

Gastos públicos com educação e proporção de internações por doenças de veiculação hídrica no estado de Minas Gerais^a

Public Spending on Education and Proportion of Hospitalizations Due to Waterborne Diseases in the State Of Minas Gerais

Stela Barbosa Januzzi^b 

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural, Viçosa (MG),
Brasil

Christiana Rosa Ferreira^c 

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Ciências Econômicas, Belo
Horizonte (MG), Brasil

Evandro Camargos Teixeira^d 

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural, Viçosa (MG),
Brasil

Resumo: Este trabalho teve como objetivo analisar a relação entre gastos públicos *per capita* com educação e a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes nos municípios do estado de Minas Gerais, que é o segundo mais populoso do Brasil, e que corresponde à terceira maior participação no Produto Interno Bruto (PIB) do país. Para tal, estimou-se um modelo com dados em painel dinâmico a partir dos dados do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), correspondente ao período 2009-2021. Os resultados apontaram que gastos *per capita* mais elevados em educação propiciaram melhores condições de vida em geral para a população, diminuindo a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes no

Editora responsável: Maríndia Brites

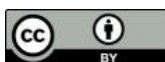
^a Submissão: 06/03/2024 | Aprovação: 21/08/2024 | DOI: 10.5380/re.v45i87.94805

^b stela.januzzi@ufv.br

^c chrissrosa@hotmail.com

^d evandro.teixeira@ufv.br

Todos os autores foram responsáveis pela concepção, pesquisa de dados e/ou documentos, análise dos dados e/ou documentos, participação ativa na discussão dos resultados e revisão e aprovação da versão final.



Esta publicação está licenciada sob os termos de
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

estado. Nesse sentido, políticas públicas que elevem o dispêndio educacional e de forma eficiente seriam fundamentais em termos de melhorias das condições de saneamento básico e do nível de bem-estar social.

Palavras-chave: Gastos públicos *per capita* em educação. Doenças de veiculação hídrica. Minas Gerais. Brasil. Painel dinâmico.

Abstract: The aim of this study was to analyze the relationship between *per capita* public spending on education and the proportion of hospitalizations for waterborne diseases per 100,000 inhabitants in the municipalities of the state of Minas Gerais, which is the second most populous in Brazil and has the third largest share of the country's Gross Domestic Product (GDP). To this end, a dynamic panel data model was estimated to be using data from the Minas Gerais Social Responsibility Index (IMRS) for the period 2009-2021. The results showed that higher *per capita* spending on education led to better living conditions in general for the population, reducing the proportion of hospitalizations for waterborne diseases per 100,000 inhabitants in the state. In this sense, public policies that increase educational spending efficiently would be fundamental in terms of improving basic sanitation conditions and the level of social well-being.

Keywords: Expenditure *per capita* on Education. Waterborne Diseases. Minas Gerais. Brazil. Dynamic Panel.

JEL: C23. H52. I13.

1. Introdução

A Teoria do Capital Humano, que teve como precursores Schultz (1961) e Becker (1962), parte do princípio de que as condições de saúde compõem o estoque de capital humano. Nesse sentido, os gastos com saúde, além dos dispêndios com educação, representam investimentos fundamentais, uma vez que ampliam as capacidades humanas e geram aumento da produtividade, da renda *per capita* e do conseqüente crescimento econômico dos países.

Por outro lado, precárias condições de saúde contribuem para um baixo nível de produtividade do trabalho, elevado índice de doenças crônicas, bem como de despesas com remédios e tratamentos, altas taxas de fertilidade e redução da expectativa de vida (Cruz; Teixeira; Braga, 2010). Nesse contexto, a relevância das condições de saúde da população se faz evidente, especialmente no que tange às doenças de veiculação hídrica, que ainda atingem níveis preocupantes de acometimento no Brasil.

Tais doenças, que compreendem a cólera, a diarreia, a gastroenterite, a dengue, a amebíase, a leptospirose, a febre tifoide, a giardíase, entre outras, estão diretamente ligadas às condições socioeconômicas e decorrem principalmente da ingestão de água de qualidade imprópria para consumo humano (Sekoba *et al.*, 2023). Elas atingem mais frequentemente as crianças, uma das principais causas de mortalidade infantil, como atestado por Sharma e Adhikari (2022). Outrossim, nota-se que a probabilidade de acometimento por tais doenças é menor à medida que o acesso da população a água tratada e outros serviços de saneamento básico aumenta (Ambrosio; Aquino Junior; Rodrigues, 2024).

Ademais, as doenças de veiculação hídrica ainda se configuram como um grande problema na área da saúde em várias partes do mundo, já que em 2020, 46% da população mundial vivia sem acesso a saneamento básico e estima-se que pode corresponder a 2,4 bilhões de pessoas até 2050 (World Health Organization; World Bank Group; Unicef, 2022).

No caso do Brasil, em 2022, mais de 15% da população não tinha acesso ao sistema de abastecimento de água e 44% dos brasileiros careciam de serviço de esgotamento sanitário. Isso representa mais de 32 milhões de indivíduos sem água potável e mais de 90 milhões sem coleta e nem tratamento de esgoto. Além disso, o país é bastante heterogêneo entre os estados e até do ponto de vista intraestadual. Nesse sentido, os municípios das regiões Sudeste e Sul possuem, em média,

percentuais mais elevados de pessoas atendidas por rede de água e esgoto. Já os municípios da região Nordeste e, principalmente, da região Norte estão entre aqueles com os piores índices (Trata Brasil, 2024a).

Apesar dessa taxa comparativamente menor e de se caracterizar como a região mais desenvolvida do Brasil, responsável por 54,9% do PIB nacional (IBGE, 2017), a região Sudeste ainda apresenta problemas no tocante às questões de saneamento básico, que podem ser verificados no caso de Minas Gerais, estado pertencente à região e foco do presente estudo. Embora esse estado apresente índices de saneamento básico superiores à de outros no Brasil, em 2022, 10,9% das residências mineiras não tinham acesso à rede geral de abastecimento de água tratada e 18,8% não dispunham de acesso à rede geral de esgoto (Trata Brasil, 2023; Trata Brasil, 2024b).

