

Abrangência do Plano de Saneamento Municipal e Internações por Doenças Hídricas em Minas Gerais

*Coverage of the Municipal Sanitation plan and Hospitalizations
due to Waterborne Diseases in Minas Gerais*

*Cobertura del Plan Municipal de Saneamiento y Hospitalizaciones
por Enfermedades de Transmisión Hídrica en Minas Gerais*

William Sales de Melo*
Evandro Camargos Teixeira**

RESUMO

As condições inadequadas de saneamento são apontadas como uma das principais causas da incidência das doenças de veiculação hídrica. Esforços para mitigar tais enfermidades no estado de Minas Gerais incluem a ampliação da abrangência do plano municipal de saneamento, documento estratégico que estabelece as diretrizes e metas para o saneamento básico nos municípios. Este estudo objetivou analisar a relação entre o índice de abrangência do plano municipal de saneamento e a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica nos municípios do referido estado no período 2013-2021. Para tal, utilizaram-se dados do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), da Fundação João Pinheiro, e uma estimação de modelo econométrico com dados em painel dinâmico. Foi possível constatar a existência de relação positiva entre a cobertura do plano e a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica. Uma possível explicação para esse resultado se deve ao fato de que um aumento na cobertura do saneamento pode aumentar as detecções e notificações de doenças hídricas. Ademais, é possível que haja um período de adaptação após a implementação do plano e as possíveis melhorias no sistema de saneamento. Também contribuem para esse resultado as dificuldades de controle social e a ausência de maior ênfase na melhoria das condições de saúde no âmbito das intervenções públicas, além das dificuldades na elaboração dos planos municipais de saneamento por parte dos municípios de menor porte.

Palavras-chave: Plano municipal de saneamento. Doenças de veiculação hídrica. Minas Gerais. Painel dinâmico.

* Mestrando em Economia pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil; e em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.
E-mail: william.melo@ufv.br

** Doutor em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. Mestre em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. Professor Associado do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
E-mail: evandro.teixeira@ufv.br

Artigo recebido em junho/2024 e aceito para publicação em outubro/2024.

ABSTRACT

Inadequate sanitation conditions are identified as one of the main causes of the incidence of waterborne diseases. Efforts to mitigate such illnesses in the state of Minas Gerais include expanding the scope of the municipal sanitation plan, a strategic document that sets guidelines and goals for basic sanitation in municipalities. Thus, this study aimed to analyze the relationship between the Municipal Sanitation Plan Coverage Index and the proportion of hospitalizations due to waterborne diseases in the municipalities of this state from 2013 to 2021. For this, data from the Minas Gerais Social Responsibility Index (IMRS) from the João Pinheiro Foundation were used, and an econometric model with dynamic panel data was estimated. It was possible to confirm a positive relationship between the plan's coverage and the proportion of hospitalizations due to waterborne diseases. A possible explanation for this result is that an increase in sanitation coverage may lead to more detections and notifications of waterborne diseases. Additionally, there may be an adaptation period after the plan's implementation and the potential improvements in the sanitation system. Furthermore, contributing to this outcome are the difficulties in social control, the lack of greater emphasis on improving health conditions in public interventions, and the challenges faced by smaller municipalities in drafting municipal sanitation plans.

Keywords: Municipal sanitation plan. Waterborne diseases. Minas Gerais. Dynamic panel.

RESUMEN

Las condiciones inadecuadas de saneamiento se señalan como una de las principales causas de la incidencia de enfermedades de transmisión hídrica. Los esfuerzos para mitigar dichas enfermedades en el estado de Minas Gerais incluyen la ampliación del alcance del plan municipal de saneamiento, un documento estratégico que establece las directrices y metas para el saneamiento básico en los municipios. De esta forma, este estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre el Índice de Cobertura del Plan Municipal de Saneamiento y la proporción de internaciones por enfermedades de transmisión hídrica en los municipios del mencionado estado en el período 2013-2021. Para ello, se utilizaron datos del Índice Minero de Responsabilidad Social (IMRS) de la Fundación João Pinheiro y la estimación de un modelo econométrico con datos de panel dinámico, constatando la existencia de una relación positiva entre la cobertura del plan y la proporción de internaciones por enfermedades de transmisión hídrica. Una posible explicación de este resultado se debe al hecho de que un aumento en la cobertura del saneamiento puede incrementar las detecciones y notificaciones de enfermedades hídricas. Además, es posible que haya un período de adaptación después de la implementación del plan y las posibles mejoras en el sistema de saneamiento. Además, también contribuyen a este resultado las dificultades de control social, la ausencia de un mayor énfasis en la mejora de las condiciones de salud en el ámbito de las intervenciones públicas, además de las dificultades en la elaboración de los planes municipales de saneamiento por parte de los municipios de menor tamaño.

Palabras clave: Plan municipal de saneamiento. Enfermedades transmitidas por el agua. Minas Gerais. Panel dinámico.

1 INTRODUÇÃO

As condições de infraestrutura se referem a uma ampla gama de serviços e instalações operacionais, fundamentais no processo de crescimento econômico (ROCHA; RIBEIRO, 2022). Entre seus principais setores, destacam-se aqueles relacionados a energia, transportes, tecnologias de informação e comunicação (TICs), rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, drenagem e irrigação, água e saneamento (SÁNCHEZ *et al.*, 2017).

No que tange especificamente à infraestrutura de saneamento, leva-se em consideração o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos, a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020), cuja oferta é um desafio, devido ao aumento exponencial da população mundial. Estima-se que a população global ultrapassou 8 bilhões de pessoas em 2023 (ONU, 2023), sendo que aproximadamente 58% delas, o que representa cerca de 4,5 bilhões de pessoas, ainda não têm acesso a instalações sanitárias (OMS, 2021).

No caso do Brasil, a infraestrutura de saneamento emerge como um obstáculo importante ao processo de desenvolvimento, o que pode inclusive explicar parte considerável das discrepâncias regionais observadas no país. Tais disparidades persistem tanto entre diferentes regiões quanto dentro de uma mesma unidade federativa (SILVA *et al.*, 2022), como é o caso do estado de Minas Gerais (SCOTT *et al.*, 2019).

De acordo com Leão *et al.* (2021), o referido estado é aquele com o maior número de municípios no Brasil e tem uma população urbana com cerca de 18,9 milhões de habitantes, sendo que 87,64% têm acesso à coleta, e 53,72%, ao tratamento de esgoto. Apesar de um aumento na população atendida pelo tratamento de esgotos em 2020, a qualidade do serviço ainda é uma preocupação no estado, com possíveis problemas operacionais e legais. A maioria da população atendida está em municípios com mais de 150.000 habitantes, enquanto a implantação de estações de tratamento em municípios com menos de 10.000 habitantes permanece um desafio.

