

## **ESTUDO DE CASO: SANEAMENTO**



JOF 2845/2021 | PNUD Projeto BRA/18/023

**SETE ESTUDOS DE CASO DE AVALIAÇÕES  
EX POST DE PROJETOS DE INVESTIMENTO  
EM INFRAESTRUTURA**

Outubro de 2022



MINISTÉRIO DA  
ECONOMIA

SECRETARIA ESPECIAL DE  
PRODUTIVIDADE E COMPETITIVIDADE

## APRESENTAÇÃO

A Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura, da Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade do Ministério da Economia, tem por competências produzir informações gerenciais econômicas e com vistas a dar transparência dos investimentos e propor a aplicação de metodologias para a priorização de investimentos em infraestrutura (Decreto nº 9.745, de 2019). Para tanto, definiu-se como estratégia o desenvolvimento de técnicas de avaliação socioeconômica de projetos, sejam elas de escopo *ex ante* ou *ex post*, com base nas melhores práticas disponíveis na literatura especializada, de forma a identificar os impactos socioambientais e econômicos dos projetos implementados.

Segundo o relatório *Infrascope (Economist Impact, 2022)*, embora o Brasil tenha um desempenho razoável no tema de avaliação *ex post*, ainda há muito a se avançar nessa agenda especialmente temática de avaliação dos impactos ambientais e sociais dos projetos de infraestrutura. A adoção de técnicas de avaliação *ex post* de políticas públicas é aderente não apenas às melhores práticas internacionais para o planejamento da infraestrutura, mas também aos princípios da recém promulgada Emenda Constitucional nº109 de 2021 (CF - Art. 37 § 16) que trata sobre avaliação dos resultados e gestão de políticas públicas.

Apesar de muito difundida a avaliação de impacto de políticas públicas, a literatura de avaliação de projetos específicos de infraestrutura é mais restrita. Embora os métodos utilizados em políticas públicas possam, em teoria, ser utilizados para avaliar infraestrutura, na prática, essa aplicação não é trivial. Assim, a partir de uma parceria da Sepec/ME e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), foi contratada uma consultoria especializada para desenvolver sete estudos de caso, uma para segmento da infraestrutura. São eles 1) logística; 2) energia; 3) segurança hídrica; 4) mobilidade urbana; 5) telecomunicações; 6) saneamento básico, e; 7) habitação.

O estudo de caso apresentado nesta publicação é parte integrante de tal série de estudos setoriais que visam identificar as metodologias e as variáveis de interesse usuais em cada segmento da infraestrutura. Ressalta-se, entretanto, que o objetivo de tais estudos, para além de avaliar os resultados de cada projeto especificamente, é principalmente ilustrar a aplicação das metodologias de avaliação *ex post* para cada setor da infraestrutura. A padronização metodológica promovida por essa série de estudos, portanto, oferece não apenas um modelo de avaliação mais transparente dos investimentos passados, mas também informações importantes para se retroalimentar o planejamento de empreendimentos futuros com informações mais realistas dos impactos socioambientais mais comuns em cada setor da infraestrutura.

Documento elaborado e entregue pela Pezco Consultoria, Editora e Desenvolvimento LTDA como Produto 08 - Relatório de Estudo de Caso: Saneamento, sobre um estudo de caso de avaliação de impacto *ex post* ao setor de saneamento, do contrato BRA10-1130-39146/2021, Solicitação de Proposta (SDP) nº JOF 2845/2021, no âmbito de parceria da SEPEC/ME com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Projeto BRA/18/023. Após sua entrega, este produto foi revisado e atualizado pela SDI/SEPEC/ME para sua publicação definitiva. Sua redação final pode divergir pontualmente, portanto, daquela inicialmente apresentada pela consultoria e aprovada pela SDI/SEPEC/ME.

**Equipe técnica da Pezco responsável pela elaboração deste produto:**

Klenio de Souza Barbosa  
Raquel Pereira Pontes  
Frederico Araujo Turolla  
Yan Nonato Cattani  
Bruna Abreu Martins  
Mario Antonio Margarido  
Matheus Shiro Pinheiro Hirata  
Leonardo Baptista Correia  
Daniel Kiyoyudi Komesu  
Pedro Henrique Nirschl-Silva  
Luis Felipe de Miranda Arthur  
Giovani Santana de Oliveira

**Equipe técnica SDI/SEPEC/ME responsável pela revisão e aprovação deste produto:**

Subsecretário de Inteligência Econômica e de Monitoramento de Resultados  
Rodolfo Gomes Benevenuto  
Coordenador-Geral de Inteligência Econômica  
Diego Camargo Botassio  
Coordenador-Geral de Monitoramento de Resultados  
Renato Alves Morato

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	1
SUMÁRIO .....	3
ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIACÕES .....	4
RESUMO .....	5
I. INTRODUÇÃO .....	6
II. O ESTUDO E VARIÁVEIS ANALISADAS .....	7
II.1 CONTEXTO HISTÓRICO-SETORIAL .....	7
III. O MODELO E BASE DE DADOS .....	8
III.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
III.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA.....	10
III.3 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO .....	12
III.4 BASE DE DADOS.....	14
IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
IV.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS .....	17
IV.2 RESULTADOS PRINCIPAIS.....	17
IV.3 EFEITOS NO SANEAMENTO .....	17
IV.4 EFEITO NA SAÚDE .....	24
IV.5 DISCUSSÃO .....	26
IV.6 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS .....	32
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
APÊNDICE A: TABELAS E FIGURAS .....	36
TABELAS .....	36
FIGURAS .....	38
APÊNDICE B: TABELAS .....	51
TABELAS .....	51

## ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIações

ABREVIação	SIGNIFICADO
ABCON	Associação Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CESB	Companhia Estadual de Saneamento Básico
DAG	Directed Acyclic Graph, ou Grafo Acíclico Dirigido
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DID	Difference in Differences
DR	Doubly-robust
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-DI	Índice Geral de Preços, Disponibilidade Interna
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPW	<i>Inverse Probability Weighting</i>
JOF	<i>Joint Operations Facility</i> (Plataforma da Organização das Nações Unidas)
KM	Quilômetro
MCidades	Ministério das Cidades
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional (antigo MCidades)
ME	Ministério da Economia
ME	Ministério da Economia
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPP	Parceria Público-Privada
PPP	Parceria Público-Privada
PSP	Participação do Setor Privado
R2	Coeficiente de Determinação
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
SDI	Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura
SEPEC	Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SINDCON	Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto
SNIS	Sistema Nacional de Informações em Saneamento
SNS	Secretaria Nacional de Saneamento (antiga SNSA)
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
TABNET	Sistema administrativo de informações
TWFE	<i>Two-Way Fixed Effects</i>



## RESUMO

Este estudo estima o impacto da participação do setor privado na provisão dos serviços de saneamento, seja na forma integral (provisão de água e esgoto), seja na forma parcial (provisão de água, ou provisão de esgoto). Explorando a implantação gradual da Participação do Setor Privado (PSP) na provisão de saneamento que se iniciou em 2007, utiliza-se o método de diferenças em diferenças do tipo *staggered* para estimar o efeito da implantação de PSP de Água, Esgoto e Completa (Água e Esgoto) sobre os indicadores de quantidade, qualidade e investimento em saneamento básico. Os resultados mostram que a implantação de uma PSP Esgoto em município faz com que, em média, ocorra uma elevação de 1,5% do índice de coleta de esgoto por ano, uma redução na incidência das análises de coliformes totais de 15,9 % e 16,1% por ano. No que diz respeito ao índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais, os resultados mostram que uma PSP Esgoto em um município provoca uma elevação de 3,4% do índice por ano. Por fim, os resultados mostram que uma PSP Esgoto provoca uma elevação das taxas de investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços entre 33 % e 33,4% por ano. As estimativas dos efeitos da PSP Esgoto sobre os indicadores de saúde indicam uma possível melhora dos indicadores de saúde relacionados a qualidade do saneamento básico. Contudo, as especificações pontuais não são estatisticamente significantes. No que diz respeito às magnitudes dos efeitos estimados de uma PSP Completa, os resultados mostram que uma PSP Completa eleva o índice de atendimento urbano de água em aproximadamente 0,5 % por ano. Ainda, a implantação de uma PSP Completa em município faz com que, em média, ocorra uma elevação de 1% do índice de coleta de esgoto por ano. Os resultados também mostram que uma PSP Completa provoca uma redução na incidência das análises de coliformes totais - fora do padrão entre 3,4 % e 4,2% por ano. Com relação ao índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais, os resultados mostram que uma PSP Completa em um município provoca uma elevação de entre 3,4% e 3,6% do índice por ano. Por fim, os resultados mostram que uma PSP Completa provoca uma elevação das taxas de investimentos realizados em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços de entre 44 % e 47,7% por ano. No que diz respeito aos impactos em indicadores de saúde, observou-se uma redução relevante e significativa das notificações das doenças relacionadas à falta de saneamento, apesar de tais resultados não serem estatisticamente robustos para todas as especificações. Os resultados também relevam uma redução de aproximadamente 15% das taxas de notificações das doenças hepatite e leptospirose nos municípios com PSP Completa, o que corresponde em média a uma redução 2,3 % do índice por ano. Assim, os resultados sugerem que as PSPs Esgoto e Completa melhoram indicadores de qualidade de vida para a sociedade, embora não seja possível afirmar que um tipo de arranjo seja estritamente melhor do que outro.

## I. INTRODUÇÃO

A busca pelo acesso universal aos serviços de água e esgoto é um desafio para os países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Esta questão foi tratada em diversos países, com alguns estudos empíricos como Corton (2003), Lin (2005), Berg e Lin (2007) no Peru; Oliveira e Fernandez (2004) no Brasil; e Swai (2009) na Tanzânia, entre outros.

No caso brasileiro, em específico, os grandes investimentos no setor seguiam, desde a década de 1970, as diretrizes do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), os quais eram capitaneados pelas companhias estaduais de saneamento (CESBs), às quais se permitia uma taxa de retorno fixa mas sem uma regulação econômica efetiva. A partir dos anos 1980, as CESBs experimentaram sucessivas crises financeiras, evidenciando a necessidade de se repensar políticas públicas que propiciassem avanço na cobertura e na eficiência da prestação dos serviços de saneamento (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009).

Nos anos 1990, as políticas públicas dos setores de infraestrutura se voltaram a promover desestatização de empresas com reconhecido poder de monopólio, bem como contratos de Participação do Setor Privado (PSP). Com a introdução da lei de concessões (1995), neste âmbito, diversos serviços locais de saneamento passaram por processos de concessão, como o da Região dos Lagos/RJ, de Campo Grande/MS e de Manaus/AM. Registrou-se uma privatização, Saneatins/TO, além da abertura à participação minoritária de capital privado nas empresas Sabesp/SP, Sanepar/PR e Copasa/MG.

Pouco mais de uma década depois, em 2007, a promulgação da lei de saneamento (Lei n. 11.445/2007) disciplinou o planejamento, a regulação, a fiscalização, a prestação dos serviços e a participação e controle social da política federal de saneamento, além de elaborar as diretrizes do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). O avanço normativo trouxe aumento gradual de PSP e ampliação de cobertura, mas em velocidade aquém da necessária para a universalização dos serviços em horizonte razoável.

De modo a corrigir algumas das distorções, um novo marco do saneamento foi introduzido com a Lei n. 14.026 de 2020, o qual atualizou a legislação do setor tendo como princípio norteador a busca pela universalização, que é um tema transversal no marco regulatório. A lei trouxe uma série de regras voltadas ao aprimoramento da regulação, o estímulo à competição no setor e a ampliação dos mecanismos de PSP. Adicionalmente, disciplinou os contratos de programa firmados entre as CESBs e os municípios, tendo em vista o seu baixo poder de incentivo, preconizando mecanismos mais efetivos de PSP como as concessões comuns (Lei n. 8.987 de 1995) e as parcerias público-privadas (PPP) nas modalidades de concessão administrativa e patrocinada (Lei n. 11.079 de 2004).

