



## **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS DOENÇAS POR VEICULAÇÃO HÍDRICA NO ESTADO DA BAHIA: ABORDAGEM TÊMPORO- ESPACIAL**

João Gabriel de Moraes Pinheiro <sup>1</sup>

André Luiz Nascentes Coelho <sup>2</sup>

Marcone Henrique de Freitas <sup>3</sup>

### **RESUMO**

As doenças de veiculação hídrica configuram-se como enfermidades negligenciadas e representam um relevante problema de saúde pública. Sua disseminação está associada ao acesso à água de baixa qualidade, contaminada por microrganismos patogênicos, bem como a condições precárias de saneamento básico, afetando, principalmente, populações em situação de vulnerabilidade social, econômica e ambiental. Dessa forma, o objetivo do presente estudo é analisar a distribuição espacial das internações por doenças de veiculação hídrica nas vinte e oito regiões de saúde que compõem o estado da Bahia, no período de 2010 a 2023. Trata-se de um estudo exploratório e descritivo, de caráter ecológico, que utilizou dados oriundos do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) para a obtenção das internações por doenças de veiculação hídrica, cálculo dos coeficientes e posterior integração em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para análise espacial. Os dados evidenciaram que a principal causa de internação no período de 2013 a 2023 foi a diarreia de origem infecciosa presumível, acometendo predominantemente pessoas do sexo feminino e crianças de 0 a 5 anos de idade. Com base nos coeficientes calculados, constatou-se uma tendência de redução nas internações entre os anos de 2013 e 2023. A região de Jequié, composta por 26 municípios, destacou-se com o maior número de notificações de internações no período analisado. Dessa forma, a disseminação das doenças de veiculação hídrica, além de refletir a carência de investimentos em saneamento básico, configura-se como um problema de saúde pública negligenciado, estreitamente relacionado a condições sociais e econômicas adversas.

**Palavras-chave:** Epidemiologia, Geografia da Saúde, Doenças Infecciosas, Saneamento Básico, Geoprocessamento.

### **ABSTRACT**

Waterborne diseases are considered neglected illnesses and represent a significant public health issue. Their spread is associated with access to poor-quality water contaminated with pathogenic microorganisms, as well as precarious sanitation conditions, primarily affecting populations in situations of social, economic, and environmental vulnerability. Thus, the objective of this study is to analyze the spatial distribution of hospitalizations due to waterborne diseases in the twenty-eight health regions that comprise the state of Bahia, Brazil, from 2010 to 2023. This is an exploratory and descriptive ecological study, which utilized data from the

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, [jgmpinheiro.bge@gmail.com](mailto:jgmpinheiro.bge@gmail.com);

<sup>2</sup> Doutor pelo Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense – UFF, Professor Associado da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, [alnc.ufes@gmail.com](mailto:alnc.ufes@gmail.com).

<sup>3</sup> Mestre e doutorando pelo curso de Curso de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, [marcone.h.freitas@gmail.com](mailto:marcone.h.freitas@gmail.com).



Hospital Information System (SIH) to obtain hospitalization records for waterborne diseases, calculate morbidity coefficients, and integrate them into a Geographic Information System (GIS) environment for spatial analysis. The analysis revealed that the main cause of hospitalization from 2013 to 2023 was diarrhea of presumed infectious origin, predominantly affecting females and children aged 0 to 5 years. Based on the calculated coefficients, a decreasing trend in hospitalizations was observed between 2013 and 2023. The health region of Jequié, composed of 26 municipalities, stood out with the highest number of hospitalization notifications during the analyzed period. Therefore, the spread of waterborne diseases, in addition to reflecting the lack of investment in basic sanitation, constitutes a neglected public health problem closely linked to adverse social and economic conditions.

**Keywords:** Epidemiology, Health Geography, Infectious Diseases, Basic Sanitation, Geoprocessing.

## RÉSUMÉ

Les maladies hydriques sont considérées comme des maladies négligées et représentent un problème majeur de santé publique. Leur propagation est liée à l'accès à une eau de mauvaise qualité, contaminée par des micro-organismes pathogènes, ainsi qu'à des conditions précaires d'assainissement de base, affectant principalement les populations en situation de vulnérabilité sociale, économique et environnementale. Ainsi, l'objectif de la présente étude est d'analyser la distribution spatiale des hospitalisations dues aux maladies hydriques dans les vingt-huit régions de santé de l'État de Bahia, au Brésil, sur la période allant de 2010 à 2023. Il s'agit d'une étude exploratoire et descriptive, de nature écologique, qui a utilisé les données du Système d'information hospitalier (SIH) pour obtenir les enregistrements d'hospitalisation liés aux maladies hydriques, calculer les coefficients de morbidité, et les intégrer ensuite dans un environnement de Système d'information géographique (SIG) pour l'analyse spatiale. L'analyse a révélé que la principale cause d'hospitalisation entre 2013 et 2023 était la diarrhée d'origine infectieuse présumée, touchant principalement les femmes et les enfants âgés de 0 à 5 ans. Sur la base des coefficients calculés, une tendance à la baisse des hospitalisations a été observée entre 2013 et 2023. La région de santé de Jequié, composée de 26 municipalités, s'est distinguée par le plus grand nombre de notifications d'hospitalisations pendant la période analysée. Ainsi, la propagation des maladies hydriques, en plus de refléter le manque d'investissements dans l'assainissement de base, constitue un problème de santé publique négligé, étroitement lié à des conditions sociales et économiques défavorables.

**Mots-clés :** Épidémiologie, Géographie de la santé, Maladies infectieuses, Assainissement de base, Géotraitement.



## INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o saneamento básico é entendido como o controle de todos os fatores físicos que o ser humano exerce ou que podem exercer efeitos deletérios à saúde individual e coletiva, no que tange ao seu bem-estar físico, mental e social (WHO, 2024). Segundo dados da OMS, mais de 1,5 bilhão de pessoas ainda não dispõem dos serviços de saneamento básico. Além disso, em 2020, 44% das águas brutas de origem doméstica, em âmbito mundial, foram descartadas no meio ambiente sem tratamento adequado e seguro (WHO, 2023). Em 2012, a OMS calculou que, para cada US\$ 1,00 investido em saneamento básico, houve um retorno de US\$ 5,50 em custos de saúde mais baixos, bem como promoção da produtividade e diminuição de óbitos precoces (WHO, 2012).

O saneamento básico é sustentado por quatro pilares essenciais, a saber: i) abastecimento de água potável; ii) promoção do esgotamento sanitário; iii) manejo de resíduos sólidos e limpeza de áreas urbanas; e iv) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Esses quatro pilares são preconizados na Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que estabelece o marco legal do saneamento básico, bem como as diretrizes para o cumprimento da Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 2020). Embora os quatro pilares constituam a base do saneamento, comumente o saneamento é visto como a promoção dos serviços de água potável e de coleta e tratamento dos esgotos domésticos, o que lhe confere e justifica o termo “básico” (Ferreira; Garcia, 2017).

A água e os recursos hídricos são essenciais para os seres vivos realizarem suas atividades metabólicas e para a regulação dos ciclos biogeoquímicos. À medida que a população mundial cresce, bem como as atividades econômicas baseadas na exploração dos recursos naturais, a demanda por água doce também aumenta. Todavia, a água é distribuída de maneira desproporcional no mundo, tanto por fatores físicos quanto geopolíticos. Dessa forma, a água, enquanto recurso essencial, influencia fortemente a saúde pública e o padrão de vida (Kiliç, 2020). A qualidade e integridade da água vêm sendo cada vez mais degradadas devido à poluição, resultante da urbanização desprovida de planejamento, do desperdício de água, da industrialização excessiva, do lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais, do uso descontrolado de pesticidas agrícolas e da degradação da cobertura vegetal original (Young *et al.*, 2021).

