



# Análise de sensibilidade das vazões em relação à precipitação de bacias do Sudeste Brasileiro



## BRAHVE

Karinne Reis Deusdará Leal<sup>1,2\*</sup>; Guilherme Samprogná Mohor<sup>1</sup>; Rong Zhang<sup>1</sup>; Luiz Valério de Castro Carvalho<sup>1,3</sup>; Luz Adriana Cuartas Pineda<sup>1</sup>; Eduardo Mario Mendiondo<sup>1,4</sup>; Carlos Afonso Nobre<sup>1</sup>

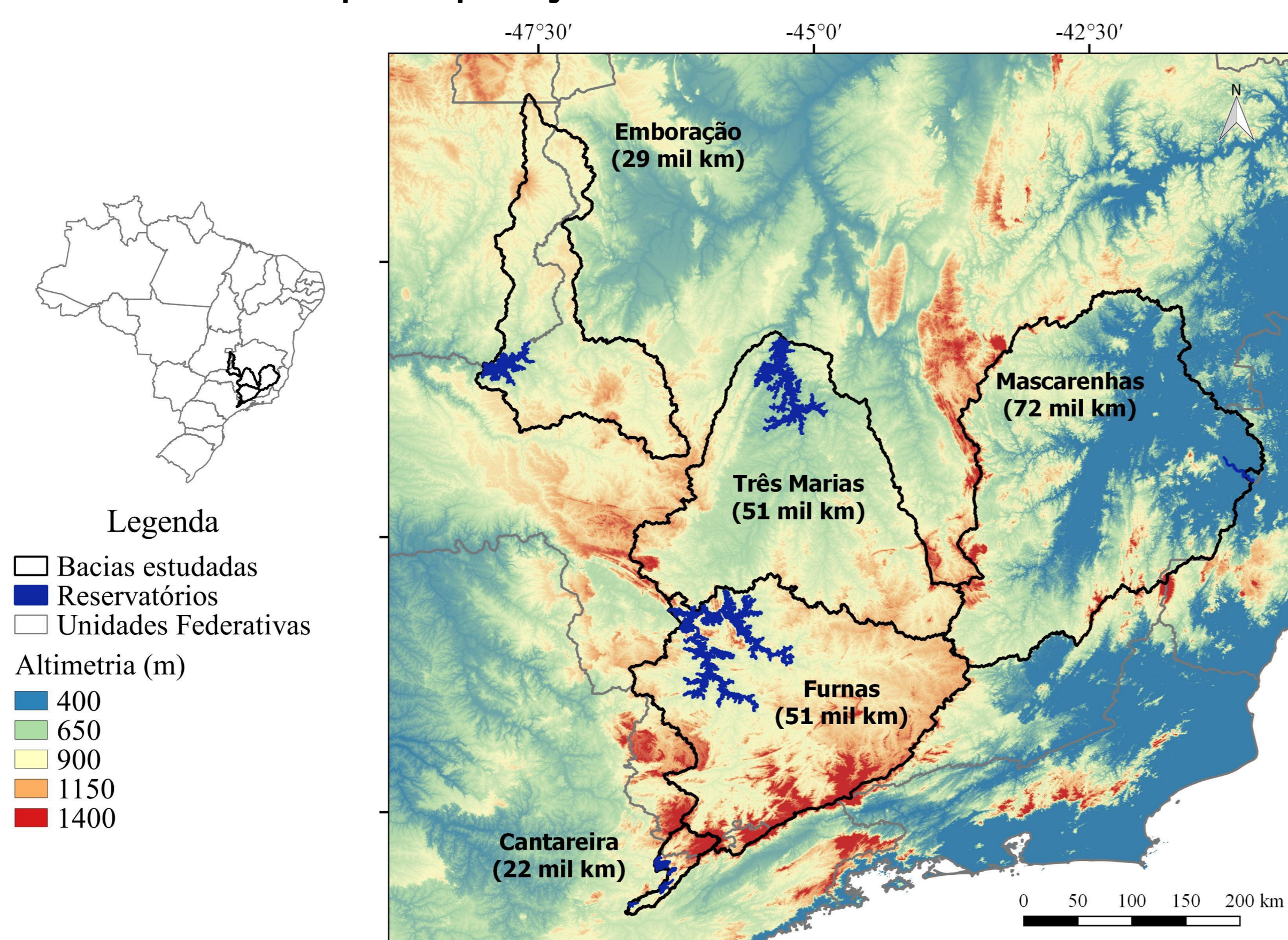
<sup>1</sup> Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, São José dos Campos/SP; <sup>2</sup> [karinne.deusdara@yahoo.com.br](mailto:karinne.deusdara@yahoo.com.br); <sup>3</sup> Universidade de Taubaté, Taubaté/SP; <sup>4</sup> Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos/SP

**Objetivo: Caracterizar a dinâmica de vazões e suas sensibilidades (elasticidade) em relação à precipitação nas bacias do Cantareira, Furnas, Emborcação, Três Marias e Mascarenhas de Moraes, localizadas no sudeste Brasileiro.**

### Introdução

Nos últimos anos, o Sudeste Brasileiro vivenciou baixas precipitações, resultando em baixas recargas dos aquíferos e baixos volumes armazenados nos principais reservatórios da região. Estes baixos volumes armazenados culminaram numa série de consequências para o abastecimento público, para a geração de energia elétrica, para a irrigação, entre outros.