O objetivo deste trabalho é avaliar o impacto da participação do setor privado na provisão dos serviços de saneamento nos indicadores de quantidade e qualidade de saneamento do Brasil, nas taxas de investimento dos prestadores de serviços até o período anterior ao novo marco de saneamento, e nos indicadores de saúde relacionados à falta de saneamento. Precisamente, busca-se analisar como os diferentes arranjos de PSP, seja na forma integral (provisão de água e esgoto), seja na forma parcial (provisão de água, ou provisão de esgoto), afetam tais indicadores de saneamento básico do Brasil. Em decorrência de sua gradual expansão e impactos sensibilizados em diferentes momentos do tempo, este estudo utiliza o método de diferenças em diferenças do tipo *staggered* (*staggered DID*), especificamente o desenvolvido por Callaway e Sant'Anna (2021), de

modo a identificar os efeitos sobre os indicadores de quantidade, qualidade e investimento em saneamento básico, e em indicadores de saúde relacionados à falta de saneamento.

## II. O ESTUDO E VARIÁVEIS ANALISADAS

### II.1 CONTEXTO HISTÓRICO-SETORIAL

A partir do início da década dos anos 1960, com a intensificação do processo de urbanização no Brasil, inicia-se a organização dos serviços de saneamento básico. Em 1968, especificamente, o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) é lançado, dando novo direcionamento aos investimentos governamentais em infraestrutura para o fornecimento de água e coleta de esgoto. Com foco sobre a regionalização dos serviços em cada unidade estadual da federação, via criação de companhias estaduais de saneamento básico (CESBs), o modelo também foi adotado por expressiva parcela dos municípios do país.

No decorrer do PLANASA, os serviços e cobertura de saneamento no Brasil foram consideravelmente ampliados: o atendimento do abastecimento de água passou, de 60,5% da população urbana, em 1970, para 79,2%, em 1980, atingindo 86,3%, em 1990, enquanto para os serviços de coleta de esgoto os valores foram de 22,2% da população urbana para 47,9% no mesmo período. No entanto, é necessário enfatizar que essa foi uma expansão desigual, pois a maior parcela dos investimentos foi direcionada para o fornecimento de água, enquanto a coleta de esgoto permaneceu em segundo plano. Adicionalmente, outro vetor dessa desigualdade foi o fato de que foram priorizadas áreas com maior densidade econômica, como as regiões Sudeste e Sul.

Em decorrência da crise financeira internacional que se iniciou nos anos 80, observa-se que a capacidade fiscal do estado para financiar os investimentos em infraestrutura ficou seriamente comprometida. Ademais, o desequilíbrio financeiro das CESBs começou a ser evidenciado em decorrência dos seguintes fatores: i) elevados custos financeiros, de instalação e de operação, incompatíveis com a capacidade de retorno característica desse tipo de investimento; ii) altos investimentos decorrentes da utilização indiscriminada de concepções de projetos de engenharia caracterizados pela centralização; iii) expansão urbana acelerada sem planejamento e com altos custos para a ampliação dos serviços; iii) ineficiência operacional decorrente dos elevados custos e das perdas de faturamento, em função de desperdícios resultantes, entre outros fatores operacionais; iv) irrealidade tarifária, sobretudo em face de decisões políticas que, em determinados períodos, utilizaram as tarifas públicas como instrumento de redução de tensões inflacionárias ou de populismo eleitoral (Ministério das Cidades, 2008).

A partir de 2007, com a aprovação da Lei n. 11.445, denominada de Política Federal de Saneamento Básico (Marco do Saneamento Básico), novas diretrizes nacionais são traçadas para o saneamento básico, preenchendo uma lacuna política e institucional que perdurou por quase duas décadas.

A Lei 11.107/2005 por sua vez previu que a relação entre as CESBs e os municípios deveria ser estabelecida através de contratos de programa e de convênios entre as CESBs e os municípios concedentes, de modo a manter incentivos à manutenção de ganhos de escala nas operações de saneamento. Trata-se, entretanto, de modalidade contratual de baixo



poder, por não contar com dispositivos mais avançados que se encontram nos diversos tipos de contratos de concessão com o setor privado.

Posteriormente, em virtude do avanço pouco significativo, a Lei no. 11.445 de 2007, assim como a Lei no. 11.107 de 2005, viriam a ser alteradas, com o estabelecimento do Novo Marco do Saneamento Básico, trazido pela lei 14.206/2020. Esta lei, dentre diversas melhorias da antiga legislação, extingue justamente os contratos de programa e estabelece metas de universalização de saneamento básico. Tais contratos, firmados sem licitação entre municípios e empresas estaduais de saneamento permitiam a permanência de operações de CESBs com contratos frágeis ou inexistentes, deixando sem incentivos para as empresas realizarem investimento em áreas não cobertas. Assim, com a quebra de tal lógica através fomento de competição entre operadores de mercado, o efeito esperado é que as CESBs ou realizem os investimentos necessários para cumprimento das metas, ou na impossibilidade de realizar tais investimentos, haja a concessão de serviços em áreas não cobertas para a iniciativa privada.

### III. O MODELO E BASE DE DADOS

#### III.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Há intenso debate no âmbito econômico relativo à privatização dos serviços de saneamento e os efeitos benéficos no caso dos países em desenvolvimento.

De acordo com Lambert (2019), o caso equatoriano tem como base os dados dos censos de 1990 e 2010 do Instituto Nacional Equatoriano de Estatísticas e Censos e verifica como a privatização de água e saneamento impactou a mortalidade infantil na cidade de Guayaquil.

Utilizando a técnica de diferenças em diferenças, as variáveis dependentes utilizadas pelo autor foram: as taxas de mortalidades relacionada à água envolvendo crianças menores de três, cinco e dez anos de idade e, como variável independente, o evento de privatização do setor de água e saneamento. Os resultados encontrados mostram que a privatização do setor de água e saneamento em Guayaquil não teve efeito estatisticamente significativo sobre a mortalidade de crianças relacionadas à água.

Galiani et al. (2005) argumentam que apesar da maioria dos países estarem empenhados em elevar o acesso a água potável, em especial para a população de baixa renda visando assim atenuar as taxas de mortalidade infantil, observa-se que não ocorre um amplo debate em como melhorar os serviços para o acesso à água potável. Assim, como alternativa para melhorar os serviços de acesso à água, a privatização da provisão de água torna-se uma realidade a ser considerada.

Utilizando-se do caso da privatização ocorrida na década dos anos 90 na Argentina, país que realizou uma das maiores campanhas de privatização do mundo à época (incluindo a privatização de companhias regionais do setor de fornecimento de água que abrangiam 30% dos municípios do país), os autores utilizaram a variação da propriedade do abastecimento de água ao longo do tempo e espaço obtido a partir do processo de privatização e constataram que a mortalidade infantil decaiu 8% naquelas áreas que privatizaram-se os serviços de água, sendo esse efeito maior nas áreas mais pobres onde o índice caiu 26%. De modo a testar a robustez dos resultados, os autores isolaram os

resultados de outras doenças específicas não relacionadas diretamente à qualidade da água.

Fujiwara (2005), mensurou o efeito médio da privatização de serviços de água e esgoto na redução da mortalidade infantil nos municípios dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, utilizando o método de diferença em diferenças. Os resultados mostraram que a privatização é um fator relevante na redução da mortalidade infantil com base em doenças infecciosas e parasitárias. Também, conclui que a qualidade do processo de privatização do setor de saneamento é o fator relevante para diminuir a mortalidade infantil e não o simples acesso aos serviços de água e esgoto por parte da população.

Scriptore e Azzoni (2018), estimaram os impactos das condições de saneamento nas matrículas de alunos nos municípios no Brasil. Foram utilizados dados relacionados com a população e educação do Censo e do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) para os anos de 2002 e 2010. Com base em modelos espaciais, os resultados mostraram que uma variação de 1% no acesso ao saneamento induz um aumento de 0,041% no número de matrículas escolares. Conforme esses autores, o modelo espacial produz resultados mais robustos do que os tradicionais modelos não espaciais, pois capta impactos com maiores magnitude no caso dos efeitos locais. Ainda, conforme os autores, o modelo espacial captou relevantes efeitos de transbordamento de um município para municípios vizinhos.

Kresch (2017) analisa como instituições fracas podem ser prejudiciais na oferta de serviços de bens públicos, especialmente quando há vários níveis de governo envolvidos na provisão desses bens públicos. O foco é o setor de água e saneamento no Brasil, onde predominam relações entre empresas de diversos entes federativos (União, estados e municípios). Utilizando o método de diferença em diferenças, o autor conclui que as empresas municipais quase dobraram seus investimentos no sistema de saneamento básico e alavancaram investimentos, com consequente aumento de acesso e redução da mortalidade infantil decorrente de vetores infecciosos e parasitários.

Saiani e Furquim (2018) analisaram os efeitos de diferentes da modalidade de privatizações dos serviços de água e esgoto no Brasil sobre indicadores epidemiológicos como estratégia para avaliar o *trade-off* custo/qualidade, conforme preceitua a teoria. Os resultados encontrados indicam que, o modo privado e local de organização diminui as taxas de morbidade e, além disso, o modelo híbrido de organização, onde um operador privado compartilha direitos de decisão com o governo estadual, não é capaz de deteriorar a qualidade dos serviços de água e esgoto. De maneira geral, os resultados indicam que a privatização desses serviços não está necessariamente sujeita ao *trade-off* de custo/qualidade.

Sant'anna e Rocha (2021) analisaram os efeitos de investimentos em saneamento básico sobre indicadores de morbidade hospitalar envolvendo os municípios selecionados para descontingenciamento de crédito por parte do Ministério das Cidades. Segundo os autores, esses municípios obtiveram autorização em distintos momentos no tempo, ou seja, com defasagem temporal, uma vez que, a Secretaria Nacional de Saneamento (SNS), realizou rodadas de seleções de projetos à medida que eram liberados recursos do orçamento para descontingenciamento.

Visando estimar os efeitos sobre as taxas de internação hospitalar, o estudo utilizou dados da própria SNS, os quais permitem identificar cada projeto selecionado para o período de

2007 até 2017. Com base nessas informações, os autores estimaram um modelo de diferença em diferenças corrigindo a possível endogeneidade no tempo de execução das obras. Os resultados, mostram importantes efeitos da entrada em operação dos investimentos em saneamento básico sobre internações hospitalares, principalmente, em relação aos bebês com até um ano de idade. Também foram identificados efeitos positivos em crianças de até cinco anos e idosos a partir de sessenta anos. Sob o ponto de vista por tipo de doença, os resultados mostraram redução de internações, sobretudo no caso de doenças respiratórias.

Saiani (2012) analisou os determinantes e efeitos da privatização dos serviços de saneamento básico envolvendo fornecimento de água e coleta de esgoto, para o Brasil. No contexto político, as evidências encontradas são consistentes com a hipótese de que as privatizações foram adotadas com base em estratégias políticas, visando dessa forma reduzir a discricionariedade de eventual sucessor político, o que se depreende da maior probabilidade de privatização à medida em que se eleva o risco eleitoral. Estratégia análoga é a redução do escopo de atuação dos governos estaduais, apontada pela maior probabilidade de privatização em municípios nos quais os prefeitos não pertencem a partidos da coligação dos governadores de seus estados

Em termos de impactos sobre os índices epidemiológicos, ou seja, envolvendo morbidade e mortalidade, bem como de acesso, foram comparadas duas modalidades de provisão privada dos serviços de saneamento básico, classificadas como provisão centralizada (regional), a qual tem a vantagem de gerar ganhos de escala e; provisão descentralizada (local), onde a principal vantagem consiste em maior controle social e redução dos custos de monitoramento.

Assim, os resultados apontam que o modelo de provisão privada descentralizada diminui a incidência dos indicadores de morbidade e mortalidade. Como esses indicadores refletiriam os efeitos sobre a qualidade dos serviços prestados, o resultado contradiz a hipótese de existência de um *trade-off* custo-qualidade na provisão privada de serviços públicos, em especial, de saneamento. Por outro lado, mesmo resultado não é observado na modalidade de privatização regional, o que sugere que a forma de privatização é relevante para desempenho das empresas privadas. Adicionalmente, foi observado que a privatização local expande o acesso em municípios com níveis de cobertura baixos, refletindo assim suas respectivas capacidades de investimento. Também, o autor, realça que, ao contrário da provisão pública, a privatização local não privilegia o abastecimento de água e os domicílios com maiores níveis de renda. Portanto, estudo conclui que a competição política influencia o risco eleitoral dos prefeitos e a concessão ao setor privado impacta de forma positiva o acesso, bem como, a qualidade dos serviços, reduzindo assim, os indicadores de morbidade e mortalidade.

### III.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

O método de diferenças em diferenças (*DID*) é um antigo método quase-experimental<sup>1</sup> que se tornou popular em estudos de economia empírica apenas nos últimos anos, sendo aplicado em diversos contextos, como avaliação de políticas públicas.

