

ANÁLISE ESPACIAL SOBRE OS CASOS DE DENGUE NO ESTADO DA BAHIA, BRASIL, COM AUXÍLIO DAS GEOTECNOLOGIAS

*Mariana Gomes de Cerqueira Ribeiro*¹

*Silvana Sá de Carvalho*²

RESUMO

A dengue é a arbovirose mais incidente nas Américas. Sua caracterização epidemiológica pressupõe uma análise territorial para a qual o mapeamento geográfico se mostra uma ferramenta indispensável. Desenvolveu-se estudo ecológico espaço-temporal sobre as notificações dos casos prováveis dengue na Bahia, Brasil, entre os anos de 2014 e 2023. Como variáveis dependentes foram calculados os Coeficientes de Incidência anuais e médios, com dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Como variáveis independentes estão indicadores socioeconômicos, ambientais e de saúde. Utilizou-se o Microsoft Excel para tabulação dos dados e cálculos dos indicadores, o QGIS Desktop 3.26.1 para confecção de mapas simples e o software Jamovi 2.2.5 para a análise estatística. Entre 2014 e 2023 a Bahia registrou 418.254 casos prováveis de dengue, com maior pico epidêmico em 2019-2020 (36,3%). Foram maioria indivíduos do sexo feminino (56,4%), pardos (50,3%), com idade entre 20 e 59 anos (60,1 %), residentes das macrorregiões Sul, Leste e Centro-leste (58,0%). Os meses de março, abril e maio concentraram 49,8% dos casos. Apresentaram maior risco o sexo feminino (309,5 casos/100 mil), os amarelos (1.805 casos/100 mil), a faixa-etária de 15 a 19 anos (337,8 casos/100 mil) e a macrorregião Sul (541,0 casos/100 mil). A distribuição da dengue é no geral, bastante heterogênea entre os municípios baianos. Todas as correlações com significância estatística apresentaram resultados considerados muito baixos, indicando fraca relação entre as variáveis escolhidas para o estudo. Apesar da heterogeneidade encontrada, o trabalho pode subsidiar o planejamento das ações de combate à doença no estado.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Arbovirose. Epidemiologia

1 INTRODUÇÃO

A dengue figura entre os principais problemas de saúde pública mundiais, sendo a arbovirose mais incidente nas Américas. Seus ciclos epidêmicos ocorrem a cada 3-5 anos e têm experimentado significativo aumento, atingindo inclusive países onde anteriormente não se notavam casos (WHO, 2023). O ano de 2019 foi marcado pelo maior pico mundial já registrado, com 5,2 milhões de casos e 5 mil mortes. Já 2023 apresentou a maior magnitude notificada nas Américas, abarcando 80% dos casos mundiais, com 4,1 milhões de novas infecções, sendo o Brasil responsável por 70% delas (OPAS/OMS, 2023; WHO, 2023).

¹ Bacharela em enfermagem, Universidade Católica do Salvador, marianagomes.ribeiro@ucsal.edu.br

² Doutora em Geografia, Universidade Católica do Salvador, silvana.carvalho@ucsal.br

REVISTA VERITATI

O principal vetor de transmissão da dengue é a fêmea do *Aedes aegypti*, um mosquito de origem africana que foi reintroduzido no Brasil em 1967, e que também é responsável pelas infecções por febre amarela urbana, chikungunya e zika vírus (Rey, 2018; Neves, 2016). Seu ciclo de vida engloba fases aquáticas (ovo, larva e pupa) e terrestre (mosquito adulto), com a oviposição ocorrendo preferencialmente em locais onde há acúmulo de água limpa, como tanques, pneus, tonéis e vasos de planta (Neves, 2016). Atualmente observa-se, no entanto, uma nova adaptação do vetor às condições da vida urbana, com sua reprodução ocorrendo também em locais mais insalubres como bueiros e fossas de esgotamento sanitário doméstico (FIOCRUZ, 2016; Silva, 2006).