Em situações como esta, a série histórica de vazões observadas pode ser utilizada para avaliar a elasticidade da vazão em relação à precipitação, ou seja, a sensibilidade das vazões em relação às mudanças ocorridas na precipitação.



Localização das bacias estudadas

### Material e Métodos

Os dados de precipitação foram obtidos das estações meteorológicas da ANA, INMET e CEMADEN, para o período de 1970 a 2015. Os dados de vazão para as bacias de Três Marias, Furnas, Emborcação e Mascarenhas de Moraes foram fornecidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico e, para a bacia do Cantareira, foram fornecidos pela Sabesp. Foram calculadas a precipitação e vazão normalizadas para a série histórica.

O coeficiente de runoff foi calculado como expresso abaixo:

$$C_r = \frac{Q}{P}$$

A elasticidade da vazão foi calculada utilizando-se o método não paramétrico (SANKARASUBRAMANIAN et al., 2001), expresso como:

$$\epsilon_p = \text{mediana} \left( \frac{Q_t - \bar{Q}}{P_t - \bar{P}} \right)$$

Em que  $\bar{Q}$  e  $\bar{P}$  representam a média de longo termo.

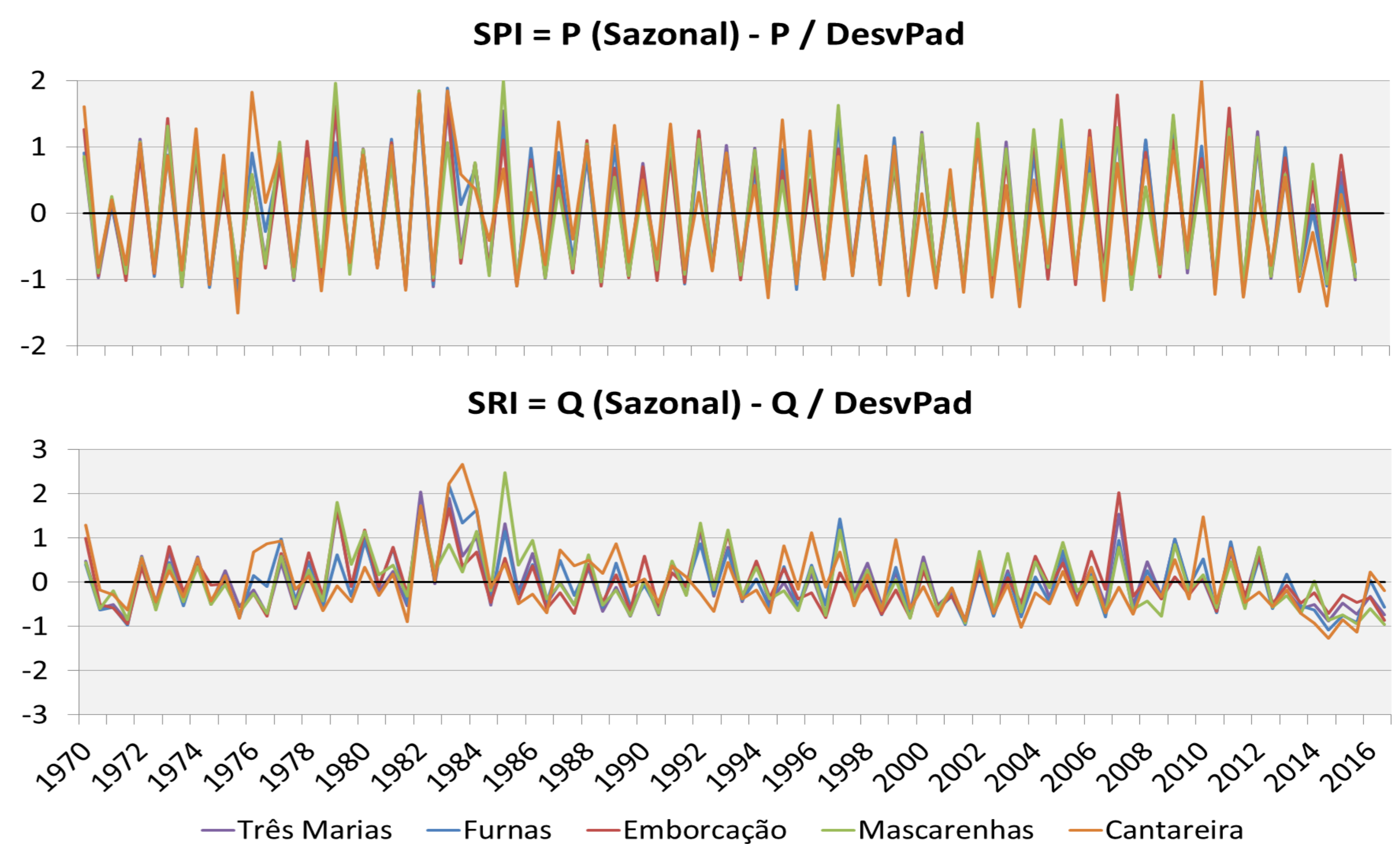
### Agradecimentos

Este estudo contou com a colaboração de bolsas do Projeto RedeClima e do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento em Desastres Naturais (CNPq # 454809/2015-8).