---

<sup>1</sup> O artigo seminal de Snow (1855) utilizou o método DID para estudar a cólera em Londres.

A ideia básica do método DID é mensurar o efeito causal de determinado tratamento por meio de uma comparação entre o grupo que recebeu o tratamento (grupo de tratamento) e o grupo que não recebeu o tratamento (grupo de controle ou comparação) no que tange a evolução temporal (antes e depois do tratamento) da variável de interesse. Na forma mais simples, onde há apenas dois grupos (um grupo de tratamento e um grupo de controle) e dois períodos (antes e depois do tratamento), o efeito gera uma tendência do grupo de controle e assim é possível construir a tendência contrafactual – isto é, o que se espera observar no grupo de tratamento se não tivesse sido tratado – para então descontarmos essa tendência contrafactual da tendência observada no grupo de tratamento de modo a medir o efeito causal do tratamento.

Um estimador usualmente empregado para estimar o efeito causal de um determinado tratamento pelo método de diferenças em diferenças é o estimador de *Two-Way Fixed Effects* (TWFE). O estimador TWFE consiste num modelo linear para incluir efeitos fixos de unidade e efeitos fixos de tempo na estimativa de mínimos quadrados ordinários. No caso de dois períodos de tempo, o estimador de TWFE e o estimador de *DID* coincidem. Entretanto, quando os efeitos são heterogêneos e/ou a hipótese de exogeneidade estrita é demasiadamente forte, duas das hipóteses do TWFE são violadas, tornando-se necessário um estimador alternativo que seja mais adequado para estimar o efeito de tratamento causal proposto pelo método de *DID*.

Por exemplo, De Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2020a) apontaram algumas inconsistências na ponderação dos efeitos pelo método TWFE quando os efeitos não são homogêneos. Ademais, De Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2020b) destacaram que TWFE com múltiplos tratamentos não é robusto na presença de efeitos heterogêneos. Por fim, Sun e Abraham (2021) mostraram que os coeficientes do TWFE não são robustos quando há efeito de tratamento heterogêneo entre grupos e/ou ao longo do tempo.

Devido à pouca robustez do método TWFE sob heterogeneidade, estimadores alternativos do método *DID* ganharam relevância como alternativa ao TWFE, especialmente com o avanço recente das estimações de efeito causal quando as unidades de grupo tratamento são tratados em diferentes momentos do tempo, denomina de *staggered treatment*. Portanto, para a estimação de tratamentos dessa natureza, urge a necessidade de métodos de estimação do método DID aplicado ao *staggered treatment*, que se convencionou chamar de método *Staggered DID*.

O método *Staggered DID* pode ser aplicável na maioria dos estudos de impacto de políticas públicas devido à abrangência de aplicação e flexibilidade das hipóteses de identificação.

A abrangência do método DID diz respeito aos diferentes tipos de tratamentos os quais podem ser avaliados sob essa metodologia, uma vez que o método pode ser utilizado para mensurar o efeito de tratamentos que são implementados em diferentes períodos. São opções i) com variação no número de tratados e de controles ao longo do tempo; ii) com tratamento que admite apenas *opt-in* e para aqueles que possibilitam *opt-out*; iii) pode ser aplicado para tratamento binário ou contínuo, entre outros aspectos específicos; iv) ou ainda combinações entre as opções citadas. O importante é que todas essas nuances são contempladas em pelo menos um método de *Staggered DID*, possibilitando uma ampla avaliação de políticas públicas.

Em relação à flexibilização das hipóteses de identificação, a principal hipótese que deve ser satisfeita é a de Tendência Paralela, isto é, na ausência do tratamento, o grupo de tratamento deve apresentar a mesma tendência do grupo de controle.

Conforme apontado anteriormente, os municípios brasileiros que possuem uma PSP de saneamento no Brasil passaram a tê-la em momentos diferentes do tempo. Portanto, como estamos diante de um cenário que obedece a tal critério, isto é, pode-se utilizar o *staggered*

*DID*. Em virtude disso, o método desenvolvido por Callaway e Sant’Anna (2021) será empregado para estimação dos efeitos do impacto da participação do setor privado na provisão dos serviços de saneamento.

Callaway e Sant’Anna (2021) consideram a aplicação do método para tratamento binário e partem do pressuposto de que uma vez tratados, os municípios permanecerão no grupo de tratamento. Analisando a formação do grupo de controle, Callaway e Sant’Anna (2021) possibilita dois grupos distintos de controle: o primeiro grupo de controle considera ainda não tratados (*not yet treated*), isto é, os municípios que ainda não foram tratados também compõem o grupo de controle com os municípios que nunca serão tratados (aspecto relevante principalmente quando consideramos amostras pequenas); o segundo grupo de controle é nunca tratados (*never treated*), ou seja, os municípios que nunca serão tratados<sup>2</sup>.

Outra característica de destaque no método de Callaway e Sant’Anna (2021) é que a hipótese de tendência paralela prévia pode ser satisfeita condicional às covariadas incluídas no modelo.

Por fim, vale destacar que nesse estudo é utilizado o método “DR – Duplamente Robusto” de Callaway e Sant’Anna (2021) para estimar os efeitos médios de tratamento. Tal método permite a estimação para dados em painéis balanceados e não-balanceados. Contudo, nesse estudo foram utilizadas apenas dados em painéis balanceados, que corresponde aos dados dos municípios que possuem dados para as variáveis de interesse em todo o período amostral. Isto porque, por ausência de convergência, o algoritmo de Callaway e Sant’Anna (2021) não gerou de estimadores para o caso de dados em painel não balanceado.

Na subseção a seguir, será especificado o modelo utilizado para estimação dos efeitos do impacto da participação do setor privado na provisão dos serviços de saneamento.

### III.3 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO

A partir da escolha do método de *Staggered DID*, definimos a especificação do modelo a ser estimado,

$$Y_{ivt} = PSP_i \times \sum_t \beta I(t \geq \tau) + \alpha X_{ivt} + \theta_v + \theta_t + \varepsilon_{ivt}$$

na qual:

- $Y_{ivt}$  é resultado de interesse do município  $i$ , na vizinhança  $v$  e no ano  $t$ ;
- $PSP_i$  é uma variável binária, a qual será igual 1, se o município  $i$  foi contemplado com a participação do setor privado (PSP) na provisão dos serviços de saneamento (na forma integral ou parcial) em algum momento  $\tau$ , e igual a 0, caso contrário;
- $I(t \geq \tau)$  é uma função indicadora que é igual a 1 para todo período  $t$  após o município  $i$  ser tratado no período  $\tau$ ;
- $\beta$  é o efeito de interesse, e corresponde ao efeito de programa;
- $X_{ivt}$  é uma matriz de covariadas;
- $\theta_v$  e  $\theta_t$  são os efeitos fixos de vizinhança e de ano, respectivamente;
- $\varepsilon_{ivt}$  é o erro idiossincrático.

<sup>2</sup> Um outro método recentemente desenvolvido para estimação do *Staggered DID* para o caso de unidades que permanecem tratados em todos os períodos após o tratamento foi desenvolvido por Sun e Abraham (2021). A principal diferença entre os dois métodos escolhidos diz respeito ao modo como os autores estimam os modelos. Enquanto Sun e Abraham (2021) estimam por regressões lineares, Callaway e Sant’Anna (2021) possibilitam três formas distintas de estimação, a saber: (i) regressão, (ii) ponderação invertida pela probabilidade; e (iii) duplamente robusto. Com o intuito de deixar ambos os métodos próximos, escolhemos o primeiro método de estimação de Callaway e Sant’Anna (2021).



Para estimação dos efeitos pré-tratamento e pós-tratamento, foi estimada a seguinte equação:

$$Y_{ivt} = PSP_i \times \sum_{\tau \neq -1} \beta_{\tau} I(t - \text{first treat} = \tau) + \alpha X_{ivt} + \theta_{iv} + \theta_t + \varepsilon_{ivt}$$

na qual:

- $I(t - \text{first treat} = \tau)$  é uma função indicadora que mede o tempo relativo ao ano de implementação da PSP no município  $i$ ;
- $\beta_{\tau}$  é o efeito de interesse, e o coeficiente omitido  $\beta_{\tau=-1}$  corresponde ao ano anterior à implementação da PSP no município  $i$ ;

As demais variáveis da equação acima foram descritas anteriormente.

Para estimação dos efeitos a PSP, considerou-se a possibilidade de *spillovers* entre os municípios que receberam o PSP em diferentes instantes do tempo. Para tanto, foram considerados diversos tipos de clusterização dos erros (municípios vizinhos).

Ainda se considerou como tratados entre os municípios brasileiros que receberam a PSP em diferentes momentos do tempo (tratados – *treated* - e ainda não tratado - *not yet treated*), e como controle (nunca tratado - *never treated*) municípios brasileiros que não tiveram uma PSP ao longo do período analisado.

A partir dessa amostra, estabelecemos como grupo de tratamento os municípios brasileiros que optaram pela PSP, enquanto o grupo de controle são dois, a saber:

- *Nunca tratados (never treated)*: os municípios brasileiros que não tiveram uma PSP de saneamento ao longo do período analisado.
- *Ainda não tratados (not yet treated)*: os municípios brasileiros que não tiveram a PSP de saneamento no período  $t$ , mas que tiveram uma PSP de saneamento em  $t + j, j \geq 1$ . Isto é, este grupo de controle é dinâmico para cada  $t$ .

Por fim, vale destacar que a inferência em modelos de Diferenças-em-Diferenças poderia estar comprometida se tivermos mais de um período pré e/ou pós-tratamento, conforme apontam Bertrand, Duflo e Mullainathan (2004). Nestes casos, poderia haver correlação serial e espacial dos erros de modo a estimarmos erroneamente erros padrão elevados que, conseqüentemente, levaríamos a rejeitar a significância estatística dos parâmetros interesse, quando de fato deveríamos aceitá-la (*over rejection*). Com isso, os autores propõem algumas soluções:

1. Block bootstrap: calcula erros padrão consistentes quando o número de grupos é suficientemente grande.
2. Cluster: permite assumir alguma autocorreção ao calcular os erros padrão quando o número de grupos é suficientemente grande.
3. Agregar as observações na dimensão tempo (pré e pós tratamento): produz erros padrão consistentes mesmo com número de grupos pequeno, mas o poder do teste cai rapidamente.

Apesar dessas soluções funcionarem bem quando há muitos tratados e muitos controles, preferimos averiguar como a nossa inferência seria afetada com alguma dessas correções. Ao optar pela solução 2, quando usamos cluster no nível do município, assumimos que pode haver correlação serial dentro do município, mas que não há correlação espacial entre municípios. Quando aplicamos cluster no nível dos vizinhos, assumimos que pode haver

correlação serial entre todos os municípios da vizinhança, mas que não há correlação espacial entre municípios de vizinhanças distintas. Por isso, nesse trabalho serão utilizados dois tipos de agrupamentos, o agrupamento pelo município e o agrupamento pela microrregião do IBGE.

### III.4 BASE DE DADOS

Para a modelagem foram empregadas as informações sobre a participação do setor privado (PSP) no saneamento da ABCON SINDCON (2021), os indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022), as notificações do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN, 2022) e informações municipais anuais do Produto Interno Bruto (PIB) obtido pelo IBGE (2022) e da população residente extraído do DATASUS (2022). Os dados utilizados neste estudo compreendem o período de 2000 a 2019, sendo que foram mantidos na base apenas os municípios que passaram a ter contratos de PSP a partir do ano de 2007 – em virtude da Lei 11.445/2007, marco regulatório para o setor de saneamento no Brasil.

O SNIS é o maior sistema de informações sobre o setor de saneamento brasileiro administrado pelo Governo Federal no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). O SNIS foi criado em 1996. Por meio de um formulário, as operadoras de saneamento básico que têm interesse em participar da pesquisa informam seus dados após o fechamento de seus balanços contábeis, tendo o apoio de uma equipe técnica. Com o passar dos anos o número de participantes cresceu consideravelmente, chegando a ter 5351 municípios brasileiros participando da coleta de dados do SNIS de 2021.

Mesmo com o avanço da base de dados do SNIS, o sistema ainda possui algumas limitações, como a quantidade de informações não declaradas. Ou seja, o fato de as empresas não serem obrigadas a declarar suas informações implica que nem sempre haverá dados para todos os indicadores nos respectivos anos analisados<sup>3</sup>.

Com relação à seleção das variáveis, selecionou-se as variáveis da ABCON SINDCON de municípios que passaram a ter PSP, a data em que esse contrato foi realizado e o modelo de contrato – ou seja, se é uma PSP de água, de esgoto ou completo (água e esgoto).

