



DEPARTAMENTO DE
ECONOMIA

Guilherme Campanha Pinto de Almeida

Nº de Matrícula: 2110289

Saneamento Básico e Educação Municipal: Uma Análise dos Indicadores

Monografia de Final de Curso

Orientador: Lucas Lima

Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri, para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.

Rio de Janeiro, Abril de 2024

As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, à minha família, especialmente aos meus pais, Ricardo e Patrícia, por todo esforço e dedicação para garantir meu bem-estar e formação educacional. Seu apoio incondicional e incentivo constante foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

Sou imensamente grato ao meu orientador, Lucas, pela paciência, disponibilidade e pelas valiosas contribuições que enriqueceram este trabalho. Estendo também meu agradecimento à professora Nathalie, que me ajudou em diversas etapas da graduação, sempre com generosidade e atenção.

Aos amigos que compartilharam comigo esta jornada, seja oferecendo apoio nos momentos difíceis ou criando momentos de descontração indispensáveis, meu sincero agradecimento. Um agradecimento especial ao EconDataAnalytics, que me tirou da zona de conforto e me ajudou a desenvolver habilidades de comunicação e ensino, que certamente levarei para o futuro.

Por fim, dedico este trabalho a todos que acreditaram no meu potencial, que me incentivaram a persistir e que, de alguma forma, contribuíram para que eu alcançasse este momento. Este trabalho reflete não só o meu esforço, mas também o apoio e a inspiração de todos vocês. Minha gratidão é eterna.

Resumo

Investigo a relação entre o acesso ao saneamento básico e os resultados educacionais em municípios brasileiros. Utilizando um modelo de efeitos fixos e dados em painel municipal de 2005 a 2021, analiso o impacto da cobertura de água (IN055) no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e na Taxa de Rendimento escolar. Os resultados indicam que aumentos no acesso a água tratada estão associados a melhorias modestas, mas estatisticamente significativas, nas notas do IDEB e no aproveitamento escolar, especialmente quando as variações na cobertura de água tratado ocorrem em períodos mais distantes. Além disso, a inclusão de um índice de saúde destaca o papel da carga de doenças, com reduções em internações hospitalares por condições relacionadas ao saneamento potencializando os benefícios educacionais. Este trabalho serve como uma introdução ao tema no contexto brasileiro, apresentando fontes de dados acessíveis e evidências da existência de efeitos indiretos do saneamento básico na educação, contribuindo para a literatura nacional sobre o impacto de investimentos em infraestrutura no setor de saneamento básico na saúde e na educação.

Palavras-Chave

desempenho escolar; educação; doenças infecciosas e parasitárias; saneamento.

CONTEÚDO

Lista de Tabelas	7
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contexto	1
1.2 Motivação e Objetivo	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
3 DADOS	5
3.1 Fontes	5
3.1.1 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	5
3.1.2 Sistema de Informações Hospitalares (SIH)	5
3.1.3 Base dos Dados	6
3.2 Descrição dos Dados	6
3.2.1 IN055	6
3.2.2 Índice de Procedimentos	7
3.2.3 IDEB	8
3.2.4 Indicador de Rendimento	9
3.3 Filtragens	10
3.3.1 Ajuste Temporal e Preenchimento de Lacunas	10
3.3.2 Impacto das Filtragens na Amostra	11
4 MÉTODOS	12
4.1 Estratégia Empírica	12
4.1.1 Modelos Utilizados	12

4.1.1.1	Modelo de Primeiras Diferenças	12
4.1.1.2	Modelo de Efeitos Fixos	13
4.2	Análise dos Canais de Transmissão	13
4.3	Tabelas	14
5	RESULTADOS	18
5.1	Impacto do IN055 no IDEB e Indicador de Rendimento	18
5.1.1	Análise com Valores no Mesmo Ano	18
5.1.2	Análise com Lag de Dois Anos	19
5.2	Canais de Transmissão: O Papel da Saúde	19
5.2.1	Resultados com Índice de Procedimentos no Mesmo Ano	19
5.2.2	Resultados com Índice de Procedimentos e Lag de Dois Anos	19
5.3	Síntese dos Resultados	20
6	CONCLUSÃO	21
6.1	Limitações e Possibilidades para Análises Futuras	21
6.2	Considerações sobre Economia em Saúde	22
6.3	Implicações Políticas e Sugestões para o Futuro	22
	BIBLIOGRAFIA	24

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Comparação do IDEB e IN055 Pré e Pós-Filtragem por Ano (Ano-a-Ano)	11
Tabela 2 – Comparação do IDEB e IN055 Pré e Pós-Filtragem por Ano (Lag de Dois Anos)	11
Tabela 3 – Impacto do IN055 no IDEB e IR (Mesmo Ano)	14
Tabela 4 – Impacto do IN055 no IDEB e IR (Atraso de 2 Anos)	15
Tabela 5 – Análise no Mesmo Ano Incluindo o Índice de Procedimentos	16
Tabela 6 – Impacto do IN055 e do Índice de Procedimentos no IDEB e IR (Lag de 2 Anos)	17

1 Introdução

1.1 Contexto

O acesso universal ao saneamento básico é essencial para a saúde pública, a dignidade humana e o desenvolvimento socioeconômico. Apesar dos avanços recentes, o déficit de infraestrutura sanitária ainda atinge inúmeras famílias brasileiras: 30,47 milhões vivem sem acesso à água tratada e cerca de cem milhões não possuem coleta de esgoto, segundo dados de 2022 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Esses números nos revelam falhas estruturais e dificuldade na execução de políticas públicas efetivas.

A regulação do saneamento básico no Brasil evoluiu significativamente nas últimas décadas ¹. A Constituição Federal de 1988 estabeleceu a competência compartilhada entre os entes federativos para a gestão do saneamento, mas a coordenação interfederativa necessária à universalização dos serviços ainda não se consolidou. Nos anos 1990, o Estado brasileiro iniciou uma transição de executor direto para regulador, buscando atrair a participação da iniciativa privada por meio de concessões. A Lei nº 8.987/1995² foi um marco nesse processo, ao regulamentar o regime de concessão e permissão dos serviços públicos.

O marco regulatório de 2007 (Lei nº 11.445)³ trouxe diretrizes fundamentais para o setor, abrangendo planejamento, regulação e prestação de serviços. Entretanto, a implementação dessas normas não alcançou os resultados esperados, perpetuando a fragmentação e os atrasos nos avanços rumo à universalização. Em 2020, a promulgação da Lei nº 14.026⁴, que atualizou o marco legal, representou um esforço renovado para reorganizar o setor. Entre as inovações, destaca-se a atribuição de competências à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), com o objetivo de promover normas de referência e boas práticas regulatórias.

A transição do modelo regulatório discricionário para a regulação contratual, incentivada pelo novo marco, busca maior segurança jurídica e previsibilidade, essenciais para atrair investimentos privados. Nesse contexto, instituições como o BNDES têm desempenhado papel crucial na estruturação de projetos de concessão, viabilizando a participação privada e contribuindo para a meta de universalização

¹ Um acompanhamento detalhado dessa evolução pode ser encontrado na conclusão do diagnóstico realizado pelo BNDES sobre a atualização do marco legal, disponível em (<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/22584>).

