

FLUXOS URBANOS E DISSEMINAÇÃO DA DENGUE: UMA ABORDAGEM BASEADA EM REGIÕES DE INFLUÊNCIA EPIDEMIOLÓGICA

Wesley Henrique Secundini – saude@umuarama.pr.gov.br

Universidade Paranaense – Mestrado em Plantas Medicinais e Fitoterápicos na Atenção Básica
Praça Mascarenhas de Moraes, 4282, Zona III
CEP 87502-210 - Umuarama – PR.

André de Almeida Cardoso - saude@umuarama.pr.gov.br

Prefeitura Municipal de Umuarama

Yara Campos Miranda – ycmiranda2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Meio Ambiente

Felippe Martins Damaceno - fmdamaceno2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Meio Ambiente

Resumo: A dengue é uma das principais arboviroses de importância para a saúde pública, apresentando elevada incidência em ambientes urbanos tropicais. A transmissão da doença está associada não apenas à presença do vetor *Aedes aegypti*, mas também a fatores socioespaciais relacionados à organização do território e à mobilidade da população. Nesse contexto, o presente estudo propõe uma adaptação da lógica das Regiões de Influência das Cidades (REGIC) para a epidemiologia da dengue, visando identificar núcleos dominantes, corredores funcionais e zonas de influência epidemiológica urbana. Foram utilizados dados georreferenciados de focos do vetor, casos confirmados de dengue e concentração de estabelecimentos comerciais. As variáveis foram processadas por meio da estimativa de densidade Kernel e integradas utilizando álgebra de mapas para construção de um índice espacial de influência epidemiológica. Posteriormente, o índice foi reclassificado em quatro níveis hierárquicos, permitindo a delimitação de regiões funcionais, identificação de polos epidemiológicos e modelagem de corredores de conectividade espacial. Os resultados evidenciaram a existência de um núcleo epidemiológico dominante localizado na região central do município, conectado a áreas periféricas por corredores funcionais que refletem potenciais eixos de mobilidade urbana. A análise sugere que os deslocamentos pendulares entre bairros periféricos e áreas centrais de trabalho, comércio e serviços podem contribuir para a manutenção e disseminação da dengue. Conclui-se que o modelo REGIC Epidemiológico constitui uma abordagem inovadora para integrar centralidade urbana, conectividade territorial e dinâmica epidemiológica, subsidiando ações mais eficientes de vigilância e controle da doença.

Palavras-chave: arboviroses; epidemiologia espacial; mobilidade urbana; análise de redes; REGIC; geoprocessamento.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

URBAN FLOWS AND DENGUE DISSEMINATION: AN APPROACH BASED ON EPIDEMIOLOGICAL REGIONS OF INFLUENCE

Abstract: Dengue is one of the most important arboviral diseases affecting public health, with high incidence rates in tropical urban environments. Disease transmission is associated not only with the presence of the vector *Aedes aegypti* but also with socio-spatial factors related to urban organization and human mobility. In this context, this study proposes an adaptation of the Brazilian Regions of Influence of Cities (REGIC) framework to dengue epidemiology, aiming to identify dominant nuclei, functional corridors, and urban epidemiological influence zones. Georeferenced data on mosquito breeding sites, confirmed dengue cases, and commercial establishments were used. The variables were processed through Kernel Density Estimation and integrated using map algebra to construct a spatial epidemiological influence index. Subsequently, the index was reclassified into four hierarchical levels, enabling the delineation of functional regions, identification of epidemiological hubs, and modeling of spatial connectivity corridors. The results revealed the existence of a dominant epidemiological nucleus located in the city center, connected to peripheral areas through functional corridors that represent potential urban mobility axes. The analysis suggests that commuting flows between peripheral neighborhoods and central areas of employment, commerce, and services may contribute to the maintenance and spread of dengue transmission. It is concluded that the Epidemiological REGIC model constitutes an innovative approach for integrating urban centrality, territorial connectivity, and epidemiological dynamics, supporting more efficient disease surveillance and control strategies.

Keywords: spatial epidemiology; urban mobility; network analysis; REGIC; geoprocessing

1. INTRODUÇÃO

A dengue constitui uma das principais arboviroses de importância mundial, principalmente em países tropicais e subtropicais, representando um desafio crescente para os sistemas de saúde pública. A enfermidade é causada por um vírus pertencente à família Flaviviridae, sendo transmitida principalmente pela picada de fêmeas infectadas do mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), vetor generalista e amplamente adaptado aos ambientes urbanos (MINISTÉRIO DA SAÚDE; BRASIL, 2002; DALBEN et al., 2014). Nas últimas décadas, a expansão da urbanização, associada às mudanças ambientais e ao aumento da mobilidade populacional, tem contribuído para a ampliação da distribuição geográfica do vetor e para o aumento da incidência da doença em diversas regiões do mundo (WHO, 2013).

No Brasil, o *Aedes aegypti* encontra condições favoráveis para seu desenvolvimento, principalmente devido à combinação de fatores climáticos, densidade populacional e disponibilidade de criadouros artificiais, advindos da gestão inadequada de resíduos sólidos e água parada em sistemas de drenagem urbana (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002). Além da dengue, esse vetor também está associado à transmissão de outras doenças importantes, tais como Zika, Chikungunya e febre amarela (MARCONDES, 2017).