O número de internações por doenças de veiculação hídrica tem apresentado tendência decrescente no estado, já que em 2017 foram notificadas 16.658 ocorrências e em 2022, o total de internações caiu para 11.439, valor também condicionado pela pandemia da Covid-19, que sobrecarregou o sistema de saúde (Silva *et al.*, 2021; Painel Saneamento Brasil, 2024).

Além do investimento em saneamento básico representar uma medida prioritária em termos de saúde pública, o que possibilita a redução de gastos com prestação de saúde curativa (Barroso, 2002), o nível educacional destaca-se como um dos principais fatores capazes de diminuir a incidência das doenças de veiculação hídrica. No que permeia esse aspecto, Haller, Hutton e Bartram (2007) afirmam que um nível mais elevado de escolaridade possibilita a prevenção de doenças transmitidas pela água contaminada através da maior conscientização sobre cuidados com a higiene, assim como estimula o tratamento da água antes do consumo.

Nesse sentido, os investimentos em educação podem ser importantes no intuito de melhorar as condições de saneamento e reduzir a incidência de doenças de veiculação hídrica. No entanto, segundo Rossi *et al.* (2019), tem havido redução substancial dos gastos públicos destinados à educação a partir de 2015 no Brasil, já que após o máximo de R\$ 133,1 bilhões naquele ano, o orçamento autorizado para a função educação caiu para R\$ 119,1 bilhões em 2016 e R\$ 116,0 bilhões em 2018.

A literatura fornece inúmeras evidências da relação entre maiores níveis educacionais e melhores condições de saúde, e conseqüentemente menores níveis de incidência de doenças. Trabalhos como os de Cutler e Lleras-Muney (2006), Groot e Brink (2007) e Hahn e Truman (2015) destacam o importante papel que os investimentos em educação desempenham no que concerne ao estado de saúde dos indivíduos, sendo possível estabelecer uma relação direta entre um maior nível de escolaridade e melhores condições de saúde da população.

Entretanto, são relativamente escassos os trabalhos que investigam de maneira mais aprofundada a relação específica entre educação e doenças de veiculação hídrica. Nessa perspectiva, Desai e Alva (1998) e Vásquez *et al.* (1996) enfatizam a relevância do nível educacional das mães sobre o manejo e percepção de riscos da diarreia em seus filhos. Já Mendonça e Seroa da Motta (2009) constata, indiretamente, a influência dos capitais educação e saúde sobre a mortalidade infantil causada pela diarreia, tendo como base os estados brasileiros, durante os anos de 1981 a 2001.

Alguns estudos, por sua vez, constataram a importância da transmissão de conhecimento a respeito das condições adequadas de saneamento como forma de reduzir a incidência de doenças de veiculação hídrica, vide os trabalhos internacionais de Sharma e Adhikari (2022), Sekoba *et al.* (2023), Secundua e Fazenda (2019), além daqueles nacionais realizados por Ambrosio, Aquino Junior e Rodrigues (2024), Cotrim-Guimarães, Oliveira e Ferreira (2018) e Paiva e Souza (2018).

Assim, verifica-se uma lacuna na literatura a respeito de uma análise mais aprofundada da relação entre gastos públicos em educação e a incidência de doenças de veiculação hídrica, sobretudo por meio de uma análise regional, abrangendo um único estado brasileiro, no caso do presente estudo, Minas Gerais. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo analisar os efeitos dos gastos públicos *per capita* em educação sobre a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes no período 2009-2021, considerando os municípios do referido estado.

Além da referida contribuição para a literatura, o presente estudo se justifica diante das taxas de morbidade e mortalidade relativas às doenças de veiculação hídrica no Brasil, impactando na produtividade e no capital humano nacional. Assim, por consequência, são elevados os gastos públicos consideráveis com saúde

curativa, internações hospitalares e tratamento de tais doenças (Paiva; Souza, 2018).

Cabe ainda salientar que Minas Gerais se destaca no país por ser o segundo estado com maior contingente populacional e terceiro com maior Produto Interno Bruto (PIB), além de apresentar elevada desigualdade socioeconômica entre suas mesorregiões, que de certa forma reflete o panorama brasileiro. Importante também salientar que os resultados obtidos nessa pesquisa podem incentivar a implementação de políticas públicas, vide investimentos em educação no longo prazo, capazes de diminuir a incidência de doenças de veiculação hídrica, além de reduzir despesas com o tratamento de tais doenças.

Este trabalho está dividido em mais quatro seções, além dessa seção introdutória. Na próxima seção, são apresentadas evidências teóricas e empíricas relacionadas ao tema, seguida pela seção de descrição da metodologia, resultados e considerações finais.

2. Evidências teóricas e empíricas

Segundo Mushkin (1962), condições satisfatórias de saúde promovem crescimento econômico, visto que a formação do capital humano, mediante evolução do nível educacional, melhora a capacidade produtiva, propiciando maiores rendimentos do trabalho futuros. Além disso, de acordo com Becker (1993), a educação proporciona resultados positivos na área da saúde, uma vez que expande a consciência nos indivíduos a respeito de atividades orientadas a prevenir doenças. Em consonância a essa ideia, Schultz, em sua contribuição à Teoria do Capital Humano, destaca que investimentos em educação aumentam a produtividade do trabalho, elevam salários e contribuem para quebrar o ciclo da pobreza, favorecendo diretamente o crescimento econômico dos países (Schultz, 1961).

Em estudo realizado para a Holanda, Groot e Brink (2007) verificaram que indivíduos com nível mais elevado de educação são mais saudáveis, além do fato de que os investimentos em educação compensam os gastos que poderiam ser dispendidos em saúde e com tratamento de doenças). Ademais, Cutler e Lleras-Muney (2006) verificaram que pessoas com nível educacional mais elevado têm mais chances de sobreviver a algumas doenças, tais como o câncer; além de

possuírem menor tendência a serem acometidos por hipertensão, diabetes, ou sofrerem enfisema pulmonar; têm condição física e mental melhor; além de passarem menos tempo impossibilitados de trabalhar em função de determinadas doenças.

