

A EPIDEMIA DE DENGUE EM CAMPINAS-SP EM 2015 E SUA RELAÇÃO COM FATORES SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

Jessica Andretta Mendes

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências – UNICAMP
Campinas, SP, Brasil
j153833@dac.unicamp.br

Marcos César Ferreira

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências – UNICAMP
Campinas, SP, Brasil
macferre@unicamp.br

RESUMO

Investigou-se a associação espacial entre a incidência de dengue e variáveis socioeconômicas e ambientais, durante a epidemia ocorrida em 2015, em Campinas-SP. Foram utilizadas técnicas de suavização empírica bayesiana de taxas de incidência e testes de normalidade – aplicados às variáveis explicativas. Foram utilizados os métodos de autocorrelação espacial local de Moran (univariado e bivariado) para investigar a associação espacial entre as taxas de incidência e as variáveis explicativas. A taxa de incidência demonstrou associação positiva e estatisticamente significativa com a proporção de domicílios do tipo casa, proximidade de potenciais criadouros e média de moradores por domicílio, e apresentou autocorrelação espacial negativa, estatisticamente significativa com o rendimento médio domiciliar. Concluiu-se que as taxas de incidência estavam associadas a todas as variáveis consideradas.

Palavras-chave: Incidência de dengue. Variáveis socioeconômicas. Potenciais criadouros do *Aedes aegypti*.

DENGUE EPIDEMIC IN CAMPINAS IN 2015, AND ITS RELATIONSHIP WITH SOCIOECONOMIC AND ENVIRONMENTAL FACTORS

ABSTRACT

The spatial association between dengue, and socioeconomic and environmental variables during the epidemic occurred in Campinas, in 2015 was investigated. Bayesian empirical smoothing for incidence rates, and normality tests – applied to the explanatory variables were used. Local Moran's spatial autocorrelation methods (univariate and bivariate) were also used to investigate the spatial association between incidence rates and explanatory variables. The incidence rate showed positive and statistically significant association with the proportion of house-type households, proximity to potential breeding sites for *Aedes aegypti*, average number of residents per household, and showed negative and statistically significant spatial autocorrelation with average household income. It was concluded that incidence rates were associated with all variables considered.

Keywords: Dengue incidence. Socioeconomic variables. Potential breeding sites for *Aedes aegypti*.

INTRODUÇÃO

Fatores como rápida urbanização sem planejamento, mudanças nos padrões de uso do solo, o aumento de viagens e do comércio internacionais colocaram as pessoas em contato mais frequente com doenças vetoriais (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS, 2019).

A dengue é uma doença vetorial transmitida por mosquitos fêmeas, principalmente, da espécie *Aedes aegypti* e, em menor grau, *Ae. albopictus*. A doença pode se manifestar de diversas maneiras, que variam desde casos assintomáticos, ou com sintomas semelhantes aos da gripe, até a forma mais grave, que envolve complicações associadas a hemorragias. Ressalta-se também que, além da dengue, esses

mosquitos também são vetores dos vírus *chikungunya*, febre amarela e *zika* (ORGANIZACAO MUNDIAL DA SAUDE – OMS, 2022).

Já é considerado bem aceito o fato de que os mosquitos *Ae. aegypti* encontram condições favoráveis para o seu desenvolvimento em ambientes urbanos, especialmente em arranjos domésticos (POWELL e TABACHNICK, 2013). Além disso, sabe-se também que os casos de dengue costumam se concentrar em uma distância que varia entre 100 a 800 metros, o que está relacionado com a capacidade de dispersão pelo voo do *Ae. aegypti* (BOWMAN et al., 2014).

Albrieu-Llinás et al. (2018) afirmam que variáveis ambientais relacionadas a áreas construídas são consideradas boas representantes para a abundância e distribuição dos *Ae. aegypti*, contudo, sabe-se que outras variáveis podem influenciar a vulnerabilidade de determinado local e a ocorrência de epidemias de dengue. Por isso, os autores recomendam que nos estudos de vetores antropofílicos sejam incluídas também variáveis socioeconômicas, tais como densidade populacional, características de habitação, estilos de construção, condições socioeconômicas e de educação. Alguns exemplos de estudos neste sentido foram conduzidos por Akter et al. (2021), Seidahmed et al. (2018) e Farinelli et al. (2018). Nessas pesquisas foram consideradas a relação entre a ocorrência de casos de dengue, fatores socioecológicos (ex.: temperatura, pluviosidade, densidade populacional, estrutura habitacional e tipos de uso da terra), tipo de moradia (tais como bangalôs, casas com terraços e prédios altos) e características socioeconômicas, como renda, característica do domicílio e escolaridade. A seguir, são apresentadas, brevemente, pesquisas nas quais alguns desses elementos foram investigados por terem uma possível relação com epidemias de dengue.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é investigar a associação espacial entre a incidência de dengue e variáveis como densidade populacional, características de habitação, condições socioeconômicas e proximidade a locais considerados como possíveis criadouros do mosquito. Aqui, são analisados como potenciais criadouros os Pontos Estratégicos (PEs) - cemitérios, borracharias, ferros-velhos, depósitos de sucata, depósitos de materiais de construção, etc. – que devem ser cadastrados e monitorados pelas prefeituras municipais, conforme recomendado pelas Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de dengue (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). De acordo com essas diretrizes, PEs são locais onde há concentração de depósitos do tipo preferencial para a desova da fêmea do *Ae. aegypti* ou especialmente vulneráveis à introdução do vetor. As atividades de vigilância nesses locais devem ser realizadas com periodicidade quinzenal, com tratamento que deve ser realizado mensalmente ou quando detectada a presença de focos. As variáveis acima mencionadas foram escolhidas, pois podem apresentar características de associação com o surgimento e desenvolvimento do *Ae. aegypti* (por favorecer a manutenção de potenciais criadouros para o mosquito) e, também, com a disseminação do vírus da dengue (devido à concentração de pessoas, por exemplo).

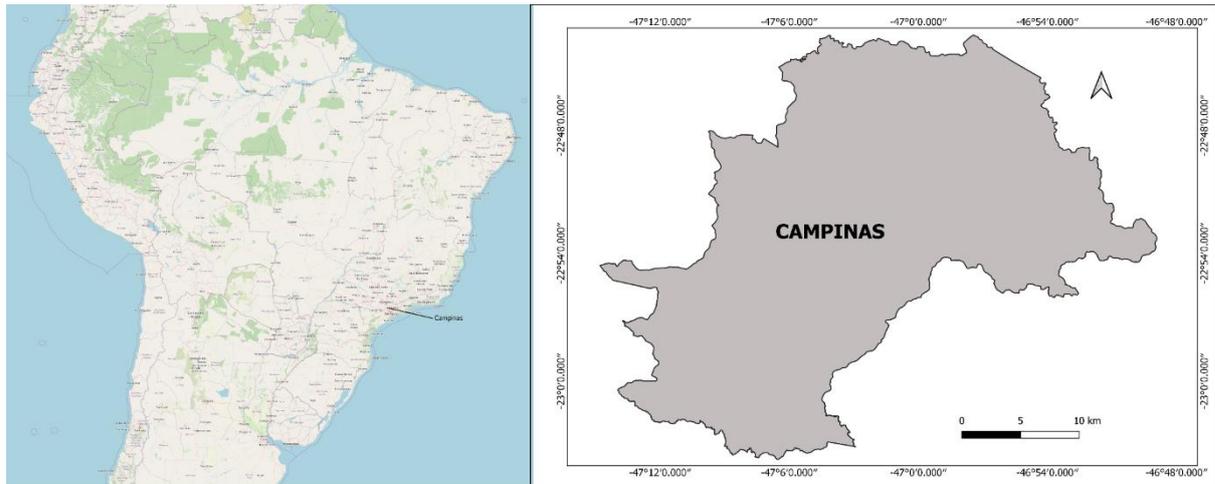
O estudo foi conduzido no município de Campinas, localizado no Estado de São Paulo (Figura 1). Esta área de estudo reúne características epidemiológicas e geográficas favoráveis à infestação pelo mosquito *Ae. aegypti* e onde houve registro de algumas epidemias de dengue nos últimos anos. Na última década ocorreram cinco anos com alta taxa de incidência de casos de dengue no município de Campinas (Tabela 1). Considerando que 2015 foi o ano epidemiológico mais importante no município, os dados de incidência utilizados nesta pesquisa abrangem o período de janeiro a dezembro de 2015.

Cabe enfatizar que, de acordo com a definição da Organização Pan-americana da Saúde (OPAS, 2010), considera-se como epidemia a ocorrência de casos de doença ou outros eventos de saúde com uma incidência maior que a esperada para uma área geográfica e períodos determinados.

METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa foram utilizados dados secundários, contidos em banco de dados produzidos por instituições públicas, cujas informações são de acesso público, disponibilizadas pela Secretaria Municipal de Saúde de Campinas, Superintendência de Controle de Endemias do Estado de São Paulo (SUCEN) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Figura 1 - Município de Campinas (SP), 2021.



Fonte - Google Maps e IBGE, 2016. Elaboração: os autores, 2021.

Tabela 1 - Campinas (SP): Epidemias de dengue com mais altas taxas de incidência no município, 2021.

Ano	Incidência (casos/100.000 hab.)
2007	1.100,94
2014	3.647,01
2015	5.638,19
2019	2.185,08

Fonte - CAMPINAS (2020a); IBGE, 2007; 2020. Elaboração: os autores, 2021.

Dados Cartográficos

O limite municipal, bem como dos setores censitários (SCs), ambos em formato *shapefile* (.shp), foram obtidos por meio do IBGE (2016). A delimitação da área de abrangência dos distritos de saúde (DS) e dos centros de saúde (CS) foi adquirida em formato *Keyhole Markup Language* (.kmz), fornecida pela secretaria municipal de saúde de Campinas (CAMPINAS, 2020b) e, posteriormente, convertida para formato .shp. As imagens orbitais do período em estudo foram disponibilizadas por meio da web, no programa Google Earth. Os dados cartográficos citados e os demais dados utilizados para este estudo foram projetados no Sistema Geodésico Mundial (WGS84), sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 23S.

Dados Epidemiológicos

Os casos confirmados de dengue, entre janeiro e dezembro de 2015, totalizando 59.344 casos, foram solicitados por requerimento encaminhado ao Departamento de Vigilância em Saúde, vinculado à secretaria municipal de saúde de Campinas.

O total da população residente por setor censitário no ano de 2010 já faz parte dos atributos da camada vetorial dos SCs. Para calcular a população residente por setor censitário para o ano em estudo foi considerada a taxa de crescimento populacional estimada para o município pelo IBGE (IBGE, 2015). Sabe-se que, em 2010, a população no município era de 1.080.113 habitantes e no ano de 2015 a população aumentou para 1.164.098 habitantes. Portanto, aplicando-se a taxa de crescimento municipal para a população já contida nos SCs foi possível estimar os respectivos dados de população. A partir dessa estimativa foi calculada a taxa de incidência nos setores.

Variáveis Explicativas

O resultado do universo do censo demográfico de 2010 foi obtido na página eletrônica do IBGE (IBGE, 2010), contendo as características da população e dos domicílios. Os dados são disponibilizados em

planilhas no formato *Microsoft Excel (.xls)* e Valores Separados por Vírgula (.csv), além de um arquivo em *Portable Document Format (.pdf)*, com a explicação de todas as variáveis analisadas durante o censo.

As variáveis explicativas consideradas foram dois indicadores sociais: média de moradores em domicílios particulares permanentes e rendimento médio domiciliar dos domicílios particulares permanentes; uma variável de padrão de edificação (proporção de casas) estimados a partir do censo demográfico (IBGE, 2010); e, por último, o número de PEs localizados a uma distância de 800 m a partir do centroide dos SCs. Ressalta-se que para este estudo foram selecionados os PEs cadastrados como positivos em pelo menos uma das inspeções realizadas no período, de acordo com os relatórios disponibilizados pela Superintendência de Controle de Endemias do Estado (SUCEN, 2017).