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

A dinâmica de transmissão da dengue é o resultado da interação entre fatores biológicos, ambientais, climáticos e socioespaciais. Embora a presença do vetor seja condição essencial para a ocorrência da doença, diversos estudos demonstram que a distribuição espacial dos casos não ocorre de forma aleatória, estando fortemente relacionada à organização urbana, à ocupação do território e aos padrões de circulação da população (FARES et al., 2015; LEANDRO et al., 2022). Nesse contexto, áreas caracterizadas por elevada concentração de atividades econômicas, serviços e fluxos populacionais tendem a apresentar maior potencial de manutenção e disseminação da transmissão viral (ZHAO, et al., 2022).

Dada a problemática, ferramentas que auxiliem na identificação de padrões e na análise de dados são fundamentais para o controle e prevenção da dengue. Nos últimos anos, as técnicas de análise espacial têm se consolidado como importantes ferramentas para o estudo das arboviroses. Métodos como estimativa de densidade Kernel, identificação de *hotspots*, análise de autocorrelação espacial e detecção de clusters têm sido amplamente empregados para identificar áreas prioritárias de intervenção e subsidiar estratégias de vigilância epidemiológica (LEANDRO et al., 2022; LEANDRO et al., 2022). Entretanto, grande parte dessas abordagens concentra-se na identificação de padrões espaciais estáticos, frequentemente desconsiderando as relações funcionais e redes existentes entre diferentes setores urbanos.

Paralelamente, estudos recentes têm destacado a importância da mobilidade humana na dinâmica de transmissão da dengue. Embora a capacidade de dispersão do *Aedes aegypti* seja relativamente limitada, os deslocamentos cotidianos da população podem promover a circulação do vírus entre diferentes regiões da cidade, conectando áreas de residência, trabalho, comércio e serviços (STODDARD et al., 2009; ZHU et al., 2019; KRAEMER et al., 2015). Dessa forma, a compreensão dos fluxos urbanos torna-se fundamental para o entendimento da propagação espacial da doença.

Nesse cenário, conceitos tradicionalmente utilizados nos estudos de rede urbana podem contribuir para o aprimoramento das análises epidemiológicas. A pesquisa Regiões de Influência das Cidades (REGIC), desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), fundamenta-se na identificação de hierarquias, centralidades e relações de influência entre diferentes centros urbanos. Neste contexto, é possível adaptar essa lógica para a epidemiologia, o que permite interpretar a cidade como uma rede funcional, na qual determinadas áreas atuam como polos de concentração de atividades e de circulação populacional, exercendo influência sobre regiões periféricas e potencialmente contribuindo para a disseminação de doenças.

Sob essa perspectiva, a identificação de núcleos dominantes, corredores funcionais e zonas de influência epidemiológica pode fornecer uma compreensão mais abrangente dos mecanismos espaciais associados à transmissão da dengue. Além da simples localização dos casos, essa abordagem possibilita incorporar aspectos relacionados à conectividade urbana, à mobilidade pendular da população e à estrutura funcional do território, ampliando o potencial de aplicação das análises espaciais no planejamento de ações de controle e vigilância (LI; SU et al., 2025).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar um modelo hierárquico de influência epidemiológica baseado na adaptação da lógica REGIC para a dinâmica da dengue, integrando dados de focos do vetor, casos da doença e concentração de atividades econômicas, a fim de identificar núcleos dominantes, corredores funcionais e zonas de influência epidemiológica urbana associadas aos processos de mobilidade e conectividade espacial.

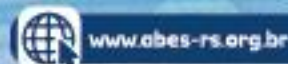
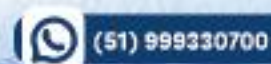
Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