A partir dessas dificuldades, a literatura aponta a precariedade em termos de infraestrutura de saneamento como fator determinante da elevada incidência de doenças (HYDE-SMITH *et al.*, 2022; SILVA *et al.* 2022; PINTANEL *et al.* 2021; LEMOS, 2020; MASSA; CHIAVEGATTO FILHO, 2020; FERREIRA *et al.*, 2021).

Para mitigar os efeitos das doenças relativas ao saneamento inadequado, uma das soluções mais eficazes é o planejamento, por meio de planos de contingência e documentos com diretrizes, além de investimentos em infraestrutura urbana, que muitas vezes são viáveis somente quando executadas pelo poder público. Dessa forma, políticas e intervenções podem reduzir as desigualdades espaciais, além de possibilitarem diminuição de doenças (HOWARD, 2021; SINGH; JAYARAM, 2022).

A literatura concernente a essa temática revela uma relação complexa entre a ação governamental, as condições de saneamento e a incidência de doenças. Embora alguns estudos sugiram a existência de relação direta entre a melhoria das condições de saneamento e redução da incidência de doenças (WOLF *et al.* 2018; XU *et al.*, 2019; HUTCHINGS *et al.*, 2015); outros indicam que a abrangência das políticas pode estar relacionada positivamente à incidência das doenças, dada a possível relação endógena (SCHERRER; TEIXEIRA; LEIVAS, 2022; BAYER, URANGA; FOCHEZATTO, 2021; ARAÚJO *et al.*, 2021; AYLING *et al.*, 2023).

Acerca dos trabalhos que apontam a existência de relação inversa, verifica-se que as políticas que elevam as condições de saneamento tendem a incrementar os indicadores de saúde, particularmente por meio de melhorias em instalações e tratamento da água e efluentes (WOLF *et al.* 2018; BROWN; CLASEN, 2012). Além disso, as condições de saúde tendem a melhorar quando as políticas permitem a identificação e a mitigação da presença de substâncias químicas na água. Essas substâncias estão associadas até mesmo a algumas enfermidades, tais como cânceres, doenças cardiovasculares e diabetes, indicando que doenças de veiculação hídrica não se restringem a perturbações gastrointestinais (XU *et al.*, 2019). Outrossim, a gestão e a manutenção também são bem-sucedidas quando realizadas por profissionais capacitados e sob supervisão eficaz (HUTCHINGS *et al.*, 2015).

Por outro lado, alguns trabalhos associam a abrangência das políticas de saneamento ao aumento da incidência das doenças, dada a existência de relação endógena, causada pela causalidade reversa. De fato, conforme Scherrer, Teixeira e Leivas (2022), as elevadas taxas de doenças de veiculação hídrica podem pressionar governos e autoridades a implementarem ou melhorarem políticas de saneamento básico. Assim, a percepção pública do risco e a demanda por soluções podem influenciar a alocação de recursos e a priorização de projetos de infraestrutura.

Dentre as políticas públicas com maior destaque, pode-se mencionar o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), um instrumento de que tem como objetivo principal a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico (BAYER; URANGA; FOCHEZATTO, 2021).

Em última instância, o plano pode otimizar alguns indicadores de saúde pública, uma vez que o saneamento básico é institucionalmente integrado às políticas de saúde no Brasil (COSTA, 2023). Dessa forma, a presença de um PMSB pode reduzir a ocorrência de doenças relacionadas ao saneamento inadequado nos municípios. No entanto, conforme o estudo de Bayer, Uranga e Fochezatto (2021), o aumento da abrangência do PMSB pode não apresentar efeito na redução das doenças de veiculação hídrica, pois, além das condições de saneamento, é possível que fatores relacionados à cultura e ao clima impactem na ocorrência dessas doenças.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo é analisar a relação da abrangência do plano municipal de saneamento, e a proporção de internações hospitalares ocasionadas por doenças de veiculação hídrica no estado de Minas Gerais. A maioria dos trabalhos encontrados na literatura analisa os países como um todo, geralmente grandes nações asiáticas. No caso do Brasil, as abordagens são em sua maioria qualitativas, sendo discutidos aspectos legais e institucionais (VENTURA; LOPES, 2017). Tais pesquisas realizadas no País analisam grandes regiões ou pequenas localidades e municípios dentro de um estado.

Dessa forma, o trabalho busca contribuir com a literatura ao utilizar um recorte regional, que contempla os municípios do estado de Minas Gerais. O referido estado é considerado uma das unidades federativas mais importantes do Brasil, devido à sua diversidade geográfica e demográfica, e à sua importância econômica (MENEZES, 2018). O estado se destaca na produção agropecuária, na indústria e na mineração, além de possuir a segunda maior população do território nacional e a terceira maior participação no Produto Interno Bruto do país (IBGE, 2022).

Para sua consecução, além desta seção introdutória, o estudo está organizado em mais quatro seções. A segunda seção apresenta evidências teóricas e empíricas relacionadas ao tema, seguida da seção metodológica, dos resultados e das considerações finais.

2 EVIDÊNCIAS TEÓRICAS E EMPÍRICAS

2.1 CONDIÇÕES DE SANEAMENTO E INCIDÊNCIA DAS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

As doenças transmitidas por meio da água, originadas principalmente devido ao tratamento inadequado de esgoto ou à contaminação por resíduos urbanos, são responsáveis por milhões de óbitos anualmente. De acordo com Vieira (2020), esse quadro é particularmente prevalente em localidades mais pobres, onde os mais vulneráveis são crianças.

Nesse sentido, Lin *et al.* (2022) analisaram sistematicamente a literatura global e concluíram que mais de 80% do esgoto gerado pelas atividades humanas é despejado em rios e oceanos sem nenhum tratamento, fator responsável por mais de 50 tipos de doenças, sendo que 80% delas e 50% das mortes de crianças no mundo estão relacionadas à má qualidade da água. Dentre as principais enfermidades associadas à veiculação hídrica estão as diarreias, cólera, tracoma, esquistossomose e helmintíase.

Nesse contexto, Mara *et al.* (2010) pontuam, por meio de uma pesquisa qualitativa, que 2,6 bilhões de pessoas no mundo não têm saneamento adequado, o que contribui para cerca de 10% do total global de doenças, com elevada prevalência de transtornos gastrointestinais. Os autores destacam que o papel das

agências governamentais tem mudado nas últimas décadas, com mais atenção na conscientização individual do que em obras de infraestrutura, e concluem que, de forma geral, a melhoria do saneamento tem impactos significativos não apenas nas condições de saúde, mas também no processo de desenvolvimento socioeconômico, particularmente nos países em desenvolvimento.