São conhecidos quatro diferentes sorotipos virais causadores da dengue: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, todos eles já identificados no Brasil. A distribuição heterogênea e circulação simultânea dos sorotipos no país gera grande preocupação às autoridades, já que a imunidade de longo prazo adquirida a partir de uma infecção confere proteção específica apenas para o tipo causador (Bahia, 2023; WHO, 2023). Além disso, infecções secundárias com sorotipos heterólogos podem aumentar o risco de desenvolvimento das formas mais graves da doença (Gubler, 2020). Na Bahia, o sorotipo mais comum é o DENV-1, tendo a chegada do DENV-2 a partir de 2020 gerado inúmeros alertas para o aumento de casos na população (BAHIA, 2020).

A disseminação da dengue segue padrões endêmicos/epidêmicos e sazonais, tendo maior concentração de casos nos meses mais chuvosos e quentes. Nestes períodos, as elevações na temperatura, precipitação e umidade relativa do ar favorecem a disseminação da doença, acelerando o ciclo reprodutivo dos mosquitos, aumentando sua longevidade e a replicação viral, além de permitir maior disseminação dos ovos e larvas, elevando as taxas de transmissão (Diniz, 2018; Islam *et al.*, 2023). Com o aquecimento global e a ocorrência periódica de fenômenos climáticos, como o El Niño, registrado em 2023, espera-se um aumento nos casos de arboviroses, demandando um esforço conjunto ao seu enfrentamento (WHO, 2023).

A vacina Qdenga, aprovada em março de 2023 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), surge como uma estratégia fundamental para a prevenção e controle da dengue no país. O imunobiológico oferece proteção contra os quatro sorotipos virais da doença a indivíduos de 04 a 60 anos, com ou sem

REVISTA VERITATI

histórico de infecção anterior (Anvisa, 2023). Devido à restrição no número de doses ofertadas pelo fabricante, inicialmente a vacina será destinada a grupos de 10 a 14 anos residentes de municípios de grande porte com altas taxas de transmissão nos últimos 10 anos (Brasil, 2024).

A dengue é uma doença típica das regiões tropicais e subtropicais, que abrigam os países de menor desenvolvimento socioeconômico, fazendo parte do rol das Doenças Tropicais Negligenciadas, assim classificadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) por sua íntima relação com a pobreza e os determinantes sociais (OPAS, 2021). Desta maneira, o reconhecimento das condições de vida da população quanto ao seu perfil socioeconômico e ao ambiente em que está inserida pode auxiliar na explicação da distribuição da doença, indicando, juntamente com os dados epidemiológicos, áreas onde as ações intersetoriais são prioritárias.

A caracterização epidemiológica de agravos como a dengue pressupõem uma análise territorial para a qual o mapeamento geográfico se mostra uma ferramenta indispensável. Como à nível coletivo o processo saúde-doença é marcado por processos sociais, faz-se necessário um olhar crítico sobre o território, suas relações e particularidades (Brasil, 2006). Assim, a caracterização espacial é uma abordagem fundamental para identificação dos fatores de risco individuais, sociais e ambientais que produzem, em conjunto, um ambiente ecologicamente adequado à ocorrência e distribuição de agravos de importante impacto à saúde pública e aos sistemas de saúde (Lee et al., 2021).

Assim, considerando a relevância epidemiológica da dengue no cenário mundial e nacional, a necessidade de racionalização e uso eficiente dos recursos destinados à saúde, com priorização de áreas de maior demanda, e a escassez de estudos atuais que utilizem o mapeamento geográfico como ferramenta para análise epidemiológica da doença no estado da Bahia, propôs-se este trabalho, com objetivo de analisar os índices de morbidade dos casos de dengue no estado, entre os anos de 2014 a 2023, utilizando as geotecnologias.

