

A INFLUÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO SOBRE AS INTERNAÇÕES HOSPITALARES NOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS

William Sales De Melo¹
Evandro Camargos Teixeira²

RESUMO

Condições inadequadas de saneamento são apontadas como uma das principais causas de doenças. Como forma de mitigar o problema, governos costumam ampliar plano municipal de saneamento. Assim, este estudo objetivou analisar a influência do índice de abrangência do plano sobre a proporção de internações por doenças de veiculação hídrica nos municípios de Minas Gerais entre 2013 e 2021. Utilizou-se então dados da Fundação João Pinheiro e a estimação de um painel dinâmico. Os resultados apontam uma relação positiva, sugerindo que maior cobertura do plano esteve associada a mais internações, relação explicada pela maior detecção de doenças em áreas de maior cobertura, além de fatores geográficos e socioeconômicos.

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

Área temática: 1. ECONOMIA.

Financiamento: Este trabalho não recebeu financiamento.
Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

1 Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Economia - Departamento de Economia DEE - Universidade Federal de Viçosa. E-mail: william.melo@ufv.br

2 Professor adjunto II do Departamento de Economia da UFV. E-mail: evandro.teixeira@ufv.br

1 INTRODUÇÃO

O conceito de infraestrutura se refere a uma ampla gama de serviços e instalações operacionais que são fundamentais para o funcionamento de uma sociedade. Também inclui componentes básicos de capital físico, ofertados em grandes unidades e que viabilizam o funcionamento da economia e das atividades humanas (Rocha; Ribeiro, 2022). Dentre os principais setores que compõe esta definição estão a energia, os transportes, as tecnologias de informação e comunicação (TICs), rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, drenagem e irrigação, água e saneamento (Straub, 2008; Sánchez *et al.*, 2017).

A infraestrutura de saneamento por sua vez, é um componente crítico da infraestrutura urbana e inclui o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2020). No Brasil, a questão da infraestrutura de saneamento emerge como um obstáculo crítico ao desenvolvimento, o que pode explicar parte considerável das discrepâncias regionais observadas no contexto brasileiro.

Isto ocorre porque a infraestrutura é uma manifestação tangível do processo de desenvolvimento econômico, e revela por sua vez, disparidades socioeconômicas (Gómez-Ibáñez; Liu, 2022). No caso do Brasil, estas disparidades persistem tanto entre diferentes regiões do país, quanto dentro de uma mesma unidade federativa (Silva *et al.*, 2022), dessa forma é possível observar em um mesmo estado, polos de desenvolvimento, enquanto outras áreas enfrentam deficiências substanciais de recursos econômicos, tendência que persiste como um círculo vicioso de concentração de capital (Nurkse, 1953).

Esta falta de investimento em infraestrutura sanitária urbana está intrinsecamente ligada à saúde pública. A falta de saneamento adequado tem consequências graves em termos de desenvolvimento de doenças (Hyde-Smith *et al.*, 2022). Ademais grande parte da literatura aponta a precariedade do saneamento como fator determinante da alta incidência de doenças (Silva *et al.* 2022; Teixeira *et al.*, 2020; Pintanel *et al.* 2021; Lemos, 2020; Massa; Filho, 2020; Ferreira *et al.*, 2021). A disseminação de doenças infecciosas a elevadas taxas são apenas alguns dos desafios de saúde pública na conjuntura socioeconômica pós-moderna (Bartram *et al.*, 2020).

Portanto, é crescente a preocupação com a sustentabilidade, principalmente diante do aumento exponencial da população mundial e os possíveis rumos deste novo cenário. Estima-se que a população global ultrapassou 8 bilhões de pessoas em 2023, de acordo com estatísticas das Nações Unidas (ONU, 2023) e cerca de 58% da população mundial, o que representa cerca de 4,5 bilhões de pessoas, ainda não têm acesso a instalações sanitárias (OMS, 2021). Diante disso, numerosas facetas da existência humana sofreram uma pressão colossal, incluindo os sistemas sanitários urbanos.

À medida que a pressão sobre o ambiente urbano se intensifica, as cidades enfrentam cada vez mais desafios, estando vulneráveis a efeitos de insalubridade e a ocorrência de eventos climáticos extremos (Smith *et al.*, 2021; Lemos, 2020). Nesse sentido, ficam claras as desigualdades de saneamento que por sua vez se estendem ao Brasil e especificamente ao estado de Minas Gerais (Scott *et al.*, 2019; Kauark-Leite, *et al.*, 2008). No Brasil e em todas as suas unidades federativas, o planejamento do saneamento básico ainda está em seus estágios iniciais (Scott *et al.*, 2019).

Para mitigar estes efeitos, uma das soluções mais eficazes é o planejamento (através de planos de contingência e documentos com diretrizes) e o investimento em infraestrutura urbana, ações que muitas vezes só são viáveis quando executadas pelo poder público. Dessa forma, políticas e intervenções que promovem a igualdade no acesso às infraestruturas físicas tendem a reduzir as desigualdades de rendimento e espaciais, além de possuírem um papel importante na redução de doenças (Howard, 2021; Singh; Jayaram, 2022).

A literatura concernente a esta temática revela uma relação complexa entre a ação governamental, as condições de saneamento e a incidência de doenças. Embora alguns estudos sugiram uma correlação positiva entre a melhoria do saneamento e a redução da incidência de doenças (Wolf *et al.* 2018; Mbakaya *et al.* 2017; Xu *et al.*, 2019; Setty *et al.* 2019; Kumpel; Nelson 2016; Harvey; Reed 2006; Hutchings *et al.*, 2015; Crocker; Bartram 2014); outros indicam que a abrangência das políticas pode estar relacionada positivamente a incidência das doenças, dada a relação endógena (Scherrer; Teixeira; Leivas, 2022; Bayer, Uranga; Fochezatto, 2021; Araújo *et al.*, 2021; Ayling *et al.*, 2023).

Acerca dos trabalhos que apontam uma relação inversa, observa que a política de abrangência de saneamento possui efeitos sobre a saúde quando ocorrem intervenções que aumentam a quantidade e a qualidade da água (Wolf *et al.* 2018). Portanto, são contempladas nesse processo melhorias em instalações e tratamento de água e efluentes. Destaca-se também que simples ações de incentivo à higiene pessoal são efetivas na redução de doenças (Mbakaya *et al.* 2017).