Há 1.749 SCs no município de Campinas, mas a análise estatística ficou restrita a 1.709 SCs cujas informações censitárias estão disponíveis.

Preparação do banco de dados

Estimativa das taxas suavizadas de incidência por setor censitário

As taxas brutas de incidência foram suavizadas utilizando a técnica de suavização empírica bayesiana (*Empirical Bayes Smoothing*), disponível no GeoDa, programa de acesso livre, versão 1.14.0 (ANSELIN, 2019). Conforme explicado por Anselin (2005), essa técnica consiste em calcular uma média ponderada entre a taxa bruta de cada subárea e a média para toda a área de estudo a ser considerada, com pesos proporcionais à população em risco subjacente. Nesse caso, pequenas áreas, onde há uma pequena população em risco, tendem a ter suas taxas ajustadas. Para a condução deste procedimento foi criada uma matriz de contiguidade de primeira ordem do tipo *Queen*, na qual a vizinhança de determinado polígono é formada por unidades espaciais que compartilham um vértice ou aresta deste polígono (ANSELIN, 2020). Em seguida, são selecionadas as variáveis para a realização da técnica de suavização, em que são selecionados os campos referentes aos casos e à população do ano em estudo. Desse modo, as taxas de incidência suavizadas para cada setor censitário foram acrescentadas à tabela de atributos.

Inclusão das variáveis explicativas ao banco de dados

Os dados das planilhas que contêm as variáveis do censo foram unidas à tabela de atributos do arquivo vetorial de SCs, por meio de um campo comum às duas tabelas (nesse caso, foram considerados os códigos dos setores estabelecidos pelo IBGE). Foram adicionados os seguintes dados: domicílios particulares permanentes, domicílios particulares permanentes do tipo casa, domicílios particulares permanentes do tipo casa de vila ou em condomínio, média de moradores em domicílios particulares permanentes e rendimento médio domiciliar dos domicílios particulares permanentes. Com base nas informações de domicílios particulares permanentes, domicílios particulares permanentes do tipo casa e domicílios particulares permanentes do tipo casa de vila ou em condomínio, foi possível estimar a proporção de moradias do tipo casa por setor censitário. Foi também adicionada à tabela de atributos a informação sobre o número de PEs localizados a uma proximidade de 800 m dos SCs. Foram criados os centroides para cada setor censitário e, a partir de cada um deles, gerados *buffers* (faixa de distância) de 800 m. Por meio da função de contar pontos no polígono, foram calculados o número de PEs dentro de cada *buffer*. Esses procedimentos foram realizados no programa de acesso livre QGIS, versão 3.4.11 (QGIS, 2021).

Análise exploratória

Após a inclusão de todas as informações necessárias ao banco de dados, por meio da representação gráfica, com histogramas e gráficos Quantil-Quantil (*Q-Q Plot*), foi verificada a distribuição dos valores das variáveis explicativas. Para o teste formal de normalidade foi utilizado o Teste *Shapiro-Wilk*, com o objetivo de aferir se as variáveis são espacialmente dependentes. Esses procedimentos foram realizados no programa de acesso livre *R*, versão 4.0.3 (*R Project for Statistical Computing*, 2020).

Análise Espacial

Em um trabalho de revisão realizado por Marti et al. (2020), é relatado que os autores costumam adotar metodologias baseadas nos campos de estatística e análise espacial para quantificar as relações entre elementos da paisagem urbana e casos de dengue, classicamente empregados em Epidemiologia Espacial e Geografia dos Riscos de Doenças.

Para avaliar a relação entre a incidência de dengue e as variáveis selecionadas foram utilizados dois métodos: a análise de autocorrelação espacial de Moran local univariado e bivariado, considerando os SCs como unidade espacial de agregação.

Conforme explicam, Anselin e Rey (2014, apud SHIRVANI et al. 2017), o primeiro mede o agrupamento espacial e a dispersão espacial de características para uma variável em relação a mesma variável em locais próximos. O segundo se concentra em um agrupamento e dispersão espacial entre características de uma variável e outra variável em locais próximos. Métodos de autocorrelação espacial local vêm sendo empregados com sucesso para a detecção de *hotspots* de doenças vetoriais (JOHANSEN, DO CARMO e ALVES, 2016; CUARTAS et al., 2017; SCHULTES et al., 2021), bem como outros tipos de doença (SILVA, CONCEIÇÃO e CHIARAVALLI NETO, 2019; FERREIRA, 2020; RIBEIRO et al., 2021) e sua associação com fatores ambientais, demográficos e sociais.

Aqui, o método de autocorrelação espacial de Moran local univariado foi aplicado para a variável resposta e para cada variável explicativa, separadamente. Assim, foi possível identificar aglomerados (*clusters*) de feições com dependência espacial. Nos mapas gerados, SCs com altos valores de determinada variável rodeados por setores que também possuem altos valores da mesma variável são representados na classe Alto-Alto (*High-High* ou HH). Também estão representados nesses mapas as classes Baixo-Baixo (*Low-Low* ou L-L), Baixo-Alto (*Low-High* ou L-H) e Alto-Baixo (*High-Low* ou H-L), considerando como significativa um valor de *p-value* <0,05. O Moran local bivariado foi aplicado para investigar a associação espacial entre as taxas de incidência suavizadas e cada uma das variáveis explicativas.

Assim, foram criados mapas de *clusters* formados pelos SCs com altos valores das taxas de incidência rodeados por SCs com altos valores para as variáveis proporção de casas, número de PEs à 800 m do centroide do setor censitário, média de moradores e rendimento médio domiciliar, representados na classe Alto-Alto (H-H). Assim como acontece com o Moran local univariado, no bivariado também são representadas as classes Baixo-Baixo (L-L), Baixo-Alto (L-H) e Alto-Baixo (H-L), considerando como significativa um valor de *p-value* <0,05. Além da representação em classes também foi calculado o valor índice de Moran (I). Todos esses procedimentos também foram realizados no GeoDa (ANSELIN, 2019).

RESULTADOS¹

Embora a análise estatística tenha sido aplicada utilizando-se os 1.709 SCs do município como unidade de agregação dos dados, entende-se que o número elevado de setores dificultaria a indicação das regiões de localização dos *clusters* mais expressivos. Assim, para melhor indicação espacial dos resultados da análise estatística, optou-se por utilizar a subdivisão do município nas áreas de abrangência dos DS e dos CS, que são em menor número e de mais fácil identificação e visualização (Figura 2, Tabela 2). Adotou-se a nomenclatura utilizada pela secretaria municipal de saúde, referente às áreas de abrangência dos DS e dos CS. Além disso, para complementar a descrição de tais regiões, utilizou-se o arquivo vetorial das respectivas áreas de abrangência sobrepostos às imagens no *Google Earth* para o ano de 2015.

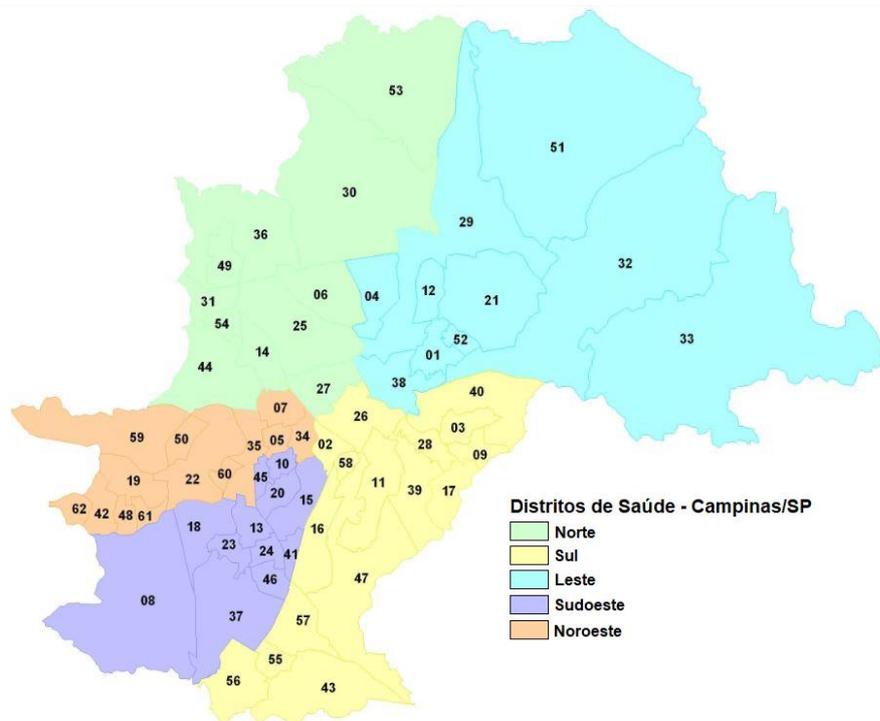
Análise exploratória dos dados

Conforme pode ser observado nos histogramas e nos *Q-Q Plots* (Figuras 3 e 4), a variável que mais se aproxima de uma tendência normal é a média de moradores por domicílio. No entanto, a normalidade foi rejeitada para essa e para as demais variáveis, confirmado por meio do Teste *Shapiro-Wilk* ($p < 0.05$),

¹ "As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP".

indicando que elas são espacialmente dependentes. O resumo estatístico das variáveis explicativas pode ser visualizado na Tabela 3.

Figura 2 - Município de Campinas (SP): Área de abrangência dos DS e os códigos numéricos dos CS associados à Tabela 2, 2021.



Fonte - CAMPINAS (2021).

Tabela 2 - Campinas (SP): Centros de Saúde do município, 2021.

Centros de Saúde		
1 - Conceição	22 - Florence	43 - São Domingos
2 - Vila Rica	23 - Dic I	44 - Sta. Bárbara
3 - Orozimbo Maia	24 - Dic III	45 - V. União / CAIC
4 - Costa e Silva	25 - Eulina	46 - Santo Antônio
5 - Perseu	26 - Faria Lima	47 - Carvalho de Moura
6 - Santa Mônica	27 - Aurélia	48 - Itajaí
7 - Integração	28 - Santa Odila	49 - Cássio Raposo do Amaral
8 - União dos Bairros	29 - Taquaral	50 - Rossin
9 - Esmeraldina	30 - Barão Geraldo	51 - Carlos Gomes
10 - Santa Lúcia	31 - Anchieta	52 - Boa Esperança
11 - Figueira	32 - Sosas	53 - Village
12 - São Quirino	33 - Joaquim Egídio	54 - Rosália
13 - Aeroporto	34 - Pedro Aquino	55 - Campo Belo
14 - Boa Vista	35 - Ipaussurama	56 - Fernanda

15 - Campos Elíseos	36 - São Marcos	57 - Nova América
16 - São José	37 - São Cristóvão	58 - Oziel
17 - São Vicente	38 - Centro	59 - Santa Rosa
18 - Vista Alegre	39 - Vila Ipê	60 - Satélite Iris
19 - Valença	40 - Paranapanema	61 - Lisa
20 - Capivari	41 - Itatinga	62 - Campina Grande
21 - 31 de março	42 - Floresta	63 - San Martin