Similarmente, Prüss-Ustün (2019) destacou que a inadequação do saneamento é um importante determinante da carga global de doenças, especialmente entre crianças menores de cinco anos. Nesse sentido, Pintanel *et al.* (2021), utilizando o coeficiente de correlação de Pearson, concluíram que as diarreias e a amebíase estão fortemente relacionadas à falta de rede de abastecimento de água, e que a leptospirose, a febre tifoide e a hepatite estão associadas à falta de esgotamento sanitário.

Ademais, a poluição e a falta de tratamento de água estão relacionadas até mesmo à ocorrência de cânceres, conforme apontam Xu *et al.* (2019). Os autores constataram que a poluição da água na bacia do rio Huai, localizada no leste da China, tem correlação significativa com a taxa de mortalidade por câncer de esôfago. O estudo destaca que a taxa de mortalidade pela doença é significativamente mais elevada na referida região devido à contaminação por produtos químicos.

No caso do Brasil, Silva *et al.* (2022) apontaram que as doenças infecciosas e parasitárias estão entre as principais causas de morte no Brasil e são relacionadas principalmente à pobreza e à falta de saneamento adequado. Somente em 2020, tais formas de enfermidades foram responsáveis por mais de 10,5 milhões de internações no país. Tais estatísticas tendem a se elevar, já que cerca de 35 milhões de brasileiros não têm acesso à água potável, e os serviços de coleta de esgoto não estão disponíveis para cerca de metade da população (LEMOS, 2020), particularmente nas regiões Norte e Nordeste.

À vista disso, Almeida, Costa e Rodrigues (2020) discutem os impactos ambientais decorrentes da falta de infraestrutura resultante da urbanização no Brasil, que podem oferecer riscos à saúde humana. Por meio de uma abordagem qualitativa, os autores realizaram um levantamento de dados oficiais e uma contextualização histórica para reforçar a tese de que a exposição a fatores de risco ambientais, como condições de moradia, água e saneamento estão intimamente relacionados aos determinantes sociais da saúde. No país, o crescimento desordenado das cidades contribuiu para o alastramento de epidemias de doenças de veiculação hídrica, como a dengue.

Medeiros (2022) complementa, ao salientar que a dificuldade em termos de acesso ao saneamento no Brasil desencadeia um processo que afeta desde o estado de saúde individual até o progresso econômico do país, o que pode ser parcialmente atribuído à diminuição do desempenho produtivo dos trabalhadores afetados por doenças relacionadas ao saneamento inadequado.

2.2 INTERVENÇÕES PÚBLICAS E INCIDÊNCIA DAS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Alguns estudos analisaram intervenções que tiveram como objetivo melhorar as condições de saneamento e, conseqüentemente, reduzir a incidência das doenças relacionadas ao saneamento inadequado. Na Ásia, por meio de um ensaio clínico randomizado com a instalação de pequenos componentes de descarte de dejetos na Índia, Clasen *et al.* (2014) constataram redução na prevalência de diarreia em crianças pertencentes ao grupo tratado (que recebeu os coletores) em relação ao grupo de controle.

Por sua vez, Luby *et al.* (2018) analisaram o país vizinho, Bangladesh, constatando que a suplementação nutricional e o aconselhamento melhoraram a prevalência de doenças gastrointestinais. Os autores destacam a importância da adesão populacional às medidas sanitárias, tal como mencionado por Clasen *et al.* (2014). Essa adesão levou à diminuição de casos em todos os grupos, e a prevalência da diarreia foi reduzida em todos os grupos de intervenção.

No caso do Brasil, Massa e Chiavegatto Filho (2020) analisaram a associação entre os determinantes contextuais referentes ao saneamento básico e à autoavaliação de saúde nas capitais brasileiras. Os resultados demonstram que a maior cobertura de serviços de saneamento básico esteve consistentemente associada à melhor percepção da saúde, mesmo após o controle pelas características individuais e contextuais. Desse modo, os autores reforçam que, independentemente dos fatores individuais e das condições socioeconômicas do local de residência, essa associação positiva confirma a necessidade de se considerar o saneamento básico na elaboração de políticas públicas na área da saúde.

Nesse sentido, Ferreira *et al.* (2021), por meio de um modelo de análise envoltória de dados, identificaram que o efeito marginal do investimento em infraestrutura de tratamento de água diminui de forma expressiva as internações hospitalares decorrentes de enfermidades causadas pela água. Para os autores, com um investimento de R\$ 100 milhões em saneamento, os estados brasileiros poderiam, em média, evitar a internação de 157 mil pessoas. Da mesma forma, um investimento similar em água potável poderia beneficiar 26 mil pessoas. Desse modo, mesmo investimentos menores em infraestrutura de saneamento e água potável, desde que eficientes, têm grande impacto na redução de hospitalizações.

Ademais, no Brasil, os municípios titulares dos serviços de saneamento têm a obrigatoriedade de elaborar o respectivo Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), conforme estabelecido pela Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007). Amaral (2019) destaca que o PMSB deve ser construído pautado na participação social, considerando as dimensões políticas, técnicas e sociais no planejamento do setor. A autora destaca

que a participação social de qualidade está condicionada ao direito à informação, comunicação e transparência. No entanto, ela verificou que essa questão tem sido negligenciada pelos municípios brasileiros ao não disponibilizarem o acesso aos seus respectivos PMSBs.

À vista disso, Pacífico (2020) investigou como é abordada a relação entre saúde e saneamento no processo de planejamento dos PMSBs nos municípios de pequeno porte do estado de Minas Gerais. A autora constatou que, mesmo quando a importância das condições de saúde é apresentada em termos de planejamento das ações de saneamento, o enfoque é meramente promocional, salvo algumas ações de educação ambiental voltadas para a mudança dos hábitos da população.

3 METODOLOGIA

3.1 DADOS

Os dados utilizados na pesquisa foram obtidos no repositório de dados denominado Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), da Fundação João Pinheiro, instituição de pesquisa e ensino do governo do estado de Minas Gerais que visa aprimorar a compreensão do cenário socioeconômico do estado e estimular a melhoria de políticas públicas. O Índice IMRS é uma plataforma que reúne informações da sociedade, do governo e do setor privado, tais como assistência social, educação, saúde, emprego, alimentação, segurança pública, habitação, saneamento, transporte e lazer.

Foram coletados dados sociodemográficos e econômicos, tais como emprego, escolaridade e renda, além de dados referentes à infraestrutura de saneamento básico dos municípios do estado de Minas Gerais no período de 2013 a 2021. O período foi selecionado a partir da disponibilidade de informações necessárias para realização do estudo.