Szwarcwald *et al.* (1999) comprovam, por meio de um estudo ecológico, usando técnicas de geoprocessamento e de regressão múltipla, a hipótese de que o status de saúde está associado à educação precária e desigualdade de renda no município do Rio de Janeiro. Os resultados obtidos demonstram que a correlação estabelecida entre essas variáveis se deve à elevada concentração de domicílios em áreas sem infraestrutura adequada, provocando desequilíbrios nas correspondentes distribuições de renda e acesso à educação. Um dos fatores explicativos de tal associação entre concentração de renda e condições de saúde, além da ausência de investimentos em políticas sociais necessárias para garantir o bem-estar social (Smith, 1996; Kawachi; Kennedy, 1997).

Logo, é possível inferir que o subdesenvolvimento e a pobreza influem de maneira negativa nos níveis educacionais, bem como nas condições de saúde das pessoas, como apontado nos estudos de Haan *et al.* (1987) e Misra e Singh (2012). Essas condições corroboram para que doenças passíveis de prevenção sejam responsáveis por elevados índices de mortalidade infantil, internação hospitalar, gastos públicos com tratamentos de doenças e combate a epidemias em países em desenvolvimento, como é observado no tocante às doenças de veiculação hídrica.

De acordo com Peiter (2005), tais doenças estão diretamente ligadas a condições precárias de saneamento básico, de acesso a água tratada e de moradia, ao desamparo estatal, à desigualdade social, ao subdesenvolvimento, e a falta de instrução da população, bem como seus hábitos de higiene ambiental e pessoal.

Nesse sentido, é possível evidenciar a relação entre os níveis educacionais da população e incidência das doenças de veiculação hídrica. Na literatura internacional, é notório o destaque dado ao nível de escolaridade das mães como forma de prevenção da diarreia na infância, enfatizando que quanto menor este nível, mais frequentes e graves são tais episódios (Desai; Alva, 1998; Vásquez *et al.*, 1996).

Para o Brasil, Mendonça e Seroa da Motta (2009) relacionaram a incidência da mortalidade infantil às doenças de veiculação hídrica, através de indicadores de saneamento e variáveis como educação e saúde para os estados brasileiros no

período de 1981 a 2001, através da estimação de um modelo econométrico utilizando dados em painel. Os autores concluíram que tanto o acesso aos serviços de saneamento como aqueles relacionados a serviços de educação e saúde públicas afetam negativamente a mortalidade infantil. Ademais, demonstraram que a redução da mortalidade infantil concatenada às doenças de veiculação hídrica no Brasil, nas últimas duas décadas, foi alcançada graças às melhorias na cobertura dos serviços de saneamento e ao maior acesso da população aos serviços de educação e saúde.

Além disso, alguns estudos têm como foco a educação como forma de melhorar a higienização, sendo capaz de fornecer orientações sobre doenças, comportamentos de risco e atitudes adequadas quanto ao uso e consumo da água, por meio de experimentos em bairros de baixa renda que se mostraram efetivos (Francis *et al.*, 2015; Cruvinel *et al.*, 2019).

Nesse sentido, Secundua e Fazenda (2019) avaliaram a qualidade das práticas dos técnicos de enfermagem em termos de ensinamento de práticas adequadas de saúde em comunidades pesqueiras de Sumbe, província de Kwanza Sul, Angola. Os autores apontaram que há fragilidades nas práticas dos técnicos, vide que em algumas comunidades não há serviços regulares de coleta de resíduos sólidos. Dessa forma, eles constataram a necessidade de conscientização sobre a prevenção de doenças e promoção das condições de saúde por meio de melhorias na qualificação dos técnicos e verificação sistemática do trabalho.

Por sua vez, Sharma e Adhikari (2022) investigaram as instalações relacionadas a iniciativa do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) no que tange o acesso a água potável, saneamento e higiene (iniciativa WASH) e o estado de saúde dos alunos do nível básico no Nepal, entre janeiro e março de 2021. Os resultados evidenciaram que a prevalência de doenças entre os alunos foi significativamente maior em escolas em que os serviços não eram ofertados de forma adequada. Isso demonstra que as iniciativas WASH devem ser aprimoradas para fortalecer as medidas preventivas nas escolas.

Já Sekoba *et al.* (2023) analisaram os conhecimentos em termos de condições de saúde e doenças transmitidas por alimentos e água na região de Gedeo, sul da Etiópia, entre março e abril de 2022. Os resultados demonstraram que indivíduos com nível mais elevado de conhecimento relativo às condições

adequadas de saúde e particularmente de doenças transmitidas por alimentos e pela água, possuíam menores chances de serem acometidos pelas referidas doenças.

Considerando o caso brasileiro, Cotrim-Guimarães, Oliveira e Ferreira (2018) avaliaram os conhecimentos sobre qualidade e manuseio da água dos estudantes das séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio do distrito de Brejo do Amparo, do município de Januária, Minas Gerais. Eles concluíram que a maioria dos alunos não conhecia os riscos relativos ao contato direto com a água contaminada nem sobre as principais doenças de veiculação hídrica e suas formas de contaminação. Ademais, foram identificadas práticas inadequadas de consumo e manejo da água pelas famílias dos alunos entrevistados. Dessa forma, os autores sugeriram adoção de ações educativas com o intuito de instruir a população em relação aos cuidados com a saúde individual e coletiva.

Nessa mesma linha, Paiva e Souza (2018) investigaram a associação entre condições de saneamento, assistência básica de saúde e variáveis socioeconômicas às internações por doenças relacionadas às deficiências nos serviços de saneamento. As autoras constataram que a distribuição de sabão comum e bactericida, além de orientação quanto às práticas de higiene, pode ter papel fundamental na melhoria das condições de saúde e qualidade de vida da população mais carente.

Por meio de uma revisão de literatura relativa ao período 2012-2022, Ambrosio, Aquino Junior e Rodrigues (2024) atestaram a existência de relação direta da infraestrutura sanitária inadequada e eficácia limitada de iniciativas de educação ambiental com a incidência das doenças de veiculação hídrica. Eles destacaram a necessidade urgente de que haja educação ambiental mais robusta, integrada como componente interdisciplinar no currículo escolar, como ferramenta crucial para que sejam promovidas políticas públicas mais eficazes em comunidades urbanas e rurais, tanto localmente quanto regionalmente.