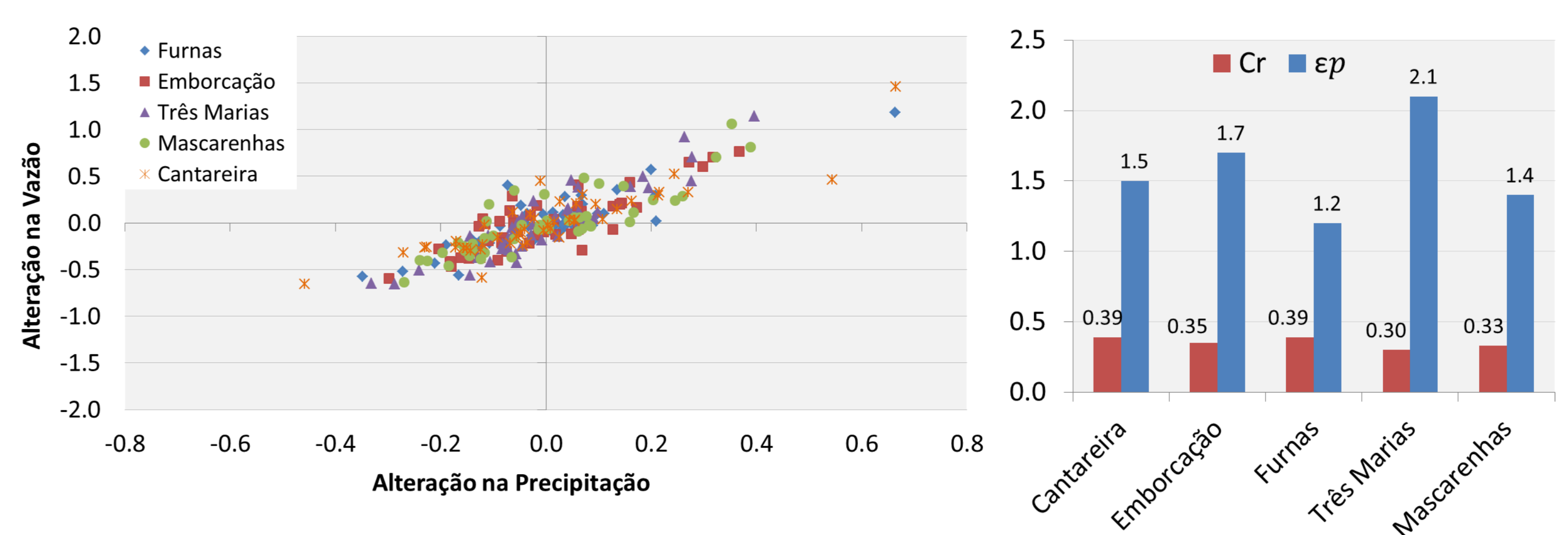
### Resultados e Discussões preliminares

A precipitação e vazão normalizadas indicam acentuada anomalia negativa nos últimos anos, corroborando a crise hídrica vivenciada no sudeste neste período.



A sensibilidade das vazões apresenta correlação com o coeficiente de vazão e com a média anual de precipitação e vazão, sendo maior em bacias mais áridas e com baixos coeficientes de vazão.

Abaixo são apresentados o gráfico de sensibilidade ( $\Delta P \times \Delta Q$ ) das bacias e os resultados dos cálculos do coeficiente de Runoff ( $C_r$ ) e da elasticidade da vazão em relação à precipitação ( $\epsilon_p$ ).



Grande parte da dispersão do gráfico de sensibilidade localiza-se nos quadrantes 1 e 3, representados pelos sinais semelhantes na variação da precipitação e da vazão. Os casos em que a variação da precipitação e da vazão apresentaram sinais opostos (quadrantes 2 e 4) podem ser explicados pela forçante temperatura, parâmetro ainda não abordado neste estudo.

Dentre as bacias analisadas, Três Marias apresentou o menor coeficiente de runoff e a maior elasticidade, o que indica maior sensibilidade à forçante climática. Salienta-se que esta bacia enfrenta a pior crise hídrica de seu histórico, com quebra de recordes a cada ano.

### Referências

SANKARASUBRAMANIAN, A.; VOGEL, R. M.; LIMBRUNNER, J. F. Climate elasticity of streamflow in the United States. *Water Resources Research*, v. 37, n. 6, p. 1771–1781, 2001.