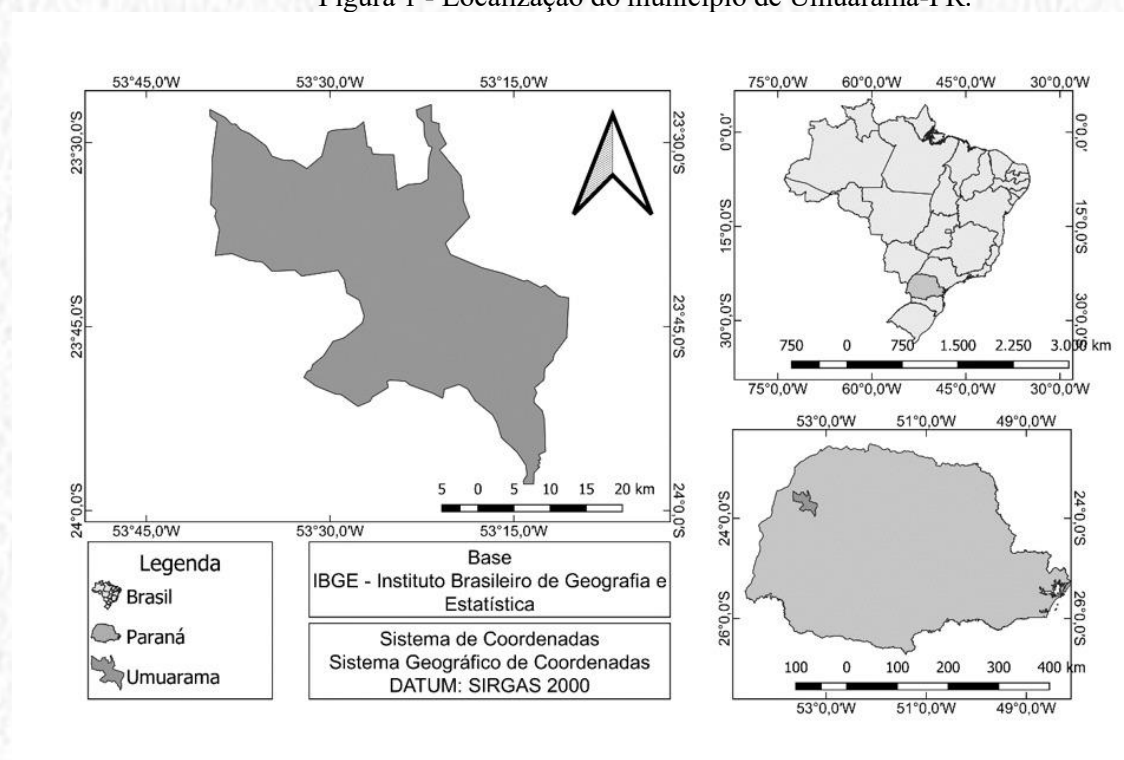
2. METODOLOGIA

O trabalho foi estruturado a partir da base de dados da Prefeitura Municipal de Umuarama-PR, no setor de vigilância ambiental do município. Desta forma, inicialmente será apresentada a caracterização da área de estudo, e posteriormente os procedimentos metodológicos para obtenção e análise dos dados.

2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo se concentrou na área urbana do município de Umuarama, Paraná (Figura 1), localizada entre as bacias hidrográficas dos Rios Ivaí e Piquiri com altitude média de 430 metros acima do nível do mar.

Figura 1 - Localização do município de Umuarama-PR.



Fonte: Os autores (2026)

A área de estudo localiza-se na região noroeste do estado do Paraná e possui extensão territorial de 1.234,537 km². Sua população é de 117.905 habitantes, com Índice de Desenvolvimento

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

Humano Municipal (IDHM) de 0,761 (2010) e Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 36.183,64 (IBGE (2022),

A economia local está fortemente vinculada à pecuária de corte, atividade pela qual o município se destaca no cenário estadual. Além disso, os setores de comércio e prestação de serviços possuem relevância econômica significativa, sendo Umuarama reconhecida como um importante polo regional de saúde e educação superior. No que se refere à infraestrutura de saneamento, o município conta com 52.525 unidades consumidoras atendidas pelo sistema público de abastecimento de água e 49.086 unidades conectadas à rede de coleta de esgoto (PARANÁ PRODUTIVO, 2026).

Do ponto de vista climático, Umuarama apresenta clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa), caracterizado por verões quentes e chuvosos, invernos amenos com baixa frequência de geadas e ausência de estação seca definida. As temperaturas médias variam entre 17,3 °C no inverno e 26,5 °C no verão. A precipitação média anual é de 1.711 mm, a evaporação anual alcança 1.535 mm e a insolação totaliza cerca de 2.620 horas por ano. A temperatura média anual é de 22,1 °C, com registros extremos de -1,4 °C em julho de 1975 e 39,8 °C em março de 2005. Os ventos predominantes são oriundos das direções sudeste e noroeste (NITSHE et al., 2019).

Em relação às características naturais, predominam solos de textura média a arenosa, desenvolvidos sobre os arenitos da Formação Caiuá, do Cretáceo Superior, com ocorrência predominante de Latossolos Vermelhos. Essas condições conferem fragilidade natural ao ambiente, tornando os solos suscetíveis aos processos erosivos, especialmente em decorrência do histórico de desmatamento e da intensa ocupação antrópica (EMBRAPA, 2020). A vegetação original da região está inserida no domínio da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, formação característica do interior paranaense (RODERJAN et al., 2002).

2.2. Obtenção e tratamento dos dados

Os dados foram obtidos por meio da secretaria de saúde de Umuarama – PR, por intermédio da vigilância em saúde ambiental. Inicialmente, buscou-se identificar as áreas com maior quantitativo de casos identificados. Para tanto, a estratificação de risco territorial foi realizada com base na metodologia proposta Ministério da Saúde (BRASIL, 2024).

A metodologia para obtenção das áreas com maior impacto da dengue utilizou dados georreferenciados organizados em unidades territoriais considerando dados de 2021 a 2024, permitindo a análise espacial da distribuição dos eventos e a identificação de agrupamentos com maior ou menor intensidade de ocorrência. A partir dessa análise, os setores foram classificados em diferentes níveis de risco, permitindo a identificação de áreas prioritárias para vigilância e controle vetorial (BRASIL, 2024).

Após a análise destes dados, o estudo foi desenvolvido utilizando técnicas de análise espacial em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), por meio do software QGIS 3.44 Solothurn, visando identificar padrões de influência epidemiológica da dengue em ambiente urbano. A proposta metodológica foi inspirada na lógica das Regiões de Influência das Cidades (REGIC), desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), adaptando seus princípios de centralidade, hierarquia e conectividade para a compreensão da dinâmica espacial da transmissão vetorial (Figura 2).