Assim, mediante os mecanismos teóricos evidenciados e os trabalhos apresentados, é perceptível a relação inversa verificada na literatura entre nível educacional e internações por doenças de veiculação hídrica. No entanto, não foi encontrado nenhum trabalho que tivesse como objetivo analisar o efeito de gastos públicos em educação sobre as referidas doenças, que é o objetivo central do presente estudo, com vistas a complementar a literatura existente.

3. Metodologia

3.1 Descrição do modelo econométrico

Para atingir o objetivo desse trabalho, será utilizado o modelo econométrico com dados empilhados em painel, que se configura como a junção de séries temporais com cortes transversais, o que possibilita a obtenção de um número maior de observações, fazendo com que os estimadores tendam a ser mais eficientes do ponto de vista estatístico. Sendo assim, é possível considerar os efeitos específicos vinculados às unidades individuais, no caso, os municípios mineiros (Cameron; Trivedi, 2005).

De maneira específica, é utilizado o estimador de Método Generalizado dos Momentos em Diferenças (GMM-SYS) para dados em painel dinâmico. De acordo com Greene (2003), essa é uma forma de estimação mais geral que o modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), pois ao contrário das hipóteses usuais deste, o modelo GMM-SYS não faz suposições acerca de ausência de autocorrelação dos erros de apreçamento, ausência de multicolinearidade ou heterocedasticidade, sendo seu uso mais oportuno para essa pesquisa.

O referido estimador possui dois benefícios primordiais. O primeiro é o fato de se levar em consideração a relação dinâmica da variável dependente, a qual é inserida como variável explicativa defasada em um período no modelo estimado. O segundo benefício corresponde à possibilidade de controle da endogeneidade existente entre algumas variáveis explicativas e a variável dependente. Para tal, o modelo utiliza variáveis instrumentais defasadas em dois períodos, que não apresentam correlação com o erro. Além disso, para verificar se tais instrumentos são realmente válidos é utilizado o teste de Sargan, além do teste de análise da correlação serial dos erros.

Cameron e Trivedi (2005) definem a forma genérica do modelo como:

$$y_{it} = \alpha_{it} + x'_{it} \beta_{it} + u_{it} \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T,$$

Em que y_{it} é a variável dependente, x'_{it} uma matriz $K \times 1$ de variáveis independentes, u_{it} é o termo de erro, i distingue os municípios, ao passo que t é o indexador de tempo. Para selecionar as variáveis explicativas a serem incluídas no

modelo estimado, baseou-se na literatura existente, tal como em Peiter (2005) e Paiva e Souza (2018).

Dessa forma, o modelo estimado, que possui a forma linear, é definido como:

$$\begin{aligned} \text{intdoenveichid}_{it} = & \alpha_{it} + \beta_1 \text{intdoenveichidef}_{it-1} + \\ & \beta_2 \text{gastospercapitaeduc}_{it} + \beta_3 \text{taxadeempregosetorformal}_{it} + \\ & \beta_4 \text{rendapercapsetorformal}_{it} + \beta_5 \text{gastospercapitasaneamento}_{it} + \\ & \beta_6 \text{envelhecimento}_{it} + \beta_7 \text{urbaniza\c{a}o}_{it} + u_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

Onde, $i = 1, 2, \dots, 853$; e $t = 2009, \dots, 2021$.

Em que *intdoenveichid* refere-se à proporção de internações de indivíduos por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes nos municípios, em logaritmo; *intdoenveichidef* é a própria variável dependente, proporção de internações de indivíduos acometidos por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes defasada em 1 período (“efeito inércia”); *taxadeempregosetorformal* refere-se à proporção da população que trabalha de acordo com as regras da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT); *rendapercapsetorformal* é a renda *per capita* do setor formal; *gastospercapitaeduc*, considerada endógena na estimação, indica os gastos públicos *per capita* em educação; *gastospercapitasaneamento* refere-se ao gastos públicos *per capita* em saneamento, também considerada endógena na estimação; *envelhecimento* refere-se ao índice envelhecimento da população; *urbaniza\c{a}o* denota o grau urbanização dos municípios.

O painel construído para a estimação do modelo é do tipo desbalanceado, pois existe ausência de informações para alguns municípios. Foram obtidas 11.046 observações dos municípios do estado de Minas Gerais. No Quadro 1, a seguir, são apresentadas detalhadamente as variáveis que compõem o modelo econométrico estimado, bem como seus sinais esperados.

Baseando-se na literatura apresentada, espera-se que a principal variável explicativa, gasto público *per capita* em educação, apresente sinal negativo, uma vez que o maior nível de escolaridade e ampliação dos serviços de educação pública impactam negativamente a propensão de acometimento por doenças de

veiculação hídrica (Sekoba *et al.* (2023; Cotrim-Guimarães; Oliveira; Ferreira, 2018; Ambrosio; Aquino Junior; Rodrigues, 2024).

Nesse sentido, ao elevar os gastos públicos *per capita* em educação, espera-se que mais pessoas tenham acesso a serviços educacionais e de qualidade, com elevação do conhecimento a respeito de hábitos adequados de higiene e de manejo da água consumida, tal como salientado por Secundua e Fazenda (2019), Sharma e Adhikari (2022) e Aquino Junior e Rodrigues (2024). Além disso, por serem doenças que atingem mais as crianças, verifica-se que a manutenção de bons níveis educacionais é fundamental para o desenvolvimento saudável destas, corroborando para redução de morbidade e mortalidade infantis, além de garantir elevação do nível de capital humano do país no longo prazo (Scupinari; Menezes-Filho, 2017).

