

Saneamento básico e saúde pública: conexões que o Brasil não pode ignorar

RESUMO

Wanessa Gentil Mandelli

Instituto do Mar, Universidade
Federal de São Paulo, Santos, São
Paulo, Brasil
wanessa.mandelli@unifesp.br

Magno José Alves

Instituto do Mar, Universidade
Federal de São Paulo, Santos, São
Paulo, Brasil
magno.alves@unifesp.br

Anthony Andrey Ramalho Diniz

Instituto do Mar, Universidade
Federal de São Paulo, Santos, São
Paulo, Brasil
anthony_andrey@yahoo.com

Elen Aquino Perpetuo

Instituto do Mar, Universidade
Federal de São Paulo, Santos, São
Paulo, Brasil
elen.aquino@unifesp.br

Eduardo Delosso Penteado

Instituto do Mar, Universidade
Federal de São Paulo, Santos, São
Paulo, Brasil
eduardo.penteado@unifesp.br

Este estudo avaliou a correlação entre os investimentos em saneamento básico nos estados Brasileiros e as principais doenças de veiculação hídrica (Cólera, Esquistossomose, Febre Tifoide, Hepatite e Leptospirose) entre 2007 e 2022. Os dados das doenças foram coletados através do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS e indicadores de saneamento foram extraídos do Sistema Nacional de Saneamento – SNIS. Desigualdades ao acesso à infraestrutura e na incidência de doenças de veiculação hídrica foram observadas. A hepatite se manteve como a doença mais prevalente, mesmo em estados com maior investimento. Febre tifoide e esquistossomose mostraram correlações negativas com indicadores de saneamento, sugerindo relação direta com a precariedade estrutural. Leptospirose apresentou associação com fatores ambientais, como drenagem urbana deficiente. Análise reforça que investimentos contínuos e políticas integradas são essenciais para a redução dessas enfermidades.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento sustentável. Meio Ambiente. Infraestrutura urbana. Epidemiologia ambiental. Saneamento. Políticas regionais.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico, engloba os serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário, limpeza pública, drenagem urbana, controle de vetores e tratamento e abastecimento de água, desempenha um papel central na promoção da saúde pública e na garantia de condições adequadas de vida (SILVA; OLIVEIRA; LOPES, 2020). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), saneamento corresponde a um conjunto de ações sobre o ambiente que visam a salubridade ambiental, a prevenção e controle de doenças, promoção de saúde e qualidade de vida (WHO, 2004). Em 2010, a Organização das Nações Unidas reconheceu o acesso à água potável e ao saneamento como um direito humano essencial, reforçando a urgência de políticas públicas universais e eficazes (DE JESUS AMBROSIO; JUNIOR; RODRIGUES, 2024; PAZ, 2024).

No Brasil, a legislação reconhece o saneamento básico como parte integrante do direito à saúde. Entre elas a Lei nº 8.080/1990, que regulamenta a operação do Sistema Único de Saúde (SUS), apresenta como um dos fatores condicionantes à saúde, o acesso ao saneamento e bens e serviços essenciais (BRASIL, 1990). A Lei nº 11.445/2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, instituindo a universalização dos serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2007). A Lei nº 14.026/2020 alterou a Lei nº 11.445/2007, o chamado novo Marco Legal do Saneamento, que visa ampliar a competitividade e a eficiência na prestação dos serviços, além de estabelecer metas concretas de universalização até 2033 (BRASIL, 2020; GUEDES *et al.*, 2024).

Apesar do avanço legal e institucional, o cenário real do país ainda é marcado por desigualdades significativas, devido à dimensão territorial e à organização político-administrativa dos investimentos (SANTIAGO *et al.*, 2020). Há uma grande concentração de investimentos nos grandes centros e capitais, o que está intimamente ligado ao perfil de renda dos consumidores e à capacidade de pagamento pelos serviços (SANTIAGO *et al.*, 2020; SANTOS e PÉRICO, 2025).

O Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS) é considerado o principal repositório de dados do setor de saneamento básico no Brasil. Sob a gestão da Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR), o sistema compila informações operacionais, gerenciais, financeiras e de qualidade, relacionadas aos serviços de água e esgotos (desde 1995), manejo de resíduos sólidos (desde 2002) e drenagem pluvial (desde 2015). Os indicadores gerados a partir desses dados servem como referência para avaliar o desempenho na prestação dos serviços e para monitorar o progresso do setor de saneamento básico no país (SNIS, 2020).

Os dados do SNIS revelam que, em 2022, 84,9% da população brasileira tinha acesso à água potável por rede, apenas 56% contavam com coleta de esgoto, e cerca de 90,4% estava coberta pela coleta de resíduos sólidos (SNIS, 2022). As disparidades são mais evidentes quando comparadas as regiões: enquanto o Sudeste apresenta índices elevados de cobertura, o Norte e o Nordeste enfrentam sérios déficits, sobretudo em áreas rurais e periferias urbanas (TRATA BRASIL, 2022; IBGE, 2023).

Apesar dos avanços em relação aos anos anteriores, a universalização do acesso ao sistema de saneamento ainda está longe de acontecer. Essa realidade impacta diretamente a saúde pública (PAZ, 2024; ZAGALO e SOUSA, 2025). A precariedade do saneamento é um dos principais fatores de risco para a

disseminação de doenças de veiculação hídrica, que são aquelas transmitidas por meio da ingestão ou contato com água contaminada por agentes patógenos, geralmente oriundos de fezes humanas ou animais. Tais enfermidades representam um importante desafio sanitário, especialmente em regiões onde os investimentos em infraestrutura são insuficientes ou mal distribuídos (SANTIAGO *et al.*, 2020).

No Brasil, o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) é responsável por organizar, validar e publicar anualmente os indicadores e dados básicos para a saúde, disponibilizando informações que podem servir para analisar a situação sanitária nos municípios (DATASUS, 2019).

De maneira geral, as doenças de veiculação hídrica são transmitidas via fecal-oral, isto é, pela ingestão de água contaminada com fezes de animais ou humanas que contêm patógenos, como bactérias, vírus, fungos, protozoários e helmintos. Exemplos dessas doenças incluem amebíase, ascaridíase, cólera, giardíase e hepatite A, todas associadas ao consumo de água contaminada e que podem causar sintomas semelhantes, como febre, dores abdominais, diarreia com sangue, anemia e, em alguns casos, de mortalidade, afetando principalmente populações em situação de vulnerabilidade social, como comunidades ribeirinhas, áreas de ocupação irregular e periferias urbanas. Por exemplo, a esquistossomose é transmitida quando larvas (cercárias) penetram na pele e nas mucosas, ao entrar em contato com água doce contaminada, provocando emagrecimento, dores de cabeça, náuseas, vômitos, diarreia e febre. Águas contaminadas com urina de ratos podem ser portadoras de *Leptospira interrogans*, responsável pela leptospirose. Ademais, existem também os vetores, como o mosquito *Aedes aegypti*, que se reproduzem em ambientes aquáticos e transmitem enfermidades como as arboviroses: Zika, Chikungunya e Dengue (VILA NOVA; TENÓRIO, 2019; ZAGALO e SOUZA, 2025).

Sob a perspectiva da ciência, tecnologia e Sociedade (CTS), o saneamento básico deve ser entendido não apenas como solução técnica, mas como uma tecnologia social influenciada por fatores políticos, econômicos e institucionais (SANTOS e PÉRICO, 2025). Além disso, o saneamento visa melhorar a qualidade de vida da sociedade, diminuindo os casos de doença, principalmente os de veiculação hídrica (ZAGALO e SOUZA, 2025). Nesse contexto, é possível incluir a perspectiva saúde-ambiente nessa avaliação de tecnologias sociais, e ao acrescentar o ambiente como essa nova dimensão, o trinômio preexistente agora pode ser considerado um quadrinômio ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) (SIQUEIRA *et al.*, 2001).