Além disso, a saúde é influenciada quando as políticas permitem identificar e mitigar a presença de substâncias químicas na água. Estas substâncias estão associadas até mesmo a como cânceres, doenças cardiovasculares e diabetes indicando que doenças de veiculação hídrica não se restringem a perturbações gastrointestinais (Xu *et al.*, 2019).

Outro fator relevante são os investimentos em infraestrutura, que podem estar previstos nos planos de saneamento são apontados como capazes de melhorar o fornecimento água encanada segura e contínua, especialmente durante surtos de doenças. Isso inclui reduzir o fornecimento intermitente de água, que afeta mais de 300 milhões de pessoas no mundo (Kumpel; Nelson 2016).

A gestão e manutenção também é bem-sucedida quando feita por profissionais capacitados e sob supervisão eficaz (Harvey; Reed, 2006; Hutchings *et al.*, 2015), assim, deve-se considerar as mudanças climáticas ao projetar sistemas de distribuição e tratamento de água. Por fim, os planos possuem êxito quando as regulamentações e vigilância conseguem cumprir os objetivos de garantir padrões de segurança da água (Crocker; Saywell; Bartram 2014).

Existem trabalhos que, por outro lado, associam a abrangência das políticas de saneamento a um aumento da incidência das doenças dada a relação endógena entre essas variáveis. De fato, conforme Scherrer, Teixeira e Leivas (2022), as altas 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 de 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 (Afonso; Almeida, 2020; 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 influenciar a probabilidade de ocorrência de doenças relacionadas ao saneamento inadequado nos municípios. No entanto, é importante salientar o que apontam Bayer, Uranga e Fochezatto (2021) em relação ao efeito do referido plano na ocorrência de doenças de veiculação hídrica, de que ter o PMSB não apresenta efeito na redução das epidemias. Isso porque além das condições de saneamento é possível que existam fatores relacionados à cultura, clima e geografia que impactam na ocorrência dessas doenças.

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa é analisar a influência das condições de saneamento básico no estado de Minas Gerais sobre a proporção de internações hospitalares ocasionadas por doenças de veiculação hídrica. A maioria dos trabalhos possui foco em todo o

território de um país, geralmente grandes nações asiáticas, enquanto no Brasil, as abordagens são em sua maioria qualitativas, onde são discutidos aspectos legais e institucionais (Ventura; Lopes, 2017; Cameron; Shah; Olivia, 2013), e mesmo nestes estudos a análise versa sobre grandes regiões ou pequenas localidades e municípios dentro de um estado. Neste sentido, busca-se contribuir para o debate ao utilizar um recorte regional que contempla todos os municípios do estado de Minas Gerais para fornecer um panorama mais fidedigno do estado. Além disso, os dados representam um recorte temporal recente e os instrumentos permitem avaliar aspectos específicos que ocorreram no período.

O estado de Minas Gerais é considerado uma das unidades federativas mais importantes do Brasil devido à sua diversidade geográfica, demográfica e importância econômica (Menezes, 2018; Martins, 2022). O estado se destaca na produção agropecuária, indústria e mineração, além de possuir a segunda maior população do território nacional e o terceiro maior Produto Interno Bruto do país (IBGE, 2022).

Assim, o estudo no contexto de Minas Gerais fornece bases empíricas valiosas para compreender o fenômeno no território nacional, uma vez que o estado compartilha heterogeneidades semelhantes ao restante do território brasileiro (Menezes, 2018; Martins, 2022).

Além desta introdução, o artigo está organizado em mais quatro seções. A segunda seção realiza uma revisão da literatura apresentando estudos empíricos que correlacionam saneamento às questões de saúde. A terceira seção detalha os instrumentos metodológicos e as variáveis empregadas na pesquisa, bem como a formalização do modelo econométrico adotado. A quarta seção apresenta e discute os resultados obtidos, dividindo-se entre análise descritiva e análise econométrica. Por fim, a última seção traz as considerações finais da pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Condições de saneamento e doenças de veiculação hídrica

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

Lin *et al.*, (2022) analisaram sistematicamente a literatura global para e concluem 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, onde 80% das doenças 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, a poluição e falta de tratamento de água é associada até mesmo com a ocorrência de câncer conforme apontam Xu *et al.* (2019). De fato, através de análises multivariadas e espaciais, os autores constataram que a poluição da água na bacia do rio Huai, localizada no leste da China, tem uma correlação significativa com a taxa de mortalidade por câncer de esôfago. O estudo destaca que a taxa de mortalidade pela doença é significativamente mais alta do que em outras regiões devido à contaminação por produtos químicos, o que indica uma forte correlação entre a poluição da água nesses locais e a taxa de mortalidade por doenças variadas inclusive o câncer. O estudo revela ainda que a ausência de tratamento de água pode ocasionar a ocorrência de doenças ainda mais graves a longo prazo.

Neste sentido, a literatura aponta uma relação direta entre saneamento e doenças de veiculação hídrica. Alguns estudos analisam especificamente as complicações decorrentes de vulnerabilidades de componentes de salubridade e/ou componentes institucionais que influenciam na relação entre os componentes estudados. Esta relação fica clara em estudos, como os de Mara *et al.* (2010), e Luby *et al.* (2018).

Mara *et al.* (2010) pontuam através de pesquisa qualitativa que 2,6 mil milhões de pessoas no mundo não têm saneamento adequado. Esta falta de acesso contribui para cerca de 10% do total global de doenças, com alta prevalência de transtornos gastrointestinais. Os autores destacam que o papel das agências governamentais vem mudando nos últimos tempos, com um foco mais em conscientização individual do que em obras de infraestrutura e concluem que, de forma geral, a melhoria do saneamento tem impactos significativos não só na saúde, mas também no desenvolvimento social e econômico, particularmente nos países em desenvolvimento.

Ainda no que se refere à correlação do saneamento inadequado com doenças de veiculação hídrica, Pintanel *et al.* (2021), através do uso do 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, febre tifoide e a hepatite estão relacionadas à falta de esgotamento sanitário. De forma semelhante, Prüss-Ustün (2019), utilizando análises multivariadas, destacaram que a inadequação do saneamento é um importante determinante da carga global de doenças, especialmente entre crianças menores de cinco anos. Em paralelo, através de meta-análise e métodos quantitativos da área da saúde, Wolf *et al.* (2023), estimaram que 1,4 milhão de mortes por incapacidade poderiam ter sido prevenidos por um saneamento adequado em 2019.

