

## **Série histórica de dados meteorológicos de Volta Redonda: Uma análise das variações climáticas nos últimos 12 anos**

Bianca de Cássia Cardoso Beraldo<sup>1</sup>; 0000-0001-9465-1995

Flávia Coelho Rocha <sup>1</sup>; 0009-0007-0086-1352

Ana Carolina Callegario Pereira<sup>1</sup>; 0000-0002-9140-8225

Cirlene Fourquet Bandeira <sup>1</sup>; 0000-0001-7034-2477

Sérgio Roberto Montoro<sup>1</sup>; 0000-0002-92723278

Thiago Fonseca da Costa <sup>2</sup>; 1234-1234-1234-1234

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

2 – SMMA, Secretária Municipal de Meio Ambiente, RJ.

[bbianca306@gmail.com](mailto:bbianca306@gmail.com)

**Resumo:** As séries históricas permitem identificar padrões e tendências ao longo do tempo, sendo essenciais para avaliar a relação entre variáveis meteorológicas. Em Volta Redonda (RJ), município de forte atividade industrial, a análise do clima é especialmente relevante. Este trabalho tem como objetivo analisar a série histórica de dados meteorológicos no município de Volta Redonda (RJ) no período de 2012 a 2024. A pesquisa utilizou dados obtidos do Sistema de Informação da Qualidade do Ar (SIGQAR), mantido pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Adotou-se uma abordagem quantitativa, com tratamento e análise dos dados por meio da linguagem Python, aplicando técnicas estatísticas para identificar padrões, tendências e possíveis correlações entre variáveis meteorológicas ao longo do tempo. Os resultados evidenciaram uma tendência de aumento da temperatura média anual, um aumento nos dias mais secos, com umidade abaixo de 30% e relativa estabilidade na velocidade do vento, com destaque para eventos extremos registrados em alguns anos. O estudo destaca a importância do monitoramento contínuo dos dados para subsidiar políticas públicas ambientais eficazes e promover a compreensão dos impactos das mudanças climáticas em nível regional.

**Palavras-chave:** SIQGAR. Mudanças Climáticas. Microclima Urbano. Volta Redonda. Série Climatológica.

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade no século XXI. O aumento das temperaturas globais, a alteração nos padrões de precipitação e a intensificação de eventos climáticos extremos representam evidências claras dos impactos do acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera (NORAT, 2023).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA, (2022), o Acordo de Paris estabelece que os países devem reduzir suas emissões de gases de efeito estufa de forma a manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, buscando esforços adicionais para limitar o aquecimento a 1,5°C, alinhando mitigação climática com o desenvolvimento sustentável.

Nesse cenário, a análise de séries históricas aplicadas a mudanças climáticas torna-se essencial, pois permite compreender as transformações nos microclimas urbanos e sua relação direta com o espaço geográfico. A interdependência entre clima e território revela não apenas como os fenômenos atmosféricos se manifestam e interagem com a superfície terrestre, mas também as consequências decorrentes de eventos extremos, além de possibilitar a identificação de padrões habituais (SCHNEIDER et al., 2024).

A Coordenadoria de Defesa Civil de Volta Redonda divulgou o balanço do Alerta de Verão 2022/2023, que desta vez compreendeu os dias 1º de novembro e 10 de abril. Durante o período, houve um aumento de 100% no volume de chuva registrado, em comparação com o anterior (2021/2022), quando foi registrado 1.029 milímetros - nível considerado alto, mas esperado para o período de alerta. Em 2022/2023, a precipitação chegou a quase 2.000 milímetros de chuva (1.910 mm)". (DEFESA CIVIL DE VOLTA REDONDA, 2023). Atenta a essa realidade, a cidade de Volta Redonda (RJ) reconheceu, por meio da Lei Ordinária nº 6432/2024, o Estado de Emergência Climática e instituiu a Política Municipal de Mudança Climática, com o objetivo de mitigar os impactos das mudanças climáticas e promover estratégias de adaptação.

