



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PESQUISA

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA VOLUNTÁRIA – PICVOL

**Análise espacial de pacientes com dengue com sinais
de alarme e dengue grave no Nordeste**

Relatório Final

Período da bolsa: de (setembro de 2024) a (agosto de 2025)

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica
PICVOL

RESUMO

A dengue consiste em uma doença infecciosa viral mais frequente no mundo e é transmitida aos humanos pela picada de mosquitos infectados. Essa doença pode se apresentar de três formas distintas: forma assintomática ou sintomas leves; dengue com sinais de alarme, em que o paciente entra em uma fase crítica; e dengue grave, a forma mais severa da doença. O presente estudo teve como objetivo conhecer melhor os aspectos relacionados à incidência da dengue com sinais de alarme e dengue grave na região Nordeste do Brasil, visando compreender padrões de transmissão, identificar áreas de risco e de vulnerabilidade social no contexto geográfico. Este trabalho trata-se de um estudo ecológico de base populacional sobre os casos notificados de dengue entre janeiro e setembro de 2024, registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). As taxas de incidência foram suavizadas através do Estimador Bayesiano Empírico Local. Foi calculado o Índice Global de Moran para identificar autocorrelações espaciais e, quando identificadas, foi utilizado o Índice Local de Associação Espacial (LISA). Na correlação com os indicadores sociais, utilizou-se a estatística de Moran Global Bivariado e o Índice Local de Associação Espacial Bivariado (LISA Bivariado). Ao analisar os 7692 pacientes infectados, notamos que a distribuição dos casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave por faixa etária revelou maior ocorrência entre jovens e adultos. Foi identificado padrões significativos na incidência da dengue com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste. Os municípios que apresentaram as maiores incidências (acima de 311 casos por 100 mil habitantes) são todos da Bahia, e possuem risco relativo elevado. A análise espacial bivariada evidenciou que áreas com maior desmatamento apresentam maior incidência de dengue, enquanto regiões com baixa incidência associam-se a alta cobertura de agentes de saúde e atenção básica de saúde. A aglomeração espacial dos casos de dengue e suas associações com determinantes socioambientais e de saúde revelaram a complexidade da epidemia no Nordeste brasileiro em 2024. Portanto, os resultados deste estudo apontam que a dengue no Nordeste do Brasil não é determinada por um único fator isolado. De modo que, o presente estudo demonstrou a necessidade de uma estratégia de vigilância epidemiológica e controle vetorial municipal integrada que combine: intensificação do controle do vetor, investimento em saneamento básico e, ações e campanhas educativas para a população.

Palavras-Chave: Dengue; Nordeste; Análise Espacial; Fatores de Risco.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TABELA

Tabela 1 - Análise descritiva dos casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave na região Nordeste do Brasil, de janeiro a setembro de 2024.....25

FIGURAS

Figura 1 - Mapa da Região Nordeste.....16

Figura 2 - Mapa de Incidência (A), Mapa de Moran (B) e Risco relativo (C) dos casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave na região Nordeste do Brasil, de janeiro a setembro de 2024.....28

Figura 3 – Analise espacial bivariada entre a taxa de incidência da dengue com sinais de alarme e dengue grave (por 100 mil hab.) e fatores sociais, ambientais e climáticos no Nordeste. A) Distribuição espacial do desmatamento; B) LISA Map bivariado em relação ao desmatamento; C) Distribuição espacial da cobertura dos agentes de saúde; D) LISA Map bivariado em relação aos agentes de saúde; E) Distribuição espacial da cobertura da atenção básica de saúde; F) LISA Map bivariado da atenção básica de saúde.30

Figura 4 – Análise espacial bivariada entre a taxa de incidência da dengue grave e com sinais de alarme (por 100 mil hab.) e fatores sociais, ambientais e climáticos no Nordeste. A) Distribuição espacial do abastecimento de água; B) LISA Map bivariado em relação a água; C) Distribuição espacial do esgoto sanitário; D) LISA Map bivariado em relação ao esgoto sanitário; E) Distribuição espacial da coleta do lixo; F) LISA Map bivariado em relação ao lixo.32

SUMÁRIO

1. Introdução.....	5
2. Objetivos	7
2.1. Objetivo Geral	7
2.1. Objetivos Específicos	7
3. Revisão de literatura	8
3.1. O vetor: Aedes aegypti.....	8
3.2. Transmissão do vírus.....	8
3.3. Manifestações clínicas da dengue	10
3.4. Epidemiologia da dengue.....	12
3.4.1. Dengue no Brasil	12
3.4.2. Dengue no Nordeste	14
3.4.3. Epidemia de 2024: A maior epidemia de dengue no país	14
4. Metodologia.....	16
4.1. Tipo de estudo	16
4.2. Área de estudo.....	16
4.3. Coleta de dados	17
4.4. Análise de dados	18
4.4.1. Taxa de Incidência	18
4.4.2. Estimador Bayesiano Empírico Global	19
4.4.3. Índice de Moran Global	20
4.4.4. Índice de Moran Local.....	20
4.4.5. Índice de Moran Global Bivariado	21
4.4.6. Índice de Moran Local Bivariado	22
4.4.7. Lisa e Moran Map.....	23
5. Resultados e discussões	24
5.1. Discussões	33
6. Conclusões.....	36
7. Perspectivas de futuros trabalhos	37
8. Referências bibliográficas.....	38
9. Outras Atividades.....	44

1. INTRODUÇÃO

A dengue consiste em uma doença infecciosa viral mais frequente no mundo e é transmitida aos humanos pela picada de mosquitos infectados. No Brasil, o transmissor da dengue é a fêmea do mosquito *Aedes Aegypti* infectado por vírus pertencentes à família *Flaviviridae*, gênero *Flavivirus* (Medeiros, 2024). Essa doença pode se apresentar de três formas distintas: forma assintomática ou sintomas leves; fase de alarme, em que o paciente entra em uma fase crítica, com piora no estado geral de saúde; e dengue grave, a forma mais severa da doença, caracterizada por choque, disfunção orgânica e sangramento significativo (Verdeal et al., 2011).

Acerca dos modos de transmissão da dengue, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2024) a dengue é encontrada em climas tropicais e subtropicais em todo o mundo, principalmente em áreas urbanas e semiurbanas. Além disso, é importante destacar que a maioria dos casos ocorre de outubro a maio, períodos com maior precipitação de chuva e temperaturas elevadas. Dessa forma, fatores como as mudanças climáticas e o desmatamento, que levam ao aumento das temperaturas e altos níveis de precipitação e umidade, estão associados ao risco crescente de propagação da epidemia da dengue (ibidem, 2024).

Assim sendo, condições socioambientais estão associadas a propagação da dengue. A exemplo da urbanização não planejada, uma vez que o crescimento desordenado transforma as cidades em berços de criadouros do mosquito *Aedes aegypti* (Mariana Vick, 2024), devido a questões como práticas inadequadas de armazenamento de água, a mobilidade humana e o pouco acesso a fontes confiáveis de água (OMS, 2024). A precariedade do saneamento básico, especificamente a coleta de lixo e o esgoto sanitário, sobretudo nos arredores dos grandes centros urbanos, também propiciam a criação de criadouros do mosquito (Medeiros, 2024). Ademais, os profissionais de saúde que atuam no combate e prevenção da dengue, enfrentam problemas como imóveis fechados ou de difícil acesso e acúmulo de resíduos sólidos em terrenos baldios, esses desafios enfrentados podem corroborar na ineficiência das políticas públicas e por sua vez no aumento da proliferação do mosquito (Cavalli et al., 2019).

Nos últimos anos, as epidemias de dengue no Brasil, geralmente associadas a introdução de novos sorotipos em áreas sem transmissão ou alteração do sorotipo

predominante, vem aumentando em frequência e importância, sendo observado um número crescente de casos graves e óbitos (Medeiros, 2024). De acordo com o Ministério da Saúde (2024), até o dia 28 de dezembro de 2024 o Brasil registrou cerca de 6,6 milhões de casos prováveis de dengue e mais de 6 mil óbitos em decorrência das complicações geradas pela doença. Esse grande aumento nos casos de dengue observados no país pode ser explicado pelos aspectos político-sociais e climáticos, que proporcionam os maiores desafios para o controle do mosquito vetor e da doença(Lima-Camara, 2024). Além disso, a melhor regularidade de notificação da doença, desde a suspeita até os casos de maior gravidade, pode esclarecer esse aumento nos casos de dengue(Florenzano et al., 2024).

O Nordeste brasileiro é uma região que se caracteriza pela fragilidade aos efeitos das mudanças climáticas e de doenças infecciosas tropicais, devido a indicadores socioeconômicos precários e ao seu clima (Confalonieri; Marinho; Rodriguez, 2009). Nesse sentido, a dengue tem picos epidemiológicos frequentes na região, agravados pelo acesso limitado a serviços de saúde e prevenção nas áreas de periferia urbana (Nery et al., 2024). De acordo com o Ministério da Saúde (2024), até o dia 28 de dezembro de 2024 o Nordeste registrou cerca de 354 mil casos prováveis de dengue e 269 óbitos, um aumento expressivo considerando que em 2023 a região teve cerca de 105 mil casos prováveis.

Ademais, a dengue é uma doença de caráter endêmico, com alta magnitude, vulnerabilidade e transcendência, sendo necessário o uso de ferramentas que possibilitem identificar áreas críticas, entender a dinâmica espacial e as influências socioambientais para alocar os recursos de maneira adequada(Siqueira et al., 2024). Nesse cenário, a análise espacial destaca-se como uma técnica muito útil para identificar áreas com alto risco epidemiológico, tanto pela localização de focos com potencial de difusão do vetor, quanto pelos fatores sociais e demográficos, que inevitavelmente indicam a ocorrência de doença(Skalinski; Costa; Teixeira, 2018). Sendo assim, a análise espacial ajuda as autoridades de saúde a alocar os recursos onde for mais necessário, por exemplo distribuindo racionalmente as vacinas nas regiões com maior incidência e vulnerabilidade de casos da dengue(Siqueira et al., 2024).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo conhecer melhor os aspectos relacionados a incidência da dengue com sinais de alarme e dengue grave na região Nordeste do Brasil, visando compreender padrões de transmissão, identificar áreas de risco e de vulnerabilidade social no contexto geográfico.

2.1. Objetivos Específicos

- Caracterizar os pacientes caracterizados com dengue com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste;
- Verificar a existência de autocorrelação espacial da incidência e do percentual de pacientes com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste;
- Verificar a existência de padrões na distribuição espacial da incidência e do percentual de pacientes com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste;
- Encontrar o Risco Relativo da infecção e da ocorrência de dengue com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste;
- Relacionar determinantes sociais, fatores ambientais e climáticos com a incidência e do percentual de pacientes com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O vetor: *Aedes aegypti*

Em 1762, foi relatado cientificamente pela primeira vez o vetor *Culex aegypti*. Nos anos seguintes, por volta de 1818, com o surgimento do gênero *Aedes*, o vetor foi nomeado como *Aedes aegypti*. O mosquito que transmite a dengue tem suas origens no Egito, localizado no continente africano, e desde do século XVI vem se propagando pelas áreas de clima tropical e subtropical do planeta. Acredita-se que o *Aedes aegypti* foi incorporado no hemisfério ocidental, na época colonial, através dos navios que traficavam escravos. (Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2025).

Segundo Silva (et al., 2008), apenas duas espécies de mosquitos podem transmitir a dengue: o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*. Sendo o *Aedes aegypti* o único vetor da dengue com registro de transmissão no Brasil. Além da dengue, o mesmo também pode ser responsável pela transmissão da febre amarela, zika vírus e chikungunya. Até o momento, sabe-se que existem quatro sorotipos distintos do vírus da dengue (DENV), chamados DENV-1, DENV-2, DENV-3 E DENV-4, eles pertencem ao gênero *Flavivirus*, família *Flaviviridae* (Gubler, 1998). Estes sorotipos estão presentes no Brasil, porém o mais prevalente é o DENV-2(Menezes et al., 2021).

