APLICAÇÃO DA LINGUAGEM PYTHON NO PROCESSAMENTO DE DADOS DE TEMPERATURA DE 1961 A 2025, NA CIDADE DE FORTALEZA–CE.

Maria Gabrielle Pessoa da Silveira [1]; Beatriz Fernandes de Oliveira [2]; Cinthya Santos da Silva [3]

Palavras-Chave – Séries temporais, Processamento de dados meteorológicos, Dados climáticos.

INTRODUÇÃO

Segundo Penereiro e Meschiatti (2017), a análise da variabilidade climática é essencial para compreender as mudanças nos elementos meteorológicos ao longo do tempo. No Brasil, a grande extensão territorial e a atuação de diferentes sistemas atmosféricos resultam em comportamentos distintos das temperaturas entre as regiões. O estudo de séries históricas de temperatura permite identificar padrões climáticos e tendências de aquecimento ou resfriamento, contribuindo para a compreensão das características climáticas regionais.

Fortaleza, capital do Ceará apresenta clima tropical, caracterizado por temperaturas elevadas ao longo do ano e pela ocorrência de uma estação chuvosa e outra seca bem definidas. De acordo com o mapeamento para o Brasil realizado por Alvares *et al.* (2013), baseado na classificação climática original de Köppen, a região de Fortaleza identifica-se como pertencente ao domínio dos climas tropicais, cujas condições climáticas são influenciadas pela sazonalidade das precipitações e pelas características atmosféricas típicas do Nordeste brasileiro.

O estudo de longas séries históricas, porém, traz o desafio da manipulação e processamento de grandes bases de dados. Para atendimento dessa necessidade, surge o Python, como uma linguagem de programação de alto nível, amplamente utilizada em aplicações científicas devido à sua simplicidade, legibilidade e extensa disponibilidade de bibliotecas especializadas (Oliphant, 2007).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo aplicar técnicas de processamento de dados climáticos utilizando *Python* para analisar as temperaturas máximas e mínimas da cidade de Fortaleza–CE, a partir de bases de dados meteorológicos em formato NetCDF, demonstrando o potencial das ferramentas computacionais de código aberto em estudos climatológicos.

METODOLOGIA

Fortaleza, Capital do Ceará está localizada na região Nordeste do Brasil, às margens do Oceano Atlântico (Figura 1). O município possui área territorial de aproximadamente 312 km² e constitui o principal centro político, econômico e administrativo do Estado, além de integrar a Região Metropolitana de Fortaleza IBGE (2025).

Os dados de temperatura máxima e temperatura mínima foram obtidos a partir da base de dados meteorológicos em grade disponibilizada por Xavier *et al.* (2022), em formato NetCDF, abrangendo o território brasileiro. Inicialmente, os arquivos foram importados e processados no ambiente *Python* utilizando as bibliotecas *Xarray*, *NumPy*, *GeoPandas*, *Regionmask* e *Matplotlib*.

1) Instituto Federal do Sertão Paraibano, *Campus* Cajazeiras. E-mail: gabrielle.maria@academico.ifpb.edu.br
2) Instituto Federal do Sertão Paraibano, *Campus* Cajazeiras. E-mail: oliveira.fernandes@academico.ifpb.edu.br
3) Instituto Federal do Sertão Paraibano, *Campus* Cajazeiras. E-mail: cinthya.santos@ifpb.edu.br

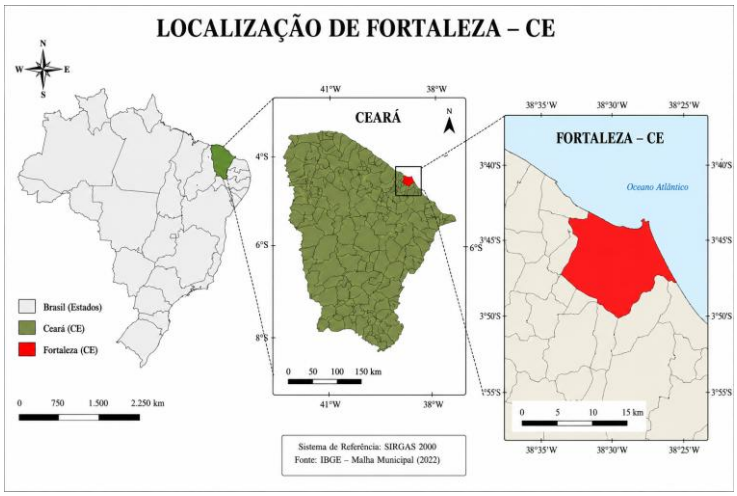


Figura 1. Localização do Município de Estudo. Fonte: autoria própria.