No que se refere a dados sobre a saúde, extraiu-se do SINAN o número de notificações de doenças em pessoas devido à falta de saneamento básico existentes nessa base de dados. As doenças selecionadas foram: hepatite viral, esquistossomose e leptospirose. No entanto, devido a não existência de notificações de esquistossomose para alguns anos na base, decidiu-se utilizar apenas os dados de hepatite e leptospirose. Além disso, manteve-se na base somente os municípios que possuíam informações para um conjunto de indicadores de saneamento<sup>4</sup> para que ambas as bases pudessem ser comparáveis.

<sup>3</sup> Mesmo com essa limitação, foi possível estimar o modelo balanceado proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Também tentou-se analisar o efeito da PSP em indicadores de saúde extraídos do sistema administrativo de informações, o TABNET. Para tanto, foram usadas taxa de internações e de óbitos por doenças relacionadas à falta de saneamento básico para intervalos de idade de: até menos de um ano; de um ano a menos de cinco anos; e de menos de cinco anos, mas devido a quantidade de falta de informações para esse nível granular, não houve convergência das iterações do método de máxima verossimilhança do modelo utilizado para várias estimações. Para as estimações em que obteve a interação não houve significância. Como não se sabe se a falta de informação é devido a ter sido um resultado em que não houve internações ou que não foi informado, optou-se por não apresentar os resultados dessas estimações. Uma das hipóteses que inviabilizam o uso das informações do TABNET é que o tratamento das enfermidades derivadas dos problemas de saneamento dificilmente resulta em internações ou mesmo óbitos, sendo possível tratá-las no próprio domicílio. Portanto, julgou-se o uso da base de notificações como mais adequado para o estudo.

<sup>4</sup> Os indicadores de saneamento foram: IN015, IN084, IN085 e Taxa de investimento esgoto (FN024).

As variáveis dependentes ou de interesse são apresentadas no Quadro 1. Note que as variáveis dependentes são divididas em 3 grupos. O primeiro grupo é composto por indicadores que dizem respeito a quantidade (ou amplitude) dos serviços de saneamento. O segundo grupo consiste nos indicadores de qualidade do saneamento. Por fim, o terceiro grupo é composto por indicadores de investimento dos prestadores de serviços de saneamento.

TABELA 1. TABELA EXPLICATIVA DAS VARIÁVEIS

Tipo	Variável	Descrição
Quantidade	IN023	Índice de atendimento urbano de água
	IN055	Índice de atendimento total de água
	IN015	Índice de coleta de esgoto
	IN076	Incidência das análises de turbidez fora do padrão
	IN080	Índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez
Qualidade	IN084	Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão
	IN085	Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais
Investimento	Taxa de investimento - água	Taxa de investimento realizado em abastecimento de água pelo prestador de serviço (FN023). Deflacionado para o ano de 2019 com base no índice IGP-DI.
	Taxa de investimento - esgoto	Taxa de investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviço (FN024). Deflacionado para o ano de 2019 com base no índice IGP-DI.
	Taxa de investimento - outros	Taxa de outros investimentos realizados pelo prestador de serviço (FN025). Deflacionado para o ano de 2019 com base no índice IGP-DI.
Saúde	Taxa de Notificações	Taxa de notificações de doenças relacionadas a falta de saneamento (hepatite e leptospirose)

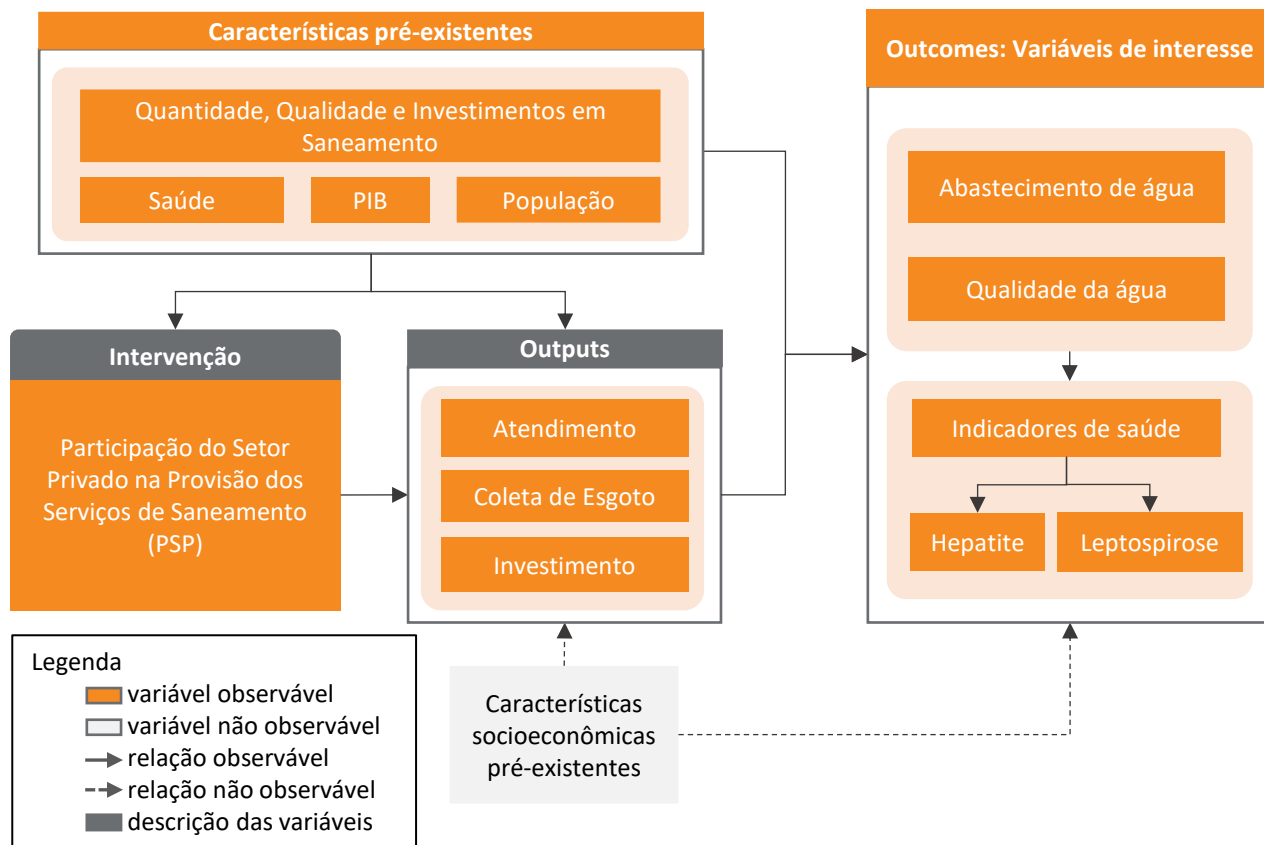
Fonte: SINAN (2022), SNIS (2022) e DATASUS (2022).

As covariadas utilizadas nesse estudo são: PIB de 2002 a 2019, deflacionado para o ano de 2019 com base no índice IGP-DI e população residente de 2000 a 2019.

Para esse estudo foram criadas três amostras para a estimação para multitratamento, sendo elas: PSP Esgoto, PSP Água e PSP Completa. Na amostra PSP Esgoto, não há municípios tratados com PSP Água ou PSP Completa. Na amostra PSP Água não há municípios que tiveram concessões ou PPP com PSP Esgoto e PSP Completa. E na amostra PSP Completa, não há municípios com PSP Esgoto e PSP Água.

A Figura 2 apresenta o Grafo Acíclico Dirigido (DAG) que visa mapear o canal causal entre a Participação do Setor Privado na Provisão dos Serviços de Saneamento (PSP), nas suas três formas (PSP Água, Esgoto e Completa), os outputs e as variáveis de interesse, tendo em vista a estratégia empírica adotada nesse estudo e as características observadas e não observadas dos municípios que podem afetar tanto os outputs como as variáveis de interesse (selecionadas com base na literatura existente).

FIGURA 2 – GRAFO ACÍCLICO DIRIGIDO (DAG – DIRECTED ACYCLIC GRAPH) PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO DA PSP NO SERVIÇO DE SANEAMENTO



Fonte: elaboração própria

A DAG informa que, conforme a literatura existente (SAIANI e FURQUIM, 2018), a PSP pode afetar o acesso da população ao saneamento básico, medido pelos índices de atendimento urbano de água, de atendimento total de água e de coleta de esgoto, e investimento (outputs do programa). Por sua vez, tais outputs afetam as variáveis de interesse que são o abastecimento efetivo e a qualidade da água disponível (Índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez, incidência das análises de coliformes totais fora do padrão, e índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais) para população, que, conseqüentemente, afetam os indicadores de saúde relacionados ao qualidade de saneamento básico (medidas as taxa de notificações de doenças relacionadas a falta de saneamento - hepatite e leptospirose). A literatura relacionada (KRESCH, 2017; SANT'ANNA e ROCHA, 2021), porém, também aponta que características observáveis pré-existentes dos municípios, tais como a qualidade e a quantidade de saneamento, os indicadores de saúde relacionados a falta de saneamento básico, o PIB e o tamanho da população também afetam a dinâmica das variáveis de interesse. Tal literatura também indica que características não observáveis também podem afetar as variáveis de interesse (SAIANI, 2012), entre elas outras políticas públicas que país que visam melhor a saúde da população no que tange as doenças relacionadas a falta de saneamento.

As relações e canais, descritas na DAG da Figura 2, impõem a priori um desafio para estimação do efeito causal das PSPs sobre os outputs e as variáveis de interesse, uma vez que existem efeitos potencialmente confundidores observáveis e não observáveis (*backdoor path*). Para obter estimadores de efeito causal dos PSP sobre os outputs e as variáveis de interesse, emprega-se o método de diferenças-em-diferenças com a análise de tendência paralela prévia. A análise de tendência paralela prévia garante que os

municípios tratados e controles sejam semelhantes nos observáveis antes da implantação da PSP. Isso irá assegurar que qualquer diferença que venha existir entre tratados e controles no período após a PSP não será fruto de diferenças pré-existentes entre municípios que receberam ou não uma PSP. O método de diferenças-em-diferenças irá garantir que, mesmo existindo diferenças não observáveis entre municípios tratados e controles, o estimador de efeito causal da PSP sobre os outputs e as variáveis de interesse proposto nesse estudo é um estimador não viesado.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### IV.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

As tabelas A1, A2 e A3 do apêndice descrevem as estatísticas descritivas para as três amostras: PSP Água, PSP Esgoto e PSP Completa. As médias das variáveis são bastante semelhantes entre as amostras. Destaca-se a quantidade máxima de tratados de cada amostra: PSP Água com 77 municípios tratados e com 5.184 municípios de controle, PSP Esgoto com 30 municípios tratados e com 5.260 municípios de controle e PSP Completa com 63 municípios tratados e 5.202 municípios de controle.

### IV.2 RESULTADOS PRINCIPAIS

Nesta seção são apresentados os resultados em duas subseções: (i) efeito da PSP nos indicadores saneamento da base de dados do SNIS, e (ii) efeito da PSP nos indicadores de saúde medidos pelas notificações das doenças hepatite e leptospirose do SINAN. Dentro de cada subseção os resultados serão apresentados em três partes: PSP Esgoto, em que é analisado indicadores do SNIS que estejam relacionados a esgoto; PSP Água, em que analisa o efeito da PSP em indicadores que possam sofrer efeitos desta concessão ou PPP. E por último o efeito da PSP Completa sobre todos os indicadores analisados neste estudo.

### IV.3 EFEITOS NO SANEAMENTO

#### IV.3.1 PSP ESGOTO

A *Tabela 2* apresenta os resultados da análise do efeito da PSP Esgoto na quantidade coletada de esgoto<sup>5</sup>. Nas colunas (1) e (2), as estimações não utilizam covariadas e demonstram efeitos positivos, mas não significativos. Nas colunas (3) e (4), as covariadas são empregadas no modelo e averigua-se que nas estimações, com o erro padrão clusterizado por município e por microrregião, o efeito da PSP Esgoto é positivo e significativo a pelo menos 5% de significância sobre o índice de coleta de esgoto, aumentando o índice em média a 4,6 pontos.