Quadro 1 – Variáveis utilizadas no modelo econométrico

Tipo de variável	Variáveis	Descrição das variáveis	Sinais esperados
Variável dependente	intdoenveichid	Proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes.	-
Variáveis explicativas	intdoenveichidef	Proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes, defasada em um período.	Positivo
	covid	<i>Dummy</i> que assume valor igual a 1 para os anos de 2020 e 2021, e 0 para o período 2009-2019.	Negativo
	rendapercapsetorformal	Renda <i>per capita</i> do setor formal	Negativo
	taxadeempregosetorformal	Taxa de emprego do setor formal	Negativo
	gastospercapitasaneamento	Gastos públicos <i>per capita</i> em saneamento básico, deflacionados por meio do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para valores de 2021.	Indefinido
	urbanização	Taxa de urbanização dos municípios	Negativo
	envelhecimento	Índice de envelhecimento da população	Indefinido
	gastospercapitaeduc	Gastos públicos <i>per capita</i> em educação, deflacionados por meio do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para valores de 2021.	Negativo

Fonte: elaboração própria.

Ademais, as doenças de veiculação hídrica estão positivamente relacionadas às situações de pobreza e subdesenvolvimento (Novotný *et al.*, 2018; Paiva e Souza, 2018), e, com isso, os sinais esperados para as variáveis renda *per capita* do setor formal e taxa de emprego do setor formal são negativos. Ainda, como apontado nos estudos de Secundua e Fazenda (2019) e Ambrosio, Aquino Junior e Rodrigues (2024), existe relação inversa entre condições satisfatórias de saneamento básico e internações por doenças de veiculação hídrica. No modelo estimado, a variável relativa aos gastos públicos *per capita* em saneamento básico

foi considerada endógena, uma vez que sua relação com a variável explicada possui causalidade reversa.

Por sua vez, no que concerne à variável que aponta o nível de envelhecimento do município, o sinal esperado é indefinido, pois segundo Paiva e Souza (2018), crianças e idosos correspondem aos grupos populacionais mais vulneráveis ao acometimento por doenças de veiculação hídrica.

Ademais, para a *dummy* relativa ao período da pandemia da Covid-19, espera-se sinal estimado negativo, em função da sobrecarga no sistema de saúde existente naquele momento (Silva *et al.*, 2021). Por fim, com relação à variável que denota o grau de urbanização do município, Soares *et al.* (2015) apontam que geralmente a população rural vive em condições de desigualdade socioeconômica, motivadas particularmente pela insuficiência de sistemas de esgoto e abastecimento de água, o que contribui decisivamente para o surgimento de doenças de veiculação hídrica. Logo, o sinal esperado para essa variável é negativo.

3.2 Descrição da base de dados

O período de análise refere-se a 2009-2021 em função da disponibilidade de dados para as variáveis incluídas no trabalho. Além disso, a fonte de tais informações é o Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), da Fundação João Pinheiro (FJP)¹, que é uma importante instituição de pesquisa, ensino, avaliação e apoio ao processo de tomada de decisão na gestão de políticas públicas, interligando competências técnico-científicas e gestão governamental no estado de Minas Gerais.

De acordo com a FJP (2019), a criação do IMRS partiu da concepção de que a responsabilidade social na gestão pública estadual consiste na implementação, pela administração pública, de políticas, planos, programas, projetos e ações que assegurassem o acesso da população à assistência social, à educação, aos serviços de saúde, ao emprego, à alimentação de qualidade, à segurança pública, à habitação, ao saneamento, ao transporte e ao lazer.

Por fim, cabe ainda salientar que a análise contempla os municípios do estado de Minas Gerais no referido período e que as variáveis correspondentes aos

¹ Disponível em <http://imrs.fjp.mg.gov.br>

gastos públicos *per capita* em educação e saneamento foram deflacionadas por meio do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para valores de 2021.

4. Resultados

4.1 Análise descritiva

A análise das estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na estimação do modelo econométrico proporciona melhor compreensão da amostra utilizada, e, igualmente, auxilia na compreensão dos resultados econométricos apresentados na próxima subseção.

É possível verificar, a partir da Tabela 1, que a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes é de aproximadamente 1,33. Além disso, a média dos gastos *per capita* em educação para os municípios mineiros é de aproximadamente R\$ 576,50. Já as médias da renda *per capita* do setor formal e dos gastos *per capita* com saneamento básico foram de R\$ 216,39 e R\$ 47,90, respectivamente. Esse resultado indica a existência de elevada heterogeneidade entre os municípios que compõem a amostra relativa ao estado de Minas Gerais no período analisado.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na estimação do modelo econométrico

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
intdoenveichid	1,3334	2,4523	0	39,39
covid	0,1517	0,3588	0	1
urbanização	71,9207	17,657	17,83	100,00
envelhecimento	47,0831	12,8836	11,70	98,09
taxadeempregosetorformal	21,0195	12,4475	2,2	146,8 ²
gastospercapitaeduc	576,5047	286,5791	0	4995,61
rendapercapsetorformal	216,3933	221,1746	3,15	3806,80
gastospercapitasaneamento	47,9053	88,0331	0	2073,11

Fonte: elaboração própria.

Como forma de investigar a relação entre os gastos *per capita* com educação e a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica, a Tabela 2 e as Figuras 1 e 2 são apresentadas. No caso da Tabela 2, é apresentado o coeficiente de correlação entre as referidas variáveis, cujo valor encontrado foi de aproximadamente -0,16 e *estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%*.

Tabela 2 – Correlação entre gastos *per capita* com educação e proporção de internações por doenças de veiculação hídrica nos municípios do estado de Minas Gerais no período 2009-2021

	intdoenveichid
gastospercapitaeduc	-0,1575*** (0,0000)

Fonte: elaboração própria.