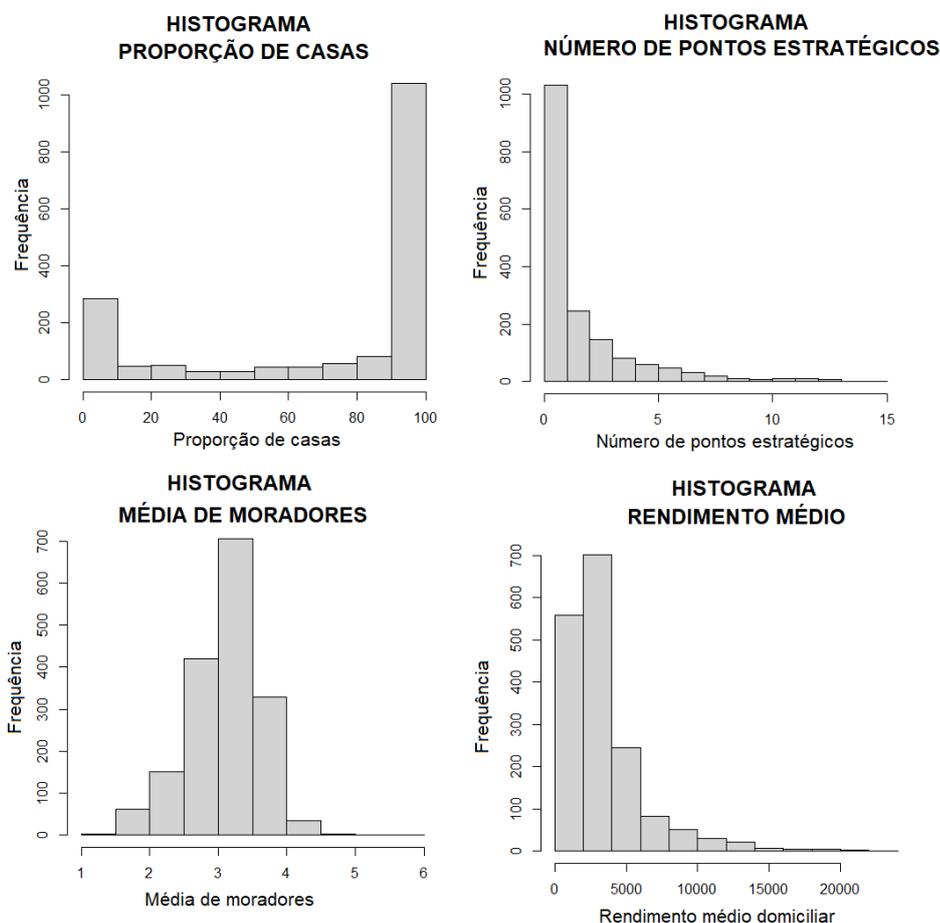
Fonte - CAMPINAS (2021).

Tabela 3 - Campinas (SP): Resumo estatístico do teste de normalidade Shapiro-Wilk aplicado às variáveis explicativas, 2021.

Variável	Min	Média	Max	Teste de Normalidade <i>Shapiro-Wilk (W)</i>
Proporção de casas	0,00	72,90	100,00	$W = 0,69147$; $p\text{-value} < 2,2 \text{ e } -16$
Pontos estratégicos	0,000	1,788	15,000	$W = 0,73684$; $p\text{-value} < 2,2 \text{ e } -16$
Média de moradores	1,390	3,101	5,620	$W = 0,98008$; $p\text{-value} = 1,121 \text{ e } -14$
Rendimento médio domiciliar	738,5	3513,2	22533,3	$W = 0,72503$; $p\text{-value} < 2,2 \text{ e } -16$

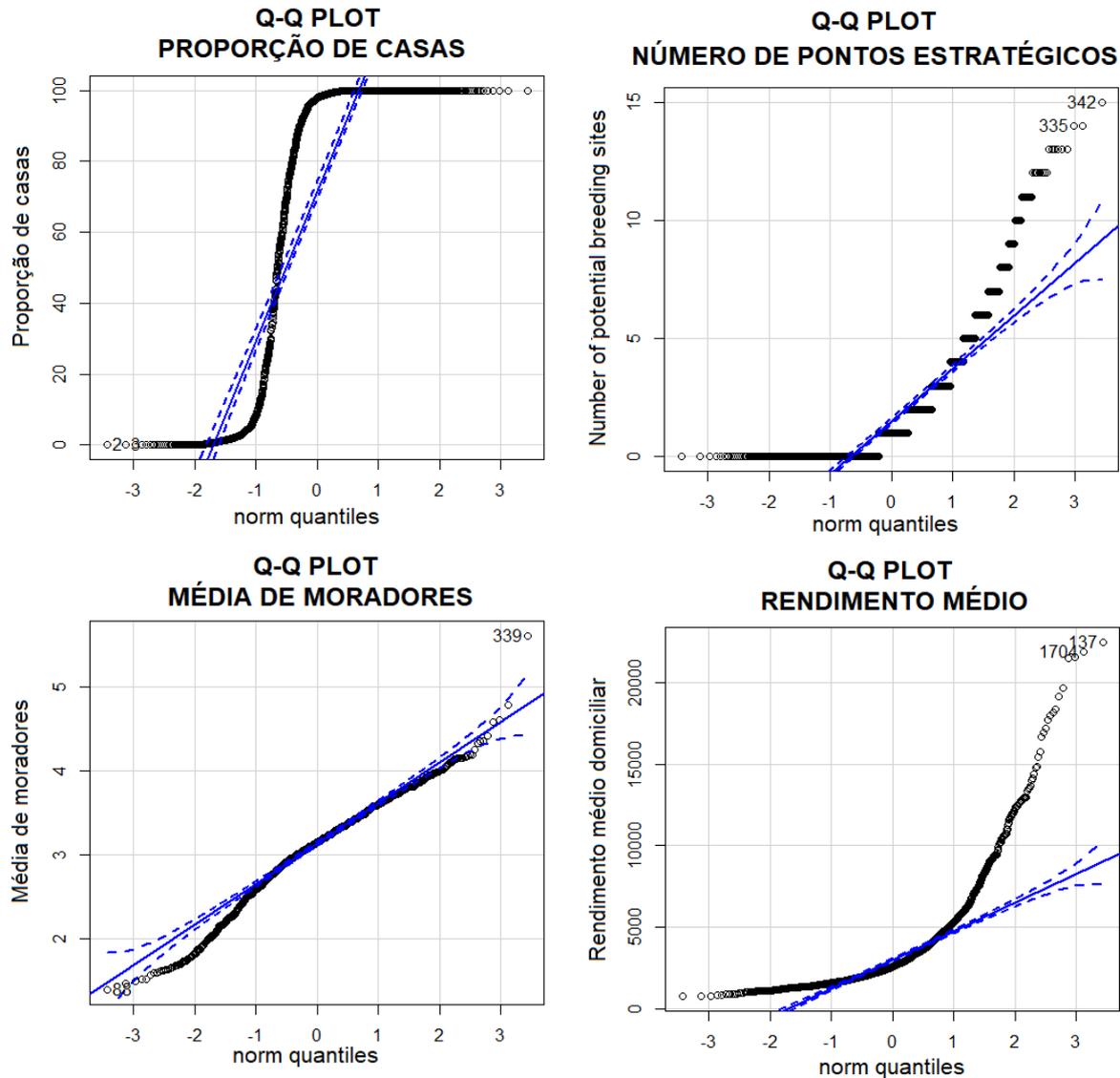
Fonte - Elaboração: os autores, 2021.

Figura 3 - Município de Campinas (SP): Teste de normalidade das variáveis explicativas por meio de histogramas, 2021.



Fonte - Elaboração: os autores, 2021.

Figura 4 - Município de Campinas (SP): Teste de normalidade das variáveis explicativas por meio de gráficos Quantil-Quantil, 2021.



Fonte - Elaboração: os autores, 2021.

Autocorrelação espacial de Moran local univariado

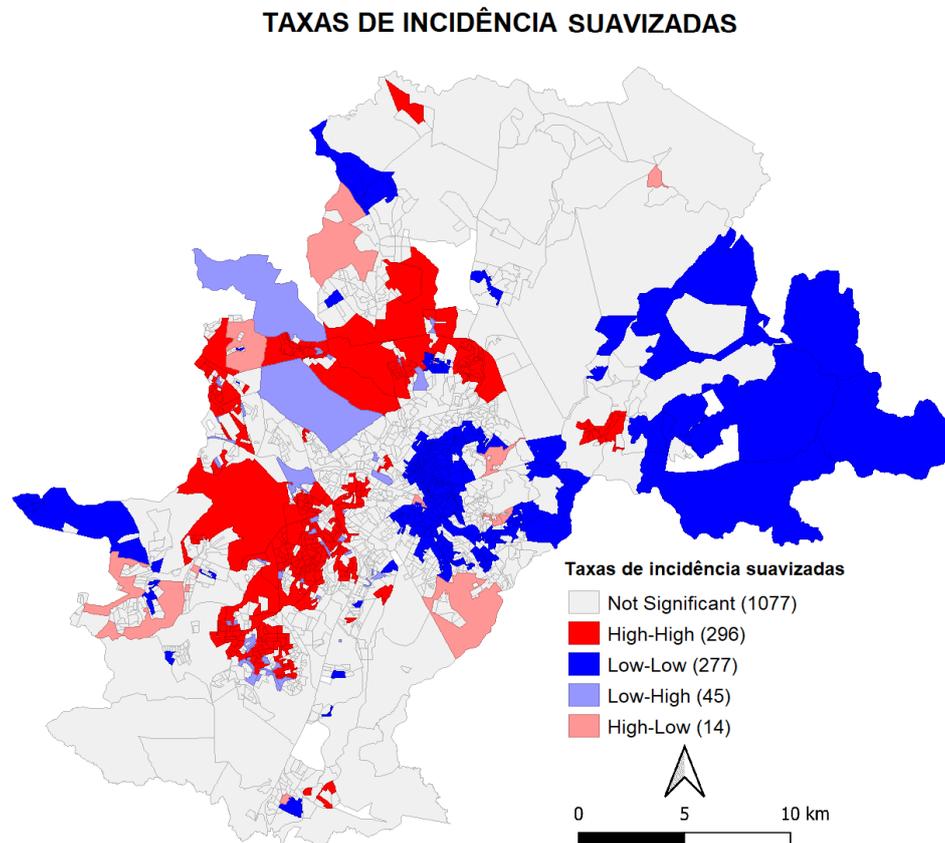
A técnica de autocorrelação espacial local univariada foi utilizada para identificar os padrões de cada uma das variáveis, separadamente, detectando, por exemplo, quais regiões do município apresentam altos valores de taxas de incidência de dengue e que são adjacentes de regiões que também possuem altas taxas de incidência. Além da variável resposta, o mesmo procedimento foi aplicado, separadamente, para cada uma das variáveis explicativas.

Taxa de incidência suavizada

A análise da autocorrelação espacial de Moran local univariado apresentou autocorrelação positiva e estatisticamente significativa ($I = 0,502$; $p < 0,05$). Conforme demonstrado na Figura 5, foram identificados SCs classificados como H-H, com *clusters* mais expressivos nas regiões norte (Santa Mônica, San Martin, São Marcos, Barão Geraldo, Aurélia, Anchieta, Santa Bárbara e Rosália), leste (São Quirino, Costa e Silva, Taquaral, 31 de Março e Sousa), noroeste (Ipaussurama, Integração, Rossin, Perseu, Pedro Aquino, Vicente Pisani Neto e Satélite Íris I) e sudoeste (Vista Alegre, DIC I, DIC III, DIC VI, Capivari, Aeroporto, Santo Antônio, Santa Lúcia, Vila União e Tancredo Neves). Também foram identificados *clusters* L-L nas

regiões norte (Barão Geraldo), leste (Joaquim Egídeo, Centro, Taquaral, Conceição e Sousas), noroeste (Santa Rosa) e sul (Ipê, Paranapanema, Orozimbo Maia, São Bernardo e Santa Odila).