2 DESENVOLVIMENTO E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

2.1 METODOLOGIA

Desenvolveu-se uma pesquisa descritiva, quantitativa, de tipo epidemiológica ecológica espaço-temporal sobre as notificações de dengue na Bahia, Brasil, entre os anos de 2014 e 2023. O estado, que tem por capital o município de Salvador, possui uma extensão territorial de 564.760,429 km² e 14.136.417 habitantes, distribuídos em 417 municípios, resultando em uma densidade demográfica de 25,04 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2022). Seu IDH estimado em 0,691 é considerado médio, ocupando o 22º lugar entre os estados brasileiros e o sexto lugar entre os nove estados do nordeste (IBGE, 2021).

Como variáveis dependentes do estudo foram calculados os Coeficientes de Incidência (CI) anuais e seus valores médios por município, sexo, raça/cor e faixa etária. Os CIs foram calculados, por variável, através da razão entre as notificações dos casos prováveis de dengue, obtidas do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), e a população exposta, a cada 100 mil habitantes. Os dados demográficos anuais utilizados por município, sexo e faixa etária, entre 2014 e 2021, correspondem às estimativas preliminares elaboradas pelo Ministério da Saúde (2000-2021) com base nos Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para o ano de 2022 e para a distribuição da população por raça-cor, para a qual não constam projeções anuais, foram utilizados os quantitativos indicados pelo último Censo do IBGE, do ano de 2022.

Como variáveis independentes foram selecionados os indicadores socioeconômicos e ambientais por município: Densidade populacional, estimada pelo último censo do IBGE em 2022; Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) obtido na plataforma Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (com base no censo de 2010); % de Domicílios com: abastecimento de água por rede geral, com armazenamento de água de chuva, com instalação por rede geral de esgoto, com coleta de lixo por serviço de limpeza e com lixo jogado em terreno baldio, encosta ou área pública, estimados pelo Censo do IBGE em 2022; Cobertura (%) da Estratégia de Saúde da Família, obtida através do site e-Gestor Atenção Básica da Secretaria de Atenção Primária à Saúde (SAPS) para o ano de 2020 (última atualização disponível); % de cobertura vegetal natural com dados do projeto MapBiomas (2017)

disponibilizados na plataforma Atlas Brasil; e o Índice de Vulnerabilidade Social estimado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) através dos Censos de 2000 e 2010 do IBGE.

Os dados coletados foram tabulados em planilha do Excel, onde se procedeu os cálculos dos coeficientes de incidência além das porcentagens encontradas para a descrição do perfil epidemiológico. Foi utilizado o software QGIS Desktop 3.26.1 para confecção de mapas simples com os coeficientes anuais de incidência e os indicadores socioeconômicos, de saúde e ambientais. Já para a análise estatística foi utilizado o software Jamovi 2.2.5 (2021), sendo aplicado o teste de correlação de Spearman, com nível de significância de 5%, para avaliar a relação entre a incidência e os demais indicadores.

2.2 RESULTADOS

Entre 2014 e 2023 a Bahia registrou 418.254 casos prováveis de dengue, com maior pico epidêmico em 2019-2020 (151.641 casos – 36,3%). Nas notificações foram maioria indivíduos do sexo feminino (56,4%), pardos (50,3%), com idade entre 20 e 59 anos (60,1 %), residentes das macrorregiões Sul, Leste e Centro-leste (58,0%). Quanto ao período de ocorrência, os meses de março, abril e maio concentraram 49,8% dos casos, sendo maio o mês de maior incidência média, com 484,2 casos a cada 100 mil habitantes (Tabela 1).

Considerando o coeficiente de incidência anual médio no período, os maiores riscos de adoecimento apresentaram-se para o sexo feminino (309,5 casos/100 mil); para amarelos (1.805 casos/100 mil) e pardos (259,7 casos/100 mil); para as faixas-etárias de 15 a 19 anos (337,8 casos/100 mil), 20 a 39 anos (319,3 casos/100 mil) e 10 a 14 anos (312,0 casos/100 mil); e nas macrorregiões Sul (541,0 casos/100 mil) e Oeste (432,0 casos/100 mil) (Tabela 1). Os maiores coeficientes anuais foram observados em 2016, no município de Ibicarai (9.546,7 casos/100 mil), e em 2020, em Barra do Rocha (7.430,5 casos/100 mil), ambos pertencentes à macrorregião Sul.