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700

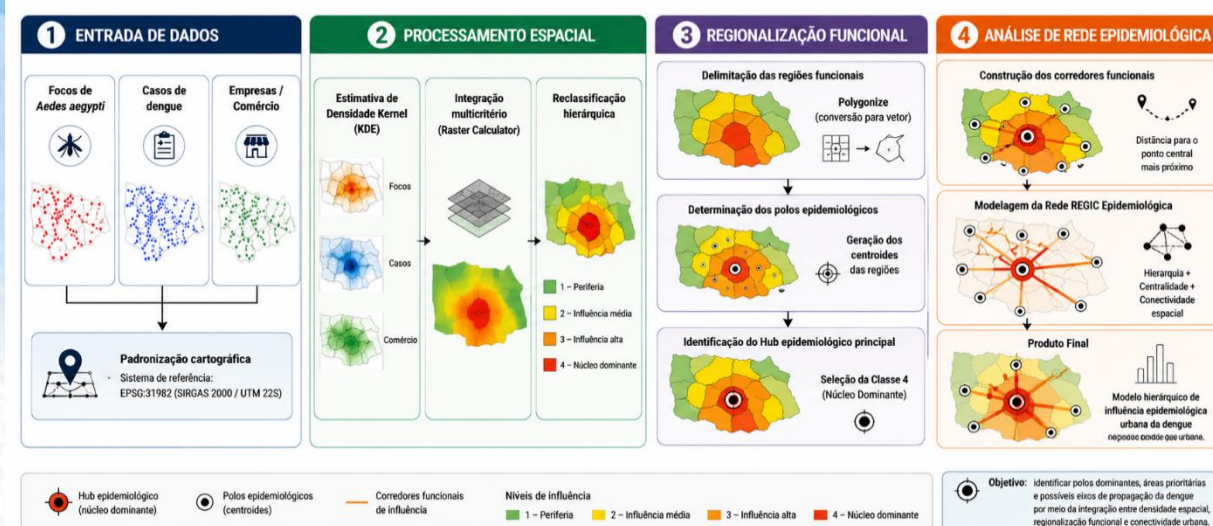


abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

Figura 2 – Estrutura metodológica do trabalho, contendo as etapas de obtenção e análise dos dados



Para concepção do mapa de influência, foram organizadas e padronizadas três bases de dados georreferenciadas: registros de focos do vetor *Aedes aegypti*, casos confirmados de dengue e localização de estabelecimentos comerciais para o ano de 2024. Todos os dados foram convertidos para o sistema de referência cartográfica SIRGAS 2000 / UTM Zona 22S (EPSG:31982), garantindo compatibilidade espacial entre as camadas e reduzindo distorções métricas durante as análises.

A distribuição espacial dos fenômenos foi avaliada por meio da técnica de Estimativa de Densidade Kernel (Kernel Density Estimation – KDE), amplamente utilizada em estudos epidemiológicos para identificar áreas de concentração e intensidade de eventos espaciais (BAILEY; GATRELL, 1995; SILVERMAN, 1986). Foram geradas superfícies contínuas de densidade para cada variável analisada (focos, casos e estabelecimentos comerciais), permitindo a visualização dos padrões de agregação espacial associados à dinâmica epidemiológica da dengue.

Posteriormente, os mapas de densidade foram integrados por álgebra de mapas utilizando a ferramenta Raster Calculator. Os pesos utilizados para cada camada foram 0,3 para os focos de dengue e casos de dengue, e 0,4 para a densidade de atividades comerciais. Essa abordagem permitiu a construção de um índice espacial contínuo de influência epidemiológica, combinando simultaneamente fatores relacionados à presença do vetor, ocorrência da doença e intensidade da atividade urbana. A integração multicritério de variáveis espaciais tem sido amplamente empregada na modelagem de risco ambiental e epidemiológico (MALCZEWSKI, 1999; EASTMAN, 2016).

O índice resultante foi submetido a um processo de reclassificação hierárquica, sendo dividido em quatro níveis de influência espacial: periferia, influência média, influência alta e núcleo dominante (figura 2). Essa etapa buscou identificar gradientes de intensidade epidemiológica, seguindo

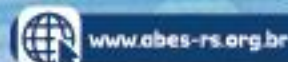
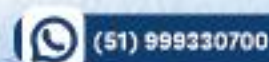
Realização



Correalizadores



Apoio Institucional



princípios de regionalização espacial e análise hierárquica empregados em estudos de organização territorial e redes urbanas (CHRISTALLER, 1966; IBGE, 2020).

As classes geradas foram convertidas em polígonos vetoriais por meio da ferramenta Polygonize, permitindo a delimitação de regiões funcionais epidemiológicas. Em seguida, calculou-se os centroides de cada região de acordo com a metodologia proposta por Batty (2013), visando entender a dinâmica territorial do local.

A região classificada como núcleo dominante foi definida como um ponto de articulação epidemiológico principal, assumindo o papel de centro potencial de concentração e difusão espacial da doença. A partir desse ponto, foram gerados corredores funcionais de influência utilizando análises de proximidade espacial, conectando as regiões periféricas ao núcleo central. Esses corredores não representam fluxos observados diretamente, mas sim potenciais vias de conectividade espacial associadas à mobilidade urbana e à propagação epidemiológica.