Figura 5 - Município de Campinas (SP): Mapa de *clusters* de taxas suavizadas de incidência de dengue, 2015.



Fonte - Elaboração: os autores, 2021.

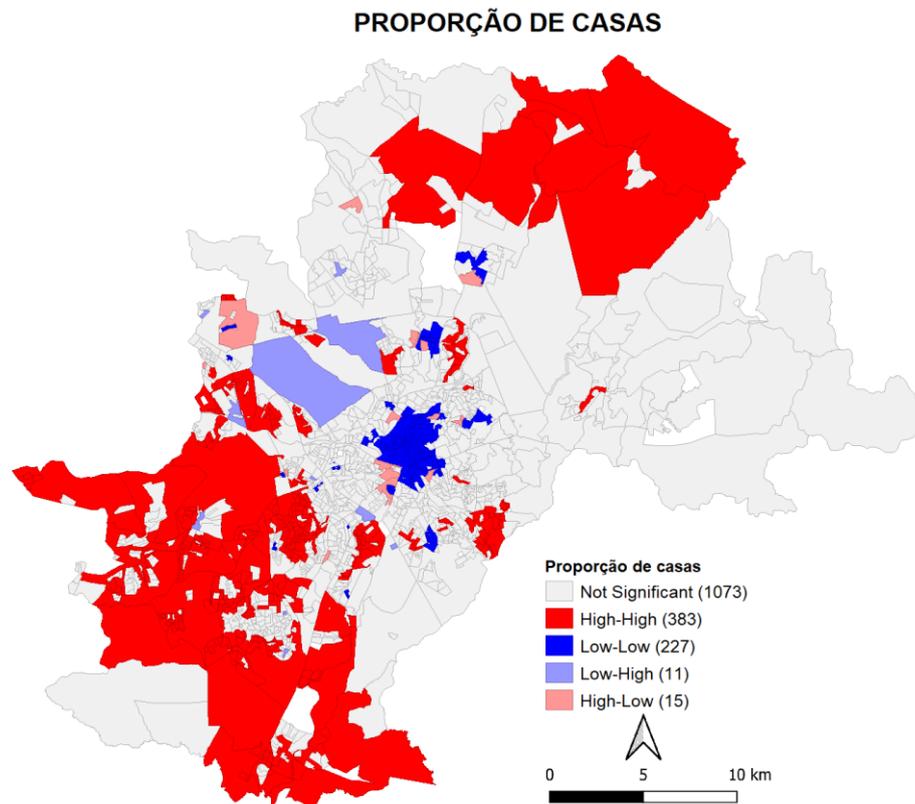
Proporção de domicílios do tipo casa

Aglomerados de SCs que possuem alta proporção de domicílios do tipo casa (H-H) podem ser identificados principalmente nas regiões noroeste (Florence, Ipaussurama, Integração, Itajaí, Floresta, Rossin, Perseu, Lisa, Valença, Vicente Pisani Neto, Satélite Íris I e Santa Rosa), sudoeste (Vista Alegre, Dic I, Dic VI, Capivari, Aeroporto, Santo Antônio, Santa Lúcia, Vila União, União de Bairros, Tancredo Neves e São Cristóvão), sul (São Vicente, Esmeraldina, Carvalho de Moura, Campo Belo, Nova América, Fernanda, San Diego, Oziel e São Domingos) e leste (São Quirino, Taquaral e Carlos Gomes). Enquanto aglomerados de SCs que possuem baixa proporção de domicílios do tipo casa (L-L) são encontrados nas regiões leste (Centro, Taquaral e Conceição) e sul (Ipê e São Bernardo) (Figura 6).

Número de pontos estratégicos

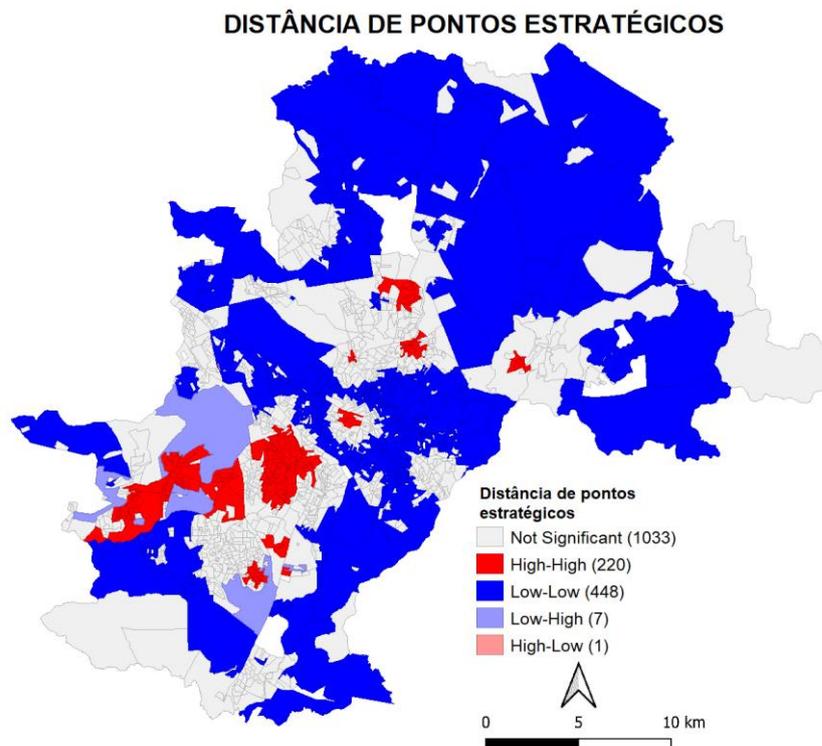
Analisando o mapa da Figura 7, observa-se *clusters* H-H, principalmente nas regiões noroeste (Florence, Ipaussurama, Integração, Itajaí, Rossin, Perseu, Pedro Aquino, Lisa, Valença, Vicente Pisani Neto e Satélite Íris I), sudoeste (Capivari, Santos Dumont, Santo Antônio, Santa Letícia e Tancredo Neves), leste (São Quirino, Conceição e Sousas) e sul (São Bernardo) e *clusters* L-L principalmente nas regiões norte (Village, San Martin, São Marcos, Boa Vista, Barão Geraldo, Aurélia, Santa Bárbara, Rosália, Eulina e Cássio Raposo), sudoeste (Vista Alegre, União de Bairros e São Cristóvão), sul (São Vicente, Esmeraldina, Carvalho de Moura, Nova América, Ipê, Figueira, Fernanda, Paranapanema, Orozimbo Maia, São José, São Domingos, São Bernardo e Santa Odila) e leste (Joaquim Egídeo, Centro, Taquaral, Conceição, Carlos Gomes, 31 de Março e Sousas).

Figura 6 - Município de Campinas (SP): Mapa de *clusters* de proporção de domicílios do tipo casa, 2010.



Fonte - IBGE, 2010. Elaboração: os autores, 2021.

Figura 7 - Município de Campinas (SP): Mapa de *clusters* de pontos estratégicos, 2015.



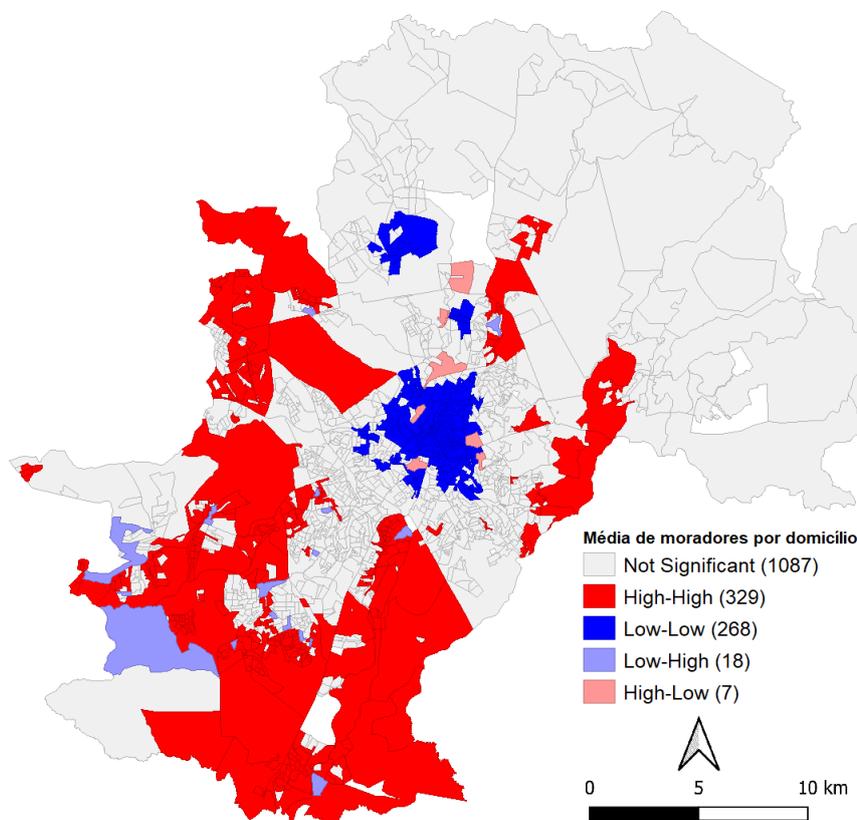
Fonte - SUCEN, 2015. Elaboração: os autores, 2021.

Média de moradores em domicílios particulares permanentes

A Figura 8 mostra que são encontrados *clusters* de altos valores da média de moradores por domicílio nas regiões norte (San Martin, São Marcos, Anchieta, Santa Bárbara, Rosália, Eulina e Cássio Raposo), noroeste (Florence, Campina Grande, Ipaussurama, Itajaí, Floresta, Rossin, Perseu, Lisa, Valença, Vicente Pisani Neto e Satélite Íris I), sudoeste (Vista Alegre, DIC I, DIC III, DIC VI, Santos Dumont, Santo Antônio, União de Bairros e São Cristóvão), sul (São Vicente, Esmeraldina, Carvalho de Moura, Campo Belo, Nova América, Figueira, Fernanda, San Diego, Paranapanema, Oziel, São José e São Domingos) e leste (São Quirino, Taquaral, 31 de Março e Sousas). *Clusters* com baixos valores desta variável podem ser identificados nas regiões norte (Barão Geraldo e Aurélia), sul (Paranapanema, São Bernardo e Santa Odila) e leste (Costa e Silva, Centro e Taquaral).

Figura 8 - Município de Campinas (SP): Mapa de *clusters* de média de moradores por domicílio, 2010.