Fenotipicamente o *Aedes aegypti* mede entre 40 a 50 nm, possui cor preta com listras brancas e vive aproximadamente 45 dias. A picada do *Aedes* costuma ser no início da manhã e no fim da tarde, sendo indolor e não coça. Apenas as fêmeas dos mosquitos picam e transmitem a dengue, uma vez que elas precisam de sangue para a produção de ovos, os machos por sua vez não produzem ovos, no entanto ambos se alimentam de substâncias que contém açúcar (Fiocruz, 2025). Estima-se que as fêmeas depositam cerca de 150 a 200 ovos (Silva et al., 2008). Ademais, o *Aedes* pode ser encontrado dentro de casas, sob geladeiras, mesas e armários, tendo em vista que o mesmo possui hábitos domésticos (Tauil, 2001).

3.2. Transmissão do vírus

De acordo com o Ministério da Saúde (2025), uma pessoa pode ser infectada até quatro vezes, sendo cada uma por um sorotipo diferente, porém se uma pessoa for infectada de forma subsequente por diferentes sorotipos pode desenvolver formas mais severas da doença. A pessoa infectada por um dos sorotipos terá imunidade por toda a vida a esse vírus,

todavia ela não possuirá imunidade contra os demais sorotipos, podendo assim ser infectada novamente (Gubler, 1998).

Isto posto, uma pessoa estando infectada com a dengue, ao ser picada pelo mosquito durante os primeiros três dias da doença, transmite a doença para o *Aedes*. O mosquito infectado pode transmitir o vírus onze dias após sua infecção até o fim da vida, não ocorrendo a transmissão para os ovos (Siler et al., 1926). De acordo com Gubler (1998), a transmissão do vírus da dengue ao ser humano ocorre através da picada do mosquito vetor infectado. O autor afirma que o ciclo mais importante em relação à saúde pública é o ciclo endêmico ou epidêmico urbano que acontece nos grandes centros urbanos, em que os vírus ficam presos em um ciclo com epidemias recorrentes, *Aedes aegypti* – humano – *Aedes aegypti*.

Segundo Silva (et al., 2008), a dengue é uma doença tropical, porque propaga-se mais em países com o clima quente e úmido. Nesse sentido, alguns fatores podem levar ao aumento dos casos da dengue, são eles: os problemas climáticos, socioambientais e a rápida circulação do vírus. Acerca dos fatores climáticos, o aquecimento global impacta na proliferação do vírus devido a elevação da temperatura, o que pode gerar grandes epidemias pelo mundo.

Isso se dá pois, como afirma Mendonça (2015), a distribuição dos mosquitos, a frequência de suas picadas e a fase de incubação do vírus são influenciados pela temperatura. Por exemplo, de maneira geral o período de incubação da dengue é de três a quatorze dias, com média de cinco a sete dias (B.A. Seixas; Giovanni Luz; Pinto Junior, 2024). Todavia, à uma temperatura de vinte e sete graus Celsius a incubação leva dez dias, mas a trinta e sete graus Celsius, esse período reduz para sete dias. Se levarmos em conta as condições socioambientais de inúmeros países que vivem em situação precária de saneamento e superpopulação, a proliferação do vírus da dengue será ainda maior.

Além dos fatores climáticos, a transmissão da dengue também é influenciada por problemas decorrentes do crescimento urbano caótico e desordenado, com graves consequências socioambientais. De acordo com Tauil (2001), a partir da década de 60, o intenso fluxo migratório do meio rural para as cidades provocou um grande crescimento desordenado urbano e resultou na falta de infraestrutura, e necessidades básicas que atendessem os migrantes, como o saneamento básico.

Sendo assim, o autor enfatiza o fato de que o abastecimento de água e a coleta de lixo mostra-se ineficaz nas periferias das grandes metrópoles, consequentemente, aumenta o

número de criadouros potenciais do vetor da dengue. Aliado a isso, o acúmulo de lixo, vasos de plantas com água parada, a grande produção e a abundância de recipientes descartáveis como garrafas, plásticos, latas e pneus, cujo descarte incorreto em vias públicas, quintais, terrenos baldios e outros locais, acarretam na proliferação (Medeiros, 2024; Tauil, 2001). O Nordeste concentra na água armazenada incorretamente cerca de 75% dos criadouros do mosquito (*UNASUS, 2014*).

Outro fator importante é a rápida circulação do vírus da dengue, principalmente em um contexto de mundo globalizado. Segundo Gubler (1998), o crescimento das viagens aéreas representa um mecanismo eficiente para a dispersão global da dengue, facilitando sua disseminação em centros urbanos populacionais. Para Wilder-Smith (2012), além de enfrentarem um risco elevado de infecção, os viajantes podem levar os vírus da dengue para áreas livres da doença. Tendo em vista que, muitos viajantes contraem a dengue em áreas tropicais, mas manifestam sintomas apenas após o retorno a seus países de origem (Gubler, 1998).

De acordo com Mendonça (et al., 2009) a fragilidade dos serviços públicos, somada a ineficácia das campanhas de saúde pública e a capacitação insuficiente dos profissionais de saúde e da população, compromete o controle da dengue. A priorização de medidas emergenciais em detrimento de ações preventivas por parte das autoridades sanitárias é evidente (Tauil, 2001). Além disso, ainda é comum os profissionais da saúde encontrarem um número elevado de residências fechadas ou de difícil acesso para vigilância vetorial, além de dificuldades para eliminar criadouros do mosquito nas vias públicas e terrenos baldios (Ramos et al., 2021).

3.3. Manifestações clínicas da dengue

O Ministério da Saúde (MS), desde de 2014, classifica os casos de dengue segundo as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS). De acordo com Verdeal (2011) às formas clínicas da dengue eram classificadas como: febre da dengue, febre hemorrágica da dengue e síndrome do choque da dengue. No entanto, a partir das recomendações da OMS, passaram a ser classificadas da seguinte forma: dengue com ou sem sinais de alarme e dengue grave.

Essas formas clínicas da doença apresentam amplo espectro de variação, desde casos assintomáticos até casos graves. A maioria dos pacientes com dengue tem sintomas parecidos com outras doenças virais, como febre, forte dor de cabeça, dor nos olhos e mialgia. De todo modo, de acordo com Medeiros (2024), aproximadamente 80% das infecções primárias pelos vírus da dengue não apresentam sintomas.

Nos indivíduos com manifestações clínicas da dengue a evolução ocorre por três fases: febril, crítica e recuperação (Verdeal et al., 2011). Estando presentes, os sintomas mais comuns incluem a febre repentina, que dura de dois a sete dias, atingindo temperaturas elevadas, em torno de 39°C a 40°C. Essa febre é acompanhada por cefaleia, adinamia, mialgias, artralgias, dor retro orbitária, assim como náuseas, vômitos e diarreia podem estar presentes.

Observa-se ainda, a presença, em cerca de 50% dos casos, de exantema maculopapular na face, tronco, pés e palmas das mãos (Medeiros, 2024). Esse conjunto de sintomas caracterizam a **dengue sem sinais de alarme**. A maioria dos pacientes nessa fase febril da doença melhora em uma a duas semanas (OMS, 2024). É difícil nessa fase inicial da dengue reconhecer a evolução para a forma grave da doença, assim é necessário observar os sinais de alarme (Verdeal et al., 2011).

A fase crítica, evidente em 10 a 15% dos casos de dengue, é caracterizada pelo declínio repentino da febre, geralmente entre o terceiro e o sétimo dia do início da doença. Nessa fase, surgem os sinais de alarmes, que resultam do aumento da permeabilidade capilar com extravamento de plasma dos vasos sanguíneos. Os principais sinais são: dor abdominal intensa e continua, náuseas e vômitos persistentes, hepatomegalia, redução do nível de consciência, sangramentos espontâneos, acúmulo de líquidos (derrame pleural, ascite, derrame pericárdico) e o aumento do hematocrito acompanhado de diminuição das plaquetas. Assim, a identificação de um dos sinais clínicos listados caracteriza o caso como **dengue com sinais de alarme**, requerendo um manejo distinto da dengue comum, dado o risco potencial de evoluir para o choque (B.A. Seixas et al., 2024; MS., 2024; Verdeal et al., 2011).

Em relação a **dengue grave**, trata-se da forma mais perigosa da doença, que atinge uma fase crítica com complicações sérias: extravamento grave de plasma levando ao choque e insuficiência respiratória, assim como hemorragias severas e ou comprometimento grave de órgãos, que podem evoluir para o óbito do paciente (Verdeal et al., 2011). O Ministério

da saúde (2024), alerta que embora a dengue grave possa acometer indivíduos de todas as idades, grupos específicos apresentam maior vulnerabilidade: idosos, gestantes ou pessoas com comorbidades como diabetes e hipertensão arterial. Além disso, o risco também aumenta quando o indivíduo contrai a doença pela segunda vez.

Quando o paciente supera a fase crítica, ele passa para a fase de recuperação. Nesta fase, que dura entre um a três dias, há uma evolução positiva no quadro geral, dá-se o início a melhora progressiva da disfunção endotelial com reabsorção gradual do fluido extravascular, estabilização do hematócrito e recuperação progressiva das plaquetas (Verdeal et al., 2011).

Nesse sentido, a distinção entre as manifestações clínicas da doença baseia-se essencialmente no quadro clínico apresentado, sendo crucial o reconhecimento precoce dos sinais de alarme para evitar a evolução para formas graves. Desse modo, a prevenção e o controle da dengue dependem do controle do vetor, uma vez que não há tratamento específico para a dengue e o acesso a cuidados médicos adequados reduzem significativamente as taxas de mortalidade da dengue grave (OMS, 2024). Logo, o tratamento é baseado em medidas de suporte, com foco em hidratação adequada e controle dos sintomas com medicamentos sintomáticos (Medeiros, 2024).

3.4. Epidemiologia da dengue

3.4.1. Dengue no Brasil

Segundo Teixeira (et. al., 1996) os primeiros registros históricos de dengue no Brasil são de 1916, em São Paulo, SP, e de 1923, em Niterói, RJ. Ainda em 1923, um navio da França atracou em Salvador, BA com passageiros com suspeita de dengue, porém não houve transmissão autóctone confirmada na cidade (Soares, 1928 apud Teixeira & Barreto, 1996). De acordo com Braga (et. al., 2007) existem registros de casos de dengue desde o ano de 1846. No entanto, na presente pesquisa, iremos historicizar os casos de dengue a partir da segunda metade do século XX.

Segundo o infectologista Eduardo Medeiros (2024), a dengue tem padrão sazonal, com risco para epidemias, principalmente entre os meses de outubro de um ano a maio do ano seguinte. Em 1981 Boa Vista, RO registrou a primeira epidemia de dengue do Brasil com confirmação clínica e laboratorial. Esse surto, que atingiu aproximadamente 12 mil

pessoas e envolveu os sorotipos DENV-1 E DENV-4, foi controlado rapidamente, impedindo a disseminação do vírus para outras regiões (Osanai, 1984 apud Teixeira & Barreto, 1996).

Cinco anos depois, a dengue reapareceu no Brasil, na cidade de Nova Iguaçu, RJ, sendo identificado o DENV-1 e disseminado para cidades vizinhas (Teixeira et al., 1999). Neste ano, a epidemia rompeu as barreiras interestaduais do Rio de Janeiro e expandiu-se para a região Nordeste, ganhando importância epidemiológica (Braga & Valle, 2007). “Dessa forma, a dengue se tornou endêmica no Brasil, intercalando-se epidemias, geralmente associadas à introdução de novos sorotipos, em áreas anteriormente indenes.” (Silva et. al., 2002, apud Ima Braga et. al., 2007, p. 114).