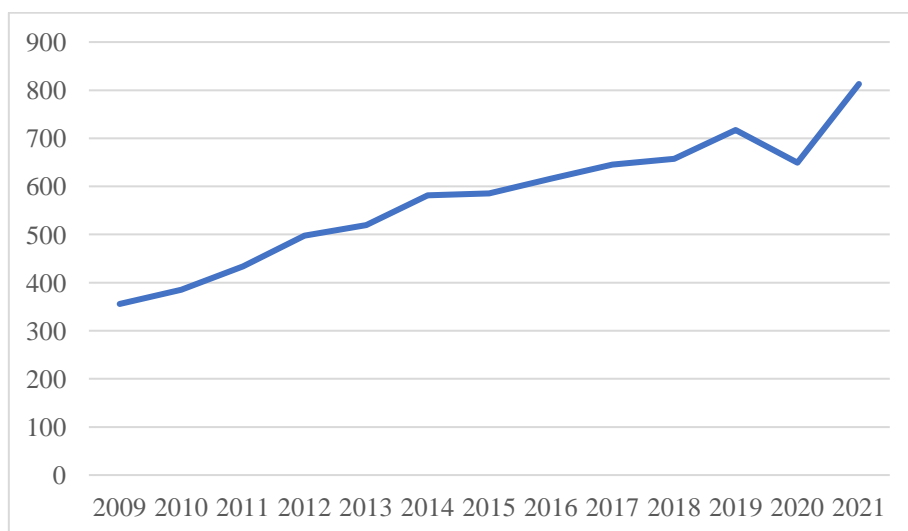
Nota: (***) refere-se a significativo a 1% de significância estatística.

Outrossim, nas Figuras 1 e 2, no geral, as médias dos gastos *per capita* com educação e a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica apresentam tendências crescente e decrescente, respectivamente, ao longo do período 2009-2021.

² Ao se considerar indivíduos com carteira assinada de 16 a 64 anos na contabilização da taxa de emprego formal do município, o município pode ter um valor acima de 100, caso tenha um número relativamente elevado de pessoas formalmente empregadas acima de 64 anos.

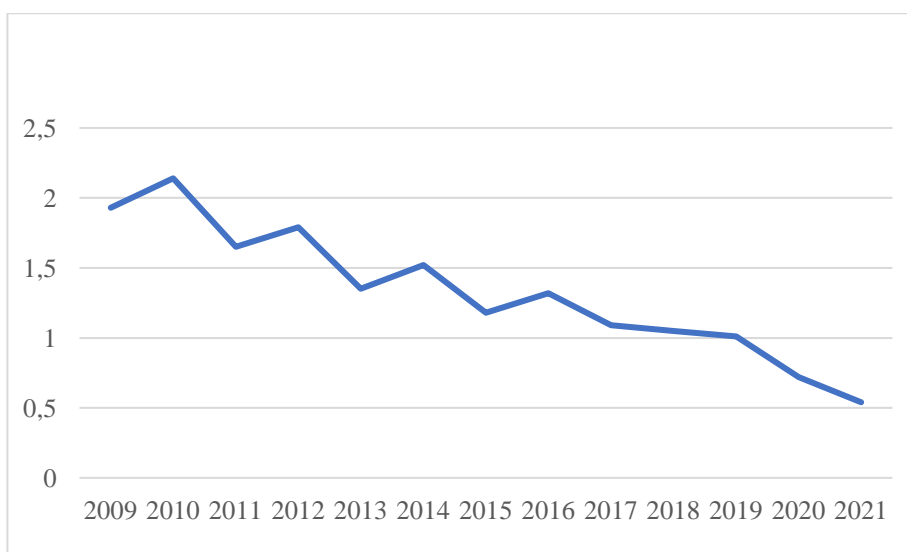
Dessa forma, tanto a Tabela 2 como as Figuras 1 e 2 fornecem indícios de que existe relação inversa entre as variáveis no período avaliado. Todavia, é fundamental ressaltar que a análise descritiva fornece apenas indícios a respeito de uma possível relação entre as variáveis, que podem ser confirmadas a partir da estimação econométrica, cujos resultados são apresentados na próxima subseção.

Figura 1 – Gastos *per capita* com educação nos municípios do estado de Minas Gerais (2009-2021)



Fonte: elaboração própria.

Figura 2 – Proporção de internações por doenças de veiculação hídrica nos municípios do estado de Minas Gerais (2009-2021)



Fonte: elaboração própria.

4.2 Resultados econométricos

Os resultados econométricos são apresentados na Tabela 2, abaixo. Inicialmente, importante destacar que o teste de correlação serial se mostrou significativo para os erros de primeira ordem e não significativo para os erros de segunda ordem, o que significa que não existe correlação serial entre os erros no modelo estimado. Já em relação ao teste de Sargan, a hipótese nula foi aceita, o que significa que os instrumentos utilizados são válidos. Além disso, o modelo foi estimado com erros padrão robustos.

Tabela 3 – Resultados Econométricos

Variável	Coefficiente
intdoenveichidef	0,5882***
covid	-0,2723***
urbanização	- 0,0003 ^{NS}
envelhecimento	- 0,0041**
taxadeempregosetorformal	- 0,0169***
gastospercapitaeduc	- 0,0005***
rendapercapsetorformal	- 0,0002 ^{NS}
gastospercapitasaneamento	0,0008**
constante	1,2486***
Teste de correlação serial dos erros	p-valor
Ordem 1	0,0000
Ordem 2	0,7380
Teste de Sargan	0,3499

Fonte: elaboração própria.

Nota: (***) refere-se a significativo a 1% de significância estatística; (**) refere-se a significativo a 5% de significância estatística; (*) refere-se a significativo a 10% de significância estatística; e, (NS) refere-se a não estatisticamente significativo.

Mediante os resultados apresentados na Tabela 2, apenas as variáveis correspondentes a taxa de urbanização e renda *per capita* do setor formal não foram estatisticamente significativas. Ademais, o coeficiente estimado para a principal variável explicativa do estudo, *gastospercapitaeduc*, aponta que maiores dispêndios públicos *per capita* em educação impactam negativamente, em 0,05%, a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes nos municípios de Minas Gerais. Esse resultado está em conformidade com a literatura referente ao tema, vide os trabalhos internacionais de Sharma e

Adhikari (2022), Sekoba *et al.* (2023) e Secundua e Fazenda (2019), além dos nacionais realizados por Ambrosio, Aquino Junior e Rodrigues (2024), Cotrim-Guimarães, Oliveira e Ferreira (2018) e Paiva e Souza (2018).