MÉDIA DE MORADORES POR DOMICÍLIO

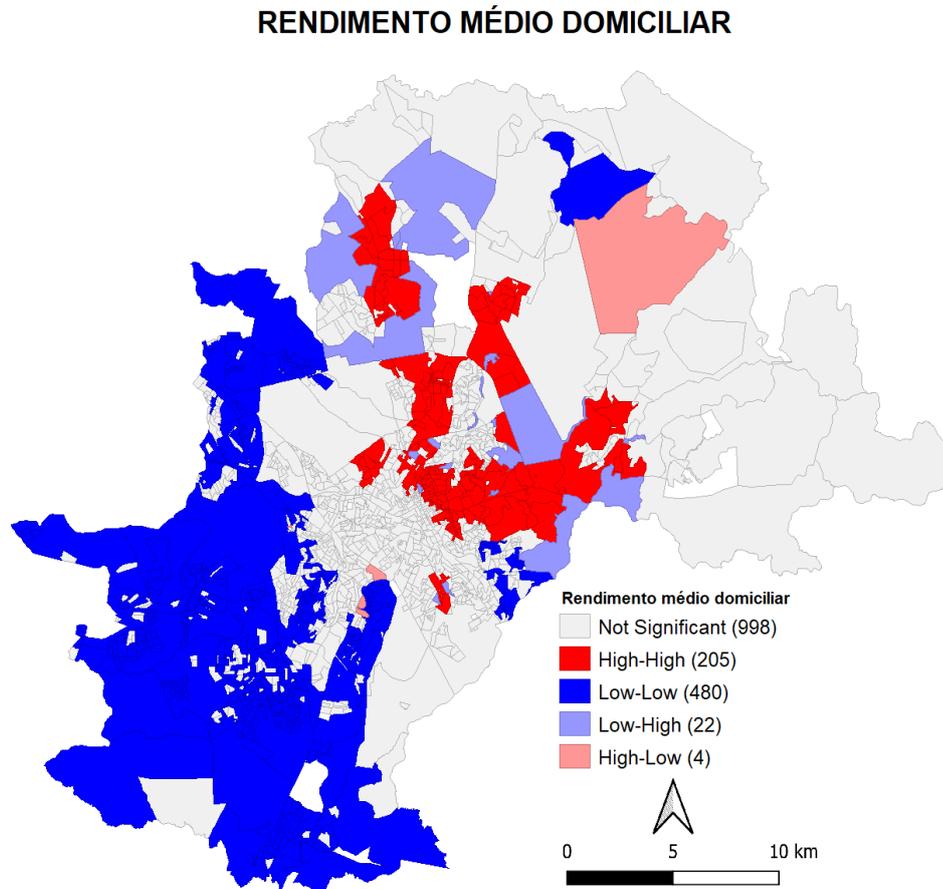


Fonte - IBGE, 2010. Elaboração: os autores, 2021.

Rendimento médio domiciliar dos domicílios particulares permanentes

Concentração de SCs com altos valores do rendimento médio domiciliar (H-H) encontram-se nas regiões norte (Barão Geraldo, Eulina), leste (Costa e Silva, Centro, Taquaral, Conceição, 31 de março e Sousas) e sul (Ipê e Paranapanema). Aglomerados de SCs com baixos valores do rendimento médio domiciliar (L-L) encontram-se nas regiões norte (San Martin, São Marcos, Anchieta, Santa Bárbara, Rosália e Cássio Raposo), noroeste (Florence, Campina Grande, Ipaussurama, Integração, Itajaí, Floresta, Rossin, Perseu, Lisa, Valença, Vicente Pisani Neto, Satélite Íris I e Santa Rosa), sudoeste (Vista Alegre, DIC I, DIC III, DIC VI, Capivari, Aeroporto, Santos Dumont, Santo Antônio, Santa Lúcia, União de Bairros e São Cristóvão) e sul (São Vicente, Esmeraldina, Carvalho de Moura, Campo Belo, Nova América, Fernanda, San Diego, Oziel, Orozimbo Maia, São José e São Domingos), mostrados na Figura 9.

Figura 9 - Município de Campinas (SP): Mapa de *clusters* de rendimento médio domiciliar, 2010.



Fonte - IBGE, 2010. Elaboração: os autores, 2021.

Autocorrelação espacial de Moran local bivariado

A autocorrelação espacial local bivariada foi utilizada para verificar a associação da variável resposta (taxa de incidência suavizada de dengue) com as variáveis explicativas (proporção de domicílios do tipo casa, número de PEs a uma proximidade de até 800 m a partir dos centroides dos SCs, média de moradores por domicílio e rendimento médio domiciliar).

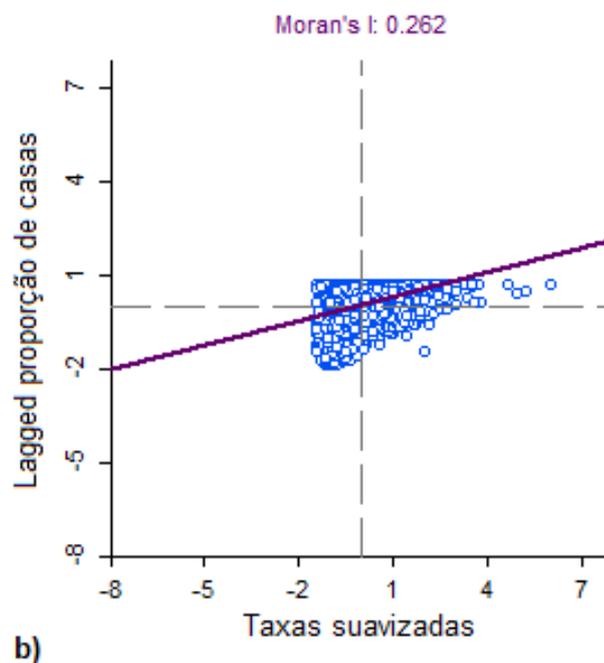
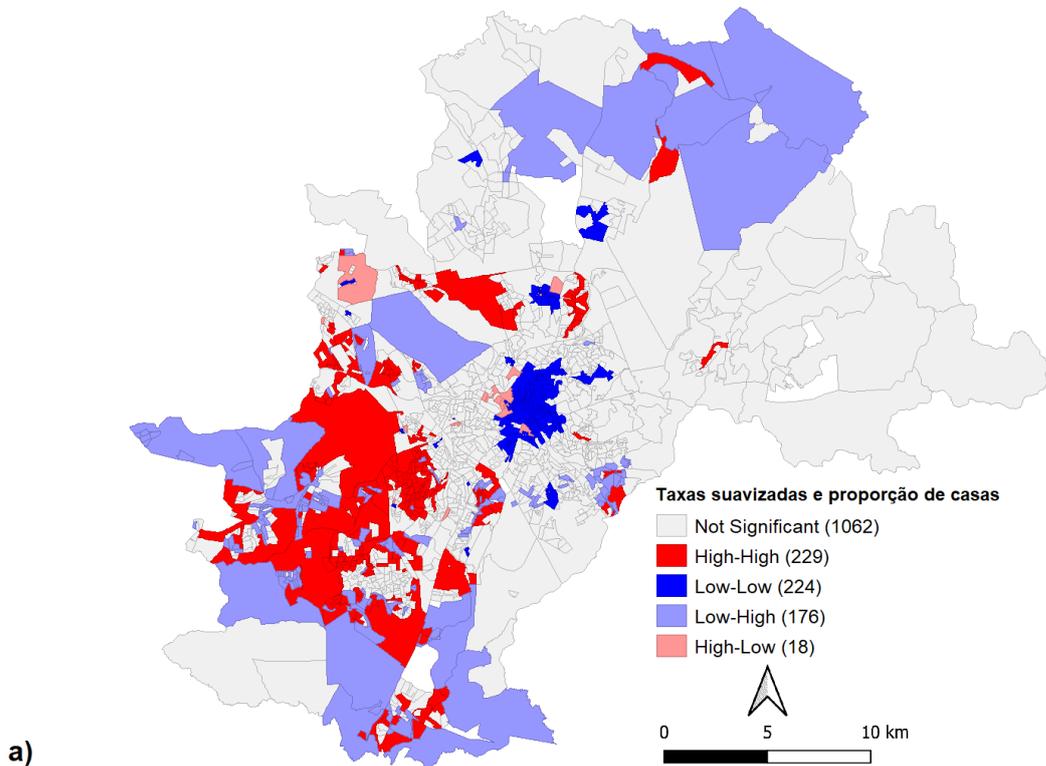
Proporção de domicílios do tipo casa

A taxa de incidência demonstrou relação positiva e estatisticamente significativa com a proporção de domicílios do tipo casa por SCs ($I = 0,262$; $p\text{-value} < 0,05$) (Figura 10). Regiões classificadas como H-H (229 SCs) são aquelas com alta incidência, compostas predominantemente por casas, localizadas principalmente nas regiões norte (área de abrangência dos CS Santa Mônica, Costa e Silva, São Marcos, Boa Vista, Santa Bárbara e Rosália), noroeste (Valença, Floresta, Lisa, Florence, Ipaussurama, Integração, Rossin, Perseu, Pedro Aquino, Vicente Pisani Neto e Satélite Íris I), sudoeste (Vista Alegre, DIC I, DIC III, DIC VI, Capivari, Aeroporto, Santo Antônio, Santa Lúcia, Vila União, União de Bairros, Tancredo Neves e São Cristóvão) e sul (Vila Rica, São Vicente, Esmeraldina, Carvalho de Moura, Fernanda, San Diego, Oziel e São Domingos). Por outro lado, regiões classificadas como L-L (224 SCs) são aquelas com baixa incidência, compostas predominantemente por prédios de apartamentos (confirmado por meio de imagens orbitais), principalmente nas regiões leste (Costa e Silva, Centro, Taquaral, Conceição), com padrão predominante de construção vertical e região sul (São Bernardo). SCs classificados como L-H (176 setores) encontram-se em todas as regiões do município. Possuem baixa incidência associada às áreas rurais, identificadas nas imagens orbitais, onde há pouca possibilidade para o desenvolvimento do mosquito *Ae. aegypti* e a proporção de casas é alta, tendendo a 100% (área de abrangência dos CS São Vicente,

Esmeraldina, Carvalho de Moura, Nova América, Fernanda, San Diego, São Domingos, Village, União de Bairros, São Cristóvão, Santa Rosa, Eulina e Carlos Gomes).

Figura 10 - Município de Campinas (SP): Mapa de *clusters* de associação entre taxa de suavizada de incidência de dengue e proporção de domicílios do tipo casa, por meio da autocorrelação espacial de Moran local bivariado (a) e seu respectivo gráfico de correlação (b).

TAXAS SUAVIZADAS E PROPORÇÃO DE CASAS

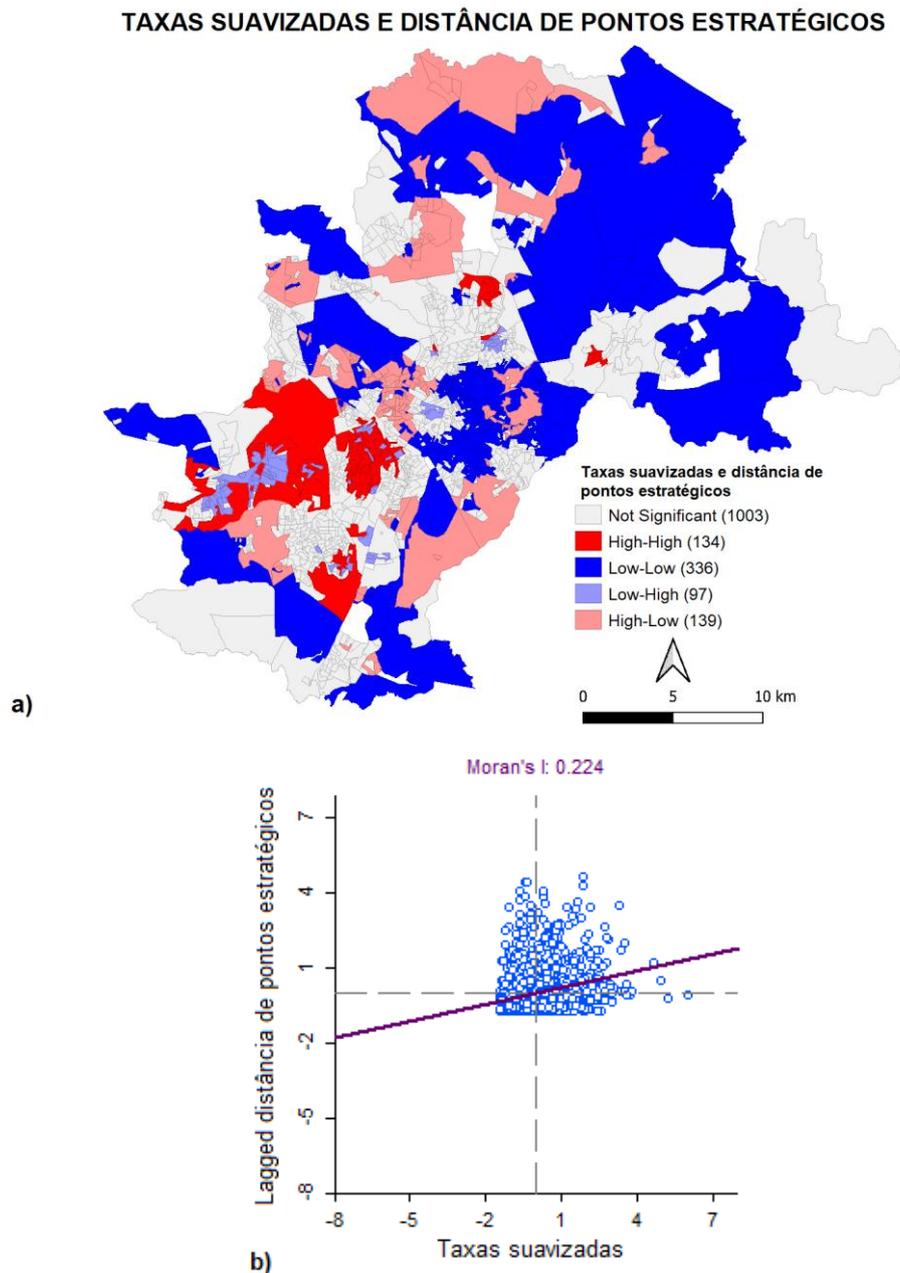


Elaboração - os autores, 2021.