² (https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm)

³ (https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)

⁴ (https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm)

dos serviços de saneamento. O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) e os diagnósticos do SNIS reforçam a importância de estratégias baseadas em dados para avançar nesse objetivo.

1.2 Motivação e Objetivo

A integração entre saneamento e educação é um tema relevante para o desenvolvimento de capital humano. A literatura existente aponta que melhorias nos serviços de saneamento básico reduzem a incidência de doenças transmissíveis pela água, impactando diretamente a frequência escolar e o desempenho acadêmico (DUFLO *et al.*, 2015). Apesar de sua importância e frequência com que é comentada nos veículos de imprensa nacionais, a relação entre saneamento e educação ainda é pouco explorada no Brasil, especialmente considerando as recentes mudanças regulatórias.

Neste trabalho busco analisar a influência do saneamento nos indicadores educacionais, com foco no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e no Indicador de Rendimento (IR). A abordagem considera não apenas os efeitos diretos, mas também os canais indiretos, como a saúde pública, que podem mediar essa relação. Esta monografia está organizada da seguinte forma: o Capítulo 2 revisa a literatura relevante sobre as interseções entre saneamento, saúde e educação; o Capítulo 3 detalha as fontes de dados e os critérios de filtragem; o Capítulo 4 apresenta a metodologia; o Capítulo 5 discute os resultados empíricos; e o Capítulo 6 sintetiza as conclusões e sugere direções para futuras pesquisas.

2 Revisão de Literatura

As conexões entre saneamento básico, saúde e desempenho escolar têm sido exploradas por diversos estudos. Programas como o Programa Saúde da Família (PSF) podem melhorar a frequência e o desempenho escolar ao levar cuidados básicos de saúde às comunidades (ROCHA; SOARES, 2010). Isso ajuda a prevenir e tratar doenças comuns, reduzindo a evasão escolar. Outras referências à literatura existente, como (LUCAS, 2010), corroboram com a tese de que erradicar doenças pode aumentar os anos de escolaridade e a alfabetização (neste caso foi testado apenas com mulheres). A atualização das leis sobre saneamento básico em 2020 trouxe mudanças significativas no ambiente regulatório do setor de saneamento (ANDERÁOS, 2021), potencialmente levando a futuras melhorias da infraestrutura e no acesso a serviços de saneamento de qualidade. Isso pode criar um ambiente mais favorável para o aprendizado e possivelmente impactar positivamente na saúde dos alunos. No entanto, desafios como a qualidade da água e saneamento persistem em áreas rurais. Programas que fornecem conexões domiciliares de água, banheiros e outras instalações podem ser eficazes, reduzindo episódios de diarreia como sugere (DUFLO et al., 2015), com efeitos que duram até cinco anos.

A literatura indica que políticas integradas em saneamento básico e saúde pública têm o potencial de melhorar o desempenho escolar das crianças. Ao abordar esses desafios de forma conjunta, é possível criar condições que favoreçam o desenvolvimento educacional, gerando benefícios para os municípios. (BLEAKLEY, 2007) analisou as consequências econômicas da erradicação da ancilostomíase no sul dos Estados Unidos. As regiões que apresentavam níveis mais altos de infecção antes da intervenção da RSC mostraram aumentos significativos nas matrículas escolares, na frequência às aulas e na taxa de alfabetização. A longo prazo, a erradicação da doença foi associada a um aumento relevante na renda e a um maior retorno sobre a escolaridade.

Analogamente, (NANDI et al., 2020) avaliou os impactos do Programa Universal de Imunização (UIP) na Índia, iniciado entre 1985 e 1990. Os resultados mostraram que os adultos nascidos após a implementação do programa tiveram, em média, de 0,18 a 0,29 anos adicionais de escolaridade em comparação com aqueles nascidos antes do UIP. Esses ganhos foram especialmente notáveis entre mulheres e domicílios mais ricos, tanto rurais quanto urbanos. Reforçando a ideia de que intervenções em saúde, como a vacinação, podem ter efeitos positivos notáveis na educação a longo prazo.

Da mesma forma, a atualização do marco legal do saneamento básico no Brasil, aprovada em 2020, tem o potencial de gerar efeitos a longo prazo. Ela busca solucionar a indecisão entre regulação discricionária e contratual, inclinando-se mais para a regulação contratual. Com um modelo híbrido, a ênfase na regulação contratual deve promover um ambiente regulatório mais estável e eficiente (ANDERÁOS, 2021). Espera-se que essas mudanças resultem em melhores indicadores de saúde pública, que, por sua vez, favoreçam o desempenho escolar, replicando no Brasil os benefícios observados nos estudos de caso específicos, como os de Bleakley e Nandi.

Além disso, (BAIRD et al., 2016) estudou os impactos de longo prazo de investimentos em saúde infantil através de programas de desparasitação escolar, demonstrando aumentos na oferta de trabalho entre homens e na educação entre mulheres. Nele é mostrado como intervenções na saúde podem levar a mudanças significativas no mercado de trabalho e na especialização profissional, sugerindo que melhorias na saúde infantil podem ter efeitos duradouros na economia. Outro estudo, (BLOOM et al., 2022), revisou a literatura sobre os efeitos macroeconômicos de epidemias e pandemias, enfatizando que intervenções de saúde eficazes são cruciais para mitigar os impactos econômicos e de saúde.

Por fim, (BLEAKLEY, 2010) analisou campanhas de erradicação da malária nos Estados Unidos e na América Latina, demonstrando que a exposição infantil à malária afeta negativamente a produtividade do trabalho. As áreas que erradicaram a malária experimentaram aumentos significativos na renda dos adultos, evidenciando a importância das campanhas de saúde pública para o desenvolvimento econômico regional. Reforçando assim, a relevância de políticas integradas de saneamento e saúde pública para melhorar a educação, fornecendo um modelo a ser seguido na implementação do novo marco legal do saneamento no Brasil. Com base nessas evidências, espera-se que as mudanças regulatórias recentes possam replicar esses benefícios em escala nacional, promovendo desenvolvimento para os municípios brasileiros.

3 Dados

3.1 Fontes

Para conduzir as análises desejadas, foram coletados dados de saneamento básico, saúde e educação municipal de três fontes principais:

3.1.1 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

Os dados de saneamento básico foram coletados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)⁵, a principal fonte de informações sobre saneamento no Brasil. O SNIS oferece uma base de dados ampla com indicadores sobre serviços de água, esgoto, resíduos sólidos urbanos e drenagem urbana. Desde 1996, o sistema, vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, reúne informações institucionais, operacionais e econômico-financeiras de serviços de saneamento em áreas urbanas de todo o país. Entre os indicadores fornecidos, destacam-se o índice de atendimento total de água (IN055) e o índice de tratamento de esgoto (IN016), essenciais para monitorar o progresso no acesso ao saneamento básico.