A Figura A 1 (do apêndice) apresenta o estudo de evento das referidas análises da *Tabela 2*. Nesta é possível observar que os modelos com covariadas apresentam um pré-

<sup>5</sup> Devido ao modelo ser estimado com painel balanceado, o número de observações diminui bastante, devido à limitação da base do SNIS, em que faltam muitas informações.



tratamento mais consistente, ou seja, sem efeito sobre o índice de coleta de esgoto antes do tratamento.

TABELA 2. EFEITO DA PSP ESGOTO EM QUANTIDADE COLETADA DE ESGOTO

IN015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO – UNIDADE %				
	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento esgoto	0,6556	0,6556	4,6195*	4,6195*
Erro padrão	1,4754	1,5701	1,2907	1,3093
Covariadas			X	X
Erro padrão				
clusterizado:				
Município	X		X	
Microrregião		X		X
Observações	127	127	201	201

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

Na *Tabela 3*, evidencia-se o efeito da PSP esgoto sobre indicadores de qualidade dos serviços de água e esgoto que possam ter relação com a falta de saneamento. Os resultados demonstraram que a PSP gerou um efeito negativo e significativo sobre a incidência das análises de coliformes totais fora do padrão. Houve aumento do índice de conformidade da quantidade de amostra de coliformes totais. A Figura A 2 e a Figura A 3 mostram que com o uso de covariáveis, o pré-tratamento fica com resultados mais consistentes com as hipóteses do método empregado para estimação, ou dito de outra forma, inexistência efeito sobre o índice de coleta de esgoto antes do tratamento.

TABELA 3. EFEITO DA PSP ESGOTO NA QUALIDADE DE INDICADORES RELACIONADAS AO ESGOTO

	IN084 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS FORA DO PADRÃO – UNIDADE %				IN085 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - COLIFORMES TOTAIS – UNIDADE %			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento esgoto	-7,126*	-7,127*	-7,02*	-7,02*	25,6606*	25,6606*	25,8403*	25,8403*
Erro padrão	2,236	0,9884	2,1814	1,2147	8,853	6,3701	8,8021	6,7058
Covariadas			X	X			X	X
Erro padrão clusterizado:								
Município	X		X		X		X	
		X		X		X		X
Microrregião								
Observações	810	810	810	810	859	859	859	859

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

No que se refere ao efeito da PSP Esgoto, verifica-se na *Tabela 4* que o houve um aumento médio de R\$ 4.132,94 reais nos investimentos em esgotamento sanitário nos municípios que tinham algum contrato de concessão ou PPP com o modelo de contrato de Esgoto.

TABELA 4. EFEITO DA PSP ESGOTO NO INVESTIMENTO EM ESGOTAMENTO SANITÁRIO

INVESTIMENTO REALIZADO EM ESGOTAMENTO SANITÁRIO PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS (FN024) – UNIDADE R\$/ANO.				
	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento esgoto	4.075,71*	4.075,71*	4.132,94*	4.132,94*
Erro padrão	589,2541	589,2541	548,1453	661,5023
Covariadas			X	X
Erro padrão clusterizado:				
Município	X		X	
Microrregião		X		X
Observações	625	625	763	763

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

Em linhas gerais, os resultados mostram que a participação do setor privado na provisão dos serviços de esgoto nos municípios brasileiros proporcionou um aumento no número de domicílios com coleta de esgoto, uma melhoria dos indicadores relacionados a qualidade da água desses municípios, e um aumento das taxas de investimento. Na próxima seção, serão discutidas as magnitudes desses efeitos estimados da PSP.

#### IV.3.2 PSP ÁGUA

A *Tabela 5* apresenta o efeito da PSP Água no índice de atendimento urbano e total de água. As estimações mostram que não houve impacto estatisticamente significativo do efeito da PSP Água no índice de atendimento urbano de água. Contudo, o efeito estimado da PSP Água no índice de atendimento total de água não é robusto. As estimações nas colunas (1) e (2) para tal indicador sugerem que não houve impacto estatisticamente significativo do efeito da PSP Água no índice de total atendimento de água, porém as estimações nas colunas (3) e (4) um impacto negativo e estatisticamente significativo a 5%. Tais evidências sugerem que o efeito da PSP Água nos índices de atendimentos de água inexistente ou não é conclusivo pela falta de robustez dos resultados.

TABELA 5. EFEITO DA PSP ÁGUA NO ÍNDICE DE ATENDIMENTO DE ÁGUA

	IN023 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ÁGUA – UNIDADE %				IN055 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA – UNIDADE %			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento água	-0,5137	-0,5137	-1,2591	-1,2591	-0,9369	-0,9369	-1,948*	-1,948*
Erro padrão	0,712	2,6143	0,6803	1,3265	0,6351	2,1506	0,5845	0,8254
Covariadas			X	X			X	X
Erro padrão clusterizado:								
Município	X		X		X		X	
Microrregião		X		X		X		X
Observações	943	943	1.144	1.144	944	944	1.144	1.144

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

No que se refere ao efeito da PSP Água nos indicadores de qualidade de serviço de água, as tabelas: *Tabela 6*, *Tabela 7* e *Tabela 8* apresentam os resultados dessa análise. As estimações da *Tabela 6*, indicam que não existe um impacto estatisticamente significativo a 5% de uma PSP Água sobre índices de fluoretação da água dos municípios que adotaram

PSP Água. A *Tabela 6* ainda mostra que o efeito estimado da PSP Água na incidência das análises de turbidez fora do padrão da água fornecida aos municípios não é robusto. As estimações nas colunas (1) e (2) para tal indicador sugerem que houve impacto negativo e estatisticamente significativo do efeito da PSP Água em tais indicadores, porém as estimações nas colunas (3) e (4), que possuem controle, os efeitos estimados foram não significativos. Tais evidências sugerem que o efeito da PSP Água no indicador incidência das análises de turbidez fora do padrão inexistem ou não são conclusivos pela falta de robustez dos resultados.

TABELA 6. EFEITO DA PSP ÁGUA EM INDICADORES DE QUALIDADE (IN057 E IN076)

	IN057 - ÍNDICE DE FLUORETAÇÃO DE ÁGUA – UNIDADE %				IN076 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ FORA DO PADRÃO – UNIDADE %			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento água	-	-	-	-	-5,1596*	-5,1596*	0,3545	0,3545
	7.779,9	7.779,9	9.696,3	9.696,32				
	1	1	2					
Erro padrão	6.290,1	9.009,3	8.401,1	10.708,8	1,8485	1,283	0,6987	0,4221
	92	13	81	6				
Covariadas			X	X			X	X
Erro padrão clusterizado:								
Município	X		X		X		X	
Microrregião		X		X		X		X
Observações	191	191	191	191	587	587	673	673

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

A *Tabela 7* apresenta a estimacão dos efeitos da PSP Água em outros indicadores de qualidade da água fornecida aos municípios: Índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez, e Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão. Tal como para o indicador de incidência das análises de turbidez fora do padrão da água fornecida aos municípios na *Tabela 6*, o impacto da PSP Água nos indicadores da *Tabela 7* inexistem ou não é conclusivo pela falta de robustez dos resultados.

TABELA 7. EFEITO DA PSP ÁGUA EM INDICADORES DE QUALIDADE (IN080 E IN084)

	IN080 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS – TURBIDEZ – UNIDADE %				IN084 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS FORA DO PADRÃO – UNIDADE %			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento água	26,5322*	26,5322*	1,0813	1,0813	0,0706	0,0706	0,586*	0,586*
Erro padrão	5,0795	10,2513	4,6994	3,6015	0,4918	0,848	0,2447	0,1614
Covariadas			X	X			X	X
Erro padrão clusterizado:								
Município	X		X		X		X	
Microrregião		X		X		X		X
Observações	614	614	694	694	801	801	801	801

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a *Tabela 8* a estimacão dos efeitos da PSP Água no índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais – dos municípios que adotaram uma PSP de

Água. A *Tabela 8* evidencia que não houve efeito da PSP Água sobre o índice de conformidade da quantidade de amostras de coliformes totais.

TABELA 8. EFEITO DA PSP ÁGUA EM INDICADORES DE QUALIDADE (IN085)

IN085 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - COLIFORMES TOTAIS – UNIDADE %				
	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento água	5,7535	5,7535	-0,3728	-0,3728
Erro padrão	4,8662	17,0196	2,361	2,0262
Covariadas			X	X
Erro padrão clusterizado:				
Município	X		X	
Microrregião		X		X
Observações	852	852	852	852

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

A

*Tabela 9* apresenta o efeito estimado da PSP Água nos indicadores de investimentos. Tal como a tabela mostra, não foi identificado efeito estatisticamente significativo a 5% do efeito da PSP Água nos investimentos realizados em abastecimento de água e em outros investimentos realizado pelo prestador de serviço.

TABELA 9. EFEITO DA PSP ÁGUA NOS INVESTIMENTOS

	TAXA DE INVESTIMENTO REALIZADO EM ABASTECIMENTO DE ÁGUA PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS (FN023) – UNIDADE: R\$/ANO.				TAXA DE OUTROS INVESTIMENTOS REALIZADOS PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS (FN025) – UNIDADE: R\$/ANO.			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento água	-494,001	-494,001	-986,334	-986,334	1641,787	312,6444	-	-
Erro padrão	2.688,84	2.644,36	2.978,32	5.204,55	2.609,69	1.317,87	342,30	342,30
	3	9	5	5	7	7	6	6
Covariadas			X	X			X	X
Erro padrão clusterizado:								
Município	X		X		X		X	
Microrregião		X		X		X		X
Observações	690	690	822	822	662	662	778	778

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

Resumidamente, resultados mostram que a participação do setor privado na provisão dos serviços de água nos municípios brasileiros não proporcionou resultados robustos na qualidade e quantidade de saneamento e não gerou aumento significativo das taxas de investimento.

#### IV.3.3 PSP COMPLETA (ÁGUA E ESGOTO)

A *Tabela 10* apresenta os resultados da análise do impacto da PSP Completa sobre o índice de atendimento de água. O efeito é positivo e significativo para o índice de atendimento

urbano de água para a maioria das estimações. Contudo, as estimações da *Tabela 10* não indicam um efeito da PSP Completa estatisticamente significativa no índice atendimento total de água.

TABELA 10. EFEITO DA PSP COMPLETA NO ATENDIMENTO DE ÁGUA

	IN023 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ÁGUA – UNIDADE %				IN055 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA – UNIDADE %			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento completo	3,0279	3,0279*	3,0587*	3,0587*	-	-	-	-
Erro padrão	1,647	1,308	0,9718	0,6617	0,1864	0,1864	0,0521	0,0521
Covariadas			X	X	0,2955	0,3002	0,3493	0,3196
Erro padrão clusterizado:							X	X
Município	X		X		X		X	
Microrregião		X		X		X		X
Observações	903	903	1105	1105	905	905	1105	1105

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

Um impacto da PSP Completa estatisticamente significativa também é observado na maioria dos modelos do índice de coleta de esgoto, com impacto positivo e significativo de 4,5 pontos percentuais, conforme Tabela 11.

TABELA 11. EFEITO DA PSP COMPLETA NO ATENDIMENTO DE ESGOTO

	IN015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO – UNIDADE %			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento completo	4,3109*	4,3109*	4,5474	4,5474*
Erro padrão	1,0462	1,3512	3,7376	1,127
Covariadas			X	X
Erro padrão clusterizado:				
Município	X		X	
Microrregião		X		X
Observações	100	100	167	167

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

A *Tabela 12* evidencia que não há um efeito robusto da PSP Completa sobre os índices de fluoretação de água e sobre a incidência das análises de turbidez fora do padrão.

TABELA 12. EFEITO DA PSP COMPLETA NA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO

	IN057 - ÍNDICE DE FLUORETAÇÃO DE ÁGUA – UNIDADE %				IN076 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ FORA DO PADRÃO – UNIDADE %			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento completo	24,4782*	24,4782*	0,1058	0,1058	-0,8003	-0,8003	0,7639*	0,7639*
Erro padrão	1,1691	2,4414	1,0559	1,6323	0,5249	0,6213	0,3442	0,3657
Covariadas			X	X			X	X
Erro padrão clusterizado:								
Município	X		X		X		X	
Microrregião		X		X		X		X



IN057 - ÍNDICE DE FLUORETAÇÃO DE ÁGUA – UNIDADE %					IN076 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ FORA DO PADRÃO – UNIDADE %			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Observações	188	188	188	188	566	566	653	653

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

A *Tabela 13* e a *Tabela 14* evidenciam que a PSP Completa gerou efeito positivo e significativo indicando uma melhora os indicadores de incidência das análises de coliformes fora do padrão e no índice de conformidade da quantidade de amostras – coliformes totais. Contudo, não se identificou um impacto estatisticamente significativo da PSP Completa sobre índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez.