De acordo com o boletim epidemiológico de 1999, entre 1986 e 1990, os casos de dengue limitou-se a alguns estados do Sudeste (Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais) e Nordeste (Pernambuco, Alagoas, Ceará e Bahia). Nesse período, identificou-se inicialmente apenas o sorotipo DENV-1, situação que se modificou em 1990 com a introdução do DENV-2, passando então a circular no país os dois sorotipos de forma simultânea e intensa. Também nesse período ocorreram os primeiros casos de dengue hemorrágica no Brasil, sendo registrados no Rio de Janeiro e coincidindo com a introdução do sorotipo DENV-2, onde foram confirmados 462 casos, dos quais 8 vieram a óbito.

A partir desses primeiros episódios, a dengue expandiu-se rapidamente pelo Brasil e em pouco mais de uma década (1981-1996), o vírus já atingiu 638 municípios em 18 estados brasileiros (Teixeira & Barreto, 1996). O Brasil atingiu um marco preocupante em 1998, com mais de 500 mil casos de dengue, um dos maiores números da história do país até então, esse recorde foi superado posteriormente em 2002, quando foram notificados quase 800 mil casos (Silva et al., 2008).

Ainda, ao longo dos anos houveram variações no número de pessoas infectadas. No entanto, foram registrados picos da dengue nos anos de 2015, 2016, 2019, 2022 e 2023 com números que ultrapassam 1 milhão de casos. Especificamente, o ano de 2015 foi o de maior incidência com 1.709.099 casos registrados no Brasil (Silva et al., 2024). De acordo com os autores, esses picos podem estar relacionados a condições climáticas propícias para a disseminação do *Aedes aegypti* e aos momentos de enfraquecimento nas estratégias de controle do vetor.

3.4.2. Dengue no Nordeste

De acordo com Ribeiro (et al., 2024), os estados da região Nordeste contribuem significativamente para a persistência da epidemia de dengue no Brasil. Em 2014, o Ceará registrou o maior número de casos de dengue no país. No ano seguinte, Pernambuco assumiu a liderança entre os estados mais afetados, e nos anos posteriores, o cenário mudou significativamente, com a Bahia emergindo como o estado com maior incidência em 2019, 2020, 2023 e 2024.

Conforme estudo de Andrade (et al., 2022), a região Nordeste registrou 1.763.525 casos de dengue entre 2012 e 2021, com picos epidêmicos em 2015 e 2016, quando foram notificados mais de 300 mil casos, foi o maior índice do período analisado. Já no estudo de Nery (et al., 2024), foram registradas 841.289 notificações de dengue na mesma região entre 2019 e 2023, com o ano de 2022 apresentando a maior incidência, com 243.091 casos, seguido por 2019 com 213.674 casos. Em 2023, houve uma redução no número de casos para 107.307, seguido por um crescimento exorbitante no ano seguinte. Dessa forma, como afirma Silva (et al., 2024) é evidente a ocorrência, nesses anos, de epidemias no Brasil, tendo seu pico a partir de 2015.

3.4.3. Epidemia de 2024: A maior epidemia de dengue no país

O Brasil vem enfrentando epidemias de dengue cada vez maiores nos últimos anos, sendo 2024 particularmente preocupante. Esta doença segue sendo um grande problema para a saúde pública do país, afetando todas as regiões(Siqueira et al., 2024). Em 2024, estatísticas mostravam que o Brasil enfrentaria o pior surto de dengue da sua história, tendo alguns estados decretado estado de emergência devido ao enorme crescimento no número de casos (Alves et al., 2024; Sousa et al., 2025).

De acordo com o estudo de Souza (et al., 2024), foram registrados 1.345.801 casos prováveis de dengue nas primeiras nove semanas epidemiológicas do surto de dengue em 2024. Inicialmente, os casos concentraram-se na região Sudeste com 848.369 casos e na região centro-oeste com 222.510 casos. Até junho desse ano o Brasil registrou aproximadamente 6 milhões de casos prováveis e 4 mil mortes confirmadas, confirmando-se a maior epidemia de dengue já observada no país, com a circulação de diferentes sorotipos do vírus. Nesse mesmo período, foram notificados aproximadamente 80.000 casos com sinais de alarme e

6.791 casos graves de dengue, um aumento de 5 a 6 vezes em relação ao mesmo período de 2023(Gurgel-Gonçalves; Oliveira; Croda, 2024).

Esse aumento alarmante nos casos de dengue foi impulsionado pelas condições climáticas favoráveis ao mosquito e a mudança na predominância dos sorotipos do vírus, uma vez que no segundo semestre de 2023 o sorotipo DENV-2 passou a dominar o país (Nunes et al., 2024). Segundo dados do Ministério da saúde (2024), o Brasil registrou 6.593.268 casos prováveis de dengue em 2024, sendo a região Sudeste e Sul com o maior número de casos, respectivamente, 4.304.720 e 1.208.760. Em relação aos óbitos, foram confirmadas 6.297 mortes no ano.

Particularmente, a região Nordeste registrou um aumento significativo nos casos de dengue (Lopes et al., 2024). De acordo com o Ministério da saúde (Painel de Monitoramento das Arboviroses), em 2024 foram registrados 348.002 casos prováveis de dengue, sendo confirmados 245.836 casos, e 279 óbitos por dengue. E ainda, foram registrados só na Bahia 232.552 casos prováveis, ficando Pernambuco em segundo lugar com 24.496 casos. Em relação aos casos graves e com sinais de alarmes, foram registrados na Bahia 6.369 de um total de 8.718 casos de toda região.

Nesse sentido, estudar os casos de dengue graves e com sinais de alarmes se faz relevante, pois como afirma Nery (et al., 2024), a dengue no Nordeste apresenta surtos recorrentes, principalmente durante as chuvas intensas. De modo que questões socioeconômicas da região impedem a contenção da disseminação da doença, tendo em vista que uma parcela da população vive em condições vulneráveis e com acesso reduzido à saúde e ações de prevenção.

4. METODOLOGIA

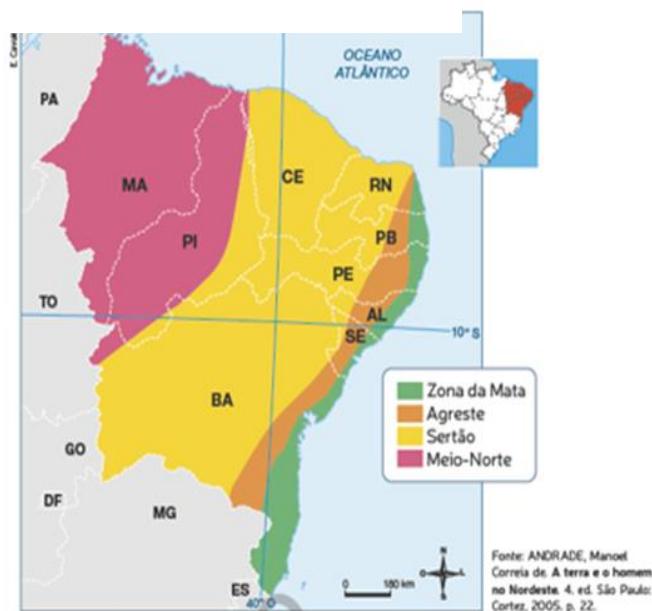
4.1. Tipo de estudo

Este trabalho trata-se de um estudo epidemiológico do tipo ecológico que visa compreender a dinâmica espacial dos casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave na região Nordeste do Brasil, notificados entre janeiro e setembro de 2024. Foi utilizada a análise espacial de dados aplicada a grupos de municípios nordestinos, com o emprego de técnicas estatísticas adaptadas à região. Essa técnica é fundamental para a monitorização dos casos de dengue e para a vigilância epidemiológica, uma vez que auxilia no planejamento de ações direcionadas ao controle do vetor e redução da gravidade da doença em áreas estratégicas de maior vulnerabilidade (Pachá et al., 2022).

4.2. Área de estudo

A área do estudo compreendeu a região Nordeste do Brasil por apresentar elevado número de casos notificados de dengue em 2024. Essa região possui uma área territorial de 1.552.175,42 Km², sendo a terceira maior região do Brasil e corresponde a 18,2% da área total do Brasil. O Nordeste possui o maior número de estados em relação às outras quatro regiões geográficas, e é a segunda região com o maior contingente populacional do país. Observe abaixo o mapa da região:

Figura 1 - Mapa da Região Nordeste



Fonte: Tudo de Geografia (2024)

A região é composta por nove estados, são eles: Alagoas (AL), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN), Sergipe (SE). Devido às diversas características físicas, sociais e econômicas de seu território, a região é dividida em quatro sub-regiões: Agreste, Meio-Norte, Sertão, e Zona da Mata, onde estão inseridos seus 1793 municípios.

Segundo o censo do IBGE de 2022, a região Nordeste possui 54.658.515 habitantes sendo 77,66 % que vivem na área urbana e a densidade demográfica é de 35,21 habitantes por quilômetro quadrado. Entre os estados nordestinos, a Bahia é o mais populoso e tem a maior área territorial, enquanto Sergipe possui a menor concentração populacional da região e a menor área. Seu Índice de Desenvolvimento Urbano (IDH) é 0,70 e o Índice de Gini, que mede a desigualdade de renda, é de 0,517 (Data Nordeste, 2025; Britto, 2023). Em relação aos 24.446.202 domicílios, 83,3% possuem coleta de lixo, 77% tem abastecimento de água e 43,06% possuem esgotamento sanitário (IBGE, 2022).

Na região Nordeste do Brasil, são encontrados três tipos de clima predominantes: tropical, semiárido e equatorial úmido. O clima tropical predomina no sul da Bahia, no centro do Maranhão e ao longo do litoral nordestino, apresentando duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra seca. Já o clima semiárido domina a parte central da região, especialmente no sertão, onde as temperaturas são elevadas o ano inteiro e as chuvas escassas e irregulares, com longos períodos de seca. Por fim, o clima equatorial úmido restringe-se ao oeste do Maranhão, marcado por altas temperaturas e precipitações abundantes. Vale ressaltar que devido a sua localização na zona intertropical, onde a radiação solar incide com maior intensidade, a região apresenta altas temperaturas durante todo o ano (Arbocontrol, sem data).

4.3. Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em setembro de 2024, onde foram obtidos os dados referentes às notificações de dengue no ano de 2024 no Brasil, sendo filtrados apenas os casos registrados na região Nordeste e com classificação final indicando a confirmação da dengue com sinais de alarme e dengue grave. Foi estudado os casos notificados entre 01 de janeiro de 2024 até 19 de setembro de 2024. As variáveis analisadas foram: idade, sexo, raça, doenças pré-existentes, sinais clínicos da dengue com sinais de alarme e dengue grave,

classificação final, critério de classificação, hospitalização, evolução. Contudo, os dados referentes ao arquipélago Fernando de Noronha foram removidos da análise.

Os dados foram coletados por meio do site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) que armazena as notificações registradas pelo Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN), (<https://datasus.saude.gov.br/transferencia-de-arquivos/>). A base populacional usada no estudo foi baseada nas estimativas realizadas pelo IBGE em 2024, disponível em (<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>).

Para a correlação foram obtidas informações sobre as características dos domicílios (abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo) no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) (<https://sidra.ibge.gov.br/>) e referem-se aos resultados do Censo de 2022. Além disso, foi usado estimativas da cobertura dos agentes comunitários de saúde e da cobertura da atenção básica à saúde obtidas no site (<https://relatorioaps.saude.gov.br/>), referentes a dezembro de 2024.

O processamento e organização dos dados e todas as análises estatísticas (análise descritiva e espacial) foram realizadas no software RStudio, versão 4.3.3 (R Core Team, 2024). A base cartográfica para a realização dos mapas foi obtida no IBGE, através do pacote *geobr*, com a atualização mais recente datada de 2022. O nível de significância adotado em todo o trabalho é de 5%, e consequentemente nível de confiança de 95%.