3.1.2 Sistema de Informações Hospitalares (SIH)

O Sistema de Informações Hospitalares (SIH)⁶ foi criado para gerenciar e processar internações hospitalares no âmbito do SUS. Inicialmente desenvolvido com foco no controle administrativo-financeiro, o SIH também fornece informações epidemiológicas importantes, como dados sobre morbidade e mortalidade hospitalar. As internações são registradas por meio da Autorização de Internação Hospitalar (AIH), que padroniza os pagamentos dos serviços prestados. O SIH permite acompanhar a utilização de recursos hospitalares e a qualidade da atenção à saúde, além de ser amplamente utilizado para a produção de indicadores de saúde pública e avaliação da política de saúde.

⁵ <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>

⁶ <https://datasus.saude.gov.br/aceso-a-informacao/morbidade-hospitalar-do-sus-sih-sus/>

3.1.3 Base dos Dados

Os dados de educação municipal foram obtidos na Base dos Dados, uma iniciativa sem fins lucrativos e de código aberto que organiza e disponibiliza conjuntos de dados de forma acessível e padronizada. Entre os diversos conjuntos disponíveis no data lake, destaca-se a tabela que compila informações do INEP ⁷, abrangendo o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e o Indicador de Rendimento Escolar, ambos desagregados ao nível municipal e com detalhes sobre os anos escolares correspondentes.

3.2 Descrição dos Dados

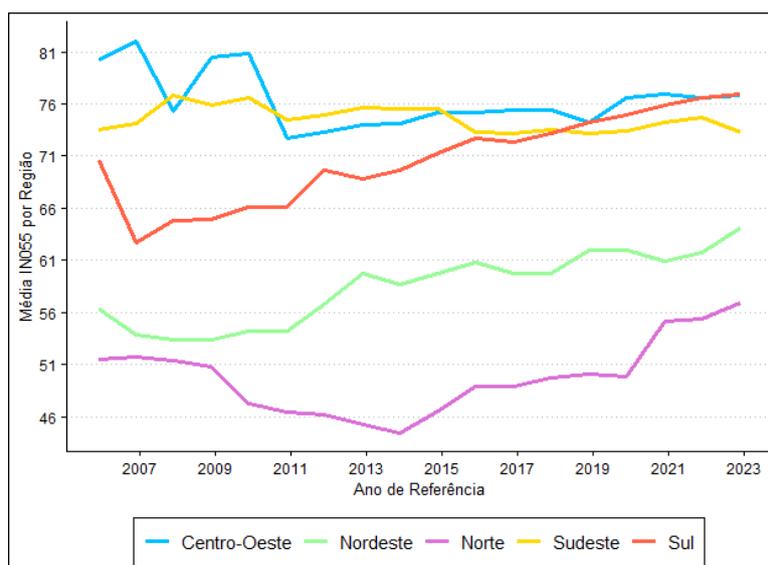
Nesta seção, são descritos os dados utilizados na análise, destacando algumas características interessantes e apresentando gráficos que ilustram a evolução da média regional de cada variável ao longo do período estudado. As informações presentes nas figuras consideram exclusivamente os municípios que atenderam aos critérios de filtragem, os quais serão detalhados na próxima seção.

3.2.1 IN055

O índice de atendimento total de água (IN055)⁸ mede a proporção da população de cada município brasileiro que é abastecida com água ao final de cada ano de referência. Em 2020, ano da atualização do marco legal do saneamento, 839 municípios alcançaram uma das metas de universalização previstas no artigo 11-B da nova legislação⁴, que exige o atendimento de 99% da população com água potável. No entanto, a verificação da segunda meta, que estabelece 90% de cobertura de coleta de esgoto, enfrenta limitações devido à falta de registros completos do indicador IN016 em muitos municípios.

⁷ <https://basedosdados.org/dataset/96eab476-5d30-459b-82be-f888d4d0d6b9?table=bc84dea9-1126-4423-86d2-8835e6b19a72>

⁸ Informações detalhadas sobre o cálculo do índice IN055 estão disponíveis na página 16 do glossário de indicadores do SNIS, acessível em https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario_Indicadores_AE2022.pdf.



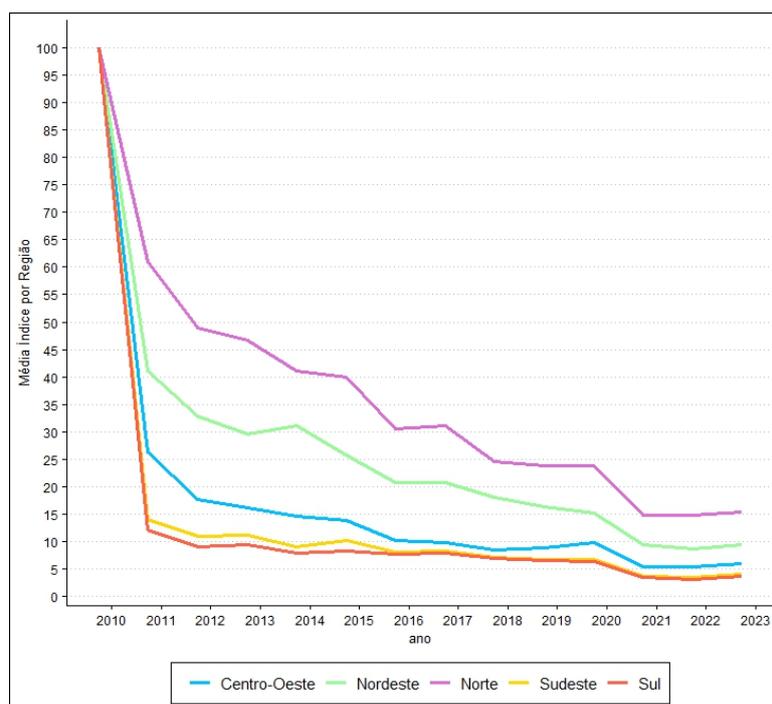
Ainda considerando 2020, as disparidades regionais no cumprimento dessa meta foram notáveis. A região Sul destacou-se com 336 municípios em conformidade, seguida pelo Sudeste, com 292, e pelo Nordeste, com 150. O Centro-Oeste teve 47 municípios atingindo a meta, enquanto a região Norte apresentou o desempenho mais baixo, com apenas 14 municípios em conformidade.

3.2.2 Índice de Procedimentos

Este índice foi construído com base no ano de 2009⁹ (adotado como o valor base, ou seja, 1=2009), somando as Autorizações de Internação Hospitalar (AIH) registradas ao nível do município de residência do paciente para os tratamentos de doenças intestinais infecciosas (0303010061), helmintíases (0303010100), hepatites virais (0303010118) e malária (0303010150)¹⁰. Esses procedimentos foram selecionados devido à sua relação direta com doenças associadas a condições sanitárias inadequadas, como cólera, esquistossomose, leptospirose, hepatite e malária. O índice serve como uma medida da carga de doenças relacionadas ao saneamento precário, sendo uma ferramenta útil para avaliar o impacto de intervenções em saúde pública.

⁹ O sistema passa a seguir um padrão diferente de report das doenças a partir de 2008, por isso não utilizei anos anteriores.

