



# São Paulo-SP CPAM 2024

Conferência Pan-Americana de Meteorologia  
Simpósio em Clima, Água, Energia e Alimentos

19 a 23 de agosto

## ANÁLISE DE TENDÊNCIAS DE TEMPERATURAS DO AR MÍNIMAS E MÁXIMAS EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RIO DE JANEIRO

NÍCOLAS CHENQUEL NOGUEIRA<sup>1 2</sup>; ELIANE BARBOSA SANTOS<sup>3</sup>;

1 - DISCENTE, CIÉNCIAS BIOLÓGICAS (LICENCIATURA), INSTITUTO DE BIODIVERSIDADE E SUSTENTABILIDADE - NUPEM, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

2 - BOLSISTA DE EXTENSÃO, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO - UENF, LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA - LAMET

NCHNOGUEIRA@GMAIL.COM

3 - DOCENTE, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO - UENF, LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA - LAMET

ELIANEBS@UENF.BR

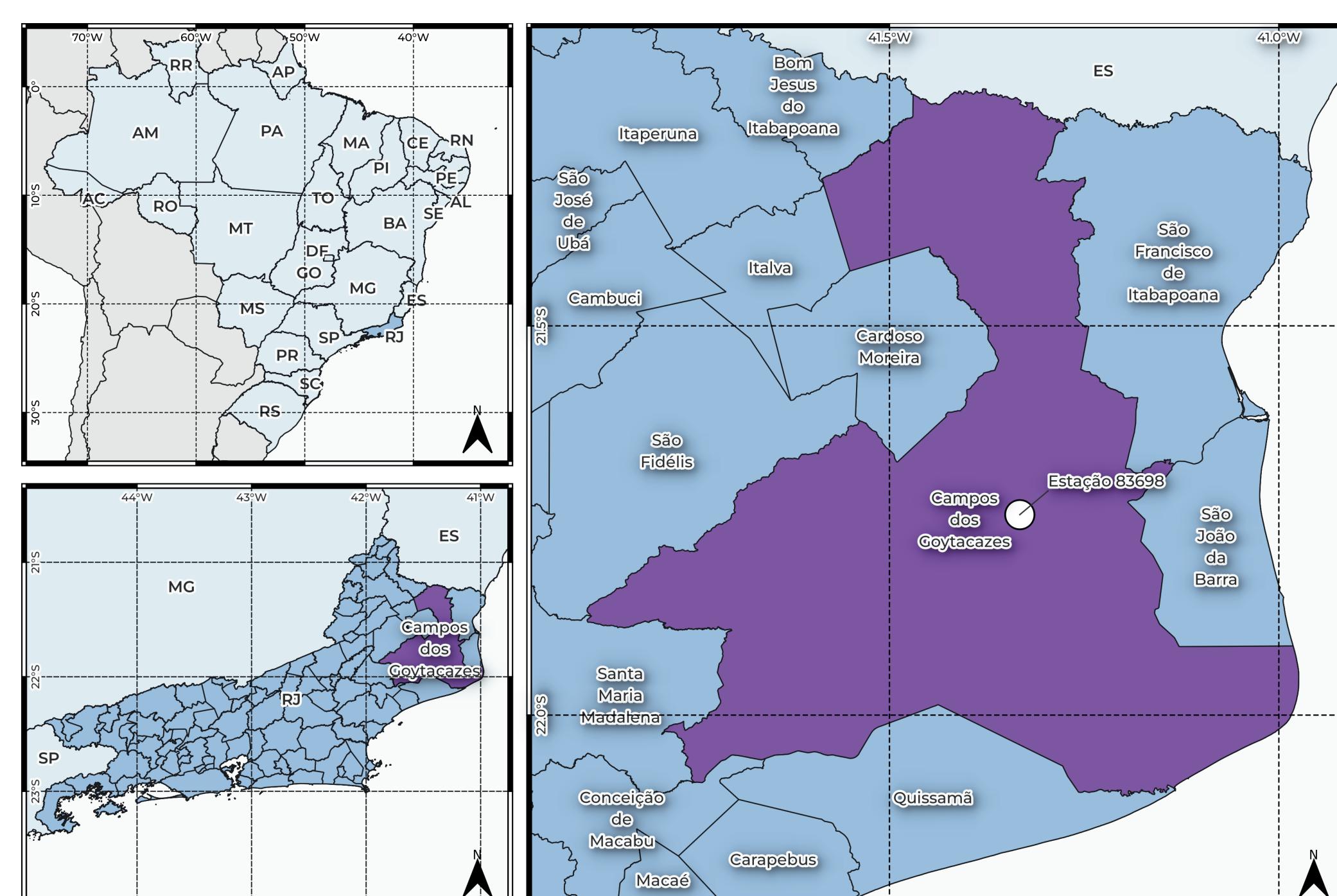


### INTRODUÇÃO

Os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas destacam o **agravamento de eventos extremos**, sublinhando a urgência do tema como um dos maiores desafios contemporâneos (IPCC, 2022). Tais eventos, como as ondas de calor, possuem grande potencial disruptivo tanto para as atividades humanas quanto para o meio ambiente. Diante disso, o objetivo deste estudo é **analisar as tendências dos índices de mudanças climáticas relacionadas às temperaturas do ar mínimas e máximas no município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.**