4.4. Análise de dados

4.4.1. Taxa de Incidência

A taxa de incidência bruta foi calculada com base na razão entre o número de casos prováveis de dengue com sinais de alarme e dengue grave de cada município (numerador) e a unidade populacional de cada município (denominador) multiplicada por 100.000 habitantes.

$$\text{Taxa de incidência} = \frac{\text{Número de casos prováveis}}{\text{População total}} * 100.000$$

Essa fórmula possibilita normalizar o número de casos em relação ao tamanho populacional, permitindo comparações mais assertivas entre regiões distintas. Ao empregar

a taxa de incidência por 100 mil habitantes, é exequível detectar a área com maior ocorrência da doença, possibilitando alocar recursos de saúde de maneira eficaz e acompanhar a disseminação do agravo (Lima, 2024).

4.4.2. Estimador Bayesiano Empírico Global

Neste estudo, adotou-se o município como unidade de análise e considera-se que muitas dessas localidades podem apresentar números pequenos tanto no numerador quanto no denominador. Essa situação pode levar a taxas de incidências instáveis, em virtude das flutuações aleatórias características de amostras pequenas. Além disso, em contextos epidemiológicos, quando determinadas localidades não registram ocorrências de um evento durante o período analisado, a taxa bruta atribui um risco nulo à sua incidência, o que pode não refletir a realidade (Silva, 2009).

Para contornar essas limitações, foi utilizado estimadores bayesianos empíricos os quais suavizaram as taxas de incidência de casos notificados da dengue grave e com sinais de alarme, reduzindo as distorções causadas por flutuações em populações reduzidas e minimiza a influência de municípios com indicadores discrepantes em relação às regiões vizinhas.

Esses métodos Bayesianos, desenvolvidos inicialmente em (Marshall, 1991), permitem incorporar informações sobre o risco de áreas vizinhas na estimativa do risco em uma determinada área. O estimador bayesiano ótimo é obtido por uma combinação linear entre a taxa observada e a média de todas as áreas (Bailey & Gatrell, 1995):

Em que,

$$x_i = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_i^2 + \frac{\mu_i}{n_i}}$$

e a média e a variância estimadas são dadas por: $\hat{\mu} = \frac{\sum y_i}{\sum n_i}$ e $\hat{\sigma}_i^2 = \frac{\sum n_i(t_i - \hat{\mu})^2}{\sum n_i} - \frac{\hat{\mu}^2}{\bar{n}}$. Sendo

\bar{n} a média do tamanho da população em todas as áreas.

Em regiões com grande população, o peso, que varia de 0 a 1, aproxima-se de 1, fazendo com que a estimativa bayesiana seja próxima da taxa observada, pois os dados locais

são mais confiáveis. Já em áreas com pequena população, tende a zero, aproximando da média global, o que resulta em maior suavização.

O estimador bayesiano empírico pode ser expandido para incorporar dependências espaciais. Nesta abordagem, o princípio consiste em realizar a estimativa bayesiana em nível local, tendendo em direção a um valor médio local em vez de uma média geral. Portanto, o Estimador Bayesiano Empírico Global utiliza a média de todas as áreas, aproximando-se da taxa média geral, enquanto a versão local considera apenas as médias das vizinhanças municipais (Câmara et.al., 2004).

4.4.3. Índice de Moran Global

O índice I global de Moran (MORAN, 1948) é uma das maneiras para medir a autocorrelação espacial. Esta estatística varia entre -1 a +1 e fornece uma medida global de associação espacial. Este índice é interpretado da seguinte forma: valores que se aproximam de zero indicam uma autocorrelação espacial não significativa; valores positivos indicam autocorrelação espacial positiva; e valores negativos para o índice sinalizam uma autocorrelação espacial inversa (Krempf, 2004). Este índice é uma das formas de avaliar o grau de similaridade entre as áreas analisadas e é definido da seguinte forma:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n z_i z_j w_{ij}}{S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2},$$

onde: n é o total de municípios avaliados, $z_i = (x_i - \bar{x})$ e $z_j = (x_j - \bar{x})$ são as informações centradas na média da variável x , para os municípios i e j , respectivamente; w_{ij} é o elemento da matriz quadrada simétrica $W_{(n \times n)}$, que expressa a relação espacial entre observações; e $S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2$ é a matriz simétrica de pesos espaciais W .

4.4.4. Índice de Moran Local

O índice global de Moran é muito útil quando o objetivo é caracterizar toda a região de estudo, tendo em vista que este indicador global fornece um único valor como medida de associação espacial para todo o conjunto de dados. Entretanto, quando lidamos com uma grande quantidade de áreas divididas por diversos locais, provavelmente aparecerão diferentes regimes de associações espaciais e máximos locais de autocorrelação podem

aparecer onde as dependências espaciais são mais acentuadas, sendo necessário analisar os padrões com maior nível de detalhes. Portanto, é preciso usar indicadores de associação espacial que sejam capazes de serem associados às diferentes localizações de uma variável distribuída espacialmente (Câmara et.al., 2004).

Os indicadores locais atribuem um valor individual para cada área geográfica, permitindo a identificar agrupamentos de áreas com atributos similares (clusters), objetos anômalos (outliers) e de regimes espaciais, padrões que não são identificados através do cálculo do indicador de associação espacial global (Krempf, 2004). O índice I local de Moran conforme Anselin (1995), é definido por:

$$I_i = \frac{z_i \sum_{j=1}^n z_j w_{ij}}{\sum_{j=1}^n z_j^2},$$

em que: z_i é o valor da variável normalizada na região i, e w_{ij} são os elementos da matriz de proximidade espacial.

Em relação a interpretação, quando o índice local de Moran resulta em valores positivos significativos revelam a presença de clusters de valores altos e baixos, enquanto valores negativos indicam outliers espaciais ou zonas de transição. Além disso, valores muito próximos a zero indicam que não há autocorrelação espacial entre um local e sua vizinhança (Anselin, 1995).

4.4.5. Índice de Moran Global Bivariado

Com o intuito de relacionar determinantes sociais, fatores, ambientais e climáticos com a ocorrência de dengue com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste, foi utilizado o índice I de Moran Global bivariado. De acordo com Almeida (2004), essa estatística tem como finalidade verificar se o valor de uma variável em uma área específica está correlacionado com os valores de outra variável em regiões vizinhas. Sendo assim, o índice é resultado da comparação espacial entre duas variáveis distintas.

Para o cálculo da estatística I de Moran, suponha que haja duas variáveis diferentes padronizadas de interesse, x e y, respectivamente. Apenas os vizinhos da observação i, que são definidos conforme uma matriz de pesos espaciais é incluída no cálculo. Sua fórmula é

uma generalização da fórmula do índice de Moran Global univariado, e é dada por (WARTENBERG, 1985):

$$I^{Bi} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i y_j w_{ij}}{\sum_{i=1}^n (x_i)^2}.$$

Onde:

$$x_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x} \text{ e } y_i = \frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y}.$$

Seja x_i a primeira variável e y_i a segunda variável, ambas são expressas como desvios em relação a sua média. Além disso, w_{ij} representa a matriz de ponderação espacial, que define a proximidade entre as áreas analisadas. Assim, a identificação de correlação espacial positiva ou negativa indica uma associação entre os valores das variáveis analisadas em determinada região e os valores de outras variáveis mensuradas em áreas adjacentes.

4.4.6. Índice de Moran Local Bivariado

Da mesma forma que foi possível calcular um coeficiente de autocorrelação espacial global em um contexto bivariado, também é possível conseguir uma medida de autocorrelação espacial local bivariada (Almeida, 2012). Seu cálculo é dado por (WARTENBERG, 1985):

$$I^{Bi} = x_i \sum_{j=1}^n y_j w_{ij}$$

Em que:

$$x_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x} \text{ e } y_i = \frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y}.$$

Sendo assim, Anselin et.al. (2003) afirma que essa estatística mensura o grau de associação linear, positiva ou negativa, entre o valor de uma variável em determinada localização e a média dos valores de outra variável nas localizações vizinhas. Com isso, é possível mapear os valores com significância estatística, gerando o mapa de Moran Local bivariado.

4.4.7. Lisa e Moran Map

O indicador Local de Autocorrelação Espacial (LISA) corresponde a um parâmetro estatístico que detecta aglomerados espaciais com características similares (clusters) e zonas de transição, medindo o grau de associação entre as diferentes localizações dos casos de dengue e os aglomerados de dependência, em função de um modelo de vizinhança. Nesse sentido, o LISA permite identificar padrões estatisticamente significativos de associação espacial, destacando os locais com altos ou baixos valores associados, no qual o valor de cada município é comparado com os valores de municípios vizinhos (Santos, 2021).

Dessa forma, o mapa chamado *LISA MAP* permite visualizar e analisar os indicadores locais de associação espacial, revelando áreas com correlações locais significativas que possuem dinâmica espacial própria e requerem um estudo detalhado (Krempf, 2004). Os quadrantes gerados, através do diagrama de espalhamento de Moran, são interpretados da seguinte forma:

Q1: Alto/Alto (valores positivos e médias positivas);

Q2: Baixo/Baixo (valores negativos e médias negativas);

Q3: Alto/Baixo (valores positivos, médias negativas);

Q4: Baixo/Alto (valores negativos e médias positivas).

O mapa LISA utiliza o índice de Moran Local para identificar quatro padrões distintos de significância estatística: não significativo, significância a 0.05 (5%), significância a 0.01 (1%) e nível de significância a 0.001 (0.1%). No entanto, o Mapa de Moran considera somente áreas cujos índices de Moran foram significativos, ou seja, valor de $P < 0,05$ (Siqueira et al., 2021). Além disso, o Mapa LISA em sua forma bivariada utiliza o índice de Moran Local Bivariado para identificar diferentes padrões de significância, considerando exclusivamente as áreas com índices estatisticamente significativos ($p\text{-valor} < 0,05\%$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através dos dados disponibilizados na plataforma DATASUS (2024) foi possível analisar e obter resultados importantes para entender o comportamento dos casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave na região Nordeste do Brasil entre os meses de janeiro a setembro de 2024. Durante esse período, foram registrados 7692 pacientes com esses casos específicos.

Conforme a Tabela 1, foi possível observar que 4394 (57,12%) pacientes possuem idade entre 18 a 59 anos, 2217 (28,82%) estão na faixa etária de 17 anos ou menos, e 1081 (14,05%) têm 60 anos ou mais. Em relação a variável Sexo, 4430 (57,72%) pessoas eram do sexo feminino enquanto que 3245 (42,28%) eram do sexo masculino.

Com relação a variável cor, foram analisados 4815 casos, onde observou-se o predomínio da cor parda com um total de 3680 (76,43%), em seguida com 707 (14,68%) a cor branca, 316 (6,56) autodeclararam negros, 89 (1,85) da cor amarela e apenas 23 (0,48) indivíduos se autodeclararam como indígena.

Dos pacientes analisados, alguns afirmaram possuírem quadros de doenças preexistentes. A hipertensão arterial foi a doença mais frequente, afetando 1077 (14%) pessoas. A seguir, a diabetes estava presente na vida de 479 (6,23%) pessoas e as doenças hematológicas atingiam 100 (1,30%) indivíduos. Outras condições de saúde também foram relatadas, é o caso das doenças autoimunes, doença renal crônica, hepatopatias e doença ácido-péptica, respectivamente essas condições atingiam 70 (0,91%), 65 (0,85%), 58 (0,75%) e 48 (0,62%) pessoas. Tais condições abrem questionamentos em relação a gravidade que a dengue por atingir em pessoas com comorbidades.

Ao que diz respeito a Dengue com Sinais de Alarme, dos sinais analisados podemos destacar dois que foram os mais comuns, a dor abdominal intensa e contínua que atingiu 3651 (51,80%) pessoas e 3259 (46,24%) tiveram queda abrupta de plaquetas. Em seguida, 1617 (22,94%) pacientes apresentaram sangramento de mucosa ou outras hemorragias, 1402 (19,89%) vômitos persistentes e 1242 (17,62%) hipotensão postural. Alguns sinais ocorreram com menor frequência, é o caso da letargia ou irritabilidade que atingiu 556 (7,89) pessoas, o aumento progressivo do hematócrito presente em 281 (3,99) casos, acúmulo de líquidos em 230 (3,26) e a hepatomegalia menor ou igual a dois centímetros foi registrada em 87 (1,23%) dos casos. Esses sinais de alarme indicam que o caso está se agravando, com isso

outros sintomas também podem aparecer e indicar a dengue grave.