Assim, gastos mais elevados em educação tendem a garantir melhoria dos indicadores educacionais, o que pode ter diversos efeitos que culminam na diminuição na proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes. Em primeiro lugar, a educação é capaz de tornar a população mais consciente com relação a importância da saúde, o que incrementa os cuidados com a higiene e com o consumo mais adequado da água (Cotrim-Guimarães, Oliveira e Ferreira, 2018; Paiva e Souza, 2018; Ambrosio, Aquino Junior e Rodrigues, 2024). Além disso, como ressaltado na literatura, os gastos em educação podem elevar o nível de escolaridade das mães, o que aumenta os cuidados com os filhos, principalmente recém-nascidos, o que pode prevenir a mortalidade infantil (Mendonça; Seroa da Motta, 2009).

Ainda, melhores indicadores educacionais contribuem para aumento do PIB *per capita*, que se reflete em melhores condições de infraestrutura dos municípios, mais acesso à água tratada e de qualidade, bem como maior cobertura em termos de saneamento básico, o que tende a diminuir a incidência de doenças de veiculação hídrica, elevando a qualidade de vida e bem-estar da população. Outrossim, os gastos públicos em educação também contribuem para poupar possíveis gastos com tratamento de doenças e internações hospitalares, tornando os dispêndios da máquina pública mais eficientes (Sekoba *et al.*, 2023).

Com relação às demais variáveis de controle, observa-se que a variável explicada defasada em um período, proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes, apresentou sinal positivo, expondo a relação inercial existente, ou seja, municípios onde a referida proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes é mais elevada no período anterior tende a apresentar crescimento no período corrente.

Já a variável que denota gastos com saneamento básico, tratada como endógena no modelo, apresentou sinal positivo, podendo-se atribuir como causa as condições precarizadas de saneamento e tratamento de água, que exigem maiores investimentos nessa área em determinadas localidades (Paiva e Souza, 2018).

A variável relativa ao envelhecimento também apresentou sinal negativo, coerente com a literatura, verificando-se que os indivíduos mais acometidos por doenças de veiculação hídrica e mais vulneráveis às condições precárias de saneamento básico são os mais jovens, o que pode ser constatado por meio da análise das causas de mortalidade infantil, sendo as doenças diarreicas uma das mais comuns (França *et al.*, 2017).

Por fim, no caso da variável que representa taxas de emprego no setor formal, percebe-se que esta apresentou sinal negativo para seu coeficiente estimado. Nesse sentido, a formalização no mercado de trabalho representa status socioeconômico mais elevado, que, por sua vez, se correlaciona com maior acesso aos sistemas de saúde, diminuindo a incidência de doenças de veiculação hídrica (Novotný *et al.*, 2018).

5. Considerações finais

Diante da considerável incidência das doenças de veiculação hídrica no Brasil e no estado de Minas Gerais, que tem como consequência gastos públicos anuais elevados com internações hospitalares e saúde curativa, buscou-se nesse estudo analisar a relação entre gastos públicos *per capita* em educação e proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes, por meio da metodologia de dados painel dinâmico e dados extraídos do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) da Fundação João Pinheiro, correspondentes ao período entre 2009 e 2021.

Os resultados obtidos foram capazes de atestar a hipótese central deste trabalho de que gastos públicos *per capita* educacionais mais elevada impactam negativamente nas proporções de internações pelas referidas doenças por 100 mil habitantes, o que vai ao encontro da literatura relativa ao tema. Assim, atesta-se que gastos públicos mais elevados em educação se traduzem em melhorias das condições de vida da população em diversos aspectos, o que tende a diminuir a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes.

Esse achado pode corresponder a uma contribuição para a literatura relativa ao tema, já que não foi encontrada pesquisa similar no Brasil, que analisasse de forma mais pormenorizada a relação entre gastos públicos em educação e incidência de doenças de veiculação hídrica, particularmente em âmbito regional.

Com relação às demais variáveis de controle, a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes defasada em 1 período, assim como os gastos *per capita* com saneamento possuem relação direta com a variável dependente. Por sua vez, a taxa de emprego do setor formal e o envelhecimento possuem relação inversa com a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica por 100 mil habitantes.

A partir dos resultados, salienta-se a importância de políticas públicas que visem maior investimento educacional, atentando-se aos inúmeros impactos positivos sobre a qualidade de vida da população, o que tende a diminuir a incidência de doenças, como é caso daquelas de veiculação hídrica. Além disso, importante ressaltar a necessidade da eficiência governamental na alocação dos gastos em educação, dado seus possíveis impactos sobre as condições de saúde e nível de bem-estar geral da população.

Por fim, o estudo possui algumas limitações, como o fato de não considerar a existência de efeitos espaciais que permeiam a relação entre dispêndios com educação e incidência de doenças de veiculação hídrica. Ademais, a notificação das referidas doenças foi comprometida no período relativo à pandemia da Covid-19, que foi levado em consideração no trabalho.

Referências

AMBROSIO, T. M. de J.; AQUINO JUNIOR, J.; RODRIGUES, Z. M. R. Doenças de veiculação hídrica, saneamento e educação ambiental: uma revisão sistemática. *Revista Observatório de la Economía Latinoamericana*, v. 22, n. 7, p. 1-22, 2024.

BARROSO, L. R. Saneamento básico: competências constitucionais da União, Estados e Municípios. *Revista de Informação Legislativa*, v. 38, n. 153, p. 255-270, 2002.

BECKER, G. S. Investment in human capital: A theoretical analysis. *Journal of Political Economy*, 70, p. 9-49, 1962.

BECKER, G. S. *Human capital a theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

COTRIM-GUIMARÃES, I. M. A.; OLIVEIRA, A. C.; FERREIRA, L. C. Perfil de estudantes do Distrito de Brejo do Amparo-Januária (MG) quanto ao consumo e conhecimento sobre qualidade da água: uma análise com vistas à promoção da saúde na escola. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 11, n. 1, 2018.

CRUVINEL, V. R. N. *et al.* Waterborne diseases in waste pickers of Estrutural, Brazil, the second largest open-air dumpsite in world. *Waste Management*, p. 71-78, 2019.

CRUZ, A. C; TEIXEIRA, E. C; BRAGA, M. J. Os Efeitos dos Gastos Públicos em Infraestrutura e em Capital Humano no Crescimento Econômico. *Economia, Selecta*, v. 11, n. 4, p.163-185, 2010.