Outrossim, um dos efeitos deletérios da água potável não tratada é a transmissão das doenças de veiculação hídrica. Esse conjunto de doenças infecciosas e parasitárias configura-se como uma das principais causas de morbidade e mortalidade. A água potável limpa é de



extrema importância para a saúde individual e coletiva, desempenhando um papel fundamental na sobrevivência de populações situadas nos extremos etários: bebês, crianças e idosos (Forstinus *et al.*, 2016). Os mananciais superficiais poluídos podem conter uma variedade de microrganismos patogênicos, como vírus, bactérias e protozoários. Esses patógenos de origem fecal podem ser oriundos de fontes pontuais de poluição, como Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e áreas de criação de animais, assim como de fontes difusas de poluição, como escoamento urbano, sistemas de esgoto degradados e fezes de animais domésticos e selvagens (Akpór *et al.*, 2014).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é analisar a distribuição espacial das internações por doenças de veiculação hídrica nas vinte e oito regiões de saúde que compõem o estado da Bahia, no período de 2010 a 2023, bem como aplicar ferramentas de geoprocessamento em Sistemas de Informação Geográfica para espacializar o comportamento dos coeficientes de internação. Além disso, objetiva-se também estabelecer relações espaciais e temporais das doenças de veiculação hídrica nessas diferentes regiões do estado. Por conseguinte, este trabalho justifica-se pela necessidade de compreender a tendência desse grupo de doenças, consideradas negligenciadas e que estão relacionadas ao saneamento básico, à economia e ao modo de vida em um estado heterogêneo como a Bahia.

## **METODOLOGIA**

### **Características da área de estudo e população**

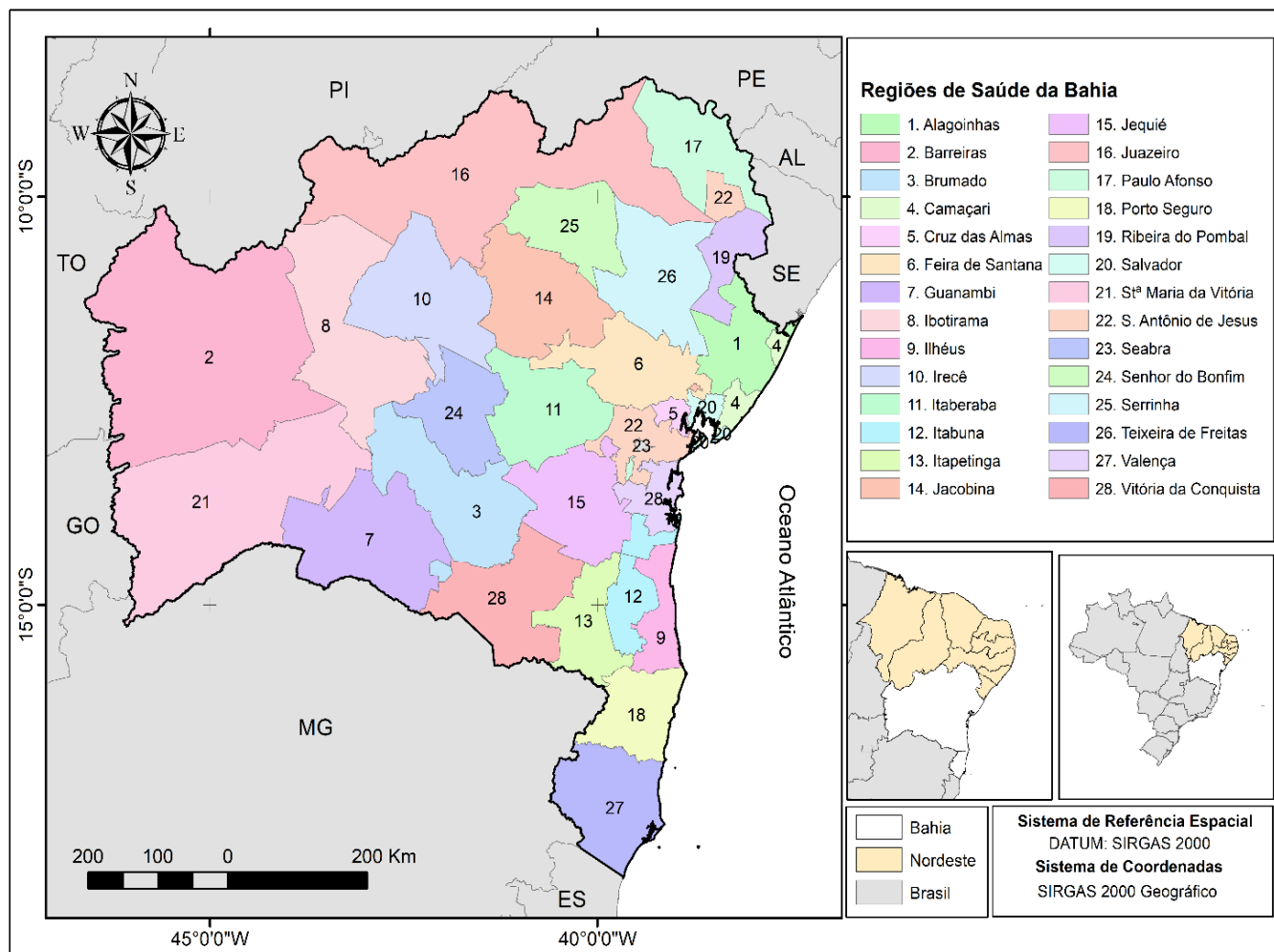
O estado da Bahia é um dos nove estados que compõem a região Nordeste do Brasil. Tendo como capital o município de Salvador, o estado é formado por 417 municípios, distribuídos em dez regiões geográficas intermediárias classificadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo elas: Salvador, Santo Antônio de Jesus, Ilhéus-Itabuna, Vitória da Conquista, Guanambi, Barreiras, Irecê, Juazeiro, Paulo Afonso e Feira de Santana (IBGE, 2017). Para este estudo, foram escolhidas as vinte e oito regiões de saúde que compõem o estado da Bahia (Figura 1). As regiões de saúde da Bahia foram criadas por meio do Decreto nº 7.508, de 28 de junho de 2011, que extinguiu as macrorregiões e microrregiões de saúde (BRASIL, 2011).

Posteriormente, com a Lei nº 13.204, de 11 de dezembro de 2014, foram criados os Núcleos Regionais de Saúde (NRS), que levam o nome do município-sede de cada região de saúde. Com a criação dessa regionalização da saúde no estado da Bahia, tornou-se possível acompanhar as atividades de vigilância sanitária, bem como o monitoramento da prestação de serviços de saúde, promovendo a gestão integrada da saúde junto aos municípios (BAHIA,

2014). Segundo o censo demográfico realizado pelo IBGE no ano de 2022, as 28 regiões de saúde da Bahia, representando a totalidade da população, possuem 14.141.626 habitantes (Quadro 1).

No que concerne aos aspectos naturais, o estado da Bahia é formado por três biomas: Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, sendo considerado um dos estados do Brasil com maior megabiodiversidade. Estão agregados aos seus limites o oceano Atlântico e diversas regiões e conjuntos de ecossistemas que possuem grande riqueza biológica em âmbito nacional e mundial (Dutra et al., 2012).

Figura 1. Localização das Regiões de Saúde do estado da Bahia



Fonte: elaborado pelos autores (2025).