3.2 ESTRATÉGIA ECONOMÉTRICA

Para a consecução do objetivo central do estudo, que pretende analisar a relação entre a abrangência do plano municipal de saneamento e a proporção de interações por doenças de veiculação hídrica no estado de Minas Gerais, o método de dados em painel dinâmico foi utilizado. Essa abordagem envolve a estimação de um modelo que incorpora tanto séries temporais (tempo t) quanto dados transversais (unidade i), em que cada unidade representa um município. O método permite analisar mudanças ao longo do tempo, levando-se em consideração as variações individuais entre os municípios.

Inicialmente, é importante ressaltar as vantagens da utilização dos dados em painel, conforme Maia (2024). Elas incluem a capacidade de incorporar tanto as

variações entre as unidades individuais (no caso, os municípios de Minas Gerais) quanto as mudanças ao longo do tempo. Além disso, os dados em painel permitem controlar uma série de efeitos individuais e temporais que podem influenciar os resultados.

No contexto específico do modelo dinâmico em painel dinâmico, como mencionado por Souza *et al.* (2021), uma das vantagens é a possibilidade de incluir a variável dependente defasada como variável explicativa. Isso ajuda a compreender as relações dinâmicas do modelo e capturar possíveis efeitos da defasagem. Em relação à endogeneidade, conforme Teixeira (2022), ela pode ser corrigida por meio da utilização de instrumentos, os quais correspondem às próprias variáveis defasadas em dois períodos. Dessa forma, são mitigados os possíveis problemas decorrentes da simultaneidade entre a variável dependente e algumas variáveis explicativas.

O Método Generalizado dos Momentos (GMM) é o estimador utilizado, que busca minimizar as médias amostrais das condições de momento. Os estimadores GMM são conhecidos por serem consistentes, assintoticamente normais e mais eficientes na classe dos estimadores que não utilizam nenhuma informação extra além daquela contida nas condições de momento (FLÔRES JUNIOR, 2003).

A variável dependente no modelo estimado se refere à proporção de internações por doenças de veiculação hídrica, que é a razão entre o número de internações por doenças de veiculação hídrica e o número total de internações da população residente, *int_doen_veic_hidrica*; e as variáveis de controle foram selecionadas de acordo com a literatura relativa o tema. A equação (1), a seguir, apresenta a equação a ser estimada, cujas variáveis são definidas para cada município “i” no período “t”, em anos; sendo a forma funcional linear e o painel desbalanceado.

$$\begin{aligned} & \text{int_doen_veic_hidrica}_{it} \\ = & \beta_0 + \beta_1 tx_emprego_{it} + \beta_2 esc_liq_em_{it} + \beta_3 urb_taxa_de_urbaniza\c{c}{\~}{o}_{it} \\ & + \beta_4 covid_{it} + \beta_5 iapms_{it} + \beta_6 rend_medio_{it} + \beta_7 gasto_saude_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

Onde *int_doen_veic_hidrica* é o vetor da variável dependente para o município i no período t. O intercepto é representado por β_0 ; X_{it} é um vetor de variáveis explicativas, que inclui *tx_emplo*_{it} (taxa de emprego formal); *esc_liq_em*_{it} (taxa de escolarização líquida do ensino médio); *urb_taxa de urbanizaçã*_{it}; *covid* (variável binária que assume valor 1 para os anos de 2020 e 2021); *iapms*_{it} (Índice de abrangência do Plano Municipal de Saneamento); *rend_medio*_{it} (rendimento médio no setor formal), e *gasto_saude*_{it} (gastos per capita com saúde). ε_{it} é o vetor do termo de erro aleatório. As variáveis explicativas selecionadas são sumarizadas no Quadro 1, a seguir.

QUADRO 1 - VARIÁVEIS UTILIZADAS NA ESTIMAÇÃO DO MODELO ECONOMETRICO

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	SINAL ESPERADO
<i>Int_doen_veic_hidrica</i>	Proporção de internações por doenças de veiculação hídrica, dada pela razão entre o número de internações por doenças de veiculação hídrica e o número total de internações da população residente.	Variável dependente
<i>int_doen_veic_hidrica defasada</i>	Proporção de internações por doenças de veiculação hídrica defasada em um ano	Positivo, segundo Araújo <i>et al.</i> (2021)
<i>tx_emplo</i>	Taxa de emprego no setor formal, dada pela proporção de trabalhadores formais em relação à população total em idade de trabalhar ou à força de trabalho total.	Negativo, de acordo com Emerson <i>et al.</i> (2018)
<i>esc_liq_em</i>	Taxa de Escolarização Líquida do Ensino Médio, dada pela razão entre o número de matrículas de alunos com idade prevista (15 a 17 anos) para estar cursando esta etapa de ensino e a população total na mesma faixa etária.	Negativo, conforme Fonseca, Michaud, Zheng (2020)
<i>urb.</i>	Taxa de Urbanização, obtida pela razão entre o número de pessoas que vivem em áreas urbanas e a população total.	Negativo, segundo Arruda, Maia e Alves (2018)
<i>covid</i>	<i>Dummy</i> que assume valor igual a 1 para o período 2020–2021 e valor igual a 0 para o período 2013–2019.	Positivo, de acordo com Noronha <i>et al.</i> (2020)
<i>iapms</i>	Índice de abrangência do Plano Municipal de Saneamento (IAPMS), que se refere à proporção da população do município que é atendida pelos serviços de saneamento básico previstos no plano municipal. Em geral, inclui serviços como abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana.	Negativo, conforme Uhr; Schmechel; Uhr (2016) e Bayer, Uranga, Fochezatto (2021)
<i>rend_medio</i>	O rendimento no setor formal se refere aos salários e remunerações recebidos por trabalhadores que possuem carteira de trabalho assinada ou contribuem para a previdência social. É calculado como a soma dos rendimentos de todos os trabalhadores formais dividida pelo número total de trabalhadores formais.	Negativo, segundo Garbinato <i>et al.</i> (2007) e Pinilla; López-Valcárcel (2020)
<i>gasto_saude</i>	Gastos <i>per capita</i> com atividades de saúde. São obtidos por meio da soma total dos gastos com saúde dividida pela população total do município. Os gastos incluem procedimentos como consultas e exames, e despesas com plano de saúde, entre outros. Valores foram deflacionados com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), utilizando 2021 como base.	Negativo, de acordo com Uhr, Schmechel, Uhr (2016) e IBGE (2019)

FONTE: Os autores (2024).

As variáveis *iapms*, *rend_medio* e *gasto_saude* são consideradas endógenas, pois podem ser simultaneamente determinadas pela variável dependente, refletindo uma relação de interdependência, sendo tal relação controlada na estimação, como já salientado.

