

PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO E O IMPACTO NA TAXA DE MORTALIDADE POR DOENÇAS RELACIONADAS AO SANEAMENTO AMBIENTAL INADEQUADO

National Basic Sanitation Plan and the impact on the mortality rate from illnesses related to inadequate environmental sanitation

1 Economista. Doutoranda em Economia Aplicada. Universidade Federal da Bahia. Praça da Piedade 06, Bairro Dois de Julho, 40070-010, Salvador, Bahia, Brasil. giselepaixaoco@gmail.com

2 Economista. Doutoranda em Economia Aplicada. Universidade Federal da Bahia. Praça da Piedade 06, Bairro Dois de Julho, 40070-010, Salvador, Bahia, Brasil. ingridbizarria@gmail.com

3 Economia. Doutoranda em Economia Aplicada. Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Economia, Campus Universitário, Bairro Martelos, 36.036-330, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. jnataliarbrito@gmail.com

4 Economia. Doutor em Economia Aplicada. Professor. Universidade Federal da Bahia. Praça da Piedade 06, Bairro Dois de Julho, 40070-010, Salvador, Bahia, Brasil. julyanlink@hotmail.com

Gisele Paixão Pereira¹
Ingrid Caroline Bizarria Pena²
Julia Natália Ramos Brito³
Julyan Gleyvison Machado Gouveia Lins⁴

Resumo: O Brasil enfrenta desafios substanciais para garantir a oferta de serviços de saneamento básico e universais à sua população, bem como reduzir problemas de saúde relacionados ao saneamento inadequado. Para tanto, a partir de 2013, o governo federal adotou o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). O presente trabalho propõe avaliar o impacto do Plansab sobre a taxa de mortalidade por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). A metodologia utilizada combina o modelo de diferenças em diferenças com pareamento por escore de propensão, tendo como variável de tratamento o cumprimento das diretrizes do Plansab pelos municípios. Os resultados indicam que a implementação do plano não teve um impacto estatisticamente significativo nas taxas de mortalidade por DRSAI no período analisado, e que se faz pertinente rever o planejamento e as diretrizes do programa para obter resultados eficazes.

Palavras-chave: Políticas públicas, saúde pública, diferenças em diferenças, pareamento por escore de propensão.

Abstract: Brazil faces substantial challenges in ensuring the provision of basic and universal sanitation services to its population, as well as reducing health problems related to inadequate sanitation. To this end, from 2013 onwards, the federal government adopted the National Basic Sanitation Plan (Plansab). The present work proposes to evaluate the impact of Plansab on the mortality rate from Diseases Related to Inadequate Environmental Sanitation (DRSAI). The methodology used combines the difference-in-differences model with propensity score, with the treatment variable being compliance with Plansab guidelines by municipalities. The results indicate that the implementation of the plan did not have a statistically significant impact on DRSAI mortality rates in the period analyzed, and that it is pertinent to review the program's planning and guidelines to obtain effective results.

Keywords: Basic sanitation plan, public health, differences in differences, propensity score matching.



Este manuscrito é aberto (Open access) e está disponível gratuitamente sob a licença Creative Commons Attribution 4.0. Esta permite o uso, a distribuição e a reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja a sua autoria seja devidamente citada.

1 INTRODUÇÃO

O tema do saneamento básico é complexo e abrangente, dado seu amplo reconhecimento como um dos determinantes fundamentais para a saúde pública e o bem-estar da população. A ausência de infraestrutura adequada para o fornecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, gestão de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais está diretamente associada à proliferação de doenças infecciosas, sobretudo em contextos de vulnerabilidade socioeconômica. Uma quantidade crescente de literatura ressalta os impactos positivos das melhorias na infraestrutura de saneamento básico em termos de saúde e outros indicadores socioeconômicos, proporcionando não apenas uma redução nas taxas de mortalidade, mas também ganhos econômicos ao reduzir o absenteísmo no trabalho e nos estudos, e melhorar a produtividade (Esrey, 1991; Esrey, 1996; Cairncross; Kolsky, 1997; Fewtrell *et al.*, 2005; Waddington *et al.*, 2009; Günther; Fink, 2010; Hutton; Haller, 2004).

No Brasil, país de dimensões continentais e marcantes desigualdades regionais, a universalização do saneamento básico é um desafio histórico. Um avanço importante ocorreu com a promulgação da Lei nº 11.445/2007 ou Lei das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), a qual define saneamento como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações relacionados a quatro áreas principais: (a) *abastecimento de água potável*, englobando desde a captação até a medição nas ligações domiciliares; (b) *esgotamento sanitário*, que inclui a coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada dos esgotos; (c) *limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos*, abrangendo coleta, varrição, transporte, tratamento e destinação ambientalmente adequada de resíduos domiciliares e públicos; e (d) *drenagem e manejo de águas pluviais urbanas*, que compreendem a captação, condução, retenção e destinação adequada das águas da chuva, além da limpeza e fiscalização preventiva das redes. A LDNSB estabelece que cabe ao município titular dos serviços formular e implementar a Política Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). O Plansab (2014) foi concebido com o objetivo de ampliar a cobertura de serviços de saneamento e promover uma gestão integrada e sustentável desses serviços. Entre suas metas, destaca-se a universalização do acesso à água potável, com ênfase na erradicação de déficits históricos que afetam sobretudo as áreas rurais e as periferias urbanas.