Nesse contexto, destaca-se o papel do Sistema de Informação da Qualidade do Ar (SIGQAR), mantido pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), que fornece dados abertos e acessíveis sobre poluição atmosférica e variáveis meteorológicas. Essa ferramenta se



apresenta como um recurso robusto para o acompanhamento contínuo das condições ambientais, favorecendo pesquisas aplicadas ao diagnóstico climático regional.

Com base nesses instrumentos, a compreensão do conceito e da aplicação das séries históricas no estudo climatológico é fundamental. Segundo Krone Capital (2023), uma série histórica consiste no registro de dados coletados em intervalos regulares de tempo, como a temperatura diária, as vendas mensais de um produto, índices da bolsa de valores ou fluxos de tráfego em um site.

Diante dessa relevância, a cidade de Volta Redonda (RJ) foi escolhida como objeto deste estudo, justamente por reunir características industriais e urbanas que influenciam diretamente a qualidade do ar e a dinâmica climática local.

## MÉTODOS

A pesquisa baseou-se na coleta e organização de dados meteorológicos referentes ao município de Volta Redonda, disponibilizados pelo Sistema de Informação da Qualidade do Ar (SIGQAR), no período de 2012 a 2024, acessível em: <https://portalsiggar.inea.rj.gov.br/>. A figura abaixo demonstra a Delimitação Geoespacial em Volta Redonda, destacando quatro estações de monitoramento, localizadas nos bairros: Voldac (Ilha das Águas Cruas), Belmonte, Retiro e Santa Cecília, por apresentarem séries históricas contínuas e representativas da dinâmica local.

Figura 1- Delimitação Geoespacial em Volta Redonda – RJ

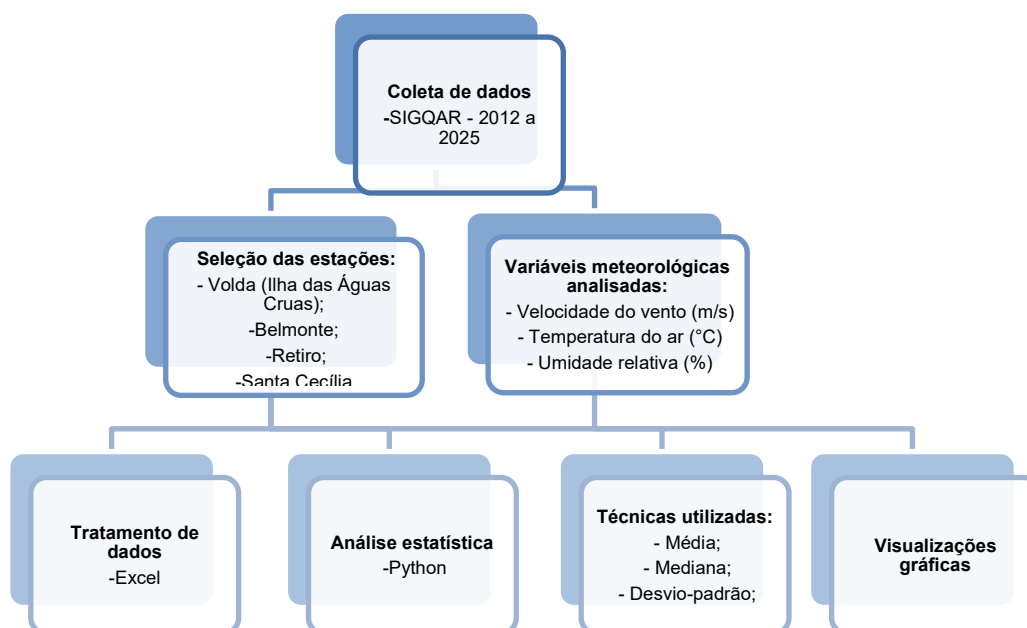


Fonte: Google Earth, (2025).