Por fim, são realizados dois testes para atestar a robustez dos resultados obtidos. Em primeiro lugar, o teste de Sargan verifica os instrumentos utilizados na estimação do modelo, cujo objetivo é controlar o viés de endogeneidade. Se os instrumentos forem válidos, espera-se que as estimativas de efeito causal fornecidas por esses instrumentos sejam consistentes, e não viesadas. Por sua vez, o teste de autocorrelação serial Arellano-Bond verifica a hipótese de que os erros da equação em primeira diferença são serialmente correlacionados em primeira ordem, e não autocorrelacionados em segunda ordem.

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Conforme a Tabela 1, abaixo, para as 5.204 observações da amostra, destaca-se, inicialmente, que a proporção média de internações por doenças de veiculação hídrica (*int_doen_veic_hidric*) é de aproximadamente 1,08 caso por unidade populacional nas áreas estudadas.

TABELA 1 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

VARIÁVEL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.
<i>int_doen_veic_hidrica</i>	1,088	2,175	0,000	35,920
<i>esc_liq_em</i>	62,932	13,762	0,000	100,000
<i>urb</i>	73,587	16,802	18,360	100,000
<i>gasto_saude</i>	740,424	376,318	0,000	6.577,540
<i>tx_emprego</i>	21,258	12,654	2,700	100,000
<i>rend_medio</i>	1.597,056	442,654	232,760	5.419,360
<i>iapms</i>	0,082	0,134	0,000	0,330

FONTE: Adaptado da Fundação João Pinheiro (2024)

É importante ressaltar que essa variável não expressa a incidência absoluta, mas sim a proporção de internações por tais doenças em relação ao número total de internações da população residente. A elevada amplitude revela a existência de desigualdade acentuada na cobertura de saneamento no estado, sendo possível observar uma proporção de internações por causas hídricas maior que 35 em algumas localidades, além do fato de o desvio padrão ser maior que a média. Tal fator é ainda mais evidente ao se considerar a média da variável que mede a abrangência do plano municipal de saneamento (*iapms*), com um valor de 0,08, cujo desvio padrão também é mais elevado.

Já a variável *esc_liq_em* denota o percentual de matrículas das escolas. Nesse caso, em média, quase 62,93% dos estudantes em idade escolar estão matriculados em alguma instituição educacional. A disponibilidade de recursos educacionais é capaz de influenciar diversos indicadores de qualidade de vida, inclusive melhores condições de saúde e riscos associados à exposição a ambientes insalubres. Nesse sentido, Wizemann (2020) reforça que o nível de escolaridade possui elevada influência sobre o estado de saúde da população, sendo preditores robustos para determinar as taxas de mortalidade.

A proporção da população residente em áreas urbanas é indicada pela variável *urb*. Em média, cerca de 73,59% da população reside em áreas urbanas na amostra considerada. Medeiros (2022) reforça que a taxa de urbanização é extremamente relevante, pois o acesso à infraestrutura e aos serviços é sobremaneira mais escasso nas zonas rurais.

Os gastos *per capita* com saúde, *gasto_saude*, apresentam valor médio de R\$ 740,42, apresentando, como esperado, grande variabilidade, oriunda da desigualdade de renda. Por fim, a taxa de emprego média no setor formal é acentuatadamente baixa, de aproximadamente 21,26%, possivelmente pela elevada informalidade no estado, que é uma tendência no Brasil.

4.2 RESULTADOS ECONÔMÉTRICOS

Nesta seção, são apresentados os resultados da estimação do modelo com dados em painel dinâmico. Os resultados são sumarizados na Tabela 2, a seguir, que apresenta os coeficientes estimados para as variáveis e seus respectivos erros padrão robustos. Em primeiro lugar, é importante salientar que os testes de Sargan e de Arellano-Bond apontaram que os instrumentos considerados na estimação são válidos e que não há correlação serial dos erros, respectivamente.

A partir dos resultados obtidos na estimação do modelo econométrico, observa-se algumas implicações importantes. Inicialmente, vale salientar que o índice de abrangência do plano municipal de saneamento, *iapms*, apresentou relação positiva com a variável dependente, dada pela proporção de internações por doenças de veiculação hídrica (*int_doen_veic_hidrica*). Logo, para cada aumento de 1 unidade no *iapms*, espera-se um aumento de 1,34% na proporção de internações por doenças de veiculação hídrica em relação ao total de hospitalizações.

Essa associação positiva converge com o que é atestado por alguns trabalhos na literatura, apontando que esse resultado pode ser explicado tanto pelo fato de a abrangência do plano de saneamento ser mais elevada tanto onde a incidência das doenças já é alta (questão endógena) quanto por fatores relacionados à ineficiência de políticas públicas (CLASEN *et al.*, 2014; ARAÚJO *et al.*, 2021; TRABELSI; BOUJELBENE, 2022), além de fatores geográficos e geológicos (ARAÚJO *et al.*, 2021; AYLING *et al.*, 2023).

TABELA 2 - RESULTADOS DO MODELO ECONOMETRICO ESTIMADO

VARIÁVEL	COEFICIENTE
<i>iapms</i>	⁽²⁾ 1,3364
	(0,3855)
<i>int_doen_veic_hidrica defasada</i>	⁽³⁾ 0,3546
	(0,0727)
<i>tx_emprego</i>	⁽⁴⁾ 0,0040
	(0,0093)
<i>esc_liq_em</i>	⁽⁴⁾ -0,0076
	(0,0043)
<i>rend_medio</i>	⁽³⁾ 0,0008
	(0,0002)
<i>gasto_saude</i>	⁽²⁾ -0,0006
	(0,0002)
<i>urb</i>	⁽⁴⁾ -0,0012
	(0,0014)
<i>covid</i>	⁽³⁾ -0,2432
	(0,0543)
<i>_cons</i>	⁽³⁾ 1,8326
	(0,3170)

FONTE: Os autores (2024).

NOTA: Erros padrão entre parênteses.

(1) $p < 0,1$.

(2) $p < 0,05$.

(3) $p < 0,001$.

(4) Não significativo.

Nesse sentido, o supracitado fator endógeno é destacado na literatura. De acordo com Scherrer, Teixeira e Leivas (2022), é possível que as localidades mais vulneráveis a doenças de veiculação hídrica sejam aquelas em que há maior quantidade de investimento direcionado, o que explicaria a relação positiva entre as internações e o índice de abrangência do plano municipal de saneamento. Entre os possíveis mecanismos relacionados a esse fator, é importante mencionar a acentuada heterogeneidade entre os municípios mineiros (FERREIRA *et al.*, 2021).

Essa heterogeneidade possui implicações espaciais, conforme salientado por Bayer, Uranga e Fochezatto (2021). Os autores apontam que as hospitalizações por doenças de veiculação hídrica se reduzem em municípios circunscritos por outros que possuem PMSB. Com isso, é possível sugerir que essa associação positiva também tenha relação com os municípios fronteiriços que não possuem plano de saneamento ou com pequena abrangência de tais planos.