Todavia, a implementação de políticas públicas no setor de saneamento enfrenta uma série de barreiras institucionais e financeiras, que podem comprometer o alcance dos resultados esperados. Em muitas regiões do Brasil, a ausência de uma coordenação eficiente entre os diferentes níveis de governo e a insuficiência de recursos, limita a capacidade de executar obras e manter a infraestrutura de saneamento de forma adequada (Cummings; Nallari, 2015). Assim, a análise do impacto do Plansab não pode se limitar a uma avaliação puramente técnica, mas deve considerar o contexto sociopolítico e econômico em que essas políticas estão inseridas.

Destarte, considerando a relação entre a qualidade dos serviços de saneamento e os indicadores de saúde, o objetivo deste estudo é avaliar o impacto do Plano Nacional de Saneamento Básico na taxa de mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) nos municípios brasileiros. Pretende-se com isso colaborar com a literatura existente, pois não foi identificado outro estudo no sentido de isolar a causalidade de um programa de saneamento brasileiro, como o Plansab, sobre

a mortalidade ocasionada por doenças relacionadas ao saneamento básico. Ademais, pode-se contribuir para a elucidação sobre os efeitos de um dos maiores planos voltados para a área de saneamento do País.

2 BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO DO PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO DO BRASIL

Os investimentos em saneamento no País ocorreram de forma descontínua ao longo do tempo, além de terem sido realizados de maneira desarticulada entre as esferas de governo e serem predominantemente financiados pelo setor público. Nas décadas de 1970-1980, o governo federal instituiu o Plano Nacional de Saneamento, que propôs investimentos na área de saneamento básico, sendo atendidos principalmente o abastecimento de água e o esgotamento sanitário. Na década de 1990, por sua vez, a política de saneamento básico nacional foi abandonada, atendendo a ideologia liberal que incentivou medidas de desregulamentação do setor, abertura à iniciativa privada, além da privatização de algumas prestadoras públicas (Afonso; Almeida, 2020).

Passados alguns anos sem amplas articulações na esfera do planejamento em saneamento básico no Brasil, em 5 de janeiro de 2007, foi promulgada a Lei nº 11.445, um marco fundamental para a criação de diretrizes e bases com o objetivo de universalizar o saneamento no Brasil. Conforme o Observatório do Marco Legal do Saneamento, essa foi a primeira legislação abrangente a estabelecer normas claras para o setor. Ela definiu a obrigatoriedade de os municípios elaborarem seus próprios Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB), em alinhamento com o Plano Nacional de Saneamento Básico, elaborado pela União. O artigo 52 da Lei de 2007 foi crucial, pois formalizou a criação do Plansab, sob a coordenação do Ministério das Cidades. Esse plano estabelece metas nacionais e regionalizadas, de curto, médio e longo prazo, para a universalização dos serviços de saneamento. A Lei também instituiu o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SINISA), responsável pela coleta de dados públicos sobre o tema.

O Plansab passou por três etapas principais: o “Pacto pelo Saneamento Básico” em 2008, o estudo “Panorama do Saneamento no Brasil” em 2009/2010, e a consulta pública em 2012, quando sua versão inicial foi apresentada à sociedade. Em 2013, foi aprovado oficialmente pelo Decreto nº 8.141 e pela Portaria Interministerial nº 571. O plano adota dois conceitos centrais: as medidas estruturais, focadas em obras, e as estruturantes, que visam garantir a gestão contínua dos serviços. Seu objetivo final é a universalização do acesso, a ser atingida de forma gradual. Além disso, o plano incorpora princípios de equidade, integralidade e intersetorialidade, assegurando que o acesso seja pleno e igualitário, com a participação de outros setores relevantes.

Para garantir a eficiência, o Plansab sugere que, a partir de 2014, os recursos fossem repassados aos municípios e estados, desde que cumpram critérios rigorosos, como a existência de Planos Municipais de Saneamento e mecanismos de controle social. Assim, o plano visa alinhar políticas federais e locais para alcançar a universalização dos serviços até 2033, com metas ambiciosas para abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos.

ARTIGO 52 DA LEI FEDERAL

(Lei de Saneamento
Básico - Lei nº
11.445/2007)

define que a União
deve elaborar, sob
a coordenação
do Ministério
das Cidades, o
Plano Nacional de
Saneamento Básico.

Não obstante, após o Decreto nº 8.141/2013, verifica-se uma maior preocupação dos municípios com a elaboração de planos municipais de saneamento básico. De acordo com a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), em 2011, apenas 28,17% dos municípios brasileiros declararam que haviam elaborado seus PMSB, e em 2017 esse número subiu para 38,11% dos municípios. A Tabela 1 traz uma síntese dos municípios brasileiros, agregados por região, que de fato haviam ou não elaborado seus PMSB e aqueles que estavam em fase de elaboração.

Tabela 1 – Teste de média entre os grupos de controle e tratamento anteriormente ao tratamento (2011)

Ano	Situação	N	NE	CO	SE	S	BRA
2011 (pré-política)	Possui plano	116	381	148	523	401	1.569
	Em elaboração	0	0	0	0	0	0
	Não possui plano	333	1.413	318	1.145	787	3.996
2017 (pós-política)	Possui plano	140	334	138	755	756	2.123
	Em elaboração	125	549	165	348	155	1.342
	Não possui plano	184	911	163	565	277	2.100

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da MUNIC.

