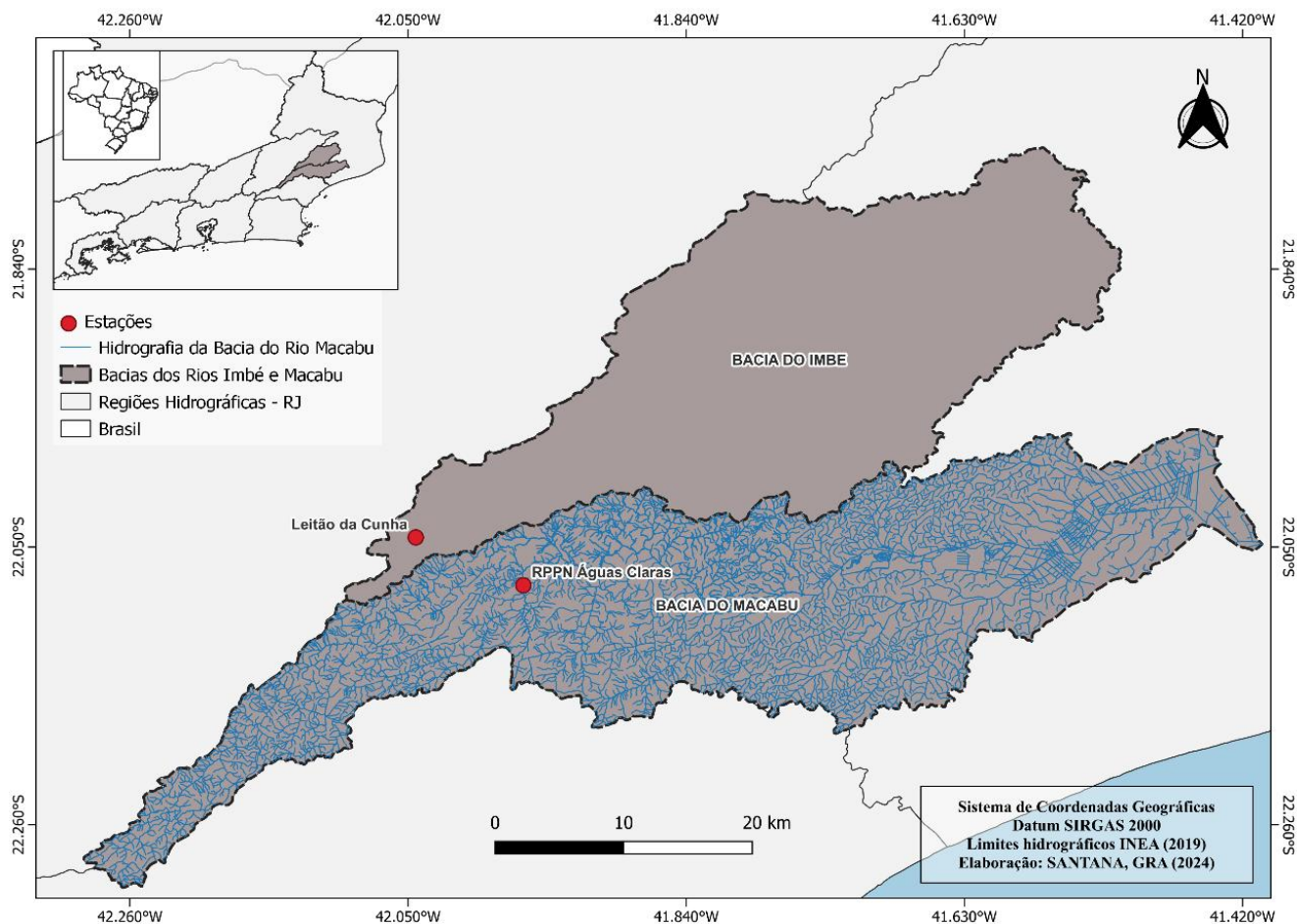
Com o auxílio de estações ou postos meteorológicos, a partir do monitoramento meteorológico é possível realizar análises que ajudam na elaboração de estratégias de mitigação e adaptação, permitindo que as comunidades se preparem melhor para eventos climáticos extremos e ajustem suas práticas agrícolas, urbanas e de gestão de recursos naturais de maneira mais eficaz. Essas ações corroboram para uma diminuição das vulnerabilidades nas comunidades locais aos riscos de desastres naturais.