Sabe-se que existe uma relação direta entre as doenças de veiculação hídrica e as condições de saneamento básico, principalmente em muitas cidades do interior do país, destacando as regiões Norte e Nordeste do Brasil, nesse sentido, são necessários esforços especiais para controlar essas doenças transmitidas pela água.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a correlação entre os investimentos públicos em saneamento básico, realizados nos estados brasileiros e no Distrito Federal, e a incidência das principais doenças de veiculação hídrica — como cólera, esquistossomose, febre tifoide, hepatite A e leptospirose — no período de 2007 a 2022. Ao integrar dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e do Departamento de Informática do SUS

(DATASUS), a análise busca contribuir para o debate sobre as desigualdades territoriais no acesso ao saneamento e seus impactos diretos na saúde pública, oferecendo subsídios para a formulação de políticas públicas mais equitativas e eficazes.

METODOLOGIA

Variáveis de Interesse

As doenças selecionadas como variáveis dependentes foram: Cólera, Esquistossomose, Febre Tifoide, Hepatite Viral e Leptospirose, que estão associadas a condições de saneamento inadequadas (WHO, 2022). Os dados referentes ao número de casos dessas doenças foram obtidos na plataforma pública do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS – TABNET), com abrangência para os 26 estados brasileiros e o Distrito Federal, no período de 2007 a 2022.

As variáveis independentes, referentes aos investimentos em saneamento básico e indicadores de cobertura e qualidade dos serviços de água e esgoto, foram extraídas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o mesmo período.

Tratamento e análise estatística dos dados

A análise dos dados foi conduzida em duas etapas principais: análise descritiva e análise de correlação.

Para a análise descritiva, inicialmente, os dados foram organizados e sistematizados nos softwares Microsoft Excel e RStudio, para o cálculo de medidas de tendência central (média, mediana, valores mínimo e máximo) e medidas de dispersão, com destaque para o coeficiente de variação (CV%), como forma de avaliar a homogeneidade dos dados em cada variável e período. A interpretação dos valores do CV (%) ocorreu conforme proposto por WILDING e DREES (1983):

- $CV \leq 15\%$: baixa dispersão (dados homogêneos);
- $15\% < CV \leq 35\%$: dispersão moderada;
- $CV > 35\%$: alta dispersão (dados heterogêneos).

Para a análise de correlação, com o intuito de identificar relações entre as variáveis de interesse (ex: investimentos em saneamento e incidência de doenças), foi empregada a correlação de Pearson (r), que mede a intensidade e direção da relação linear entre duas variáveis quantitativas. Os coeficientes de correlação obtidos variam na faixa compreendida entre -1 e +1, sendo:

- $r > 0$: correlação positiva (ambas as variáveis aumentam juntas);

- $r < 0$: correlação negativa (uma variável aumenta enquanto a outra diminui);
- $r = 0$: ausência de correlação linear.

Foi construída uma matriz de correlação para visualizar simultaneamente as associações entre todas as variáveis selecionadas. Em seguida, para verificar a significância estatística das correlações encontradas, foi aplicado o teste *t-student*, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O teste teve como hipótese nula a inexistência de correlação significativa entre as variáveis. A hipótese nula foi rejeitada quando o valor de p (*p-value*) foi menor que 0,05, indicando uma relação estatisticamente significativa entre os indicadores de saneamento e as doenças avaliadas.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do Microsoft Excel, utilizado para organização inicial dos dados e cálculo das estatísticas descritivas, e do software R (versão 4.3.1), para realização dos testes de correlação e significância.

DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

Panorama brasileiro

Na Tabela 1, está apresentada a situação da população brasileira quanto ao esgotamento sanitário e abastecimento de água, de forma simplificada, considerando o início (ano de 2007) e fim (ano de 2022) da série histórica abordada neste estudo e um valor intermediário (ano de 2014). A partir desses dados, verifica-se um aumento da população total dos municípios brasileiros, conforme estimativas do IBGE, refletindo o crescimento demográfico nacional. Porém, é possível observar também uma relação desproporcional entre o crescimento populacional e a ampliação dos serviços de saneamento básico.

Tabela 1: Volume de água e esgoto ao longo da série histórica analisada.

Ano	População total dos municípios (milhões)	População atendida com abastecimento de água (milhões)	População atendida com esgotamento sanitário (milhões)	Volume de água produzido (milhões de m ³)	Volume de água tratada em ETAs (milhões de m ³)	Volume de esgotos coletado (milhões de m ³)	Volume de esgotos tratado (milhões de m ³)
2007	125,51	138,10	71,51	13,914	11,592	3,873	2,443
2014	151,31	156,96	93,06	15,491	12,698	5,053	3,726
2022	180,29	162,67	104,35	17,009	13,492	5,617	4,806

Fonte: Adaptado de IBGE e SNIS (2022).

O número de habitantes atendidos com abastecimento de água permaneceu praticamente estagnado no período entre 2014 e 2022, com incremento de apenas 6 milhões de pessoas no acesso ao serviço, enquanto a população cresceu 30

milhões (Tabela 1). Além disso, até 2014, a população atendida com abastecimento superou a população total dos municípios, o que sugere que os dados de cobertura podem ter incluído atendimentos duplicados, pois o SNIS reconhece que os dados declarados pelos prestadores de serviço podem conter superestimação, dificultando a medição das metas de universalização estabelecidos pela Política Nacional de Saneamento (SNIS).

A cobertura de esgotamento sanitário é significativamente inferior à de abastecimento de água, indicando que menos de 65% da população atendida por abastecimento de água tem acesso ao sistema de esgotamento sanitário (Tabela 1). Se comparado esse dado com a população total dos municípios, essa porcentagem é ainda menor, não chegando a 62% (Tabela 1). Isso evidencia que milhões de brasileiros ainda vivem sem acesso a sistemas adequados de coleta e tratamento de esgoto, o que agrava os riscos à saúde pública e contribui para a persistência de doenças de veiculação hídrica (FREITAS; MAGNABOSCO, 2017).

A análise dos dados revela que, entre 2007 e 2022, houve crescimento tanto na produção de água tratada quanto na coleta e tratamento de esgoto, embora de forma desigual (Tabela 1). O volume de água produzido passou de 13.914 milhões de m³, em 2007, para 17.009 milhões de m³, em 2022, enquanto o volume de água tratada em estações de tratamento de água (ETAs) passou de 11.592 para 13.492 milhões de m³ no mesmo período, indicando expansão da capacidade de tratamento, mas também evidenciando que parte da água produzida ainda não recebe tratamento completo (Tabela 1). No que se refere ao esgotamento sanitário, o volume de esgoto coletado cresceu de 3.873 milhões de m³, em 2007, para 5.617 milhões de m³, em 2022, e o tratado passou de 2.443 para 4.806 milhões de m³ (Tabela 1), no mesmo período, refletindo avanços significativos na cobertura e eficiência do sistema. No entanto, observa-se que, apesar do aumento proporcionalmente maior no tratamento, ainda há discrepância entre a quantidade coletada e a efetivamente tratada, apontando para a necessidade de investimentos contínuos na universalização e na eficiência do tratamento de efluentes.

Os dados da estatística descritiva dos indicadores de saneamento e das doenças obtidas para os estados brasileiros permitem observar diferenças marcantes no desempenho dos indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário (Tabela 2). O índice médio de coleta de esgoto é de 27,1%, com alto coeficiente de variação (43,1%), indicando grande heterogeneidade entre os municípios; essa variação é reforçada pelo intervalo de 30 pontos percentuais (mínimo de 17% e máximo de 47%) (Tabela 2).