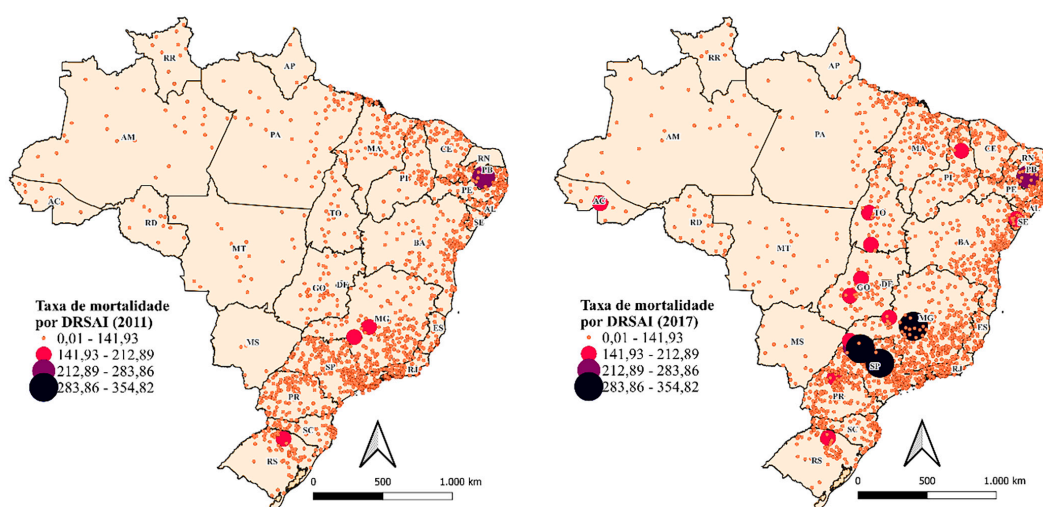
Observa-se que, entre 2011 e 2017, o número de municípios com Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) aumentou nas Regiões Norte, Sudeste e Sul, enquanto houve uma redução nas Regiões Nordeste e Centro-Oeste. No entanto, todas as macrorregiões registraram crescimento no número de municípios que iniciaram a elaboração desses planos ao longo do período. Destaca-se ainda que o Sul e o Sudeste, regiões historicamente mais urbanizadas e desenvolvidas, mantêm desde 2011 a liderança em quantidade de municípios com PMSB.

No que diz respeito aos investimentos em saneamento básico no País, houve um aumento no período posterior à Lei do Saneamento Básico de 2007. Entre 2003 e 2006, a média de desembolso federal em saneamento foi de R\$ 1,57 bilhão ao ano e, entre 2007 e 2015, esse aporte anual passou para R\$ 7,14 bilhões (Brasil, 2016). Contudo, Carlos (2013) aponta que seriam necessários ao menos sete PACs consecutivos para a universalização dos serviços de saneamento básico em todo o território brasileiro.

Juntamente com o aumento dos investimentos, entre 2010 e 2022, alguns resultados foram relevantes, a saber: o número de domicílios servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários aumentou de 67% para 75,9%, e houve um aumento de 87,4% para 90,3% dos domicílios atendidos por coleta de resíduos sólidos. Por outro lado, o percentual de domicílios atendidos com água por rede de distribuição ou poço ou nascente permaneceu inalterado (92,6%). Ademais, e o que é mais preocupante, houve um aumento do número total de mortes por DRSAl no Brasil entre 2011 e 2017 — o número de mortes aumentou de 4.084 para 5.940 no respectivo período (SIH/SUS, 2024). Houve também um aumento do limite superior da taxa geral de mortalidade por 100.000 habitantes ocasionada por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (de 241,4 para 354,8).

Destaca-se, por fim, conforme ilustrado na Figura 1, a elevada concentração das taxas de mortalidade nas Regiões Sul e Sudeste do País, onde se observa tanto uma maior densidade populacional quanto o maior número de municípios que declararam possuir Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB), conforme apresentado na Tabela 1. Em 2011, o município com a maior taxa de mortalidade por DRSAl foi Pariri, na Paraíba, com 241,4 óbitos por 100 mil habitantes. Já em 2017, os maiores índices foram registrados nos municípios paulistas de Trabiju (354,8) e União Paulista (334,63), além de Cedro do Abaeté, em Minas Gerais (166,1).

Figura 1 – Taxa geral de mortalidade por 100.000 habitantes causada por DRSAl dos municípios brasileiros nos anos 2011 e 2017



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da SIH/SUS (2024).

Cabe acrescentar ainda o que diz a literatura científica sobre a relação entre saúde e o saneamento básico no Brasil. Afonso e Almeida (2020) forneceram as primeiras evidências a respeito dos efeitos da Lei de Saneamento de 2007, ao analisar três áreas: acesso ao abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário. Utilizando a metodologia de Diferenças em Diferenças e pareamento por escore de propensão, os autores descobriram que a lei teve impacto positivo na coleta de lixo e esgotamento sanitário, mas não sobre o abastecimento de água. Já Silva *et al.* (2022) utilizaram uma abordagem de painel espacial para explorar os efeitos do saneamento inadequado na mortalidade infantil nos municípios brasileiros. Os autores encontraram que as condições inadequadas de saneamento aumentam significativamente as taxas de mortalidade infantil, com efeitos de transbordamento entre municípios vizinhos, reforçando a importância de políticas regionais coordenadas.

Santos *et al.* (2018) destacaram que pequenos municípios, devido à dificuldade de acesso a recursos, enfrentam custos elevados com o tratamento de doenças relacionadas à falta de saneamento. Eles apontam que o saneamento deve ser tratado como medida preventiva para reduzir essas doenças, que se tornaram mais prevalentes com o crescimento desordenado das cidades a partir dos anos 1950. O presente estudo

busca então contribuir para esse debate ao avaliar se o Plansab teve impacto sobre a mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado nos municípios brasileiros.