Número de pontos estratégicos

A Figura 11 mostra a relação positiva e estatisticamente significativa entre a taxa de incidência e a proximidade de PEs ($I = 0,224$; $p\text{-value} < 0,05$). SCs com altas taxas de incidência e vizinhos a SCs com alto número de PEs a uma distância de até 800 metros a partir de seus centroides (H-H) estão nas regiões noroeste (Florence, Ipaussurama, Itajaí, Floresta, Rossin, Perseu, Pedro Aquino, Lisa, Valença, Vicente Pisani Neto e Satélite Íris I), sudeste (DIC III, Capivari, Santo Antônio, Santa Letícia e Tancredo Neves) e leste (São Quirino e Sousas), compreendendo 134 SCs. Aglomerados classificados na categoria L-L (336 SCs) localizam-se nas regiões norte (Village, San Martin, São Marcos, Boa Vista, Barão Geraldo, Rosália e Eulina), noroeste (Santa Rosa), sudoeste (União de Bairros e São Cristóvão), sul (Esmeraldina, Carvalho de Moura, Nova América, Ipê, Figueira, Paranapanema, Orozimbo Maia, São Domingos, São Bernardo e Santa Odila) e leste (Joaquim Egídeo, Centro, Taquaral, Conceição, Carlos Gomes, 31 de março e Sousas).

Figura 11 - Município de Campinas (SP): Mapa de *clusters* de associação entre taxa de suavizada de incidência de dengue e distância a potenciais imóveis criadouros do *Ae. aegypti*, por meio da autocorrelação espacial de Moran local bivariado (a) e seu respectivo gráfico de correlação (b).



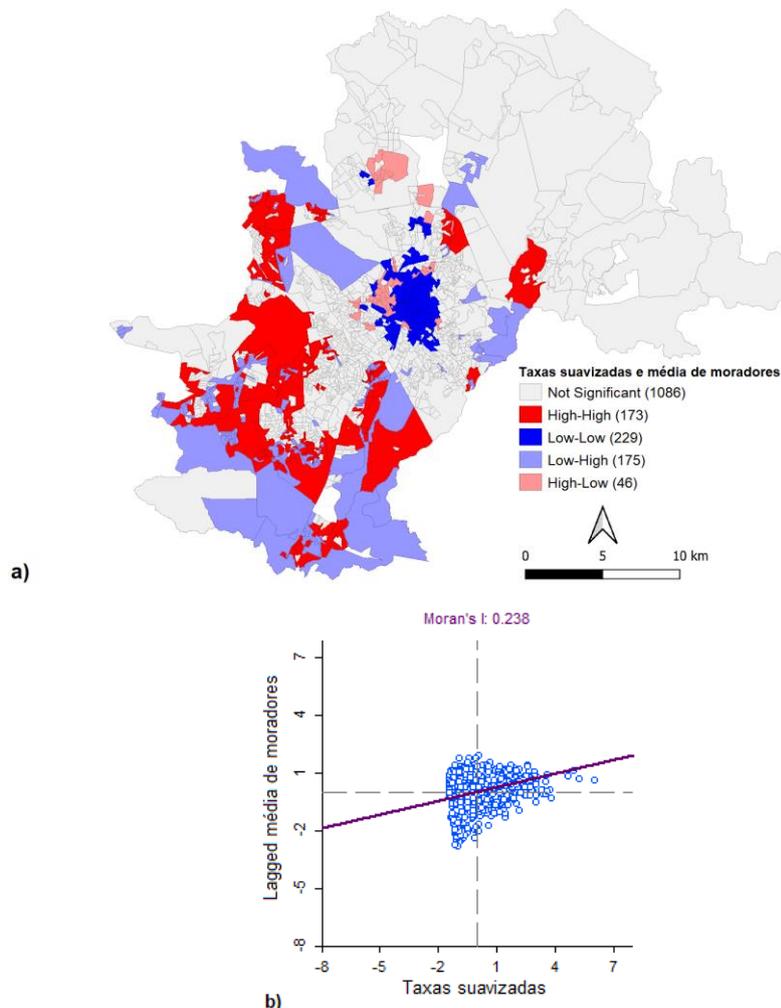
Elaboração - os autores, 2021.

Média de moradores em domicílios particulares permanentes

Autocorrelação espacial positiva e estatisticamente significativa (Figura 12), demonstra que alta incidência está relacionada com alta média de moradores por domicílio ($I = 0,238$; $p\text{-value} < 0,05$). Regiões periféricas classificadas como H-H (173 setores, apresentam alta incidência onde a média de moradores por domicílio também é alta e estão localizados nas regiões norte (San Martin, São Marcos, Anchieta, Santa Bárbara, Rosália e Cássio Raposo), noroeste (Florence, Ipaussurama, Itajaí, Floresta, Rossin, Perseu, Lisa, Valença, Vicente Pisani Neto e Satélite Íris I), sudoeste (Vista Alegre, DIC I, DIC III, DIC VI, Aeroporto, Santos Dumont, Santo Antônio, União de Bairros e São Cristóvão), sul (São Vicente, Carvalho de Moura, Campo Belo, Figueira, Fernanda, San Diego, Oziel, São José e São Domingos) e leste (São Quirino, 31 de março e Sousas). 229 setores foram classificados como L-L, onde há poucas residências, com predominância de prédios comerciais ou prédios de apartamentos com baixa média de moradores, nas regiões leste (Centro e Taquaral) e sul (Paranapanema, São Bernardo e Santa Odila). Regiões classificadas como L-H (175 setores), possuem baixa incidência associada às áreas rurais, onde há pouca possibilidade para o desenvolvimento do *Ae. aegypti* e a média de moradores por domicílio é alta como acontece nas regiões norte (San Martin, São Marcos, Rosália e Eulina), noroeste (Florence, Campina Grande, Floresta, Rossin, Lisa, Valença, Vicente Pisani Neto e Santa Rosa), sudoeste (União de Bairros e São Cristóvão) e sul (Esmeraldina, Carvalho de Moura, Campo Belo, Nova América, Figueira, Fernanda, San Diego, Paranapanema, Orozimbo Maia e São Domingos).

Figura 12 - Município de Campinas (SP): Mapa de *clusters* de associação entre taxa de suavizada de incidência de dengue e média de moradores por domicílio, por meio da autocorrelação espacial de Moran local bivariado (a) e seu respectivo gráfico de correlação (b).

TAXAS SUAVIZADAS E MÉDIA DE MORADORES POR DOMICÍLIO



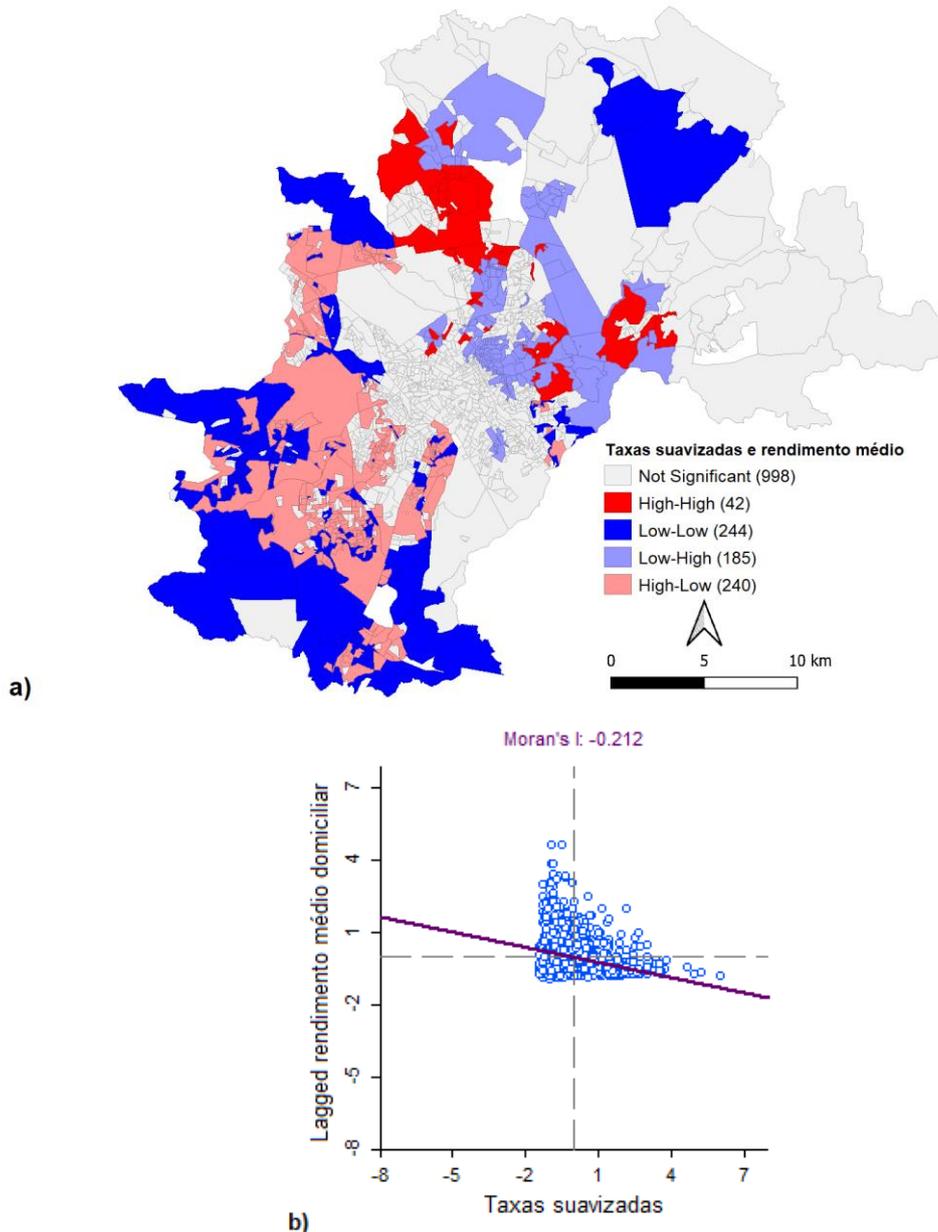
Elaboração - os autores, 2021.