TABELA 13. EFEITO DA PSP COMPLETA NA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO

	IN080 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS – TURBIDEZ – UNIDADE %				IN084 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS FORA DO PADRÃO – UNIDADE %			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento completo	3,9459	3,9459	-4,351	-4,351	0,634*	0,634*	1,093*	1,093*
Erro padrão Covariadas	5,7895	10,9846	5,9164 X	7,8915 X	0,1033	0,0843	0,1567 X	0,1124 X
Erro padrão clusterizado:								
Município	X		X		X		X	
Microrregião		X		X		X		X
Observações	594	594	674	674	783	783	783	783

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

TABELA 14. EFEITO DA PSP COMPLETA NA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO

IN085 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - COLIFORMES TOTAIS – UNIDADE %				
	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento completo	23,337*	23,337*	22,418*	22,418*
Erro padrão Covariadas	3,5888	2,2767	3,4331 X	2,196 X
Erro padrão clusterizado:				
Município	X		X	
Microrregião		X		X
Observações	836	836	836	836

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a *Tabela 15* e a *Tabela 16* apresentam as estimações do impacto da PSP Completa nos investimentos realizados pelo prestador de serviço. Os resultados da *Tabela 15* e da *Tabela 16* mostram que o efeito positivo e significativo ocorreu na taxa de investimento realizado em esgotamento sanitário. Contudo não foi identificado impacto estatisticamente significativo a 5% e robusto sobre a taxa de investimento realizado em abastecimento de água pelo prestador de serviços e em outros investimentos.

TABELA 15. EFEITO DA PSP COMPLETA NOS INVESTIMENTOS

	TAXA DE INVESTIMENTO REALIZADO EM ABASTECIMENTO DE ÁGUA PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS (FN023) – UNIDADE: R\$/ANO				TAXA DE INVESTIMENTO REALIZADO EM ESGOTAMENTO SANITÁRIO PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS (FN024) – UNIDADE: R\$/ANO			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento completo	2.523,966	2.523,966	2.201,745	2.201,745	3.854,6*	3.854,6 *	4.184,27*	4.184,27*
Erro padrão	3.642,047	1.801,072	3.491,88	1.646,576	876,9933	1.221,192	1.053,778	1.183,873
Covariadas			X	X			X	X
Erro padrão clusterizado								
: Município	X		X		X		X	
Microrregião		X		X		X		X
Observações	667	667	794	794	605	605	743	743

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

TABELA 16. EFEITO DA PSP COMPLETA NOS INVESTIMENTOS

TAXA DE OUTROS INVESTIMENTOS REALIZADOS PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS (FN025) – UNIDADE: R\$/ANO				
	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento completo	3.156,537	3.156,53*	2.168,801	2.168,80*
Erro padrão	1.819,318	251,0846	1.685,308	599,0192
Covariadas			X	X
Erro padrão clusterizado:				
Município	X		X	
Microrregião		X		X
Observações	639	639	756	756

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

Em linhas gerais, os resultados mostram que a participação do setor privado na provisão completa dos serviços de saneamento (água e esgoto) nos municípios brasileiros proporcionou uma melhora de alguns indicadores de quantidade de saneamento, os quais são o índice de atendimento urbano de água e o índice de coleta de esgoto. No que diz respeito aos indicadores de qualidade de saneamento, os resultados indicam uma melhora na incidência das análises de coliformes fora do padrão e no índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais. Por fim, com relação aos investimentos realizados, os resultados indicam um aumento das taxas de investimento realizado em esgotamento sanitário.

Vale destacar que as estimações de tendência paralela prévia de todas as especificações apresentadas nas tabelas acima foram realizadas através do método de estudos de evento proposto por Callaway e Sant'Anna (2021) e encontram-se no Apêndice. Os resultados indicam tendência paralela prévia entre os municípios com ou sem PSP.

#### IV.4 EFEITO NA SAÚDE

##### V.4.1 PSP ESGOTO

A Tabela 17 apresenta os resultados da análise do efeito da PSP Esgoto sobre as notificações de doenças relacionadas à falta de saneamento. A investigação demonstrou que as estimativas pontuais dos efeitos da PSP Esgoto sobre os indicadores de saúde, medidos pelas notificações das doenças hepatite e leptospirose, foram negativas, indicado uma redução nas notificações de tais doenças e uma possível melhora dos indicadores de saúde relacionados a qualidade do saneamento básico. Contudo, as especificações pontuais não são estatisticamente significativas conforme com os padrões usuais.

Vale destacar, porém, que o estudo de evento (Apêndice A25) mostra que com um tempo maior de PSP Esgoto em operação, o efeito começa a ser negativo em notificações daquelas doenças. Tais resultados podem indicar que os efeitos de PSP Esgoto sobre os indicadores de saneamento do SNIS, apresentados na seção anterior, podem exigir um período maior de melhora dos indicadores de saneamento do SNIS para afetar as notificações das doenças hepatite e leptospirose no município de forma mais robusta.

TABELA 17. EFEITO DA PSP ESGOTO EM NOTIFICAÇÕES TOTAIS

	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento Esgoto	-0,0002	-0,0002	-0,0001	-0,0001
Erro Padrão	0,0031	0,0032	0,0029	0,0031
Covariadas			X	X
Erro padrão clusterizado:				
Município	X		X	
Microrregião		X		X
Observações	199	199	266	266

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

##### V.4.2 PSP ÁGUA

Conforme apresentado na Tabela 17, a PSP água, em geral, não causa efeito sobre as notificações de doenças relacionadas a falta de saneamento. Apenas quando a especificação é feita com o uso de covariadas e com o cluster de microrregião (coluna 4) que o efeito é significativo e positivo; no entanto, é um resultado pontual, no qual, não traz robustez para a validação desse efeito. Tal resultado é consistente com o fato de não ter sido observado efeito da PSP Água nos indicadores de saneamento, apresentados na seção anterior.

TABELA 18. EFEITO DA PSP ÁGUA EM NOTIFICAÇÕES TOTAIS

	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento Água	-0,0007	-0,0007	0,0061	0,0061*
Erro Padrão	0,0029	0,0034	0,0048	0,0023
Covariadas			X	X
Erro padrão clusterizado:				
Município	X		X	
Microrregião		X		X
Observações	188	188	256	256

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

##### V.4.3 PSP COMPLETA

A

Tabela 19 apresenta os resultados do efeito da PSP completa sobre as notificações de hepatite e leptospirose. A análise mostrou que um efeito negativo e significativo da PSP completa sobre essas notificações em algumas especificações. No entanto, ao mudar a especificação do modelo, o efeito perde significância.

Estes resultados indicam os efeitos de PSP Completa sobre os indicadores de saúde, medidos pelas notificações das doenças hepatite e leptospirose, foram negativos e estatisticamente significativos. Porém, tais resultados não são robustos para todas as especificações. Vale informar, porém, que o estudo de evento no apêndice mostra que com um tempo maior de PSP Completa, os efeitos de PSP Completa começam a ter um efeito negativo mais evidente em notificações daquelas doenças. Tais resultados podem indicar que os efeitos de PSP Completa sobre os indicadores de saneamento do SNIS, apresentados na seção anterior, também podem exigir um período maior de melhora dos indicadores de saneamento do SNIS para afetar as notificações das doenças hepatite e leptospirose no município de forma mais robusta, tal como no caso de PSP Esgoto. Entretanto, deve-se notar que para PSP Completa observou-se alguns resultados negativos e significativos, indicando uma melhora dos indicadores de saúde, enquanto para PSP Esgoto não se observou tais resultados. Tal evidência pode indicar que o tempo necessário para PSP Completa afetar os indicadores de saúde seja menor que o tempo necessário para PSP Esgoto afetar tais indicadores de saúde.

TABELA 19. EFEITO DA PSP COMPLETA EM NOTIFICAÇÕES TOTAIS

	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento Completo	-0,0048*	-0,0048*	0,0092	0,0092
Erro Padrão	0,0012	0,0018	0,0069	0,0064
Covariadas			X	X
Erro padrão clusterizado:				
Município	X		X	
Microrregião		X		X
Observações	174	174	243	243

Nota: Nível de significância: \*0,05.

Fonte: Elaboração própria.

#### IV.5 DISCUSSÃO

Nessa seção serão discutidos os resultados obtidos na seção anterior e a magnitude dos impactos estimados da PSP Esgoto, Água, e PSP Completa sobre os indicadores descritos na seção anterior. Vale destacar que análise de magnitude será realizada apenas para os indicadores cujos efeitos se mostraram estatisticamente significativos de forma consistente ao longo de todas as estimações realizadas. Ressalta-se ainda que, como os impactos da PSP Água sobre os indicadores analisados foram inexistentes ou não robustos, não será realizada uma análise das magnitudes dos seus efeitos<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Será analisada a magnitude do impacto dos efeitos de PSP Completa sobre os indicadores de saúde, medidos pelas notificações das doenças hepatite e leptospirose, apesar dos impactos estimados não serem tão robustos para todas as especificações. Isto porque o estudo de evento no apêndice evidencia que com um tempo maior de PSP Completa, os efeitos de PSP Completa começa a ter um efeito negativo mais evidente em notificações daquelas doenças, sugerindo que os efeitos de PSP Completa sobre os indicadores de

A Tabela 20 e Tabela 21 apresentam, respectivamente, uma análise da magnitude dos impactos estimados da PSP Esgoto e PSP Completa sobre os indicadores analisados. Ambas tabelas estão divididas em dois painéis. No Painel A e B, respectivamente, encontram-se as análises de magnitude para o menor e o maior efeito estimado da PSP (Esgoto ou Completo) sobre os indicadores que se mostram estatisticamente significantes nas Tabelas 1 a 15. Em cada painel, a coluna 1 apresenta a média anual de tais indicadores para os municípios tratados antes de receberem a PSP, i.e., média anual dos tratados no pré-tratamento. A coluna 2 apresenta os coeficientes estimados para as variáveis analisadas, efeito estimado, os quais foram inicialmente reportados nas Tabela 1 a 19. Vale notar que na coluna 2 são apresentados os menores e maiores efeitos estimados que se mostraram estatisticamente significantes. A coluna 3 apresenta a magnitude dos efeitos estimados que é medida pela razão entre o módulo do efeito estimado (coluna 2) e a média anual tratamento no pré-tratamento (coluna 1). A magnitude dos efeitos estimados apresentados na coluna 3 informa o percentual de aumento/redução da variável analisada que é causada pela PSP em relação ao período anterior implantação a PSP. A coluna 4 apresenta a magnitude dos efeitos estimados por ano tratado, que é calculado dividindo-se a coluna 3 por 7,6 anos no caso da PSP Esgoto, que corresponde ao número de anos, em média, que um município se beneficiou da PSP Esgoto, e por 6,5 anos para o caso da PSP Completa, que corresponde ao número de anos, em média, que um município se beneficiou da PSP Completa.

Os resultados da Tabela 20 revelam que as magnitudes dos efeitos estimados das PSP Esgoto são relevantes e expressivas nos indicadores analisados. Por exemplo, a implantação de uma PSP Esgoto em município faz com que, em média, ocorra uma elevação de 12% do índice de coleta de esgoto, o que corresponde em média a uma elevação de 1,5% do índice de coleta de esgoto por ano. Os resultados também mostram que uma PSP Esgoto provoca uma redução na Incidência das análises de “coliformes totais fora do padrão” entre 121% e 123%, o que corresponde a uma redução entre 15,9 % e 16,1% por ano. No que diz respeito ao Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais, os resultados mostram que uma PSP Esgoto em um município provoca uma elevação de 26% de tal índice, o que corresponde em média a uma elevação de 3,4% do índice por ano. Por fim, os resultados mostram que uma PSP Esgoto provoca uma elevação das taxas de investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços entre 251% e 254%, o que corresponde a uma elevação dos investimentos entre 33 % e 33,4% por ano. Vale notar que as magnitudes dos efeitos são bem semelhantes, seja quando computado pelo menor ou maior efeito estimado.