Quadro 1. Quantitativo populacional em 2022, por Regiões de Saúde, Bahia

| <b>Regiões de Saúde</b> | <b>Nº de Municípios</b> | <b>Habitantes</b> |
|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Alagoinhas              | 18                      | 556.410           |
| Barreiras               | 15                      | 465.510           |
| Brumado                 | 21                      | 422.910           |
| Camaçari                | 6                       | 626.687           |
| Cruz das Almas          | 9                       | 274.217           |
| Feira de Santana        | 28                      | 1.184.358         |
| Guanambi                | 22                      | 477.796           |
| Ibotirama               | 9                       | 202.060           |
| Ilhéus                  | 8                       | 320.554           |
| Irecê                   | 19                      | 427.948           |
| Itaberaba               | 14                      | 261.729           |
| Itabuna                 | 22                      | 532.999           |
| Itapetinga              | 12                      | 257.350           |
| Jacobina                | 19                      | 407.178           |
| Jequié                  | 26                      | 516.876           |
| Juazeiro                | 10                      | 547.832           |
| Paulo Afonso            | 9                       | 260.787           |
| Porto Seguro            | 8                       | 388.876           |
| Ribeira do Pombal       | 15                      | 334.563           |
| Salvador                | 10                      | 3.489.230         |
| Santa Maria da Vitória  | 12                      | 307.451           |
| Santo Antônio de Jesus  | 22                      | 472.891           |
| Seabra                  | 11                      | 191.045           |
| Senhor do Bonfim        | 9                       | 308.471           |
| Serrinha                | 19                      | 652.856           |
| Teixeira de Freitas     | 13                      | 464.163           |
| Valença                 | 12                      | 321.415           |
| Vitória da Conquista    | 19                      | 670.285           |

Fonte: elaborado pelos autores com base no IBGE (2022).

### **Coleta, organização e análise dos dados**

Para a análise e espacialização das doenças de veiculação hídrica, foram coletados os dados de internação hospitalar notificados no Sistema de Internação Hospitalar (SIH) do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Os dados oriundos do SIH são dados secundários de internação hospitalar, de acesso instantâneo, gratuitos e disponibilizados de forma online no site: <https://datasus.saude.gov.br/> (DATASUS, 2022).

As doenças de veiculação hídrica foram selecionadas segundo o Capítulo I – Algumas Doenças Infecciosas e Parasitárias – da 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10). Este capítulo da CID-10 é composto por vinte e dois blocos de doenças, que, somados, contemplam entre 500 a 600 subcategorias distintas. As doenças de veiculação hídrica selecionadas pertencem a cinco blocos específicos, a saber:

- i) A00–A09: Certas doenças infecciosas intestinais;



- ii) A30–A49: Outras doenças bacterianas;
- iii) A90–A99: Arboviroses e febres hemorrágicas virais;
- iv) B50–B64: Protozooses; e
- v) B65–B83: Helmintíases.

As doenças selecionadas, bem como os seus respectivos códigos da CID, estão representadas no Quadro 2.

Quadro 2. Doenças de veiculação hídrica disponíveis no DATASUS

| Doenças de Veiculação Hídrica                                          | Código CID - 10    |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Cólera                                                                 | A00                |
| Febre tifóide e paratifóide                                            | A01                |
| Amebíase                                                               | A06                |
| Diarreia de gastroenterite de origem infecciosa e presumível           | A09                |
| Difteria                                                               | A36                |
| Leptospirose icterohemorrágica                                         | A27.0              |
| Outras formas de leptospirose                                          | A27.8              |
| Leptospirose não especificada                                          | A27.9              |
| Febre amarela                                                          | A95                |
| Outras febre por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus             | A90-A94<br>A96-A99 |
| Dengue [dengue clássico]                                               | A90                |
| Febre hemorrágica devida ao vírus da dengue                            | A91                |
| Restante de outras febre por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus | A92-A94<br>A96-A99 |
| Malária                                                                | B50                |
| Malária por <i>Plasmodium falciparum</i>                               | B51                |
| Malária por <i>Plasmodium vivax</i>                                    | B52                |
| Malária por <i>Plasmodium malariae</i>                                 | B53                |
| Outras formas de malária confirmadas por exames parasitológicos        | B54                |
| Malária não especificada                                               | B55                |
| Esquistossomose                                                        | B65                |

DATASUS: Departamento de Informática do SUS.

SIH: Sistema de Informações Hospitalares.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A coleta de dados no SIH consistiu na seleção de variáveis que compõem as linhas e colunas do tabulador genérico. O primeiro critério de seleção foram os dados de internação por local de residência, haja vista que o objetivo é analisar as internações por doenças de veiculação hídrica na população residente das regiões de saúde analisadas. As demais variáveis



selecionadas foram: i) o estado da Bahia como abrangência geográfica; ii) região de saúde; iii) sexo; iv) faixa etária; v) período (2013 a 2023); e vi) doenças de veiculação hídrica.

Uma vez coletados os dados, estes foram organizados em planilhas de acordo com as combinações das variáveis selecionadas. Visando comparar a tendência e a distribuição espacial das doenças de veiculação hídrica em diferentes regiões e no intervalo temporal de 2010 a 2023, utilizou-se o Coeficiente de Morbidade Hospitalar por veiculação hídrica, representado pela seguinte fórmula:

$$Y = \frac{A}{B} 100.000$$

Sendo,

Y: coeficiente de morbidade hospitalar

A: frequência absoluta de internações entre a população residente nas regiões de saúde e ano específico;

B: frequência absoluta da população residente nas regiões de saúde e ano de interesse.

Ao serem calculados, os coeficientes foram organizados em uma planilha na qual cada valor foi atribuído à sua respectiva região de saúde. A planilha, em formato .csv, serviu como input no software Quantum GIS (QGIS), versão 3.38.3, no qual a base de dados contendo os coeficientes foi integrada ao arquivo vetorial do tipo shapefile, sendo unidos os atributos dos polígonos das regiões de saúde com a base de dados. Esse processo teve como produto a elaboração de mapas coropléticos, nos quais foi espacializada a tendência de internações por doenças de veiculação hídrica ao longo do tempo.

O mapa coroplético é um tipo de mapa agregado, no qual cada unidade de agregação pode variar, podendo ser, por exemplo, os limites territoriais (como as regiões de saúde). Cada unidade do mapa e a escala de representação escolhida possuem uma série de determinantes condicionantes que são inerentes àquela escala. Além disso, há uma homogeneização dos dados e uma heterogeneidade de situações que cresce de forma inversamente proporcional à escala cartográfica (Catão, 2020).

## REFERENCIAL TEÓRICO

As doenças transmitidas pela água abrangem enfermidades que são resultado tanto da exposição direta quanto indireta à água, seja por meio da ingestão hídrica ou pela exposição da pele durante o banho ou o uso da água para fins de balneabilidade, como o uso recreativo. Nesse



escopo, são contempladas as doenças provocadas por patógenos presentes na água e por substâncias tóxicas. Uma definição em amplo espectro inclui doenças relacionadas à escassez de água, contaminação da água durante eventos climáticos extremos, como secas e inundações, bem como doenças transmitidas por vetores que possuem parte do seu ciclo de desenvolvimento em meio aquoso (Forstinus *et al.*, 2016).

De maneira geral, as doenças de veiculação hídrica podem ser transmitidas por quatro vias principais: via hídrica direta, via hídrica por escassez de água, via por organismos aquáticos e via por vetor aquático (Stanwell-Smith, 2010). Por conseguinte, as doenças de veiculação hídrica estão correlacionadas com as mudanças climáticas. Eventos climáticos extremos, como as inundações, seguem a tendência de aumento constante no Brasil e no mundo. As mudanças observadas nesses extremos refletem a influência das mudanças climáticas antropogênicas, além da variabilidade climática natural, com alterações na exposição e vulnerabilidade influenciadas por fatores tanto climáticos quanto não climáticos (Funari *et al.*, 2012).