### METODOLOGIA

Foram utilizadas **séries históricas diárias** (1961-2023) de **temperaturas do ar mínimas (TN) e máximas (TX)** de uma estação meteorológica (Código 83698) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes à cidade de **Campos dos Goytacazes**



**Figura 1** - Mapa da localização da cidade de Campos dos Goytacazes e Estação Meteorológica utilizada no trabalho.

As análises foram realizadas utilizando o **software R** (R Core Team, 2024), versão 4.4.1. Foram aplicados cálculos de **8 índices** de extremos de temperatura do ar (**Tabela 1**) propostos pelo Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI, 2009) em escala anual. Para detectar tendências estatisticamente significativas (ao nível de significância de 5%), foi aplicado o **teste** estatístico não paramétrico de **Mann-Kendall**. A magnitude das tendências foi obtida pelo **estimador de Sen** do pacote **trend** (Pohlert, 2023).

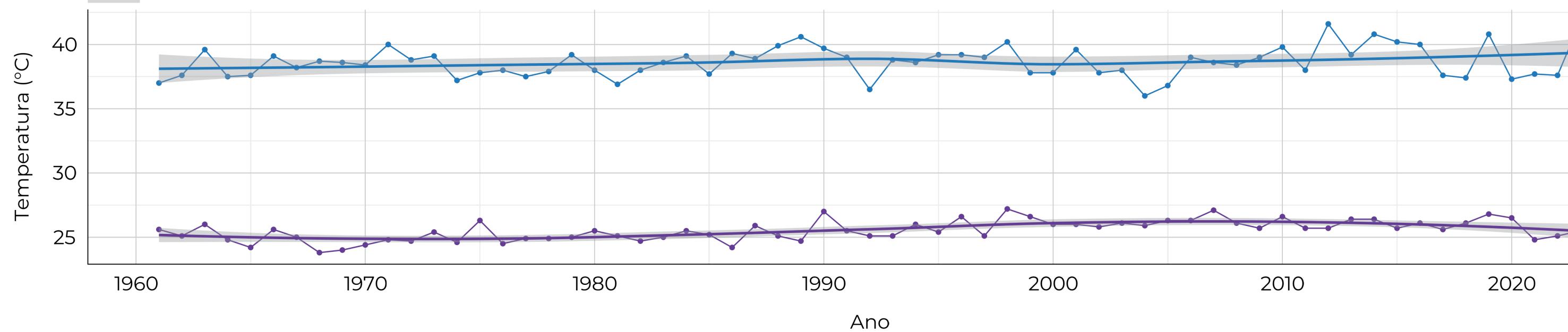
**Tabela 1** - Índices de Extremos Climáticos Utilizados no Trabalho.

Variável	Estatística	Índice
Temp. Máx	Máxima Anual	TXx
Temp. Máx	Mínima Anual	TXn
Temp. Máx	Nº Dias > 90p	TX90p
Temp. Máx	Nº Dias < 10p	TX10p
Temp. Mín	Máxima Anual	TNx
Temp. Mín	Mínima Anual	TNn
Temp. Mín	Nº Dias > 90p	TN90p
Temp. Mín	Nº Dias < 10p	TN10p

