

## Análise de Índices de Extremos Climáticos para São Paulo

Isabelle Delgado da Silva Simões; Pollyanne Evangelista da Silva ; Mario Paulo Alves Junior e Amanda Beck

### INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de São Paulo, na região sudeste do Brasil, apresentou um aumento da precipitação nas últimas décadas (Marengo et al., 2013; Obregon et al., 2014; Machado et al., 2021). As projeções de mudanças da precipitação futura através do uso de modelos climáticos apontaram um aumento na precipitação total e na intensidade da precipitação, além de existir a possibilidade de longos períodos secos separados com dias de precipitação intensa (Marengo et al., 2013). Ao considerar os danos causados por eventos extremos de precipitação tanto com inundações, quanto com os efeitos da seca que podem afetar inclusive o abastecimento de bacias vizinhas, este estudo visa avaliar a tendência dos extremos de chuva no futuro, identificando assim a possibilidade de ocorrência de um aumento ou diminuição desses extremos na região.

### OBJETIVO

Analisar as tendências de indicadores de extremos climáticos relacionados à quantidade de precipitação em São Paulo.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange as três localizações onde estão situados os aeroportos de Guarulhos (SBGR), Congonhas (SBKP) e Campinas (SBSP), todos localizados no estado de São Paulo, conforme ilustrado na Figura 1. Foram utilizados dados de precipitação diária das três estações meteorológicas, no período de 01 de janeiro de 1990 a 31 de dezembro de 2022. Os dados meteorológicos foram usados a fim de se obter índices definidos conforme o software RClindex. Os 06 índices selecionados referem-se à precipitação, conforme apresentados na Tabela 1. Posteriormente, determinaram-se os índices de extremos climáticos (Climdex) para 03 (três) aeroportos, SBGR, SBKP e SBSP. Esses índices de extremos de precipitação possibilitam observar se houve alguma mudança climática nos últimos 32 anos nas áreas de estudo.

Índice	Definição	Unidade
R10mm	Número de dias com precipitação $\geq 10$ mm	dias
RX1day	Quantidade máxima de precipitação em 1 dia	mm
CDD	Número máximo de dias consecutivos com precipitação $< 1$ mm (dias consecutivos secos).	dias
R95p	Precipitação anual que excedeu o percentil 95 no período de 1980 a 2013 (percentil: dias úmidos).	mm

**Tabela 1:** Definições dos 06 índices de extremos climáticos do Climdex referentes à precipitação compreendidos no estudo.

### RESULTADOS

A Figura 1 oferece uma representação do comportamento dos índices R10mm, RX1day, CDD e R95p, como descrito na própria figura. Entre os anos de 1990 e 2010, observou-se que o número de dias com precipitação superior a 10 mm variou de cerca de 35 a 60 dias. No entanto, a partir de 2011, ocorreu uma notável redução, com registros de menos de 10 dias com precipitação acima de 10 mm. Além disso, o índice RX1day revelou que a máxima precipitação em um único dia foi inferior a 50 mm na região de SBSP. Por outro lado, as regiões SBGR e SBKP apresentaram um aumento nos períodos consecutivos de dias sem chuva a partir de 2012. Por fim, o índice R95p indicou que, no período de 1990 a 2010, as regiões SBGR e SBKP receberam entre 150 e 600 mm de chuva, enquanto SBSP registrou precipitações abaixo de 100 mm.