Após a importação dos dados, realizou-se a correção das coordenadas geográficas de longitude, convertendo-as do sistema de referência de 0°–360° para −180°–180°, compatibilizando-as com os dados vetoriais utilizados na delimitação espacial. Em seguida, foi efetuado o recorte espacial da área de estudo a partir do limite municipal de Fortaleza-CE, obtido em formato *shapefile* em base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Com os dados recortados, foram calculadas as médias espaciais das temperaturas máximas e mínimas para toda a série histórica. Posteriormente, foram gerados mapas de distribuição espacial das temperaturas médias por meio de técnicas de visualização *raster*, possibilitando identificar a variabilidade térmica da área de estudo.

Além da análise espacial, foram elaboradas séries temporais anuais das temperaturas máximas e mínimas médias do município. Para isso, calculou-se inicialmente a média espacial dos pontos de grade da área de estudo e, posteriormente, as médias anuais foram obtidas por agregação temporal dos dados, permitindo avaliar o comportamento térmico ao longo do período analisado.

Por fim, foram identificados os anos de ocorrência das maiores temperaturas máximas médias e das menores temperaturas mínimas médias da série histórica, possibilitando a caracterização dos eventos térmicos extremos observados na região de estudo.

RESULTADOS

A figura 2 apresenta o mapa de distribuição espacial das temperaturas máximas e mínimas médias da Região de estudo.

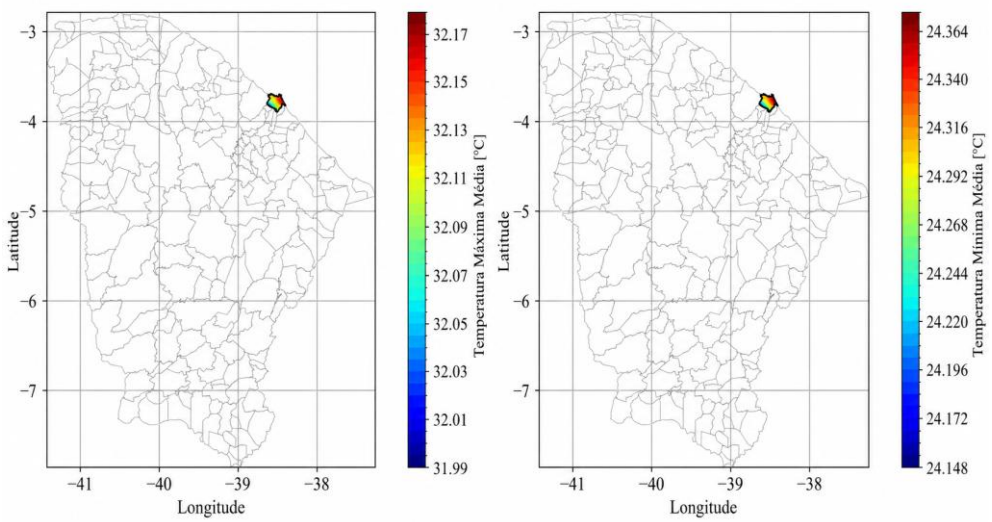


Figura 2. Mapa Espacial das Temperaturas Máximas e Mínimas Médias. Fonte: autoria própria.

Com base no mapa foi possível verificar a variabilidade espacial da temperatura ao longo da área analisada, permitindo identificar as zonas com maiores e menores valores médios de temperatura máxima. Essa representação espacial contribui para a compreensão do comportamento térmico da região, evidenciando padrões de distribuição que podem estar associados às características geográficas e ambientais locais.

A figura 3 apresenta a série temporal da temperatura máxima média ao longo do período de estudo para o Município de Fortaleza-CE.

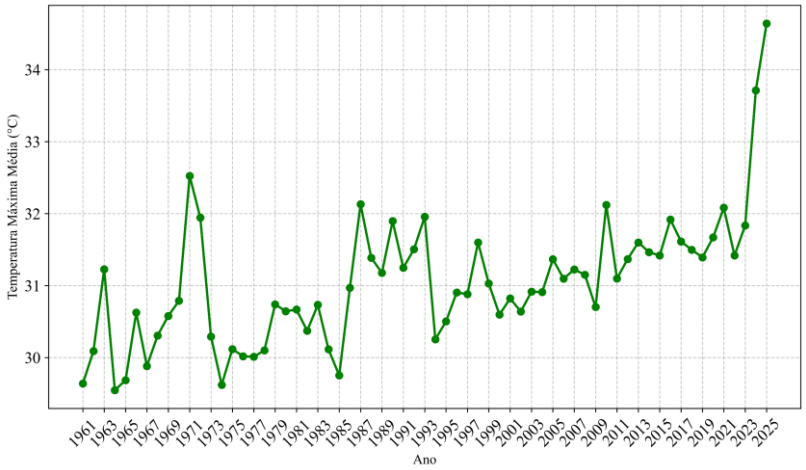


Figura 3. Gráfico da Série Temporal das Temperaturas Máximas Médias. Fonte: autoria própria.