A Tabela 21 apresenta as magnitudes dos efeitos estimados de uma PSP Completa nos indicadores analisados e revela que seus efeitos são também relevantes e expressivos. Os resultados mostram que o índice de atendimento urbano de água teve um aumento de entre 3% e 4% nos municípios que tiveram uma PSP Completa, o que corresponde a uma elevação de aproximadamente 0,5 % por ano. A implantação de uma PSP Completa em município faz com que, em média, ocorra uma elevação de 7% do índice de coleta de esgoto, o que corresponde em média a uma elevação entre 1,1% do índice de coleta de esgoto por ano. Os resultados mostram que uma PSP Completa provoca uma redução na



Incidência das análises de “coliformes totais fora do padrão” entre 16% e 27%, o que corresponde a uma redução entre 3,4 % e 4,2% por ano. No que diz respeito ao índice de “conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais”, os resultados mostram que uma PSP Completa em um município provoca uma elevação entre 22% e 23% de tal índice, o que corresponde em média a uma elevação entre 3,4% e 3,6% do índice por ano. Por fim, os resultados mostram que uma PSP Completa provoca uma elevação das taxas de investimentos realizados em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços entre 286% e 311%, o que corresponde a um aumento entre 44 % e 47,7% por ano. Vale notar que as magnitudes dos efeitos são bem semelhantes, seja quando computado pelo menor ou maior efeito estimado.

No que diz respeito ao efeito de PSP Completa sobre os indicadores doenças relacionadas à falta de saneamento básico, os resultados são também relevantes e expressivos. Detectou uma redução de aproximadamente 15% das taxas de notificações das doenças hepatite e leptospirose nos municípios com PSP Completa, o que corresponde em média a uma redução 2,3 % do índice por ano. Tendo em vista os indicadores para os efeitos de uma PSP Esgoto também terem sido analisados para os efeitos de uma PSP Completa, é interesse avaliar qual dos arranjos de PSP, Esgoto ou Completa, possui maior impacto. Para tanto, será necessário comparar as estimativas de impacto por ano, uma vez que, em média, o número de anos que um município se beneficiou da PSP Esgoto é diferente do número de anos que um município se beneficiou da PSP Completa.

Comparando as magnitudes dos efeitos por ano (coluna 4 das Tabelas 20 e 21), pode-se concluir que a implantação dos dois tipos de arranjos de PSP apresentam impactos muito semelhantes. Entretanto, a implantação de uma PSP Esgoto em município tem um impacto maior na redução na incidência das análises de “coliformes totais fora do padrão”. Por outro lado, a implantação de uma PSP Completa em município tem um impacto maior nas taxas de investimentos em esgotamento sanitário.

TABELA 20. MAGNITUDE DOS EFEITOS DA PSP ESGOTO

<b>Painel A - Magnitude dos Efeitos para o Menor Efeito Estimado</b>				
	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>	<b>(4)</b>
	Média Anual Tratamento Pré-Tratamento	Efeito Estimado Total Anos Tratados	Magnitude Total em relação a média anual tratamento pré-tratamento: Módulo (2)/(1)	Magnitude Por Ano Tratado em relação a média anual tratamento pré-tratamento: (3)/7,6 anos
Índice de coleta de esgoto	39,37	4,62	12%	1,5%
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	5,81	-7,02	121%	15,9%
Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais	100,25	25,66	26%	3,4%
Taxa de Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços	1.626,27	4.075,71	251%	33,0%
<b>Painel B - Magnitude dos Efeitos para o Maior Efeito Estimado</b>				
	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>	<b>(4)</b>
	Média Anual Tratamento Pré-Tratamento	Efeito Estimado Total Anos Tratados	Magnitude Total em relação a média anual tratamento pré-tratamento: Módulo (2)/(1)	Magnitude Por Ano Tratado em relação a média anual tratamento pré-tratamento: (3)/7,6 anos
Índice de coleta de esgoto	39,37	4,62	12%	1,5%
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	5,81	-7,13	123%	16,1%
Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais	100,25	25,84	26%	3,4%
Taxa de Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços	1.626,27	4.132,94	254%	33,4%

TABELA 21. MAGNITUDE DOS EFEITOS DA PSP COMPLETA

<b>Painel A - Magnitude dos Efeitos para o Menor Efeito Estimado</b>				
	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>	<b>(4)</b>
	Média Anual Tratamento Pré-Tratamento	Efeito Estimado Total Anos Tratados	Magnitude Total em relação a média anual tratamento pré-tratamento: (2)/(1)	Magnitude Por Ano Tratado em relação a média anual tratamento pré-tratamento: (3)/6,5 anos <sup>7</sup>
Índice de atendimento urbano de água	87,29	3,03	3%	0,5%
Índice de coleta de esgoto	63,05	4,31	7%	1,1%
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	4,04	0,63	16%	2,4%
Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais	100,26	22,42	22%	3,4%
Taxa de Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços	1.347,22	3.854,60	286%	44,0%
Taxa de notificações de doenças relacionadas a falta de saneamento (hepatite e leptospirose)	0,03	-0,0048	-15%	-2,3%
<b>Painel B - Magnitude dos Efeitos para o Maior Efeito Estimado</b>				
	Média Anual Tratamento Pré-Tratamento	Efeito Estimado Total Anos Tratados	Magnitude Total em relação a média anual tratamento pré-tratamento: (2)/(1)	Magnitude Por Ano Tratado em relação a média anual tratamento pré-tratamento: (3)/6,5 anos
Índice de atendimento urbano de água	87,29	3,06	4%	0,5%
Índice de coleta de esgoto	63,05	4,55	7%	1,1%
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	4,04	1,09	27%	4,2%
Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais	100,26	23,34	23%	3,6%
Taxa de Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços	1.347,22	4.184,27	311%	47,7%
Taxa de notificações de doenças relacionadas a falta de saneamento (hepatite e leptospirose)	0,03	-0,0048	-15%	2,3%

<sup>7</sup> Por simplicidade, optou-se por uma taxa linear para o cálculo da magnitude por ano tratado.

---

#### IV.6 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Nesta seção será ressaltada a magnitude dos efeitos da implantação gradual e sequencial da PSP na provisão de saneamento de Água, Esgoto e Completa (Água e Esgoto) sobre os indicadores de quantidade, qualidade e investimento em saneamento básico no país realizada desde 2007. Tal seção tem como objetivo apresentar parâmetros que possam ser utilizados em análises de impacto *ex ante* de novas participações que venham a ser construídas no país.

Conforme apontado na seção de “Discussão”, os números mostram de forma consistente uma possível aplicação direta dos múltiplos encontrados neste estudo para futuros estudos de impacto da PSP nos indicadores estimados. Em termos práticos, os números que a Tabela 20 e a Tabela 21 apresentam são informativos para se calcular a potencial magnitude dos impactos estimados da PSP Esgoto e PSP Completa para o menor e o maior efeito estimado da PSP sobre os indicadores que se mostram estatisticamente significantes nas Tabelas 1 a 15.

Assim, seguindo os resultados da Tabela 19 (PSP Esgoto), sua participação no município gera, em média, uma elevação de 1,5% do índice de coleta de esgoto por ano. Para Incidência das análises de “coliformes totais fora do padrão” há uma redução entre 15,9 % e 16,1% por ano. Para o Índice de “conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais”, ocorre uma elevação média de 3,4% do índice por ano. Para as taxas de investimento verifica-se uma elevação entre 33 % e 33,4% por ano. Por fim, resultados análogos são verificados na Tabela 20 (PSP Completa), com aumento de 0,5 % por ano para atendimento urbano, alta de 1,1% do índice de coleta de esgoto por ano, redução na Incidência das análises de “coliformes totais fora do padrão” entre 3,4 % e 4,2% por ano, aumento de 3,4% e 3,6% do índice por ano do índice de “conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais” e elevação das taxas de investimentos entre 44 % e 47,7% por ano.

Contudo, deve-se destacar que as magnitudes de impacto das PSP foram calculadas em termos médios para a realidade brasileira até o período anterior à crise sanitária da COVID19, sendo necessário, a partir de 2020, tratamentos específicos para estimativas de impacto.

#### V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo estimou o impacto da participação do setor privado na provisão dos serviços de saneamento, seja na forma integral (provisão de água e esgoto), seja na forma parcial (provisão de água, ou provisão de esgoto). Explorando a implantação gradual da participação do setor privado (PSP) na provisão de saneamento, a partir de 2007, este estudo utiliza o método de diferenças em diferenças do tipo *staggered*, para estimar o efeito da implantação de PSP de Água, Esgoto e Completa (Água e Esgoto) sobre os indicadores de quantidade, qualidade e investimento em saneamento básico.

Os resultados mostram que somente uma PSP de Água não proporcionou resultados robustos na quantidade e qualidade de saneamento, sem gerar também aumento das taxas de investimento. No que diz respeito aos indicadores de saúde, PSP água não teve impactos nas notificações de doenças relacionadas a falta de saneamento.

Por outro lado, verificou-se que a implantação de uma PSP Esgoto nos municípios brasileiros proporcionou um aumento no número de domicílios com coleta de esgoto, uma melhoria dos indicadores relacionados à qualidade da água desses municípios e um aumento das taxas de investimento. A investigação também mostrou que as estimativas



dos efeitos da PSP Esgoto sobre os indicadores de saúde indicam uma possível melhora dos indicadores de saúde relacionados a qualidade do saneamento básico. Contudo, as especificações pontuais não são estatisticamente significativas conforme com os padrões usuais.

A participação do setor privado na provisão completa dos serviços de saneamento (água e esgoto) nos municípios brasileiros também proporcionou uma melhora de alguns indicadores de quantidade de saneamento, os quais são o índice de atendimento urbano de água e o índice de coleta de esgoto. No que diz respeito aos indicadores de qualidade de saneamento, os resultados indicam uma melhora na incidência das análises de coliformes fora do padrão e no índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais. Por fim, com relação aos investimentos realizados, os resultados indicam um aumento das taxas de investimentos realizados em esgotamento sanitário. No que diz respeito aos indicadores de saúde, os resultados indicam uma redução relevante e significativa das notificações das doenças relacionadas à falta de saneamento, apesar de tais resultados não serem robustos para todas as especificações.

Deve-se destacar que os resultados sugerem que os efeitos de PSP Esgoto e PSP Completa sobre os indicadores de saúde necessitam de um período maior de melhora dos indicadores de saneamento do SNIS para afetarem as notificações das doenças hepatite e leptospirose no município de forma mais robusta, refletindo uma certa defasagem entre a melhora dos indicadores de saneamento e uma melhora dos indicadores de saúde.

Em termos de magnitudes dos impactos sobre os indicadores de saneamento, tanto os efeitos de uma PSP Esgoto quanto de uma PSP Completa se mostraram relevantes e expressivas.

Comparando-se as magnitudes dos efeitos para os dois tipos de arranjos de PSP (Esgoto e Completa), pode-se concluir que a implantação de uma PSP Esgoto em município tem impactos muito semelhantes aos impactos de uma PSP Completa para os indicadores de índice de coleta de esgoto e índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais. Entretanto, a implantação de uma PSP Esgoto em município tem um impacto maior na redução na incidência das análises de coliformes totais - fora do padrão. Por outro lado, a implantação de uma PSP Completa em município tem um impacto maior nas taxas de investimentos em esgotamento sanitário.

Os resultados apresentados para PSPs Esgoto e Completa sugerem que não existe um tipo de arranjo de PSP estritamente melhor do que outro. Se, por um lado, uma PSP Esgoto parece mais eficaz na redução na incidência das análises de coliformes totais que uma PSP Água, por outro lado, uma PSP Completa realiza mais investimento em esgotamento sanitário. Deve-se notar, porém, que maiores taxas de investimentos em esgotamento sanitário de uma PSP Completa podem indicar que os municípios que optaram pela PSP Completa necessitam de maior investimento para obterem melhores indicadores e que os impactos nesses indicadores poderão necessitar de maior período de maturação dos investimentos até que os efeitos nos indicadores de saneamento sejam verificados.

Em termos de recomendações para políticas públicas, independentemente do modelo de PSP (se somente esgoto ou completa), os resultados mostram a que a PSP no setor de saneamento implica, em linhas gerais, em melhorias em indicadores que impactam diretamente a qualidade de vida da população. Tal fato está plenamente em linha com os objetivos de universalização dos serviços de esgotamento sanitário traçados pelo Novo

Marco do Saneamento delineado pela Lei nº 14.026/2020, a qual tem dispositivos que incentivam direta e indiretamente a expansão da PSP nos segmentos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário em todo o país. O novo marco regulatório disciplinou os contratos de programa firmados entre as CESBs e os municípios, tendo em vista o seu baixo poder de incentivo, preconizando mecanismos mais efetivos de PSP como as concessões comuns (Lei n. 8.987/1995) e as parcerias público-privadas (PPP) nas modalidades de concessão administrativa e patrocinada (Lei n. 11.079/2004).