Chuvvas intensas e frequentes, e consequentemente inundações severas, causam maiores concentrações de patógenos nas águas naturais, o que, sem dúvida, reflete na piora da qualidade da água potável e para banho. As chuvas intensas, como resultado de eventos climáticos extremos, podem provocar o transbordamento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), escoamento de dejetos animais e a remobilização e redistribuição de sedimentos contaminados (Menne, 2011). Como a disseminação de patógenos depende da hidrodinâmica dos corpos hídricos superficiais, as inundações e precipitações intensas acabam acelerando o fluxo de água contaminada por patógenos, reduzindo a eficácia da inativação natural desses organismos pela radiação ultravioleta (UV) e pela temperatura (Boxall *et al.*, 2010).

O acesso aos elementos essenciais à vida, como a água, é determinado pelo tipo de atividade socioeconômica. Dessa forma, os tipos de atividades econômicas desenvolvidas por uma população também determinam seu nível de pobreza e renda. Nesse sentido, a pobreza e a renda são questões centrais para explicar a causa das doenças de veiculação hídrica, uma vez que ambos determinam o acesso aos elementos centrais da vida (Akanbi, 2016).

A regionalização do espaço, com o objetivo de entender a distribuição espacial das doenças de veiculação hídrica, é um instrumento que promove o planejamento e práticas em saúde que visem o bem-estar e a saúde das populações. Do ponto de vista sanitário e epidemiológico, a região é entendida como um recorte do território administrativo-sanitário que permite a integração daquilo que, supostamente, a descentralização teria fragmentado, delineando para a população um espaço sanitário de serviços, sendo constituído pelas Redes de



Atenção à Saúde (RAS), munidas de inteligência sanitária que permita às populações o acesso ao itinerário terapêutico adequado (Santos, 2017).

No Decreto nº 7.508, de 2011, no artigo 2º, inciso II, a região de saúde é definida como:

espaço geográfico contínuo constituído por agrupamentos de Municípios limítrofes, delimitado a partir de identidades culturais, econômicas e sociais e de redes de comunicação e infraestrutura de transportes compartilhados, com a finalidade de integrar a organização e o planejamento de ações e serviços de saúde (BRASIL, 2011)

O conceito de região para a saúde assemelha-se à noção de região na geografia. Segundo Haesbaert (2019), região é uma das noções mais tradicionais e difundidas na ciência geográfica, remontando às origens do pensamento geográfico. Dessa forma, pode ser compreendida como uma porção do espaço geográfico delimitada por critérios de ordem natural, cultural, social, econômica e política. Assim, a região é uma construção tanto prática quanto teórica, que pode assumir diversos significados conforme o contexto — seja como categoria da prática, categoria analítica ou categoria normativa.

A divisão do espaço geográfico em regiões — neste caso, as regiões de saúde — configura-se como um instrumento de gestão para o acompanhamento da situação de saúde das populações. As doenças de veiculação hídrica são consideradas doenças negligenciadas, principalmente devido à ausência de promoção do saneamento básico e às condições de pobreza e baixa renda.

Uma das ferramentas que subsidiam o processo de análise do comportamento saúde-doença das populações é o geoprocessamento. Trata-se de uma área que engloba os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), o sensoriamento remoto, a estatística e técnicas de análise espacial (Chiaravalloti-Neto, 2017). As ferramentas de geoprocessamento têm sido amplamente aplicadas no estudo da difusão de doenças e agravos no espaço, ou seja, na avaliação de como essas enfermidades se propagam ao longo do tempo e do espaço, bem como na identificação dos determinantes que favorecem essa disseminação (Nardi *et al.*, 2013).

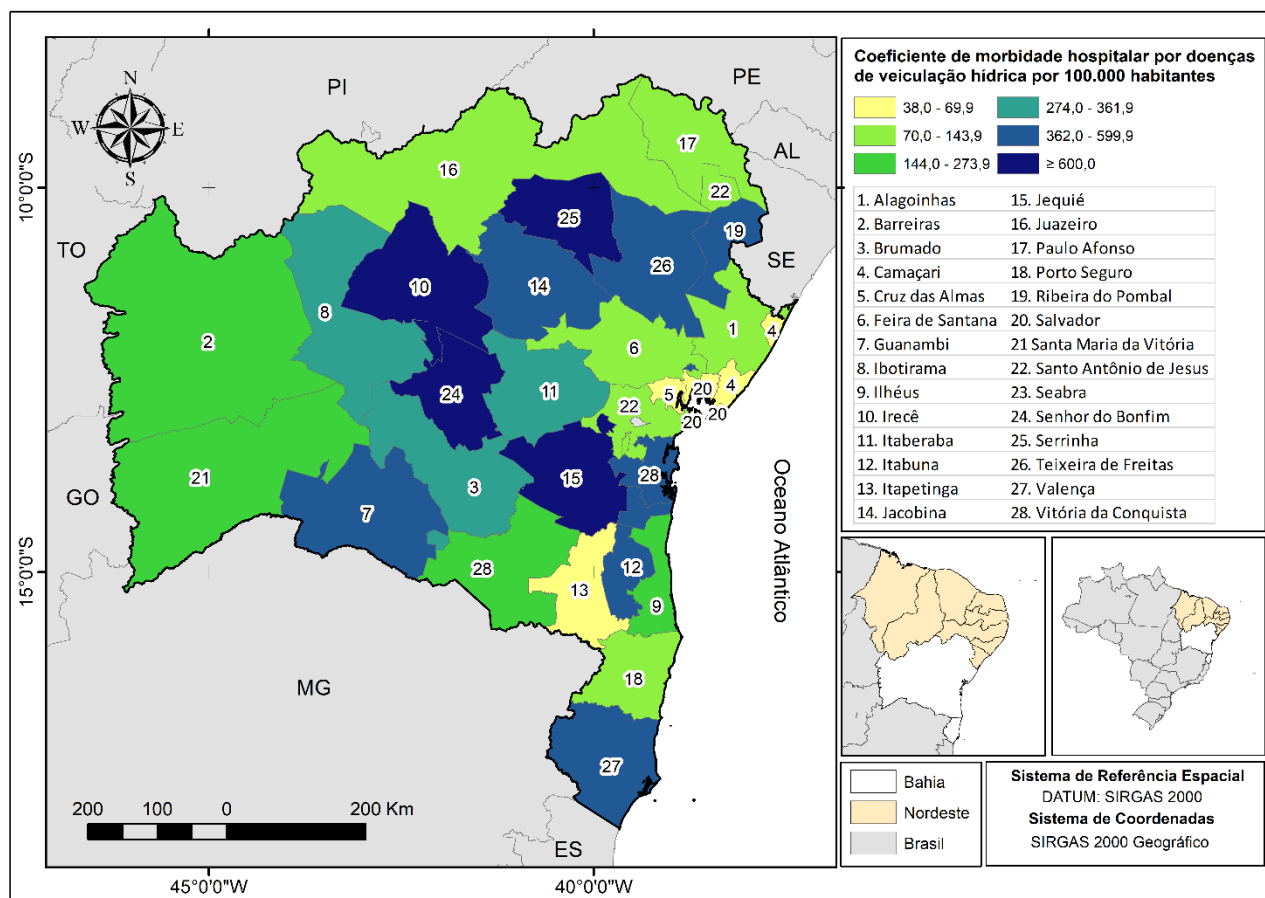
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Entre o período de 2013 a 2023, os coeficientes de morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica variaram de 38,0–69,9 até valores iguais ou superiores a 600,0 internações por 100.000 habitantes, nas vinte e oito regiões de saúde do estado da Bahia. A partir da análise dos dados, constatou-se uma tendência geral de redução dos coeficientes de morbidade hospitalar por essas doenças entre as populações das regiões de saúde baianas.