¹⁰ Este é o código da doença nos dados do SUS. Os primeiros números idênticos, "030301", indicam que esses procedimentos pertencem à mesma forma de organização. Para detalhes adicionais sobre a nomenclatura dos códigos acesse (<https://wiki.saude.gov.br/sigtap/index.php>).

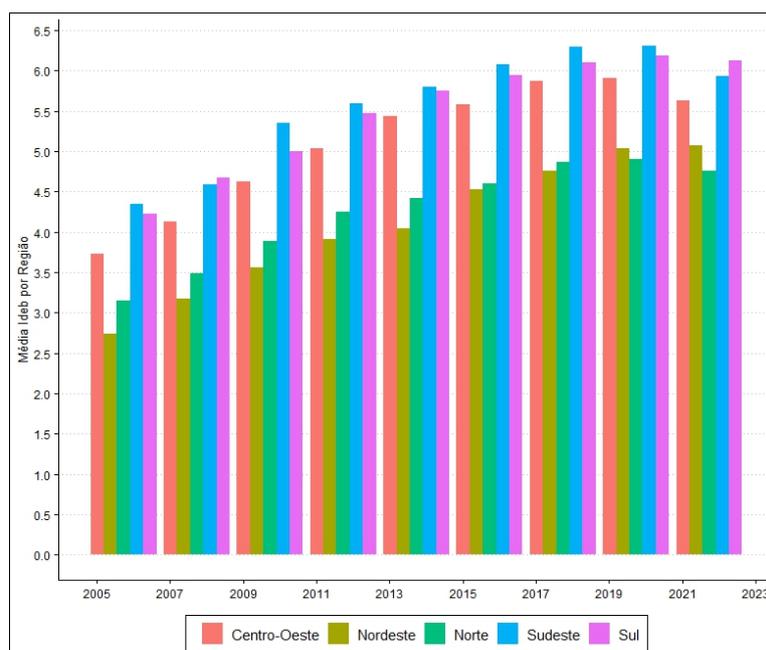


3.2.3 IDEB

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) é uma medida que avalia a qualidade da educação nos níveis fundamental e médio no Brasil. Ele é composto por dois fatores principais: a média padronizada do desempenho dos estudantes em provas de língua portuguesa e matemática (SAEB), e a taxa de aprovação nas séries escolares. Embora o IDEB tenha sido oficialmente criado em 2007, as informações necessárias para seu cálculo¹¹ estavam disponíveis desde 2005, permitindo uma cobertura temporal que se estende nos anos ímpares de 2005 a 2021. No ano de 2021, quando se encerrou o prazo estabelecido pelo Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação para atingir uma média nacional de 6 no IDEB para os anos iniciais do ensino fundamental¹², o valor não foi alcançado em nenhum dos níveis escolares analisados (anos iniciais e finais do ensino fundamental, e ensino médio). As médias nacionais ficaram em 5,57, 4,85 e 4,18, respectivamente.

¹¹ Para detalhes sobre o cálculo do IDEB, consultar a Nota Técnica do INEP disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/o_que_e_o_ideb/Nota_Tecnica_n1_concepcaoIDEB.pdf.

¹² Referência ao Decreto nº 6.094, de 24 de abril de 2007, disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil.03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6094.htm.

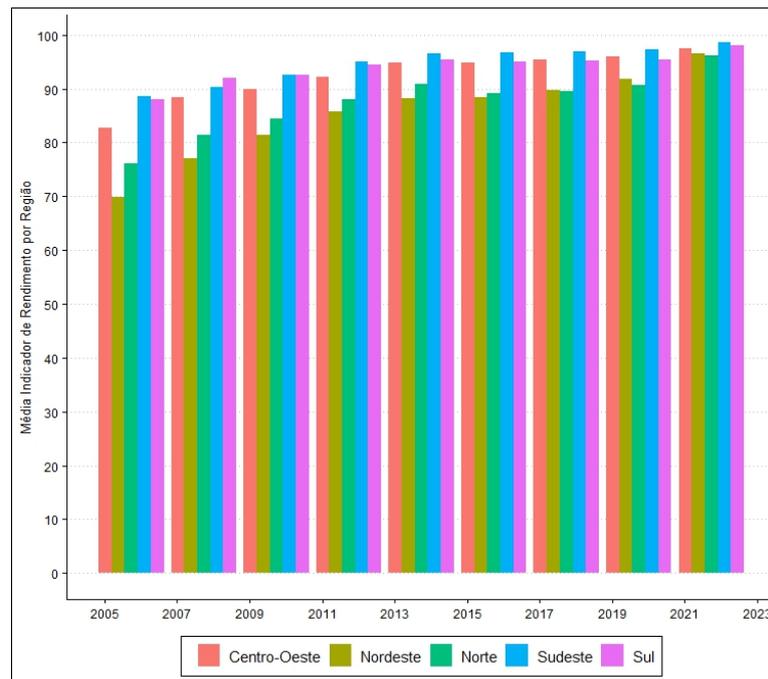


Apenas 1.746 municípios atingiram a meta¹³ de 6 nos anos iniciais, enquanto apenas 134 alcançaram esse valor para os anos finais do fundamental, e apenas 5 atingiram a meta para o ensino médio. Estes cinco municípios estavam localizados nos estados de Alagoas, Ceará, Pernambuco, São Paulo e Rio Grande do Sul, mas nenhum deles era a capital estadual. Neste trabalho, o foco estará nos anos escolares iniciais do ensino fundamental.

3.2.4 Indicador de Rendimento

O Indicador de Rendimento mede o desempenho dos estudantes com base na taxa média de aprovação em uma determinada etapa de ensino. Esse componente reflete o tempo médio necessário para a conclusão de uma série educacional. O indicador é calculado como o inverso desse tempo médio, sendo diretamente influenciado pela proporção de alunos aprovados em cada série de uma etapa educacional. Em cenários de aprovação automática, a frequência escolar torna-se um fator crítico, uma vez que a reprovação está relacionada a faltas excessivas, e não ao desempenho acadêmico. Esse indicador sinaliza questões como taxas de evasão e retenção.

¹³ Informações sobre a metodologia de definição das metas e os prazos para alcançá-las nos anos finais do fundamental e ensino médio estão disponíveis em: (https://download.inep.gov.br/educacao_basica/portaI_ideb/o_que_sao_as_metas/Nota_Tecnica_n2_metas_intermediarias_IDEB.pdf).



3.3 Filtragens

Nesta seção, descrevo os critérios utilizados para filtrar os dados de saneamento básico antes da análise. A filtragem foi especialmente necessária devido à falta de algumas informações no conjunto de dados original. Inicialmente, foram identificados municípios com lacunas nos indicadores analisados: aqueles sem valores do IDEB em qualquer ano ou com mais de dois anos de dados ausentes para o índice de saneamento básico (IN055) foram excluídos. Após essa etapa, a amostra terminou com 4.354 municípios aptos para análise.