### RESULTADOS

#### Máximas Anuais

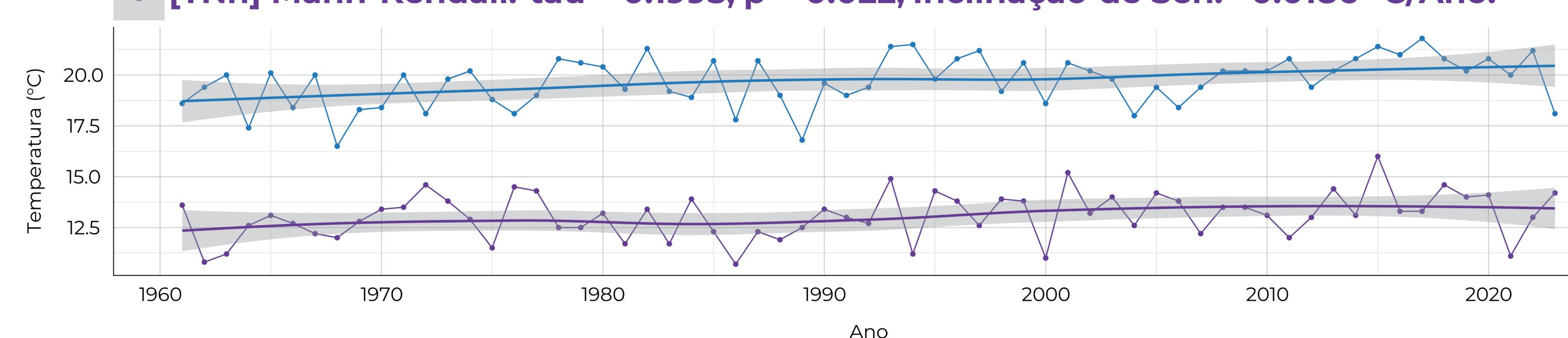
[TXx] Mann-Kendall: tau = 0.1359, p = 0.121; Inclinação de Sen: +0.0143 °C/Ano.  
[TNx] Mann-Kendall: tau = 0.4060, p < 0.001; Inclinação de Sen: +0.0250 °C/Ano.



**Figura 2** - Séries Temporais para os índices de Máximas Anuais.

#### Mínimas Anuais

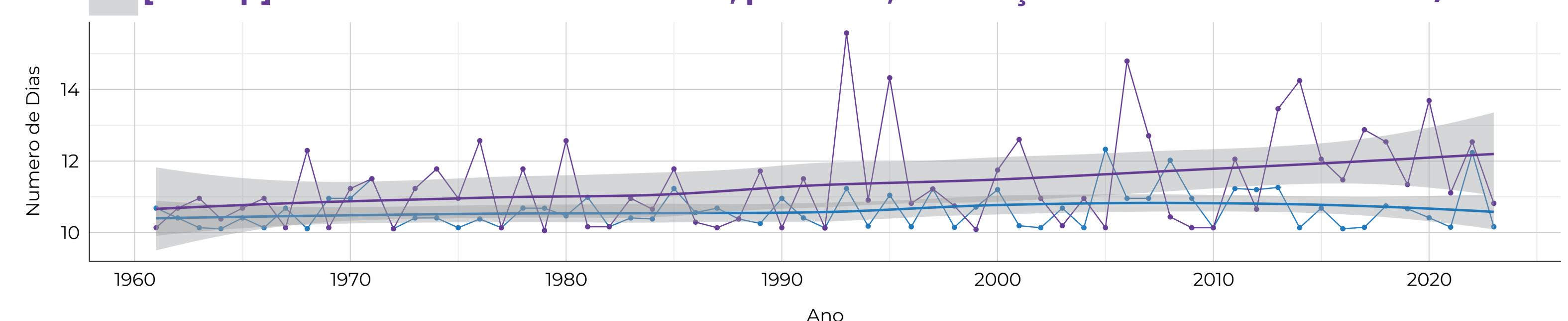
[TXn] Mann-Kendall: tau = 0.2968, p < 0.001; Inclinação de Sen: +0.0278 °C/Ano.  
[TNn] Mann-Kendall: tau = 0.1995, p = 0.022; Inclinação de Sen: +0.0186 °C/Ano.



**Figura 3** - Séries Temporais para os índices de Mínimas Anuais.

#### Dias Anuais Acima do Percentil 90

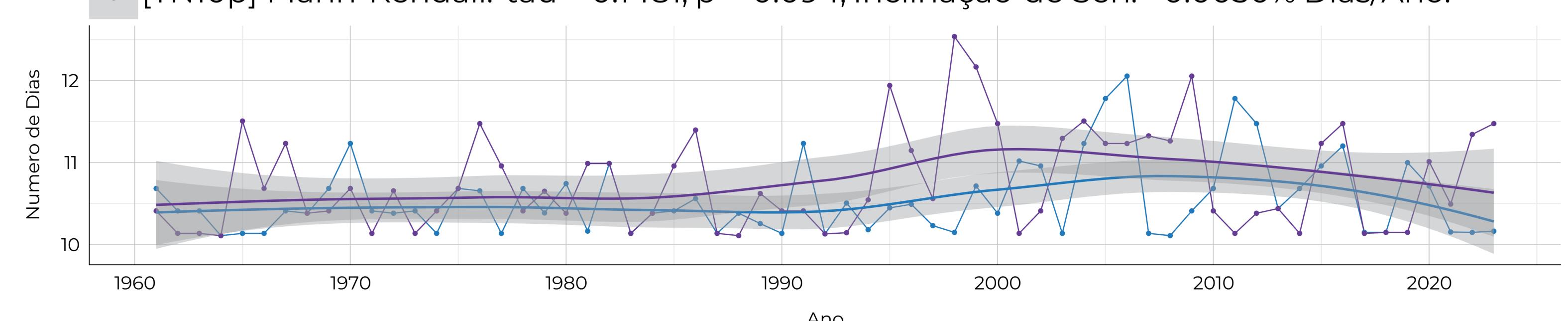
[TX90p] Mann-Kendall: tau = 0.1199, p = 0.175; Inclinação de Sen: +0.0010% Dias/Ano.  
[TN90p] Mann-Kendall: tau = 0.2087, p = 0.017; Inclinação de Sen: +0.0162% Dias/Ano.