Rendimento médio domiciliar dos domicílios particulares permanentes

Com base na Figura 13, pode-se verificar a autocorrelação espacial negativa e estatisticamente significativa ($I = -0,225$; $p\text{-value} < 0,05$), indicando que alta incidência está relacionada com o baixo rendimento médio domiciliar.

Figura 13 - Município de Campinas (SP): Mapa de *clusters* de associação entre taxa de suavizada de incidência de dengue e rendimento médio domiciliar, por meio da autocorrelação espacial de Moran local bivariado (a) e seu respectivo gráfico de correlação (b).

TAXAS SUAVIZADAS E RENDIMENTO MÉDIO DOMICILIAR



Elaboração - os autores, 2021.

Regiões classificadas como H-L(240 setores) são aquelas onde há alta incidência e o rendimento médio domiciliar é baixo, como nas regiões norte (San Martin, São Marcos, Anchieta, Santa Bárbara, Rosália e Cássio Raposo), noroeste (Florence, Ipaussurama, Integração, Itajaí, Floresta, Rossin, Perseu, Pedro Aquino, Lisa, Valença, Vicente Pisani Neto, Satélite Íris I), sudoeste (Vista Alegre, DIC I, DIC III, DIC VI, Capivari, Aeroporto, Santos Dumont, Santo Antônio, Santa Lúcia, União de Bairros e São Cristóvão) e sul

(São Vicente, Carvalho de Moura, Campo Belo, Fernanda, San Diego, Oziel, São José e São Domingos). SCs foram classificados como L-H (185 setores), onde há baixa incidência e o rendimento médio domiciliar é alto, localizados nas regiões norte (Village, Barão Geraldo, Eulina), sul (Ipê e Paranapanema) e leste (Costa e Silva, Centro, Taquaral, Conceição, 31 de março e Sousas), próximos do centro da cidade e nas cercanias do município (compostos predominantemente por condomínios fechados, conforme identificado nas imagens orbitais). Regiões classificadas como L-L (244 setores), possuem baixa incidência associada a áreas periféricas do município, onde há indústrias e, também, próximo às unidades territoriais rurais onde o rendimento médio domiciliar é baixo, como identificado nas regiões norte (San Martin, São Marcos, Boa Vista, Santa Bárbara e Rosália), noroeste (Florence, Campina Grande, Itajaí, Floresta, Rossin, Lisa, Valença, Vicente Pisani Neto e Santa Rosa), sudoeste (Vista Alegre, DIC I, DIC III, Aeroporto, Santo Antônio, União de Bairros e São Cristóvão), sul (Esmeraldina, Carvalho de Moura, Nova América, Fernanda, San Diego, Orozimbo Maia, São José e São Domingos) e leste (Carlos Gomes).

DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que as taxas de incidência suavizadas apresentaram autocorrelação espacial positiva significativa, indicando que altas taxas de incidência não estão distribuídas aleatoriamente no espaço. Além disso, as taxas de incidência registradas em 2015 demonstraram associação significativa com as variáveis analisadas: proporção de domicílios do tipo casa, número de PEs a uma distância de até 800 m, média de moradores por domicílio e rendimento médio domiciliar.

Foi constatado que, quanto maior a proporção de casas nos SCs, maiores são as taxas de incidência de dengue. Sabe-se que residências do tipo casa podem conter maior disponibilidade para criadouros do *Ae. aegypti* do que residências do tipo apartamento, desse modo, SCs onde as casas são predominantes seriam mais suscetíveis a altas taxas de incidência de dengue, pois teriam mais condições de reunir ambientes propícios para o surgimento e desenvolvimento do vetor. As casas, geralmente, dispõem de espaço para quintal ou jardim, onde, se armazenados de maneira inadequada, objetos podem servir de criadouros para o mosquito. Apartamentos não costumam ter muito espaço disponível para armazenamento de objetos desse tipo. Estudos têm mostrado que moradias do tipo casa (construções horizontais) costumam apresentar índices de positividade significativos e apresentam associação com a infecção por dengue (CUNHA et al., 2008; SEIDAHMED et al., 2018). Além de construções do tipo horizontal serem mais propícias à proliferação do *Ae. aegypti*, outro fator importante a ser mencionado é que, geralmente, a altura de voo dos mosquitos *Aedes* varia entre 1 m a 3 m, sendo encontrados com mais frequência em alturas próximas ao chão (Dalpadado et al., 2022). No entanto, não se descarta a possibilidade desses mosquitos acessarem apartamentos a grandes alturas, por meio de escadas ou elevadores (estando, por exemplo, presos a roupas).

Cunha et al. (2008) constataram que o risco de se infectar por dengue era 2,6 vezes maior em moradores de edificações horizontais quando comparados aos moradores de edificações verticais, em um estudo realizado em Belo Horizonte - MG. Seidahmed et al. (2018) identificaram que em Singapura a incidência de dengue era maior na subárea composta de prédios baixos, tais como bangalôs e casas com terraços, comparados a subárea de prédios com mais de três andares. Eles também encontraram que na subárea de prédios baixos havia agrupamento de criadouros de *Ae. aegypti* no ambiente externo e maior foi a densidade pupal.

É sabido também que, além das casas, outros tipos de imóveis podem reunir condições para potenciais criadouros do *Ae. aegypti* e, assim, favorecer a transmissão do vírus em regiões próximas a eles. É o caso dos imóveis cadastrados como PEs, considerados nesta pesquisa. Como resultado, foi constatado que quanto maior o número de PEs nas proximidades dos SCs, maior a tendência de altas taxas de incidência. Resultados que corroboram outras pesquisas realizadas por Johansen e do Carmo (2014) e Albrieu-Llinás et al. (2018), que apontaram para a importância de se considerar esses tipos de imóveis em pesquisas relacionadas à dengue.

Johansen e do Carmo (2014) investigaram a relação de características sociodemográficas da população residente em Caraguatatuba-SP e suas condições ambientais com a distribuição dos casos de dengue durante os meses de pico epidêmico da doença (janeiro a maio), no ano de 2013. Dentre as variáveis que mostraram relações estatisticamente significativas estava a proximidade de PEs. Os autores identificaram que o fato de se estar em uma área de 300 metros de proximidade de um ponto estratégico aumentava a taxa de incidência de dengue em 67%. Albrieu-Llinás et al. (2018) encontraram um *cluster* na cidade de Clorinda, Argentina, que mostrou um aumento significativo no número de casas positivas durante os dois anos estudados (outubro de 2011 a novembro de 2013). Neste *cluster* estão localizados bairros residenciais

de classe média, uma área comercial, ocupada principalmente por armazéns e oficinas de conserto de carros e, também, o cemitério da cidade.

Outras pesquisas sugerem que a densidade populacional é um fator associado à incidência de dengue (MONDINI E CHIARAVALLI NETO, 2008; AKTER et al., 2021). Uma vez que o vetor e o patógeno estão presentes no município, se o mosquito infectado estiver em um ambiente com alta densidade de pessoas, não será necessário voar longas distâncias para encontrar diversas fontes de alimento disponíveis. Neste estudo, encontrou-se que quanto maior a média de moradores por domicílio nos SCs, maior a taxa de incidência de dengue.

Mondini e Chiaravalloti Neto (2008) encontraram resultados similares. No município de São José do Rio Preto - SP, casas térreas e número de residentes por domicílio foram identificados como importantes fatores de risco para a ocorrência de dengue. Os autores justificaram que, como o *Ae. aegypti* se alimenta regularmente de sangue, isso aumenta o risco de transmissão em domicílios com um alto número de residentes. Já no trabalho conduzido por Akter et al. (2021), em Queensland, Austrália, uma associação significativa entre dengue e densidade de população acontecia apenas quando nenhum efeito aleatório era considerado. Quando autocorrelação espacial e incerteza eram incluídos no modelo, o resultado era de não haver associação significativa entre essas variáveis. Mesmo assim, os autores reconhecem que, dentre as diversas variáveis analisadas, a densidade populacional é o fator demográfico mais comum usado para a modelagem de transmissão da dengue.

Os resultados desta pesquisa também estão em conformidade com outros autores que indicam que renda e condições socioeconômicas estão correlacionados com a infecção por dengue (CUNHA et al. 2008; JOHANSEN, do CARMO e ALVES., 2016; FARINELLI et al., 2018). Tais variáveis podem retratar/indicar as condições de moradia, o acesso aos serviços de saneamento urbano e a qualidade de vida. Foi encontrada associação significativa e negativa entre taxa de incidência de dengue e rendimento médio domiciliar. Quanto menor o rendimento médio domiciliar no setor censitário, maior a tendência de incidência de dengue.

Cunha et al. (2008) encontraram resultados semelhantes, em Belo Horizonte - MG, onde além de casas horizontais, baixa renda também se associou a maior soropositividade para dengue. Johansen, do Carmo e Alves (2016) estudaram se a desigualdade social podia estar condicionando a distribuição dos casos de dengue no município de Campinas-SP, no ano de 2014. Os resultados mostraram que os principais *clusters* espaçotemporais de elevada taxa de incidência de dengue se concentraram na região sul do Município, exatamente onde se localizam os segmentos populacionais com menor Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e, portanto, onde estão concentradas as piores condições socioeconômicas e de acesso a recursos e serviços urbanos. Farinelli et al. (2018) foram a campo para fotografar os locais representativos de *clusters* de alto e baixo risco encontrados em Várzea Paulista - SP, durante a primeira epidemia de dengue no município. Os autores identificaram que o *cluster* espacial de alto risco era caracterizado como uma área de aglomerado subnormal, composto por casas de autoconstrução, geralmente de um pavimento, em terrenos invadidos ou sem licença formal. O *cluster* espacial de baixo risco caracterizou-se por casas com um ou dois pavimentos e apartamentos em áreas regularizadas. Além da análise de *cluster*, foi aplicado um modelo aditivo generalizado, que mostrou que a renda do chefe de família e condições socioeconômicas estavam associadas com a ocorrência de dengue.

Além dos aspectos acima mencionados, cabe destacar também a importância das mudanças climáticas na transmissão da dengue. Conforme relatado por Marengo et al. (2015), desde 2012 observa-se uma redução nos índices pluviométricos em algumas regiões do país, o que tem prejudicado de forma significativa a oferta de água para o abastecimento público, especialmente no semiárido brasileiro e nas regiões metropolitanas mais populosas e com maior demanda hídrica (São Paulo e Rio de Janeiro). Durante 2014 e 2015, a população do estado de São Paulo vivenciou a chamada “crise hídrica”, devido à combinação fatores como baixos índices pluviométricos (principalmente durante os verões de 2013-2014 e 2014-2015), grande crescimento da demanda de água, ausência de planejamento adequado para o gerenciamento do recurso hídrico e ausência de consciência coletiva dos consumidores brasileiros para o uso racional da água (MARENGO et al., 2015). O armazenamento inadequado de água por parte da população durante este período de estiagem pode contribuir para o surgimento de potenciais criadouros para o mosquito *Ae. aegypti*.

No entanto, embora os resultados encontrados sejam corroborados por outras pesquisas, faz-se aqui uma ressalva das limitações deste estudo. É necessário cautela ao interpretar os resultados, pois foi considerado apenas um ano de epidemia no município. Apesar de ter sido a maior epidemia de dengue já registrada em Campinas, é importante que outros estudos sejam conduzidos para avaliar uma série histórica mais abrangente, identificando com maior precisão quais fatores estiveram associados a outros períodos. Além

dos fatores aqui analisados, pode-se ainda incluir dados climáticos e referentes à imunidade da população (por exemplo, considerando-se os diferentes sorotipos em circulação). Também é importante destacar que, assim como também ponderado por Wijayanti, Octaviana e Nurlaela (2020), cada área de estudo tem as suas próprias características e podem apresentar o seu próprio conjunto de recipientes-chave para o desenvolvimento dos mosquitos, pois a existência e o tipo de recipientes são também influenciados pelos costumes locais e pela cultura. Do mesmo modo, cada ambiente apresenta condições mais ou menos susceptíveis para a transmissão do vírus.