Tabela 2: Estatística Descritiva dos Índices de Atendimento de Água e Esgotamento Sanitário no período de 2007 a 2022.

Estatística	Coleta de esgoto (%)	Tratamento de esgoto (%)	Esgoto tratado referido à água consumida (%)	Índice de atendimento total de água (%)	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)
Média	27,1	82,1	19,7	52,8	13,4

Mediana	19,7	100,0	18,9	48,0	10,4
Desvio padrão (DP)	11,7	31,3	9,6	12,8	4,7
Variância da amostra	136,5	979,9	91,7	164,3	22,2
Coeficiente de variação (CV)	43,1	38,1	48,6	24,3	35,2
Curtose	-1,0	2,7	0,4	4,4	-1,4
Assimetria	0,9	-1,9	0,3	2,1	0,8
Mínimo	17,0	7,0	3,0	42,0	9,0
Máximo	47,0	100,0	37,0	90,0	20,0

Fonte: Adaptado de SNIS (2022).

O índice de tratamento de esgoto apresenta média elevada (82,1%), mas também alta dispersão (desvio padrão de 31,3%), com valores variando de apenas 7% até 100% (Tabela 2), evidenciando que, onde há coleta, o tratamento tende a ser expressivo, mas nem sempre universal. Esse valor deve ser interpretado com cautela, uma vez que o dado de tratamento de esgoto sanitário realizado pode se referir apenas às etapas mais simples, como o tratamento primário, sem garantir a efetiva remoção de contaminantes biológicos e químicos, por exemplo, como acontece na maioria das cidades do litoral do estado de São Paulo, em que o esgoto passa por tratamento preliminar e dosagem de cloro, para depois ser lançado no oceano, pelos emissários submarinos (REZENDE; HELLER; QUEIROZ, 2009).

Considerar apenas o índice de tratamento de esgoto, sem considerar o índice médio de coleta de esgoto, pode passar a falsa impressão de que a população tem acesso à infraestrutura adequada, pois embora boa parte do esgoto coletado receba algum tipo de tratamento (ainda que primário), grande parte dos dejetos não é coletada. O alto desvio padrão e a assimetria negativa no índice de coleta de esgoto sugerem que poucos estados brasileiros concentram os melhores desempenhos, enquanto outros estados ainda enfrentam grandes deficiências. Analisando o índice de esgoto tratado, em relação à água consumida, fica evidente que uma parcela significativa do esgoto potencial não chega a ser efetivamente tratada, como pode ser visto na Tabela 2, pelo baixo valor médio (19,7%) e pelo elevado CV (48,6%).

No que se refere à água, o índice de atendimento total apresenta média de 52,8%, com assimetria positiva e curtose elevada, o que reflete uma cobertura um pouco mais uniforme entre os estados brasileiros, embora ainda distante das metas de universalização previstas pela legislação (BRASIL, 2007). Por fim, o índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água tem média baixa (13,4%), indicando que, mesmo onde há abastecimento, o serviço de coleta e tratamento de esgoto ainda é limitado, o que revela um gargalo estrutural na universalização do saneamento (FREITAS; NAGABOSCO, 2017).

Os dados de ocorrência das doenças de veiculação hídrica nos estados brasileiros, no período de 2007 a 2022, apresentados na Tabela 3, revelam forte variação. Observa-se médias anuais expressivas para hepatite viral (1.281 casos), esquistossomose (420 casos), leptospirose (131 casos) e febre tifoide (10 casos). A dispersão dos dados foi bastante elevada, com valores altos de desvio padrão e coeficiente de variação (Tabela 3), indicando que os casos estão concentrados em determinados estados e em determinados anos. Essa concentração pode refletir não apenas deficiências em saneamento, mas também fatores como densidade

populacional, urbanização, vulnerabilidades socioambientais ou questões endêmicas relacionadas a determinada doença (PINTANEL; CECCONELLO; CENTENO, 2021, REZENDE; HELLER; QUEIROZ, 2009). No caso da esquistossomose, a altíssima assimetria (8,86%) e curtose (89,2%) revelam que a doença é fortemente concentrada em áreas específicas do país, especialmente em regiões historicamente endêmicas (GONZÁLEZ et al., 2021).

Tabela 3: Estatística Descritiva dos Casos de Doenças de Veiculação Hídrica nos Estados Brasileiros (2007–2022).

Estatística	Hepatite	Esquistossomose	Leptospirose	Febre Tifoide	Cólera
Média	1281,8	420,1	131,6	10,1	1,0
Desvio padrão (DP)	2020,5	1853,3	187,9	19,6	0,0
Variância da amostra	4082563,6	3434719,5	35309,1	385,7	0,0
Coefficiente de variação (CV)	157,6	441,1	142,7	194,6	0,0
Curtose	14,9	89,3	7,1	21,4	0,0
Assimetria	3,6	8,9	2,5	4,2	0,0
Mínimo	19,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Máximo	13217,0	22189,0	1213,0	144,0	1,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Observa-se que o acesso ao saneamento e a exposição a doenças associadas à água não são distribuídos de forma equitativa entre os estados brasileiros. A presença de elevados índices de tratamento de esgoto em algumas regiões não garante segurança sanitária, especialmente quando o esgoto não é completamente tratado ou está limitado às etapas básicas. Da mesma forma, a concentração de doenças em determinados estados está relacionada com a população daquele território, mas também pode estar relacionada com precariedade nos serviços de saneamento e maior vulnerabilidade da população ou um serviço de saneamento mais estruturado que consegue detectar mais casos (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011, REZENDE; HELLER; QUEIROZ, 2009). O saneamento básico, enquanto tecnologia social essencial, está diretamente relacionado à organização do território, à distribuição de recursos e à capacidade institucional do Estado (SANTOS e PÉRICO, 2025). A sua expansão no Brasil historicamente ocorreu de forma desigual, privilegiando regiões mais desenvolvidas e populações com maior poder aquisitivo, o que evidencia que o acesso à tecnologia não é universal, mas condicionado por dinâmicas socioeconômicas e políticas (PAZ, 2025).

Na sequência, foram analisados os indicadores de saneamento e as doenças, através de uma matriz de correlação de Pearson, com objetivo de identificar possível existência de correlações significativas entre as variáveis e as doenças. Na Tabela 4 estão apresentadas as correlações. Observa-se que a hepatite apresentou uma forte correlação positiva com os investimentos totais em saneamento (Pearson = 0,822, p-value < 0,001), e associações positivas com o índice de coleta de esgoto, índice de esgoto tratado referido à água consumida, índice de atendimento total de água e com o índice de atendimento total de esgoto referido

aos municípios atendidos com água. Sugerindo que, paradoxalmente, áreas com maiores investimentos e cobertura de esgoto ainda registram incidência relevante de hepatite, possivelmente devido a fatores como tempo de maturação das obras, qualidade operacional ou fontes alternativas de contaminação.