Além disso, segundo Silva *et al.* (2022) 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 estes tipos de enfermidades foram responsáveis por mais de 10,5 milhões de internações no país. Estes números tendem a um dramático crescimento, pois 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). A autora ressalta que as áreas mais afetadas pelo problema são as regiões Norte e Nordeste. Os principais problemas de saúde causados pela falta de saneamento adequado são os distúrbios entéricos causados por intoxicação alimentar ou infecção.

Almeida, Costa e Rodrigues (2020) discutem os impactos ambientais decorrentes da falta de infraestrutura resultante da urbanização, que podem oferecer riscos à saúde humana. Através de uma abordagem qualitativa os autores realizam um levantamento de dados oficiais e uma contextualização histórica para reforçar a tese de que a exposição a fatores de risco ambientais, como as condições de moradia, água e saneamento estão intimamente ligados aos determinantes sociais da saúde. No Brasil o fenômeno supracitado, de expansão das cidades contribuiu para o alastramento de epidemias de doenças de veiculação hídrica como a dengue.

De acordo com Medeiros (2022), a falta de saneamento desencadeia um processo que afeta desde a saúde dos indivíduos até mesmo sendo capaz de prejudicar a economia de um país, pode reduzir em média 2% do PIB per capita. Isso pode ser parcialmente atribuído à diminuição do desempenho produtivo dos trabalhadores afetados por doenças relacionadas ao saneamento inadequado, bem como daqueles cujos filhos são acometidos por essas doenças, uma vez que os pais precisam direcionar esforços e recursos para os cuidados familiares e pessoais.

O autor salienta a dificuldade de acesso ao saneamento no Brasil, mencionando que o déficit atual se espalha por todo o país, assim como ocorre com outros serviços públicos importantes. Isso torna um desafio para o governo assegurar a igualdade e a qualidade desses serviços para a população. É importante destacar também que as diferenças regionais são imensas e ainda mais acentuadas quando se considera o contexto rural e urbano. Nesse ínterim, “cerca de 75% da população moradora da zona rural vive sem nenhum tipo de tratamento ou coleta de esgoto em suas residências [...] esse valor, em número absolutos, representa quase 30 milhões de pessoas”.

2.2 Políticas públicas de saneamento e incidência de doenças

Estudo conduzido por Brown e Clasen (2012) também constata a relação, através um modelo quantitativo de risco microbiano, os autores estimam que um impacto direto e significativo na qualidade de vida e na saúde de pessoas com maior acesso à água potável, supondo qualidade moderadamente ruim da água. Neste sentido, um declínio na proporção de água tratada de 100% para 90% reduz os ganhos de saúde previstos em até 96%, com declínios ainda mais acentuados quando a qualidade da água pré-tratamento é de maior risco (menor que 90%).

Com relação à Ásia, através de um ensaio clínico randomizado com a instalação de pequenos componentes de descarte de dejetos na Índia, Clasen *et al.* (2014) também constataram uma alteração na prevalência de diarreia em crianças pertencentes ao grupo de tratado (que recebeu os coletores). Para aquele estudo a diferença foi pequena (0,3%), porém evidencia que mesmo pequenas melhorias das condições sanitárias podem influenciar na diminuição da incidência de doenças. Nesse contexto, para que haja melhores resultados as ações não devem apenas cumprir as metas de cobertura de saneamento, mas também devem ser implementadas de uma forma que alcancem a aceitação popular para que proporcionem ganhos maiores em saúde.

Já Luby *et al.* (2018) por sua vez, utilizam uma metodologia análoga, porém no país vizinho, Bangladesh. Dessa forma, eles constataram que a suplementação nutricional e o aconselhamento melhoraram a prevalência de doenças gastrointestinais. Portanto, destacou-se no estudo, a influência da adesão populacional às medidas sanitárias, tal como mencionado por Clansen *et al.* (2014). Esta adesão levou a diminuição de casos em todos os grupos e a prevalência da diarreia foi reduzida em todos os grupos de intervenção.

No contexto brasileiro, Duarte *et al.* (2021) em pesquisa descritiva com dados da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental para 2019 e 2020 mostram que no país, 92,85% da população urbana e 83,72% da população total têm acesso à água potável. Apenas 54,06% da população tem acesso a serviços de esgoto, enquanto 98,8% têm coleta regular de resíduos sólidos. Apesar do progresso, mais de 30 milhões de brasileiros ainda não têm acesso adequado à água, mais de 100 milhões descartam esgotos sem tratamento e cerca de 25% dos resíduos sólidos são despejados em locais inadequados. Dessa forma, o mesmo padrão de desigualdade na distribuição já identificado no estado de Minas Gerais pode ser generalizado para o restante do Brasil.

Cabe destacar que, em relação à literatura científica do Brasil, são mais destacadas as ineficiências no sistema de infraestrutura sanitária, ressaltando-se principalmente a grande desigualdade e déficit de acesso conforme Leoneti, Prado e Oliveira (2011). Nesse sentido, Rieger *et al.* (2021) destacam que no processo de crescimento das cidades no Brasil, principalmente as regiões Norte e Nordeste apresentam os menores níveis de estrutura sanitária adequada, processo que pode ser observado em todas as unidades federativas brasileiras, até mesmo aquelas consideradas satisfatórias no que tange ao saneamento, como é o caso de Minas Gerais.

Este raciocínio é corroborado por Paiva e Souza (2018) que destacam ainda que a falta de saneamento é um problema comumente referido no Brasil e que contribui para o surgimento de morbidades ou até fatalidades, especialmente das doenças associadas à pobreza como as parasitoses intestinais. Teixeira *et al.*, (2020) e Pintanel *et al.* (2021) enumeram as enfermidades mais comuns resultantes de fatores de salubridade estão diarreia, hepatite, leptospirose, amebíase e febre tifoide, além de parasitoses intestinais de diversos tipos.

Massa e Filho (2020) analisam a associação entre os determinantes contextuais referentes ao saneamento básico e a autoavaliação de saúde nas capitais brasileiras. Os resultados mostram 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 de saúde.

Segundo Ferreira *et al.* (2021), através de um modelo de análise envoltória de dados, foi possível identificar 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. Nesse sentido, mesmo pequenos investimentos em infraestrutura de saneamento e água potável, desde que eficientes, têm um grande impacto na redução de hospitalizações.