CUTLER, D. M.; LLERAS-MUNEY, A. Education and Health: Evaluating Theories and Evidence. *NBER Working Paper*, n. 12352, p. 1-39, 2006.

DESAI, S.; ALVA, S. Maternal education and child health: is there a strong causal relationship? *Demography*, 35(1), p. 71-81, 9512911, 1998.

FRANÇA, E. B. *et al.* Principais causas da mortalidade na infância no Brasil, em 1990 e 2015: estimativas do estudo de Carga Global de Doença. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, s. 1, p. 46-60, 2017.

FRANCIS, M. R. *et al.* Perception of drinking water safety and factors influencing acceptance and sustainability of a water quality intervention in rural southern India. *BMC Public Health*,15, 731, 2015.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). Relatório Técnico do Índice Mineiro de Responsabilidade Social. Belo Horizonte: FJP, 2019.
Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br>

GREENE, W. H. *Econometric Analysis*. New Jersey: Prentice Hall, Upper Saddle River, 2003.

GROOT, W.; BRINK, H. M. V. D. The health effects of education. *Economics of Education Review*, 26, p. 186-200, 2007.

HAAN, M.; KAPLAN, G. A.; CAMACHO, T. Poverty and health prospective evidence from the alameda county study. *American Journal of Epidemiology*, v. 125, n. 6, p. 989-998, 1987.

HAHN, R. A.; TRUMAN, B. I. Education Improves Public Health and Promotes Health Equity. *International Journal of Social Determinants of Health and Health Services*, v. 45, n. 4, p. 657-678, 2015.

HALLER, L.; HUTTON, G.; BARTRAM, J. Estimating the Costs and Health Benefits of Water and Sanitation Improvements at Global Level. *Journal of Water and Health*, v. 4, n. 1, p. 467-480, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*, 2017.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>

KAWACHI, I.; KENNEDY, B. P. Health and social cohesion: why care about income inequality? *British Medical Journal*, 314, p. 1037-1040, 1997.

MENDONÇA, M. J. C.; SEROA DA MOTTA, R. Saúde e saneamento no Brasil. *Planejamento e Políticas Públicas*, v. 30, 2009.

MISRA, A. K.; SINGH, V. A delay mathematical model for the spread and control of waterborne diseases. *Singh Journal of Theoretical Biology*, v. 301, 21, p. 49-56, 2012.

MUSHKIN, S. J. Health as an investment. *Journal of Political Economy*, 70, p. 129-157, 1962.

NOVOTNÝ, J. *et al.* Social determinants of environmental health: A case of sanitation in rural Jharkhand. / *Science of the Total Environment*, v. 643, n. 1, p. 762-774, 2018.

PAINEL SANEAMENTO BRASIL. Indicadores de internações por doenças de veiculação hídrica, 2024.

PAIVA, R. F. P. S.; SOUZA, M. F. P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 34(1), 2018.

PEITER, P. C. A Geografia da Saúde na Faixa de Fronteira Continental do Brasil na Passagem do Milênio. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

ROSSI, P. *et al.* Austeridade fiscal e o financiamento da educação no Brasil. *Educação & Sociedade*, v. 40, 2019.

SCHULTZ, T. W. Investment in capital human. *American Economic Review*, 1, p. 1-17, 1961.

SCUPINARI, A. M. S.; MENEZES-FILHO, N. A. O Impacto dos Gastos Públicos com a Infância nos Indicadores de Saúde dos Municípios Brasileiros. *45º Encontro Nacional de Economia da Anpec*, 2017.

SECUNDUA, M.; FAZENDA, A. Education for Health in Communities Weak Basic Sanitation in Sumbe. *Journal of Human Resource Management*, v. 7, n. 1, p. 11-17, 2019.

SEKOBA *et al.*, Health literacy and health information sources in relation to foodborne and waterborne diseases among adults in Gedeo zone, southern Ethiopia, 2022: A community-based cross-sectional study. *Heliyon*, v. 9, n. 5, 2023.

SHARMA, M. K.; ADHIKARI, R. Effect of School Water, Sanitation, and Hygiene on Health Status Among Basic Level Students' in Nepal. *Environmental Health Insights*, v. 16, p. 1-7, 2022.

SILVA, E. N. da *et al.* Fluxo de internação por Covid-19 nas regiões de saúde do Brasil. SciELO Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/yMhBXXKCB3cTfr6QDYW4BCtc/?format=pdf&lang=pt>

SMITH, G. D. Income inequality and mortality: why are they related? *British Medical Journal*, 312, p. 987-988, 1996.

SOARES, R. A. S. *et al.* Determinantes socioambientais e saúde: o Brasil rural versus o Brasil urbano. *Tempus, Actas de Saúde coletiva*, 9(2), p. 221-235, 2015.

SZWARCWALD, C. L. *et al.* Desigualdade de renda e situação de saúde: o caso do Rio de Janeiro. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 15, n. 1, p. 15-28, 1999.

TRATA BRASIL. Saneamento e doenças de veiculação hídrica Datasus e SNIS 2019. *A vida sem saneamento*. S. l.: 2023. Disponível em: [VERSAO-FINAL-PRIVACAO-DO-SANEAMENTO.pdf \(tratabrasil.org.br\)](#)

TRATA BRASIL. Saneamento e doenças de veiculação hídrica Datasus e SNIS 2019. *Estudo sobre os avanços do Novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil de 2024*. S. l.: 2024a. Disponível em: [Estudo-da-GO-Associados-Novo-Marco-2024-Versao-Limpa.pdf](#)

TRATA BRASIL. Saneamento e doenças de veiculação hídrica Datasus e SNIS 2019. *Ranking de Saneamento do Instituto Trata Brasil de 2024*. S. l.: 2024b. Disponível em: [Relatorio-Completo-Ranking-do-Saneamento-de-2024-TRATA-BRASIL-GO-ASSOCIADOS.pdf](#)

WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS); WORLD BANK GROUP (WBG); UNICEF. Situação da água potável no mundo: um apelo urgente à ação para acelerar o progresso na garantia de água potável segura para todos. *Atlas*. S. l.: 2022. Disponível em:

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240060807>