Ademais, Clasen *et al.* (2014) reforçam que, para melhorar as condições de saneamento, é necessário ir além das metas de cobertura e incluir ações e políticas que possuam garantia de ampla adesão, fator importante para o êxito de uma política (OLIVEIRA, 2023), bem como fatores que realmente sejam capazes de reduzir a exposição e melhorar as condições de saúde.

Os mecanismos relacionados a esse processo são atrelados principalmente aos gastos públicos, como apontam Araújo *et al.* (2021). Nesse caso, dispêndios mais elevados não são necessariamente capazes de melhorar os indicadores, devido à ineficiência na aplicação dos recursos, ou pelo fato de tais recursos não chegarem às regiões mais vulneráveis. Dessa forma, o direcionamento ineficaz de recursos aumenta consideravelmente o risco de incertezas, o que pode impactar ainda mais tais regiões, gerando a necessidade de novas intervenções e apontando para a existência de um fluxo negativo retroalimentado (TRABELSI; BOUJELBENE, 2022).

Também podem ser considerados os fatores geográficos e geológicos, que incluem clima, relevo e altitude, pois podem influenciar desde a depreciação das estruturas e instalações de saneamento até o grau de abrangência de planos de governo e a dinâmica dos sistemas de saúde, impactando na proporção de interações (ARAÚJO *et al.*, 2021; AYLING *et al.*, 2023).

Nesse contexto, os autores reforçam a ideia de eficiência no direcionamento de recursos para a melhoria do saneamento, todavia de forma mais incisiva na manutenção em áreas estratégicas, em detrimento de novas construções ou manutenções gerais. Desse modo, o custo-benefício é maior quando a manutenção é realizada somente em áreas prioritárias, o que pode ser o caso do estado de Minas Gerais, estado com diversos pontos prioritários, onde seria mais adequado realizar reparos nas instalações já existentes.

Além disso, como apontado por Amaral (2019), um PMSB, assim como sua implementação, deve ser pautado pela participação social, o que possibilita o controle por participação da sociedade. Para tal, é imprescindível o direito à informação, comunicação e transparência, que, segundo a autora, tem sido negligenciado pelos municípios brasileiros ao não disponibilizarem acesso aos seus respectivos PMSBs.

Outrossim, Pacífico (2020) constatou, ao pesquisar municípios de pequeno porte de Minas Gerais, que a importância das condições de saúde nos planos municipais de saneamento tem sido levada em consideração de forma meramente promocional. À vista disso, segundo Lisboa (2013), os municípios de pequeno porte enfrentam dificuldades para a elaboração dos PMSBs em função da indisponibilidade de recursos financeiros, da limitação da capacidade técnica municipal, da diminuta qualificação profissional e da reduzida integração dos órgãos das áreas que compõem o saneamento, além da falta de vontade política.

No que tange às demais variáveis explicativas, aquela relativa à variável dependente defasada é estatisticamente significativa, indicando que os valores presentes na proporção de internações hospitalares são afetados pelos valores passados. Isso sugere a existência de um efeito cumulativo ou inercial ao longo do tempo, que é atestada por Araújo *et al.* (2021), que atestaram uma tendência crescente nas doenças mesmo em meio à expansão dos serviços de infraestrutura sanitária.

Outrossim, as variáveis relativas à taxa de emprego no setor formal (*tx_emprego*), à taxa líquida de matrículas no ensino médio (*esc_liq_em*) e à taxa de urbanização (*urb*) não apresentaram significância estatística na estimação realizada.

Ademais, constata-se a existência de relação positiva entre a renda média do setor formal (*rend_medio*) e a variável dependente (*int_doenc_veic_hidrica*). Embora os níveis de renda médios ou baixos estejam inversamente relacionados à taxa de infecções (SHAYO *et al.*, 2023), pode haver grande influência da distribuição de renda sobre essa relação (ACHEAMPONG; OPOKU; TETTEH, 2024), o que explica a divergência do esperado para o coeficiente da variável *rend_medio*.

Acerca da variável *gasto_saude*, constata-se associação negativa e significativa com a variável dependente. O resultado implica que o maior gasto *per capita* em cuidados com a saúde está relacionado a uma diminuição na proporção de hospitalizações por doenças de veiculação hídrica. No geral, maiores níveis de renda tendem a elevar a demanda por serviços de saúde, aumentando os gastos pessoais com saúde e reduzindo as chances de internações (BEHERA *et al.*, 2024).

À vista disso, segundo Garbinato *et al.* (2007), Uhr; Schmechel, Uhr (2016) e IBGE (2019), gastos pessoais mais elevados com saúde permitem acesso a hospitais e atendimentos personalizados e de qualidade superior, o que reduz a possibilidade de contaminação por doenças por meio da profilaxia. Além disso, se porventura as pessoas dispenderem mais com saúde por algumas enfermidades, Pinilla e López-Valcárcel (2020) ressaltam que elas possuem demanda mais elevada por seguros de saúde e melhores opções de tratamento, o que complementa os demais condicionantes.

Por fim, a *dummy* para a covid-19, *Covid*, apresentou efeito negativo estatisticamente significativo sobre a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica. O coeficiente indica que a taxa de internação diminuiu significativamente durante o período da pandemia (2020–2021) em comparação com o período pré-covid (2013–2019), o que era esperado, dada a sobrecarga sobre o sistema de saúde no período de *lockdown* (FIOCRUZ, 2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo central identificar a relação entre a abrangência do saneamento básico e a proporção de doenças de veiculação hídrica no estado de Minas Gerais. Para tal, foram utilizados dados do IMRS da Fundação João Pinheiro e o método de dados em painel dinâmico, considerando-se o período 2013-2021.

Por meio da estimação do modelo econométrico, encontrou-se relação positiva entre a abrangência do saneamento básico e a proporção de doenças de veiculação hídrica. Os fatores associados a esse resultado podem estar relacionados ao fato de a abrangência do plano municipal de saneamento ser maior em regiões onde há incidência mais elevada de doenças de veiculação hídrica. Também pode não ter havido contemplação integral de áreas vulneráveis pelo investimento público, e é possível que tais investimentos tenham sido ineficientes.

Além disso, pode ter ocorrido deterioração da infraestrutura sanitária já existente, o que aumenta o risco de contaminação. Outrossim, aspectos geográficos e geológicos podem influenciar a dinâmica da relação encontrada. Também contribuem para esse resultado as dificuldades de controle social e a ausência de maior ênfase na melhoria das condições de saúde no âmbito das intervenções públicas, além das dificuldades na elaboração dos planos municipais de saneamento nos municípios com menor porte.