A correlação com o índice de tratamento de esgoto foi negativa, embora fraca (Pearson = $-0,080$, p-value < $0,001$) e pode ser explicada por alguns fatores: o indicador de “tratamento de esgoto” pode abranger apenas etapas básicas, com eficácia limitada para a remoção de vírus como o da hepatite A, especialmente em áreas onde o sistema de esgoto não contempla processos avançados de desinfecção (DE SOUZA SILVA; LIMA; DE ANDRADE SPINOLA, 2020) e em estados com maior infraestrutura e investimentos, é provável que haja maior capacidade de notificação e detecção dos casos, o que pode elevar os registros, mesmo com condições sanitárias melhores (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

Tabela 4 - Matriz de correlação de Pearson, referente aos investimentos e indicadores de saneamento e as doenças

Doenças	Estatística	Investimentos totais do prestador, município e estado	Índice de coleta de esgoto	Índice de tratamento de esgoto	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	Índice de atendimento total de água	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água
Hepatite	Pearson	0,822	0,387	-0,080	0,281	0,271	0,448
	p-valor	4,04E-107	7,48E-17	9,48E-02	2,61E-09	1,02E-08	1,12E-22
Febre tifoide	Pearson	-0,044	-0,197	-0,201	-0,221	-0,305	-0,238
	p-valor	0,365	3,83E-05	2,53E-05	3,67E-06	9,52E-11	5,73E-07
Cólera	Pearson	0,090	0,047	-0,014	0,013	0,037	0,044
	p-valor	0,061	0,326	0,767	0,791	0,447	0,366
Esquistossomose	Pearson	0,105	0,155	-0,231	-0,074	0,071	0,191
	p-valor	0,029	0,001	1,23E-06	0,126	0,143	6,47E-05
Leptospirose	Pearson	0,531	0,225	-0,004	0,163	0,110	0,258
	p-valor	7,30E-33	2,22E-06	0,938	0,001	0,022	5,12E-08

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para a febre tifoide, os resultados mostraram correlações negativas e significativas com todos os indicadores de saneamento, em especial com o índice de atendimento total de água (Pearson = $-0,305$) e o índice de atendimento total de esgoto (Pearson = $-0,238$). Isso corrobora a literatura científica, que associa

diretamente a incidência da febre tifoide ao consumo de água contaminada e à precariedade na coleta e no tratamento de esgoto (OLIVEIRA et al., 2023). Dessa forma, os dados reforçam que o acesso ampliado à água tratada e à infraestrutura sanitária adequada está vinculado à redução efetiva dessa doença.

A cólera apresentou ausência de correlação significativa com os indicadores de saneamento (todos os $p > 0,05$), sendo os coeficientes de Pearson muito próximos de zero. Essa ausência de correlação significativa é esperada, pois durante todo o período analisado houve apenas 3 casos de Cólera no Brasil.

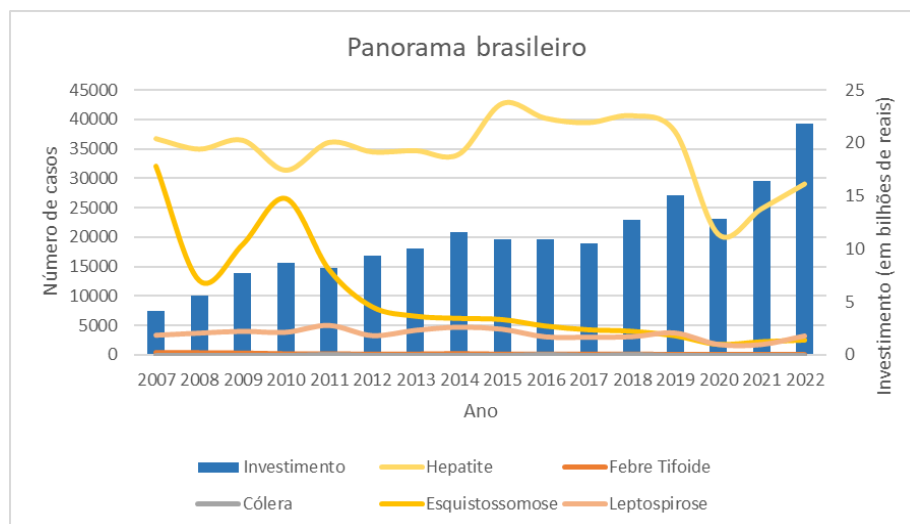
A esquistossomose apresentou correlação negativa e significativa com o índice de tratamento de esgoto (Pearson = $-0,231$, $p\text{-value} < 0,001$), o que está em conformidade com a sua cadeia de transmissão, que envolve o descarte de dejetos humanos em ambientes aquáticos propícios à sobrevivência do caramujo hospedeiro, além de associações positivas com investimentos e coleta de esgoto, sugerindo que o tratamento do esgoto contribui para a redução da doença. Porém, os demais indicadores mostraram correlações fracas e inconsistentes, possivelmente refletindo o fato de que a esquistossomose é uma doença geograficamente concentrada em regiões endêmicas, especialmente no Nordeste e Sudeste do país (DE SOUZA SILVA; LIMA; DE ANDRADE SPINOLA, 2020).

A leptospirose revelou uma correlação moderada e positiva com os investimentos em saneamento (Pearson = $0,531$, $p\text{-value} < 0,001$), mas não apresentou relação significativa com o índice de tratamento de esgoto (Pearson = $-0,004$), indicando que, apesar dos investimentos, outros fatores estruturais e ambientais exercem papel determinante na ocorrência da leptospirose. A literatura destaca que a doença está relacionada a alagamentos, presença de roedores, descarte inadequado de resíduos e urbanização precária (HIBL et al., 2021; MARTELI et al., 2022). A exposição à água contaminada, especialmente em áreas de risco como comunidades ribeirinhas ou favelas, continua sendo um fator crítico, muitas vezes não captado pelos indicadores clássicos de saneamento. Estudo conduzido por Hibl et al. (2021), em quatro favelas brasileiras, mostrou que a exposição a ambientes alagados e o contato com água contaminada estavam fortemente associados à ocorrência da leptospirose, mesmo em locais com cobertura parcial de saneamento. Além disso, os eventos climáticos extremos, como enchentes e chuvas intensas, são reconhecidos como desencadeadores de surtos de leptospirose, especialmente em centros urbanos com infraestrutura de drenagem deficiente (TELES et al., 2023).

De modo geral, os achados apontam que doenças diretamente ligadas à ingestão de água contaminada, como febre tifoide, respondem de forma mais clara às melhorias em abastecimento e esgotamento sanitário. Já doenças como hepatite e leptospirose possuem questões multifatoriais e ambientais, dificultando uma relação clara como a observada para febre tifoide. Outro ponto relevante está relacionado à qualidade dos serviços de tratamento de esgoto, pois nem todos os processos garantem efetiva remoção de agentes patogênicos (DE SOUZA SILVA; LIMA; DE ANDRADE SPINOLA, 2020). Também é importante destacar que a melhoria nos sistemas de notificação, em estados mais desenvolvidos e/ou populosos, pode influenciar os padrões observados, pois aumenta a identificação de casos em locais que apresentam melhores condições sanitárias (LEONETI; PRADO; DE OLIVEIRA, 2011).

A Figura 1 fornece um panorama da evolução do número total de casos, por ano, para cada doença analisada e o investimento realizado em saneamento, em bilhões de reais, no país.

Figura 1 - Evolução dos Investimentos em Saneamento e a Dinâmica das Doenças de Veiculação Hídrica no Brasil (2007–2022).



Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do SNIS (2024) e DataSUS (2025).

O Brasil apresentou crescimento contínuo dos investimentos no período avaliado, com pico superior a R\$20 bilhões no ano de 2022. No entanto, essa elevação não se traduz, de forma linear ou imediata, na redução da incidência de todas as doenças analisadas.

A hepatite é a doença com maior número de casos, oscilando entre 30 mil e 45 mil por ano. Mesmo nos anos com maior investimento (2021 e 2022), observa-se uma alta nos casos, após queda no ano de 2020, o que pode ser parcialmente explicado pela subnotificação, durante a pandemia de COVID-19, e posterior represamento de diagnósticos. Isso reforça que a transmissão da hepatite viral, sobretudo do tipo A, depende de múltiplos fatores – como segurança alimentar, acesso à água potável e práticas de higiene – e não apenas da ampliação da rede de esgoto (GAZZI et al., 2022; PINTANEL; CECCONELLO; CENTENO, 2021).