Diante do exposto, objetiva-se com este trabalho analisar as características pluviométricas na porção sul da Região Hidrográfica IX do Estado do Rio de Janeiro, aplicando índices climáticos na região da bacia do rio Imbé e fazendo uma análise comparativa entre os dados da região da bacia do rio Imbé (estação oficial) e da bacia do rio Macabu (estação simplificada).

2 Material e Método

A área de estudo deste trabalho compreende as regiões das bacias hidrográficas dos rios Imbé e Macabu, em especial, o alto curso da bacia do rio Imbé e a região central da bacia do rio Macabu, conforme apresenta a Figura 1. Tais territórios estão inseridos na Região Hidrográfica IX do estado do Rio de Janeiro (sob jurisdição do Comitê de Bacias Hidrográficas do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana).

Figura 1. Localização da área de estudo e das estações meteorológicas utilizadas.



Fonte: Autor (2024).

Foram utilizados neste trabalho dados diários de precipitação de 2 (duas) estações meteorológicas (Figura 1), uma delas é a estação simplificada (ITRAJA3) instalada em 16 de agosto de 2023 na Sede das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) Águas Claras I e II (Figura 2a), município de Conceição de Macabu – RJ. Os dados foram obtidos para o período de setembro de 2023 a fevereiro de 2024.

As RPPNs foram criadas em 2010, com o objetivo de conservar as águas do rio Carucango, em especial no trecho que forma a Cachoeira da Amorosa (Figura 2b). A RPPN Águas Claras I mantém o acesso à propriedade de forma gratuita e livre. Algumas das principais atividades realizadas dentro da Unidade de Conservação (UC) são, Educação Ambiental, pesquisa (em práticas permaculturais, sistemas agroflorestais e ecoturismo de base local) e recuperação florestal de espécies nativas de mata atlântica.

A única captação para abastecimento público do município de Conceição de Macabu atualmente em operação está localizada na microbacia do rio Carucango, dentro da bacia hidrográfica do rio Macabu. As RPPNs Águas Claras I e II estão dentro do Sítio Águas Claras, que abrange 8,5 ha: de um lado está o município de Trajano de Moraes com a RPPN Águas Claras II, com 3,6 ha de área de Mata Atlântica totalmente conservada; a propriedade é cortada pelo Rio Carucango, separando os 4,9 ha situados no

município de Conceição de Macabu, sendo 2,8 ha do Sítio Águas Claras e 2,1 ha compondo o território da RPPN Águas Claras I (FILHO *et al.*, 2023).

Figura 2. (a) Estação ITRAJA3; (b) vista da Cachoeira da Amorosa



Fonte: Autor (2024).

Das estações meteorológicas oficiais, com séries históricas de no mínimo 30 anos, a estação meteorológica localizada em Trajano de Moraes-RJ (Leitão da Cunha, Cód.: 2242001), no alto curso da bacia do rio Imbé, é umas das mais próximas da estação ITRAJA3 (distância de aproximadamente 10 Km), portanto, ela foi utilizada para fazer a análise comparativa e para análise dos índices climáticos. Os dados foram obtidos da rede hidrometeorológica gerenciada pela Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), para o período de janeiro de 1990 a junho de 2024.

Inicialmente, os dados foram organizados e explorados visando a sumarização e a visualização das suas características básicas. Para isso, foram gerados histogramas de densidade, que permitem visualizar a distribuição dos dados de forma contínua e facilitam a comparação entre os diferentes conjuntos. Esse gráfico consiste em um eixo horizontal com os intervalos de valores do conjunto de dados, e um eixo vertical com a densidade desses valores. A densidade representa a proporção de observações dentro de cada intervalo, com isso, é possível verificar onde estão as maiores e menores concentrações em cada variável.

Após a análise exploratória dos dados, foram calculados e analisados 5 (cinco) índices de extremos climáticos baseados em dados diários de precipitação, no período de 1990 a 2023, conforme descritos na Tabela 1. Esses índices são baseados na metodologia da equipe de Especialistas em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (*Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring*

and Indices - ETCCDMI), do Programa Internacional de Pesquisa em Previsão da Variabilidade Climática (International Research Programme on Climate Variability and Predictability - CCI/CLIVAR), disponível em: <http://etccdi.pacificclimate.org/indices.shtml>.

Tabela 1: Índices climáticos baseados em dados diários de precipitação.