Tabela 1. Casos prováveis (frequência absoluta e relativa) e Coeficiente de Incidência anual/médio (por 100 mil habitantes) da dengue na Bahia entre 2014 e 2023

REVISTA VERITATI

Variáveis	Casos		Coeficiente incidência anual/médio (/100 mil)
	n	%	
Sexo			
Feminino	235.976	56,4%	309,5
Masculino	181.233	43,3%	250,8
Em branco/Ignorado	1.045	0,2%	-
Raça/cor			
Branca	33.176	7,9%	119,6
Preta	25.729	6,2%	81,3
Amarela	2.891	0,7%	1.805,0
Parda	210.490	50,3%	259,7
Indígena	1.251	0,3%	149,5
Em branco/Ignorado	144.717	34,6%	-
Faixa etária			
0 a 4 anos	23.289	5,6%	226,7
5 a 9 anos	27.662	6,6%	263,2
10 a 14 anos	35.335	8,4%	312,0
15 a 19 anos	41.620	10,0%	337,8
20 a 39 anos	156.637	37,5%	319,3
40 a 59 anos	94.851	22,7%	267,3
60 a 69 anos	22.464	5,4%	220,4
70 a 79 anos	11.460	2,7%	198,1
80 anos e mais	4.737	1,1%	164,0
Em branco/Ignorado	201	0,0%	-
Macrorregião de Saúde			
Sul	86.752	20,7%	541,0

REVISTA VERITATI

Sudoeste	46.781	11,2%	266,9
Oeste	41.075	9,8%	432,0
Norte	23.437	5,6%	216,5
Nordeste	11.837	2,8%	139,9
Leste	79.826	19,1%	173,6
Extremo Sul	24.977	6,0%	302,8
Centro-Leste	76.079	18,2%	346,0
Centro-Norte	27.501	6,6%	344,7

Ano

2014	13.896	3,3%	95,4
2015	55.575	13,3%	379,9
2016	67.793	16,2%	461,5
2017	10.109	2,4%	68,5
2018	9.786	2,3%	66,1
2019	68.223	16,3%	458,7
2020	83.418	19,9%	558,7
2021	25.089	6,0%	167,1
2022	35.942	8,6%	524,2
2023	48.434	11,6%	342,5

Mês

Janeiro	25.219	6,0%	172,1
Fevereiro	51.257	12,3%	349,
Março	67.710	16,2%	462,0
Abril	69.829	16,7%	476,5
Maio	70.950	17,0%	484,2
Junho	42.284	10,1%	288,5
Julho	28.330	6,8%	193,3