3.3.1 Ajuste Temporal e Preenchimento de Lacunas

Após a exclusão dos municípios com dados insuficientes, o conjunto de dados foi delimitado ao período de análise, começando em 2005 para alinhar com a disponibilidade temporal do IDEB. Para tratar anos isolados com dados ausentes no indicador IN055, foi aplicado um método de preenchimento de lacunas, replicando o último valor registrado. Além disso, foi gerado um conjunto adicional de dados com uma defasagem de dois anos no IN055 e no Indicador de Rendimentos, permitindo a análise de potenciais atrasos nos efeitos do saneamento sobre os indicadores educacionais, conforme será descrito na seção de métodos.

3.3.2 Impacto das Filtragens na Amostra

Para avaliar se as filtragens alteraram significativamente as características da amostra, foram comparadas as médias do IN055 e do IDEB antes e depois das exclusões e ajustes. Os resultados indicam que as características gerais da amostra permaneceram consistentes, sugerindo que a filtragem não introduziu diferenças aparentes nestas características.

Tabela 1 – Comparação do IDEB e IN055 Pré e Pós-Filtragem por Ano (Ano-a-Ano)

Ano	(1)	(2)	Δ IDEB	(3)	(4)	Δ IN055
2005	3.607	3.623	-0.0153	66.140	66.140	0.0000
2007	4.012	4.010	0.0023	64.396	64.396	0.0000
2009	4.519	4.518	0.0009	65.096	65.096	0.0000
2011	4.830	4.835	-0.0044	65.536	65.536	0.0000
2013	5.030	5.052	-0.0183	66.330	66.315	0.0156
2015	5.358	5.372	-0.0136	67.396	67.382	0.0141
2017	5.599	5.598	0.0010	67.308	67.293	0.0152
2019	5.730	5.742	-0.0119	68.498	68.467	0.0307
2021	5.573	5.582	-0.0088	69.508	69.491	0.0172

Notas: (1) Média do IDEB antes da filtragem; (2) Média do IDEB após a filtragem; (3) Média do IN055 antes da filtragem; (4) Média do IN055 após a filtragem. As diferenças (Δ) são calculadas como a variação entre os valores pré e pós-filtragem. Observa-se que as alterações são pequenas, sugerindo que a filtragem não introduziu mudanças significativas na amostra.

Tabela 2 – Comparação do IDEB e IN055 Pré e Pós-Filtragem por Ano (Lag de Dois Anos)

Ano	(1)	(2)	Δ IDEB	(3)	(4)	Δ IN055
2005	3.607	3.622	-0.015	66.417	66.417	0.000
2007	4.012	4.010	0.002	66.255	66.255	0.000
2009	4.519	4.517	0.003	64.540	64.540	0.000
2011	4.830	4.832	-0.002	65.179	65.179	0.000
2013	5.030	5.051	-0.017	65.648	65.648	0.000
2015	5.358	5.369	-0.011	66.471	66.480	-0.013
2017	5.599	5.598	0.001	67.541	67.534	0.008
2019	5.730	5.738	-0.008	67.404	67.395	0.009
2021	5.573	5.578	-0.005	68.560	68.576	-0.010

Notas: (1) Média do IDEB antes da filtragem; (2) Média do IDEB após a filtragem; (3) Média do IN055 com lag de dois anos antes da filtragem; (4) Média do IN055 com atraso de dois anos após a filtragem.

4 Métodos

Este capítulo apresenta a estratégia empírica para investigar como o índice de atendimento total de água (IN055) impacta a qualidade educacional, medida pelo IDEB e pelo Indicador de Rendimento. Para isolar esse efeito, utilizo modelos de Primeiras Diferenças (FD) e Efeitos Fixos (FE) (WOOLDRIDGE, 2008), que permitem controlar fatores não observáveis constantes dos municípios ao longo do tempo.

4.1 Estratégia Empírica

A estratégia compara municípios com variações no IN055 ao longo do tempo, buscando eliminar o efeito de características fixas que poderiam distorcer os resultados. A utilização de modelos FD e FE permite capturar apenas as mudanças temporais, essenciais para uma análise mais precisa da relação entre saneamento e desempenho escolar.

4.1.1 Modelos Utilizados

Os modelos FD e FE são empregados para examinar o efeito de fatores de saneamento, em particular o IN055, sobre o IDEB e o Indicador de Rendimento.

A equação geral para ambos os modelos é dada por:

$$y_{it} = a_i + \beta_0 + \beta_1 IN055_{it} + \delta_1 d_{2007} + \delta_2 d_{2009} + \delta_3 d_{2011} + \delta_4 d_{2013} + \delta_5 d_{2015} + \delta_6 d_{2017} + \delta_7 d_{2019} + \delta_8 d_{2021} + u_{it}$$

onde a_i representa os efeitos fixos do município i , e d_t é uma variável dummy que assume valor 1 no ano t .

4.1.1.1 Modelo de Primeiras Diferenças

O modelo de Primeiras Diferenças (FD) estima o efeito do IN055 nas variações do IDEB ao longo do tempo, eliminando características constantes dos municípios.

A especificação é dada por:

$$\Delta y_i = \beta_1 \Delta IN055_i + \Delta u_i$$

Os resultados desse modelo, aplicados ano a ano, estão apresentados na Tabela 3. Já a Tabela 4, mostra os resultados utilizando um lag de dois anos na variável IN055, buscando capturar efeitos no desenvolvimento da criança que possam se manifestar algum tempo após exposição a melhorias ou deterioração das condições de saneamento no presente.

4.1.1.2 Modelo de Efeitos Fixos

O modelo de Efeitos Fixos (FE), assim como o de Primeiras Diferenças, controla características invariantes ao longo do tempo, como infraestrutura local, e mede a influência do IN055.

A especificação utilizada foi:

$$y_{it} - \bar{y}_i = \beta_1(IN055_{it} - \overline{IN055}_i) + (u_{it} - \bar{u}_i)$$

Os resultados do modelo FE, incluindo a análise com defasagem temporal, também se encontram nas Tabelas 3 e 4.

4.2 Análise dos Canais de Transmissão

Para identificar como o saneamento impacta o desempenho escolar, foi incluído um índice de saúde, descrito no capítulo de dados, como variável adicional nas regressões (Tabelas 5 e 6). Esse índice reflete a variação de procedimentos hospitalares relacionados a doenças derivadas de condições sanitárias precárias, permitindo avaliar se o efeito do saneamento ocorre por meio da saúde ou outros fatores.