ID	Definição	Unidade
<i>CDD</i>	Número máximo de dias consecutivos no ano com precipitação < 1	dias
<i>CWD</i>	Número máximo de dias consecutivos no ano com precipitação >=1	dias
<i>R50mm</i>	Número de dias no ano com precipitação > 50mm	dias
<i>PRCPTOT</i>	Precipitação anual total dos dias úmidos (precipitação > 1mm)	mm
<i>RX1day</i>	Máxima precipitação anual em 1 dia	mm

Fonte: Autor (2024).

Para verificar se existe tendência (positiva ou negativa) estatisticamente significativa nos índices climáticos, ao nível de confiança de 95%, foi utilizado o teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975), que é amplamente utilizado para identificar eventuais tendências monotônicas em séries hidrometeorológicas (YUE *et al.*, 2002; SILVA; DERECHYNSKI, 2014; SANTANA, SANTOS; SILVA *et al.*, 2020; NÉTO; SANTOS, 2022, entre outras).

Apesar da eficiência do teste de Mann-Kendall, ele não fornece a magnitude das tendências detectadas. Para isso, foi utilizado o teste não paramétrico de Sen (SEN, 1968), denominado de estimador de declive de Sen.

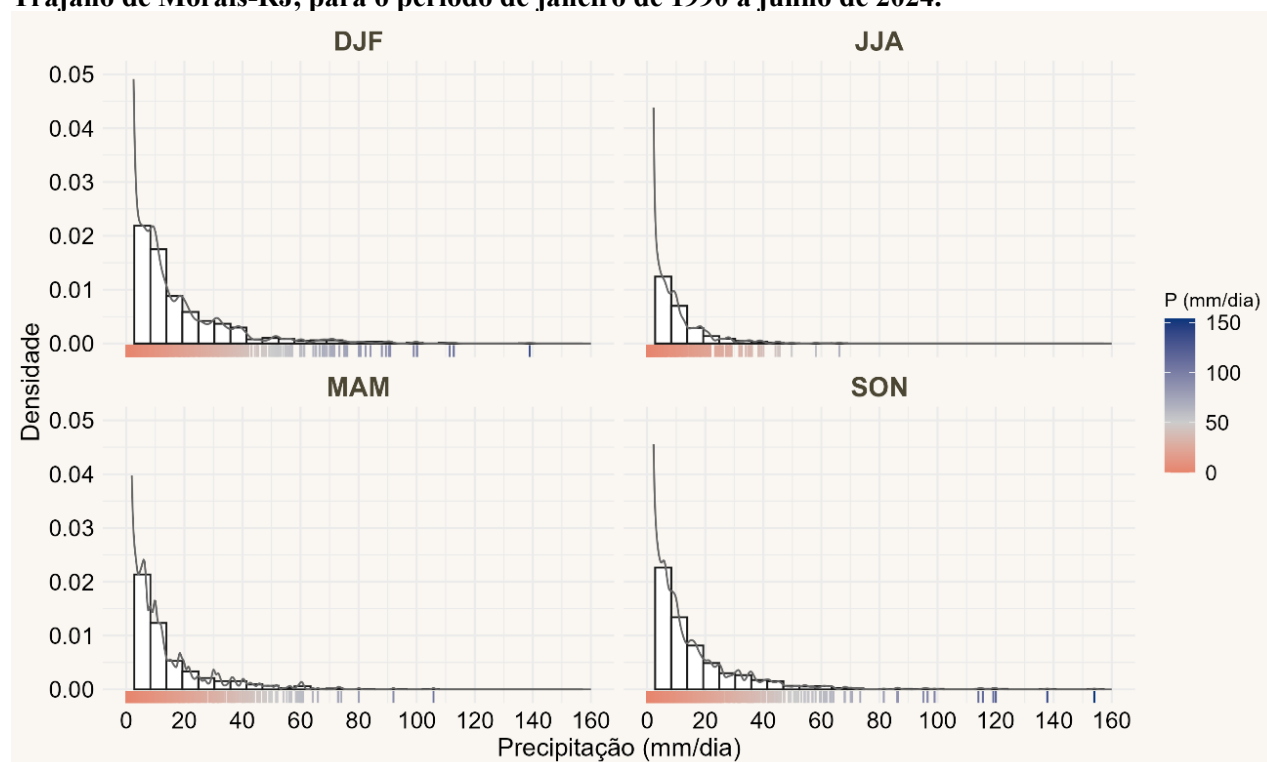
Neste trabalho, o processamento dos dados, a análise dos índices climáticos e análise de tendência foram realizados usando a linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2024). Para aplicação do teste de Mann-Kendall e do estimador de declive de Sen, foi utilizado o pacote denominado “trend” do R.