3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

O objetivo desta seção é apresentar a metodologia empírica para tratamento dos dados secundários. Para tanto, são mostradas as técnicas econométricas utilizadas e as bases de dados, com o intuito de avaliar o impacto do Plano Nacional de Saneamento Básico na taxa de mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado nos municípios brasileiros.

3.1 O modelo de diferenças em diferenças com pareamento por escore de propensão

Para avaliar as diferenças entre o grupo de tratamento (afetado pela política) e o grupo de controle (não afetado pela política), é necessário o uso de dados antes e depois da política para os dois grupos. Assim, a amostra é dividida em quatro grupos: o grupo de controle antes do evento, o grupo de controle depois do evento, o grupo de tratamento antes do evento e o grupo de tratamento depois do evento.

Como o Plansab foi aprovado em 20 de novembro de 2013 pelo Decreto nº 8.141 e pela Portaria Interministerial nº 571 de 5 de dezembro de 2013, analisam-se os períodos de 2011 (pré-tratamento) e 2017 (pós-tratamento), por serem períodos anteriores e posteriores à lei, respectivamente. Para definir os grupos de controle e tratamento, como não há informações dos municípios que participam do Plansab, utilizou-se o fato de os municípios terem elaborado ou não seus PMSB, pois essa é uma condição fundamental para o município ser contemplado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico. Assim, o grupo de tratamento é constituído pelos municípios que, segundo a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), haviam elaborado seus PMSB, e o grupo de controle é formado pelos municípios que estavam com seus PMSB em elaboração ou inconsistentes.

Segundo Heckman *et al.* (1998), a efetiva participação dos municípios na lei pode não ser aleatória, o que representa uma fonte de viés que pode advir da ausência de suporte comum entre os grupos de tratamento e controle, devido às características dos grupos não serem sobrepostas. Assim, na tentativa de eliminar o viés de seleção e construir um contrafactual apropriado, utiliza-se a técnica de pareamento por escore de propensão, proposto por Rosenbaum e Rubin (1983). Nessa técnica, em vez de parear os indivíduos com base em todas as características de um determinado vetor de variáveis observáveis (X), estima-se uma função probabilidade de receber o tratamento baseada em X , definida por:

$$P(X) = \Pr (T = 1 | X) \quad (1)$$

O vetor X , com base no trabalho de Afonso e Almeida (2020), inclui as seguintes características demográficas, socioeconômicas, institucional e geográfica dos municípios brasileiros: população; índice de desenvolvimento municipal; uma *dummy* indicando

se o município participa ou não de consórcio municipal na área do saneamento e/ou manejo de resíduos sólidos; uma *dummy* indicando se os municípios pertencem à região geoeconômica Centro-Sul do Brasil.

Além disso, para que o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ATT) seja identificado, duas hipóteses precisam ser satisfeitas. A primeira hipótese é a de seleção nos observáveis (também conhecida como ignorabilidade ou não confinamento). Tal condição garante que a probabilidade de receber o tratamento passa a ser independente dos resultados potenciais (Pinto, 2017), e é dada por:

$$H_1: Y_i^0 \perp T | P(X) \quad (2)$$

Já a segunda hipótese é a de suporte comum e garante que as características dos tratados sejam representadas no grupo de controle e vice-versa (Pinto, 2017). Ela pode ser formalizada como:

$$H_2: P(T = 1 | X) < 1 \quad (3)$$

Neste trabalho, o escore de propensão foi estimado a partir de um modelo Probit e aplicação de Kernel, em que todos os tratados são combinados com uma média ponderada de todos os controles a partir de pesos inversamente proporcionais à distância entre os escores de propensão de tratados e controles. Após realizar o pareamento, estima-se a regressão com o modelo de Diferenças em Diferenças, em que também se faz uso de um vetor de covariadas (Z) na regressão que contribui para explicar o acesso aos serviços de saneamento básico. O vetor Z é composto pelas variáveis Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, energia elétrica, população e despesas municipais com saneamento básico *per capita*. Ademais, cada município tem características não observadas próprias invariantes no tempo, que podem ser descritas como a capacidade proativa do município de fazer planejamento, o seu nível de organização, aspectos institucionais, por exemplo (Afonso; Almeida, 2020). Logo, a estimação, considerando efeitos fixos por estado, é dada como se segue:

$$Tx_Mort_{it} = \beta_0 + \beta_1 Plansab_t + \beta_2 Tempo_t + \beta_3 Plansab * Tempo_t + \delta_{it} Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

em que $i=1\dots, n$, no qual n é o número de municípios; $t=0$ se os municípios estiverem no período inicial (2011) e $t=1$ caso estejam no período final (2017). A variável Tx_Mort_{it} é a taxa de mortalidade por DRSAI no município i . $Plansab$ é a *dummy* de tratamento, que assume valor “1” se o município pertence ao grupo de tratamento, isto é, se o município de fato elaborou seu PMSB, e valor “0”, caso contrário. $Tempo$, por sua vez, é uma *dummy* que assume valor “0” se estiver no período anterior ao tratamento (2011) e valor “1” se a observação está no período pós-tratamento (2017). A variável $Tempo * Plansab$ é o termo de interação entre as *dummies* de Tempo e Plansab. Por fim, Z é o conjunto de covariadas da regressão, e ε é o termo de erro aleatório.

Os coeficientes β são os parâmetros não conhecidos a serem estimados, a saber: β_0 é o intercepto comum às observações; β_1 representa o efeito de estar no grupo de tratamento independente da política; β_2 denota a tendência temporal comum aos grupos; e β_3 é o principal coeficiente de interesse, pois representa o parâmetro DD que avalia o impacto do Plansab, especificamente o efeito médio do tratamento sobre os tratados.