No que se refere especificamente a Minas Gerais, de acordo com Leão *et al.* (2021), o estado com o maior número de municípios no Brasil, tem uma população urbana de cerca de 18,9 milhões de habitantes, com 87,64% tendo acesso à coleta de esgotos e 53,72% ao tratamento de esgotos. Apesar de um aumento na população atendida pelo tratamento de esgotos em 2020, a qualidade do serviço ainda é uma preocupação, com possíveis problemas operacionais e legais. A maioria dos atendidos 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. No entanto, segundo o parecer dos autores, é importante analisar esses dados com cautela, pois o acesso aos serviços de esgotamento sanitário não garante necessariamente a qualidade do serviço.

Em suma, a literatura sobre a relação entre saneamento e saúde aponta uma relação direta, que pode ser influenciada por fatores e se tornar menos intensa. Além disso, ocorre um fenômeno de distribuição desigual da infraestrutura sanitária, mesmo em locais com situação melhor em relação a esse aspecto. Portanto, cabe a análise do presente estudo a fim de contribuir para a explicação do fenômeno estudado.

3 METODOLOGIA

Nesta seção é delineada a metodologia implementada no presente estudo. Primeiramente, é fornecida uma descrição da fonte dos dados empregados, seguida da formalização do modelo a ser estimado, bem como a caracterização das variáveis envolvidas utilizadas na estimação.

3.1 Dados

Os dados 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, governo e setor privado, tais como assistência social, educação, saúde, emprego, alimentação, segurança pública, habitação, saneamento, transporte e lazer.

Foram coletados dados sociodemográficos e econômicos como emprego, escolaridade e renda, além de dados referentes à infraestrutura de saneamento básico dos 853 municípios do estado de Minas Gerais no período de 2013 a 2021. O período foi selecionado devido à sua robustez temporal para análise de tendências e à adequação ao método utilizado. Além disso, engloba o período da pandemia, permitindo investigar sua influência, além de diferentes períodos governamentais, o que dá margem à avaliação do efeito de políticas públicas ao longo do tempo.

3.2 Estratégia econométrica

A presente pesquisa objetiva analisar o cenário do saneamento no estado de Minas Gerais e sua relação com a proporção de doenças de veiculação hídrica. Para alcançar esse fim, foi adotado o método de dados em painel dinâmico. Essa abordagem envolve a estimação de um modelo que incorpora tanto séries temporais (tempo, t) quanto dados transversais (unidade, i), onde cada unidade representa um município. O método permite analisar mudanças ao longo do tempo, levando em consideração variações individuais entre os municípios. Assim, o modelo de dados em painel possibilita investigar tendências específicas em relação ao problema de pesquisa.

Inicialmente, vale ressaltar as vantagens da utilização dos dados em painel, conforme Maia (2020). Esses incluem a capacidade de incorporar tanto, variações entre as unidades individuais (no caso, os municípios de Minas Gerais) quanto mudanças ao longo do tempo. Além disso, os dados em painel permitem controlar uma série de efeitos individuais e temporais que poderiam influenciar os resultados da análise.

No contexto específico do modelo dinâmico em painel, como mencionado por Souza, Teixeira e Tupy *et al.* (2021), uma das vantagens é a possibilidade de incluir a variável dependente defasada como variável explicativa. Isso ajuda a entender as relações dinâmicas do modelo e a capturar possíveis efeitos de defasagem. Em relação à endogeneidade, conforme Teixeira (2022), ela pode ser corrigida através do uso de instrumentos, os quais correspondem à própria variável defasada em dois períodos. Essa abordagem ajuda a mitigar possíveis problemas decorrentes da simultaneidade entre a variável dependente e as variáveis explicativas.

O Método Generalizado dos Momentos (GMM) é o estimador utilizado, ele consiste em buscar minimizar uma certa norma das 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 ideia básica por trás do GMM é substituir o valor teórico esperado pelo seu análogo empírico (média amostral) e então minimizar a norma desta expressão em relação ao parâmetro. O valor minimizador do parâmetro é a estimativa para o valor verdadeiro. O estimador GMM permite aos pesquisadores controlar a relação endógena entre saneamento e proporção de internações.

A variável dependente do modelo é a 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, representada pela notação *int_doen_veic_hidrica*. As variáveis de controle foram selecionadas de acordo com a literatura sobre o tema e são fatores que possuem influência no número de hospitalizações, além disso são definidas para cada município “ i ”, no período “ t ”, em anos. Dessa forma, o seguinte modelo com fórmula funcional linear foi estimado:

$$\begin{aligned} & \textit{int_doen_veic_hidrica}_{it} \\ &= \beta_0 + \beta_1 \textit{tx_emprego}_{it} + \beta_2 \textit{esc_liq_em}_{it} + \beta_3 \textit{urb.taxa de urbaniza\c{c}\~{a}o}_{it} \\ &+ \beta_4 \textit{covid}_{it} + \beta_5 \textit{iapms}_{it} + \beta_6 \textit{rend_medio}_{it} + \beta_7 \textit{gasto_saude}_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

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* (taxa de emprego formal); *esc_liq_em* (taxa de escolarização líquida do ensino médio); *urb_taxa de urbanizaçã*; *covid* (variável binária que assume valor 1 para os anos de 2020 e 2021); *iapms* (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:

Quadro 1 – Variáveis utilizadas no modelo econométrico

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 1 lag correspondente ao período de um ano.	Positivo Araújo <i>et al.</i> (2021)
<i>tx_emprego</i>	Taxa de emprego no setor formal. É dada pela proporção de trabalhadores formais em relação à população total em idade de trabalhar ou à força de trabalho total	Negativo 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 Fonseca.; Michaud; Zheng (2020)
<i>urb.</i>	Taxa de Urbanização. É obtida pela razão entre o número de pessoas que vivem em áreas urbanas e a população total.	Negativo Arruda; Maia; Alves (2018)
<i>covid</i>	<i>Dummy</i> para diferenciar o período da pandemia. Assume valor 0 para o período 2013-2019 e 1 para 2020-21 (covid)	Positivo Noronha <i>et al.</i> (2020)
<i>iapms</i>	Índice de abrangência do Plano Municipal de Saneamento (iapms). 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 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 que 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 Garbinato <i>et al.</i> (2007) e Pinilla; López-Valcárcel (2020)
<i>gasto_saude</i>	Gastos per capita com atividades de saúde. São obtidos através da soma total dos gastos com saúde dividida pela população tota do município. Os gastos incluem procedimentos como consultas e exames, e despesas com plano de saúde, entre outros. Valores deflacionados com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) utilizando 2021 como base.	Negativo Uhr; Schmechel; Uhr (2016) e IBGE (2019)

Fonte: Elaboração própria.