Esta representação é fundamental, pois possibilita compreender a distribuição territorial dos pontos de coleta e sua relação com a dinâmica urbana e ambiental do município. O fluxograma apresentado a seguir sintetiza as etapas metodológicas da pesquisa, permitindo visualizar de forma clara a sequência lógica do estudo.

Fluxograma 1- Procedimentos Metodológicos da pesquisa



Fonte: Os autores, (2025).

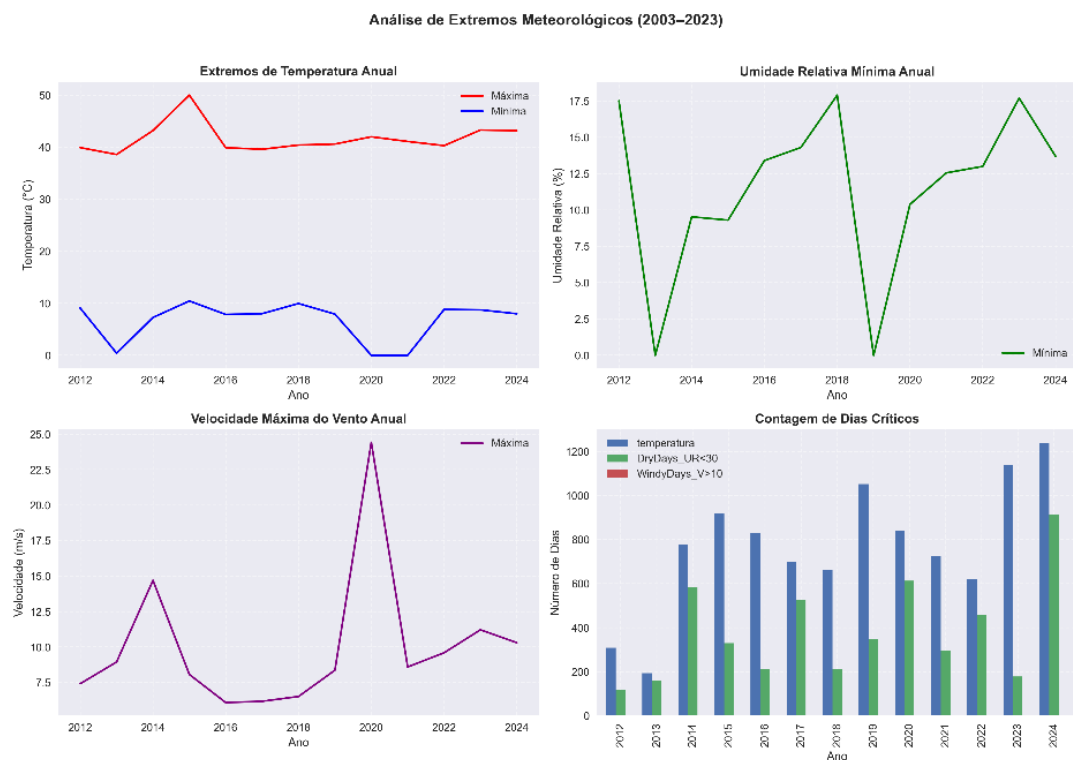
Em resumo, o fluxograma demonstra o ponto do estudo em que os dados passam de informações brutas para análises quantitativas mais detalhadas, servindo como base para as conclusões sobre a dinâmica meteorológica. Além disso, foram produzidas visualizações gráficas para identificar padrões e possíveis relações entre os fatores meteorológicos no município ao longo dos anos. Essas representações foram desenvolvidas em Python, utilizando bibliotecas específicas para análise e visualização de dados, o que possibilitou maior precisão e clareza na interpretação dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das séries temporais de extremos meteorológicos entre os anos de 2012 e 2024 possibilitou identificar padrões e tendências relevantes para a compreensão da

dinâmica climática local. Para analisar os gráficos a seguir, será utilizado como referência o teste de regressão linear que é uma métrica utilizada para verificar se há tendência significativa em uma série temporal. Os gráficos evidenciam as variações anuais de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e contagem de dias críticos, fornecendo subsídios para a avaliação das mudanças ambientais no período analisado (Figura 2).