Em relação aos casos de Dengue Grave, temos uma amostra de 644 casos que tiveram quadros clínicos graves, sendo os mais comuns a taquicardia em 205 (31,83%) casos e a hematêmese em 157 (24,38%) casos. Outros sintomas observados foram extremidades frias presente em 120 (18,63%) casos, hipotensão arterial em fase tardia em 118 (18,32%) pacientes, melena atingiu 108 (16,77%) indivíduos. Vale destacar também que 99 (15,37%) pessoas tiveram alteração da consciência e 91 (14,13%) apresentaram metrorragia volumosa.

Foram analisados 7.692 casos de dengue, sendo 7.048 (91,63%) com sinais de alarme, que correspondem à maioria dos dados, e 644 (8,37%) graves. A classificação dos casos foi baseada em dois critérios, o clínico-epidemiológico, com avaliação médica dos sintomas, e o laboratorial, com testes específicos para a detecção da doença. Entre os casos notificados, 4439 (57,71%) receberam diagnóstico clínico e 3253 (42,29%) foram confirmados por testes laboratoriais.

Com relação à hospitalização, foram analisadas 6053 amostras, sendo que 3309 (45,33%) pacientes necessitaram de internação, enquanto 2744 (45,33%) não requereram hospitalização.

A respeito da evolução da doença, analisamos 6920 amostras do banco de dados. Os resultados mostraram que 6714 (97,02%) pessoas alcançaram a cura, 164 (2,37%) pessoas faleceram devido à dengue, 21 (0,30%) pessoas faleceram por outras causas e 21 (0,30%) pessoas tiveram óbito com causa ainda em investigação no momento da obtenção dos dados.

Tabela 1 - Análise descritiva dos casos de Dengue com sinais de alarme e dengue grave na região Nordeste do Brasil, de janeiro a setembro de 2024.

	Variável	Frequência	Percentual
Faixa Etária (n = 7692)			
17 ou menos		2.217	28,82
18 a 59 anos		4.394	57,12
60 ou mais		1.081	14,05
Sexo (n = 7675)			
Feminino		4.430	57,72
Masculino		3.245	42,28
Raça (n = 4815)			
Parda		3.680	76,43

Branca	707	14,68
Preta	316	6,56
Amarela	89	1,85
Indígena	23	0,48
Doenças preexistentes (n = 7692)		
Hipertensão Arterial	1.077	14,00
Diabetes	479	6,23
Doenças Hematológicas	100	1,30
Doenças Autoimunes	70	0,91
Doença Renal Crônica	65	0,85
Hepatopatias	58	0,75
Doença Ácido-Péptica	48	0,62
Dengue com Sinais de Alarme (n = 7048)		
Dor abdominal intensa e contínua	3.651	51,80
Queda abrupta de plaquetas	3.259	46,24
Sangramento de mucosa/outras hemorragias	1.617	22,94
Vômitos persistentes	1.402	19,89
Hipotensão postural e/ou lipotimia	1.242	17,62
Letargia ou irritabilidade	556	7,89
Aumento progressivo do hematócrito	281	3,99
Acúmulo de líquidos	230	3,26
Hepatomegalia >= 2cm	87	1,23
Dengue Grave (n = 644)		
Taquicardia	205	31,83
Hematêmese	157	24,38
Extremidades frias	120	18,63
Hipotensão arterial em fase tardia	118	18,32
Melena	108	16,77
Alteração da consciência	99	15,37
Metrorragia volumosa	91	14,13
Pulso débil ou indetectável	67	10,40
Acúmulo de líquidos com insuficiência respiratória	67	10,40
Outros órgãos	58	9,01
Tempo de enchimento capilar	49	7,61
PA convergente <= 20 mmHg	35	5,43
AST/ALT > 1.000	24	3,73
Sangramento do SNC	9	1,40
Miocardite	9	1,40
Classificação Final (n = 7692)		
Dengue com Sinais de Alarme	7.048	91,63

Dengue Grave	644	8,37
Critério de Classificação (n = 7692)		
Clínico Epidemiológico	4.439	57,71
Laboratório	3.253	42,29
Hospitalização (n = 6053)		
Não	2.744	45,33
Sim	3.309	54,67
Evolução (n = 6920)		
Cura	6.714	97,02
Óbito	164	2,37
Óbito por outras causas	21	0,30
Óbitos em investigação	21	0,30

Fonte: elaborada pelo Autor (2024)

De acordo com as análises, em 1793 municípios da região Nordeste do Brasil, no período de janeiro a setembro de 2024 foram observados casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave. Assim, a **Figura 2A** indica as taxas de incidência dos casos de dengue por 100.000 habitantes, com uma escala de cores vermelhas indicando gradualmente o aumento da taxa de incidência.

Para tal, foi utilizado o estimador bayesiano para suavizar os resultados da incidência e o índice global de Moran para verificar a correlação entre os municípios vizinhos, onde notou-se que houve autocorrelação positiva significativa ($Moran\ I = 0,16; p < 0,000$). Desta maneira, os municípios que apresentaram as maiores incidência (acima de 311 casos por 100 mil habitantes) de dengue com sinais de alarme e dengue grave são todos do estado da Bahia. Sendo, Piripá (BA) o município com a maior incidência, registrando 1815 casos por 100 mil habitantes.

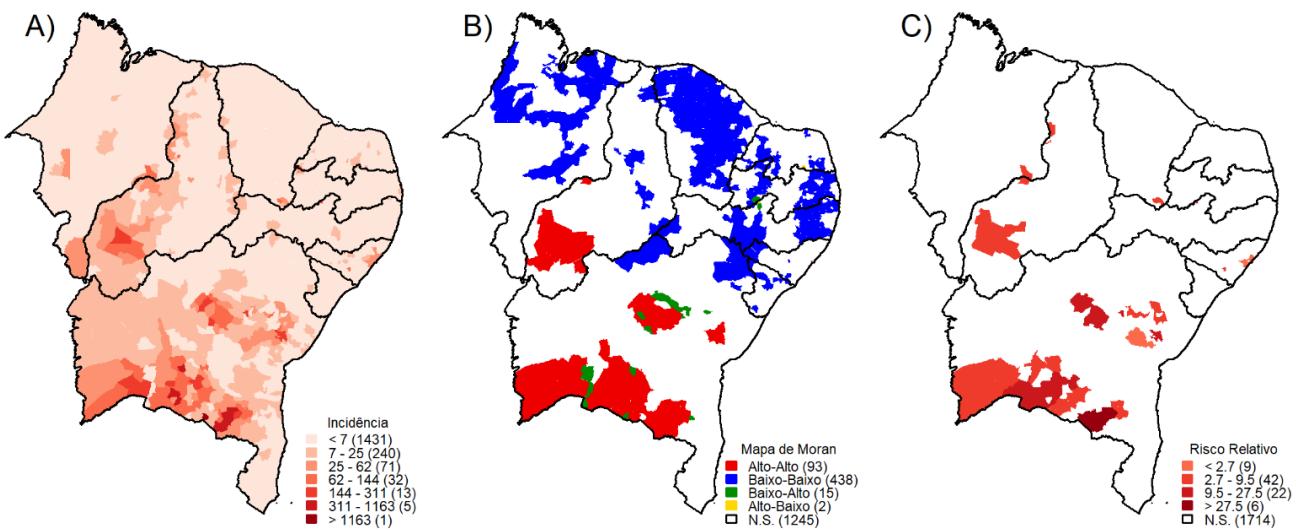
É importante ressaltar que o caso de Piripá (BA) se enquadra como um outlier. Ou seja, outliers são "valores discrepantes, isto é, valores muito grandes (ou muito pequenos) que sejam distintos da maior parte dos dados." (Farias, 2019, p.34). Dessa maneira, Piripá (BA) se enquadra como um outlier, pois seus índices de incidência fogem ao padrão dos casos registrados. Por exemplo, o segundo caso com maior incidência, registrado em Vitória da Conquista (BA), apresenta aproximadamente 511 casos por 100 mil habitantes. Em outras palavras, os casos de Vitória da Conquista representam quase um terço dos casos do outlier.

Por conseguinte, outros municípios que apresentaram altos índices de casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave foram Cândido Sales (BA) com cerca de 511 casos por

100 mil habitantes, Guanambi (BA) com 375 casos, Pindaí (BA) com 348 e Botuporã (BA) com 332 notificações.

Vale destacar que a Paraíba ($n = 80$) e o Ceará ($n = 78$) foram os estados que mais apresentaram municípios onde não tiveram casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave. Consequentemente, os estados em que mais se observou municípios com incidência igual a 0.

Figura 2 - Mapa de Incidência (A), Mapa de Moran (B) e Risco relativo (C) dos casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave na região Nordeste do Brasil, de janeiro a setembro de 2024.



Fonte: elaborada pelo Autor (2025)

A **Figura 2B** indica a influência de um município em relação aos seus vizinhos obedecendo um critério de cores separado em quatro quadrantes. Para essa figura foi utilizado o índice de Moran local e o indicador Local de Associação Espacial (LISA). Dessa forma, podemos observar que noventa e três municípios apresentaram taxas de incidência de casos de dengue grave e com sinais de alarme muito altos e foram considerados áreas de alto risco para infecção (Alto-Alto). Esses municípios estavam localizados em sua maioria no extremo oeste e centro sul Baiano ($n = 80$), e no sudoeste do Piauí ($n = 12$). Além disso, quatrocentos e trinta e oito municípios apresentaram baixa taxa de incidência, criando assim áreas de baixo risco para infecção (Baixo-Baixo). Podemos destacar o Ceará como uma área de baixo risco, uma vez que é a região mais preenchida pela cor azul no mapa.

Estatísticas de varredura espacial identificaram aglomerados espaciais de alto risco de casos de dengue grave e com sinais de alarme no Nordeste (**Figura 2C**). O estado da Bahia