As variáveis *iapms*, *rend_medio* e *gasto_saude* são consideradas endógenas, uma vez que são suscetíveis à influência de outras variáveis presentes no modelo, denotando dependência de suas dinâmicas em relação às características e comportamentos destas variáveis

correlatas. Ademais, elas podem ser simultaneamente determinadas com a variável dependente, refletindo uma relação de interdependência, todavia, a endogeneidade é controlada pelo modelo.

Por fim, é necessário pontuar que a inclusão da variável dependente como regressor pode ocasionar que a variável esta variável defasada esteja correlacionada com efeitos aleatórios e/ou erros gerais. Desse modo, deve ser realizado o teste de validade dos instrumentos, através do teste de Sargan e do teste de autocorrelação serial Arellano-Bond. O teste de Sargan verifica se os instrumentos utilizados no modelo são adequados para 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. O teste de correlação serial, por sua vez, verifica a hipótese de que os erros da equação em primeira diferença são serialmente correlacionados em primeira ordem e não auto correlacionados em segunda ordem.

4 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados da pesquisa. Na primeira subseção são apresentados os resultados da análise descritiva e posteriormente são discutidos os resultados econométricos a partir do modelo com os dados dinâmicos em painel dinâmico.

4.1 Análise descritiva

Para as 5.204 observações da amostra, destaca-se primeiramente que para a proporção média de internações por doenças de veiculação hídrica (*int_doen_veic_hidric*) verifica-se que é a incidência média é de aproximadamente 1,08 caso por unidade populacional nas áreas estudadas. Vale ressaltar que esta variável não expressa a incidência absoluta, mas sim a proporção de internações por tais doenças em relação ao número total de internações na população residente.

A alta amplitude revela uma desigualdade acentuada na cobertura de saneamento no estado, onde é possível observar uma proporção maior que 35 internações por causas hídricas por número total de internações em algumas localidades. Este fator é ainda mais evidente ao considerar a média da variável que mede a abrangência do plano municipal de saneamento (*iapms*), com um valor de 0,08. A alta heterogeneidade, inclusive econômica entre as mesorregiões do estado corrobora para este resultado. As demais variáveis e seus resultados descritivos são apresentadas na Tabela 1, a seguir:

Tabela1 – 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: Elaboração própria a partir dos dados da Fundação João Pinheiro (2021).

A variável *esc_liq_em* denota o percentual de matrículas das escolas. Neste caso, em média quase 63% 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 a exposição a ambientes insalubres. Nesse sentido, Wizemann (2020) reforça que a educação

possui alta influência sobre a renda e que estes fatores estão entre os mais importantes determinantes do estado de saúde da população, sendo preditores robustos o suficiente para determinar até mesmo a taxa de mortalidade.

A proporção da população residente em zona urbana é indicada pela variável *urb*. Em média cerca de 73,58% das pessoas nas áreas examinadas vivem em áreas urbanas. Medeiros (2022) reforça que a taxa de urbanização em seu estudo é extrema relevância pois a acessibilidade a infraestruturas e serviços é sobremaneira mais escassa nas zonas rurais, além disso, os padrões migratórios tendem a perpetuar alguns aspectos negativos do campo. No caso em análise, por se tratar de uma grande população estadual, tem-se uma variável com grande peso de associação com a variável dependente, fator que será discutido mais detalhadamente na análise de resultados econométricos.

Os gastos com saúde *gasto_saude*. Apresentam valor médio de 740,4 havendo, como esperado grandes variabilidade, oriunda da desigualdade de renda. Por fim a taxa de emprego média no setor formal é acentuadamente baixa, possivelmente pelo aumento da informalidade no estado, uma tendência no Brasil, ampliada pelas mudanças na metodologia de cálculo das taxas de emprego.

4.2 Análise dos resultados econométricos

Nesta seção, são apresentados os resultados da estimação econométrica do modelo de dados em painel dinâmico. Os resultados são sumarizados na Tabela 2, que apresenta os coeficientes estimados para as variáveis e seus respectivos erros padrão robustos, considerados a fim de lidar com possíveis violações no modelo como heterocedasticidade e autocorrelação dos resíduos.

Para comprovar a validade dos instrumentos, é necessário que sejam realizados os testes de Sargan e de Autocorrelação serial. Ao nível de significância de 10% para o teste de Sargan, os resultados apontam para a validade dos instrumentos do modelo (com um valor de 0,108). Em relação ao teste Arellano-Bond, para autocorrelação, tem-se respectivamente, as probabilidades para duas ordens (primeira e segunda) e a não rejeição da hipótese nula do teste referente à segunda defasagem garante a consistência do modelo estimado, condição que foi satisfeita (com valor de 0,00). Dessa forma, prosseguiu-se com a estimação do modelo de painel dinâmico cujo resultado é sumarizado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados do modelo econométrico

Variável	Coefficiente
<i>iapms</i>	1,3364** (0,3855)
<i>int_doen_veic_hidrica defasada</i>	0,3546*** (0,0727)
<i>tx_emprego</i>	0,0040 ^{NS} (0,0093)
<i>esc_liq_em</i>	-0,0076 ^{NS} (0,0043)
<i>rend_medio</i>	0,0008*** (0,0002)
<i>gasto_saude</i>	-0,0006** (0,0002)
<i>urb</i>	-0,0012 ^{NS} (0,0014)

<i>covid</i>	-0,2432***
	(0,0543)
<i>_cons</i>	1,8326***
	(0,3170)

Nota: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$; NS não significativo.

Erros padrão entre parênteses.

Fonte: Elaboração própria.

A partir dos resultados obtidos na estimativa do modelo econométrico, observa-se algumas implicações importantes. Inicialmente, vale recapitular que o índice de abrangência do plano municipal de saneamento *iapms*, mede até que ponto a infraestrutura e os serviços de saneamento estão implantados e acessíveis nos municípios. Verificou-se então, uma relação positiva com a variável dependente dada pela proporção de internações por doenças de veiculação hídrica (*int_doen_veic_hidrica*). Neste sentido, para cada aumento de 1 unidade no *iapms*, espera-se um aumento de 0,35 unidades na proporção de internações por doenças de veiculação hídrica, ou seja, uma maior proporção de internações em relação ao total de hospitalizações.