Entre 2010 e 2023, destacaram-se vinte e cinco regiões com tendência de redução nos coeficientes de morbidade hospitalar: Alagoinhas, Barreiras, Brumado, Feira de Santana, Guanambi, Ibotirama, Ilhéus, Irecê, Itaberaba, Itabuna, Itapetinga, Jacobina, Jequié, Juazeiro, Paulo Afonso, Porto Seguro, Ribeira do Pombal, Santa Maria da Vitória, Santo Antônio de Jesus, Seabra, Senhor do Bonfim, Serrinha, Teixeira de Freitas, Valença e Vitória da Conquista.

Por outro lado, três regiões apresentaram tendência de aumento nos coeficientes: Camaçari, Cruz das Almas e Salvador. Em 2013, os coeficientes oscilaram entre a faixa de 38,0 a 69,9 internações por 100.000 habitantes (nas regiões de Camaçari, Cruz das Almas e Salvador) até a classe superior a 600,0 internações por 100.000 habitantes (Irecê, Itapetinga, Jacobina, Jequié, Seabra e Senhor do Bonfim). Das 28 regiões de saúde analisadas, o intervalo de coeficiente mais frequente foi o situado entre 362,0 a 599,9 internações por 100.000 habitantes ( $n = 7$ ) (Figura 2).

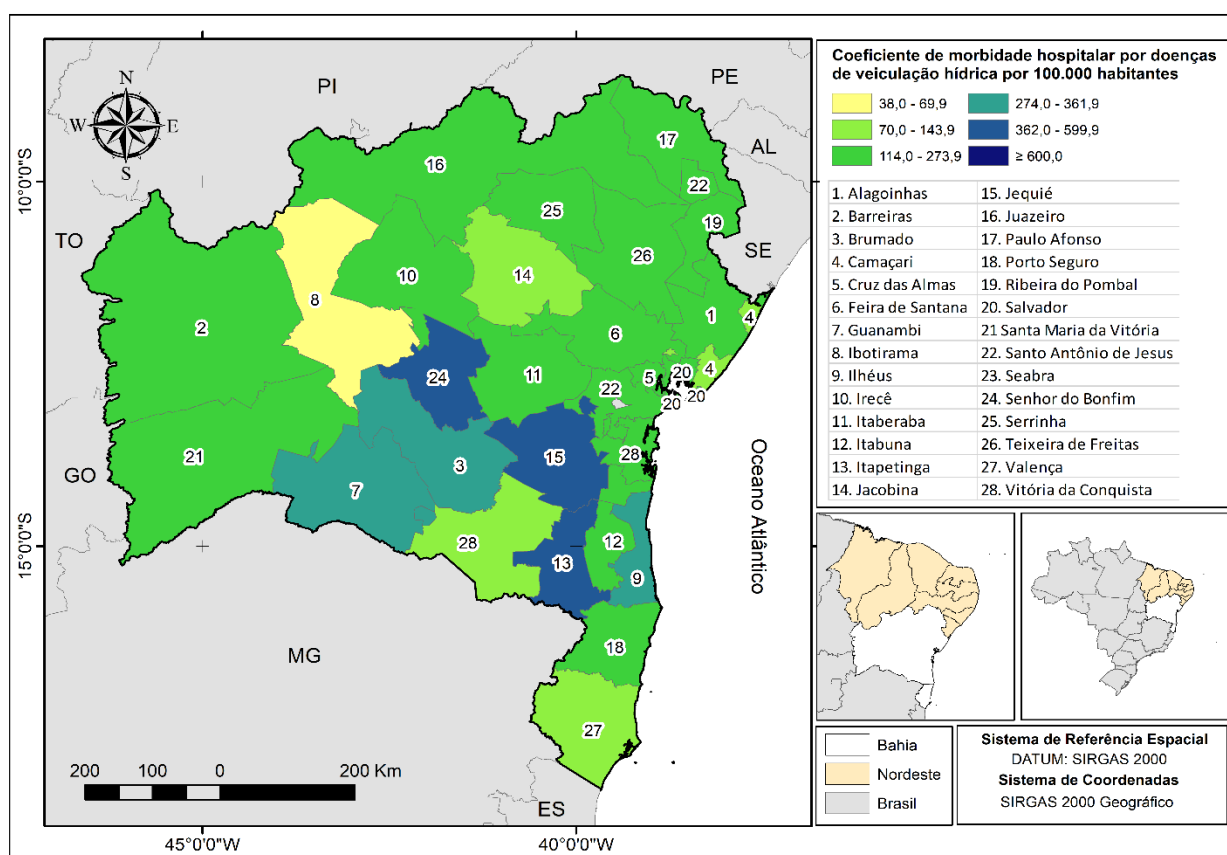
Figura 2. Distribuição espacial dos coeficientes de morbidade hospitalar nas Regiões de Saúde do Estado da Bahia em 2013



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em 2023, os coeficientes de morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica variaram desde a faixa de 38,0 a 69,9 internações por 100.000 habitantes (nas regiões de Camaçari, Ibotirama, Jacobina, Paulo Afonso, Teixeira de Freitas e Vitória da Conquista) até a classe superior a 273,9 internações por 100.000 habitantes (abrangendo as regiões de Brumado, Guanambi, Ilhéus, Irecê, Itapetinga, Jequié, Porto Seguro, Ribeira do Pombal, Seabra e Valença). Das 28 regiões de saúde analisadas, o intervalo de coeficiente mais frequente foi o situado entre 70,0 a 143,9 internações por 100.000 habitantes ( $n = 12$ ) (Figura 3).

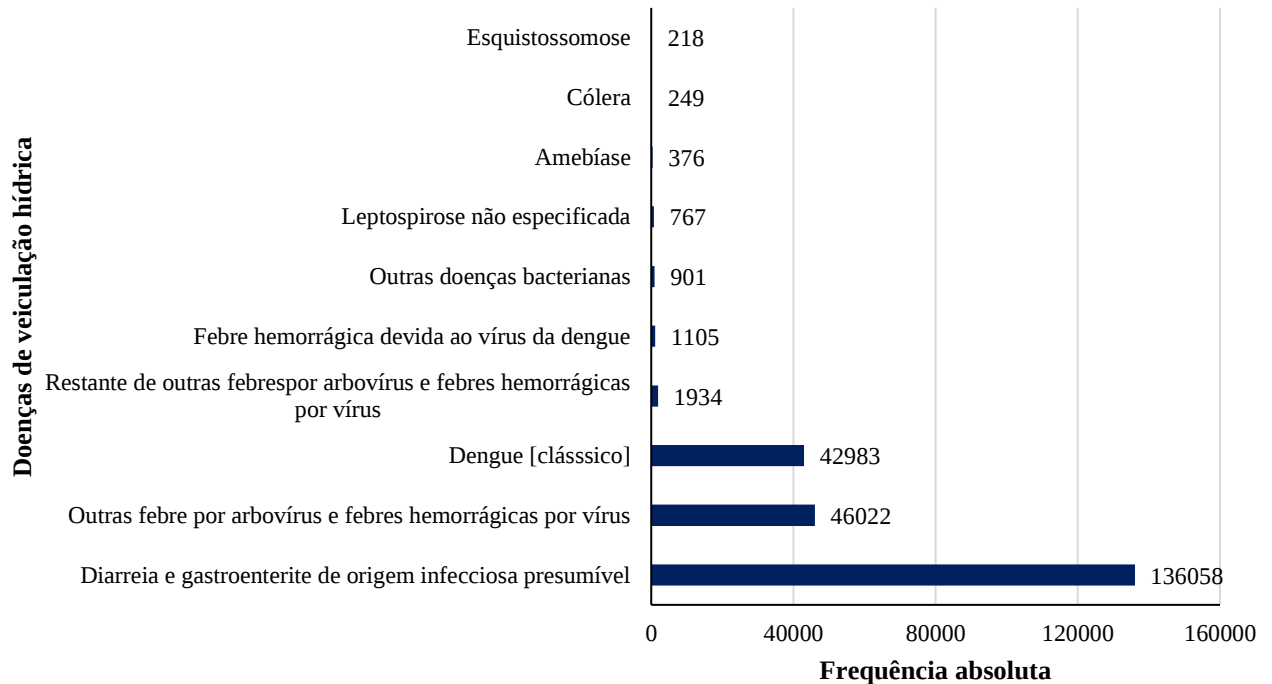
Figura 2. Distribuição espacial dos coeficientes de morbidade hospitalar nas Regiões de Saúde do Estado da Bahia em 2023