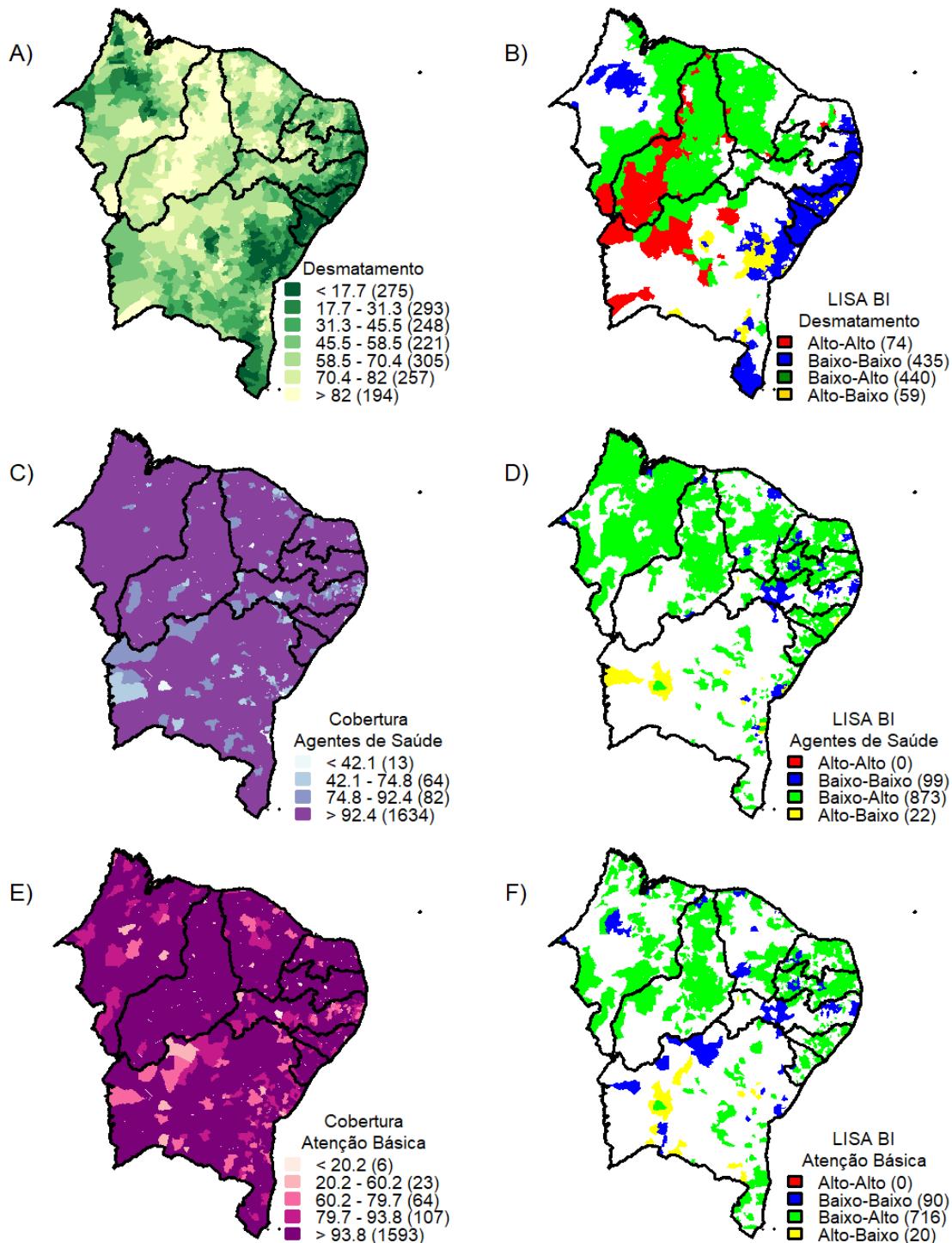
apresenta uma alta concentração de municípios com risco relativo (RR) elevado para a dengue. Isso é evidenciado pelo fato de que 22 municípios têm um RR entre 9,5 e 27,5, enquanto outros 6 municípios (Barra do Choça, Belo Campo, Cândido Sales, Tremedal, Vitória da Conquista e Piripá) têm um RR superior a 27,5, ou seja, as pessoas que residem nesses municípios têm um risco 27,5 vezes maior de evoluírem para os casos graves da dengue do que aquelas que residem em outros municípios do estado. Esses dados sugerem que a Bahia é um estado com alto risco de transmissão da dengue, especialmente em áreas específicas.

A **Figura 3A** apresenta a distribuição espacial do desmatamento no Nordeste brasileiro, evidenciando uma heterogeneidade entre os municípios. Observa-se que as áreas com os menores índices de desmatamento (<17,7) concentram-se principalmente no agreste e na zona da mata localizada no litoral da região, enquanto as áreas situadas entre o meio-norte e o sertão nordestino apresentam índices elevados de desmatamento, onde cerca de 194 municípios apresentam taxa de desmatamento acima de 82%.

Analizando o mapa LISA apresentado na **Figura 3B**, verifica-se uma associação espacial positiva (Moran's I global bivariado = 0.005) entre a taxa de incidência da dengue e o percentual de desmatamento, sendo 440 municípios com baixa incidência rodeados por municípios com alto desmatamento e 59 com alta incidência adjacente aos com baixo desmatamento. Contudo, alguns municípios ($n= 74$) apresentaram alta taxa de incidência sendo rodeados por áreas de alto desmatamento. Esses municípios localizam-se principalmente nos estados do Piauí e da Bahia.

Em relação à **Figura 3C** que apresenta a cobertura dos agentes de saúde nos municípios, destaca-se que a maioria absoluta das áreas apresentam cobertura acima de 92.4% ($n = 1634$). A respeito do mapa LISA representado na Figura 3D, verificou-se uma associação espacial negativa (Moran's I global bivariado = -0.003) com a taxa de incidência da dengue, predominando agrupamentos de municípios ($n= 873$) com baixa incidência contíguos por municípios com alta cobertura dos agentes de saúde (baixo-alto), principalmente nos municípios situados no estado do Maranhão, Piauí e Ceará. Por sua vez, foi registrado um Cluster composto por 22 municípios que apresentaram alta taxa de incidência próximos a municípios com baixa cobertura de agentes (alto-baixo), situados majoritariamente no estado da Bahia.

Figura 3 – Analise espacial bivariada entre a taxa de incidência da dengue com sinais de alarme e dengue grave (por 100 mil hab.) e fatores sociais, ambientais e climáticos no Nordeste. A) Distribuição espacial do desmatamento; B) LISA Map bivariado em relação ao desmatamento; C) Distribuição espacial da cobertura dos agentes de saúde; D) LISA Map bivariado em relação aos agentes de saúde; E) Distribuição espacial da cobertura da atenção básica de saúde; F) LISA Map bivariado da atenção básica de saúde.



Fonte: elaborada pelo Autor (2025)

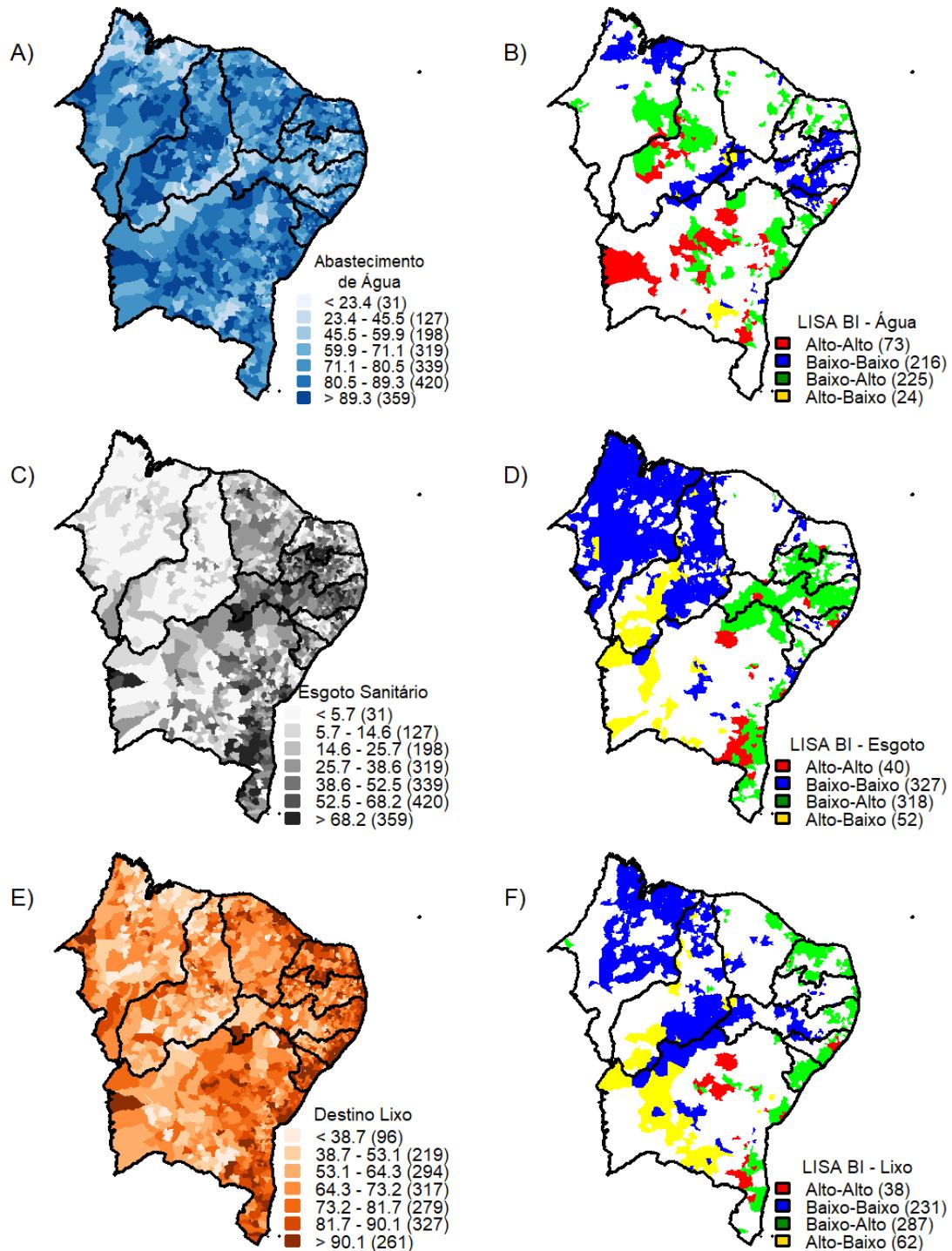
Ao observar a **Figura 3E** é possível notar que a cobertura da atenção básica de saúde é bastante elevada, atingindo mais de 93,8% na maioria dos municípios da região ($n = 1593$). Assim, a cobertura de atenção básica de saúde apresentou associação espacial negativa (Moran's I global bivariado = -0.013) com a taxa de incidência da dengue (**Figura 3F**). Nesse caso, houve um predomínio de municípios ($n = 716$) com baixa incidência, ladeado por municípios com elevada cobertura (baixo-alto), assim como agrupamentos de municípios ($n = 90$) com baixa incidência rodeados por municípios com baixa cobertura (baixo-baixo). Além disso, foi constatado um Cluster de 20 municípios, a maioria situados na Bahia, com alta incidência adjacentes a municípios com baixa cobertura da atenção básica (alto-baixo).

A **Figura 4A** apresenta a distribuição espacial do abastecimento de água no Nordeste brasileiro, revelando uma heterogeneidade entre os municípios. Observa-se desde áreas com cobertura inferior a 23,4% ($n = 31$) até municípios com abastecimento superior a 89,3% ($n = 359$). Contudo, verificou - se uma correlação espacial positiva (Moran's I global bivariado = 0.030) em relação a taxa de incidência da dengue (**Figura 4B**), consistindo em 225 municípios com baixa incidência cercados por municípios com elevado abastecimento de água (baixo-alto) e 24 municípios apresentaram alta ocorrência de casos da dengue rodeados por municípios com baixo acesso ao serviço de abastecimento. Porém, existem agrupamentos de municípios ($n = 73$), principalmente no estado da Bahia, com alta incidência da dengue, rodeados de municípios com alto abastecimento de água (alto-alto).

Analizando a **Figura 4C**, verifica-se desde áreas com cobertura abaixo de 5,7% ($n = 31$), concentradas principalmente nos estados do Maranhão, do Piauí e parte da Bahia, até municípios com cobertura acima de 68,2% ($n = 359$) próximos ao litoral nordestino. Porém, a maior parte dos municípios ($n = 420$) possuem percentual de cobertura entre 52,5 a 68,2%.

A respeito do mapa LISA representado na **Figura 4D**, observa-se que apesar da correlação espacial negativa (Moran's I global bivariado = -0.027) com a taxa de incidência, verificou-se 327 municípios com baixa incidência da dengue cercados por municípios com baixa disponibilidade de rede de esgoto, a maioria situados no Maranhão e Piauí. Percebe-se ainda que 52 municípios com alta incidência da dengue são rodeados por municípios com baixo acesso a rede de esgoto (alto-baixo). Em particular, o estado da Bahia possui clusters de municípios ($n = 40$) com alta incidência e alto acesso aos serviços de esgoto.

Figura 4 – Análise espacial bivariada entre a taxa de incidência da dengue grave e com sinais de alarme (por 100 mil hab.) e fatores sociais, ambientais e climáticos no Nordeste. A) Distribuição espacial do abastecimento de água; B) LISA Map bivariado em relação a água; C) Distribuição espacial do esgoto sanitário; D) LISA Map bivariado em relação ao esgoto sanitário; E) Distribuição espacial da coleta do lixo; F) LISA Map bivariado em relação ao lixo.