Por fim, foi realizada a hierarquização visual da rede, possibilitando a representação da estrutura funcional da influência epidemiológica urbana. O produto final consistiu em um modelo hierárquico de influência epidemiológica baseado na integração entre densidade espacial, regionalização funcional e conectividade territorial, permitindo identificar polos dominantes, áreas prioritárias de intervenção e possíveis eixos de propagação da dengue.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A estratificação territorial do risco para dengue evidenciou um padrão espacial heterogêneo da transmissão no município. Dos 62 setores analisados, 53 foram classificados na categoria intermediária de risco, enquanto 9 setores foram identificados como áreas prioritárias (hotspots).

Não foram observados setores classificados na categoria de menor risco, indicando que toda a área urbana apresenta algum grau de vulnerabilidade à ocorrência da doença. Os hotspots concentraram-se na porção central da cidade, formando um núcleo contínuo de maior intensidade epidemiológica, enquanto os setores periféricos foram predominantemente classificados como áreas de risco intermediário.

A concentração dos hotspots na região central (Figura 4) sugere uma associação entre a ocorrência da dengue e áreas caracterizadas por maior adensamento urbano, concentração de serviços, atividades econômicas e intensa circulação de pessoas, destacando-se as áreas com hotspot foram os setores da praça Portugal, centro cívico, zona 2, colégio Malba Tahan, colégio Monteiro Lobato, Catedral, Zona VII, rodoviária e Praça Oscar Thompson, como pontos de maior atenção, de acordo com a metodologia avaliada (BRASIL, 2024). Esse padrão tem sido frequentemente descrito em estudos de epidemiologia espacial, que apontam a influência da estrutura urbana e da mobilidade populacional na dinâmica de transmissão das arboviroses (STODDARD et al., 2009; ZHU et al., 2019; KRAEMER et al., 2015).

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700

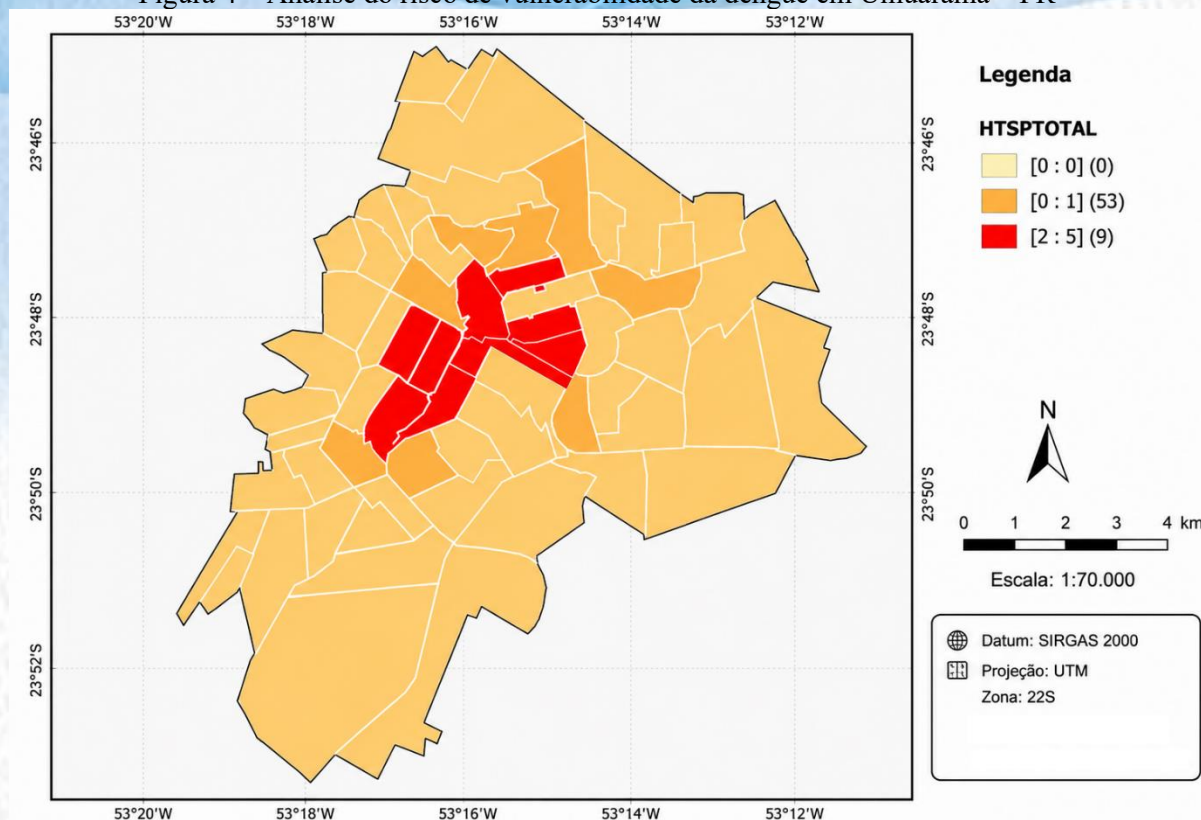


abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

Figura 4 – Análise do risco de vulnerabilidade da dengue em Umuarama – PR



Fonte: Os autores (2026) baseado em Brasil (2024)

Embora os setores periféricos apresentem menor intensidade relativa de risco, sua ampla distribuição espacial demonstra que eles permanecem integrados ao processo de transmissão e podem atuar como áreas de manutenção e expansão da circulação viral. Nesse contexto, a distribuição observada sugere que a análise da dengue não deve se restringir à localização dos hotspots, mas também considerar as conexões funcionais estabelecidas entre diferentes setores urbanos (ZHAO et al., 2022).

