

Framework Integrado para Análise de Dados Climáticos e Epidemiológicos: Potencial para Monitoramento

Franklin Sales de Oliveira¹, Dulcinéia Esteves Santos², Bianca Conrad Bohm²,
Brenda Salenave Santana¹

¹Centro de Desenvolvimento Tecnológico – Universidade Federal de Pelotas
Rua Gomes Carneiro, 01 – Pelotas – RS – Brasil

²Faculdade de Veterinária — Universidade Federal de Pelotas
Caixa postal 354 – 96.160-000 – Capão do Leão – RS — Brasil

{fsoliveira,bssalenave}@inf.ufpel.edu.br, dulcineiaesteveessantos@gmail.com

biankabohm@hotmail.com

Abstract. *This paper proposes an automated framework to integrate climatic and epidemiological data, considering time lags, in order to capture the interactions between these factors. The system generates datasets that align arboviral disease cases with climatic variables, performing analyses to identify correlations. To demonstrate its applicability, a case study in Belo Horizonte, MG, was conducted, highlighting temporal patterns between environmental factors and disease incidence.*

Resumo. *Este artigo propõe um framework automatizado para integrar dados climáticos e epidemiológicos, considerando defasagens temporais, a fim de capturar as interações entre esses fatores. O sistema gera datasets que alinham casos de arboviroses com variáveis climáticas, realizando análises para identificar correlações. Para demonstrar sua aplicabilidade, um estudo de caso em Belo Horizonte, MG, foi conduzido, evidenciando padrões temporais entre fatores ambientais e a incidência de doenças.*

1. Introdução

As mudanças climáticas influenciam diretamente a transmissão de doenças infecciosas, especialmente aquelas veiculadas por vetores, como a dengue [Rocklöv and Tozan 2019]. A complexidade da análise manual desses fatores reforça a necessidade de soluções automatizadas que integrem variáveis climáticas e epidemiológicas para aprimorar a previsão e controle de surtos.

Este trabalho apresenta uma ferramenta para o processamento e integração de dados climáticos com registros diários de casos de arboviroses, como a dengue. Um dos principais objetivos é construir um conjunto de dados que possa ser utilizado tanto para análises exploratórias quanto para o treinamento de modelos de inteligência artificial. Essa abordagem permite identificar padrões com maior precisão, otimizando a previsão de indicadores epidemiológicos e ampliando a capacidade de resposta das autoridades de saúde. Além disso, a flexibilidade do sistema permite sua adaptação a diferentes municípios, aumentando seu potencial de aplicação em diversas regiões e no monitoramento de diferentes doenças. Dessa forma, a ferramenta se configura como uma alternativa de

código aberto¹ relevante, servindo como fonte complementar para estudos e para um planejamento mais eficaz no enfrentamento de emergências sanitárias.

2. Trabalhos Relacionados

Estudos prévios investigaram a relação entre fatores climáticos e a disseminação de arboviroses. [Araújo et al. 2019], por exemplo, analisou essa influência utilizando estatísticas descritivas e inferenciais, identificando as variáveis meteorológicas mais associadas ao número de casos em diferentes estações. De forma complementar, [Soares et al. 2022] empregou testes estatísticos para validar a correlação entre temperatura, precipitação e a incidência de dengue, evidenciando padrões epidemiológicos relevantes.

Diferenciando-se das abordagens anteriores, que utilizaram ferramentas de terceiros, este trabalho apresenta um código original que implementa um fluxo automatizado para a integração de dados climáticos e epidemiológicos, oferecendo uma análise flexível e escalável para diferentes regiões. Além disso, a presente proposta incorpora a avaliação de defasagens temporais, permitindo a investigação dos fatores ambientais precedentes às epidemias. Essa perspectiva aprimora a robustez das análises exploratórias e preditivas, avançando na compreensão da dinâmica de transmissão das arboviroses.

Conforme apontado por [Harshit and Harjule 2024], a persistência da dengue está diretamente ligada ao ciclo de infecção do vetor, no qual mosquitos adquirem a carga viral ao picar indivíduos infectados e, posteriormente, a transmitem a novos hospedeiros. Ao integrar essa perspectiva à modelagem, nosso estudo visa contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes na identificação e mitigação de epidemias.