3 Resultados

A Figura 3 apresenta a distribuição dos valores acumulados diários de precipitação da estação meteorológica (ANA) localizada em Trajano de Moraes-RJ, para o período de janeiro de 1990 a junho de 2024. Observa-se que os totais diários mais elevados foram registrados nos meses de primavera (setembro, outubro e novembro – SON) e verão (dezembro, janeiro e fevereiro – DJF). No verão (DJF), foram registrados 3 eventos maiores que 100 mm/dia, sendo o máximo de 138,9 mm/dia registrado em 22 de

janeiro de 2009. Na primavera (SON), 6 eventos foram maiores que 100 mm/dia, com máximo de 154,00 mm/dia registrado em 08 de novembro de 2018. No outono (março, abril e maio – MAM), o valor máximo foi de 105,8 mm/dia registrado em 04 de abril de 2013, já o segundo maior valor (92,0 mm/dia) ocorreu em 23 de março do ano de 2024. Nos meses de inverno (junho, julho e agosto – JJA), foram registrados os menores totais diários, com máximo de 66,2 mm/dia, que ocorreu em 04 de junho de 2013.

Figura 3. Distribuição dos acumulados diários de precipitação da estação meteorológica (ANA) localizada em Trajano de Moraes-RJ, para o período de janeiro de 1990 a junho de 2024.