Fonte: elaborada pelo Autor (2025)

Ao observar a **Figura 4E**, percebe-se uma heterogeneidade entre os municípios apresentando desde áreas com a cobertura da coleta de lixo inferior a 38,7% ($n = 96$) até áreas com o percentual de cobertura maior que 90,1% ($n = 261$). Contudo, houve correlação espacial negativa (Moran's I global bivariado = -0.055) entre as taxas de incidência da dengue e a cobertura da coleta de lixo (**Figura 4F**). Sendo que, 287 municípios apresentaram baixa incidência próximos de municípios com alta cobertura de coleta (baixo-alto) e 62 municípios, grande parte localizados na Bahia, possuem alta incidência vizinhos a municípios com baixa cobertura da coleta de lixo (alto-baixo).

5.1. Discussões

Em 2024, o Brasil registrou números alarmantes de casos de dengue. O aumento da incidência da doença eleva o risco de infecções por diferentes sorotipos, o que pode resultar no aumento de casos nos estágios mais avançados da doença (Souza et al., 2024; Sousa & Paradella, 2024). Diante desse cenário, o presente estudo objetivou conhecer melhor os aspectos relacionados à incidência da dengue com sinais de alarme e dengue grave na região Nordeste do Brasil, visando compreender os padrões de transmissão, identificar áreas de risco e de vulnerabilidade social no contexto geográfico.

Para minimizar a morbimortalidade¹ dos casos de dengue em todas as faixas etárias, é essencial saber identificar precocemente os sinais de alarme e manejar adequadamente as formas graves da doença (Verdeal et al., 2011). Desse modo, a partir dos estudos foi possível observar os aspectos relacionados à incidência da dengue com sinais de alarme e dengue grave. Notamos que a distribuição dos casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave por faixa etária revelou maior ocorrência entre jovens e adultos.

Esse padrão pode ser atribuído à maior exposição desses indivíduos ao vetor, já que eles circulam com mais mobilidade e frequentam ambientes públicos com aglomerações urbanas (Nery et al., 2024). Além disso, houve predominância do sexo feminino e na população parda, resultados consistentes com os achados de Ribeiro et.al. (2024).

Em relação às doenças preexistentes, destacam-se a hipertensão arterial e a diabetes.

¹ Morbimortalidade é um conceito da área da saúde que combina morbidade (a frequência de doenças em uma população) e mortalidade (a frequência de mortes em uma população). Ou seja, é um índice que analisa a relação entre a ocorrência de doenças e a ocorrência de mortes por essas doenças em uma população.

Os sinais de alarmes mais frequentes que acometem os indivíduos são a dor abdominal intensa e contínua e a queda abrupta de plaquetas. Por sua vez, na dengue grave, a taquicardia é o sintoma mais frequente.

Quanto à evolução dos casos de dengue com sinais de alarme e dengue grave, em sua maioria os pacientes conseguem a cura, uma minoria vem a óbito devido às complicações graves da doença. Em contrapartida, a proporção de óbitos está diretamente ligada ao manejo correto e precoce da doença. Enquanto a qualidade da assistência prestada durante o curso da doença está relacionada ao prognóstico do paciente.

Em relação ao critério de classificação, a grande maioria dos casos são clínicos epidemiológicos. Os serviços de vigilância em saúde geralmente recomendam o critério clínico epidemiológico para notificação e manejo de casos após a confirmação laboratorial de um conjunto inicial. Entretanto, recomenda-se a confirmação laboratorial preferencialmente para gestantes, casos graves e óbitos (Siqueira et al., 2024).

No que diz respeito à distribuição espacial, foi identificado padrões significativos na incidência da dengue com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste. A análise espacial indicou áreas de alta incidência da doença nos estados do Piauí e da Bahia, sendo portando locais com alto risco de casos graves da doença. Fatores ambientais e socioeconômicos, como clima favorável, água parada, falta de saneamento básico e acesso limitado à saúde, contribuem para a incidência de dengue nesses estados (Lima, 2024; Ribeiro et al., 2024).

Relacionando determinantes sociais, fatores ambientais e climáticos com a ocorrência de dengue com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste, destaca-se a relação entre áreas com desmatamento elevado com maior incidência de dengue. Vale ressaltar que o desmatamento pode aumentar a incidência da dengue ao criar ambientes propícios para a proliferação do vetor, como água acumulada em pneus e recipientes abandonados. Além de provocar o deslocamento de populações rurais para áreas urbanas, aumentando a exposição a regiões endêmicas da doença (Varela et al., 2024)

A análise espacial identificou que as áreas com baixa incidência de dengue possuem alta cobertura dos agentes de saúde, assim como alta cobertura da atenção básica de saúde. Esse dado mostra a importância da atuação das equipes de saúde no combate ao vetor da dengue. Assim, as equipes de atenção básica são essenciais para a prestação de cuidados primários em saúde, atuando na prevenção, conscientização da população e identificação de

agravos (Elidio et al., 2024).

Todavia, foi possível identificar aglomerados espaciais, principalmente no estado da Bahia, que apresentaram alta incidência de dengue associada à baixa cobertura tanto de agentes de saúde quanto da atenção básica de saúde. Portanto, ampliar a cobertura e a eficiência das equipes de saúde da família é fundamental para diminuir os casos de dengue e melhorar os indicadores de saúde pública (Siqueira et al., 2024).

Em relação a associação espacial entre as variáveis abastecimento de água, esgoto sanitário e coleta de lixo observou-se alguns aglomerados espaciais que indicam a péssima qualidade desses serviços. Apesar de algumas áreas apresentarem alta cobertura do abastecimento de água, elas também apresentaram alta incidência de dengue, enquanto houve algumas áreas com alta incidência de dengue e baixa cobertura do abastecimento.

Quanto ao esgoto sanitário e a coleta de lixo foi identificado aglomerados com alta incidência de dengue associados a baixa cobertura tanto do esgoto sanitário quanto a coleta de lixo. Diante do exposto, os serviços de saneamento básico, demonstram-se precários ou inefficientes nas áreas periféricas dos grandes centros urbanos (Tauil, 2001).

6. CONCLUSÕES

Este estudo demonstra que a dengue com sinais de alarme e dengue grave no Nordeste Brasileiro afetam predominantemente jovens e adultos, com maior incidência no sexo feminino e na população parda. Entre as comorbidades associadas, destacam-se a hipertensão arterial e diabetes. Os sinais de alarme mais frequentes foram dor abdominal intensa e contínua e a queda abrupta de plaquetas, enquanto na dengue grave a taquicardia emergiu como o sintoma mais comum.

No que diz respeito, a evolução dos casos, a maioria dos pacientes evoluiu para cura, embora um percentual tenha evoluído para óbito devido a complicações graves. Ademais, a Bahia se destacou como o estado com os indicadores mais alarmantes, reforçando a necessidade urgente de intensificar medidas de combate ao mosquito *Aedes aegypti*.

A aglomeração espacial dos casos de dengue e suas associações com determinantes socioambientais e de saúde revelam a complexidade da epidemia no Nordeste brasileiro em 2024. Os resultados deste estudo apontam que a dengue no Nordeste do Brasil não é determinada por fator único e isolado, mas, sim, pela combinação de vários fatores do contexto socioeconômico e ambiental, como o saneamento básico e o desmatamento. Assim, a ineficácia dos serviços de coleta de lixo, abastecimento de água e da cobertura dos serviços de atenção básica de saúde em algumas áreas do Nordeste contribuem para a persistência da doença.

Desse modo, o estudo evidenciou que a análise espacial constitui uma ferramenta estratégica para o monitoramento da dengue, podendo ser incorporada pelas equipes de vigilância epidemiológica e controle vetorial municipais. Sua aplicação permite direcionar intervenções para áreas prioritárias de maior risco, otimizando o planejamento de ações e contribuindo para a redução da incidência e gravidade da doença.

Essas evidências podem fundamentar políticas de saúde mais assertivas e melhorar a resposta a emergências epidemiológicas, destacando a necessidade de uma estratégia integrada que combine: intensificação do controle do vetor, investimento em saneamento básico e, ações e campanhas educativas para a população.

Diante do exposto, este estudo atingiu os objetivos almejados contribuindo com resultados significantes que podem auxiliar os gestores a traçar políticas específicas para o tratamento e a redução da incidência de pacientes acometidos por dengue na região Nordeste.

7. PERSPECTIVAS DE FUTUROS TRABALHOS

Trabalhos futuros podem ser desenvolvidos a fim de entender o impacto das epidemias de dengue no sistema de saúde, considerando a sobrecarga nas redes hospitalares. Também podem ser desenvolvidos estudos com o intuito de analisar a eficácia dos tratamentos existentes atualmente em relação ao agravamento da dengue. Além disso, outras pesquisas podem serem realizadas utilizando diferentes técnicas estatísticas que possam auxiliar no entendimento dos fatores relacionados à incidência e à mortalidade da dengue. Por fim, estudos de análise espacial também podem ser conduzidos, tanto para compreender de forma mais aprofundada a dinâmica espacial da dengue com sinais de alarme e dengue grave no estado da Bahia em 2024, quanto para analisar espacialmente esses casos graves em outras regiões brasileiras, associando-os a fatores sociais, ambientais e econômicos, como o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e o Índice de Gini.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E. S. 2004. Curso de econometria espacial aplicada. Piracicaba.
- ALMEIDA, E. Econometria espacial aplicada. Campinas: Alínea, 2012.
- ALVES, L. C. G. et al. DENGUE: UMA VISÃO GERAL DAS MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS E DIAGNÓSTICO EM 2024. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 11, p. e6669, 22 nov. 2024.
- ANDRADE, S. M. DE et al. Estudo epidemiológico dos casos de Dengue no Nordeste brasileiro entre 2012 e 2021 / Epidemiological study of Dengue cases in Northeastern Brazil between 2012 and 2021. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 7, p. 52839–52852, 22 jul. 2022.
- ANSELIN, Luc. Local Indicators of Spatial Association-LISA. **Geographical Analysis** v. 27, n. 2, p. 93–115, 3 set. 1995
- ANSELIN, L.; SYABRI, I.; SMIRNOV, O. Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked windows. University Illinois, 2003 (mimeo).
- ARBOCONTROL. *Região Nordeste*. Disponível em:
[<https://arbocontrol.unb.br/?page_id=1205>](https://arbocontrol.unb.br/?page_id=1205). Acesso em: 02 jul. 2025.
- BAILEY, T.C.; GATRELL, A.C., Interactive Spatial Data Analysis, London: Longman, 1995. 413pags.
- B.A. SEIXAS, J.; GIOVANNI LUZ, K.; PINTO JUNIOR, V. Atualização Clínica sobre Diagnóstico, Tratamento e Prevenção da Dengue. **Acta Médica Portuguesa**, v. 37, n. 2, p. 126–135, 1 fev. 2024.
- BRAGA, I. A.; VALLE, D. Aedes aegypti: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, p. 113–118, 2007.
- BRITO, V. *Em 2022, mercado de trabalho e Auxílio Brasil permitem recuperação dos rendimentos*. Agência de Notícias IBGE, 11 maio 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/36857-em-2022-mercado-de-trabalho-e-auxilio-brasil-permite-recuperacao-dos-rendimentos>>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; CARVALHO, M. S.; FUKS, S. D. Análise espacial de dados geográficos. São José dos Campos: INPE, 2001. 209 pag.
- CATTARINO, L. et al. Mapping global variation in dengue transmission intensity. **Science Translational Medicine**, v. 12, n. 528, 29 jan. 2020.

CAVALLI, F. S. et al. Controlling the Vector Aedes Aegypti and Handling Dengue Fever Bearing Patients / Controle do Vetor Aedes Aegypti e Manejo dos Pacientes com Dengue. **Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental Online**, v. 11, n. 5, p. 1333–1339, 4 out. 2019.