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados a partir desta pesquisa podem ser considerados como complementares as atividades já realizadas por meio da secretaria de saúde do município de Campinas. Aqui apresentamos uma descrição detalhada sobre as áreas do município com aglomerados de altas taxas de incidência de dengue, bem como sua relação com outros fatores. Por meio dos mapas disponibilizados, podem ser selecionadas áreas-chave, prioritárias para determinadas ações como, por exemplo, atividades de vigilância e controle do vetor ou campanhas educativas. Com base nesses resultados, ressaltamos a importância de se intensificar atividades e campanhas nas áreas do município onde há alta densidade de pessoas, maior proporção de casas e famílias com condições socioeconômicas em desvantagem. Além disso, verificou-se a importância de imóveis classificados como pontos estratégicos, associados a áreas que apresentavam altas taxas de incidência. Assim, reforçamos a importância da constante revisão do protocolo de atividades das equipes responsáveis pelo cadastro e monitoramento desses locais, bem como o aprimoramento de suas ações.

Além da importância para as atividades de vigilância e campanhas realizadas pelo município, os resultados aqui apresentados — juntamente com os métodos aplicados — podem inspirar pesquisas similares, abrangendo um período mais longo no próprio município de Campinas e/ou aplicando os métodos em outros municípios, na busca de padrões ou para evidenciar diferenças, contribuindo assim, para a discussão das evidências aqui encontradas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2017/19446-0. Os autores agradecem à Universidade Estadual de Campinas pela infraestrutura de ensino e pesquisa oferecidos, à Secretaria Municipal de Saúde de Campinas e à Superintendência de Controle de Endemias do Estado de São Paulo SUCEN, pela concessão de parte dos dados, todos anonimizados, que foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AKTER, R.; HU, W.; GATTON, M.; BAMBRICK, H.; CHENG, J.; TONG, S. Climate variability, socio-ecological factors and dengue transmission in tropical Queensland, Australia: a Bayesian spatial analysis. **Environmental Research**, v. 195, abril 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110285>
- ALBRIEU-LLINÁS, G.; ESPINOSA, M. O.; QUAGLIA, A.; ABRIL, M.; SCAVUZZO, C. M. Urban environmental clustering to assess the spatial dynamics of *Aedes aegypti* breeding sites. **Geospatial Health**, v. 13, n. 654, p. 135-142, 2018. <https://doi.org/10.4081/gh.2018.654>
- ANSELIN, L. Exploring Spatial Data with GeoDa: a Workbook. Urbana, USA, 2005.
- ANSELIN, L.; KOSCHINSKY, J.; LI, X.; LIN, Q.; MENGHANEY, M.; KOLAK, M.; CREDIT, K. SAXON, J.; LI, A. **GeoDa, versão 1.14.0**. Chicago, Estados Unidos da América. 2019. Disponível em: <https://spatial.uchicago.edu/directories/full/team>. Acesso em: junho 2020.
- ANSELIN, L. Contiguity-Based Spatial Weights, 2020. Disponível em: https://geodacenter.github.io/workbook/4a_contig_weights/lab4a.html#fn4. Acesso em: fevereiro 2021.
- BOWMAN, L. R.; RUNGE-RANZINGER, S.; MCCALL, P. J. Assessing the relationship between vector indices and dengue transmission: a systematic review of the evidence. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 8, n. 5, maio 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002848>

CAMPINAS (Município). Boletim epidemiológico, 2020. Disponível em:

https://dengue.campinas.sp.gov.br/sites/dengue.campinas.sp.gov.br/files/boletins_arbovirose/Informe%20dengue%2013mai20.pdf. Acesso em: junho 2020.

CAMPINAS (Município). Secretaria municipal de saúde de Campinas, 2020b. Servidor de mapas.

Disponível em: http://www.saude.campinas.sp.gov.br/mapas/mapas_index.htm. Acesso em: setembro 2020.

CAMPINAS (Município). Prefeitura municipal de Campinas. Centros de Saúde, 2021. Disponível em:

<http://www.campinas.sp.gov.br/governo/saude/unidades/centros-de-saude/>. Acesso em: março 2021.

CUARTAS, D. E.; MARTÍNEZ, G.; CAICEDO, D. M.; GARCÉS, J.; ARIZA-ARAÚJO, Y.; PEÑA, M.; MÉNDEZ, F. Distribución espacial de criaderos positivos y potenciales de *Aedes aegypti*. *Biomédica*, v. 37, p. 59-66, 2017. Supl.2. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i0.3471>

CUNHA, M. C. M.; CAIAFFA, W. T.; OLIVEIRA, C. L.; KROON, E. G.; PESSANHA, J. E. M.; LIMA, J. A.; PROIETTI, F. A. Fatores associados à infecção pelo vírus do dengue no município de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, Brasil: características individuais e diferenças intra-urbanas.

Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, v. 17, n. 3, p. 217-230, julho-setembro 2008.

<https://doi.org/10.5123/S1679-49742008000300007>

DALPADADO, R.; AMARASINGHE, D.; GUNATHILAKA, N. et al. Bionomic aspects of dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* at domestic settings in urban, suburban and rural areas in Gampaha District, Western Province of Sri Lanka. **Parasites Vectors**, v.15, n.148, 2022.

<https://doi.org/10.1186/s13071-022-05261-3>

FARINELLI, E. C.; BAQUERO, O. S.; STEPHAN, C.; CHIARAVALLLOTI-NETO, F. Low socioeconomic condition, and the risk of dengue fever: a direct relationship. **Acta Tropica**, v. 180, p. 47-57, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.01.005>

FERREIRA, M. C. Spatial association between the incidence rate of Covid-19 and poverty in the São Paulo municipality, Brazil. **Geospatial Health**, v. 15, n. 921, p. 191-921, 2020.

<https://doi.org/10.4081/gh.2020.921>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Contagem da população, 2007. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/793#resultado>. Acesso em: junho 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico, 2010.

Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.htm>. Acesso em: novembro 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativa populacional, 2015.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>. Acesso em: junho 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Organização do território.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio.html>. Acesso em: novembro 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Projeções populacionais.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>. Acesso em: junho 2020.

JOHANSEN, I. C.; CARMO, R. L. Desigualdade sócio-espacial, urbanização e saúde da população: o caso das epidemias de dengue. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 19, 2014, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2014. Disponível em:

<http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/2159>. Acesso em: janeiro 2018.

JOHANSEN, I. C.; DO CARMO, R. L.; ALVES, L. C. Desigualdade social urbana: implicações sobre a epidemia de dengue em Campinas, SP, em 2014. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 18, n. 36, p. 421-440, julho-dezembro, 2016. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2016-3606>

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M.; MENDIONDO, E. M.; OBREGÓN, G.; SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, n. 106, p. 31-44, jul./ago./set. 2015.

<https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44>

- MARTI, R.; LI, Z.; CATRY, T.; ROUX, E.; MANGEAS, M.; HANDSCHUMACHER, P.; GAUDART, J.; TRAN, A.; DEMAGISTRI, L.; FAURE, J. F.; CARVAJAL, J. J.; DRUMOND, B.; XU, L.; HERBRETEAU, V.; GURGEL, H.; DESSAY, N.; GONG, P. A mapping review on urban landscape factors of dengue retrieved from Earth Observation Data, GIS techniques and survey questionnaires. **Remote Sensing**, v. 12, n. 932, março 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12060932>
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue, 2009. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_nacionais_prevencao_controle_dengue.pdf. Acesso em: novembro 2016.
- MONDINI, A.; CHIARAVALLI-NETO, F. Spatial correlation of incidence of dengue with socioeconomic, demographic and environmental variables in a Brazilian city. **Science of the Total Environment**, v. 393, p. 241-248, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.01.010>
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **WHO Region of the Americas records highest number of dengue cases in history; cases spike in other regions, 2019**. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/21-11-2019-who-region-of-the-americas-records-highest-number-of-dengue-cases-in-history-cases-spike-in-other-regions>. Acesso em: março 2021.
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Dengue and severe dengue, 2022**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: julho 2022.
- OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Módulo de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades (MOPECE), 2010**. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo_principios_epidemiologia_5.pdf. Acesso em: julho 2022.
- POWELL, J. R.; TABACHNICK, W. J. History of domestication and spread of *Aedes aegypti* – A review. **Revista Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 108, p. 11-17, 2013. Suplemento. <https://doi.org/10.1590/0074-0276130395>
- QGIS.org. QGIS Geographic Information System. QGIS Association, 2021. Disponível em: <http://www.qgis.org>. Acesso em: agosto 2019.
- R CORE TEAM. Versão 4.0.3. R Project for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: novembro 2020.
- RIBEIRO, C. J. N.; SANTOS, A. D.; LIMA, S. V. M. A.; SILVA, E. R.; RIBEIRO, B. V. S.; DUQUE, A. M.; PEIXOTO, M. V. S.; SANTOS, P. L.; OLIVEIRA, I. M.; LIPSCOMB, M. W.; ARAUJO, K. C. G. M.; MOURA, T. R. Space-time risk cluster of visceral leishmaniasis in Brazilian endemic region with high social vulnerability: an ecological time series study. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 1, janeiro 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009006>
- SCHULTES, O. L.; MORAIS, M. H. F.; CUNHA, M. C. M.; SOBRAL, A.; CAIAFFA, W. T. Spatial analysis of dengue incidence and *Aedes aegypti* ovitrap surveillance in Belo Horizonte, Brazil. **Tropical Medicine and International Health**, v. 26, n. 2, p. 237-255, fevereiro 2021. <https://doi.org/10.1111/tmi.13521>
- SEIDAHMED, O. M. E.; LU, D.; CHONG, C. S.; NG, L. C.; ELTAHIR, E. A. B. Patterns of urban housing shape dengue distribution in Singapore at neighborhood and country scales. **GeoHealth**, v. 2, p. 54-67, janeiro 2018. <https://doi.org/10.1002/2017GH000080>
- SHIRVANI, Z.; ABDI, O.; BUCHROITHNER, M. F.; PRADHAN, B. Analysing spatial and statistical dependencies of deforestation affected by residential growth: Gorganrood Basin, Northeast Iran. **Land Degradation & Development**, v. 28, p. 2176-2190, 2017. <https://doi.org/10.1002/ldr.2744>
- SILVA, A. E. P.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; CHIARAVALLI NETO, F. Distribuição espacial da leptospirose em Santa Catarina nos anos de 2008 e 2011. In: Simpósio Nacional de Geografia da Saúde, 9, 2019, Blumenau. **Anais...** Blumenau, 2019. Disponível em: <http://inscricao.eventos.ifc.edu.br/index.php/geosaude/geosaude/paper/view/1310>. Acesso em: janeiro 2020.
- SUCEN - SUPERINTENDÊNCIA DE CONTROLE DE ENDEMIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Sistemas de informação com acesso público. Disponível em: <http://200.144.1.23/sistemas/>. Acesso em: abril 2017.

WIJAYANTI, S. P. M.; OCTAVIANA, D.; NURLAELA, S. Identification of Primary Container of *Aedes* Mosquitoes Breeding Site in Urban Region of Dengue Endemic Area, Purwokerto Indonesia. **Balaba**, v. 16, n. 2, 2020. <https://doi.org/10.22435/blb.v16i2.2491>

Recebido em: 14/01/2022

Aceito para publicação em: 17/08/2022