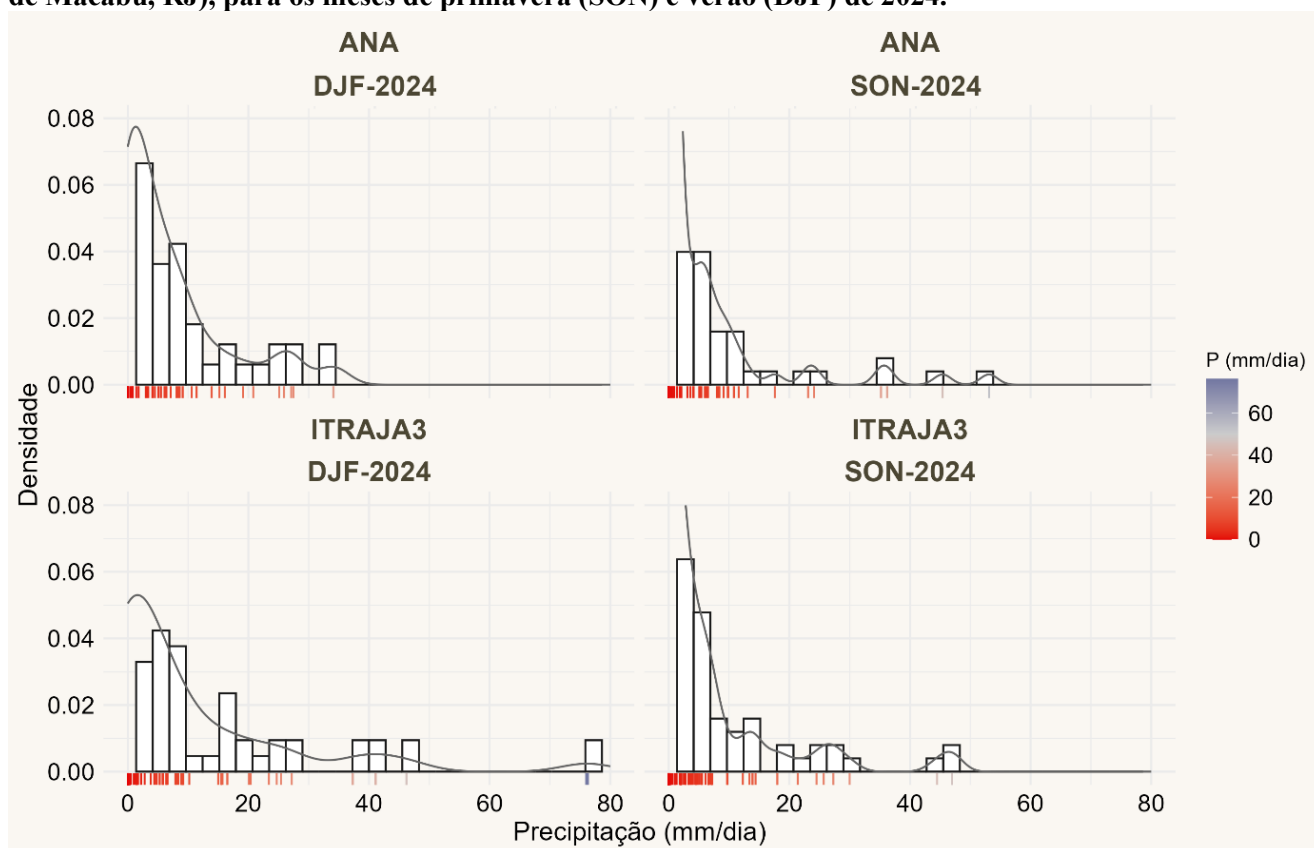


Fonte: Autor (2024).

Esses resultados corroboram com os encontrados por Santana, Santos e Silva (2020) e Brasiense *et al.* (2020), os quais observaram que os maiores volumes de chuva na região da bacia do rio Paraíba do Sul ocorrem durante os meses de primavera e verão, com mais de 70% do total de chuva anual da região.

A Figura 4 mostra a distribuição dos valores acumulados diários de precipitação da estação meteorológica da ANA (Trajano de Moraes-RJ) e da estação simplificada ITRAJA3 (RRPN Águas Claras I e II, município de Conceição de Macabu, RJ), para os meses de primavera (SON) e verão (DJF) de 2024. No verão (DJF) de 2024, em ambas as estações meteorológicas, os totais diários de precipitação foram registrados entre 0 e 40 mm/dia, no entanto, na estação ITRAJA3 foram registrados 6 eventos maiores que 40 mm/dia, com máximo de 76,3 mm/dia que ocorreu em 23 de dezembro de 2023. Também podemos observar na Figura 4 que os dados da estação da ANA estão concentrados entre 0 e 20 mm/dia, com máximo de 34,1 mm/dia, registrado em 29 de janeiro de 2024.

Figura 4. Distribuição dos acumulados diários de precipitação da estação meteorológica (ANA) localizada em Trajano de Moraes-RJ e da estação simplificada ITRAJA3 (RRPN Águas Claras I e II, município de Conceição de Macabu, RJ), para os meses de primavera (SON) e verão (DJF) de 2024.