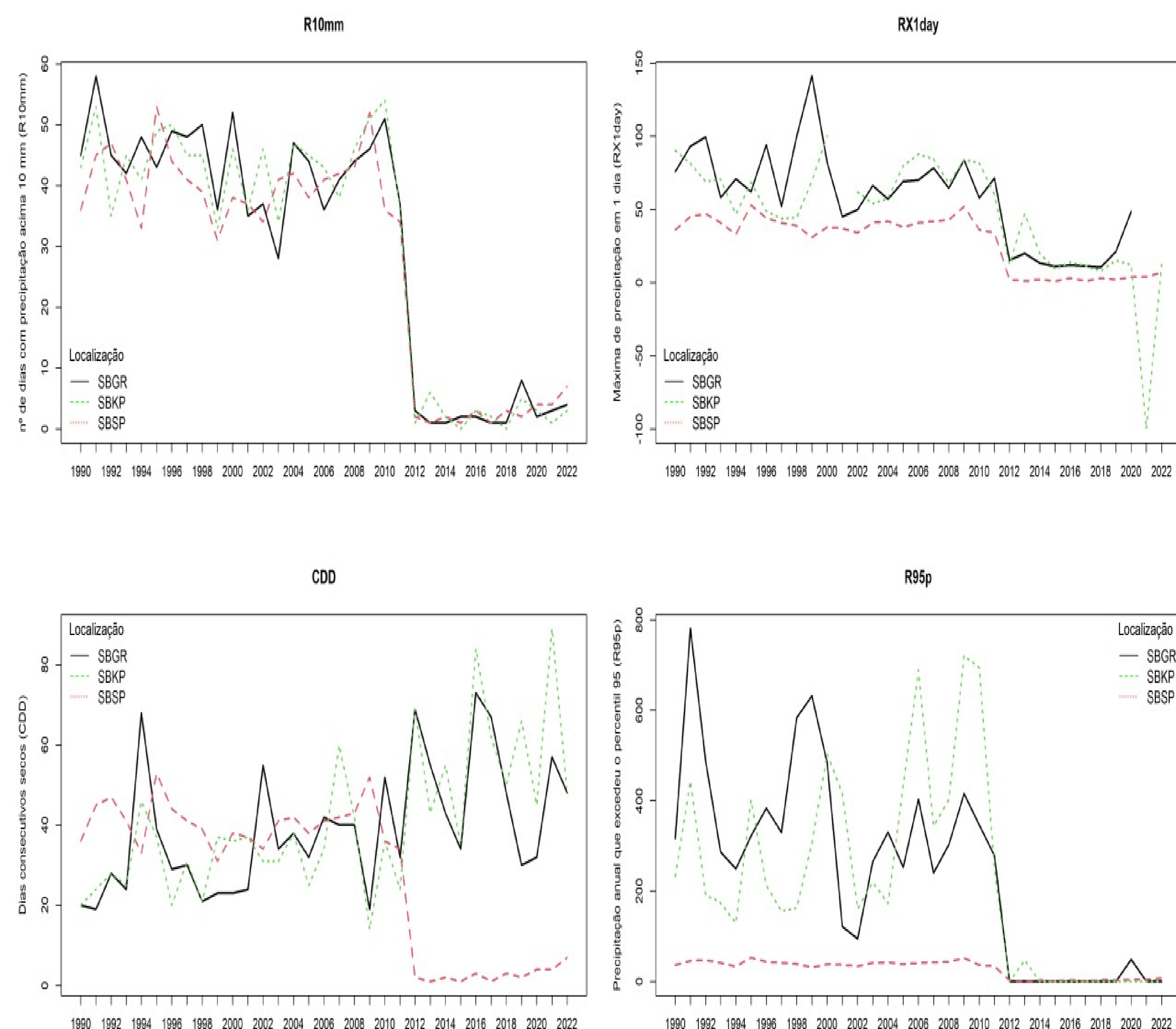


Figura 1: Índices de extremos climáticos (R10mm, RX1day, CDD e R95p) baseados na precipitação diária para os aeroportos localizados em São Paulo (SBGR, SBKP e SBSP) período de 1990 a 2022.

### CONCLUSÃO

A discussão sobre as alterações no clima tem levado os pesquisadores a estudar os extremos de tempo e clima. Os resultados mostraram que, há evidências de mudanças climáticas local para determinados locais de São Paulo. De acordo com os resultados, as maiores mudanças ocorreram para os índices de precipitação. Em termos gerais, a análise da localização de SBGR revelou as mudanças mais substanciais, seguidas por SBKP. O estudo também destacou que as maiores reduções ocorreram nos índices de R10mm, RX1day e R95p, enquanto houve um aumento significativo no índice CDD.

### REFERÊNCIAS

- MARENGO, J.A.; VALVERDE, R.; OBREGON, G.O. Observed and projected changes in rainfall extremes in the Metropolitan Area of São Paulo. *Climate Research*, v. 57, n. 1, p. 61-72, 2013.
- OBREGON, G.O.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C. Rainfall and climate variability: long-term trends in the Metropolitan Area of São Paulo in the 20th century. *Climate Research*, v. 61, p. 93-107, 2014.
- MACHADO, C.B.; CAMPOS, T.L.O.B.; RAFEE, S.A.A.; MARTINS, J.A.; GRIMM, A.M.; et al Extreme rainfall events in the Macro-Metropolis of São Paulo: trends and connection with climate oscillations. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, v. 60, n. 5, p. 661- 675, 2021.

**APOIO/FOMENTO:** Este trabalho tem apoio do Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA).