

**ANÁLISE DOS FATORES METEOROLÓGICOS, SOCIOAMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS
RELACIONADOS A INCIDÊNCIA DE DENGUE EM JOINVILLE – SC NOS ANOS DE 2020 E 2021**

**ANALYSIS OF METEOROLOGICAL, SOCIO-ENVIRONMENTAL, AND SOCIO-ECONOMIC
FACTORS RELATED TO THE INCIDENCE OF DENGUE IN JOINVILLE - SC IN THE YEARS 2020
AND 2021**

Ruan Carvalho da Silva

Sociedade Educacional de Santa Catarina, Joinville, SC, Brasil
ruancarvalho65@gmail.com

Silmara Costa da Silva

Instituto Leônidas e Maria Deane - ILMDF/IOCROUZ Amazônia, Manaus, AM, Brasil
scsilva@aluno.fiocruz.br

Romana Pedott Apel

Prefeitura Municipal de Joinville, Joinville, SC, Brasil
romana.pedott.apel@gmail.com

Catarina Lopes

Sociedade Educacional de Santa Catarina, Joinville, SC, Brasil
catarina.lopes.academico@gmail.com

Saulo Vicente Rocha

Prefeitura Municipal de Joinville, Joinville, SC, Brasil
saulo.vicente.rocha@gmail.com

Nicole Dalonso

Sociedade Educacional de Santa Catarina, Joinville, SC, Brasil
nicole.dalonso@unisociesc.com.br

RESUMO

Em 2022 o Brasil bateu recorde no número de casos e mortes por dengue, chegando a 987 óbitos, e o estado de Santa Catarina está entre os mais preocupantes do país, sendo Joinville a cidade com o maior número de casos registrados na região. O objetivo do presente estudo foi identificar fatores climáticos, socioambientais e socioeconômicos que levaram ao aumento dos focos de dengue nos diferentes bairros de Joinville, nos anos de 2020 a 2021, período inicial da epidemia. Foram coletados dados climáticos como precipitação mensal, dias de chuva e temperatura média, a fim de identificar suas correlações e tempos de defasagem com casos e focos de dengue. Outros fatores socioeconômicos e socioambientais foram empregados nas análises de componentes principais (PCA). Os dados sugerem que as altas temperaturas e densidades demográficas são os principais fatores responsáveis pela maior incidência de dengue após o ano de 2020. Bairros com menor cobertura de esgoto e menores rendimentos em salários-mínimos são os mais afetados. A dengue em Joinville, entre 2020 e 2021 afetou principalmente os bairros mais povoados, com baixa cobertura de esgoto, exigindo medidas de controle mais efetivas para o desenvolvimento do mosquito transmissor *Aedes aegypti*.

Palavras-chave: Dengue. Fatores climáticos. Socioambientais. Socioeconômicos.

ABSTRACT

In 2022, Brazil set a record for the number of dengue cases and deaths, reaching 987 fatalities, with the state of Santa Catarina being among the most concerning in the country, and Joinville as the city with the highest number of reported cases in the region. This study aimed to identify climatic, socio-environmental, and socio-economic factors that led to an increase in dengue outbreaks in different neighborhoods of Joinville from 2020 to 2021, the initial period of the epidemic. Climatic data such as monthly precipitation, rainy days, and average temperature were collected to identify their correlations and time lags with dengue cases and outbreaks. Principal component analysis (PCA) employed other socioeconomic and socio-environmental factors. The data suggest that high temperatures and population densities are the main factors responsible for the increased dengue incidence after 2020. Neighborhoods with lower sewage coverage and

Recebido em 19/10/2023

Aceito para publicação em: 12/03/2024.

minimum wage incomes are the most affected. Dengue in Joinville, during the period of 2020 to 2021, predominantly impacted the densely populated neighborhoods, characterized by insufficient sewage infrastructure, thereby necessitating the implementation of more effective measures for controlling the development of the disease vector *Aedes aegypti* mosquito.

Keywords: Dengue. Climatic. Socio-environmental. Socio-economic factors.

INTRODUÇÃO

A dengue é uma arbovirose, provocada pelo vírus pertencente à família Flaviviridae, do gênero *Flavivirus*, tendo quatro sorotipos diferentes e um amplo espectro de sintomas clínicos (WONG et al., 2022). É típica de áreas tropicais e subtropicais, em períodos quentes e de alta umidade, ocorrendo de forma epidêmica no Brasil. Está presente em áreas urbanas e semiurbanas, tendo como principal vetor a espécie fêmea de *Aedes aegypti* (VALLE, 2021). No Brasil, a dengue assume um padrão sazonal, tendo maior incidência nos primeiros cinco meses do ano, no período mais quente, típico do clima tropical. Os fatores climáticos, têm sido fortemente relacionados com os casos de dengue, principalmente associados à temperatura, precipitação e umidade relativa do ar (ARAÚJO; UCHÔA; ALVES, 2019; GABRIEL et al., 2018).

Após duas vezes considerado erradicado no Brasil, *Ae. aegypti* foi reintroduzido, e sua presença aumentou o risco da transmissão de outras doenças como a chikungunya e o zika Vírus (BRASIL, 2017; HEUKELBACH et al., 2016). De acordo com os boletins epidemiológicos, divulgados pela Organização Mundial da Saúde, entre os anos de 2000 até o ano de 2019, eram 505.430 casos notificados de dengue, e posteriormente ultrapassaram 4,2 milhões (WHO, 2022).

Os determinantes sociais e ambientais desempenham um papel fundamental no controle da dengue, uma vez que podem influenciar a transmissão das arboviroses em diferentes escalas geográficas e ao longo do tempo. A renda, o acesso à educação, serviços de saúde e as condições ambientais, como o acúmulo de água parada em recipientes urbanos, são fatores que contribuem para a vulnerabilidade das populações em relação à dengue. Em paralelo, a falta de planejamento urbano também desempenha um papel crucial nesse cenário, pois muitas vezes resulta na formação de assentamentos precários com sistemas de saneamento inadequados. Essas condições criam um ambiente propício para a multiplicação do *Ae. aegypti*, o mosquito vetor de arboviroses, incluindo a dengue. Portanto, a compreensão da interação entre os fatores sociais, ambientais e o desenvolvimento urbano não planejado são essenciais para combater com eficiência a propagação da doença, buscando mobilizar o poder público para aumentar as estratégias de controle e proliferação (CARMO, 2015; OLIVEIRA; KEDE, 2023).

Dentre os fatores sociais relacionados, destacam-se o baixo Índice de Desenvolvimento Social (IDS), alta vulnerabilidade social, aumento da densidade populacional, porém a maior mobilidade humana, ocasiona uma ocupação descontrolada dos territórios, onde na maioria dos casos não se tem infraestrutura adequada, permitindo assim a introdução, estabelecimento e manutenção das populações de vetores e seus agentes infecciosos (CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017; SILVA et al., 2017; POWELL; TABACHNICK, 2013).

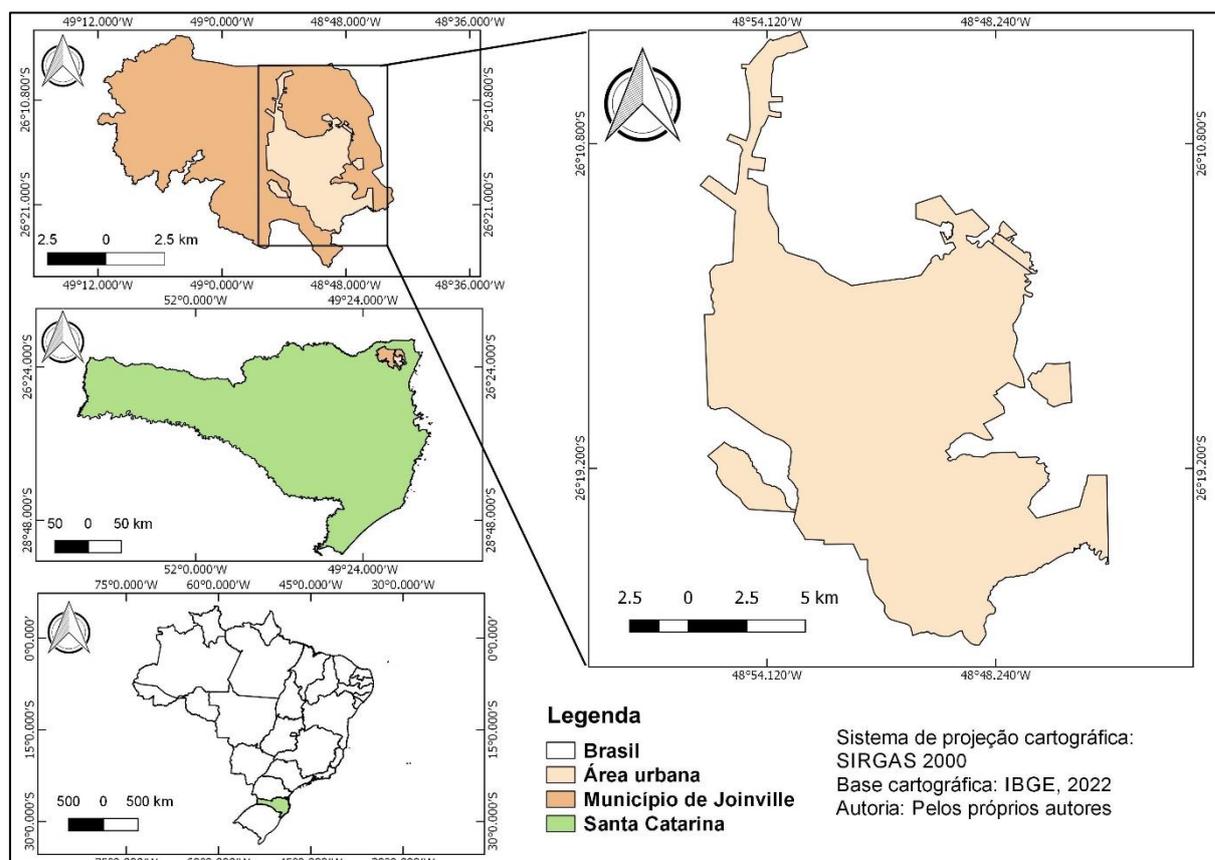
No Brasil, entre os anos de 2019 a 2022, ocorreu um expressivo aumento na taxa de incidência, principalmente na distribuição pela região sul, quando comparados com outros municípios e demais áreas, destacando Joinville no estado de Santa Catarina, devido ao maior número de casos no estado. Em 2019 foi registrado em Joinville o primeiro caso de dengue autóctone, contraído localmente, sendo transmitido por mosquito que se originou na região. Em 2020 o município já tinha a maior incidência do estado (79,4%), passando para 88% em 2021. Atualmente o cenário da epidemia preocupa bastante a população, principalmente pelo aumento expressivo de óbitos pela doença, atingindo 39 moradores em 2023, segundo dados do Inova Saúde (DIVE, 2023; PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE, 2023).

Tendo em vista a falta de estudos científicos na região sul do país e a necessidade de compreender quais variáveis se relacionam com o maior número de casos de dengue em Joinville – Santa Catarina, nos anos de 2020 e 2021, este trabalho teve por objetivo identificar os principais fatores climáticos, socioambientais e socioeconômicos que levaram ao aumento expressivo do número de focos do mosquito transmissor nos diferentes bairros da cidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida a partir de dados da cidade de Joinville-SC, incluindo apenas a zona urbana, sendo previamente aprovada pelo comitê de ética do Centro Universitário UNAMG, com número do parecer 4.355.365. O município está localizado na região norte do estado de Santa Catarina (SC), conforme apresentado na Figura 1, em que apresenta uma área de 1.127,947km², com população estimada em 616.323 habitantes (IBGE, 2022), apresentando o clima do tipo úmido a superúmido, mesotérmico, com curtos períodos de estiagem (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE, 2021).

Figura 1 – Mapa do Brasil com a localização da cidade de Joinville no estado de Santa Catarina (SC)



Elaboração: Os autores.

Os casos confirmados de dengue e as larvitampas positivas para *Ae. aegypti*, foram coletados entre 2020 e 2021. As larvitampas positivas foram obtidas através de uma rede de monitoramento de armadilha, distribuídos em todo município, e os dados foram adquiridos diretamente da Vigilância Ambiental, sobre a evolução dos pontos focais, nos bairros da cidade de Joinville.

Dentre as variáveis, casos confirmados de dengue (Casos conf.), incidência de dengue (ID 2020/2021), focos na rede de armadilha (Focos RA), larvas na rede de armadilha (Larvas RA), armadilhas inspecionadas (AI), índice de armadilhas positivas (IA+), índice de armadilha inspecionada (IAI) e índice de larvas positivas em armadilhas (ILA+) foram organizados em matrizes de correlação, junto aos dados meteorológicos entre 2020 a 2021, fornecidos pela EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). Foram relacionados dias de chuva em cada mês (Dias/chuva), volume médio mensal de precipitação (Prec.) em milímetros (mm) e temperatura média mensal em °C (Temp.). Para análise das correlações entre temperatura e pontos de foco do mosquito, no período mencionado, foi aplicado método de Spearman, o qual avaliam relações monotônicas entre variáveis independentes, com oscilações entre -1 e 1. A classificação do coeficiente de correlação foi

considerada de 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.

A discrepância de intervalo de tempo (*time lags*), foi apresentada na Tabela 1, através do software Past Statistics (4.06), a fim de compreender de qual forma o ciclo de vida do vetor se relaciona com a temperatura e a precipitação. Esta análise permite correlacionar se a temperatura ou as chuvas de um determinado mês podem afetar a propagação do vetor nos meses seguintes, resultando num posterior aumento do número de casos de dengue. As correlações cruzadas consideraram defasagens entre 0 a 5 meses (*lag 0 - lag 5*), o que correspondem aos meses de janeiro a junho, respectivamente.

Os casos confirmados de dengue foram obtidos no site “Painel da Dengue” de Joinville (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE, 2023), para os anos de 2020 e 2021, no qual ocorreram os primeiros registros oficiais da epidemia da doença, sendo confrontados às variáveis meteorológicas de precipitação mensal total e temperatura mensal média, coletadas pela EPAGRI, desde 2018 até 2021. Estes resultados foram expressos em gráficos de linha, empregando o Microsoft Excel 2019 (Figura 3).

Os dados socioeconômicos, socioambientais, % de residências, % de terrenos baldios, pontos estratégicos por Km² urbano, densidade populacional, % de tratamento de esgoto e rendimento familiar em salários mínimos por bairros foram coletados a partir de documentos da Prefeitura Municipal de Joinville, em sua última versão de 2017 (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE, 2017). Os dados foram empregados para análise de componentes principais (PCA), sendo inicialmente padronizados para avaliação multivariada sobre a incidência de dengue. A padronização foi realizada com a seguinte fórmula: $Z = (x - \mu) / \sigma$, onde x é a variável a ser normalizada, μ é a média do conjunto, σ é o desvio padrão, obtendo-se assim o valor Z para cada dado.

Os dados foram analisados e os resultados gráficos de matriz de correlação (Figura 2), bem como de PCA (Figura 4) foram obtidos pelo software Past Statistics (4.06). Em relação às análises estatísticas foram considerados significantes as correlações com valor de $p < 0,05$. O mapa de localização Joinville (Figura 1) e o mapas de ilhas de calor nos bairros, referentes à densidade de Kernel para larvas de *Ae. Aegypti*, entre os anos de 2020 e 2021 (Figura 5), foram realizados com o software QGIS 3.34.3, proporcionando um entendimento espacial referente ao surgimento da epidemia e sua forma de propagação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

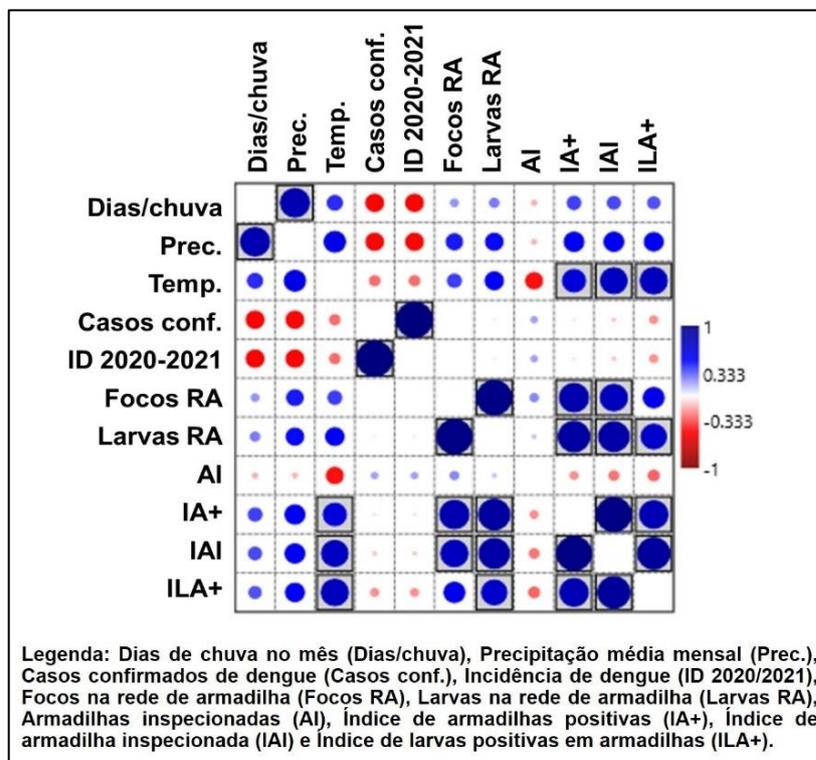
Para identificar os fatores meteorológicos envolvidos no desenvolvimento do mosquito transmissor e casos confirmados de dengue, foram correlacionados em matriz os dados climáticos, entomológicos e epidemiológicos, conforme Figura 2 incluindo dias/chuva, precipitação média mensal (Prec.), temperatura média mensal em °C (Temp), casos confirmados de dengue (Casos conf.), incidência de dengue (ID 2020/2021), focos na rede de armadilha (Focos RA), larvas na rede de armadilha (Larvas RA), armadilhas inspecionadas (AI), índice de armadilhas positivas (IA+), índice de armadilha inspecionada (IAI) e índice de larvas positivas em armadilhas (ILA+).

O aumento da temperatura apresentou correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) com o aumento do número de larvas em rede de armadilhas, índice de larvas (IL) e índice de larvas positivas (ILP), o que demonstra que esta variável afeta diretamente o desenvolvimento das larvas do mosquito transmissor da dengue. A precipitação também apresentou correlação positiva e significativa para ILP e IL, mas não significativa ($p > 0,05$) para larvas na rede de armadilhas (Larvas RA). Como esperado, os focos na rede de armadilha correlacionam-se positivamente com o aumento dos casos e incidência. Curiosamente os casos confirmados e incidência de dengue 2020-2021 não se correlacionam positivamente com as precipitações e temperatura, provavelmente devido ao tempo de defasagem entre a transmissão e notificação da doença, mas afetam positivamente o desenvolvimento do vetor.

As altas temperaturas dos meses de janeiro podem ter influência no ciclo de reprodução do mosquito em Joinville, num tempo de defasagem de 3 a 5 meses, até que haja transmissão e notificação da doença, resultando num maior aumento de casos em abril, maio e junho. A temperatura ideal para o desenvolvimento larvário do mosquito *Ae. aegypti* varia entre 22 a 25°C, fator que aliado à oferta de nutrientes disponíveis (matéria orgânica) na água resulta em uma maturação após 7 a 8 dias da eclosão dos ovos, em média. Ademais, é relevante analisar que a estação mais propícia para o seu desenvolvimento ocorre no verão, estação bem definida no sul do país, devido às características como o aumento da pluviosidade, culminando em mais depósitos com retenção de água, bem como o

aumento da temperatura, fator que acelera o desenvolvimento nesse período (VALLE et al., 2021).

Figura 2 – Matriz de correlação para a dengue em Joinville e análise de fatores meteorológicos. Círculos destacados apresentam correlações significativas ($p < 0,05$)



Elaboração: Os autores.

Estudos avaliaram a influência de condições ambientais como a temperatura e luz sobre a capacidade vetorial (potencial para se contaminar, manter e transmitir o agente etiológico) do *Ae. aegypti*, principalmente referindo-se à voracidade relativa à hematofagia. Uma dessas análises aponta que as temperaturas abaixo de 15°C e acima de 36°C são capazes de interferir no comportamento das fêmeas, desfavorecendo a sua atividade durante o dia. O hábito de colocar ovos em múltiplos locais e estes permanecerem viáveis por até um ano, tornam o controle deste vetor bastante desafiador (BRUNO; FARNESI; ARARIPE, 2019).

O trabalho de Mordecai et al. (2017), demonstra que a transmissão da dengue pelo *Ae. aegypti*, alcançou um pico numa constante de 29,1°C, e uma interrupção chegando a zero, nas temperaturas abaixo de 17,8°C, e acima de 34,6°C, consideradas a mínima e a máxima para transmissão, respectivamente (MORDECAI, 2022). A temperatura parece ter um efeito muito maior sobre o aumento dos casos de dengue em Joinville, com valores de $p < 0,05$ em lag 3, 4 e 5 (Tabela 1), o que correspondem aos meses de abril, maio e junho, respectivamente.

A análise de correlação por séries temporais (*time lags*) demonstrou um tempo de defasagem de até cinco meses, coincidindo com o aumento de casos de dengue em períodos de menor precipitação, observados entre os meses de outono e inverno (Figura 3A e B), precedido com um pico de maior precipitação no mês de janeiro.

Outro estudo verificou um aumento de casos de dengue de 2 até 4 meses após o aumento da temperatura, fato que pode ser explicado devido ao período de desenvolvimento do vetor, até o registro de notificação compulsória (RIBEIRO et al., 2006). Segundo pesquisa de Gomes, Nobre e Cruz (2012), foram identificados com um mês de defasagem, a cada aumento de 1°C na temperatura mínima, no qual elevou em 45% os casos de dengue, já na precipitação, a cada 10 milímetros apresentou um aumento de 6% nos casos de dengue.

Tabela 1 – Correlação cruzada (valores de R) e valores de p para casos de dengue, e sua relação com precipitação e temperatura em séries temporais

Lag	Correlação dos casos de dengue com precipitação	p	Correlação dos casos de dengue com temperatura	p
0	-0,234	0,108	-0,149	0,309
1	-0,231	0,118	0,034	0,820
2	-0,008	0,959	0,268	0,07
3	0,153	0,316	0,391	0,008*
4	0,557	**	0,367	0,014*
5	0,206	0,186	0,313	0,041*

* $p < 0,05$

** $p < 0,001$

Elaboração: Os autores.

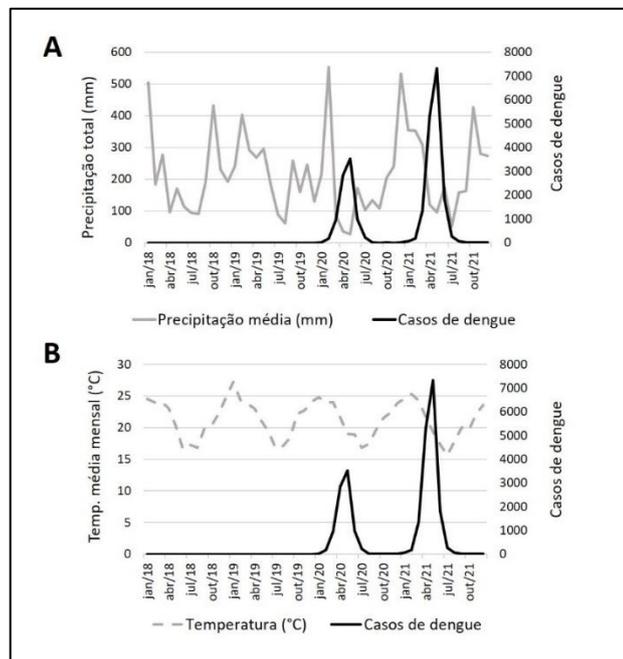
Os resultados de correlação climática (Figura 2) do presente estudo em Joinville corroboram com o comportamento descrito no município de Ribeirão Preto (GABRIEL et al., 2018), no qual apresenta um clima quente e úmido, muito semelhante ao encontrado na cidade. Outro estudo, ao analisar a variação sazonal da dengue nos estados do Alagoas e Paraíba, observou que em épocas mais chuvosas a distribuição espacial dos casos foi menos intensa, enquanto que nos períodos mais secos a doença teve maiores incidências (LIMA; FIRMINO; GOMES, 2008). Estes dados diferenciam-se de estudos realizados em cidades com estações menos definidas como Belém, Itaituba, Santarém e Salvador (BONFIM; JANUÁRIO, 2018; SIQUEIRA, 2018; CORRÊA; COSTA; PEREIRA, 2016).

Sabe-se que a sazonalidade afeta o desenvolvimento do vetor e que no Brasil, de maneira geral, há maior incidência de casos nos cinco primeiros meses do ano, no qual os climas mais quentes e úmidos predominam (LIMA et al., 2008), conforme visto na Figura 3, porém um período de defasagem não pode ser excluído para *Ae. Aegypti* (LIMA et al., 2008; GABRIEL et al., 2018). A temperatura tem influência direta na distribuição geográfica de populações vetores de doenças e o acúmulo de água em reservatórios durante os períodos sem chuvas. Quando associados à ocorrência de temperaturas elevadas, tornam favoráveis sua reprodução (BONFIM; JANUÁRIO, 2018).

Na Figura 3A observa-se a diminuição das precipitações entre os meses abril e maio, o que coincide com o início do aumento de casos de dengue em Joinville. Na Figura 3B é possível notar que os casos aumentaram assim que as temperaturas iniciam uma queda (temperatura média mensal de aproximadamente 20°C), demonstrando um tempo de defasagem entre o desenvolvimento do mosquito, transmissão e notificação.

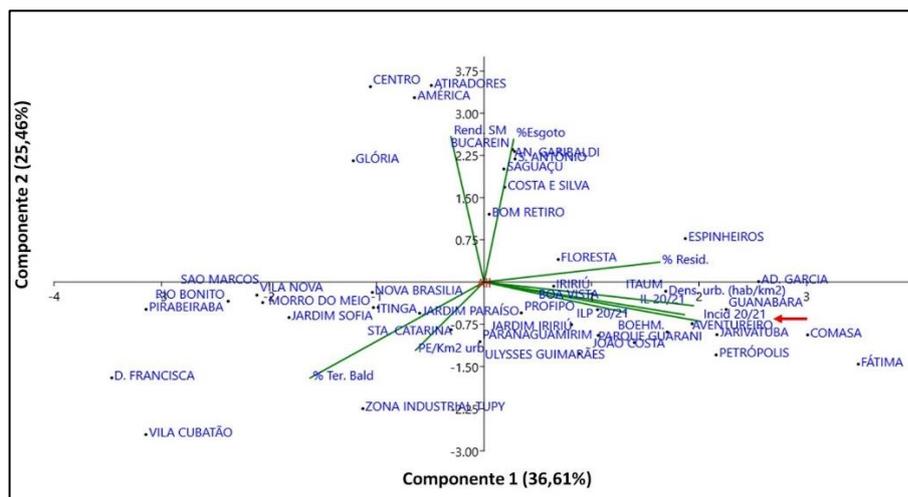
A Figura 4 apresenta a análise de componentes principais (PCA) com as variáveis socioeconômicas e socioambientais para os bairros de Joinville e suas relações com a incidência de dengue e proliferação do mosquito. São apresentados rendimentos em salários mínimos (Rend SM), % de área com tratamento de esgoto (% Esgoto), % de residências (% Resid.), densidade urbana (Dens urb - hab/Km²), incidência de dengue em 2020 e 2021 (Incid 20/21), índice de larvas positivas (ILP), índice de larvas (IL), % de áreas com terrenos baldios (% Ter. Bald) e pontos estratégicos (PE/Km urbano).

Figura 3 – (A) Precipitação total mensal (mm) (B) Temperatura média mensal e número de casos de dengue em Joinville nos anos de 2018 a 2021



Elaboração: Os autores.

Figura 4 – Análise de componentes principais (PCA) com variáveis de rendimentos em salários mínimos (Rend SM), % de área com tratamento de esgoto (% Esgoto), % de residências (% Resid.), densidade urbana (Dens urb - hab/Km²), incidência de dengue em 2020 e 2021 (Incid 20/21), índice de larvas positivas (ILP), índice de larvas (IL), % de áreas com terrenos baldios (% Ter. Bald) e pontos estratégicos (PE/Km urbano) para os bairros de Joinville e suas relações com a incidência de dengue e proliferação do mosquito



Elaboração: Os autores.

O eixo 1 explicou 36,61% dos dados, demonstrando que a incidência de dengue se correlaciona positivamente com densidade urbana, % de residências, índice de larvas (IL), índice de larvas positivas (ILP) nos anos de 2020 e 2021. As regiões Centro, Atiradores, América, Glória, Bucarein, Anita Garibaldi, Saguçu, Costa e Silva, Bom Retiro e Santo Antônio apresentam maiores rendimentos em

salários-mínimos e percentuais de cobertura de tratamento de esgoto, tendo pouca correlação com o aumento dos casos de dengue no início da epidemia, bem como terrenos baldios e PE/Km urbano. A menor porcentagem de esgoto não tratado coincide com os bairros de maior incidência de dengue. Estes bairros mais afetados apresentam também o maior número de residências.

Em um trabalho realizado no Rio de Janeiro, os casos de dengue apresentaram uma correlação significativa com taxa de crescimento populacional ($r = 0,255$) e densidade demográfica ($r = 0,482$) (TEIXEIRA; MEDRONHO, 2008). Ressalta-se assim o alerta para o aumento dos casos da doença, assim como da proliferação do vetor, nas cidades com aumento populacional considerável nos últimos anos, como é o caso de Joinville.

Conforme Figura 4, os bairros com maior incidência de evolução dos focos em Joinville, dentro do período analisado, possuem um perfil socioeconômico em salários-mínimos inferior quando comparado ao perfil dos bairros com tratamento de esgoto em operação (SIMGEO, 2017). Isso evidencia um perceptível interesse socioeconômico da prefeitura sob a população em que a proporção renda/habitantes é maior que nos demais bairros, necessitando de melhor distribuição de saneamento básico nos bairros mais comprometidos. Esta medida de saúde pública irá auxiliar na preservação das águas dos rios e melhor qualidade de vida em relação às doenças ambientais.

Segundo estudos mais abrangentes, a urbanização promoveu o surgimento e disseminação de arboviroses como dengue, zika vírus e chikungunya, transmitidas pelos mosquitos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, bem adaptados às áreas urbanas. A densidade populacional relaciona-se preferencialmente ao *Ae. aegypti* para o odor humano e, portanto, a evolução transmissão da doença via picada do mosquito (BAKER et al., 2022).

Observa-se que, os bairros que contém tratamento de esgoto encontram-se na região norte e central da cidade de Joinville, com menor densidade demográfica, considerados bairros nobres, e os demais apresentam-se comprometidos com falta do serviço completo de saneamento básico, o que sugere que esta privação possa vir a contaminar as regiões de manguezais e favorecer o desenvolvimento do mosquito transmissor (PEDRO; MACHADO, 2020).

A ausência de tratamento adequado do esgoto favorece que este encontre-se a céu aberto, dificultando o deflúvio do material e propiciando o acúmulo de lixos, que por sua vez tornam-se depósitos de potenciais criadouros para a proliferação do *Ae. Aegypti*. Em Joinville é crucial destacar que a falta de tratamento adequado do esgoto é uma questão prioritária em diversos bairros da cidade. Ao comparar os resultados do presente estudo percebe-se que estes problemas ocorrem de maneira semelhante em alguns locais da cidade do Rio de Janeiro, que apresentam uma deficiência crítica neste aspecto. Na análise de componentes principais, realizada por Oliveira et al. (2023), os autores observaram resultados semelhantes que indicam que a falta de infraestrutura e saneamento, bem como a baixa escolaridade e renda aumentam a vulnerabilidade em relação à dengue em bairros específicos do Rio de Janeiro.

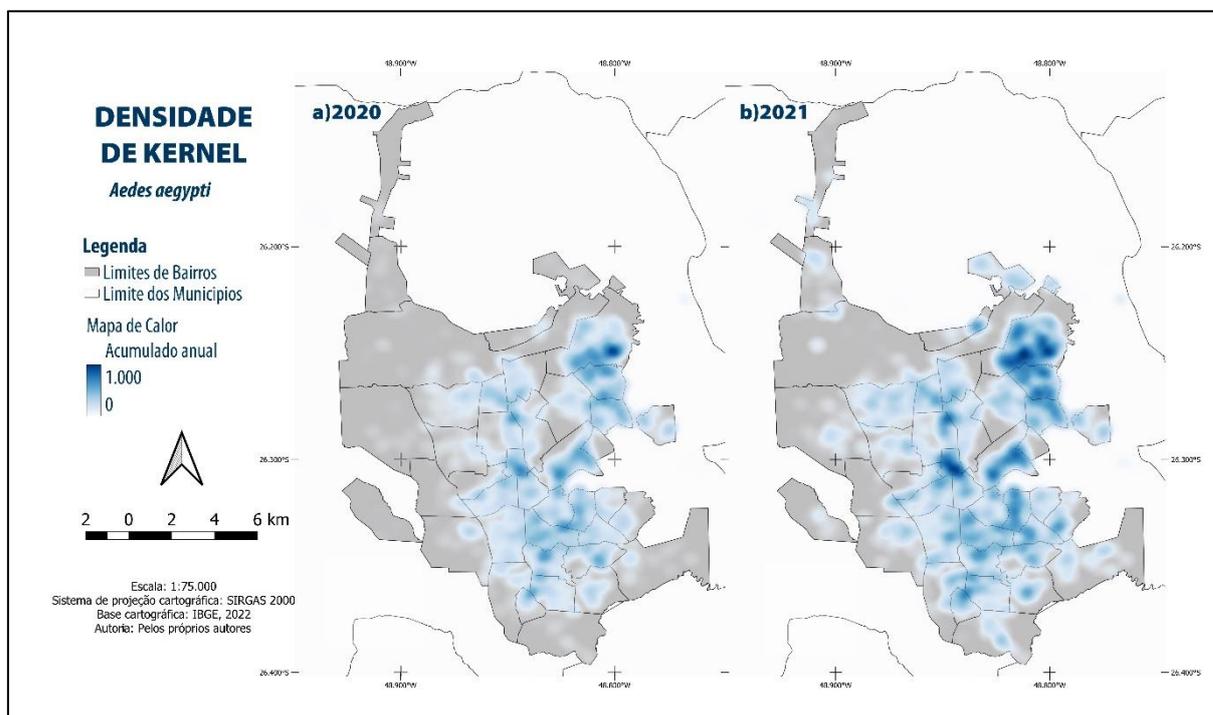
Oliveira e Kede (2013) afirmam que a ausência de tratamento adequado do esgoto favorece que este encontre-se a céu aberto, ressaltando que este fator pode contribuir para o aumento do risco de doenças transmitidas por mosquitos, como a dengue. É válido analisar que a adaptabilidade deste mosquito permite que ele se desenvolva também em águas com abundante matéria orgânica, principalmente quando a oferta de depósitos no ambiente diminui (VALLE et al., 2021). Atualmente, a área urbana extrapola os limites das costas invadindo as áreas de manguezais de Joinville. Este processo intenso e desordenado de ocupação, pressionado pelo crescimento da população, parece contribuir para o agravamento dos serviços de saneamento básico e conseqüentemente pode favorecer a multiplicação do *Ae. Aegypti* (RIBEIRO et al., 2006).

Em relação ao fator socioeconômico, acredita-se que a falta de saneamento básico é um dos fatores que mais tem relação com o aumento do número de casos de dengue. De acordo com a CAJ (Companhia Águas de Joinville), em 2020, 34% de todo esgoto de Joinville foi tratado com eficiência, os outros 66% ainda estavam sendo despejados nos rios Cubatão, Piraí e Cachoeira sem tratamento adequado (PORTAL DE TRATAMENTO DE ÁGUA, 2020).

Na Figura 5 são apresentados mapas de ilhas de calor referentes à densidade de Kernel para larvas entre os anos de 2020 e 2021. Inicialmente em 2020, o bairro Aventureiro, considerado o mais populoso de Joinville, foi o que apresentou maior densidade de larvas, corroborando com os dados da Figura

4 que indicam a relação da densidade urbana com a maior proliferação do mosquito transmissor da dengue. Nota-se que a mancha de calor, no qual apresenta maiores índices de larvas positivas, estava concentrada nos bairros da zona leste durante o ano de 2020, espalhando-se até o bairro Boa Vista, mas que posteriormente, em 2021, avançam para a região sul da cidade, entre os bairros Fátima, Jarivatuba, Itaum, Petrópolis, entre outros.

Figura 5 – Mapas de ilhas de calor referentes à densidade de Kernel para o número de larvas entre os anos de 2020 (a) e 2021 (b)



Elaboração: Os autores.

Em 2023, os bairros com maior incidência de dengue, segundo dados da Prefeitura de Joinville, foram o Comasa, Jardim Paraíso e Paranaguamirim, confirmando os dados de 2020-2021 no qual mostram que as regiões leste e sul são as mais afetadas em Joinville, principalmente pela alta densidade populacional, condições mais precárias em relação às instalações de esgoto e a proximidade com áreas de manguezais. Além disso, vale destacar que os rendimentos em salários mínimos destes bairros são mais baixos quando comparados aos bairros América, Atiradores e Glória que apresentam apenas alguns casos isolados da doença.

A urbanização tem um papel importante na disseminação da doença, além da falta de infraestrutura, saneamento básico, planejamento urbano, coleta de lixo, necessitando de ações conjuntas entre poderes públicos e comunidades para prevenção da transmissão da dengue (BAKER et al., 2022; ALVEZ et al., 2022). Vale ressaltar a importância do controle e vigilância ambiental, principalmente em bairros mais populosos de Joinville, para prevenir a sobrecarga do Sistema Único de Saúde (SUS), realizando ações conjuntas de educação e conscientização da comunidade, além da iniciativa pública no combate ao *Ae. aegypti*.

A elevação gradual na densidade de larvas entre os anos de 2020 e 2021, observados na Figura 5, levaram à situação atual bastante problemática para a cidade de Joinville. Vale destacar que o ano de 2020 foi bastante atípico devido a pandemia de COVID-19, o qual manteve as pessoas por mais tempo em suas residências, podendo ter relação com este crescimento repentino do número de casos de dengue em Joinville, uma vez que o mosquito é atraído pelo odor humano.

Segundo dados do Inova Saúde, em relação ao aumento da mortalidade por dengue, no ano de 2020

havia um total de 8679 casos autóctones, e nenhuma morte registrada. No ano seguinte, em 2021, foram confirmados um total de 16406 e 5 óbitos. Já nos anos de 2022 e 2023 foram 21304 e 43562 casos, totalizando 19 e 39 mortes pela doença, respectivamente (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE, 2023). A crescente em relação a letalidade na maior cidade de Santa Catarina, aciona um alerta para a região sul do país em relação a dengue, pois historicamente esta não seria uma região tão problemática quando comparada à região sudeste do país, onde estão concentradas às maiores taxas populacionais.

É importante observar que há pouquíssimos estudos envolvendo a dengue e a região sul do Brasil. A maioria deles se concentram na região sudeste, nordeste e centro-oeste, sendo realizados por universidades públicas e em coautoria (DE ALBUQUERQUE MARANHÃO, 2022). Isto destaca a relevância da cooperação nacional e internacional do presente estudo, uma vez que ficam claros que investimentos em educação ambiental e infraestrutura urbana de saneamento são imprescindíveis a todas as regiões brasileiras, a fim de frear a proliferação do mosquito transmissor da dengue e outras arboviroses.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dengue na cidade de Joinville, entre os anos de 2020 e 2021, está associada às altas densidades populacionais nos bairros, maiores números de residências, no qual existem elevados índices de armadilhas positivas. Os bairros mais afetados e com maior densidade de larvas positivas localizam-se nas regiões leste e sul da cidade, próximos às áreas de mangues e foram aqueles com menores taxas de cobertura de esgoto, em que os rendimentos em salários mínimos também foram inferiores. Terrenos baldios e pontos estratégicos não se correlacionam com o aumento de casos, o que afirma que estes locais não contribuem para o desenvolvimento dos focos.

O fator clima, principalmente às elevadas temperaturas, podem ter auxiliado na adaptação do mosquito e proliferação da doença na cidade de Joinville, pois verifica-se maior correlação com o aumento do número de larvas em rede de armadilhas, índice de larvas e índice de larvas positivas, o que comprova que esta variável ambiental afeta diretamente o desenvolvimento de *Ae. aegypti*. O aumento de casos em Joinville tem um tempo de defasagem de 3 a 5 meses, intensificando em abril, maio e junho.

O controle da dengue é urgente e necessário para evitar novos recordes em números de mortes pela doença, tanto no estado de Santa Catarina, quanto nas demais regiões brasileiras mais afetadas. Os impactos gerados pela doença têm consequências financeiras e sobrecarregam o SUS, sendo importante reforçar os trabalhos de vigilância ambiental no município de Joinville, intensificando ações de saúde pública para educação da comunidade, principalmente nos bairros mais povoados, com menores coberturas de esgoto.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Sociedade Educacional de Santa Catarina, Instituto Leônidas e Maria Deane-ILMD/FIOCRUZ e a Prefeitura Municipal de Joinville.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. A. et al. Percepção da comunidade sobre suas ações preventivas contra dengue, zika e chikungunya nas cinco regiões do Brasil. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 32, n. 3, p. e320312, 2022. <https://doi.org/10.1590/S0103-73312022320312>
- ARAÚJO, R. A. F.; UCHÔA, N. M.; ALVES, J. M. B. Influência de Variáveis Meteorológicas na Prevalência das Doenças Transmitidas pelo Mosquito *Aedes Aegypti*. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 439–447, jul. 2019. <https://doi.org/10.1590/0102-7786343054>
- BAKER, R. E. et al. Infectious disease in an era of global change. **Nature Reviews Microbiology**, v. 20, p. 193-205, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00639-z>
- BONFIM, O. E. T.; JANUÁRIO, I. R. Correlação entre a precipitação e temperatura média do ar sobre o número de registros de casos de dengue para as cidades de Maceió, João Pessoa e Salvador. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 35, n. 5, p. 2040-2053, 2018. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2018.229408>

BRASIL. **Vírus zika no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em:

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/virus_zika_brasil_resposta_sus.pdf. Acesso em: 11 nov. 2022.

BRUNO, R. V.; FARNESI, L. C.; ARARIPE, L. O. **The effects of infection on mosquito rhythmic behavior**. In: Current Topics in the Epidemiology of Vector-Borne Disease, 2019. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/69243>. Acesso em: 20 nov. 2022.

CARMO, R. L. et al. Dengue e Chikungunya: estudos da relação entre população, ambiente e saúde. *Textos Nepo*, n. 72, p. 6-11, 2015. Disponível em: https://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/textos_nepo/textos_nepo_72.pdf. Acesso em: 30 ago. 2023.

CARVALHO, S.; MAGALHÃES, M. DE A. F. M.; MEDRONHO, R. DE A. Analysis of the spatial distribution of dengue cases in the city of Rio de Janeiro, 2011 and 2012. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, p. 79, 2017. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/138329>. Acesso em: 25 set. 2022.

CORRÊA, J. A. J.; COSTA, A.C.L.; PEREIRA, I.C.N. Associação entre a precipitação pluviométrica e a incidência de dengue em sete municípios do Estado do Pará. **Revista Brasileira de Geografia e Física**, v. 9, n. 7, p. 2264-2276, 2016. <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20160161>

DIVE. Diretoria de Vigilância Epidemiológica. Secretaria de Estado da Saúde. **Dengue, zika e chikungunya**. Disponível em: <http://www.dive.sc.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2023.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SANTA CATARINA. **Tempo e Clima**. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/tempo-e-clima>. Acesso em 25 jan. 2023.

GABRIEL, A. F. B. et al. Avaliação de impacto à saúde da incidência de dengue associada à pluviosidade no município de Ribeirão Preto, São Paulo. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 26, n. 4, p. 446–452, out. 2018. <https://doi.org/10.1590/1414-462X201800040119>

GOMES, A. F.; NOBRE, A. A.; CRUZ, O. G. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001-2009. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 11, p. 2189–2197, nov. 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012001100014>

HEUKELBACH, J. et al. Zika virus outbreak in Brazil. **The Journal of Infection in Developing Countries**, v. 10, p. 116-120, 2016. <https://doi.org/10.3855/jidc.8217>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Joinville (SC), **Cidades e Estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/joinville>. Acesso em: 17 jan. 2023

LIMA, E. A.; FIRMINO, J. L. N.; GOMES FILHO, M. F. A relação da previsão da precipitação pluviométrica e casos de dengue nos estados de Alagoas e Paraíba nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 3, p. 264-269, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862008000300001>

MARANHÃO, R. de A. Analysis of scientific production on Dengue in national geography journals. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 1, p. 66–80, 2022. <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n1-007>

MORDECAI, E. A. et al. Correction: Detecting the impact of temperature on transmission of zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 16, n. 6, p. e0010514, 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010514>

OLIVEIRA, R. F. de; KEDE, M. L. F. M. Indicadores de vulnerabilidade socioambiental e a ocorrência da dengue nos bairros de Copacabana, Jardim Botânico, Guaratiba e Santa Cruz na cidade do Rio de Janeiro. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, Uberlândia**, v. 19, p. e1904, 2023. <https://doi.org/10.14393/Hygeia1963414>

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Dengue and severe dengue**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em 17 dez de 2022.

PEDRO, J. M.; MACHADO, V. D. S. **Análise da influência do saneamento básico nos casos de dengue do município de Três Rios-RJ**. 2020. Disponível em: <https://dSPACE.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3674/1/J%20C3%A9ssica%20Medeiros>. Acesso em:

29 jan. 2022.

PORTAL DE TRATAMENTO DE ÁGUA. **Companhia de Águas de Joinville/SC alcança 99% de eficiência no tratamento de esgoto**. 2020. Disponível em: <http://tratamentodeagua.com.br/aguas-joinville-sc-eficiencia-tratamento-esgoto>. Acesso em: 9 jul. 2020.

POWELL, J. R.; TABACHNICK, W. J. History of domestication and spread of *Aedes aegypti* - A Review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 108, p. 11-17, 2013. <https://doi.org/10.1590/0074-0276130395>

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. **Inova Saúde**. Joinville, 2023. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizDMYMTkwYzctMmZkNS00NWQzLWEzODgtNWUyNjkxYTYxNWVjliwidCI6IjRiMTAxNTc3LTMxY2EtNDQzNi04NjA5LWZmN2U1MDE1MDg3MjI9>. Acesso em: 10 out. 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. **Joinville bairro a bairro (2017)**. Disponível em: <http://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/01/Joinville-Bairro-a-Bairro-2017.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. **Joinville cidade em dados (2021): Ambiente Natural**. Joinville, 2021. Disponível em: <http://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2021/12/Joinville-Cidade-em-Dados-2021-%E2%80%93-Ambiente-Natural.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2022.

RIBEIRO, A. F. et al. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 671-676, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102006000500017>

SILVA, M. do S. da, et al. Spatial-temporal analysis of dengue deaths: identifying social vulnerabilities. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 50, n. 1, p. 104-109, 2017. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0272-2016>

SIMGEO - Secretaria de Planejamento Urbano e Desenvolvimento Sustentável. **Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas**. Joinville, 2017. Disponível em: <http://simgeo.joinville.sc.gov.br>. Acesso em: 4 jun. 2020.

SIQUEIRA, I. S. et al. A relação da incidência de casos de dengue com a precipitação na área urbana de Belém-PA, 2007 a 2011, através de modelos multivariados de séries temporais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 2, p. 380-389, 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-7786332010>

TEIXEIRA, T. R. A.; MEDRONHO, R. A. Indicadores sócio-demográficos e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno Saúde Pública**, v. 24, n. 9, p. 2160-2170, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000900022>

VALLE, D.; AGUIAR, R.; PIMENTA, D. N.; FERREIRA, V. **Aedes de A a Z**. 23. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Fiocruz, 2021.

WONG, J. M. et al. Dengue: a growing problem with new interventions. **Pediatrics**, v. 149, n. 6, p. e2021055522, 2022. <https://doi.org/10.1542/peds.2021-055522>