**Figura 4** - Séries Temporais para os índices de N° de Dias acima do Percentil 90 Anuais.

#### Dias Anuais Abaixo do Percentil 10

[TX10p] Mann-Kendall: tau = 0.1123, p = 0.205; Inclinação de Sen: +0.0007% Dias/Ano.  
[TN10p] Mann-Kendall: tau = 0.1481, p = 0.094; Inclinação de Sen: +0.0030% Dias/Ano.



**Figura 5** - Séries Temporais para os índices de N° de Dias abaixo do Percentil 10 Anuais.

Os resultados encontrados alinham-se com outros estudos de metodologia similar realizados em diferentes estados brasileiros:

- Natividade (2017)** também aponta para aumento de **TN90p** em estações de **Minas Gerais**.
- Santos (2017)** indica aumentos significativos em **TXn**, **TNx** e **TNn** em estações do **Pará**, com destaque para as variáveis de **TN**.
- Dantas (2015)** por sua vez, encontrou elevações nos índices **TNx** e **TN90p** para uma estação em **Pernambuco**.
- Silva (2015)** por outro lado, indica um padrão claro de tendência de aumento em **TN90p** para estações do **Paraná**.

### CONCLUSÃO

Esses resultados apontam para um cenário de aquecimento gradual que pode ter impactos significativos nos sistemas naturais e sociais da região, destacando a necessidade urgente de medidas de adaptação e mitigação para lidar com os efeitos das mudanças climáticas.

### REFERÊNCIAS

DANTAS, Leydson Galvâncio; SANTOS, Carlos Antônio Costa dos; OLINDA, Ricardo Alves de. Tendências anuais e sazonais nos extremos de temperatura do ar e precipitação em Campina Grande-PB. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 4, p. 423-434, 2015.

ETCCDI. Climate Change Indices: Definitions of the 27 core indices. 2009. Disponível em: [https://etccdi.pacificclimate.org/list\\_27\\_indices.shtml](https://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml). Acesso em: 08 ago. 2024.

IPCC. 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: Cambridge University Press, 2022. 3056 p. doi:[10.1017/9781009325844](https://doi.org/10.1017/9781009325844).

NATIVIDADE, Ulisses Antônio; GARCIA, Sânia Regina; TORRES, Roger Rodrigues. Tendência dos índices de extremos climáticos observados e projetados no estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 32, p. 600-616, 2017.

POHLERT, T. trend: Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection. R package version 1.1.6. 2023. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=trend>.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

SANTOS, Carlos Antônio Costa dos; OLIVEIRA, Verônica Gabriella de. Trends in extreme climate indices for Pará State, Brazil. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 32, p. 13-24, 2017.

SILVA, Wanderson Luiz et al. Tendências observadas em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no estado do Paraná. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 2, p. 181-194, 2015.

WICKHAM, H. et al. Welcome to the tidyverse. Journal of Open Source Software, v. 4, n. 43, p. 1686, 2019. doi:[10.21105/joss.01686](https://doi.org/10.21105/joss.01686). Disponível em: <https://doi.org/10.21105/joss.01686>.

WICKHAM, H. et al. Welcome to the tidyverse. Journal of Open Source Software, v. 4, n. 43, p. 1686, 2019. doi:[10.21105/joss.01686](https://doi.org/10.21105/joss.01686). Disponível em: <https://doi.org/10.21105/joss.01686>.

### DESTAQUE

As análises realizadas apontam para um **aumento significativo** em **4** de **8** índices de extremos climáticos avaliados em Campos dos Goytacazes-RJ em uma série com 62 anos de dados. Destes, **3** são atrelados à variável de **Temperatura Mínima** e **1** à variável de **Temperatura Máxima**.