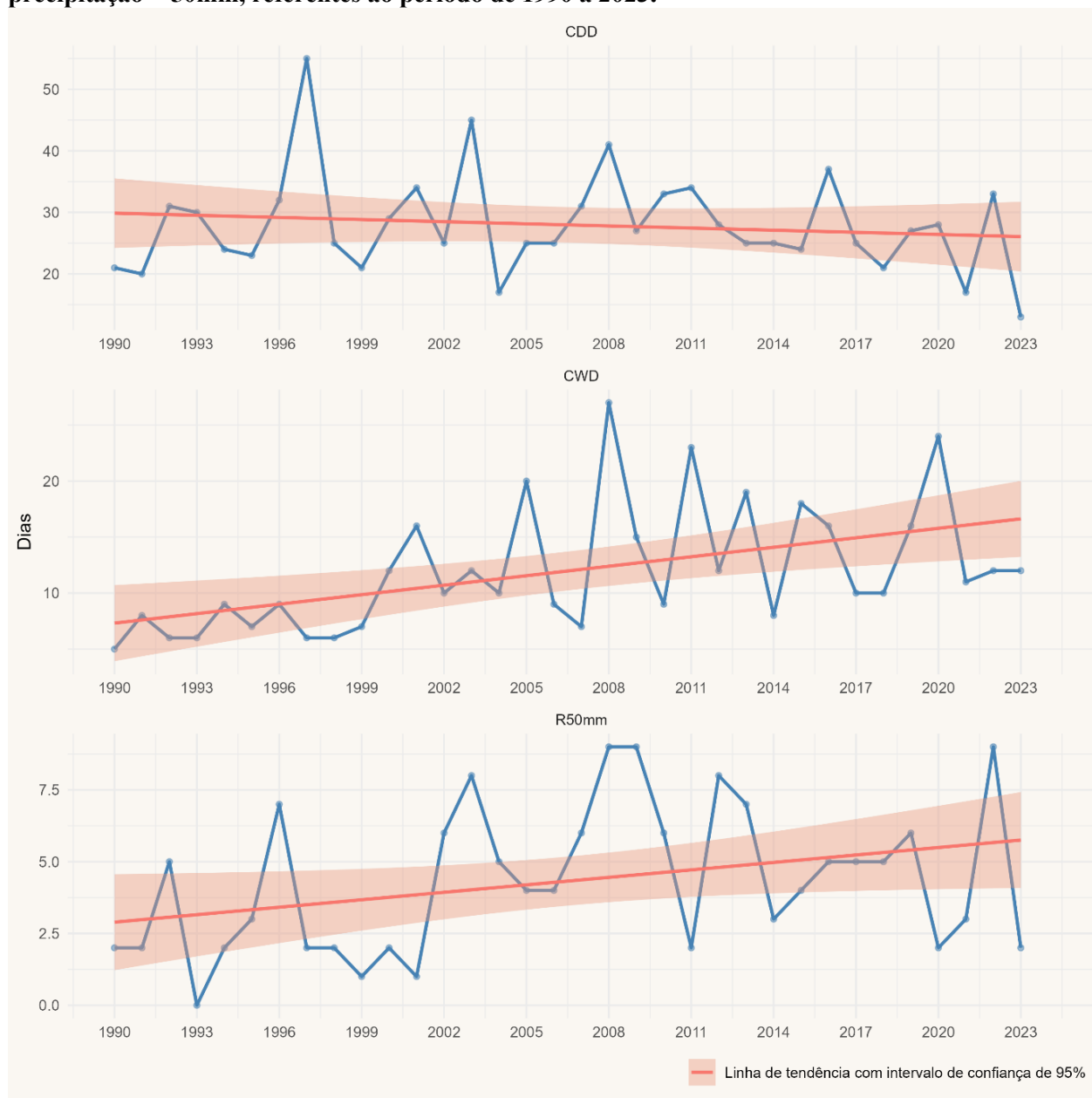


Fonte: Autor (2024).

Na primavera (SON) de 2024, a intensidade dos totais diários foi semelhante (Figura 4). Na estação meteorológica ITRAJA3, o máximo registrado foi de 53,1 mm/dia e ocorreu no dia 27 de outubro de 2023, enquanto o máximo observado na estação da ANA foi de 47 mm/dia, no dia 26 de outubro de 2023.

A Figura 5 apresenta as séries temporais dos índices relacionados ao número máximo de dias consecutivos no ano sem chover (CDD), número máximo de dias consecutivos no ano com chuva (CWD) e número de dias no ano com precipitação maior que 50 mm/dia (R50mm) para a estação meteorológica da ANA (Trajano de Moraes-RJ). Para o CDD, em média, foram registrados 28 dias consecutivos no ano sem chuva, com uma leve redução desse número nos últimos anos, onde o maior registro ocorreu em 1997 com 55 dias e o menor em 2023 com 13 dias.

Figura 5. Séries temporais dos índices climáticos utilizando os dados da estação meteorológica (ANA) localizada em Trajano de Moraes-RJ: CDD: Número máximo de dias consecutivos no ano com precipitação < 1; CWD: Número máximo de dias consecutivos no ano com precipitação ≥ 1 ; e R50mm: Número de dias no ano com precipitação > 50mm, referentes ao período de 1990 a 2023.



Fonte: Autor (2024).