A leptospirose apresenta uma tendência mais estável, com flutuações moderadas ao longo dos anos. Houve uma ligeira alta, a partir do ano de 2021, que pode estar associada ao aumento de enchentes em áreas urbanas, ressaltando que essa doença tem forte relação com a ausência de drenagem urbana eficiente e exposição a ambientes contaminados com urina de roedores – o que novamente extrapola o escopo do esgotamento sanitário convencional (MARTELI et al., 2022).

Já a esquistossomose, a febre tifoide e a cólera têm se mantido com baixos índices ao longo do período, sugerindo que o saneamento brasileiro, ainda que desigual, foi suficiente para conter surtos mais amplos dessas doenças (DE SOUZA SILVA; LIMA; DE ANDRADE SPINOLA, 2020, SILVA; OLIVEIRA; LOPES 2020; GONZÁLEZ, 2021) A cólera, em especial, apresenta números praticamente nulos, o que reflete a ausência de epidemias recentes dessa doença no país.

Panoramas regionais e estaduais

A região Norte apresenta os piores índices de cobertura de saneamento básico do país (SNIS, 2022). Os desafios são agravados pela extensão territorial, baixa densidade populacional e dificuldade de acesso a comunidades remotas. De forma geral, os investimentos foram irregulares, comprometendo a efetividade das ações de saneamento em parte dos estados (Figura 2).

Figura 2 - Evolução dos Investimentos em Saneamento e a Dinâmica das Doenças de Veiculação Hídrica para os Estados da Região Norte (2007–2022): Acre (a); Amapá (b), Amazonas (c), Pará (d), Rondônia (e), Roraima (f) e Tocantins (g).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Tocantins (Figura 2g), Amazonas (Figura 2c) e Pará (Figura 2d) apresentaram períodos de investimento mais consistentes, que foram seguidos por redução nas

notificações de doenças como leptospirose e febre tifoide, sugerindo o impacto positivo da infraestrutura implantada.

Acre (Figura 2a), Amapá (Figura 2b), Rondônia (Figura 2e) e Roraima (Figura 2f) apresentaram maior instabilidade nos investimentos. No Acre (Figura 2a), por exemplo, no ano de 2020, observa-se uma redução nos casos de Hepatite que pode estar relacionada com o investimento expressivo realizado em 2018, pois os efeitos dos investimentos podem não ser imediatamente captados nas notificações, seja pela defasagem temporal entre obras e impacto na saúde, seja por melhorias no sistema de notificação que podem elevar ou reduzir o número de registros (FERREIRA et al., 2021).

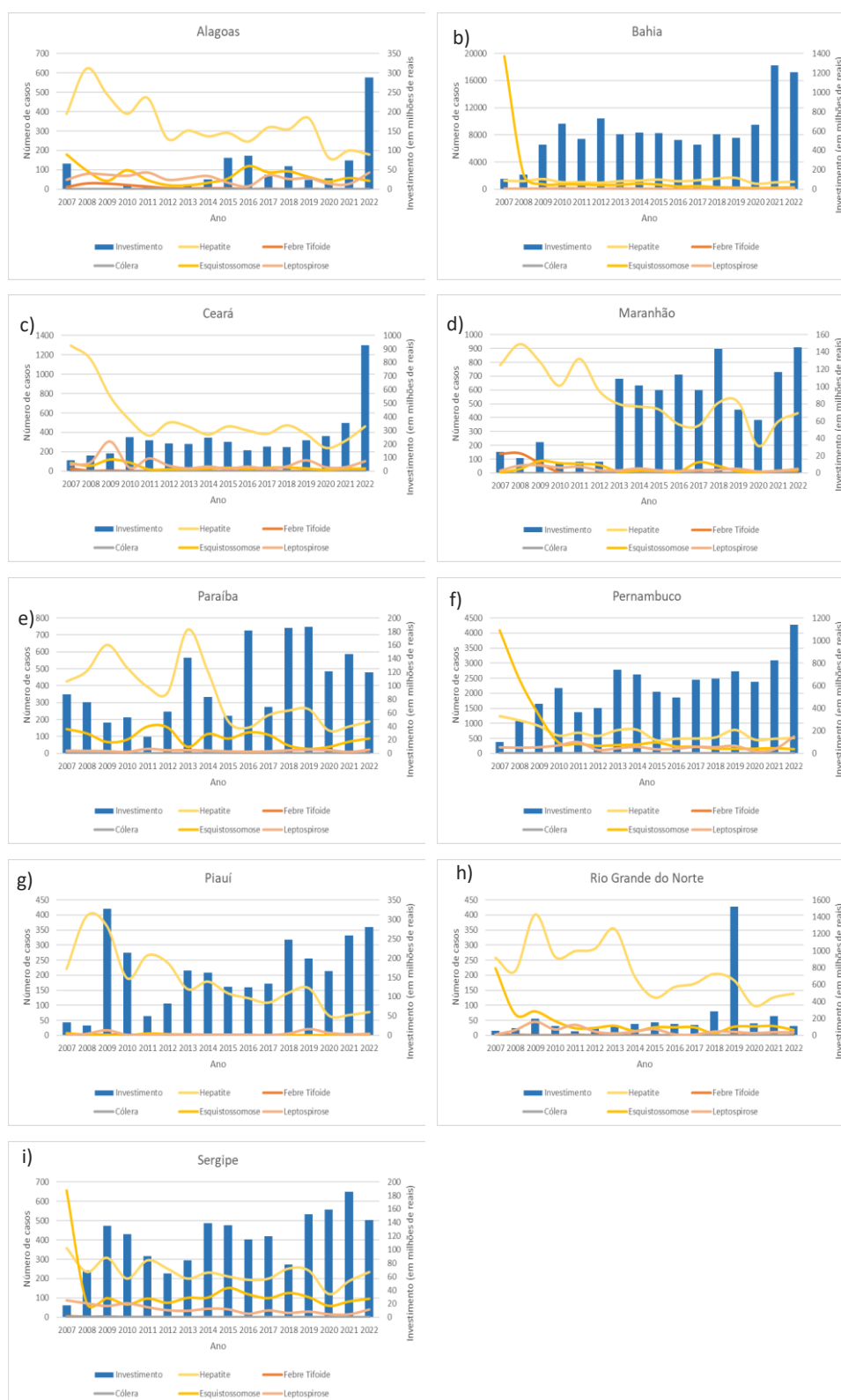
A região Nordeste apresentou volumes de investimento em saneamento mais expressivos, quando comparada à região Norte, porém com grandes variações entre os estados e ao longo do tempo (Figura 3). De forma geral, há uma tendência positiva entre investimentos e controle de doenças, embora o padrão nem sempre seja imediato ou uniforme.

Bahia (Figura 3b), Pernambuco (Figura 3f) e Ceará (Figura 3c) concentraram os maiores valores investidos, e em alguns períodos apresentaram quedas visíveis nos casos de doenças como esquistossomose e leptospirose, sugerindo uma relação benéfica entre infraestrutura e saúde pública. Notavelmente, Bahia apresentou redução de esquistossomose e estabilização de leptospirose após picos de investimento.

Nos demais estados — Alagoas, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe — os investimentos registraram forte variação, com anos de altos aportes seguidos por períodos de baixa aplicação (Figura 3 a, d, e, g, h e i). Essa oscilação financeira pode ter limitado o impacto na redução das notificações, como observado na Paraíba, onde os casos de esquistossomose aumentaram entre 2010 e 2013 e voltaram a subir entre 2014 e 2017 (FERREIRA et al., 2021). Para o Rio Grande do Norte, o pico de investimento é seguido por uma diminuição no número de casos de hepatite no ano seguinte (Figura 3h), mas é um dado que pode ser subnotificado por conta da pandemia de COVID-19. Outro pico notável, em relação aos investimentos, ocorreu no Maranhão (Figura 3d), a partir de 2013, e ele é acompanhado de uma clara tendência de diminuição no número de casos de doenças de veiculação hídrica nos anos seguintes.