3.2 Base de dados

O estudo utiliza como variável de impacto a taxa de mortalidade por 100.000 habitantes ocasionada por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado. Para tanto, foram utilizados dados brutos de mortalidade por município, extraídos do Sistema de Informações Hospitalares do DATASUS (SIH/SUS), e estimações de população do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em seguida, realizou-se o seguinte cálculo:

$$\text{Taxa de mortalidade geral por DRSAl} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de óbitos por DRSAl} \times 100.000}{\text{total de habitantes}} \quad (5)$$

A variável de tratamento PMSB, por sua vez, é uma *dummy* que assume valor “1” se o município de fato elaborou seu PMSB e valor “0” caso contrário. Os dados foram retirados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), que é um inquérito realizado pelo IBGE e elenca informações sobre infraestrutura e funcionamento de órgãos públicos municipais. Pela MUNIC, é possível saber se os municípios possuem ou não plano municipal de saneamento básico.

Já o vetor X de covariadas para a estimação do modelo Probit no pareamento foi construído da seguinte forma. A variável referente ao tamanho da população é disponibilizada pelo IBGE. O Índice de Desenvolvimento Municipal (IFDM) é calculado pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, varia entre 0 e 1 e engloba aspectos de renda, saúde e educação dos municípios, permitindo o ranqueamento destes. A variável de consórcios municipais também é obtida através da MUNIC e é utilizada como uma variável institucional dos municípios brasileiros no que se refere aos serviços de saneamento básico, uma vez que a Lei do Saneamento Básico de 2007 também faz referência à possibilidade de organização regionalizada na prestação desses serviços (Afonso; Almeida, 2020). Existe ainda uma *dummy* indicativa da região geoeconômica Centro-Sul, a qual assume valor “1” se o município pertence ao Centro-Sul e “0” caso contrário, sendo essa *dummy* invariante no tempo.

Para as regressões que adotam o modelo de Diferenças em Diferenças (DD), utiliza-se o seguinte conjunto de covariadas (Z): PIB *per capita*, energia elétrica, população e despesas municipais com saneamento básico *per capita*. A variável PIB *per capita*, disponível no IBGE, é utilizada como uma medida de renda para os municípios para os anos de 2011 e 2017. A variável energia elétrica indica o percentual de famílias cadastradas na atenção básica com acesso à energia elétrica e serve como uma *proxy* da infraestrutura dos municípios. Essa variável é proveniente dos dados do SIAB/DATASUS para dezembro de 2005 e dezembro de 2014. Por fim, a variável que indica as despesas

municipais com saneamento básico foi extraída das Finanças do Brasil (FINBRA), e dividida pela população total dos municípios.

Com exceção do índice Firjan, cujos dados estão disponíveis somente até 2016, e da *dummy* Centro-Sul, onde as informações não variam no tempo, todas as informações foram coletadas para os anos de 2011 e 2017, períodos pré e pós-tratamento, respectivamente. A escolha dos anos 2011 e 2017, por sua vez, deve-se à disponibilidade de informações na MUNIC sobre municípios com plano municipal de saneamento básico.

4 RESULTADOS

Nesta seção, inicialmente, são apresentados e discutidos os resultados do teste de diferença de médias, seguidos das estimações do modelo de diferenças em diferenças com pareamento por escore de propensão.

4.1 Teste de diferença de médias

As tabelas 2 e 3 apresentam o teste de diferença de médias para as variáveis analisadas nos períodos pré e pós-tratamento, respectivamente. Observa-se que as médias das variáveis referentes às taxas de mortalidade por DRSAI são menores para o grupo de tratamento comparativamente ao grupo de controle nos períodos anterior e posterior ao tratamento. Todavia, no primeiro período, os resultados não são estatisticamente significantes, enquanto, no segundo período, os resultados são significativos a 10%.

Tabela 2 – Teste de média entre os grupos de controle e tratamento anteriormente ao tratamento (2011)

Variáveis	Controle	Tratamento	Diferença
Taxa de mortalidade por DRSAI	3,82	3,45	0,37
Pib <i>per capita</i>	13671	17222,5	-3551,56***
Consumo de energia elétrica	4.634,21	8.639,54	-4.005,33***
População	24908,9	61314,5	-36405,6***
Despesa <i>per capita</i> com saúde	481,66	451,23	30,42***
Índice Firjan de desenvolvimento municipal	0,64	0,67	-0,03***
<i>Dummy</i> consórcio de saneamento e/ou de resíduos sólidos	0,014	0,034	-0,02***
<i>Dummy</i> para indicar a região geoeconômica Centro-Sul	0,056	0,68	-0,12***

Nota: Nível de significância: *10%, **5%, ***1%.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 – Teste de média entre os grupos de controle e tratamento anteriormente ao tratamento (2017)

Variáveis	Controle	Tratamento	Diferença
Taxa de mortalidade por DRSAI	7	6	0,92*
Pib <i>per capita</i>	19383,5	26459,8	-7076,36***
Consumo de energia elétrica	5.458,50	9.265,53	-3.807,03***
População	28172,4	52582,1	-24409,7***
Despesa <i>per capita</i> com saúde	656,96	738,86	-81,89***
Índice Firjan de desenvolvimento municipal	0,65	0,7	-0,054***
<i>Dummy</i> para consórcio de saneamento e/ou de resíduos sólidos	0,31	0,24	0,07***
<i>Dummy</i> para indicar a região geoeconômica Centro-Sul	0,48	0,78	-0,29***

Nota: Nível de significância: *10%, **5%, ***1%.