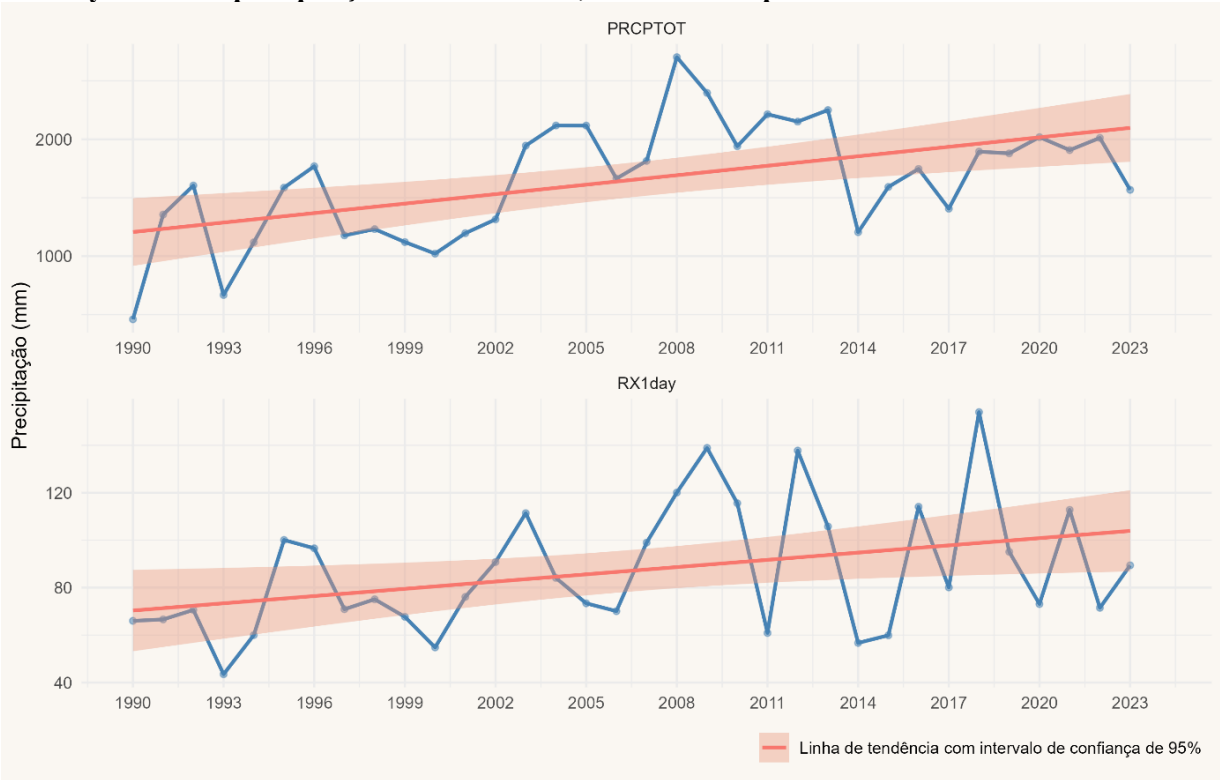
Para o CWD e R50mm (Figura 5), observa-se tendência positiva (aumento), onde em média foram registrados 12 dias consecutivos por ano com chuva e 4 dias por ano com total diário maior que 50 mm/dia. Nos dois índices, o maior registro foi observado em 2008, com 27 dias consecutivos no ano com chuva e 9 dias no ano com total diário maior que 50 mm/dia. Já o menor registro do CWD ocorreu em 1990 (5 dias) e o do R50mm ocorreu em 1993 (0 dias).

É importante lembrar que a falta de chuva pode afetar diretamente o crescimento e a produtividade das culturas. Plantas que passam muitos dias sem água podem sofrer estresse hídrico, o que pode levar a uma redução na qualidade e quantidade da colheita. Portanto, entender o número máximo de dias com e sem

chuva permite, por exemplo, que os agricultores tomem medidas preventivas para minimizar o impacto do estresse hídrico.

A Figura 6 ilustra as séries temporais dos índices relacionados a precipitação anual total dos dias úmidos (PRCPTOT) e máxima precipitação diária anual (RX1day). Nota-se que em ambos os índices, foi observado uma tendência positiva, indicando aumento da precipitação na região. Na análise da precipitação anual total dos dias úmidos (PRCPTOT), assim como registrado no número máximo de dias consecutivos no ano com chuva (CWD), o valor máximo foi observado em 2008, com 2702,5 mm/ano e o menor valor foi registrado em 1990, com 460,2 mm/ano. Em média, a PRCPTOT foi de 1629,29 mm/ano. Com relação máxima precipitação diária anual (RX1day), o valor máximo foi registrado em 2018, com 154,0 mm/dia e o valor mínimo em 1993, com 43,5 mm/dia. Em média, a Cód.: 2242001 foi de 87,3 mm/dia.

Figura 6. Séries temporais dos índices climáticos utilizando os dados estação meteorológica (ANA) localizada em Trajano de Moraes-RJ: PRCPTOT: Precipitação anual total dos dias úmidos (precipitação > 1mm); e RX1day: Máxima precipitação anual em 1 dia, referentes ao período de 1990 a 2023.



Fonte: Autor (2024).