3. Metodologia

A presente proposta foi elaborada a partir de um fluxo estruturado para coletar, processar e unificar variáveis climáticas e epidemiológicas. Os dados foram obtidos de fontes oficiais e organizados em uma estrutura temporal baseada em registros diários. A seguir, são detalhadas as etapas envolvidas nesse processo e apresentado o fluxograma desse processo inicial na Figura 1.

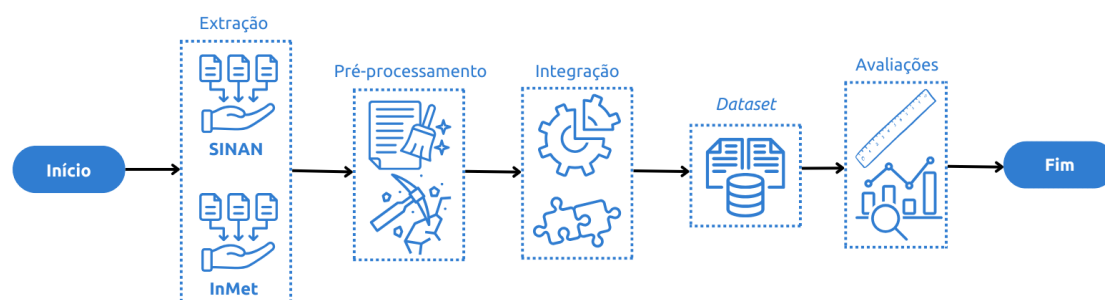


Figura 1. Fluxograma de construção do *Dataset*.

Na etapa de Extração, este estudo integra dois conjuntos de dados principais: variáveis climáticas e registros de casos de dengue. As informações meteorológicas foram obtidas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando apenas as

¹Disponível em: <https://github.com/LEPVET>

estações mais próximas dos municípios analisados. As variáveis selecionadas incluem temperatura (média, mínima e máxima em °C), precipitação (mm), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m/s) e ponto de orvalho (°C). Já os dados epidemiológicos foram coletados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), que disponibiliza registros diários por município. No entanto, como os dados brutos incluíam notificações individuais e casos não confirmados, foi necessário um processo de filtragem para considerar apenas diagnósticos previamente validados.

O pré-processamento assegurou a integridade e compatibilidade dos dados, utilizando diversas bibliotecas da linguagem Python, como pandas, scipy, matplotlib, numpy e timedelta. Esse processo incluiu a exclusão de estações meteorológicas e municípios com lacunas significativas, eliminando a necessidade de imputação de dados. Além disso, os dados foram convertidos para um formato padronizado (CSV), com a correção de inconsistências, como formatação de datas e padronização de nomenclaturas, garantindo a consistência e qualidade dos dados para análises subsequentes.

Um diferencial deste estudo é a incorporação de defasagens temporais nas variáveis climáticas, permitindo a análise não apenas dos valores diários, mas também da soma da precipitação e das médias de temperatura e umidade relativa nos 5, 10 e 15 dias anteriores. Essa abordagem fundamenta-se no ciclo de vida do *Aedes aegypti* e nos períodos de incubação da dengue e chikungunya, conforme indicado pela [World Health Organization 2024b] e [World Health Organization 2024a]. Em seguida, os dados foram agregados por município e data, resultando em uma contagem diária de casos.

As métricas de avaliação, baseadas no estudo de [Araújo et al. 2019], incluíram o coeficiente de correlação de Pearson, calculado para as variáveis climáticas e os casos diários de dengue com defasagens temporais de 7, 14 e 21 dias. Para determinar correlações significativas, foi adotado um limite de p-valor inferior a 0,05, e foram consideradas correlações com valor absoluto superior a 0,4 ou correlações negativas abaixo de -0,3. As correlações que atendiam a esses critérios foram filtradas para análise. Além disso, foram calculadas estatísticas descritivas, como média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), valores mínimo e máximo, número de observações (n) e intervalo de confiança de 95%. Essas métricas ajudaram a identificar a influência das variáveis climáticas na incidência de dengue e a ajustar as estratégias de monitoramento.