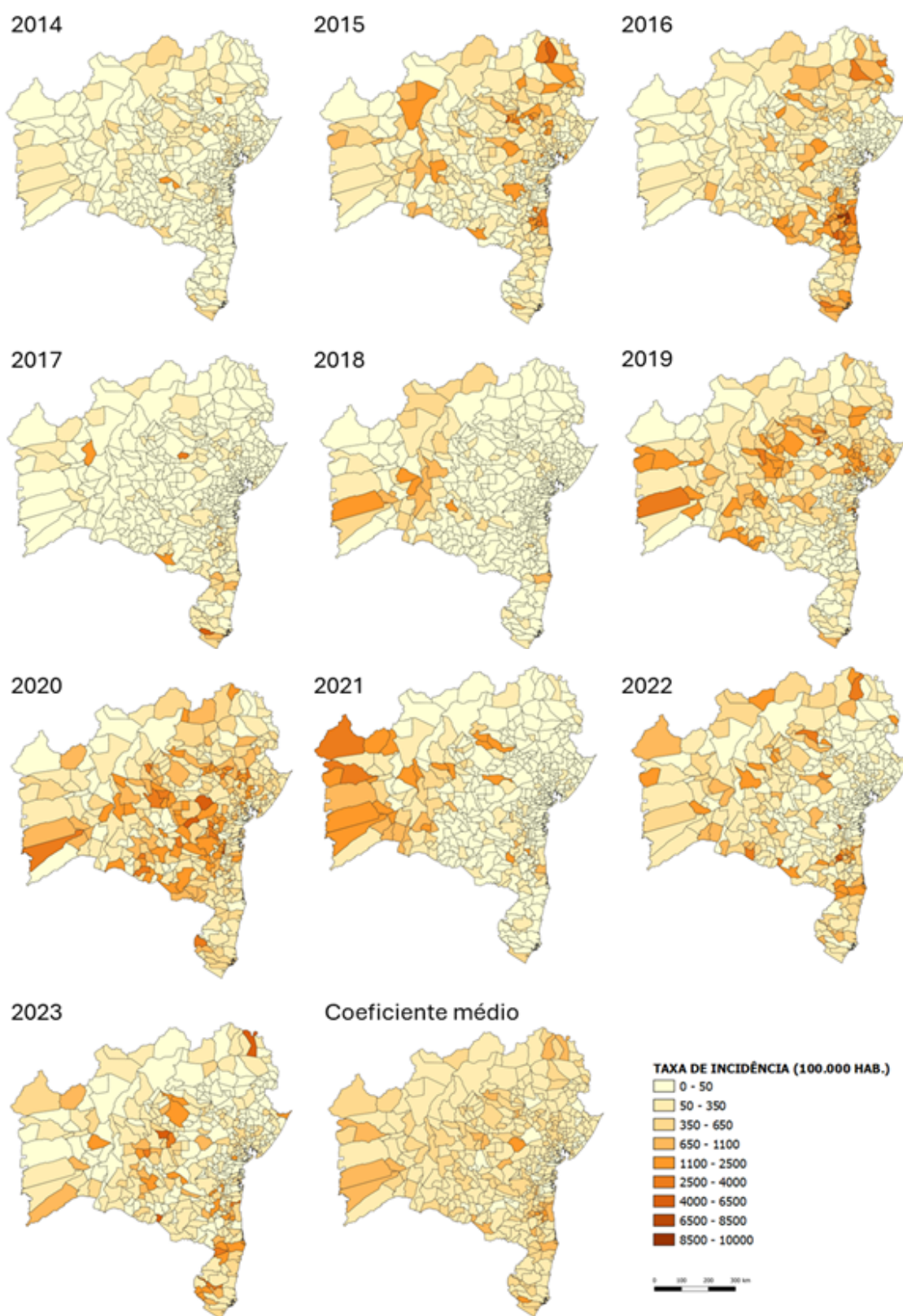
REVISTA VERITATI

Agosto	16.632	4,0%	113,5
Setembro	11.396	2,7%	77,8
Outubro	10.054	2,4%	68,6
Novembro	10.878	2,6%	74,2
Dezembro	13.727	3,3%	93,7

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Ministério da Saúde, Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)

Conforme demonstram os mapas da Figura 1, a distribuição da dengue é, no geral, bastante heterogênea entre os municípios baianos. No primeiro pico epidêmico do período (2015-2016) as macrorregiões a leste de estado apresentaram as maiores incidências, em especial a Sul, Centro-Norte, Centro-Leste e Sudoeste. No segundo pico (2019-2020) as maiores taxas se concentraram nas macrorregiões Centro-Norte, Centro-Leste, Oeste e Sudoeste. Em 2021 as taxas de incidência permanecem mais elevadas na macrorregião Oeste, apesar da visível queda nas demais. Nos dois últimos anos de análise (2022 e 2023) todas as macrorregiões, com exceção da Leste, apresentaram municípios com taxas moderadas a altas da doença.