Os resultados das séries temporais permitiram identificar os anos de ocorrência dos eventos térmicos mais extremos na região de estudo. O ano de 2025 apresentou a maior temperatura média máxima anual da série histórica, atingindo 34,64 °C, caracterizando-se como o ano mais quente, esse resultado se obteve devido a associação e influência residual de eventos intensos do fenômeno El Niño, ocorrido entre 2023-2024.

A figura 4 apresenta a série temporal da temperatura mínima média ao longo do período de estudo para o Município de Fortaleza-CE.

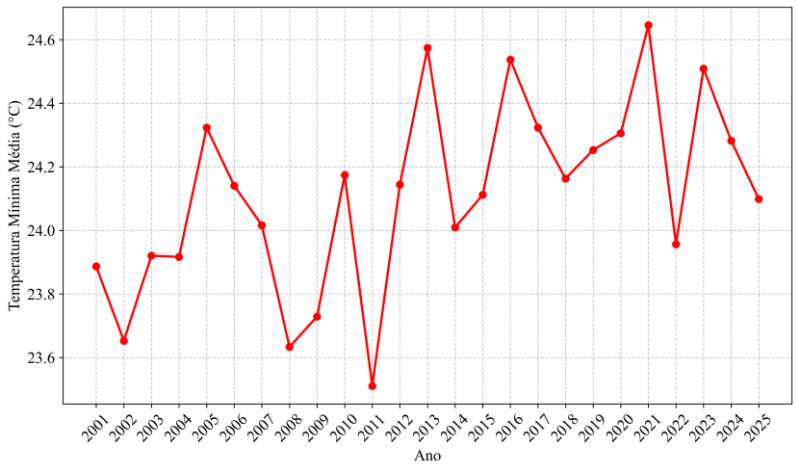


Figura 4. Gráfico da Série Temporal das Temperaturas Mínimas Médias. Fonte: autoria própria.

Em relação à temperatura mínima média, os resultados também evidenciam variabilidade temporal ao longo do período analisado. Embora ocorram oscilações entre os anos, nota-se que o ano de 2011 registrou a menor temperatura média mínima anual, com valor de 23,51 °C, sendo considerado o ano mais frio da série histórica. Esse resultado indica uma condição térmica relativamente mais amena quando comparada aos demais anos analisados.

CONCLUSÕES

A utilização da linguagem Python em ambiente NetCDF confirmou-se como uma metodologia eficiente e robusta para a automação do processamento de grandes séries históricas, atendendo ao objetivo de demonstrar a viabilidade de ferramentas de código aberto em análises climatológicas. Nesse sentido, a principal contribuição deste estudo reside na sistematização de um fluxo de trabalho replicável, que permitiu identificar com precisão a variabilidade espacial e temporal de Fortaleza, evidenciando a ocorrência de extremos térmicos significativos na série analisada. Além disso, os achados demonstram que a abordagem computacional proposta facilita a interpretação de padrões climáticos regionais, fornecendo subsídios técnicos para o monitoramento ambiental e o planejamento de estratégias de mitigação frente a eventos de calor extremo. Como limitação, ressalta-se que os dados em grade podem omitir variações microclimáticas urbanas específicas; contudo, a pesquisa estabelece uma base sólida para trabalhos futuros que incluam variáveis como umidade e precipitação, possibilitando uma análise estatística de longo prazo mais abrangente.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. (2013). *"Köppen's climate classification map for Brazil".* Meteorologische zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2025). Fortaleza. Rio de Janeiro/RJ. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 08 jun. 2026.

OLIPHANT, T. E. (2007). *"Python for Scientific Computing"*. Computing in Science & Engineering, v. 9, n. 3, p. 10–20.

PENEREIRO, J. C.; MESCHIATTI, M. C. (2017). *"Variabilidades e tendências climáticas nos máximos do inverno e verão no Brasil"*. Revista Brasileira de Climatologia, v. 21, p. 379-380.

XAVIER, A. C.; SCANLON, B. R.; KING, C. W.; ALVES, A. I. (2022). *"New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020)"*. International Journal of Climatology, v. 42, n. 16, p. 8390–8404.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Instituto Federal do Sertão Paraibano, *Campus* Cajazeiras, pelo suporte acadêmico, e apoio financeiro para participação desse evento.