4.3 Tabelas

Tabela 3 – Impacto do IN055 no IDEB e IR (Mesmo Ano)

	(1)	(2)	(3)	(4)
(Intercept)	-0.004 (0.017)		-0.324 (0.374)	
IN055	0.000 (0.000)	0.001*** (0.000)	-0.001 (0.003)	0.010*** (0.003)
d2007	0.380*** (0.019)	0.375*** (0.010)	5.045*** (0.381)	4.764*** (0.104)
d2009	0.890*** (0.036)	0.880*** (0.010)	8.007*** (0.755)	7.404*** (0.104)
d2011	1.226*** (0.053)	1.208*** (0.010)	11.280*** (1.126)	10.355*** (0.104)
d2013	1.436*** (0.069)	1.416*** (0.010)	13.492*** (1.496)	12.243*** (0.104)
d2015	1.764*** (0.085)	1.739*** (0.010)	13.795*** (1.864)	12.212*** (0.104)
d2017	1.984*** (0.102)	1.958*** (0.010)	14.759*** (2.233)	12.852*** (0.104)
d2019	2.125*** (0.119)	2.095*** (0.010)	16.126*** (2.606)	13.888*** (0.104)
d2021	1.935*** (0.136)	1.909*** (0.010)	19.488*** (2.979)	16.923*** (0.105)
R ²	0.149	0.757	0.089	0.558
Adj. R ²	0.149	0.725	0.089	0.502
Num. obs.	31214	35262	31900	35948

Notas: (1) e (3) referem-se às estimativas obtidas pelo modelo de Primeiras Diferenças (FD) para o IDEB e o Indicador de Rendimento, respectivamente; (2) e (4) correspondem às estimativas obtidas pelo modelo de Efeitos Fixos (FE) para o IDEB e o Indicador de Rendimento, respectivamente. O índice IN055 é expresso em porcentagem, enquanto as variáveis dummies de ano (p. ex, d2007) capturam os efeitos específicos de cada ano em relação ao ano base (2005). Os valores entre parênteses representam os erros padrão robustos. Níveis de significância estatística: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.

Tabela 4 – Impacto do IN055 no IDEB e IR (Atraso de 2 Anos)

	(1)	(2)	(3)	(4)
(Intercept)	-0.003 (0.017)		-0.244 (0.373)	
IN055	0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.007*** (0.002)	0.015*** (0.002)
d2007	0.379*** (0.019)	0.373*** (0.009)	4.979*** (0.380)	4.760*** (0.103)
d2009	0.888*** (0.036)	0.879*** (0.009)	7.855*** (0.753)	7.415*** (0.103)
d2011	1.223*** (0.052)	1.207*** (0.010)	11.023*** (1.123)	10.339*** (0.103)
d2013	1.433*** (0.068)	1.415*** (0.009)	13.151*** (1.492)	12.228*** (0.103)
d2015	1.759*** (0.085)	1.737*** (0.009)	13.369*** (1.859)	12.197*** (0.103)
d2017	1.980*** (0.101)	1.958*** (0.009)	14.252*** (2.228)	12.824*** (0.103)
d2019	2.117*** (0.118)	2.092*** (0.009)	15.529*** (2.599)	13.864*** (0.103)
d2021	1.927*** (0.135)	1.907*** (0.010)	18.812*** (2.971)	16.902*** (0.104)
R ²	0.150	0.758	0.090	0.559
Adj. R ²	0.150	0.726	0.090	0.502
Num. obs.	31459	35538	32147	36226

Notas: (1) e (3) correspondem às estimativas de Primeiras Diferenças (FD) para o IDEB e o Indicador de Rendimento, respectivamente; (2) e (4) referem-se às estimativas de Efeitos Fixos (FE) para o IDEB e o Indicador de Rendimento, respectivamente. O índice IN055 está defasado em dois anos e é expresso em porcentagem. As dummies de ano (p. ex, d2007) representam os efeitos específicos de cada ano em relação ao ano base (2005). Os valores entre parênteses são erros padrão robustos. Níveis de significância estatística: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.

Tabela 5 – Análise no Mesmo Ano Incluindo o Índice de Procedimentos

	(1)	(2)	(3)	(4)
(Intercept)	0.009 (0.020)		-0.245 (0.325)	
IN055	0.000 (0.000)	0.002*** (0.000)	-0.002 (0.003)	0.010*** (0.003)
Índice Procedimentos	-0.016 (0.011)	-0.054*** (0.012)	0.274** (0.091)	-0.168 (0.103)
d2011	0.310*** (0.022)	0.286*** (0.013)	3.407*** (0.336)	2.815*** (0.113)
d2013	0.507*** (0.041)	0.491*** (0.013)	5.550*** (0.653)	4.701*** (0.115)
d2015	0.822*** (0.059)	0.811*** (0.014)	5.790*** (0.973)	4.660*** (0.119)
d2017	1.028*** (0.079)	1.029*** (0.014)	6.682*** (1.292)	5.300*** (0.120)
d2019	1.155*** (0.098)	1.162*** (0.014)	7.975*** (1.616)	6.333*** (0.121)
d2021	0.951*** (0.118)	0.971*** (0.014)	11.272*** (1.939)	9.359*** (0.126)
R ²	0.129	0.557	0.079	0.412
Adj. R ²	0.129	0.481	0.079	0.313
Num. obs.	23406	27449	24086	28133

Notas: (1) e (3) referem-se às estimativas de Primeiras Diferenças (FD) para o IDEB e o Indicador de Rendimento, respectivamente; (2) e (4) correspondem às estimativas de Efeitos Fixos (FE) para o IDEB e o Indicador de Rendimento, respectivamente. O índice IN055 é expresso em porcentagem, enquanto o Índice de Procedimentos utiliza 2009 como ano base (1 = 2009) e reflete variações proporcionais ao longo do tempo (um valor de 1.1 em 2011 representa uma variação de 10% em relação ao ano base). As dummies de ano (p. ex, d2011) capturam efeitos específicos de cada ano em relação ao ano base (2009). Os valores entre parênteses são erros padrão robustos. Significância estatística: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.

Tabela 6 – Impacto do IN055 e do Índice de Procedimentos no IDEB e IR (Lag de 2 Anos)

	(1)	(2)	(3)	(4)
Intercept	0.007 (0.029)		-1.068* (0.478)	
IN055	0.000 (0.000)	0.003*** (0.000)	0.004 (0.003)	0.025*** (0.003)
Índice Procedimentos	-0.045*** (0.011)	-0.047*** (0.012)	-0.229** (0.087)	-0.380*** (0.098)
d2013	0.163*** (0.030)	0.171*** (0.013)	2.783*** (0.484)	1.590*** (0.104)
d2015	0.479*** (0.057)	0.491*** (0.013)	3.816*** (0.955)	1.539*** (0.106)
d2017	0.689*** (0.085)	0.706*** (0.014)	5.508*** (1.429)	2.141*** (0.110)
d2019	0.815*** (0.113)	0.840*** (0.014)	7.604*** (1.904)	3.173*** (0.111)
d2021	0.615*** (0.141)	0.649*** (0.014)	11.710*** (2.380)	6.196*** (0.113)
R ²	0.130	0.442	0.080	0.331
Adj. R ²	0.130	0.326	0.080	0.196
Num. obs.	19567	23641	20200	24278

Notas: (1) e (3) referem-se às estimativas obtidas pelo modelo de Primeiras Diferenças (FD) para o IDEB e o Indicador de Rendimento, respectivamente; (2) e (4) correspondem às estimativas obtidas pelo modelo de Efeitos Fixos (FE) para o IDEB e o Indicador de Rendimento, respectivamente. O índice IN055 é expresso em porcentagem, enquanto o Índice de Procedimentos utiliza 2009 como ano base (1 = 2009) e reflete variações proporcionais ao longo do tempo. Tanto o IN055 como o Índice de Procedimentos, estão defasados em 2 anos. As variáveis dummies de ano (p. ex, d2013) capturam os efeitos específicos de cada ano em relação ao ano base (2011). Os valores entre parênteses representam os erros padrão robustos. Níveis de significância estatística: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.