Fonte: Elaborado pelos autores.

No período de 2013 a 2023, vinte e uma doenças de veiculação hídrica foram notificadas nas 28 regiões de saúde da Bahia. As principais causas de internação no período foram: Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível ( $n = 136.056$ ), outras febres por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus (46.022), dengue [clássico] ( $n = 42.938$ ), restante de outras febres por arbovírus e febres hemorrágicas (1.934) e febre hemorrágica devido ao vírus da dengue ( $n = 1.105$ ) (Figura 4).

Figura 4. Frequência absoluta das dez principais causas de internações por doenças de veiculação hídrica nas regiões de saúde da Bahia entre 2013 a 2023.



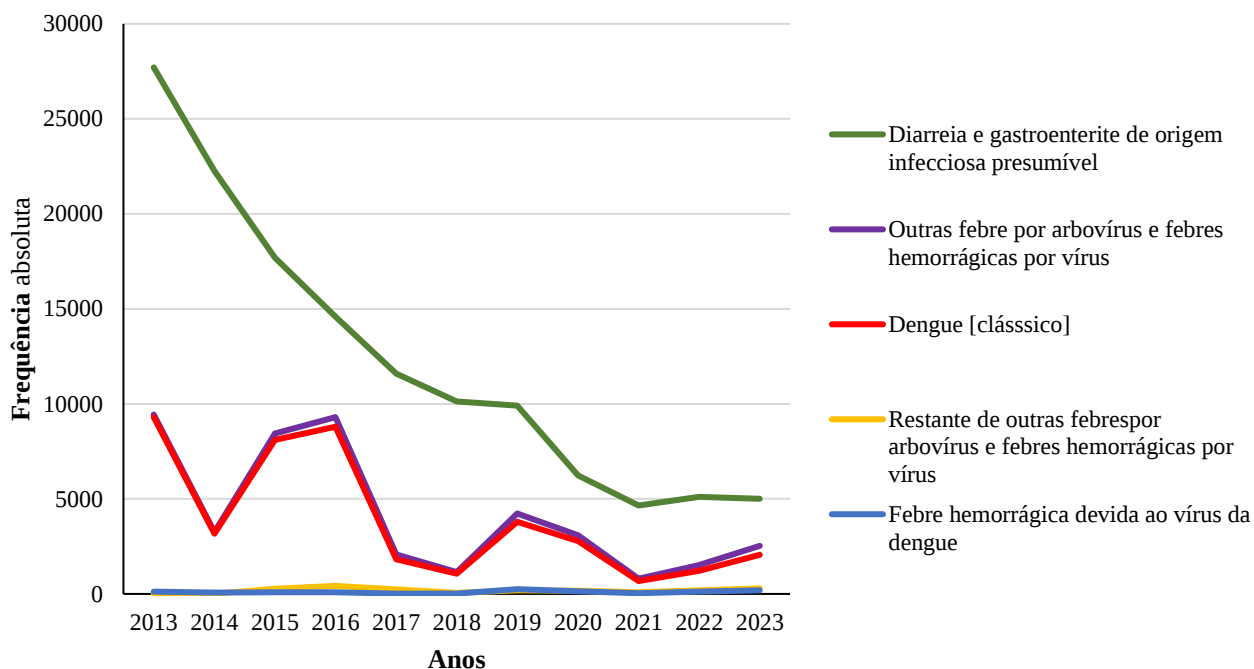
SIH: Sistema de Informações Hospitalares.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar a tendência das internações, constatou-se uma tendência de redução no número de notificações de três das cinco principais doenças de veiculação hídrica supracitadas (Figura 5): Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível (de 27.709 casos (2013) para 5.010 casos (2023)); Outras Febres por arbovírus e febre hemorrágica por vírus de 9.439 casos (2013) para 2.531 casos (2023)); e Dengue [clássico] (de 9.300 casos (2013) para 2.053 casos (2023)). Duas das principais causas apresnetaram tendência de aumento nos números de intrenação: restante de outras febres por arbovírus (de 25 casos (2013) para 292 casos (2023)) e febres hemorrágicas e febre hemorrágica devido ao vírus da dengue (de 114 casos (2013) para 186 casos (2023)).

A notificação dentre as principais causas de internação foi maior entre os pessoas do sexo feminino quando comparado ao sexo masculino (71.867 versus (vs.) 64.191 internações), com destaque para: Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível (n= 136.058), Outras Febres por arbovírus e febre hemorrágica por vírus (n= 46.022), Dengue [clássico] (n= 42.983) (Figura 5).

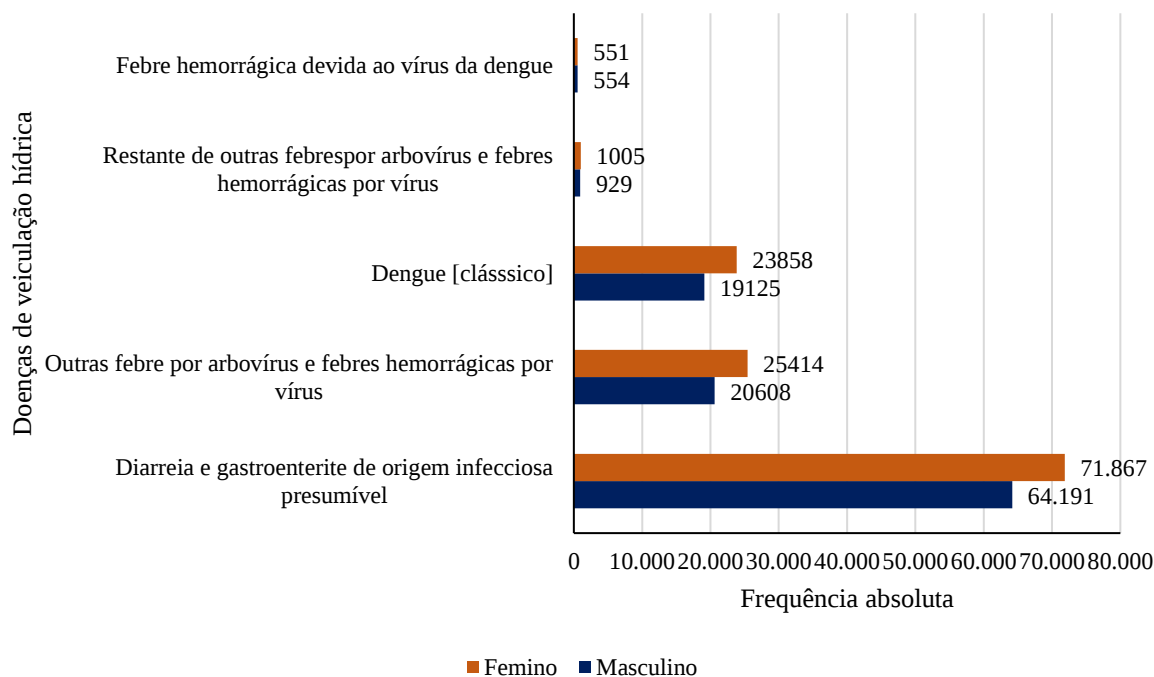
Figura 4. Tendência das principais causas de internações por doenças de veiculação hídrica nas regiões de saúde da Bahia entre 2013 a 2023.