A partir disso, a aplicação do modelo Epidemiológico baseado em regiões de influência das cidades permitiu identificar uma estrutura espacial hierárquica da influência da dengue no município, evidenciando a existência de um núcleo dominante localizado na região central da malha urbana, cercado por zonas de influência alta, média e periférica. (Figura 5).

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores

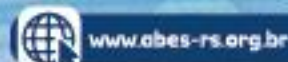
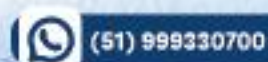
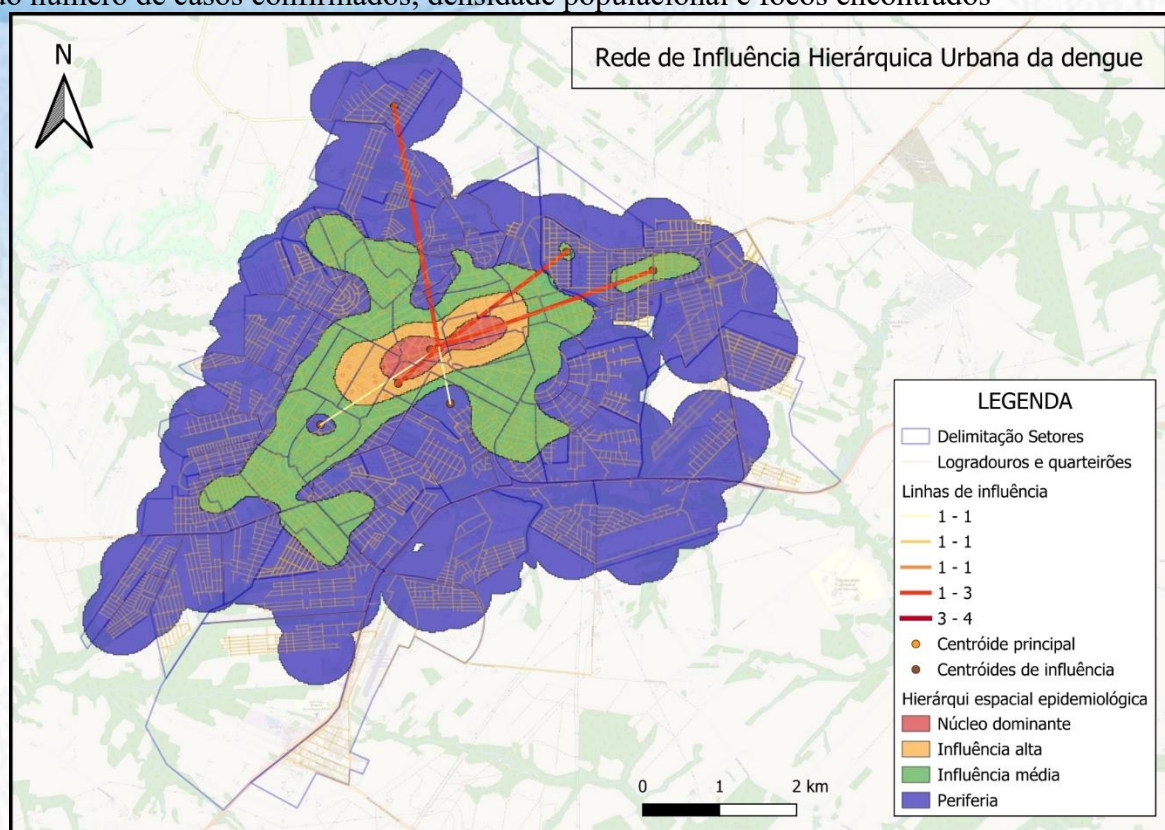


Figura 5 – Mapa multicritério acerca da distribuição da dengue em Umuarama – PR, a partir do número de casos confirmados, densidade populacional e focos encontrados



Fonte: Os autores (2026)

O padrão espacial observado sugere que a transmissão não ocorre de forma homogênea, mas apresenta forte associação com áreas de maior concentração de atividades econômicas, circulação de pessoas e conectividade urbana. A região classificada como núcleo dominante concentrou os maiores valores do índice epidemiológico integrado, resultado da sobreposição entre elevada densidade de casos, presença de focos do vetor e concentração de estabelecimentos comerciais. Em torno desse núcleo observa-se um gradiente espacial decrescente de influência, formando uma estrutura hierárquica semelhante aos modelos de centralidade urbana descritos pela teoria das redes urbanas.