4. Resultados e Discussão

A aplicação do fluxo em Belo Horizonte-MG (01/01/2020 a 31/12/2024) mostrou variações expressivas nos casos de dengue. Em 2020, a média caiu de 26,53 no primeiro semestre para 2,64 no segundo. Em 2021, os casos se mantiveram em torno de 1. Já em 2022, a média subiu para 5,91 (CV = 0,94). Em 2023, atingiu 69,67, e em 2024 houve um pico de 1258,75 casos no primeiro semestre (CV = 0,99). Os totais anuais foram: 5315 (2020), 609 (2021), 1413 (2022), 14574 (2023) e 231123 (2024), refletindo oscilações.

A Figura 2 apresenta um mapa de calor temporal, indicando que as correlações mais fortes ocorreram especialmente no primeiro semestre. Isso sugere que dados mais recentes são cruciais para prever os surtos. A segmentação semestral revelou variações importantes, reforçando a necessidade de ajustes nas estratégias de monitoramento conforme as defasagens temporais.

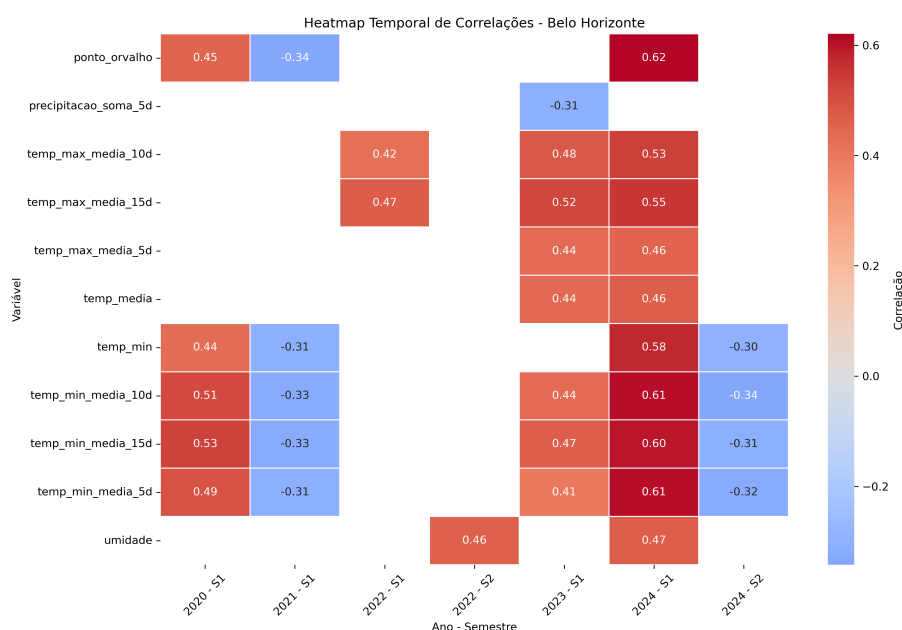


Figura 2. Mapa de calor temporal das correlações entre variáveis climáticas e casos de dengue e suas defasagens de 7, 14 e 21 dias.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

O trabalho foi desenvolvido para integrar dados meteorológicos e epidemiológicos se mostrou eficaz na construção de datasets e na análise de correlações. A adição de defasagens temporais possibilitou a identificação de padrões importantes na epidemia de dengue em Belo Horizonte-MG, com grande potencial de adaptação para outras arboviroses e cidades. Futuramente, planeja-se incluir modelos preditivos e integrar dados socioeconômicos e de mobilidade urbana, aprimorando a análise e oferecendo visualizações mais robustas.

Referências

- Araújo, R. A. F., Uchôa, N. M., and Alves, J. M. B. (2019). Influência de variáveis meteorológicas na prevalência das doenças transmitidas pelo mosquito aedes aegypti. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 34:439–447.
- Harshit and Harjule, P. (2024). Mathematical modelling and analysis of dengue transmission dynamics. *Procedia Computer Science*, 235:539–548. International Conference on Machine Learning and Data Engineering (ICMLDE 2023).
- Rocklöv, J. and Tozan, Y. (2019). Climate change and the rising infectiousness of dengue. *Emerging Topics in Life Sciences*, 3(2):133–142.
- Soares, P. V., Araújo, R. A. F. d., and Almeida, M. E. (2022). A influência das variáveis meteorológicas na ocorrência de casos de dengue em fortaleza, ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 36:759–766.
- World Health Organization (2024a). Chikungunya. Accessed: 23-Feb-2025.
- World Health Organization (2024b). Dengue and severe dengue. Accessed: 23-Feb-2025.