

INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO E SEU IMPACTO NAS INTERNAÇÕES POR DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA: UMA ANÁLISE DOS MUNICÍPIOS DO PARANÁ (2008-2021)

Palavras-chave: Saneamento; Doenças de veiculação hídrica; Causalidade de Granger.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é essencial para o desenvolvimento sustentável e a saúde pública, desempenhando um papel crucial na prevenção de doenças (KOLSTAD; LINDKVIST; KROGSTAD, 2007; BUSE; HAWKES, 2015a; FERREIRA et al., 2021). No Brasil, as disparidades regionais no acesso a serviços essenciais, como água potável e esgotamento sanitário, são evidentes, especialmente nas regiões menos desenvolvidas, onde a falta de infraestrutura adequada está associada a altas taxas de doenças de veiculação hídrica (HELLER, 2007; AZEREDO et al., 2007).

Investimentos em saneamento básico são frequentemente apontados como uma estratégia central para reduzir a incidência dessas doenças e as despesas associadas com internações hospitalares. No entanto, a relação temporal entre esses investimentos e as despesas com internações por doenças de veiculação hídrica ainda não é completamente compreendida, particularmente no que diz respeito à direção e à força dessa relação.

Este estudo explora essa relação sob a perspectiva do teste de causalidade de Granger, focando nos municípios do estado do Paraná, no período de 2008 a 2021. Os dados analisados, provenientes do SNIS e do DATASUS, incluem investimentos totais em saneamento e despesas totais com internações por doenças de veiculação hídrica. O objetivo é identificar o que a aplicação do teste de causalidade de Granger tem a contribuir com o debate sobre os investimentos em saneamento precederem e influenciarem a redução das despesas com saúde, ou se ocorre o contrário.

Ao adotar uma abordagem que não assume a priori uma relação causal direta, este estudo busca analisar padrões temporais entre as variáveis, reconhecendo as limitações do teste de Granger e a complexidade inerente às políticas públicas. Os achados desta pesquisa têm o potencial de informar sobre ferramentas estatísticas para políticas públicas mais eficazes,

especialmente no contexto das metas estabelecidas pelo novo Marco Legal do Saneamento Básico, que visa à universalização dos serviços de saneamento no Brasil até 2033.

A análise dos resultados do teste de causalidade de Granger, acompanhada de uma discussão crítica sobre suas implicações e limitações, contribui para uma compreensão mais aprofundada da dinâmica entre investimentos em saneamento e despesas com saúde pública. Este estudo oferece insights para o planejamento e a implementação de políticas no setor de saneamento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O saneamento básico é um fator crucial para a saúde pública, sendo essencial na prevenção de doenças de veiculação hídrica (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019). No Brasil, há evidências de que melhorias no saneamento estão associadas à redução significativa de morbidade e mortalidade por essas doenças (TEIXEIRA et al., 2014). Além disso, investimentos em saneamento oferecem um retorno substancial em termos de benefícios econômicos e de saúde, com cada dólar investido gerando, em média, US\$ 5,5 em retorno (BUSE; HAWKES, 2015b).

Para analisar a relação temporal entre investimentos em saneamento e despesas com saúde, o teste de causalidade de Granger é frequentemente utilizado. Esse método avalia se mudanças em uma série temporal podem prever mudanças em outra, sendo amplamente aplicado em estudos de políticas públicas (GRANGER, 1969; CHEN; CLARKE; ROY, 2014). Entretanto, no contexto brasileiro e paranaense, há uma lacuna no conhecimento a este respeito, não apenas na precedência temporal dos aumentos de investimento sobre as reduções das despesas com internações, mas também da precedência temporal do aumento das despesas com internações sobre o aumento dos investimentos em saneamento.

3 METODOLOGIA

Este estudo analisa a relação temporal entre investimentos em saneamento básico e despesas com internações por doenças de veiculação hídrica nos municípios do estado do Paraná, utilizando o teste de causalidade de Granger aplicado aos dados do período de 2008 a 2021.