5 Resultados

Neste capítulo, apresento os resultados das análises econométricas utilizando apenas o modelo de Efeitos Fixos (FE). Embora as tabelas também incluam resultados dos modelos de Primeiras Diferenças (FD), a escolha por selecionar os resultados de FE fundamenta-se em sua superioridade em certos contextos, como detalhado por (CHAMBERLAIN, 1984) no *Handbook of Econometrics*. Especificamente, o modelo de FE é mais adequado para capturar variações graduais no tempo, quando os efeitos de uma variável explicativa se manifestam de forma cumulativa e progressiva, incorporando novas informações a cada período, ao invés de abruptamente, como um choque pontual ou um passeio aleatório. No contexto deste estudo, as melhorias no saneamento básico, representadas pelo IN055, são esperadas para mudar de maneira contínua, refletindo mudanças incrementais ao longo dos anos. Assim, o modelo de FE oferece uma abordagem melhor para identificar esses efeitos, ao mesmo tempo em que preserva a consistência das estimativas na presença de erros de medição, frequentemente encontrados nos dados em painel.

A análise concentra-se em explorar como o índice de saneamento básico (IN055) impacta a qualidade educacional, medida pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e pelo Indicador de Rendimento (IR), além de avaliar o papel das condições de saúde por meio do Índice de Procedimentos, utilizado como representante da carga de doenças relacionadas ao saneamento precário.

5.1 Impacto do IN055 no IDEB e Indicador de Rendimento

5.1.1 Análise com Valores no Mesmo Ano

A Tabela 3 apresenta os resultados considerando o IN055 no mesmo ano dos resultados educacionais. No modelo FE para o IDEB, observa-se que o coeficiente do IN055 é 0.001 ($p < 0.001$), indicando que um aumento de 10 pontos percentuais na cobertura de água está associado, em média, a um incremento de 0.01 pontos no IDEB. Isso sugere que a expansão do acesso à água tratada pode ter efeitos positivos, ainda que modestos, na qualidade educacional dentro do mesmo ano.

Para o IR, o coeficiente do IN055 é 0.010 ($p < 0.001$), apontando que um aumento de 10 pontos percentuais na cobertura de saneamento está associado a uma redução média na repetência escolar e maior eficiência educacional - aumento de 0.1 p.p no Indicador de Rendimento -, embora o impacto seja de magnitude baixa.

5.1.2 Análise com Lag de Dois Anos

A Tabela 4 apresenta os resultados com uma defasagem de dois anos no IN055. No modelo FE para o IDEB, o coeficiente de 0.001 ($p < 0.001$) aponta que um aumento de 10 pontos percentuais na cobertura de água está associado a um incremento médio de 0.01 pontos no IDEB. Por exemplo, se o município de Dom Eliseu, no Pará, tivesse alcançado uma cobertura de 59,21% da população com água tratada em vez dos 7,11% registrados em 2013, teria atingido a meta do IDEB para os anos iniciais do ensino fundamental seis anos antes do prazo estipulado (em 2015, em vez de 2021). No caso do IR, o coeficiente para o IN055 é de (0.015, $p < 0.001$), indicando que uma elevação de 10 pontos percentuais na cobertura de água gera, em média, um aumento de 0.15 p.p no Indicador de Rendimento.

5.2 Canais de Transmissão: O Papel da Saúde

5.2.1 Resultados com Índice de Procedimentos no Mesmo Ano

A inclusão do Índice de Procedimentos (Tabela 5) permite explorar os canais de transmissão entre saneamento, saúde e educação. Para o IDEB, o coeficiente do IN055 no modelo FE é significativo e de maior magnitude que o observado na Tabela 3 (0.002), indicando que a omissão do componente de saúde subestima o efeito do saneamento sobre a qualidade educacional. O Índice de Procedimentos apresenta um coeficiente negativo e significativo -0.054 . Isso implica que a redução nas internações relacionadas a doenças sanitárias pode aumentar o IDEB. Por exemplo, caso as internações sejam reduzidas em 50%, isso resultaria em um incremento médio de 0.027 pontos no IDEB (-0.054×-0.5).

5.2.2 Resultados com Índice de Procedimentos e Lag de Dois Anos

A Tabela 6 apresenta os resultados considerando o IN055 e o Índice de Procedimentos com lag de dois anos. O coeficiente do IN055 para o IDEB no modelo de Efeitos Fixos (FE) é 0.003 ($p < 0.001$), indicando que os benefícios do saneamento básico se manifestam com atraso, dado que $0.003 > 0.002$ na Tabela 5, que analisa ano a ano. Por outro lado, o Índice de Procedimentos apresenta um coeficiente de -0.047 ($p < 0.001$), sugerindo que os efeitos das internações hospitalares relacionadas a condições sanitárias inadequadas são mais imediatos ($|-0.047| > |-0.054|$), o que é evidente. No caso do IR, observa-se o mesmo comportamento. O coeficiente do IN055 no

modelo FE é significativo e de magnitude 0.025 ($p < 0.001$), maior que 0.01 na Tabela 5 e 0.015 na Tabela 4, reforçando, respectivamente, a demora para que o efeito se manifeste e que a omissão das internações por doenças associadas a más condições de saneamento subestima o impacto do saneamento na educação. Enquanto isso, o Índice de Procedimentos apresenta um coeficiente negativo significativo (-0.380), sugerindo que uma redução de 10% nas internações geraria um aumento médio de 0.038 pontos percentuais no Indicador de Rendimento.

5.3 Síntese dos Resultados

Os resultados apresentados evidenciam que o saneamento básico, representado pelo IN055, exerce um impacto positivo e significativo na qualidade educacional, medido pelo IDEB e pelo Indicador de Rendimento (IR). Os modelos com defasagem de dois anos reforçam a importância de considerar os efeitos acumulativos e de médio a longo prazo das melhorias na infraestrutura de saneamento. Esse impacto deve ser mais evidente em prazos mais longos, particularmente se o saneamento básico for melhorado durante os primeiros estágios de vida da criança, um período crítico para o desenvolvimento cognitivo¹⁴.

Além disso, a inclusão do Índice de Procedimentos revelou que as condições de saúde desempenham um papel crucial na transmissão do impacto do saneamento para a educação. Os coeficientes negativos e significativos do Índice de Procedimentos indicam que a redução de internações hospitalares relacionadas a doenças derivadas de condições sanitárias inadequadas pode potencializar os ganhos educacionais.

¹⁴ Lacunas no aprendizado infantil, especialmente nos anos iniciais (0-5 anos), podem ter consequências duradouras, mesmo com posterior aumento na escolaridade. Disponível em: (<https://www.worldbank.org/en/topic/earlychildhooddevelopment>).