Fonte: Elaboração própria.

Com relação às covariadas PIB *per capita*, energia elétrica, população, despesa *per capita* com saúde, índice IFDM e *dummy* indicativa da região Centro-Sul, essas também são estatisticamente maiores para o grupo de tratamento *vis-à-vis* ao grupo de controle nos períodos anterior e posterior ao tratamento. Já para a *dummy* que indica a presença de consórcios municipais na área de saneamento básico e manejo de resíduos, a diferença de média foi maior no grupo de tratamento em relação ao grupo de controle no período pré-tratamento, enquanto o contrário se verificou no segundo período.

Assim, a partir do teste de médias, é possível afirmar que os grupos de tratamento e de controle não são estatisticamente iguais em suas características observadas. Por isso, parte-se para a verificação do impacto do Plansab por meio do pareamento por escore de propensão.

4.2 Estimação do modelo de DD com pareamento por escore de propensão

Dado o fato de que os municípios podem ter elaborado ou não seus planos municipais a partir de um vínculo com as características observáveis intrínsecas aos municípios — ou seja, as trajetórias entre os grupos de tratamento e controle não paralelas —, utilizou-se o pareamento por escore de propensão para atingir um bom contrafactual para a estimação do modelo. Esse escore de propensão foi estimado através de um modelo Probit, condicionando-o pelas características socioeconômicas, demográficas, institucional e geográfica dos municípios. A Tabela 4 mostra os resultados dessa estimação.

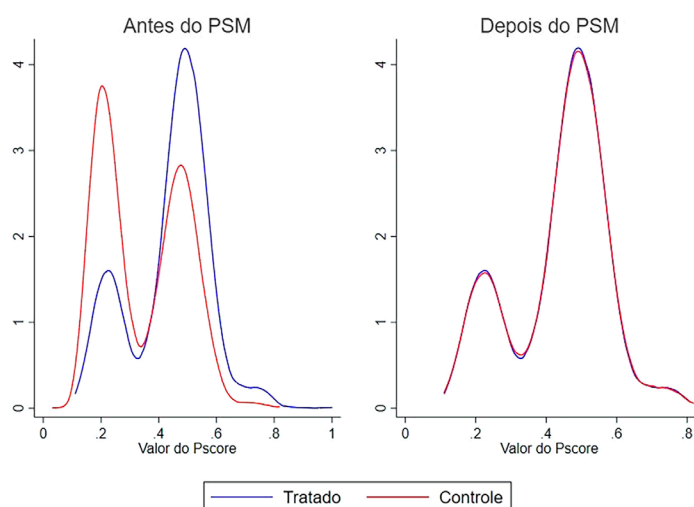
Tabela 4 – Estimação do Probit para o cálculo do escore de propensão

Variáveis	Coefficiente	P> z
População	0 (0,0000)	0,074
Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal	1,8994 (0,2416)	0,0000***
Dummy para consórcio de saneamento e/ou de resíduos sólidos	0,5569 (0,1390)	0,0000***
Dummy para indicar a região Centro-Sul	0,4587 (0,0541)	0,0000***
Intercepto	-1,8561 (0,1393)	0,0000***
Pseudo R ²		0,0747
Número de observações		4.449

Nota: Nível de significância: *10%, **5%, ***1%. Erros-padrão entre parênteses.

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da Tabela 4 informam que a probabilidade de um município ser tratado, isto é, receber os recursos do Plansab, é influenciada positivamente pelo valor do índice Firjan (uma vez que este capta os aspectos relativos a emprego, renda, educação e saúde dos municípios), pelo fato de ter consórcio de saneamento e/ou resíduos sólidos e de o município pertencer à região Centro-Sul, já que a maior parte dos municípios que elaboraram seus PMSB fazem parte dessa região. Esses resultados corroboram Afonso e Almeida (2020). O Gráfico 1, por sua vez, demonstra o ajuste do contrafactual, antes e depois do escore de propensão, observando-se um bom ajustamento entre os grupos de tratamento e controle.

Gráfico 1 – Distribuição do escore de propensão entre o grupo de tratamento e controle

Fonte: Elaboração própria.

Após a aplicação do pareamento, é necessário analisar se o Plansab tem impacto sobre a taxa de mortalidade por DRSAI, controlando pelas características observáveis — mediante o uso das covariadas PIB *per capita*, energia elétrica, população e despesas municipais com saúde *per capita*, além de características não observáveis fixas no espaço (efeitos fixos por estado). O modelo de DD foi estimado para a região de suporte comum, e a Tabela 5 traz os resultados das estimações.

Tabela 5 – Resultados da estimação do modelo de DD com pareamento por escore de propensão sobre a taxa de mortalidade

	(1)	(2)	(3)
DD	-0,8376 (1,0789)	-0,8397 (1,0775)	-0,0056 (0,9844)
Plansab	-0,5779 (0,5091)	-0,6018 (0,5317)	0,1033 (0,5428)
Ano	3,0349*** (0,9470)	3,0376*** (0,9468)	2,2330*** (0,8161)
PIB <i>per capita</i>			-0,00000743 (0,0000)
Energia			0,0000618*** (0,0000)
População			-2,7618*** (0,2417)
Despesa com saúde <i>per capita</i>			0,0005 (0,0003)
Intercepto	4,006*** (0,4207)	1,6113** (0,7014)	29,4683*** (2,5735)
Efeito Fixo por estado	Não	Sim	Sim
R-quadrado	0,0069	0,0194	0,0733
Número de observações	5.428	5.428	4.376

Nota: Nível de significância: *10%, **5%, ***1%. Erros-padrão entre parênteses.