Figura 3 - Evolução dos Investimentos em Saneamento e a Dinâmica das Doenças de Veiculação Hídrica na Região Nordeste (2007–2022): Alagoas(a); Bahia(b), Ceará (c), Maranhão (d), Paraíba (e), Pernambuco (f), Piauí (g) Rio Grande do Norte (h) e Sergipe (i).

a)



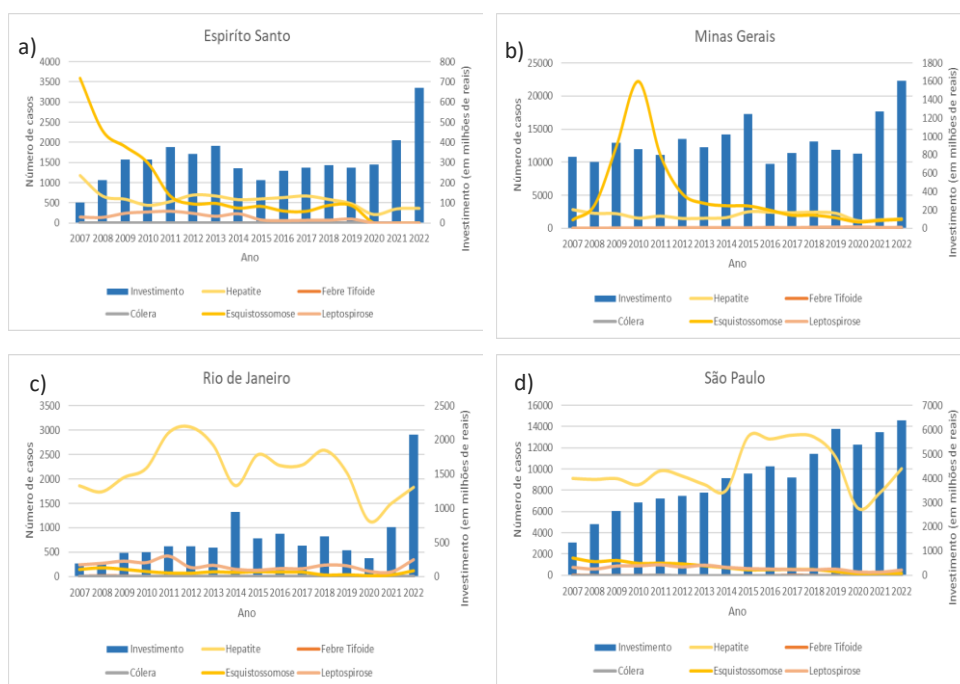
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A Figura 4 apresenta a relação entre os investimentos em saneamento básico e os casos de doenças de veiculação hídrica, para a região Sudeste, que apresenta os maiores volumes de investimento absoluto em saneamento básico do país e as

maiores capacidades institucionais de notificação e controle epidemiológico (SNIS, 2022). Em geral, os estados demonstram padrão de estabilização ou redução de doenças, embora com picos pontuais.

São Paulo (Figura 4d) é o estado líder em volume de investimento e apresentou reduções em doenças como febre tifoide e leptospirose, além de baixa ocorrência de cólera e esquistossomose durante o período avaliado.

Figura 4 - Evolução dos Investimentos em Saneamento e a Dinâmica das Doenças de Veiculação Hídrica na Região Sudeste (2007–2022): Espírito Santo (a); Minas Gerais (b), Rio de Janeiro (c) e São Paulo (d).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Minas Gerais (Figura 4b) e Espírito Santo (Figura 4a) também mantiveram altos níveis de investimento e registraram queda progressiva em várias doenças no período que vai até o ano de 2020, com leves aumentos em anos mais recentes, o que pode refletir tanto defasagens em políticas públicas quanto aperfeiçoamentos no sistema de notificação.

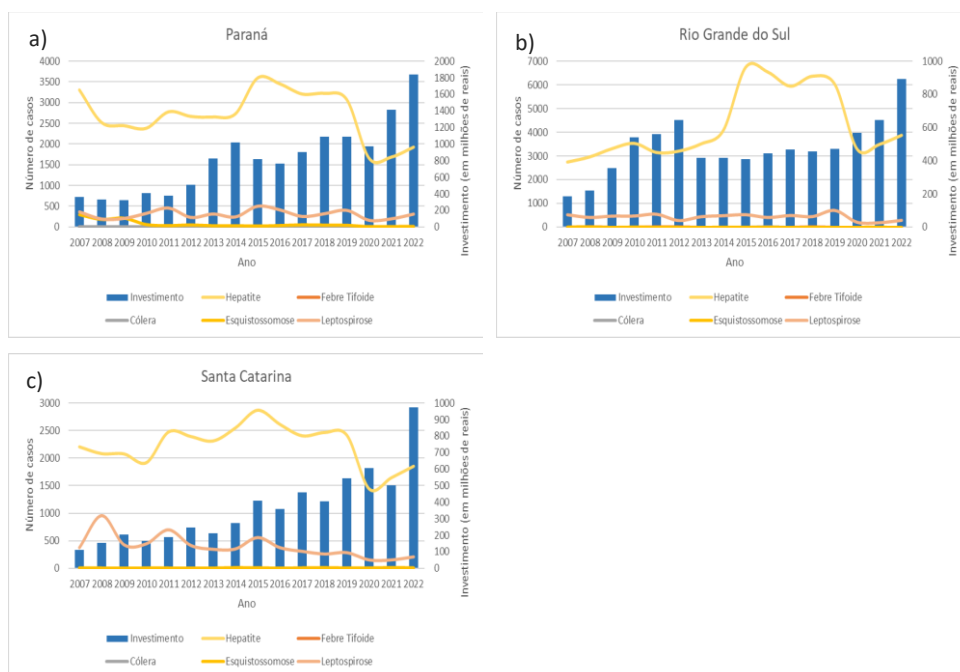
Rio de Janeiro (Figura 4c) apresentou oscilações mais visíveis no registro da incidência das doenças, especialmente hepatite e leptospirose, mas manteve uma tendência de estabilidade geral ao longo dos anos avaliados. Porém, essas oscilações sugerem que os efeitos do investimento podem estar condicionados a outros fatores estruturais, como urbanização intensa e desigualdade territorial (SNIS, 2022).

A Figura 5 apresenta a relação entre os investimentos em saneamento básico e os casos de doenças de veiculação hídrica para a região Sul. Todos os estados apresentaram níveis de investimento elevados, porém os casos de doenças de veiculação hídrica não demonstraram uma redução proporcional ao aumento dos investimentos. A hepatite, mesmo com os altos investimentos, manteve um nível de ocorrência relativamente estável pois, apesar da expansão da rede de esgoto e

do abastecimento de água tratada, fatores como a manipulação inadequada de alimentos, consumo de água não filtrada em ambientes rurais ou periféricos, e deficiências pontuais na rede de distribuição favoreceram a persistência da transmissão da doença (DIAS et al., 2020).

A leptospirose apresentou picos em anos específicos, o que possivelmente reflete uma relação com fatores climáticos, como períodos de chuvas intensas, alagamentos e falhas na drenagem urbana (Figura 5). A ocorrência dessa doença em estados com boa cobertura de saneamento básico reforça a ideia de que a infraestrutura de esgoto não é suficiente para eliminar completamente os riscos de doenças de veiculação hídrica quando outros componentes do saneamento, como a drenagem e o manejo de resíduos sólidos, são negligenciados. Febre tifoide, esquistossomose e cólera apresentaram baixa ocorrência durante todo o período (MARTELI et al., 2022).

