



Identified Trends and Future Projections of Precipitation Extremes in the Southeast Atlantic Basin

Pedro Lucas Oliveira Santos⁽¹⁾, Daniela Carneiro Rodrigues⁽²⁾, Wanderson Luiz Silva⁽³⁾

(1) UFRJ, pedrolucassantos88@gmail.com, (2) INPE, daniela.rodrigues@inpe.br, (3) UFRJ, wanderson@igeo.ufrj.br

ABSTRACT

The Southeast Atlantic Basin has a high population density, significant economic activity, and, consequently, a high demand for water resources. The basin encompasses the states of Espírito Santo and Rio de Janeiro, as well as the eastern parts of the states of Minas Gerais and São Paulo. Due to physiographic aspects such as proximity to the ocean, topography, and vegetation, the basin is significantly impacted by extreme meteorological and climatic events. In this context, this research aims to analyze possible changes in the hydroclimatic behavior of the Southeast Atlantic Basin. Thus, observed trends in precipitation extremes are evaluated over recent years. In addition, numerical simulations from the EC-Earth3 Earth system model, part of the sixth phase of the Coupled Model Intercomparison Project – CMIP6, are assessed for the present and future climate. Daily precipitation data from weather stations were obtained for the period from 1980 to 2023 through the Hydrological Information System (HidroWeb) of the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA) and from the National Institute of Meteorology (INMET). The EC-Earth3 model's daily data for the present climate refer to the period from 1991 to 2014, with a spatial resolution of 50 kilometers. Of the ten (10) selected precipitation extreme indicators for this investigation, frequency, duration, and intensity of such events are taken into account. To assess the significance and magnitude of trends over the examined period, the non-parametric Mann-Kendall statistical test and Sen's Slope Estimator are used, respectively. The future climate is analyzed through the Shared Socioeconomic Pathways - SSP scenarios from the sixth report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. Regarding the observed trends, an increase in annual total precipitation and a decrease in consecutive dry days stand out, especially in the Paraíba do Sul River sub-basin. An overall increase in the intensity of extreme precipitation events is also noted in regions near the coast. When comparing the observed climatology with the EC-Earth3 simulations, it is pointed out that the model tends to underestimate most of the evaluated indicators. The model performs well in representing the spatial distribution of indices, especially in the Rio Doce sub-basin region, which exhibits the lowest values of precipitation extremes as well as the most prolonged drought periods. The model also performs well in simulating high values of extreme rainfall indicators in the Serra do Mar region. Future projections indicate changes in all climatic extreme indices related to precipitation in the Southeast Atlantic Basin. The results from this study may assist in adaptation measures and decision-making regarding the impacts of extreme rainfall across the entire basin.

Keywords: Southeast Atlantic; Climate Extremes; Climate Change; Precipitation.



TENDÊNCIAS IDENTIFICADAS E PROJEÇÕES FUTURAS EM EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO ATLÂNTICO SUDESTE

RESUMO

A Bacia do Atlântico Sudeste apresenta alta densidade populacional, grande atividade econômica e, consequentemente, elevada demanda por recursos hídricos. A bacia engloba os Estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, além do leste dos Estados de Minas Gerais e de São Paulo. Em virtude dos aspectos fisiográficos como a proximidade com o oceano, o relevo e a vegetação, a bacia é impactada de maneira expressiva por eventos meteorológicos e climáticos extremos. Nesse contexto, essa pesquisa possui o objetivo de analisar possíveis alterações no comportamento hidroclimático da bacia do Atlântico Sudeste. Dessa forma, tendências observadas em extremos de precipitação são avaliadas no decorrer dos últimos anos. Além disso, as simulações numéricas do modelo do sistema terrestre EC-Earth3, proveniente da sexta fase do Coupled Model Intercomparison Project – CMIP6, são verificadas no clima presente e no clima futuro. Os dados diários de precipitação das estações são obtidos para o período de 1980 a 2023 por meio do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados diários do modelo EC-Earth3 no clima presente são referentes ao período de 1991 a 2014 com resolução espacial de 50 quilômetros. Dos 10 (dez) indicadores de extremos de precipitação selecionados para esta investigação, leva-se em consideração a frequência, a duração e a intensidade de tais eventos. Para avaliar a significância e a magnitude das tendências ao longo do período examinado, utiliza-se o teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall e a estimativa da Curvatura de Sen, respectivamente. O clima futuro é analisado por meio dos cenários Shared Socioeconomic Pathways – SSP do sexto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC. Em relação às tendências observadas, destaca-se o aumento da precipitação total anual e a redução dos dias secos consecutivos, especialmente na sub-bacia do rio Paraíba do Sul. Nota-se também uma predominância de elevação na intensidade de eventos extremos de precipitação em regiões próximas ao litoral. Na comparação entre a climatologia observada e as simulações do EC-Earth3, observa-se que o modelo tende a subestimar a maioria dos indicadores avaliados. O modelo apresenta bom desempenho na representação da distribuição espacial dos índices, principalmente na região da sub-bacia do Rio Doce, a qual exibe os menores valores de extremos de precipitação, bem como os maiores períodos de estiagem. O modelo também apresenta boa performance na simulação dos altos valores dos indicadores de extremos de chuva na região da Serra do Mar. As projeções futuras indicam modificações em todos os índices de extremos climáticos relacionados à precipitação na bacia do Atlântico Sudeste. Os resultados provenientes deste estudo podem auxiliar medidas de adaptação e tomada de decisões em relação ao impacto das chuvas extremas na extensão de toda a bacia.

Palavras-chave: Atlântico Sudeste; Extremos Climáticos; Mudanças Climáticas; Precipitação.