Figura 2 – Análise de Extremos Meteorológicos (2012–2024)



Fonte: Os autores, (2025).

Observa-se que a temperatura máxima anual, embora apresente oscilações, manteve-se relativamente constante ao longo da série, sem indicar uma tendência clara de crescimento após 2015. Em contrapartida, a temperatura média anual apresenta tendência crescente estatisticamente significativa, confirmada por regressão linear, refletindo o aumento gradual do aquecimento ao longo dos anos. O contraste mais expressivo, contudo, está na diferença entre as temperaturas máxima e mínima, que se mostra bastante elevada.

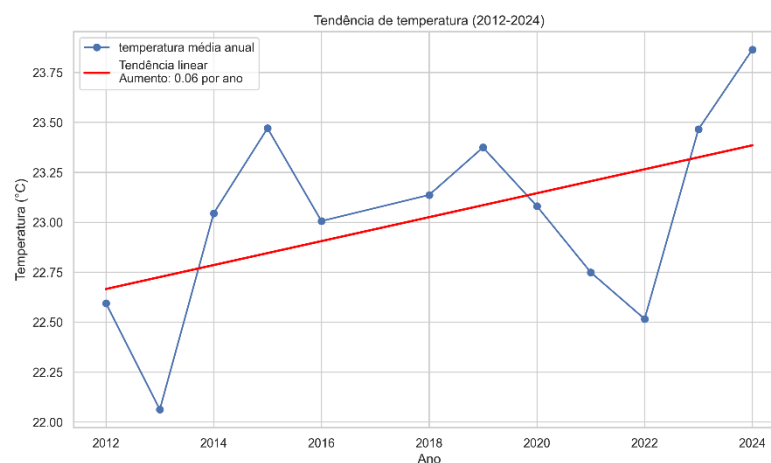
A temperatura mínima anual, por sua vez, não apresenta tendência significativa, mas revela forte variabilidade interanual, marcada por quedas abruptas, como a registrada em 2020.

Em relação à umidade relativa mínima anual, observa-se grande oscilação ao longo dos anos, com quedas acentuadas em 2013 e 2019. Embora alguns períodos posteriores indiquem recuperação parcial, a análise por regressão linear simples evidencia uma tendência de redução da umidade relativa mínima. Esse resultado sugere a intensificação gradual dos episódios críticos de ar seco, que tendem a se tornar mais frequentes e persistentes.

A velocidade máxima do vento anual evidencia um pico anômalo em 2020, com valores superiores a 20 m/s, destoando da média histórica. Quando desconsiderado esse valor extremo, a série mostra relativa estabilidade, sem tendência clara de aumento ou redução da intensidade dos ventos.

A série temporal de temperatura média anual entre 2012 e 2024 evidencia oscilações interanuais marcantes, mas com um comportamento geral de crescimento ao longo do período. O ajuste da reta de tendência linear indica elevação gradual da temperatura média, acompanhada por um aumento contínuo ano a ano, mesmo diante das variações naturais que ocasionaram quedas pontuais em determinados intervalos, como em 2013 e 2022(Figura 3).

Figura 3 – Tendência da temperatura média anual (2012–2024)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O ponto mais elevado da série ocorre em 2024, representando o ápice do aquecimento no período analisado, enquanto os anos iniciais (2012–2013) apresentam valores inferiores, evidenciando a diferença entre o início e o final da série. Essa evolução demonstra um processo cumulativo de aquecimento, compatível com tendências observadas em outras regiões urbanizadas.