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise de tendência, do declive de Sen e do teste de Mann-Kendall para os índices climáticos. Observa-se que três índices apresentaram tendência estatisticamente significativa ao nível de confiança de 95%, o número de dias no ano com precipitação maior que 50 mm/dia (R50mm) com aumento de 0,5 dias por década, a precipitação anual total dos dias úmidos (PRCPTOT) com aumento de 228,5 mm por década e a máxima precipitação diária anual (RX1day) com aumento de 9,07 mm/dia por década.

Tabela 2. Resultado do declive de Sen e do teste de Mann-Kendall para os índices climáticos.

Índices	Declive de Sen	Mann-Kendall (p-value)
CDD	0 dias/década	0,6683
CWD	2 dias/década	0,001677*
R50mm	0,5 dias/década	0,1759
PRCPTOT	228,5 mm/década	0,01458*
RX1day	9,07 mm/dia/década	0,02874*

* Estatisticamente significativo ao nível de confiança de 95%.

Fonte: Autor (2024).

4 Considerações finais

Na avaliação das características pluviométricas na porção sul da Região Hidrográfica IX do estado do Rio de Janeiro, a análise comparativa entre os dados da região da bacia do rio Imbé (estação oficial) e da microbacia do rio Carucango na bacia Macabu (estação simplificada) possibilitou semelhanças no período de maior precipitação. No entanto, há diferenças na intensidade e na distribuição das chuvas. Essas diferenças destacam a importância de se considerar a sazonalidade da regional e as especificidades locais, uma vez que diferenças topográficas e de uso do solo podem influenciar os padrões de chuva da região.

Por meio da análise dos índices climáticos, utilizando os dados da bacia do rio Imbé (estação oficial), foi observado um aumento na intensidade da precipitação na região do seu alto curso, com tendência estatisticamente significativa ao nível de confiança de 95% no número de dias no ano com precipitação maior que 50 mm/dia (R50mm), na precipitação anual total dos dias úmidos (PRCPTOT) e na máxima precipitação diária anual (RX1day) com aumento de 9,07 mm/dia por década.

Por fim, é importante destacar que a comparação entre as duas estações meteorológicas ressalta a importância da existência de uma rede de monitoramento pluviométrico bem distribuída, a fim de aumentar a precisão e a abrangência das avaliações climáticas locais.

Referências

BRASILIENSE, C.S.; DEREZYNSKI, C.P.; SATYAMURTY, P.; CHOU, S.C.; CALADO, R.N. Climatologias da Temperatura do Ar e da Precipitação na Bacia do Rio Paraíba do Sul, Região Sudeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, 43(1): 355-365, 2020.

FILHO, J. D. B.; PINTO, V. M. O.; FERREIRA, M. I. P.; CARVALHO, T. G. B.; PIMENTA, A. R.; COSTA, G. S. Desafios para Restauração Florestal na Microbacia do Rio Carukango. **In: IV Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Campos dos Goytacazes. 2023. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/203/IV-SRHPS0061-1-0-20230331-193935.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-33, 2022.

KENDALL, M. G. **Rank Correlation Methods**. 4 ed. London: Charles Griffin, 1975.

MANN H. Nonparametric tests against trend. **Econometrica**, 13, 245 – 259. 1945. DOI: 10.2307/1907187.

MARENGO, J. A., et al. Mudanças climáticas e impactos na biodiversidade e nos recursos hídricos do Brasil. São Paulo em Perspectiva, 23(1), 1-17, 2009.

NÉTO, N. C. G.; SANTOS, E. B. Análise Espaço-Temporal dos Eventos de Precipitação Intensa no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 37, p. 89-97, 2022.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2024. Acesso: <https://www.R-project.org/>.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATTINI, J. A. (Org.). **Variabilidade e mudanças climáticas**. Maringá: Eduem, 2000.

SANTANA, G. R. A.; SANTOS, E. B.; SILVA, M. G. A. J. Caracterização Espaço-Temporal das Secas na Bacia do Rio Paraíba do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências**, v.43, n.4, p.364-375, 2020.

SEN, P.K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. **Journal of the American Statistical Association**, 63(234): 1379-1389, 1968.

SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C. P. Caracterização climatológica e tendências observadas em extremos climáticos no estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 123-138, 2014.

YUE, S.; POLON, P.; CAVADIAS, G. Power of the MannKendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. **Journal of Hydrology**, 259: 254-271, 2002.