Com relação aos demais controles, a variável dependente defasada demonstra uma tendência crescente e cumulativa da proporção de internações por doenças de veiculação hídrica ao longo do tempo. Por sua vez, o rendimento médio apresentou relação positiva com a proporção de internações, divergindo do esperado, o que pode ser resultado da distribuição desigual da renda. Já o coeficiente negativo do gasto per capita em saúde implica que esse dispêndio tende a reduzir a proporção de hospitalização por doenças causadas pela água. O coeficiente da *dummy* para a Covid-19 indica que a referida proporção de internações diminuiu durante a pandemia, o que era esperado mediante a sobrecarga sobre o sistema de saúde no período de *lockdown*.

Dessa forma, a partir dos resultados constatados, seriam importantes incentivos para a universalização no acesso ao saneamento adequado em todas as regiões do estado, por meio da priorização de áreas mais vulneráveis, uma vez que ainda existe margem para o aprimoramento mediante a heterogeneidade estadual. Nesse sentido, tanto ações que incluam investimentos em laboratórios de análises clínicas governamentais e parcerias com instituições de pesquisa quanto o reforço na fiscalização da saúde pública seriam desejáveis. Em última instância, investimentos em infraestrutura e progresso socioeconômico poderiam ser realizados em paralelo com as intervenções mencionadas.

Por fim, o presente estudo apresenta algumas limitações quanto à base de dados, com alguns indicadores não disponíveis para todos os anos e possível subnotificação em determinadas variáveis. Para estudos posteriores, sugere-se um recorte temporal maior e comparação com outras unidades federativas, além do aprofundamento das metodologias relacionadas a componentes espaciais.

REFERÊNCIAS

- ACHEAMPONG, A. O.; OPOKU, E. E. O.; TETTEH, G. K. Unveiling the effect of income inequality on safe drinking water, sanitation and hygiene (WASH): does financial inclusion matter? **World Development**, v. 178, p. 1-20, 2024. DOI: 10.1016/j.worlddev.2024.106573.
- ALMEIDA, L. S.; COSTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: impactos na saúde urbana. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 10, p. 3857-3868, 2020.
- AMARAL, P. S. do A. **Participação social em saneamento: uma análise do processo de elaboração de planos municipais de saneamento no Brasil**. 2019. 154 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- ARAÚJO, E. P. *et al.* Indicadores de abastecimento de água e doenças de transmissão hídrica em municípios da Amazônia Oriental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 6, p. 1059-1068, nov./dez. 2021.
- ARRUDA, N. M.; MAIA, A. G.; ALVES, L. C. Desigualdade no acesso à saúde entre as áreas urbanas e rurais do Brasil: uma decomposição de fatores entre 1998 a 2008. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 6, 2018. DOI: 10.1590/0102-311X00213816.
- AYLING, S. *et al.* A stitch in time: the importance of water and sanitation services (WSS) infrastructure maintenance for cholera risk. A geospatial analysis in Harare, Zimbabwe. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 17, n. 6, p.e0011353, 2023.
- BARTRAM, J. *et al.* Global Monitoring of water supply and sanitation: history, methods and future challenges. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 8166, 2020.
- BAYER, N. M.; URANGA, P. R. R.; FOCHEZATTO, A. Política municipal de saneamento básico e a ocorrência de doenças nos municípios brasileiros. **Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, p. e20190375, 2021.
- BEHERA, D. K. *et al.* Public Versus Private Health Financing Transition in Low- and Middle-Income Countries: Exploring the Crowding-Out Effects. **European Journal of Development Research**, v. 36, p. 957-986, 2024. DOI: 10.1057/s41287-023-00618-5.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 144, p. 3-7, 8 jan. 2007.

BROWN, J.; LASSEN, T. High adherence is necessary to realize health gains from water quality interventions. **PloS one**, v. 7, n. 5, p.e36735, 2012.

CLASEN, T. *et al.* Effectiveness of a rural sanitation program on diarrhea, soil-transmitted helminth infection, and child malnutrition in Odisha, India: a cluster-randomized trial. **The Lancet Global Health**, v. 2, n. 11, p.e645-e653, 2014.

COSTA, N. do R. Política Pública de Saneamento Básico no Brasil: ideias, instituições e desafios no Século XXI. **Ciência e saúde coletiva**, v. 28, n. 9, set. 2023.

EMERSON, E.; HATTON, C.; BAINES, S. *et al.* The association between employment status and health among British adults with and without intellectual impairments: cross-sectional analyses of a cohort study. **BMC Public Health**, v. 18, p. 401, 2018.

FERREIRA, D. C. *et al.* Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: The Brazilian case. **Science of The Total Environment**, v. 779, n. 146279, 20 July 2021.

FLÔRES JUNIOR, R. G. O método generalizado dos momentos (MGM): conceitos básicos. **Ensaio Econômico**, n. 515, nov. 2003. ISSN 0104-8910. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/0186bf64-8a2b-4b52-b905-a9c1fa4da04d/content>.

FONSECA, R.; MICHAUD, P.-C.; ZHENG, Y. The effect of education on health: evidence from national compulsory schooling reforms. **SERIEs**, v. 11, p. 83-103, 2020.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada de Minas Gerais. **Resultado da consulta**. Disponível em: <https://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/Resultado>. Acesso em: 1 jul. 2023.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Estudo revela como a pandemia afetou os atendimentos no SUS. **Fiocruz**: ciência e saúde pela vida, Rio de Janeiro, 12 nov. 2021. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-revela-como-pandemia-afetou-os-atendimentos-no-sus>. Acesso em: 9 maio 2024.

GARBINATO, L. R. *et al.* Prevalência de internação hospitalar e fatores associados: um estudo de base populacional em um centro urbano no Sul do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. 217-224, 2007.

HOWARD, G. The future of water and sanitation: global challenges and the need for greater ambition. **AQUA - Water Infrastructure, Ecosystems and Society**, v. 70, n. 4, p. 438-448, 2021.

HUTCHINGS, P. *et al.* A systematic review of success factors in the community management of rural water supplies over the past 30 years. **Water Policy**, v. 17, n. 5, p. 963-983, 2015.

HYDE-SMITH, L. *et al.* Climate change impacts on urban sanitation: a systematic review and failure. **Environmental Science Technology**, v. 56, n. 9, p. 5306-5321, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saúde: 2019: informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde: Brasil, grandes regiões e unidades da federação.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 85 p. ISBN 978-65-872-0118-4. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101748.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto – PIB. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, [s. l.], c2023. Disponível em: <https://ibge.gov.br/explica/ PIB.php/>. Acesso em: 1 jul. 2023.