Esta associação positiva contrasta com o observado no estudo de Uhr, Schmechel e Uhr (2016), porém converge ao que é atestado por Araújo *et al.* 2021; Clasen *et al.*, 2014). Os primeiros autores observam uma relação negativa. Todavia, Araújo *et al.* (2021) constataram que a ampliação da cobertura de saneamento não levou à diminuição de internações, havendo, pelo contrário, uma tendência progressiva de aumento de doenças de veiculação hídrica, inclusive doenças agudas. Clasen *et al* (2014) também chegam a conclusões análogas

O resultado do presente estudo, pode ser explicado tanto pelo fato da abrangência do plano de saneamento ser maior onde a incidência de doenças já é elevada (Clasen *et al.*, 2014), quanto por questões relacionadas à ineficiência de políticas públicas (Clasen *et al.*, 2014; Araújo *et al.*, 2021; Trabelsi; Boujelbene, 2022) e até mesmo fatores geográficos e geológicos (Araújo *et al.*, 2021; Ayling *et al.*, 2023).

Ademais, há a possível relação de endogeneidade entre as variáveis, conforme explicam 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 este resultado, também 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 reduzem em municípios cercados por outros que possuem PMSB, tendo ele mesmo o plano ou não. Com isso, é possível sugerir que essa associação positiva também tenha relação com os municípios fronteiriços que possuem um *iamps* mais baixo.

Aumentar a cobertura com componentes básicos de saneamento não garantiu a redução esperada na exposição a patógenos fecais ou na prevenção de doenças (Clasen *et al.*, 2014). Este cenário atribuído à presença já elevadas de casos de enfermidades dessa natureza nos locais que receberam a instalação de pequenos componentes sanitários, o que auxilia na compreensão do presente estudo no contexto de Minas Gerais.

Os autores reforçam que para melhorar o saneamento é necessário ir além das metas de cobertura e incluir ações e políticas que possuam garantia de ampla adesão, fator importante para o sucesso de uma política (Oliveira, 2023), além de fatores que realmente sejam capazes de reduzir a exposição e melhorar a saúde.

Os mecanismos que influenciam esse processo são atrelados principalmente aos gastos públicos Araújo *et al.*, 2021). Neste caso, há um indicativo de que não necessariamente maiores dispêndios para englobar maiores áreas em planos de ação sanitária são efetivos, podendo até

mesmo haver efeitos opostos, devido à ineficiência da aplicação dos recursos, ou a incapacidade destes recursos de chegarem a regiões mais vulneráveis. O direcionamento ineficaz de recursos aumenta consideravelmente o risco de incertezas o que pode afetar ainda mais regiões já vulneráveis gerando a necessidade de novas intervenções, o que gera um fluxo negativo retroalimentado (Trabelsi; Boujelbene, 2022)

Também podem ser considerados mecanismos geográficos e geológicos, que incluem clima, relevo, altitude e características socioeconômicas, fatores que 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 internações (Araújo *et al.*, 2021; Ayling *et al.*, 2023). Os autores também 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. Dessa forma, o custo-benefício é maior quando a manutenção é realizada somente em áreas prioritárias. Isto é um ponto relevante quando se considera que o estado de Minas Gerais possui, diversos pontos prioritários, onde seria mais adequado realizar reparos nas instalações já existentes.

Ao analisar o efeito da variável defasada sobre a variável dependente, verifica-se que ela é estatisticamente significativa, o que indica que os valores presentes na proporção de internações hospitalares são afetados pelos valores passados desta mesma variável. Isto sugere a existência de um efeito cumulativo ou inercial ao longo do tempo. Esta característica crescente é atestada por Araújo *et al.* (2021), onde os autores mostraram por meio de múltiplas regressões, uma tendência crescente nas doenças mesmo em meio à expansão dos serviços de infraestrutura sanitária.

A análise dos coeficientes das variáveis independentes revela que a taxa de emprego no setor formal (*tx_emprego*), apesar de apresentar um coeficiente positivo, não exerce um impacto estatisticamente significativo sobre a variável dependente. De maneira similar, a taxa líquida de matrículas no ensino médio (*esc_liq_em*) e a taxa de urbanização (*urb*) também não demonstram significância estatística.

Ao prosseguir com a análise do modelo, constata-se a relação negativa 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, onde quanto menor a renda, maior é a incidência de doenças (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. O resultado implica que o maior gasto per capita em cuidado com a saúde está associado a uma diminuição na taxa de hospitalização por doenças de veiculação hídrica. Vale ressaltar que nem sempre renda e gastos são proporcionais, todavia em geral, maiores níveis de renda tendem a levar a uma maior demanda por serviços de saúde, elevando os gastos pessoais com saúde e reduzindo as chances de internações (Behera *et al.*, 2024).

Segundo Garbinato *et al.* (2007), Uhr; Schmechel, Uhr (2016) e o IBGE (2019) maiores gastos pessoais com saúde permitem o acesso a hospitais e atendimentos personalizados e de qualidade superior, o que reduz a possibilidade de contaminação por doenças através de profilaxia, além disso, se porventura, as pessoas que gastam mais em saúde ficarem doentes, Pinilla e López-Valcárcel (2020) ressaltam que elas possuem uma demanda mais alta por seguros de saúde e melhores opções de tratamento, o que complementa os demais condicionantes.

A *dummy* para covid 19 (*covid*) que assume valor 0 para o período 2013-2019 e 1 para 2020-21), possui um 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 (2020-21) em comparação com o período pré-covid (2013-2019), algo esperado dada a sobrecarga sobre o sistema de saúde no período de *lockdown* (Fiocruz, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo central identificar a relação entre a abrangência do saneamento básico *iapms* e a proporção de doenças de veiculação hídrica (*int_doen_veic_hidrica*) no estado de Minas Gerais. Para isto, foi utilizado o banco de dados da Fundação João Pinheiro, e o método de dados em painel dinâmico, considerando o período de 2013 a 2021.

Através de uma análise descritiva e estimação de um modelo econométrico com dados em painel dinâmico encontrou-se uma correlação positiva entre a variável dependente *int_doen_veic_hidrica* e a variável *iapms*, resultado divergente da literatura majoritária, com a ocorrência de poucos estudos com resultado semelhante ao encontrado nesta pesquisa.