Os corredores funcionais gerados pelo modelo evidenciam que diversas áreas periféricas mantêm conexões espaciais diretas com a região central, tal como bairros periféricos, como o Jaboticabeiras, jardim cruzeiro, córrego longe, e região da Zona VII. Embora esses corredores não representem fluxos observados empiricamente, eles indicam potenciais eixos de convergência urbana associados à mobilidade cotidiana da população.

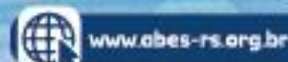
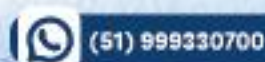
Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



Esse resultado corrobora com o entendimento da dinâmica de transmissão de dengue, na qual está associada a padrões de mobilidade humana. Diferentemente do *Aedes aegypti*, cuja dispersão ocorre predominantemente em escalas espaciais reduzidas, geralmente em um raio de até 300 m em função da disponibilidade de recursos alimentares e locais adequados para oviposição, os deslocamentos cotidianos da população possibilitam a circulação do vírus entre diferentes setores da cidade em uma abrangência maior. Dessa forma, indivíduos infectados podem atuar como elementos de conexão entre áreas distintas, favorecendo a manutenção da transmissão e a expansão espacial dos surtos, especialmente em ambientes urbanos caracterizados por intensa circulação de pessoas e elevada conectividade territorial. (KRAEMER et al., 2015).

Observa-se que grande parte dos bairros classificados como periferia ou influência média encontram-se espacialmente conectadas ao núcleo dominante por meio dos corredores funcionais. Tal configuração sugere um padrão de mobilidade pendular, no qual trabalhadores residentes em bairros periféricos deslocam-se diariamente para a região central em busca de emprego, comércio e serviços, retornando posteriormente aos seus locais de residência.

Diversos estudos recentes demonstram que a mobilidade pendular exerce papel fundamental na difusão espacial de arboviroses em ambientes urbanos. Segundo Wesolowski et al. (2015), os deslocamentos cotidianos da população influenciam diretamente a velocidade de disseminação de doenças transmitidas por vetores. Mais recentemente, Kraemer et al. (2015) destacaram que a integração entre mobilidade humana e estrutura urbana constitui um dos principais determinantes da persistência da dengue em cidades tropicais.

Nesse contexto, o núcleo dominante identificado pelo modelo pode ser interpretado como um polo epidemiológico urbano, caracterizado pela convergência diária de indivíduos provenientes de diferentes setores da cidade. Durante o período de permanência nesses locais, aumenta a probabilidade de contato entre indivíduos suscetíveis e mosquitos infectados, favorecendo a transmissão viral. Posteriormente, os trabalhadores retornam aos bairros periféricos, podendo contribuir para a introdução ou manutenção da circulação viral em outras áreas urbanas.

Esta constatação é corroborada por estudos realizados por Stoddard et al. (2009) e Zhu et al. (2019), que demonstraram que os locais de trabalho, centros comerciais e áreas de serviços exercem papel estratégico na transmissão da dengue, frequentemente apresentando maior relevância epidemiológica do que o próprio local de residência. Essa constatação reforça a importância da concentração de estabelecimentos comerciais utilizada na composição do índice epidemiológico integrado.

Outro aspecto relevante observado é a presença de setores classificados como influência média distribuídos ao longo dos principais eixos viários urbanos. Esse padrão sugere que a conectividade da malha urbana pode atuar como facilitadora da disseminação espacial da doença, o que também é explicado pelos resultados obtidos por Zhao et al. (2022), que identificaram associação significativa entre conectividade urbana, mobilidade populacional e incidência de dengue em cidades de médio porte.

O modelo proposto também evidencia que áreas periféricas, embora apresentem menor intensidade epidemiológica local, não podem ser consideradas regiões isoladas do processo de transmissão. Pelo contrário, sua dependência funcional em relação ao centro urbano as torna integrantes da mesma rede epidemiológica. Essa interpretação aproxima-se da lógica da rede urbana funcional utilizada nos estudos contemporâneos de saúde urbana, nos quais os processos epidemiológicos são

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

compreendidos a partir das interações espaciais entre diferentes partes da cidade e não apenas pela análise isolada dos casos registrados.

Dessa forma, os resultados indicam que estratégias de vigilância e controle devem priorizar não apenas as áreas com maior concentração de casos, mas também os corredores funcionais que conectam bairros periféricos ao núcleo central. Intervenções direcionadas aos polos de emprego, centros comerciais e principais eixos de circulação urbana podem apresentar maior efetividade na redução da propagação espacial da dengue do que ações restritas aos locais de residência dos indivíduos infectados.

Em síntese, a adaptação da lógica REGIC para a e (IBGE, 2020) e das diretrizes do Ministério da Saúde (BRASIL, 2024) na epidemiologia urbana permitiu identificar uma estrutura funcional de influência da dengue baseada em centralidade, hierarquia e conectividade espacial. O modelo sugere que a mobilidade diária de trabalhadores entre regiões periféricas e o centro urbano constitui um mecanismo potencial de sustentação da transmissão, reforçando a necessidade de incorporar a dimensão da mobilidade humana nas estratégias de monitoramento e controle das arboviroses.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do modelo REGIC Epidemiológico permitiu identificar uma estrutura hierárquica de influência da dengue no ambiente urbano, evidenciando a existência de um núcleo dominante conectado a áreas periféricas por meio de corredores funcionais de influência epidemiológica. A abordagem possibilitou integrar informações sobre focos do vetor, casos da doença e atividades econômicas, ampliando a compreensão da dinâmica espacial da transmissão.