CONFALONIERI, U.; MARINHO, D.; RODRIGUEZ, R. Public health vulnerability to climate change in Brazil. **Climate Research**, v. 40, p. 175–186, 10 dez. 2009.

DIAS, G. M. C. et al. Epidemia de Dengue: uma análise sobre as projeções para o ano de 2024. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 17, n. 8, p. e9210, 8 ago. 2024.

DATA NORDESTE. *Economia e renda*, 2025. Disponível em: <<https://beta-datanordeste.lsd.ufcg.edu.br/data-panel/idh>>. Acesso em: 30 jun. 2025.

ELIDIO, G. A. et al. Atenção primária à saúde: a maior aliada na resposta à epidemia da dengue no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 48, p. 1, 4 abr. 2024.

EMBRAPA. *Região Nordeste*. Disponível em: <https://arbocontrol.unb.br/?page_id=1205>. Acesso em: 02 jul. 2025.

EQUIPE Posit (2025). RStudio: Ambiente de Desenvolvimento Integrado para R. Posit Software, PBC, Boston, MA.<http://www.posit.co/>

FARIAS, A. M. L DE. Fundamentos de Matemática para Estatística. Instituto de Matemática e Estatística. Universidade Federal Fluminense, 2019. Disponível em: <<https://www.professores.uff.br/anafarias/material-didatico/>>. Acesso em: 05 fev. 2025.

FIOCRUZ. *Instituto Oswaldo Cruz. O mosquito Aedes aegypti faz parte da história e vem se espalhando pelo mundo desde o período das colonizações*. Disponível em: <<https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/longatraje.html>>. Acesso em: 02 mar. 2025.

FLORENZANO, B. M. et al. ANÁLISE COMPARATIVA DO PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DOS CASOS DE DENGUE NO BRASIL DURANTE O PRIMEIRO TRIMESTRE DOS ANOS DE 2023 E 2024: UM ESTUDO ECOLÓGICO. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 8, p. 1459–1470, 10 ago. 2024.

GUBLER, D. J. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 11, n. 3, p. 480–496, jul. 1998.

GURGEL-GONÇALVES, R.; OLIVEIRA, W. K. DE; CRODA, J. The greatest Dengue epidemic in Brazil: Surveillance, Prevention, and Control. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 57, 2024.

LIMA, M. N. DOS R. K. G. V. S. DE A. ANÁLISE DA INCIDÊNCIA DE DENGUE NO PIAUÍ: UM ESTUDO UTILIZANDO ESTATÍSTICA ESPACIAL. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 4, n. 1, 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama do Censo 2022. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>. Acesso em: 13 mar. 2025

KREMPI, Ana Paula. **Explorando recursos de estatística espacial para análise da acessibilidade da cidade de Bauru.** 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em:
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-10032005-064613/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

LIMA-CAMARA, T. N. A dengue é produto do meio: uma abordagem sobre os impactos do ambiente no mosquito Aedes aegypti e nos casos da doença. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 27, 2024.

LOPES, L. B. F. et al. **ANÁLISE EPIDEMIOLÓGICA DA DENGUE NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL EM 2024.** Anais do IV Congresso Brasileiro de Doenças Infectocontagiosas. **Anais...Revista Multidisciplinar em Saúde**, 6 set. 2024.

MARSHALL, R., Mapping disease and mortality rates using empirical Bayes estimators. **Applied Statistics**, 40, 1991, 283- 294

MEDEIROS, E. A. Desafios no controle da epidemia da dengue no Brasil. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 37, 1 jul. 2024.

MEIRA, M. C. R. et al. INFLUÊNCIA DO CLIMA NA OCORRÊNCIA DE DENGUE EM UM MUNICÍPIO BRASILEIRO DE TRÍPLICE FRONTEIRA. **Cogitare Enfermagem**, v. 26, 4 nov. 2021.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. **Terra Livre**, n. 20, p. 205–221, 10 ago. 2015.

MENDONÇA, F. DE A.; SOUZA, A. V. E; DUTRA, D. DE A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 3, p. 257–269, dez. 2009.

MENEZES, A. M. F. et al. Perfil epidemiológico da dengue no Brasil entre os anos de 2010 à 2019 / Epidemiological profile of dengue in Brazil between 2010 and 2019. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 3, p. 13047–13058, 14 jun. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Painel de Monitoramento das Arboviroses*. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/monitoramento-das-arboviroses>>. Acesso em: 28 jun. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Dengue: entenda o que são os sorotipos da doença e porque o tipo 3 é o que mais preocupa atualmente no Brasil.* jan 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2025/janeiro/dengue-entenda-o-que-sao-os-sorotipos-da-doenca-e-porque-o-tipo-3-e-o-que-mais-preocupa-atualmente-no-brasil>>. Acesso em: 22 jun. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Entenda o que é a dengue grave e como é o tratamento.* 2024 Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/abril/entenda-o-que-e-a-dengue-grave-e-como-e-o-tratamento>>. Acesso em: 05 jun. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Dengue.* Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svs/dengue/dengue-diagnostico-e-manejo-clinico-adulto-e-crianca>>. Acesso em: 07 mar. 2025.

MORAN, P. The Interpretation of Statistical Maps. *Journal of the Royal Statistical Society v.* 40, p. 283–294, 1948

NERY, W. DA S. et al. PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DA DENGUE NO NORDESTE BRASILEIRO DURANTE O PERÍODO DE 2019 A 2023. *Revista Contemporânea*, v. 4, n. 12, p. e6938, 10 dez. 2024.

NUNES, A. B. O. et al. Análise do perfil epidemiológico e da incidência da dengue de janeiro de 2020 a junho de 2024 no Brasil. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 7, n. 4, p. e71734, 7 ago. 2024.

ARBOCONTROL. *Região Nordeste.* Disponível em: <https://arbocontrol.unb.br/?page_id=1205>. Acesso em: 02 jul. 2025.

OMS. Organização Mundial da Saúde, 2024. *Dengue e dengue grave.* Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>>. Acesso em: 13 jan. 2025

PACHÁ, A. S. et al. Análise espacial da distribuição dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais no estado da Paraíba, Brasil, 2007-2016. *Saúde em Debate*, v. 44, n. 125 abr-jun, p. 465–477, 30 jun. 2022a.

PEDRO DO VALLE VARELA, J. et al. THE INCREASE IN THE NUMBER OF DENGUE CASES IN BRAZIL AND THE CORRELATION WITH DEFORESTATION AND GLOBALIZATION. *Health and Society*, v. 4, n. 02, p. 23–34, 5 mar. 2024.

R Core Team (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing.* R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

RAMOS, A. L. B. M. et al. A eficiência das ações de combate à dengue na atenção primária à saúde no Brasil / The effiency of actions to combat dengue in primary healthcare in Brazil. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 4, n. 3, p. 10575–10595, 17 maio 2021.

RIBEIRO, N. F. A. M. et al. Perfil epidemiológico da dengue no Nordeste Brasileiro no período de 2014 a 2024. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 7, n. 9, p. e74464, 11 nov. 2024.

SANTOS, Marcelo Olimpio dos. Variação dos padrões socioespaciais da Dengue na Cidade do Recife. 2021. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

SILER, J. F.; HALL, M. W.; HITCHENS, A. P. Dengue: Its History, Epidemiology, Mechanism of Transmission, Etiology, Clinical Manifestations, Immunity, and Prevention. v. 29, n. 1–2, p. 1–304 pp., 1926.

SILVA, S. L. C. DA. Mapeamento da mortalidade infantil no Rio Grande do Sul: uma comparação entre as abordagens bayesiana empírica e totalmente bayesiana / Sabrina Letícia Couto da Silva; orient. Jandyra Maria Guimarães Fachel. – 2009. 91f. Dissertação(mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia. Porto Alegre, BR-RS, 2009. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/17765>>. Acesso em: 24 de julho de 2025

SILVA, J. C. DA et al. Casos de dengue no Brasil: Evolução dos casos notificados nos últimos 10 anos. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 8, p. e10713846640, 27 ago. 2024.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. DE F.; SCOPEL, I. A DENGUE NO BRASIL E AS POLÍTICAS DE COMBATE AO AEDES AEGYPTI: DA TENTATIVA DE ERRADICAÇÃO ÀS POLÍTICAS DE CONTROLE. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 4, n. 6, p. 163–175, 25 jun. 2008.

SIQUEIRA, T. S. et al. Spatial clusters, social determinants of health and risk of maternal mortality by COVID-19 in Brazil: a national population-based ecological study. **The Lancet Regional Health - Americas**, v. 3, p. 100076, nov. 2021.

SIQUEIRA, T. S. et al. Spatial clustering of dengue cases during the 2024 epidemic in Brazil. **Journal of Travel Medicine**, v. 31, n. 7, 19 out. 2024.

SKALINSKI, L. M.; COSTA, M. DA C. N.; TEIXEIRA, M. DA G. L. Contribuições da análise espacial para a compreensão da dinâmica de transmissão da dengue: revisão integrativa. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 7, n. 1(Jan-Mar), p. 53–63, 28 dez. 2018.

SOUSA, F. A. C. G. DE; PARADELLA, T. C. Fatores de risco de morte por dengue no brasil: um estudo ecológico. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 48, n. 2, p. 181–190, 26 jul. 2024.

SOUSA, M. V. A. DE et al. AVALIAÇÃO DO PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DOS CASOS DE DENGUE NO NORDESTE DO BRASIL. **Revista CPAQV - Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 17, n. 1, p. 14, 17 fev. 2025.

SOUZA, C. D. F. DE et al. Space-time dynamics of the dengue epidemic in Brazil, 2024: an insight for decision making. **BMC Infectious Diseases**, v. 24, n. 1, p. 1056, 27 set. 2024.

TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n.

suppl, p. S99–S102, 2001.

TEIXEIRA, M. DA G.; BARRETO, M. L. Porque Devemos, de Novo, Erradicar o Aedes Aegypti. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 1, n. 1, p. 122–136, 1996.

TEIXEIRA, M. DA G.; BARRETO, M. L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do Dengue. **Informe Epidemiológico do Sus**, v. 8, p. 5–33, 1999.

TUDO DE GEOGRAFIA. *Atividade 43*. Disponível em: <<https://www.tudodegeografia.com/2024/09/atividade-43-de-geografia-7-serie-anos.html>>. Acesso em: 24 jul. 2025.

UNASUS. Lixo é o principal criadouro do mosquito da dengue nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sul, 2014. Disponível em <<https://www.unasus.gov.br/noticia/lixo-e-o-principal-criadouro-do-mosquito-da-dengue-nas-regioes-norte-centro-oeste-e-sul>>. Acesso em: 27 jun. 2025.

VERDEAL, J. C. R. et al. Recomendações para o manejo de pacientes com formas graves de dengue. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 23, n. 2, p. 125–133, jun. 2011.

WARTENBERG, Daniel. Multivariate Spatial Correlation: A Method for Exploratory Geographical Analysis. **Geographical Analysis** v. 17, n. 4, p. 263–283, 3 out. 1985

WILDER-SMITH, A. Dengue infections in travellers. **Paediatrics and International Child Health**, v. 32, n. sup1, p. 28–32, 12 maio 2012.

9. OUTRAS ATIVIDADES

No último ano, além da participação no PIBIC, envolvi-me em diversas atividades voltadas ao aprimoramento da minha formação acadêmica. Nesse período, cursei disciplinas que contribuíram significativamente para a ampliação dos meus conhecimentos, entre as quais se destacam: Processos Estocásticos, Estatística Não Paramétrica, Inferência I, Amostragem I, Pacotes Estatísticos e Análise de Regressão. Complementarmente, realizei o curso online *Estatística com Linguagem R*, oferecido pela plataforma digital Udemy, e participei de eventos promovidos pelo Departamento de Estatística e Ciências Atuariais desta instituição.