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que o efeito do Plansab sobre a taxa de mortalidade por DRSAI foi negativo em todas as estimações (com e sem covariadas e com e sem efeitos fixos). No entanto, esse impacto não foi estatisticamente significativo em nenhuma das regressões realizadas, o que implica que esse resultado não foi relevante. As covariadas PIB *per capita* e despesas com saúde *per capita* também não foram estatisticamente significativas para a taxa de mortalidade por DRSAI. A covariada energia apresentou impacto positivo e significativo para explicar as mortes por DRSAI, no entanto, muito próximo de zero.

Interessante observar que, apesar de a análise descritiva (Figura 1) indicar que as maiores taxas de mortalidade por DRSAI concentram-se nas regiões mais populosas do País — como Sul e Sudeste —, os resultados do modelo econométrico apontaram que a variável população teve efeito negativo e estatisticamente significativo sobre essa taxa. Essa aparente contradição pode ser explicada pelo fato de que, na estimação do modelo, são controladas diversas variáveis relevantes, como PIB *per capita*, consumo de energia elétrica, despesas municipais com saúde e efeitos fixos por estado. Com os controles, o efeito da população é isolado dos demais fatores estruturais, revelando que, mantido tudo o mais constante, municípios mais populosos tendem a apresentar menores taxas de mortalidade por DRSAI. Esse resultado pode estar relacionado a diferentes mecanismos, entre os quais se destacam: (i) economias de escala na prestação de serviços públicos, que tornam a gestão e manutenção do saneamento mais eficientes em municípios maiores (Afonso; Fernandes, 2005); (ii) *maior* capacidade institucional e técnica, característica comum de cidades mais densamente povoadas, que possuem melhor estrutura administrativa para implementar políticas públicas (Arretche, 2000); (iii) maior cobertura de dados e serviços de saúde, o que reduz a subnotificação e melhora o enfrentamento de doenças; e (iv) o fato de que os dados foram padronizados *por 100* mil habitantes, o que reduz a influência de valores absolutos da população. Portanto, o efeito negativo da população não contradiz a distribuição geográfica das mortes, mas revela que o tamanho populacional, por si só, não é o principal fator explicativo das taxas de mortalidade por DRSAI quando se considera o contexto socioeconômico e institucional dos municípios.

Apesar de a política não ter apresentado o resultado esperado, ou seja, de que os municípios que fossem contemplados pelo Plansab recebessem recursos necessários para melhorar as condições de saneamento básico e, assim, terem suas taxas de mortalidade por DRSAI reduzidas, esse resultado pode ser justificado com a atual situação desse plano. O Plansab foi reformulado significativamente no ano de 2019, devido a um conjunto de dificuldades críticas relacionadas ao Plano, como, por exemplo, as metas ambiciosas estabelecidas pelo plano original em busca da universalização dos serviços de saneamento até 2033, de forma que os avanços observados foram insuficientes. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2022, mais de 35 milhões de brasileiros ainda não tinham acesso à água tratada, e aproximadamente 50% da população não era atendida por sistemas de esgotamento sanitário. A alocação de recursos e os mecanismos de financiamento foram insuficientes para sustentar o avanço das obras, de forma que ocorreram atrasos significativos, cabendo a essa revisão um aprimoramento da sustentabilidade financeira, ampliando as parcerias público-privadas e os modelos de concessões, permitindo uma maior eficiência na execução de projetos (Brasil, 2013).

Outros fatores que motivaram essa reforma, segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2023) foram: i) a ausência de dados de uma grande parte da população de consolidação do SINISA, que são dados de drenagem e resíduos; o fato de que muitos municípios nem sequer efetivaram seus PMSB, dificultando a implementação do Plansab; ii) a falta de priorização de investimentos em locais com os maiores déficits e fragilidades econômicas e sociais, aumentando possivelmente disparidades regionais; iii) além de ações com baixo foco em drenagem e resíduos sólidos, causando

desproporcionalidade dos componentes de saneamento básico (Mendes; Santos, 2022). Assim, o plano inicial foi diagnosticado com uma série de limitações, justificando, então, a falta de relevância do resultado encontrado nesta pesquisa.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto do Plano Nacional de Saneamento Básico, instaurado no ano de 2013, na taxa de mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado em todos os municípios do Brasil, no ano de 2017. O impacto do Plansab foi estimado por um modelo Diferenças em Diferenças (DD) com Pareamento por Escore de Propensão (PSM), sendo como grupo de tratamento os municípios que elaboraram o plano municipal de saneamento básico, e o grupo de controle, aqueles que não apresentaram a elaboração, para os anos de 2011 e 2017. A estimação desse modelo foi controlada pelas características invariantes dos municípios por estados.

O resultado obtido através do pareamento demonstrou que os municípios que elaboraram seus PMSB foram positivamente impactados pelos seus índices de desenvolvimento municipal, além do fato de esses pertencerem à região geoeconômica Centro-Sul do País. O efeito do Plansab sobre a taxa de mortalidade por DRSAI dos municípios tratados para o ano de 2017 não foi estatisticamente significativo. De forma geral, os resultados apontam para fragilidades no planejamento do programa, dado o número baixo de municípios que elaboraram seus PMSB mesmo quatro anos após a obrigatoriedade desse, demonstrando a falta de instrumentos efetivos para a prevenção de doenças e agravos à saúde relacionados ao saneamento ambiental inadequado.