SIH: Sistema de Informações Hospitalares.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5. Principais causas de internações por doenças de veiculação hídrica, por sexo, nas regiões de saúde da Bahia entre 2013 a 2023.



SIH: Sistema de Informações Hospitalares.

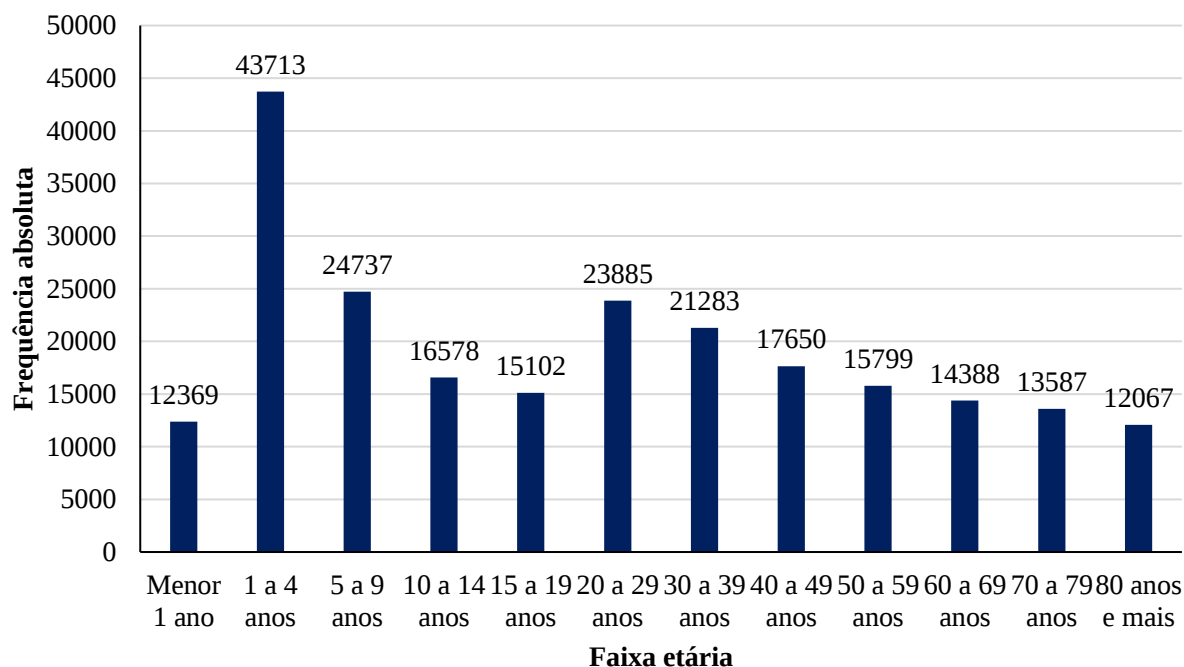
Fonte: Elaborado pelos autores.



No que concerne à notificação de internações por doenças de veiculação hídrica, por região, das 28 regiões de saúde da Bahia no período de 2013 a 2023, oito regiões apresentaram mais de 10.000 internações em termos absolutos. A região de Jequié lidera o *ranking* com o maior número de internações no período, totalizando 20.807 notificações. As demais regiões com os maiores valores de internação foram: Serrinha (n = 16.237), Teixeira de Freitas (n = 14.929), Jacobina (n = 14.148), Itabuna (n = 13.264), Itapetinga (n = 12.629), Irecê (n = 12.387) e Salvador (n = 10.736). As demais regiões registraram internações por doenças de veiculação hídrica variando de forma linear entre 1.000 e 9.000 casos. A região de Cruz das Almas apresentou o menor número de internações no período analisado, com 860 registros notificados no SIH.

No que concerne aos ciclos de vida, o maior número de internações por doenças de veiculação hídrica foram as crianças da primeira infância. As crianças de 1 a 4 anos foram as mais acometidas pelas internações (n= 43.713), seguido pelas crianças de 5 a 9 anos, da segunda infância (n= 24.737). Dentro das principais causas de internação para a crianças de 1 a 4 anos, destacam-se a Diarreia de origem infecciosa presumível (n= 10.678) e Outras febres por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus (n= 787) (Figura 6).

Figura 6. Principais causas de internações por doenças de veiculação hídrica, por sexo, nas regiões de saúde da Bahia entre 2013 a 2023.



SIH: Sistema de Informações Hospitalares.

Fonte: Elaborado pelos autores.



A análise dos dados oriundos do SIH demonstrou que a principal causa de internação na Bahia é a diarreia e a gastroenterite de origem infecciosa presumível. A diarreia e as gastroenterites agudas, com desidratação moderada a grave, são exemplos de doenças de origem hídrica que se propagam tanto por meio do contato direto com a água (transmissão por ingestão) quanto pelo consumo de alimentos contaminados. A diarreia também é considerada uma doença transmissível pela via fecal-oral. A ocorrência dessa enfermidade está associada a fatores socioambientais de vulnerabilidade, como a falta de saneamento básico e as limitações no acesso à água potável (Mazuze *et al.*, 2023). As diarreias estão fortemente relacionadas ao saneamento inadequado, o qual é responsável por cerca de 88% das mortes por essa causa no mundo. Uma avaliação dos impactos da provisão de serviços adequados de saneamento indica que, se o acesso a esses serviços fosse universal, o número de episódios de diarreia seria reduzido globalmente, em média, em 16,7% (Nyambe *et al.*, 2020).

Em termos demográficos, a diarreia acomete predominantemente alguns grupos etários. É a segunda maior causa de morte em crianças menores de 5 anos em todo o mundo e apresenta maior incidência entre idosos com mais de 70 anos (Yavuz *et al.*, 2020). A gastroenterite também está associada a fatores demográficos: estudos indicam que crianças de 0 a 5 anos são o grupo mais suscetível a essa doença de veiculação hídrica, em comparação com outros grupos etários. Além disso, fatores climáticos influenciam o aumento da incidência dessas doenças — por exemplo, a precipitação. As taxas dessas enfermidades tendem a crescer nos meses com maiores índices de chuva, uma vez que a população pode consumir mais água não tratada, já que o lençol freático, ao se encontrar próximo da superfície, torna-se mais suscetível à contaminação por dejetos humanos e animais (Jones *et al.*, 2020).