Os mecanismos associados a essa constatação são o fato de a abrangência do plano municipal de saneamento ser maior nas áreas onde há uma incidência mais elevada de doenças de veiculação hídrica. Também se verifica uma não contemplação integral de áreas vulneráveis pelo investimento público e uma possível ineficiência de políticas públicas e investimentos. Além disso, pode ocorrer deterioração de infraestruturas sanitárias já existentes o que aumenta o risco de contaminação, bem como aspectos geográficos, geológicos e socioeconômicos que influenciam a dinâmica da relação.

A significância da variável defasada demonstra uma tendência crescente e cumulativa de casos ao longo do tempo. O rendimento médio possui uma relação positiva com o número de internações, divergindo do esperado, resultado influenciado possivelmente distribuição desigual da renda. O coeficiente negativo do gasto em saúde implica que quanto maior o dispêndio per capita em saúde ocorre uma diminuição na taxa de hospitalização de doenças causadas pela água. O coeficiente da *dummy* para covid indica que a taxa de internação diminuiu durante a pandemia (2020-21) em comparação com o restante do período, algo esperado dada a sobrecarga sobre o sistema de saúde no período de lockdown. As variáveis *tx_emprego*, *esc_liq_em* e *urb*) não demonstram significância estatística.

Dessa forma, o fato de o estado possuir uma alta cobertura relativa da população com componentes sanitários não necessariamente diminui a desigualdade do acesso ao saneamento básico, vistas as variabilidades dentro do território de Minas Gerais. É desejável, portanto, incentivos para uma universalização no acesso ao saneamento adequado em todas as regiões do estado, através da priorização de áreas mais vulneráveis, uma vez que ainda existe margem para aprimoramento através da melhoria da distribuição em nível estadual.

Ações neste sentido incluem investimentos em laboratórios de análises clínicas governamentais e parcerias com instituições de pesquisa, além de reforço na fiscalização da saúde pública. Em última análise, investimentos em infraestrutura e progresso socioeconômico devem ser realizados em paralelo com as intervenções mencionadas.

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

6 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**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2024.106573>

AFONSO, D. L.; ALMEIDA, E. S. A Lei do Saneamento Básico e seu impacto nos índices de acesso aos serviços de saneamento básico. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 56, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ppp56art5>

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. DOI: [10.1590/1413-812320202510.30712018](https://doi.org/10.1590/1413-812320202510.30712018).

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. nov/dez 2021, 1059-1068. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200179>

ARRUDA, N. M.; MAIA, A. G.; ALVES, Luciana Correia. 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, 2018. DOI: <https://doi.org/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** 17(6): e0011353. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011353>

BARTRAM, J., BROCKLEHURST, C., FISHER, M. B., LUYENDIJK, R., & HOSSAIN, R. (2020). Global Monitoring of Water Supply and Sanitation: History, Methods and Future Challenges. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 17(21), 8166. DOI: [10.3390/ijerph17218166](https://doi.org/10.3390/ijerph17218166)

BAYER, N. M.; URANGA, Paulo Ricardo Ricco; FOCHEZATTO, Adelar. Política Municipal de Saneamento Básico e a ocorrência de doenças nos municípios brasileiros. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190375>

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**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41287-023-00618-5>

BROWN, J.; CLASEN, T. High adherence is necessary to realize health gains from water quality interventions. **PloS one**, v. 7, n. 5, p. e36735, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036735>

CAMERON, L. A.; SHAH, M.; OLIVIA, S. Impact evaluation of a large-scale rural sanitation project in Indonesia. **World Bank policy research working paper**, n. 6360, 2013. URL: <https://www.jstor.org/stable/resrep26254>

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. DOI: [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(14\)70307-9](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(14)70307-9).

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. 09, set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232023289.20432022>.

CROCKER, J.; SAYWELL, D.; BARTRAM, J. Sustainability of community-led total sanitation outcomes: Evidence from Ethiopia and Ghana. **International journal of hygiene**

and environmental health, v. 220, n. 3, p. 551-557, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.02.011>

DUARTE, C. A. L. *et al.* Saúde e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa sobre a associação das condições de saneamento básico com as doenças de veiculação hídrica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, e521101522913, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22913>

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** 18, 401 (2018). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5337-5>

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**. Volume 779, 20 July 2021, 146279. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146279>

FLÔRES JUNIOR, R. G. **O método generalizado dos momentos (MGM): Conceitos básicos**, 2003. URL:<https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/0186bf64-8a2b-4b52-b905-a9c1fa4da04d/content>

FONSECA, R.; MICHAUD, PC; ZHENG, Y. The effect of education on health: evidence from national compulsory schooling reforms. **SERIEs** 11, 83–103 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1007/s13209-019-0201-0>

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada de Minas Gerais. **Resultado da consulta**. Disponível em:[https://imrs.fjp.mg.gov.br/ Consultas/Resultado](https://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas/Resultado). Acesso em: 01 jul. 2023.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ. **Estudo revela como a pandemia afetou os atendimentos no SUS**. Disponível em:<https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-revela-como-pandemia-afetou-os-atendimentos-no-sus>. Acesso em: 09 de maio de 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007000100023>

GÓMEZ-IBÁÑEZ, J; LIU, Z. Lincoln Institute of Land Policy. **The Role of Infrastructure in Economic Growth, Poverty Reduction, and Regional Integration**, 2022. Disponível em: <https://www.lincolninst.edu/publications/articles/2022-08-role-infrastructure-economic-growth-poverty-reduction-regional-integration>. Acesso em: 16 de maio de 2024.

HARVEY, P. A.; REED, R. A. Community-managed water supplies in Africa: sustainable or dispensable? **Community development journal**, v. 42, n. 3, p. 365-378, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1093/cdj/bsl001>

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. DOI: <https://doi.org/10.2166/aqua.2021.127>

HUTCHINGS, Paul *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. DOI: <https://doi.org/10.2166/wp.2015.128>

HYDE-SMITH *et al.* Climate Change Impacts on Urban Sanitation: A Systematic Review and Failure. **Environmental Science Technology**, 2022, 56, 9, 5306–5321 DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c07424>

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE). **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, 2020. 85p. ISBN 978-65-872-0118-4. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101748.pdf>

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE). **Produto Interno Bruto - PIB**. Disponível em: <https://ibge.gov.br/explica/pib.php/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística **Características gerais dos domicílios e dos moradores 2022**. Pnad Contínua 2022. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/1cd893a10b3cabf31fc31e994531632f.pdf. Acesso 15 de março de 2024.