Figura 1. Evolução temporal dos coeficientes de incidência da dengue na Bahia entre 2014 e 2023

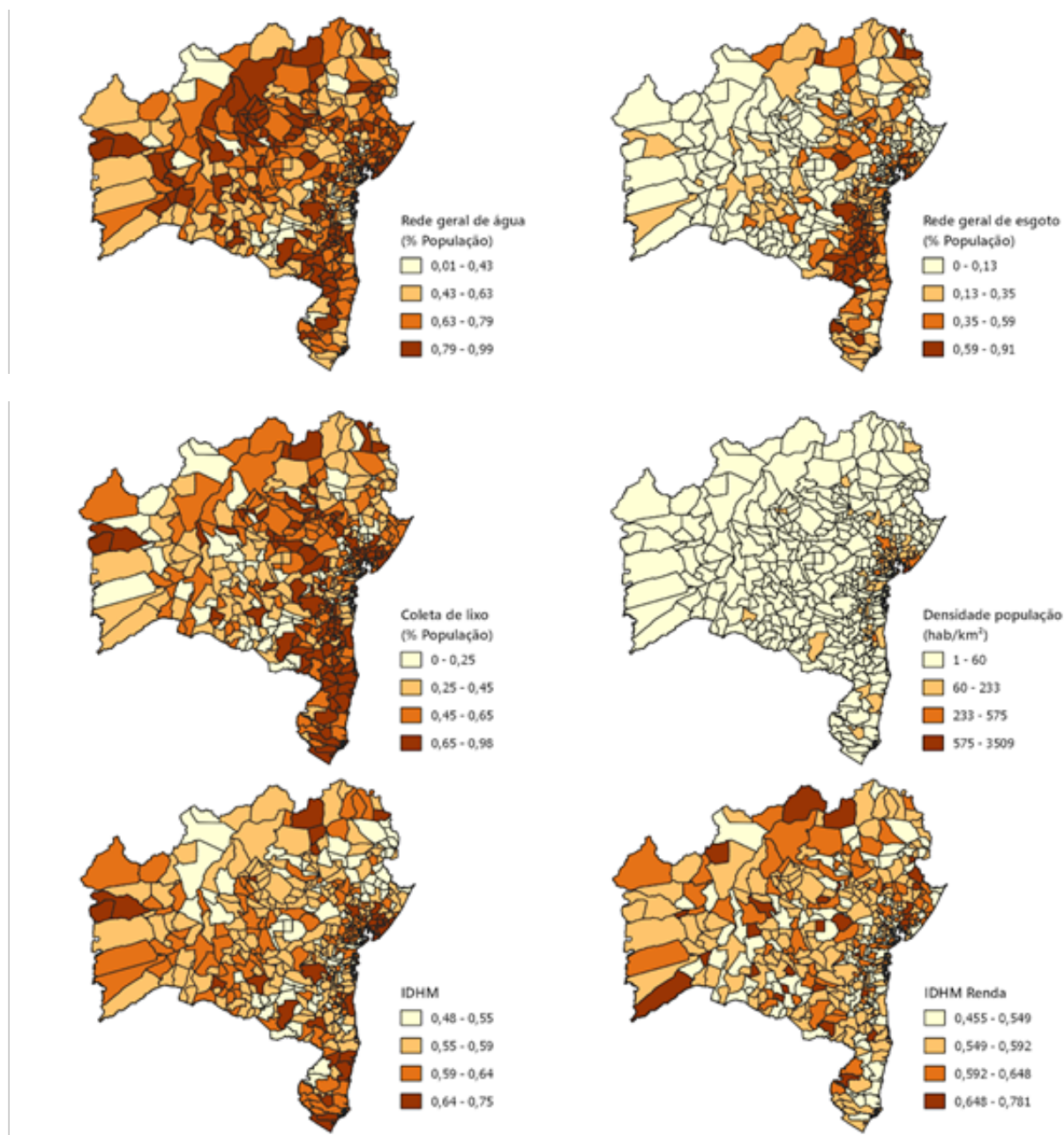
REVISTA VERITATI

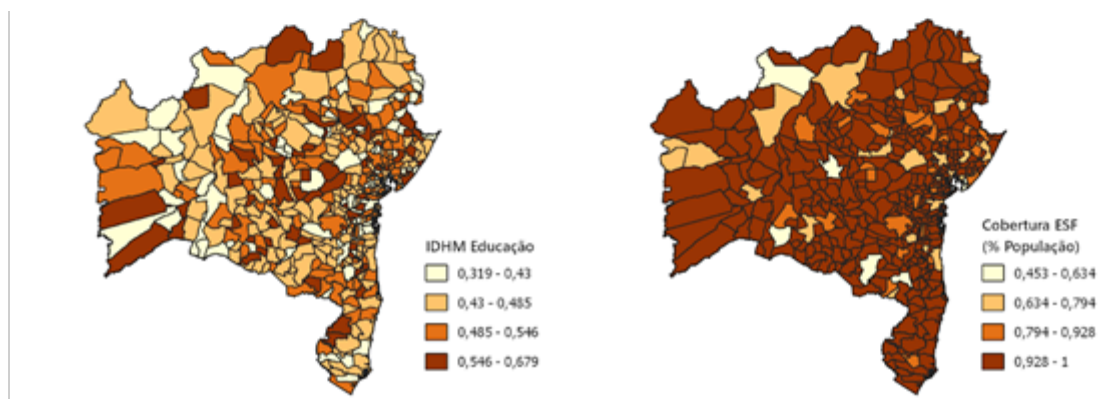
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Ministério da Saúde, Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)

REVISTA VERITATI

De acordo com os mapas dos indicadores socioeconômicos (Figura 2), as macrorregiões Leste, Sul e Extremo-Sul concentram municípios com melhores condições sanitárias, especialmente quando se compara o atendimento domiciliar por rede geral de esgoto. A macrorregião Leste também apresenta mais municípios com maior IDHM e de maiores densidades populacionais. Já a cobertura pela Estratégia de Saúde da Família se mostra alta por todo o território baiano, com municípios isolados entre as macrorregiões apresentando baixa cobertura.

Figura 2. Indicadores socioeconômicos e de saúde da Bahia





Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2010) e da SAPS (2020)

Apenas as correlações indicadas na Tabela 2 apresentaram significância estatística, todas elas com resultados considerados muito baixos, indicando fraca relação entre as variáveis escolhidas para o estudo e a incidência média de dengue para os municípios.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Spearman calculados para as relações entre os coeficientes de incidência médios da dengue (2013-2022) e os indicadores socioeconômicos, de saúde e ambientais dos municípios baianos

Indicadores	Correlação (Spearman)	
% Domicílios com armazenamento de água da chuva	<i>rho</i>	0,10
	p-valor	0,042
% Domicílios com rede geral de esgoto	<i>rho</i>	0,14
	p-valor	0,004
% Domicílios com coleta de lixo	<i>rho</i>	0,16
	p-valor	0,001
IDHM	<i>rho</i>	0,21
	p-valor	<0,001
Densidade populacional	<i>rho</i>	-0,10
	p-valor	0,05

Índice de Vulnerabilidade Social	<i>rho</i>	-0,14
	p-valor	0,005

Fonte: Elaboração própria

3 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Bahia registrou 418 mil casos de dengue entre 2014 e 2023, com distribuição heterogênea entre seus municípios. Foram maioria entre as notificações indivíduos do sexo feminino, pardos e adultos entre 20 e 59 anos, residentes das macrorregiões Sul, Leste e Centro-Leste. No estado, os meses de março a maio abrigam o maior volume de casos, sendo, portanto, os que demandam de maior atenção por parte da vigilância epidemiológica.