Apesar de o resultado não ter sido o esperado, ele foi condizente com a literatura recente do Plansab, que está sendo reformulado desde 2019, refletindo as lições aprendidas, melhorando metas e estratégias e fortalecendo o planejamento de investimentos, representando um passo fundamental para garantir a sustentabilidade dos serviços de saneamento e promover a melhoria da qualidade de vida no Brasil.

Nesse sentido, a sugestão encontrada a partir deste trabalho é de que novas pesquisas sejam feitas a fim de comparar a revisão do Plansab com os resultados aqui apresentados, captando as mudanças nos serviços de saúde e na melhora da qualidade de vida do brasileiro ao longo de um período temporal maior. Assim, será possível evidenciar o comprometimento com a continuidade dos estudos no campo, promovendo também colaborações futuras entre a academia e o setor público, reforçando a importância da pesquisa aplicada para a solução de problemas concretos.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. R.; ALMEIDA, L. R. Impactos da Lei nº 11.445/2007 no acesso aos serviços de saneamento básico. **Revista Brasileira de Política Pública**, v. 10, n. 1, p. 20-34, 2020.
- AFONSO, J. R.; FERNANDES, B. Economias de escala na provisão de serviços públicos municipais: o caso do saneamento básico. **Revista do BNCDES**, v. 12, n. 24, p. 3-32, 2005.
- ARRETCHE, M. Estado federativo e políticas sociais: determinantes da descentralização. Rio de Janeiro: Revan, 2000.
- BARRETO, M. L. et al. Saúde, desigualdade e estrutura social. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, n. 1, p. 2-14, 2010.
- BRASIL. **Decreto nº 8.141**, de 20 de novembro de 2013. Dispõe sobre o Plano Nacional de Saneamento Básico - PNSB, institui o Grupo de Trabalho Interinstitucional de Acompanhamento da Implementação do PNSB e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 nov. 2013.
- BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 jan. 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 4 jun. 2024.
- BRASIL. PAC atendeu 'uma Inglaterra' com saneamento básico em oito anos. **Portal Saneamento Brasil**, 12 fev. 2016. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/outras/politica/pac-atendeu-uma-inglaterra-com-saneamento-basico-em-oito-anos/>. Acesso em: 2 out. 2024.
- CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. G. **Environmental health engineering in the tropics: an introductory text**. Chichester: Wiley, 1990.
- CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. G. **Environmental health engineering in the tropics: an introductory text**. 2. ed. Chichester: Wiley, 1993.
- CAIRNCROSS, S.; KOLSKY, P. Water, waste, and well-being: a multi-country study of health impacts of water supply, sanitation, and environmental hygiene. **Water and Sanitation Discussion Paper Series**, n. 5, Washington, DC: UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, 1997.
- CARLOS, E. **Saneamento: agora vai?** Trata Brasil, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3qCwzWo>. Acesso em: 19 set. 2024.
- CUMMINGS, J.; NALLARI, M. Public policy and sanitation: challenges and solutions. **Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development**, v. 5, n. 2, p. 173-184, 2015.
- ESREY, S. A. Water, waste, and well-being: a multicountry study. **American Journal of Epidemiology**, v. 133, n. 5, p. 547-555, 1991.

ESREY, S. A. Water, waste, and well-being: a global perspective on the health impacts of environmental interventions. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 74, n. 5, p. 601-614, 1996.

FEWTRELL, L. et al. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 5, n. 1, p. 42-52, 2005.

FINBRA – FINANÇAS DO BRASIL. Disponível em: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/contas-anuais>. Acesso em: 20 set. 2024.

GÜNTHER, I.; FINK, G. Water, sanitation and children's health: evidence from 172 DHS surveys. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 5275, 2010.

HECKMAN, J. et al. Characterizing selection bias using experimental data. **Econometrica**, v. 66, n. 5, p. 1017-1098, 1998.

HUTTON, G.; HALLER, L. Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage. **WHO/SDE/WSH/04.04**, 2004.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 set. 2024.

_____. **Pesquisa de informações básicas municipais**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html>. Acesso em: 1 jun. 2024.

OBSERVATÓRIO DO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO. **A importância da Lei nº 11.445/2007**. 2024. Disponível em: <http://www.observatoriodosaneamento.org>. Acesso em: 25 set. 2024.

PINTO, C. C. Pareamento. In: MENEZES FILHO, N. (org.). **Avaliação econômica de projetos sociais**. São Paulo: Dinâmica Gráfica e Editora Ltda., 2017.

PLANSAB - **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília: Ministério das Cidades, 2014. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br>. Acesso em: 25 set. 2024.

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. B. Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score. **The American Statistician**, v. 39, n. 1, p. 33-38, 1985.

SILVA, R. P.; NUNES, M. L.; FERREIRA, J. P. Efeitos do saneamento inadequado na mortalidade infantil no Brasil: uma abordagem de painel espacial. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 3, p. 182-194, 2022.

SILVA, T. P. Eficiência dos sistemas de saneamento: qualidade e universalização. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, n. 3, p. 134-145, 2017.

SPEARS, D. Effects of rural sanitation on infant mortality and human capital: evidence from India's Total Sanitation Campaign. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 6347, 2012.

TEIXEIRA, J. C. et al. Saneamento, saúde pública e a evolução dos investimentos em saneamento no Brasil entre 2001 e 2009. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 83-92, 2014.

WADDINGTON, H. et al. **Sanitation and hygiene interventions to combat childhood diarrhoea in developing countries**. International Initiative for Impact Evaluation, 2009.