KAUARK-LEITE, L. *et al.* Projeto Vida no Vale: universal access to water and sanitation in the North East of Minas Gerais (Brazil). **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 12, n. 4, p. 1075-1085, 2008. <https://hess.copernicus.org/articles/12/1075/2008/hess-12-1075-2008.pdf>

KUMPEL E. NELSON K. L. Intermittent water supply: prevalence, practice, and microbial water quality. **Environmental Science and Technology** 50, 542–553, 2016. DOI:10.1021/acs.est.5b03973

LEÃO, D. C. *et al.* Minas Gerais. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Panorama de abastecimento de água e esgotamento sanitário 2021**. Belo Horizonte: Semad, 2021. 106p. URL: https://www.agenciaminas.mg.gov.br/ckeditor_assets/attachments/12543/panorama_abastecimento_de_agua_e_esgotamento.pdf

LEMO, S. **Dados da ONU mostram que 15 mil pessoas morrem por doenças ligadas à falta de saneamento**. Jornal da USP, 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 de junho de 2023.

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

LIN, L. *et al.* Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review. **Frontiers in environmental science**, v. 10, p. 880246, 2022. Volume 10 – 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246>

LUBY, S. P.; RAHMAN, M.; ARNOLD, B. F.; UNICOMB, L.; ASHRAF, S. 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. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b06470>.

- 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 de fevereiro de 2024.
- MARA, D.; LANE, J.; SCOTT, B.; TROUBA, D. Sanitation and health. **PLoS Medicine**, v. 7, n. 11, p. e1000363, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000363>.
- MARTINS, C. Folha de São Paulo. **Entenda por que Minas Gerais é o espelho do Brasil na eleição presidencial Estado reflete resultados das urnas desde 1989**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/poder/2022/06/entenda-por-que-minas-gerais-e-o-espelho-do-brasil-na-eleicao-presidencial.shtml>. Acesso em 27 de fevereiro de 2024.
- MASSA, K. H. C; FILHO, A. D. P. C. Saneamento básico e saúde autoavaliada nas capitais brasileiras: uma análise multinível. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, p. e200050, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-549720200050>.
- MBAKAYA B. C.; LEE P. H.; LEE R. L. T. Hand hygiene intervention strategies to reduce diarrhoea and respiratory infections among schoolchildren in developing countries: a systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 14 (4), 371, 2017 DOI:10.3390/ijerph14040371.
- MEDEIROS, R. V. V. **Saúde e Saneamento: efeitos da eficiência e da desigualdade de acesso aos serviços sobre a saúde de crianças brasileiras**. Tese apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, agosto de 2022. URL: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/30701>
- MOLINA, N. B.; URANGA, P. R. R.; FOCHEZATTO, A. Política Municipal de Saneamento Básico e a ocorrência de doenças nos municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, 2021. DOI: 10.1590/2175-3369.013.e20190375.
- NORONHA *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. URL: <https://ideas.repec.org/p/cdp/tecnot/tn004.html>
- NURKSE, R. **Problemas da Formação de Capital em Países Subdesenvolvidos**, Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, ([1953] 1957).
- 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-98732331e009>
- 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. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, e00017316, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00017316>
- 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** 20, 1262 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09362-5>
- 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. URL: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/292/234>

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**. 2019 Jun;222(5):765-777. DOI: doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.05.004>

ROCHA, I. L.; RIBEIRO, R. S. M. **Infraestrutura no Brasil: contexto histórico e principais desafios**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Brasília, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-040-0>

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

SCHERRER, Isabella; TEIXEIRA, Gibran; LEIVAS, Pedro Henrique Soares. 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.; SCOTT, P.; HAWKINS, P.; BLACKETT, I.; COTTON, A.; LEREBOURS, A. Integrating Basic Urban Services for Better Sanitation Outcomes. **Sustainability** 2019, 11, 6706. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11236706>

SETTY K. E. *et al.* Water quality, compliance, and health outcomes among utilities implementing Water Safety Plans in France and Spain. **International Journal of Hygiene and Environmental Health** 220 (3), 513–530, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.02.004>

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. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42269-023-01088-9>

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. DOI: 10.33448/rsd-v11i15.37370.

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. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.38067>.

SINGH, S., JAYARAM, R. Attainment of water and sanitation goals: a review and agenda for research. **Sustain. Water Resources Management**. 8, 146 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1007/s40899-022-00719-9>

SMITH, V. K., BATEMAN, I. J., CARSON, R. T., DESHAZO, J. R., FISCHHOFF, B., GAYER, T. ZHANG, J. (2021). Implications of Climate Change for the U.S. **Economy. Science**, 372(6549), eabe1370. DOI:10.1126/science.abe1370.

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**, 11, 89–113, 2021. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v11.3513>

STRAUB, S. **Infrastructure and growth in developing countries**. World Bank Publications, 2008. URL: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=_rdIQdWR9IUC&oi=fnd&pg=PA3&dq=STRAUB,+S.+Infrastructure

TEIXEIRA, P. A. *et al.* Parasitoses intestinais e saneamento básico no Brasil: estudo de revisão integrativa. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 22867-22890, 2020. DOI: <http://doi.org/10.34117/bjdv6n5-006>

TRABELSI, N.; BOUJELBENE, Y. Public Sector Efficiency and Economic Growth in Developing Countries. **Journal of the Knowledge Economy**. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-022-01038-2>

UHR, J. G. Z; SCHMECHEL, M; UHR, D. 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. 01-16, 2016. DOI: <https://doi.org/10.13059/racef.v7i2.104>

UNITED NATIONS (UN). (2023). **World Population Prospects 2022**. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 18 de junho de 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**, p. 1-4, 2020. URL: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/37138/21623>

WIZEMANN, T. M. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2020. School Success: An Opportunity for Population Health: Proceedings of a Workshop. Washington, DC: **The National Academies Press**. DOI: <https://doi.org/10.17226/25403>.

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**. 23 (5), 508–525, 2018. DOI:10.1111/tmi.13051.

WOLF, J. *et al.* Burden of disease attributable to unsafe drinking water, sanitation, and hygiene in domestic settings: a global analysis for selected adverse health outcomes. **The Lancet**, June 05, 2023. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)00458-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00458-0)

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). (2021). **Sanitation**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 23 de junho de 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** 26, 32852–32858. 2019. DOI: [https://doi.org/10.1007/s11356-019-06408-](https://doi.org/10.1007/s11356-019-06408-z)

z