O estudo não apontou correlações consideráveis entre os indicadores socioeconômicos e a incidência de dengue para os municípios baianos. Tal fato pode estar associado à complexidade da dinâmica da doença, que é influenciada por múltiplos fatores. Assim, são necessários outros estudos que possam abordar diferentes determinantes ou ainda que utilizem testes estatísticos mais robustos para avaliar suas relações.

O padrão sazonal e a heterogeneidade de distribuição dos casos de dengue são fatores que ampliam os desafios aos gestores. No entanto, estudos como este podem subsidiar o planejamento das suas ações de prevenção e combate. Como limitações o estudo não avaliou relações com fatores climáticos/ambientais, que interferem diretamente na dinâmica da doença.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio recebido ao longo do desenvolvimento deste projeto.

REVISTA VERITATI**REFERÊNCIAS**

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Anvisa aprova nova vacina contra a dengue*. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2023/anvisa-aprova-nova-vacina-para-a-dengue>. Acesso em: 30 jan. 2024.

BAHIA. Secretaria da Saúde. *Alerta epidemiológico N° 01/2020 – DIVEP/SUVISA/SESAB*. Bahia, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Ministério da Saúde anuncia estratégia de vacinação contra a dengue*. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/janeiro/ministerio-da-saude-anuncia-estrategia-de-vacinacao-contra-a-dengue>. Acesso em: 23 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde; Fundação Oswaldo Cruz. *Abordagens espaciais na saúde pública* / Simone M. Santos, Christovam Barcellos (orgs.). Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

DINIZ, Patricia Placoná. *Vigilância entomológica de vetores de arbovírus na cidade de São Paulo: análise espaço temporal de criadouros, de acordo com fatores sazonais e socioeconômicos, no período de 2012 a 2016*. 2018. Tese (Doutorado em Epidemiologia) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.6.2018.tde-10072018-122912. Acesso em: 1 jun. 2023.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. *Estudo da Fiocruz Bahia indica que bueiros são focos de Aedes*. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-da-fiocruz-bahia-indica-que-bueiros-sao-focos-de-aedes>. Acesso em: 29 set. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades e Estados*. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba.html>. Acesso em: 16 set. 2023.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Índice de Desenvolvimento Humano*. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pesquisa/37/0?localidade1=26&localidade2=23>. Acesso em: 29 nov. 2023.

ISLAM, M. A. et al. *Correlation of Dengue and Meteorological Factors in Bangladesh: A Public Health Concern*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, p. 5152, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065152>.

LEE, Gwentyth O. et al. *A dengue outbreak in a rural community in Northern Coastal Ecuador: an analysis using unmanned aerial vehicle mapping*. *Plos Neglected Tropical Diseases*, v. 15, n. 9, p. 1–18, 27 set. 2021. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0009679>.

NEVES, David Pereira. *Parasitologia humana*. 13. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2016.

REVISTA VERITATI

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. *OMS lança plano de 10 anos para acabar com sofrimento causado por doenças tropicais negligenciadas*. Washington, DC: OPAS, 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/29-1-2021-oms-lanca-plano-10-anos-para-acabar-com-sofrimento-causado-por-doencas-tropicais>. Acesso em: 16 set. 2023.

_____.; OMS. Organização Pan-Americana da Saúde / Organização Mundial da Saúde. *Alerta epidemiológico: circulação sustentada da dengue na Região das Américas*. Washington, DC: OPAS/OMS, 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/alerta-epidemiologico-circulacao-sustentada-da-dengue-na-regiao-das-americas-5-dezembro>. Acesso em: 24 jan. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Dengue: guías de atención para enfermos en la región de las Américas*. La Paz, 2015.

REY, Luís. *Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nos trópicos ocidentais*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 4. ed., 2018. p. 741–743.

SILVA, Edson. *Reprodução do Aedes aegypti em fossas de esgotamento sanitário no bairro dos Pioneiros, zona urbana de Pimenta Bueno – Rondônia, Amazônia Ocidental*. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

WHO. World Health Organization. *Dengue – Global situation*. Genebra, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON498>. Acesso em: 30 jan. 2024.