Correlação entre as taxas de incidência de dengue e fatores climáticos no município de Campinas (SP)

Palavras-Chave: Dengue, Análise temporal, Fatores Climáticos

Autores/as:
Luiza Brasileiro Soares, IG, UNICAMP
Prof.ª Dr.ª Aline Pascoalino, IG, UNICAMP

INTRODUÇÃO:

A Organização Mundial da Saúde (OMS) já vem alertando quanto aos cenários de incertezas que as mudanças climáticas criam no surgimento ou dispersão de enfermidades. Em um relatório de 2015, é discutida a necessidade de investimento e atenção na presença das denominadas “doenças tropicais”, que perante o aumento das temperaturas e da possível expansão da zona térmica tropical, estão surgindo em regiões não antes comuns. Dessas doenças, as que mais se destacam em termos de cautela são as disseminadas por vetores, em especial, a dengue, cuja proliferação está diretamente relacionada à variação atmosférica.

Conforme as caracterizações do Guia de Vigilância da Saúde, publicado pelo Ministério da Saúde e do informe técnico da Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo, a dengue é uma arbovirose, ou seja, um vírus transmitido e replicado no sistema de insetos. No caso do Brasil, o principal e único hospedeiro é o mosquito fêmea Aedes aegypti, que também é responsável pela transmissão da febre amarela. Existem quatro tipos de sorotipos conhecidos da dengue (DEN 1, DEN 2, DEN 3 e DEN 4), assim, quando uma pessoa é infectada pelo vírus ela só se torna imune a uma dessas linhagens.

O ciclo de transmissão se inicia quando o mosquito fêmea suga o sangue de uma pessoa já infectada. A partir desse momento o vírus leva um período de aproximadamente duas semanas para se espalhar pelo organismo do mosquito e torná-lo de fato infectivo. A cadeia de reprodução do vírus depende da sobrevivência da fêmea e do desenvolvimento dos ovos, que agora já podem nascer portadores da virose (Instituto Oswaldo Cruz, 2000).

Os Aedes do subgênero aegypti são tipicamente encontrados em núcleos urbanos, devido às altas taxas populacionais e à disponibilidade de criadouros, gerados, por exemplo, em reservatórios de água destampados e em recipientes deixados à céu aberto, sujeitos ao acúmulo de água diante da possibilidade de chuva.

Sob esse contexto, o presente trabalho se propõe em analisar a distribuição temporal das taxas de incidência de dengue registradas no município de Campinas (SP), a partir da relação desta com a variação dos elementos

climáticos de temperatura e precipitação, considerando o período de 2013 a 2022. Buscou-se entender as condições climáticas dos anos em estudo, com o objetivo de, por fim, correlacionar estatisticamente ambos os fatores.

O Brasil, no ano de 2023, relatou as maiores taxas globais de notificação de dengue, sendo um total de 2,3 milhões, um aumento de 73% se comparado às estatísticas dos últimos cinco anos (ONU, 2023). Assim, a cidade de Campinas surge como um recorte dessa realidade. Localizada no estado de São Paulo e no bioma da Mata Atlântica (IBGE, 2022), o município engloba diferentes situações socioeconômicas e diferentes graus de exposição ao vírus.

METODOLOGIA:

A execução da pesquisa foi embasada, inicialmente, no tratamento dos dados de casos confirmados de dengue em Campinas, desde o boletim epidêmico publicado pela prefeitura em 2013, até o de 2022, completando uma análise temporal de dez anos. Por meio desses valores, foram calculadas as taxas de incidência mensais e anuais, por meio da fórmula: (nº de casos confirmados/população total da localidade) x 100 mil. Em comparação estão os dados climáticos de temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C) e precipitação acumulada (mm). A partir desse recorte, foram organizadas as informações por tabelas no programa Excel, onde foram utilizadas as médias mensais de cada variável climática.

O banco de dados deste trabalho é retirado de entidades públicas com acesso livre, sendo os dados epidemiológicos fornecidos pela Secretaria de Saúde de Campinas nos Informes Epidemiológicos de Arboviroses; os dados climáticos extraídos do Portal Agrometeorológico e Hidrológico do Estado de São Paulo e os dados da população de Campinas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Com essa etapa finalizada, foi utilizada a linguagem de programação Python para a geração de gráficos dos dados epidemiológicos e dos dados climáticos, além da aplicação do coeficiente de correlação de Spearman, capaz de medir a força e direção de relação entre duas variáveis. O coeficiente varia de -1 a 1 e para se entender o resultado, utilizou-se como referência de correlação: 0,00 a 0,25 = muito baixa; 0,26 a 0,49 = baixa; 0,50 a 0,69 = moderada; 0,70 a 0,89 = alta; 0,90 a 1,00 = muito alta. Em que só valores com $p < 0,01$ foram interpretados como significativos estatisticamente (GABRIEL, 2018).

Como forma de considerar o tempo de desenvolvimento e infecção da doença, foram adicionados cinco intervalos de tempo (time lag) na correlação, em que cada um representa a defasagem de zero à cinco meses do impacto das variáveis climáticas nas taxas de incidência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os dados analisados referem-se à distribuição mensal das taxas de incidência de dengue registadas entre os anos de 2013 e 2022, com o objetivo de identificar padrões sazonais e variações interanuais na incidência da doença. O gráfico a seguir ilustra essas

tendências, permitindo uma visualização dos períodos de maior concentração de casos ao longo do ano.

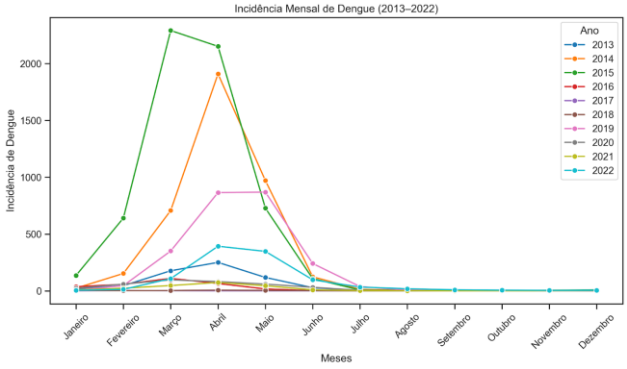

Gráfico 1 - Incidência mensal de Dengue (2013 – 2022)

A análise da incidência mensal representada no gráfico, evidencia uma clara concentração dos casos nos primeiros seis meses do ano. Observa-se que os meses de março, abril e maio concentram os picos mais expressivos da série histórica, com destaque para os anos de 2015, 2014, 2019 e 2022, que registraram os maiores valores de incidência e são identificados como períodos epidêmicos. O ano de 2015, em especial, apresentou um crescimento em janeiro (125,73) e atingiu o valor máximo em março (2290,96), seguido de uma leve redução em abril (2151,44) e uma queda mais acentuada a partir de maio (728,53). Por outro lado, os anos de 2017 e 2018 manifestaram as menores taxas, variando a incidência de 0,56 a 6,48 por 100 mil habitantes.

De maneira geral, todos os anos analisados apresentam esse padrão sazonal, com elevação dos casos nos meses iniciais e redução significativa a partir de junho, culminando em uma incidência praticamente nula entre os meses de agosto e dezembro. Essa sazonalidade está associada às condições climáticas, como os fatores de precipitação e temperatura, que impactam na proliferação do mosquito vetor Aedes aegypti.

Nesse contexto, foram formulados gráficos das médias mensais de precipitação e de temperaturas máximas e mínimas de todo o período:

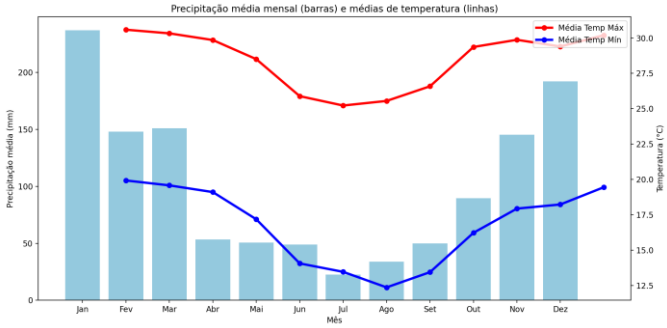

Gráfico 2 - Médias mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (2013 – 2022)

A análise dos dados climatológicos médios do período revela um regime típico de clima tropical, com uma estação chuvosa bem definida entre os meses de outubro e março e um período seco entre abril e setembro (GABRIEL, 2018). Observa-se que os maiores volumes médios de precipitação ocorrem nos meses de dezembro a março, com destaque para janeiro e dezembro, que ultrapassam os 200 mm mensais. Fevereiro e março também apresentam valores elevados, mantendo a tendência de alta pluviosidade no verão. Por outro lado, os meses mais secos são junho, julho e agosto, cujas médias pluviométricas ficam abaixo de 60 mm, sendo julho o mês com menor índice, próximo de 20 mm.

A temperatura média mensal acompanha essa sazonalidade, apresentando os valores mais elevados nos meses de verão, com máximas superiores a 30 °C em janeiro e dezembro, e mínimas em torno de 20 °C. Durante o inverno, especialmente em julho, ocorrem as menores temperaturas médias, com

máximas em torno de 25 °C e mínimas que chegam a cerca de 12 °C.

A análise visual comparativa entre os dados climáticos e as taxas de incidência de dengue sugere que os maiores volumes mensais de precipitação e as temperaturas médias mais elevadas antecedem os períodos de pico da infecção, notadamente nos meses de março, abril e maio. Para avaliar quantitativamente essa defasagem temporal entre as variáveis, aplicou-se o coeficiente de correlação considerando seis diferentes intervalos de tempo (lags), sendo o lag 0 correspondente ao mesmo mês da análise e os lags subsequentes referentes aos meses seguintes.

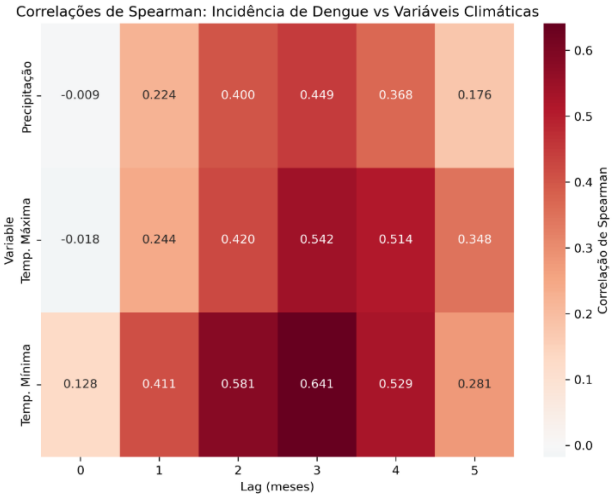

Gráfico 3 - Resultados da Correlação de Spearman (2013 – 2022)

Os resultados indicaram ausência de correlação significativa entre a incidência de dengue e as variáveis climáticas no mesmo mês da análise (lag 0). No entanto, observou-se uma correlação crescente nos meses subsequentes, especialmente no lag 3. A precipitação pluviométrica apresentou sua melhor correlação com três meses de defasagem (lag 3), com um coeficiente de r = 0,449, ainda classificado como fraco. Em relação às temperaturas, as máximas demonstraram correlação moderada nos lags 3 (r = 0,542) e 4 (r = 0,514). O melhor desempenho foi observado nas temperaturas mínimas, que apresentaram correlação moderada nos lags 2 (r = 0,581), 3 (r = 0,641) e 4 (r = 0,529), sendo este último o ponto de maior associação entre as variáveis.

Esses achados sugerem a existência de um efeito retardado das variáveis climáticas sobre a incidência de dengue, condizente com o ciclo de vida do *Aedes aegypti* e com a dinâmica de transmissão viral. A combinação de maior precipitação e elevação das temperaturas cria condições ideais para a reprodução e sobrevivência do vetor, favorecendo o aumento da população de mosquitos e, consequentemente, a disseminação da doença nas semanas seguintes.

CONCLUSÕES:

A análise realizada ao longo deste estudo demonstrou de forma consistente a influência das variáveis climáticas, especialmente temperatura mínima e temperatura máxima, sobre a incidência de casos de dengue no município de Campinas, no período de 2013 a 2022. Observou-se um padrão sazonal recorrente, com picos de incidência concentrados nos primeiros meses do ano, coincidindo com o período de maior volume de chuvas e temperaturas elevadas, característico do verão tropical.

A aplicação do coeficiente de correlação de Spearman com defasagem temporal (time lag) evidenciou a existência de um efeito retardado entre as condições climáticas e o aumento nos casos de dengue, com destaque

para o lag 3, que apresentou as correlações mais expressivas em todas as variáveis.

Diante desse cenário, os resultados reforçam a importância da integração de dados climáticos em sistemas de vigilância epidemiológica, de forma a permitir intervenções preventivas mais eficazes e que considerem a sazonalidade da proliferação da doença.

BIBLIOGRAFIA

GABRIEL, Ana Flávia Barbosa; ABE, Karina Camasmie; GUIMARÃES, Marcelo de Paiva; MIRAGLIA, Simone Georges El Khouri. Avaliação de impacto à saúde da incidência de dengue associada à pluviosidade no município de Ribeirão Preto, São Paulo. *Cadernos Saúde Coletiva*, 2018. DOI: 10.1590/1414-462X201800040119.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama Brasil, São Paulo, Campinas. 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/campinas/panorama. Acesso em: 25 abr. 2025.

IOC - Instituto Oswaldo Cruz. Aedes e dengue: vetor e doença. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/aedesvetoredoenca.html. Acesso em: 18 abr. 2025.

IOC - Instituto Oswaldo Cruz. ATLAS OF DENGUE VIRUSES MORPHOLOGY AND MORPHOGENESIS. Rio de Janeiro, 2000. 126 p. Disponível em: https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/sobreovirus.html. Acesso em: 18 abr. 2025.

Ministério da Saúde. Guia de Vigilância em Saúde. 5 ed. Brasília, 2022. 1128 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_5ed_rev_atual.pdf. Acesso em: 19 abr. 2025.

OMS - Organização Mundial de Saúde. Investing to overcome the global impact of neglected tropical diseases: third WHO report on neglected tropical diseases. Genebra, 2015. 211 p. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/152781/9789241564861_eng.pdf?sequence=1. Acesso em: 20 abr. 2025.

ONU - Organização das Nações Unidas. OMS: Brasil é o país mais afetado em novo surto de dengue nas Américas. ONU News, 21 jul. 2023. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2023/07/1817882. Acesso em: 21 abr. 2025.

Portal Agrometeorológico e Hidrológico do Estado de São Paulo. 2025. Disponível em: <http://www.ciiagro.org.br/atemporal>. Acesso em: 16 jan. 2025.

Prefeitura Municipal de Campinas. Informe Epidemiológico Arboviroses Campinas SP - 2022. Campinas, 2022. 8 p. Disponível em: <https://portal-api.campinas.sp.gov.br//sites/default/files/anexos_avulsos/Informe%20Epidemiol%C3%B3gico%20Arboviroses%20Campinas%20SP%20-%202022_0.pdf.> Acesso em: 25 abr. 2025.

Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo. Informe Técnico: Dengue. São Paulo, 2001. https://saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-por-vetores-e-zoonoses/doc/dengue/dengue_inf2103.htm. Acesso em: 18 abr. 2025.