Outra principal causa de internação indetificada no período de 2013 a 2023, foram as doenças e febres hemorrágicas por arbovirose, como a dengue. As arbovirose são doenças transmitidas pelo Arbovírus, que incluem a febre amarela (YFV), dengue (DENV), chikungunya (CHIKV) e zika (ZIKV), e nos últimos tem se configurado como um problema de saúde pública no Brasil. No que concerne à manifestação clínica, as arbovirose podem variar de sintomas febris a síndromes febris hemorrágicas, articulares e neurológicas. Nos últimos anos, a incidência de arbovirose apresentou um aumento em nível global, estando relacionada com a dispersão mais rápida e geograficamente mais abrangente do vírus, em decorrência do crescimento massivo dos sistemas de transporte, adaptação dos vetores aos ambientes urbanos e as alterações dos fatores ambientais (Carvalho *et al.*, 2016). Além dos fatores supracitados que favorecem a disseminação das doenças, o Brasil possui características climáticas e ambientais propícias para a permanência e disseminação de mosquitos vetores, neste caso o



*Aedes aegypti*. Especificamente sobre a dengue, esta é causada por um dos cinco sorotipos relacionados ao vírus da dengue DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4 e DENV-5, sendo no território brasileiro notificados os quatro primeiros sorotipos que geralmente elevam a formas graves da doença, devido às infecções secundárias do vírus (Carvalho *et al.*, 2016).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados oriundos dos Sistemas de Informação em Saúde, analisados com o auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), identificaram-se, nas vinte e oito regiões de saúde da Bahia, entre 2013 e 2023, cinco causas predominantes de internação por doenças de veiculação hídrica: diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível; outras febres por arbovírus e febres hemorrágicas virais; dengue (clássica); demais febres por arbovírus e febres hemorrágicas; e febre hemorrágica causada pelo vírus da dengue. Ao analisar os coeficientes de morbidade hospitalar, observou-se uma tendência geral de redução no número de internações por 100.000 habitantes ao longo do período, embora algumas regiões tenham apresentado tendência de aumento.

Quanto ao perfil da população afetada, verificou-se que as internações acometeram predominantemente pessoas do sexo feminino e crianças na faixa etária de 0 a 5 anos. O número de internações nas regiões de saúde variou linearmente entre 1.000 e 16.000, sendo as regiões de Jequié, Serrinha, Teixeira de Freitas e Salvador aquelas com os maiores números absolutos.

Dessa forma, a disseminação das doenças de veiculação hídrica, além de refletir a ausência de investimentos em saneamento básico, configura-se como um problema de saúde pública negligenciado, diretamente relacionado a condições sociais e econômicas adversas. Tais enfermidades não acometem as populações de maneira homogênea, sendo mais prevalentes em contextos de vulnerabilidade ambiental e econômica. Diante do atual cenário de mudanças climáticas e do aumento da frequência de eventos climáticos extremos, torna-se fundamental intensificar a vigilância das doenças de veiculação hídrica, bem como ampliar o uso integrado de ferramentas de geoprocessamento e sistemas de informação em saúde.

## REFERÊNCIAS

AKANBI, O. A. Poverty as a precursor for spatial pattern of waterborne diseases prevalence in Kwara state, Nigeria: A geographer's view. **Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management**, v. 9, n. 1, p. 45-55, 2016.



AKPOR, O. B. *et al.* Pollutants in wastewater effluents: impacts and remediation processes. **International Journal of Environmental Research and Earth Science**, v. 3, n. 3, p. 050-059, 2014.

BAHIA. **Lei Nº 13.204 de 11 de Dezembro de 2014**. Modifica a estrutura organizacional da administração pública do poder executivo estadual e dá outras providências. Salvador, 2014. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/ba/lei-ordinaria-n-13204-2014-bahia-modifica-a-estrutura-organizacional-da-administracao-publica-do-poder-executivo-estadual-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 15 maio de 2025.

BOXALL, A. *et al.* Impacts of climate change on indirect human exposure to pathogens and chemicals from agriculture. **Environ Health Perspect**, v. 15, n. 3, p. 743-756, 2010.

BRASIL. **Decreto Nº 7.508, de 28 de Junho de 2011**. Regulamentação da Lei nº 8.080/90. Disponível em: <https://www.saude.ba.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/Decreto-no-7.508-de-28-de-Junho-de-2011.pdf>. Acesso em: 14 maio de 2025.

BRASIL. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 14.026 de 15 de Julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm). Acesso em: 15 maio 2025.

CARVALHO, J. R.M. *et al.* Indicadores de Saúde Ambiental: uma abordagem através do Método Promethee II. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 21, n. 2, p. 160-181, 2016.

CATÃO, R. **O (s) mapa (s) da (s) violência (s): Geotecnologias, Território e o Sistema de Saúde**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL E NACIONAL DE POLÍTICA SOCIAL, 8. 2020, Vitória – ES. *Anais...* Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2020. p. 01-16.

CHIARAVALLLOTI-NETO, F. O geoprocessamento e saúde pública. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 23, n. 4, p. 01-02, 2017.

DUTRA, G. F. *et al.* Biodiversidade e desenvolvimento na Bahia. **Bahia análise de dados**. Salvador, v. 22, n. 3, p. 485-502, 2012.

FERREIRA, M. P; GARCIA, M. S. D. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Re-Vista**, v. 2, n. 3, p. 12-12, 2017.

FORSTINUS, N. O. *et al.* Water and waterborne diseases: A review. **International Journal of Tropical Diseases and Health**, v. 12, n. 4, p. 1-14, 2016.

FUNARI, E. *et al.* Impact of climate change on waterborne diseases. **Annali dell'Istituto superiore di sanita**, v. 48, p. 473-487, 2012.

HAESBAERT, R. Conceitos fundamentais da Geografia. **GEOgraphia**. Niterói, v. 21, n. 45, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>. Acesso em: 15 maio de 2025.



IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 80 p.

JONES, N. *et al.* Water, sanitation and hygiene risk factors for the transmission of cholera in a changing climate: using a systematic review to develop a causal process diagram. **Journal of water and health**, v. 18, n. 2, p. 145-158, 2020.

KILIÇ, Z. The importance of water and conscious use of water. **International Journal of Hydrology**, v. 4, n. 5, p. 239-241, 2020.

MAZUZE, H. *et al.* A systematic literature review on factors of socio-environmental vulnerability associated with water-borne diseases. **The Journal of Infection in Developing Countries**, v. 17, n. 12, p. 1658-1666, 2023.

MENNE, B. Impacts of climate change and extreme events on waterborne disease. In: SINISI, L. A. R. (Ed.). **Guidance on water supply and sanitation in extreme weather events**. Copenhagen: UNECE/WHO; 2011.

NARDI, S. M. T. *et al.* Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 72, n. 3, p. 185-191, 2013.

NYAMBE, S. *et al.* The improved and the unimproved: factors influencing sanitation and diarrhoea in a peri-urban settlement of Lusaka, Zambia. **PloS one**, v. 15, n. 5, p. e0232763, 2020.

SANTOS, L. Região de saúde e suas redes de atenção: modelo organizativo-sistêmico do SUS. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 1281-1289, 2017.

SATNWELL-SMITH, R. Classification of waterrelated diseases in water and health. **Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)**, v. 1, 2010.

WHO. World Health Organization. **Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage**. Geneva, Switzerland: WHO, 2012.

WHO. World Health Organization. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022: special focus on gender**. Geneva, Switzerland: WHO, 2023. Available at: <https://www.who.int/publications/m/item/progress-on-household-drinking-water--sanitation-and-hygiene-2000-2022---special-focus-on-gender>. Accessed on: May 15, 2025.

WHO. World Health Organization. **Sanitation**. Geneva, Switzerland: WHO, 2024. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>. Accessed on: May 15, 2025.

YAVUZ, C. I. *et al.* Changing of risk factors related to diarrhoea among children aged under 5 within ten years in Turkey. **Central European journal of public health**, v. 28, 2020.

YOUNG, S. L. *et al.* Perspective: the importance of water security for ensuring food security, good nutrition, and well-being. **Advances in nutrition**, v. 12, n. 4, p. 1058-1073, 2021.