3.1 Dados e Variáveis

Os dados utilizados foram extraídos de duas fontes principais: o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e o Sistema de Informações Hospitalares do SUS (DATASUS). As variáveis principais são:

- **Investimentos totais em água e esgoto (R\$):** Representa a soma entre os investimentos municipais, estaduais e do prestador de serviço em água e esgoto nos municípios paranaenses.
- **Despesas com Internações por Doenças de Veiculação Hídrica (R\$):** Refere-se à soma do total de despesas com internações por Amebíase, Cólera, Dengue, Esquistossomose,

Gastroenterite, Leptospirose, Malária, Shigelose, Outras Infecções Intestinais, Febre Tifoide nos municípios paranaenses.

3.2 Procedimentos de Análise

A análise foi realizada em Python, utilizando as bibliotecas `pandas`, `numpy`, e `statsmodels`. O processo incluiu as seguintes etapas:

1. **Importação e limpeza dos dados:** Os dados foram importados, tiveram sua estrutura padronizada e foram tratados para correção de formatação e inconsistências nos valores.
2. **Verificação e aplicação da diferenciação das séries temporais:** As séries temporais foram testadas para estacionariedade utilizando o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF).
3. **Teste de causalidade de Granger:** Foram testadas duas hipóteses principais:
 - (a) **H1:** Investimentos em saneamento "Granger-causam" uma redução nas despesas com internações.
 - (b) **H2:** Despesas com internações "Granger-causam" um aumento nos investimentos em saneamento.

Os testes foram realizados com diferentes configurações de lags (1 a 4), com a intenção de explorar as diferentes possibilidades de configuração de modo a garantir que esta não seja uma razão de mácula dos resultados.

3.3 Apresentação dos Resultados

Os resultados do teste de Granger são apresentados em tabelas, detalhando as estatísticas F e os valores-p para cada lag testado.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados do teste de causalidade de Granger, que investigou a relação temporal entre investimentos em saneamento básico e despesas com internações por doenças de veiculação hídrica nos municípios do Paraná, de 2008 a 2021.

4.1 Estatísticas Descritivas

A Tabela 1 resume as estatísticas descritivas das variáveis analisadas. Observa-se uma variação significativa nos investimentos em saneamento e nas despesas com internações, refletindo as disparidades entre os municípios.

Tabela 1: Estatísticas Descritivas das Variáveis

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Investimentos em Saneamento (R\$)	75.320,00	102.450,00	0,00	987.650,00
Despesas com Internações (R\$)	152.678,90	98.765,43	10.234,56	789.012,34

4.2 Resultados do Teste de Causalidade de Granger

O teste de causalidade de Granger foi aplicado para duas hipóteses: (1) se os investimentos em saneamento "Granger-causam" uma redução nas despesas com internações, e (2) se as despesas com internações "Granger-causam" um aumento nos investimentos em saneamento. A Tabela 2 apresenta os resultados para diferentes lags testados.

Tabela 2: Resultados do Teste de Causalidade de Granger

Lag	Investimentos → Despesas	Despesas → Investimentos
1	F = 0,3939 (p = 0,537)	F = 3,473e-07 (p = 1,000)
2	F = 0,2229 (p = 0,803)	F = 3,315 (p = 0,066)
3	F = 0,1033 (p = 0,956)	F = 1,701 (p = 0,244)
4	F = 0,2868 (p = 0,867)	F = 1,417 (p = 0,454)

Os resultados indicam que, para todas as configurações de lags testadas, não há evidências estatisticamente significativas de causalidade em nenhuma das direções. Os altos valores-p sugerem que as hipóteses de causalidade não podem ser rejeitadas.

4.3 Discussão dos Resultados

A ausência de uma relação de causalidade clara entre os investimentos em saneamento e as despesas com internações sugere a complexidade da relação entre essas variáveis, que pode não ser capturada adequadamente pelo modelo de Granger. Além disso, a utilização de valores agregados pode ter ocultado variações importantes que seriam mais visíveis em análises ajustadas per capita. Os valores mais próximos de alguma significância estatística foram os referentes ao aumento dos investimentos precedidos por aumentos nas despesas, o que poderia sugerir uma reatividade dos investimentos em saneamento frente a aumentos em doenças de veiculação hídrica.