O gráfico evidencia um aumento estimado ao longo dos anos, indicando que não se trata apenas de flutuações aleatórias, mas de um padrão consistente de aquecimento. Esse comportamento é confirmado pela análise de regressão linear simples, a qual reforça a presença de tendência positiva nas temperaturas da série histórica.

## **CONCLUSÕES**

A análise das séries temporais de dados meteorológicos em Volta Redonda (2012–2024) revelou tendências relevantes para a compreensão da dinâmica climática urbana. Os resultados apontam para um aumento consistente da temperatura média anual, evidenciando um processo cumulativo de aquecimento no município. Apesar da variabilidade natural observada em variáveis como a temperatura mínima, a umidade relativa e a velocidade do vento, a manutenção de episódios críticos de calor e ar seco destaca a vulnerabilidade local diante das mudanças climáticas.

A confirmação dessa tendência reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à mitigação e à adaptação, como já instituído pela Política Municipal de Mudança Climática, bem como da ampliação do monitoramento ambiental para subsidiar decisões estratégicas. Nesse sentido, a integração entre instrumentos técnicos, como o SIGQAR, e as iniciativas de planejamento urbano sustentável mostra-se essencial para reduzir riscos, proteger a população e promover maior resiliência climática em Volta Redonda.

## **AGRADECIMENTOS (SE HOVER)**

Agradecemos o apoio financeiro de FOA/UniFOA.

## REFERÊNCIAS

KRONE, Capital. **Séries históricas: o que são, de onde vêm e como utilizar ao investir.** Krone Capital, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.kronecapital.com.br/series-historicas-o-que-sao-de-onde-vem-e-como-usar-ao-investir/> . Acesso em: 9 ago. 2025

NORAT, Markus Samuel Leite. **Mudanças climáticas e seus impactos: contextualização, evidências e desafios para a sustentabilidade.** Scientia et Ratio, Ano III, n. 4, 1 de junho de 2023. Disponível em: <https://scientiaetratio.com.br/mudancas-climaticas-e-seus-impactos-contextualizacao-evidencias-e-desafios-para-a-sustentabilidade/>. Acesso em: 6 ago. 2025.

SCHNEIDER, Heverton et al. **Variabilidade pluvial e a definição de anos-padrão do estado de Mato Grosso do Sul: análise da série histórica de 1986 a 2020.** In: Anais do XX SGBFA – Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA – Encontro Luso-afro-Americano de Geografia Física e Ambiente, Campina Grande, 2024. Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/117737>. Acesso em: 06 ago. 2025.

VOLTA REDONDA (RJ). **Lei Ordinária nº 6432, de 10 de junho de 2024.** Fica reconhecido o Estado de Emergência Climática e institui a Política Municipal de Mudança Climática no município de Volta Redonda. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rj/v/volta-redonda/lei-ordinaria/2024/644/6432/lei-ordinaria-n-6432-2024-fica-reconhecido-o-estado-de-emergencia-climatica-e-institui-a-politica-municipal-de-mudanca-climatica-no-municipio-de-volta-redonda> . Acesso em: 7 ago. 2025.

DEFESA CIVIL DE VOLTA REDONDA. **Chuvas em Volta Redonda dobram durante o Alerta de Verão 2022/2023.** Prefeitura Municipal de Volta Redonda, 13 abr. 2023. Disponível em: <https://www.voltaredonda.rj.gov.br/comunicacao/44-noticias/compdec/6543-chuvas-em-volta-redonda-dobram-durante-o-alerta-de-verao-2022-2023/>. Acesso em: 22 ago. 2025.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente.** *Acordo de Paris.* Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>. Acesso em: 22 ago. 2025.

DUARTE JR., José. **O Teste de Mann-Kendall.** Medium, 2020. Disponível em: <https://medium.com/@duarte.jr105/o-teste-de-mann-kendall-28ff71e731c6>. Acesso em: 28 ago. 2025.