Figura 5 - Evolução dos Investimentos em Saneamento e a Dinâmica das Doenças de Veiculação Hídrica na Região Sul (2007–2022): Paraná (a); Rio Grande do Sul (b) e Santa Catarina (c).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A Figura 6 apresenta a relação entre os investimentos em saneamento básico e os casos de doenças de veiculação hídrica para a região Centro-Oeste. De modo geral, doenças como hepatite, febre tifoide e leptospirose mantiveram-se recorrentes, indicando que investimentos isolados não asseguraram a redução das doenças de veiculação hídrica, nessa região, mesmo comportamento observado na região Sul (Figura 5). A persistência desses casos reflete falhas de cobertura, práticas sanitárias inadequadas e vulnerabilidades estruturais em áreas urbanas irregulares e rurais (SANTOS; SANTANA, 2020).

Figura 6 - Evolução dos Investimentos em Saneamento e a Dinâmica das Doenças de Veiculação Hídrica na Região Centro-Oeste (2007–2022): Distrito Federal (a); Goiás (b), Mato Grosso (c) e Mato Grosso do Sul (d).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Ao avaliar todos esses dados, de maneira global, observa-se que o nível de investimento em saneamento varia fortemente entre as unidades federativas, refletindo desigualdades históricas e estruturais. Estados como São Paulo, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais e Paraná apresentaram os maiores volumes de investimento no período avaliado, enquanto estados da região Norte, como Amapá, Acre, Roraima e Tocantins, mantiveram investimentos baixos. Essa diferença tem impacto direto na capacidade de cobertura dos serviços de esgotamento sanitário e abastecimento de água tratada e na ocorrência de doenças de veiculação hídrica.

A hepatite aparece como doença de veiculação hídrica mais prevalente em todos os estados, mesmo naqueles com maior volume de investimento. Isso reforça a ideia de que o controle dessa doença depende não apenas da infraestrutura sanitária, mas também de ações integradas de educação sanitária, vigilância epidemiológica e segurança alimentar (GAZZI *et al.*, 2022; LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011, REZENDE; HELLER; QUEIROZ, 2009). Por outro lado, a leptospirose apresenta picos variáveis, com destaque para Estados mais povoados, como São Paulo, Bahia e Rio Grande do Sul, e podem estar relacionados a fatores como inundações, deficiências em drenagem urbana e alta concentração populacional em áreas irregulares (MARTELI *et al.*, 2022).

A esquistossomose e a febre tifoide aparecem de forma pontual e com incidência geralmente baixa, concentrando-se em estados das regiões Norte e Nordeste, onde ainda há maior exposição da população a corpos d'água naturais contaminados e redes de esgoto precárias (GONZÁLEZ *et al.*, 2021). A cólera, por sua vez, praticamente não é registrada, o que indica controle eficaz, embora sua

erradicação dependa de manutenção constante da vigilância e cobertura sanitária (SILVA; OLIVEIRA; LOPES, 2020).

Do ponto de vista temporal, observa-se uma oscilação nos valores investidos, provavelmente influenciada por crises econômicas e alterações nas políticas públicas de financiamento. Apesar de ser possível observar um investimento expressivo em parte do período para alguns Estados, os dados reforçam que a redução nas doenças não ocorre de forma imediata, sendo necessário um intervalo de anos para que os efeitos da ampliação de redes de esgoto e acesso à água tratada se reflitam plenamente na saúde da população (FERREIRA et al., 2021).

A análise integrada aponta que, embora haja avanços importantes na cobertura de saneamento em estados com maiores investimentos, a persistência de doenças relacionadas à água contaminada demonstra que o acesso desigual à infraestrutura, somado a fatores ambientais, climáticos e sociais, ainda representa um obstáculo significativo à equidade em saúde (FERREIRA et al., 2021). A superação desse cenário exige não apenas aporte financeiro contínuo, mas também uma gestão eficiente, ações intersetoriais e atenção especial às regiões e populações historicamente negligenciadas.

Sob a perspectiva de ciência, tecnologia e sociedade, os resultados deste estudo reforçam que a relação entre investimentos em saneamento e redução de doenças não é linear nem exclusivamente técnica. As desigualdades observadas entre regiões brasileiras evidenciam que o acesso às infraestruturas sanitárias está profundamente condicionado por fatores socioeconômicos, institucionais e políticos (GUEDES *et al.*, 2024; SANTOS e PÉRICO, 2025). Assim, a persistência de doenças, mesmo em contextos de maior investimento, demonstra que a efetividade dessas tecnologias depende da sua articulação com políticas públicas integradas, educação sanitária e condições ambientais adequadas.

Dessa forma, a análise da relação entre saneamento e saúde pública deve considerar não apenas os aspectos quantitativos dos investimentos e indicadores, mas também os contextos sociais nos quais essas tecnologias são implementadas (ZALAGO e SOUZA, 2025). Essa perspectiva amplia a compreensão dos resultados encontrados neste estudo, permitindo uma leitura mais crítica sobre as desigualdades regionais e os limites das políticas públicas no enfrentamento das doenças de veiculação hídrica no Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os investimentos em saneamento básico no Brasil, embora tenham aumentado na ampla maioria dos estados da federação, ao longo dos anos, ainda não se traduzem de maneira uniforme na redução das doenças de veiculação hídrica. A correlação entre saneamento e saúde pública foi mais evidente para a febre tifoide, que apresentou associação negativa com os indicadores de abastecimento e esgotamento sanitário. Já doenças como hepatite viral e leptospirose apresentaram relações mais complexas, influenciadas também por fatores ambientais, sociais e estruturais. A esquistossomose teve associação negativa com o tratamento de esgoto, especialmente em regiões historicamente endêmicas, enquanto a cólera, de baixa ocorrência no período, não apresentou correlações estatisticamente significativas.

Os dados apontam que altos índices de tratamento de esgoto não garantem, isoladamente, segurança sanitária, especialmente quando o tratamento é incompleto ou a coleta é insuficiente. Além disso, os efeitos dos investimentos não são imediatos, há um tempo de reação para que melhorias na infraestrutura resultem em impactos na diminuição de doenças.

Portanto, a universalização do saneamento deve considerar, além da cobertura, a qualidade dos serviços, a gestão integrada, e diminuição das desigualdades regionais, para garantir avanços efetivos e sustentáveis na saúde pública brasileira.

Por fim, do ponto de vista da Ciência, Tecnologia e Sociedade, espera-se que a disponibilização desses dados e análises sirva como base e motivação para a proposta de tecnologias sociais que ajudem a modificar o panorama observado. Principalmente, atendendo as populações mais vulneráveis nos estados brasileiros que precisam de priorização para que seja possível erradicar as doenças focadas neste estudo.

Basic sanitation and public health: connections that Brazil cannot ignore

ABSTRACT

This study evaluated the correlation between investments in basic sanitation in Brazilian states and the main waterborne diseases (cholera, schistosomiasis, typhoid fever, hepatitis, and leptospirosis) between 2007 and 2022. Disease data were collected through the Unified Health System's Information Technology Department (DATASUS), and sanitation indicators were extracted from the National Sanitation System (SNIS). Inequalities in access to infrastructure and in the incidence of waterborne diseases were observed. Hepatitis remained the most prevalent disease, even in states with greater investment. Typhoid fever and schistosomiasis showed negative correlations with sanitation indicators, suggesting a direct relationship with structural precariousness. Leptospirosis was associated with environmental factors, such as poor urban drainage. The analysis reinforces that continued investment and integrated policies are essential to reduce these diseases.