LEÃO, D. C. *et al.* **Panorama de abastecimento de água e esgotamento sanitário 2021.** Belo Horizonte: Semad, 2021. 106 p. Disponível em: https://www.agenciaminas.mg.gov.br/ckeditor_assets/attachments/12543/panorama_abastecimento_de_agua_e_ esgotamento.pdf.

LE MOS, S. Dados da ONU mostram que 15 mil pessoas morrem por doenças ligadas à falta de saneamento. **Jornal da USP**, São Paulo, 21 jul. 2020. Atualização em: 27 ago. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/dados-da-onu-mostram-que-15-mil-pessoas-morrem-anualmente-por-doencas-ligadas-a-falta-de-saneamento/>. Acesso em: 29 jun. 2023.

LISBOA, S. S. **Planejamento municipal de saneamento por convicção ou por obrigação?** Uma avaliação das implicações em Penápolis-SP e Itapira-SP. 2013. 182 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

LUBY, S. P. *et al.* WinSiWS Clean project: unsanitary toilets in slums are major source of diarrhea in children. **Environmental Science & Technology**, v. 52, n. 10, p. 5373-5382, 2018.

MAIA, A. G. **Modelos de defasagens distribuídas.** Disponível em: https://www4.eco.unicamp.br/docentes/gori/images/arquivos/EconometriaII/Ce731Aula9_DefasagensDistribuidas.pdf. Acesso em: 24 fev. 2024.

MARA, D. *et al.* Sanitation and health. **PLoS Medicine**, v. 7, n. 11, p. e1000363, 2010.

MASSA, K. H. C.; CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. Saneamento básico e saúde autoavaliada nas capitais brasileiras: uma análise multinível. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, p. e200050, 2020.

MEDEIROS, R. V. V. **Saúde e saneamento:** efeitos da eficiência e da desigualdade de acesso aos serviços sobre a saúde de crianças brasileiras. 2022. 106 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2022. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/30701>. Acesso em: 2 jul. 2025.

NORONHA, K. et al. Análise de demanda e oferta de leitos hospitalares gerais, UTI e equipamentos de ventilação assistida no Brasil em função da pandemia do COVID-19: impactos microrregionais ponderados pelos diferenciais de estrutura etária, perfil etário de infecção e risco etário de internação. **Notas Técnicas Cedeplar-UFMG 004**, Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 2020. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/cdp/tecnot/tn004.html>. Acesso em: 2 jul. 2025.

OLIVEIRA, V. F. A estratégia saúde da família no estado de São Paulo: mecanismos e determinantes de difusão da política pública. **Revista de Sociologia e Política**, v. 31, p. e009, 2023.

PACÍFICO, A. C. N. **Saúde e saneamento**: uma análise da abordagem da promoção de saúde em planos municipais de saneamento básico em municípios de pequeno porte de Minas Gerais. 2020. 154 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

PINILLA, J., LÓPEZ-VALCÁRCEL, B. G. Income and wealth as determinants of voluntary private health insurance: empirical evidence in Spain, 2008-2014. **BMC Public Health**, v. 20, p. 1262, 2020.

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**, v. 13, n. 2, p. 41-52, 2021. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/292/234>. Acesso em: 2 jul.2025.

PRÜSS-USTÜN, A. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. **International Journal of Hygiene and Environ Health**, v. 222, n. 5, p. 765-777, Jun. 2019

ROCHA, I. L.; RIBEIRO, R. S. M. **Infraestrutura no Brasil**: contexto histórico e principais desafios. Brasília: IPEA, 2022.

SÁNCHEZ, R. et al. **Inversiones en infraestructura en América Latina**: tendencias, brechas y oportunidades. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11362/43134>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SCHERRER, I.; TEIXEIRA, G.; LEIVAS, P. H. S. Análise da relação entre investimento em saneamento básico e mortalidade infantil para os municípios do Rio Grande do Sul (2005-2015). **Revista de Estudos Sociais**, v. 24, n. 49, p. 86-106, 2022.

SCOTT, R. et al. Integrating Basic Urban Services for Better Sanitation Outcomes. **Sustainability**, v. 11, p. 6706, 2019.

SHAYO, G. M. et al. Severity of waterborne diseases in developing countries and the effectiveness of ceramic filters for improving water quality. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 47, n. 1, p. 113, 2023.

SILVA, E. L. M. *et al.* Why are infectious and parasitic diseases among the leading causes of death in Brazil? **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 15, p. e453111537370, 2022.

SILVA, L. C. *et al.* Localização, especialização e decomposição do emprego formal nos estados do Nordeste: uma análise para os períodos de 2010/2015 e 2015/2020. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, e174111638067, 2022.

SINGH, S.; JAYARAM, R. Attainment of water and sanitation goals: a review and agenda for research. *Sustain.* **Water Resources Management**, v. 8, n. 146, 2022.

SMITH, V. K. *et al.* Implications of climate change for the U. S. **Economy. Science**, v. 372, n. 6549, eabe1370, 2021.

SOUZA, L. P.; TEIXEIRA, E. C.; TUPY, I. S. Influência do benefício de prestação continuada sobre a taxa de pobreza dos idosos nos municípios mineiros no período 2014-2017. **DRd - Desenvolvimento Regional em Debate**, n. 11, p. 89-113, 2021.

TRABELSI, N.; BOUJELBENE, Y. Public sector efficiency and economic growth in developing countries. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 15, p. 596-615, 2022.

UHR, J. G. Z.; SCHMECHEL, M.; UHR, D. de A. P. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. **RACEF – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 7, n. 2, p. 1-16, 2016.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. World Population Prospects 2022. **United Nations**, [s. l.], 2023. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 18 jun. 2023.

VENTURA, G. K. A.; LOPES, F. W. A. Infraestrutura de saneamento básico e incidência de doenças associadas: uma análise comparativa entre Belo Horizonte e Ribeirão das Neves-Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 51, p. 788-805, 2017.

VIEIRA, J. M. P. Água e saúde pública: uma perspectiva pós-COVID-19. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v. 8, n. 1, p. 1-4, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/37138/21623>. Acesso em: 2 jul. 2025.

WIZEMANN, T. M. **School success: an opportunity for population health: proceedings of a workshop**. Washington, DC: The National Academies Press, 2020.

WOLF, J. *et al.* Impact of drinking water, sanitation and handwashing with soap on childhood diarrhoeal disease: updated meta-analysis and meta-regression. **Tropical Medicine and International Health**, v. 23, n. 5, p. 508-525, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Sanitation. **World Health Organization**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>; <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 23 jun. 2023.

XU, C., XING, D., WANG, J. *et al.* The lag effect of water pollution on the mortality rate for esophageal cancer in a rapidly industrialized region in China. **Environmental Science and Pollution Research**, n. 26, p. 32852-32858, 2019.