6 Conclusão

A presente análise investigou o impacto das condições de saneamento básico sobre o desempenho educacional em municípios brasileiros, com ênfase no índice de atendimento total de água (IN055) e sua relação com a qualidade educacional, medida pelo IDEB e pelo Indicador de Rendimento. Através de modelos de Primeiras Diferenças (FD) e Efeitos Fixos (FE), foi possível observar que o saneamento adequado pode contribuir para uma melhor performance escolar, reduzindo a incidência de doenças relacionadas à água e melhorando a frequência dos alunos. Além disso, os resultados sugerem que municípios com saneamento precário apresentam, em média, um desempenho educacional inferior, confirmando a hipótese inicial de que o saneamento e a saúde estão interligados à educação.

Os resultados obtidos reforçam a importância de uma alocação estratégica de recursos públicos, que considere o saneamento como um elemento complementar e indispensável para melhorar a educação. Embora investimentos diretos na educação sejam essenciais, negligenciar áreas como o saneamento pode limitar o potencial desses investimentos, especialmente em regiões onde a saúde é afetada por más condições sanitárias.

6.1 Limitações e Possibilidades para Análises Futuras

A análise revelou alguns desafios metodológicos e limitações de dados que merecem atenção em pesquisas futuras. Primeiramente, seria ideal realizar um acompanhamento das crianças ao longo de diferentes etapas da vida escolar e além, permitindo avaliar os impactos do saneamento em longo prazo. Esse tipo de abordagem é exemplificada em (ATTANASIO et al., 2022), avaliando os efeitos do acesso a creches para crianças no Rio de Janeiro. Contudo, a ausência de dados longitudinais com cobertura nacional dificulta o monitoramento dessas crianças por períodos extensos, limitando a capacidade de estabelecer vínculos diretos entre as melhorias no saneamento e o desempenho acadêmico futuro.

Outro desafio está relacionado à granularidade dos dados. Os dados de saneamento utilizados neste estudo são municipais, o que dificulta a identificação dos efeitos em nível de vizinhança ou de comunidade específica, onde a influência do saneamento sobre a saúde e educação poderia ser observada de forma mais precisa. Dados em níveis mais desagregados poderiam permitir uma compreensão mais profunda de como essas variáveis impactam diretamente as condições de vida e de

aprendizado.

Adicionalmente, uma limitação notável foi a dificuldade de verificar o cumprimento das metas propostas na atualização do marco do saneamento em 2020. A ausência de dados completos sobre coleta de esgoto para inúmeros municípios na base do SNIS prejudicou a análise desse aspecto, especialmente considerando a meta estabelecida de cobertura superior a 90% no indicador IN016¹⁵. Para pesquisas futuras, seria interessante incluir uma variável que indique se o município já cumpre ou não essas metas, possibilitando melhores análises dos efeitos da atualização do marco regulatório sobre a saúde e educação locais.

6.2 Considerações sobre Economia em Saúde

Além dos efeitos diretos na educação, melhores condições de saneamento têm o potencial de aliviar o sistema de saúde local. Em cenários onde o saneamento é aprimorado, observa-se uma possível redução no número de internações hospitalares relacionadas a doenças infecciosas, liberando recursos no sistema de saúde. Isso pode proporcionar economia no setor, além de melhorar o atendimento geral nos hospitais ao diminuir a sobrecarga, permitindo que os serviços de saúde realizem mais atendimentos.

6.3 Implicações Políticas e Sugestões para o Futuro

Com base nos resultados e limitações desta pesquisa, políticas públicas poderiam ser direcionadas para áreas que ainda não atingiram os níveis de saneamento propostos pela atualização de 2020, incentivando investimentos que promovam o acesso a água tratada e coleta de esgoto adequada. Demonstrar esses benefícios pode facilitar o apoio de gestores locais, incentivando prefeitos e vereadores a adotar medidas que, além de aprimorar as condições locais de saúde e educação, podem trazer benefícios políticos.

Este estudo destaca o valor de um enfoque integrado na formulação de políticas, onde o saneamento básico não é visto isoladamente, mas como uma estratégia complementar que fortalece o desenvolvimento educacional e socioeconômico dos municípios brasileiros. Ao expandir as análises futuras com variáveis que capturem o

¹⁵ Informações adicionais sobre o cálculo do índice IN016 estão disponíveis na página 17 do glossário de indicadores do SNIS, acessível em (https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario_Indicadores_AE2022.pdf)

cumprimento das metas de saneamento, e ao utilizar dados mais detalhados quando disponíveis, espera-se que essa linha de pesquisa continue a oferecer resultados relevantes para a melhoria das condições de vida e oportunidades educacionais no Brasil.

Bibliografia

- ANDERÁOS, A. O desenho regulatório do novo marco legal do saneamento básico no brasil e a aparente dicotomia entre a regulação contratual e discricionária. *Journal of Law and Regulation*, v. 7, n. 2, p. 24–51, set. 2021. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rdsr/article/view/37971>.
- ATTANASIO, O. et al. *Public Childcare, Labor Market Outcomes of Caregivers, and Child Development: Experimental Evidence from Brazil*. [S.l.], 2022. (Working Paper Series, 30653). Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w30653>.
- BAIRD, S. et al. Worms at Work: Long-run Impacts of a Child Health Investment*. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 131, n. 4, p. 1637–1680, 07 2016. ISSN 0033-5533. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/qje/qjw022>.
- BLEAKLEY, H. Disease and Development: Evidence from Hookworm Eradication in the American South*. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 122, n. 1, p. 73–117, 02 2007. ISSN 0033-5533. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/qjec.121.1.73>.
- BLEAKLEY, H. Malaria eradication in the americas: A retrospective analysis of childhood exposure. *American Economic Journal: Applied Economics*, v. 2, n. 2, p. 1–45, April 2010. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/app.2.2.1>.
- BLOOM, D. E.; KUHN, M.; PRETTNER, K. Modern infectious diseases: Macroeconomic impacts and policy responses. *Journal of Economic Literature*, v. 60, n. 1, p. 85–131, March 2022. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jel.20201642>.
- CHAMBERLAIN, G. Panel data. In: GRILICHES†, Z.; INTRILIGATOR, M. D. (Ed.). *Handbook of Econometrics*. 1. ed. Elsevier, 1984. v. 2, cap. 22, p. 1247–1318. Disponível em: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:ecochp:2-22>.
- DUFLO, E. et al. *Toilets Can Work: Short and Medium Run Health Impacts of Addressing Complementarities and Externalities in Water and Sanitation*. [S.l.], 2015. (Working Paper Series, 21521). Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w21521>.
- LUCAS, A. M. Malaria eradication and educational attainment: Evidence from paraguay and sri lanka. *American Economic Journal: Applied Economics*, v. 2, n. 2, p. 46–71, April 2010. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/app.2.2.46>.
- NANDI, A. et al. Childhood vaccinations and adult schooling attainment: Long-term evidence from india’s universal immunization programme. *Social Science Medicine*, v. 250, p. 112885, 2020. ISSN 0277-9536. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953620301040>.
- ROCHA, R.; SOARES, R. R. Evaluating the impact of community-based health interventions: evidence from brazil’s family health program. *Health Economics*, v. 19, n. S1, p. 126–158, 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hec.1607>.

WOOLDRIDGE, J. M. *Introductory Econometrics - A modern approach*. 4. ed.
[S.l.]: Cengage Learning Emea, 2008.