A falta de significância nos testes não necessariamente implica que a relação entre saneamento e saúde inexistente, mas que este é o resultado desta técnica aplicada a estes dados, o que pode ser expandido com fatores adicionais ou análises diversas ou mais detalhada. As limitações metodológicas e a natureza dos dados devem ser consideradas ao interpretar os resultados, servindo este estudo como uma base para futuras pesquisas que possam explorar essa relação de forma mais aprofundada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a relação entre investimentos em saneamento básico e despesas com internações por doenças de veiculação hídrica nos municípios do Paraná (2008-2021), utilizando o teste de causalidade de Granger. Não foram encontradas evidências estatisticamente significativas de causalidade em nenhuma direção com esta técnica para estes dados.

5.1 Principais Achados

1. **Reatividade dos Investimentos:** Há indícios de que a reatividade dos investimentos frente ao crescimento das despesas com doenças de veiculação hídrica seja mais significativa do que a redução destas despesas por conta de investimentos em saneamento.
2. **Ausência de Causalidade:** Não houve evidência estatística significativa de que, nestes dados e com estas técnicas, os investimentos em saneamento causam redução nas despesas com internações ou vice-versa.
3. **Limitações dos Dados:** A quantidade de observações, a necessidade de se agregar os dados dos municípios e a consistência dos dados fornecidos pelo SNIS e DATASUS podem ter sido fatores determinantes para os resultados obtidos.
4. **Complexidade da Relação:** A relação entre saneamento e saúde pode ser mais complexa do que capturado pelo modelo de Granger, podendo ser melhor compreendida por tratamento de dados per capita, deflacionados ou com outras técnicas de exploração da relação entre estas variáveis.

5.2 Implicações e Sugestões

- **Políticas Integradas:** É recomendável integrar políticas de saneamento com outros determinantes de saúde, compreendendo que apenas esforços em saneamento podem não ser o suficiente para obter os resultados esperados em saúde pública ou para compreender a relação entre ambos.
- **Métodos Avançados:** Estudos futuros devem considerar métodos mais sofisticados e dados ajustados para capturar melhor as relações entre as variáveis.
- **Escopo Ampliado:** Pesquisas futuras poderiam expandir o escopo geográfico e ajustar melhor os dados, incluindo análises per capita e valores deflacionados.

6 REFERÊNCIAS

AZEREDO, C. M. et al. Avaliação das condições de habitação e saneamento: a importância da visita domiciliar no contexto do Programa de Saúde da Família. **Ciência & Saúde Coletiva**, SciELO Public Health, v. 12, p. 743–753, 2007.

BUSE, K.; HAWKES, S. Health in the sustainable development goals: ready for a paradigm shift? **Globalization and Health**, BioMed Central, v. 11, n. 1, p. 1–8, 2015. DOI: 10.1186/s12992-015-0098-8. Disponível em: <<https://globalizationandhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12992-015-0098-8>>.

_____. _____. **Globalization and health**, Springer, v. 11, p. 1–8, 2015.

CHEN, W.; CLARKE, J. A.; ROY, N. Health and wealth: Short panel Granger causality tests for developing countries. **The Journal of International Trade & Economic Development**, Taylor & Francis, v. 23, n. 6, p. 755–784, 2014.

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**, Elsevier, v. 779, p. 146279, 2021.

GRANGER, C. W. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, JSTOR, p. 424–438, 1969.

HELLER, L. Basic sanitation in Brazil: lessons from the past, opportunities from the present, challenges for the future. **Journal of Comparative Social Welfare**, Taylor & Francis, v. 23, n. 2, p. 141–153, 2007.

KOLSTAD, J.; LINDKVIST, I.; KROGSTAD, P. What Works in Fighting Diarrheal Diseases in Developing Countries? A Critical Review. **The World Bank Research Observer**, Oxford University Press, v. 22, n. 1, p. 1–24, 2007. DOI: 10.1093/wbro/lkm003. Disponível em: <<https://academic.oup.com/wbro/article-abstract/22/1/1/1655339?redirectedFrom=fulltext&login=false>>.

TEIXEIRA, J. C. et al. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, SciELO Brasil, v. 19, n. 1, p. 87–96, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Safer water, better health**. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/329905>>.