KEYWORDS: Sustainable development. Environment. Urban infrastructure. Environmental epidemiology. Sanitation. Regional policies.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev., 1. reimp. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 jan. 2007.
- BRASIL. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 set. 1990.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde Brasil 2022/2023: uma análise da situação de saúde e da agenda para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Brasília: MS, 2023.
- DE JESUS AMBROSIO, H. T. M.; JUNIOR, J. A.; RODRIGUES, Z. M. R. Doenças de veiculação hídrica, saneamento e educação ambiental: uma revisão sistemática. **Observatorio de la economía latinoamericana**, 22, 7, e5657-e5657. 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv22n7-065>
- DE SOUZA SILVA, A., LIMA, B. L., & DE ANDRADE SPINOLA, C. Saneamento Básico e Doenças de Veiculação Hídrica: um estudo da Comunidade Quilombola de Remanso, Lençóis-BA. **Revista Baru-Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, v. 6, p. e7987-e7987, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18224/baru.v6i1.7987>
- DIAS, C. M., CUNHA, L. F. G., CARVALHO, J. P. A., DUARTE, F. H., GOYATÁ, L. S., FÓFANO, G. A. Epidemiologia das hepatites virais no Brasil. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 44, n. 4, p. 76-92, 2020. DOI: 10.22278/2318-2660.2020.v44.n4.a3131
- FERREIRA, D. C., GRAZIELE, I., MARQUES, R. C., GONÇALVES, J. et al. Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: The Brazilian case. **Science of the Total Environment**, 779, 146279. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146279>
- FREITAS, F. G.; MAGNABOSCO, A. L. Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2017. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/beneficios-economicos-e-sociais-da-expansao-do-saneamento-no-brasil/>. Acessado em: 02 de outubro de 2025.
- GAZZI, B. C., DA SILVA, E. L. D., ZÖLLNER, M. S. A. DA C. Correlação entre Hepatite e acesso ao Saneamento Básico: Um Levantamento Epidemiológico. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, 26, 101824, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2021.101824>
- GUEDES, W. P.; SUGAHARA, C. R.; LOMBARDO FERREIRA, D. H.; BRANCHI, B. A. Construção de um índice de saneamento básico: uma proposta de *Ranking* para os municípios das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Revista Tecnologia e Sociedade**, 20, 59, p. 103-123, 2024. DOI: 10.3895/rts.v20n59.16205

GONZÁLEZ, S. C. V., BARBOSA, Y. M., DE OLIVEIRA, A. C., DE ARAUJU, K. C. G. M. Saneamento ambiental e esquistossomose em uma comunidade do Nordeste do Brasil. **Research, Society and Development**, 10, 8, e28410817382, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17382>

HIBL, B. M., GARMES, N. J. M. D., KNEUBEHL, A. R., VOGT, M. B., CLINTON, J. L. S., RICO-HESSE, R. R. Mosquito-bite infection of humanized mice with chikungunya virus produces systemic disease with long-term effects. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 6, p. e0009427, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009427>

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de administração pública**, v. 45, p. 331-348, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000200003>

MARTELI, A. N., GUASSELLI, L. A., DIAMENT, D., WINK, G. O., VASCONCELOS, V. V. Spatio-temporal analysis of leptospirosis in Brazil and its relationship with flooding. **Geospatial Health**, v. 17, n. 2, p. 1128, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4081/gh.2022.1128>

OLIVEIRA, G. C., SILVA, Y. O., TORRES, N. B., REZENDE, R. C. T., LOBATO, T. R. L., DE LIRA, M. V. L., AGUIAR, J. R., DE MENDONÇA, M. H. R. Perfil da morbimortalidade da febre tifoide e paratifoide e sua relação com os serviços de saneamento básico no Brasil, entre 2010 e 2021. **Research, Society and Development**, 11, 8, e39411831147, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i8.31147>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), 2015. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. DISPONÍVEL EM: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>> ACESSO EM: 23 DE OUTUBRO DE 2025.

PAZ, D. H. F. Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) para gestão de sistemas de saneamento. **Revista Tecnologia e Sociedade**, 20, p. 180-196, 2024. DOI: 10.3895/rts.v20n62.17680

PINTANEL, S. R.; CECCONELLO, S. T.; CENTENO, L. N. Análise da correlação entre os indicadores de saneamento básico e as doenças de veiculação hídrica em municípios do sul do Rio Grande do Sul. **Revista Ambientale**, 13, 41-52, 2021. DOI: <https://doi.org/10.48180/ambientale.v13i2.292>

REZENDE, S.; HELLER, L.; QUEIROZ, A. C. L. Água, saneamento e saúde no Brasil interseções e desacordos. **Anuario de estudios americanos**, v. 66, n. 2, p. 57-80, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3989/aeamer.2009.v66.i2.317>

SANTIAGO, C., PUGLIESI, E., MASSUKADO, L., KOTAKA, F. Contribuições da Fundação Nacional de Saúde na pesquisa em saúde e saneamento no Brasil. **Saúde e Sociedade**, 29, 2, e181011. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902020181011>

SANTOS, G. R.; SANTANA, A. S. Gestão comunitária da água: soluções e dificuldades do saneamento rural no Brasil. 2020. DISPONÍVEL EM:

<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10287>. ACESSADO EM 20 DE OUTUBRO DE 2025.

SANTOS, N. P. dos; PÉRICO, A. E. Uma análise do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em municípios maranhenses (2007-2014). **Revista Tecnologia e Sociedade**, 21, 63, p. 288-313, 2025. DOI: 10.3895/rts.v21n63.19445

SILVA, E. S; OLIVEIRA, D, D, de; LOPES, A. P. Acesso ao Saneamento básico e Incidência de Cólera: uma análise quantitativa entre 2010 e 2015. **Saúde em debate**, 43,121-136. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042019S309>

SIQUEIRA, G.C.; RIBEIRO, S.A.F.; FREITAS, C.C.G.; SOVIERZOSKI, H.H.; LUCAS, L.B. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista. Tecnologia e Sociedade**, 17, 48, p. 16-34, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v17n48.14128>

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento 2022. DISPONÍVEL EM: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel> . ACESSO EM 06 DE OUTUBRO DE 2025.

TELES, A. J., BOHM, B. C., SILVA, S. C. M., BRUHN, F. R. P. Socio-geographical factors and vulnerability to leptospirosis in South Brazil. *BMC public health*, v. 23, n. 1, p. 1311, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16094-9>

VILA NOVA, F. V. P.; TENORIO, N. B. Doenças de Veiculação Hídrica Associadas à Degradação dos Recursos Hídricos, Município de Caruaru-PE. **Caminhos da Geografia**, 20, 250-264. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG207145545>

WHO – World Health Organization. Water, sanitation and hygiene (WASH) and health. Geneva: WHO, 2023. DISPONÍVEL EM: <https://www.who.int> . ACESSO EM 20 DE OUTUBRO DE 2025.

ZAGALO, E. P. Â.; SOUZA, C. M. N. Tecnologia social em saneamento na Amazônia e promoção da saúde: proposta de avaliação de projetos. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 21, 64, p. 99-115, 2025. DOI: 10.3895/rts.v21n64.19301

Recebido: 24/10/2025
Aprovado: 24/04/2026
DOI: 10.3895/rts.v22n70.21012

Como citar:

MANDELLI, Wanessa Gentil; ALVES, Magno José; DINIZ, Anthony Andrey Ramalho; PERPETUO, Elen Aquino; PENTEADO, Eduardo Delloso. Saneamento básico e saúde pública: conexões que o Brasil não pode ignorar. Rev. Technol. Soc., Curitiba, v. 22, n. 70, p.39-61, jul./set., 2026.

Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/21012>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