Os resultados sugerem que a mobilidade cotidiana da população, especialmente os deslocamentos entre bairros periféricos e a região central para fins de trabalho, comércio e serviços, pode desempenhar papel relevante na manutenção e dispersão da dengue. Dessa forma, a transmissão da doença deve ser analisada não apenas pela distribuição dos casos, mas também pelas relações funcionais que estruturam o espaço urbano.

Além de identificar áreas prioritárias para ações de vigilância e controle, o modelo demonstrou potencial para apoiar o planejamento de intervenções mais direcionadas, considerando aspectos de centralidade urbana e conectividade territorial.

Por fim, a metodologia proposta constitui uma base para estudos futuros que incorporem outras variáveis ambientais relacionadas à ocorrência da dengue, como relevo, clima, hidrologia urbana, cobertura vegetal, uso e ocupação do solo e presença de resíduos sólidos. A integração desses fatores poderá aumentar a capacidade explicativa do modelo e contribuir para uma compreensão mais abrangente das interações entre ambiente, urbanização e saúde pública.

Agradecimentos

Agradecemos a Prefeitura Municipal de Umuarama, por meio da secretaria municipal de saúde, setor de vigilância em saúde ambiental de Umuarama pelo fornecimento dos dados utilizados no trabalho.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

4. REFERÊNCIAS

BAILEY, Trevor C.; GATRELL, Anthony C. **Interactive spatial data analysis**. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1995.

BATTY, Michael. **The New Science of Cities**. Cambridge: MIT Press, 2013.

BEEBE, Nigel W. et al. Australia's dengue risk driven by human adaptation to climate change. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 3, n. 5, p. e429, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico: Monitoramento dos Casos de Arboviroses Urbanas**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle das arboviroses urbanas: vigilância entomológica e controle vetorial**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Dengue: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

CHRISTALLER, Walter. **Central places in Southern Germany**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.

CONSOLI, Rotraut A. B.; OLIVEIRA, Ricardo L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994.

DALBEM, A. G. et al. Dengue clássica e febre hemorrágica da dengue: etiologia, fisiologia, epidemiologia e fatores de risco. **Revista Ciência e Estudos Acadêmicos de Medicina**, v. 1, n. 1, p. 18-36, 2014.

EASTMAN, J. Ronald. **TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System: manual**. Worcester: Clark Labs, 2016.

EMPRA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Mapa de solos do estado do Paraná**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2020.

FARES, Rafaelle C. G. et al. Epidemiological scenario of dengue in Brazil. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 321873, 2015.

FORATTINI, Oswaldo Paulo. **Culicidologia médica: identificação, biologia e epidemiologia**. São Paulo: EDUSP, 2002.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Regiões de Influência das Cidades: REGIC 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados: Umuarama (PR)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/umuarama.html> . Acesso em: 03 mai 2026.

KRAEMER, Moritz UG et al. Big city, small world: density, contact rates, and transmission of dengue across Pakistan. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 12, n. 111, 2015.

LEANDRO, Gustavo Cezar Wagner et al. Temporal and spatial analysis of municipal dengue cases in Paraná and social and environmental indicators, 2012 to 2021: ecological study. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 25, p. e220039, 2022.

LI, Dan; SUN, Fangjie; WAN, Hui. Disease outbreaks for a stochastic dengue model with human movement and seasonal variability. **Applied Mathematical Modelling**, p. 116528, 2025.

MALCZEWSKI, Jacek. **GIS and multicriteria decision analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1999.

MARCONDES, Carlos Brisola; CONTIGIANI, Marta; GLEISER, Raquel Miranda. Emergent and reemergent arboviruses in South America and the Caribbean: why so many and why now?. **Journal of medical entomology**, v. 54, n. 3, p. 509-532, 2017.

NITSCHKE, P. R. et al. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2019. Recurso eletrônico

PARANÁ PRODUTIVO. Análise regional – dados em Power Bi. 2026. Disponível em: <https://www.paranaprodutivo.pr.gov.br/> Acesso em 03 mai 2026.

RODERJAN, Carlos Vellozo et al. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 24, n. 1, p. 75-92, 2002.

SILVERMAN, Bernard W. **Density estimation for statistics and data analysis**. London: Chapman and Hall, 1986.

STODDARD, S. T. et al. The role of human movement in the transmission of vector-borne pathogens. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 3, n. 7, e481, 2009.

WESOLOWSKI, Amy et al. Impact of human mobility on the emergence of dengue epidemics in Pakistan. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 38, p. 11887-11892, 2015.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control**. Geneva: World Health Organization, 2013.

ZHAO, Xinyu et al. Urban landscape pattern mainly drives the early epidemic distribution of dengue fever in Hangzhou, China. **Landscape Ecology**, v. 39, n. 6, p. 116, 2024.

ZHU, Guanghu et al. Effects of human mobility, temperature and mosquito control on the spatiotemporal transmission of dengue. **Science of the Total Environment**, v. 651, p. 969-978, 2019.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br