Entretanto, em várias das experiências passadas de PSP o requisito da abordagem regionalizada não estava presente, o que limita os resultados obtidos no passado. A preocupação com a formação de arranjos regionais mais eficientes foi explicitada no novo marco regulatório pela Lei nº 14.026/2020, o que poderá amplificar os efeitos da PSP nas iniciativas futuras que abordem o problema em áreas territoriais otimizadas. Há também outros aspectos de desenvolvimento da PSP no Brasil que poderão potencializar o instrumento, como uma melhoria efetiva da regulação subnacional sobre os serviços, contando com uma padronização nacional a partir de normas de referência editadas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o desenvolvimento de padrões contratuais mais adequados às alocações ótimas de riscos. Dessa forma, a análise aqui realizada aponta para benefícios do instrumento PSP que poderão, com melhorias a serem introduzidas, e em muitos casos já definidas no marco regulatório, trazer impactos ainda mais significativos sobre diversos aspectos de relevância econômica e social para a sociedade brasileira.

Para concluir, vale destacar que os impactos estimados nesse estudo podem servir como parâmetro em futuras avaliações de impacto *ex ante* da implantação de uma PSP, em seus diferentes arranjos (Água, Esgoto e Completa) em saneamento. Contudo, a aplicação desses resultados deve ser realizada apenas a municípios que se assemelham aos analisados neste estudo, uma vez que a amostra investigada engloba apenas municípios que tiveram informação de todos os indicadores para todo o período analisado, uma vez que as estimações foram realizadas para um painel balanceado de municípios. Adicionalmente, como ponto de atenção, destaca-se que o uso da base administrativa-financeira do SUS (TABNET) deve ser interpretado com cautela quando analisa-se fatores epidemiológicos, uma vez que pode haver multiplicidade de fatores que impactam determinadas doenças e tratamentos e suas relações com internações e óbitos, por exemplo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCON SINDCON – Associação e Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto, Panorama of the Private Sector's Participation in Sanitation 2021. Disponível em: <<https://www.abconsindcon.com.br/wp-content/uploads/2021/07/PAN21-INGLES-BAIXA-final.pdf>>. Acesso em: 27/04/2022.

CALLAWAY, Brantly; SANT'ANNA, Pedro HC. Difference-in-differences with multiple time periods. Journal of Econometrics, v. 225, n. 2, p. 200-230, 2021.

CORTON, M. Benchmarking in the Latin American water sector: the case of Peru. Utilities Policy, 11 (3), p. 133-142, 2003.

DATASUS. População residente. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?popsvs/cnv/popbr.def>>. Acesso em: 20/04/2022.

DE CHAISEMARTIN, Clément; D'HAULTFOEUILLE, Xavier. Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects. *American Economic Review*, v. 110, n. 9, p. 2964-96, 2020a.

DE CHAISEMARTIN, Clément; D'HAULTFOEUILLE, Xavier. Two-way fixed effects regressions with several treatments. *arXiv preprint arXiv:2012.10077*, 2020b.

FUJIWARA, Thomas. A PRIVATIZAÇÃO BENEFICIA OS POBRES? OS EFEITOS DA DESESTATIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NA MORTALIDADE INFANTIL. *Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia. Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia*. <http://www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A160.pdf>

GALIANI, Sebastian; GERTLER, Paul and SCHARGRODSKY, Ernesto. Water for Life: The Impact of the Privatization of Water Services on Child Mortality. *Journal of Political Economy*, 2005, vol. 113, no. 1. p. 83 – 120.

IBGE. Produto Interno Bruto dos Municípios. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 25/04/2022.

KRESCH, Evan Plous. The Buck Stops Where? Federalism, Uncertainty, and Investment in the Brazilian Water and Sanitation Sector. *CDEP-CGEG WORKING PAPER SERIES: CDEP-CGEG WP No. 41*. August 2017.

LAMBERT, Brian C. The Effect of Water and Sanitation Privatization on Child Mortality Rates in Guayaquil, Ecuador: a difference in Differences Analysis. *Monografia (Conclusão de Curso)*. Colorado University. 2019.

LIN, C. Service quality and prospects for benchmarking: evidence from the Peruwaterr sector. *Utilities Policy*, 13 (3), p. 230-239, 2005.

LIN, C.; BERG, S. Incorporating service quality into yardstick regulation: an application to the Peru water sector. *Review of Industrial Organization*, 32 (1), p.53-75, 2008.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Exame da Participação do Setor Privado na Provisão dos Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário no Brasil. *Consórcio Inecon/Fundação Getulio Vargas*. 2009.

OLIVEIRA, A.; FERNANDEZ, J. Análise da eficiência do setor de saneamento básico no Brasil. In: *IX ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA*. Banco do Nordeste, Fortaleza, 2004.

SAIANI, Carlos; DE AZEVEDO, Paulo Furquim. Is privatization of sanitation services good for health?. *Utilities Policy*, v. 52, p. 27-36, 2018.

SANT'ANNA, André Albuquerque; ROCHA, Romero. Saneamento e morbidade: evidências a partir de variações exógenas no tempo de execução dos investimentos. *Universidade Federal do Rio de Janeiro: Instituto de Economia. Texto para Discussão 041*. 2021.

SCRIPTORE, Juliana Souza e AZZONI, Carlos. A spatial estimation of the impacts of sanitation on education. *Reg Sci Policy Pract*. 2018;1–8.

SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Disponível em: <<https://portalsinan.saude.gov.br/>>. Acesso em 18/07/2022.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Série Histórica. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em 25/04/2022.

SNOW, John. On the mode of communication of cholera. *John Churchill*, 1849.

SUN, Liyang; ABRAHAM, Sarah. Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. Journal of Econometrics, v. 225, n. 2, p. 175-199, 2021.

SWAI, T. Efficiency measurement of the urban water and sewerage authorities (UWSAs) in Tanzania: a data envelopment analysis. In: THE 10TH ANNUAL CONFERENCE IAABD. Makerere University Business School, Kampala, 2009. p. 481-488.

## APÊNDICE A: TABELAS E FIGURAS

### TABELAS

TABELA A 1 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AMOSTRA: PSP ÁGUA

VARIÁVEL	OBSERVAÇÕES	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
IN023	70.772	91,744	16,857	0,000	100,000
IN055	70.811	66,383	24,876	0,000	100,000
IN015	24.463	56,989	33,977	0,000	2.539,750
IN076	66.184	13,002	34,452	-4,290	1772,220
IN080	63.263	231,260	1.861,148	0,000	100.000,000
IN084	59.547	3,895	12,757	0,000	200,000
IN085	60.958	107,996	653,042	0,000	200,000
Taxa de investimento - água	62.864	1.697,829	7.111,987	-70.477,850	540.850,900
Taxa de investimento - esgoto	62.175	1.823,691	9.889,065	-6.436,145	635.559,600
Taxa de investimento - outros	62.018	450,161	11.334,850	-391,541	1.972.691,000
PIB pré-tratamento	90.509	23,165	29,731	-3,472	1.411,413
População pré-tratamento	95.839	29.245,880	188.516,600	652,000	1.2176,866
Tratados	77				
Controle	5.184				

Fonte: Elaboração própria.

TABELA A 2 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AMOSTRA: PSP ESGOTO

VARIÁVEL	OBSERVAÇÕES	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
IN023	71.462	91,806	16,781	0,000	100,000
IN055	71.503	66,610	24,811	0,000	100,000
IN015	25.226	55,599	34,387	-30,220	2.539,750
IN076	66.491	13,249	94,577	-4,290	22.742,430
IN080	636	236,116	1.890,508	0,000	100.000,000
IN084	59.885	3,881	12,707	0,000	200,000
IN085	61.287	108,170	651,325	0,000	117.900,000
Taxa de investimento - água	63.165	1.720,134	7.168,461	-70.477,850	540.850,900
Taxa de investimento - esgoto	62.571	1.829,119	9.826,728	-6.436,145	635.559,600
Taxa de investimento - outros	62.383	456,657	11.271,700	-391,541	1.972.691,000
PIB pré-tratamento	9.101	23,438	30,394	-3,472	1.411,413
População pré-tratamento	96.372	27.838,200	108.661,400	652,000	6.747.815,000
Tratados	30				
Controle	5.260				

Fonte: Elaboração própria.

TABELA A 3 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA – AMOSTRA: PSP COMPLETA

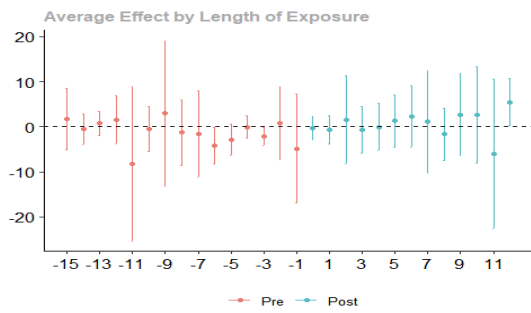
VARIÁVEL	OBSERVAÇÕES	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
IN023	70.546	91,632	17,017	0,000	100,000
IN055	70.588	66,374	24,907	0,000	100,000
IN015	24.495	57,148	34,244	0,000	2.539,750
IN076	65.961	13,049	34,456	-4,290	1.772,220
IN080	63.095	232,923	1.869,703	0,000	100.000,000
IN084	5.939	3,927	12,808	0,000	200,000
IN085	60.831	108,187	653,751	0,000	117.900,000
Taxa de investimento - água	62.608	1.729,950	7.812,096	-70.477,850	749.077,800

VARIÁVEL	OBSERVAÇÕES	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
Taxa de investimento - esgoto	6.198	1.802,954	9.826,770	-6.436,145	635.559,600
Taxa de investimento - outros	61.829	455,813	11.328,390	-391,541	1.972.691,000
PIB pré-tratamento	90.525	23,211	29,685	-3,472	1411,413
População pré-tratamento	95.855	25.911,980	82.306,340	652,000	3.015.268,000
Tratados	63				
Controle	5.202				

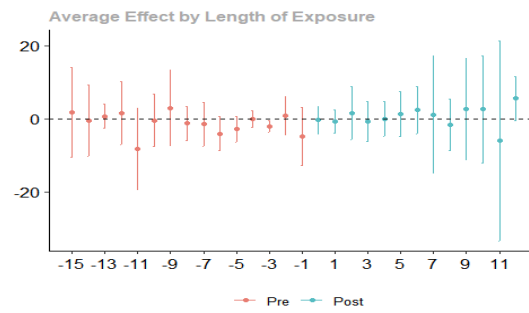
Fonte: Elaboração própria.



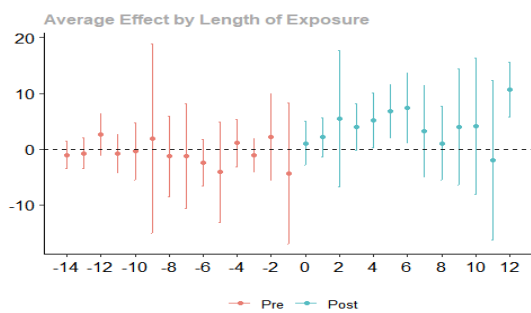
FIGURA A 1 – ESTUDO DE EVENTO – PSP ESGOTO IN015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO



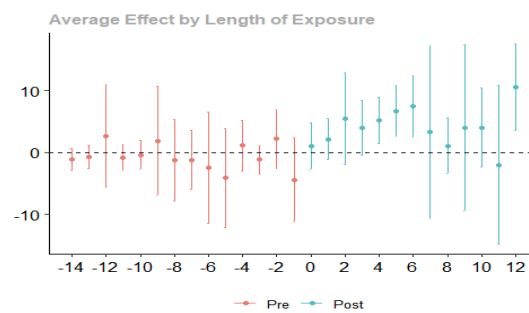
(1)



(2)



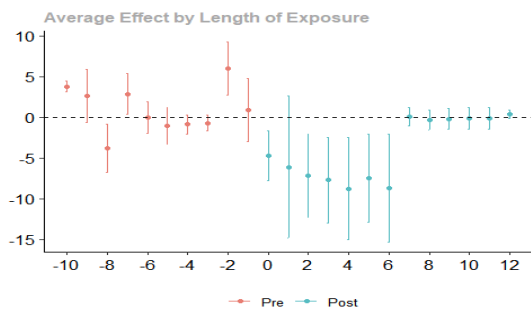
(3)



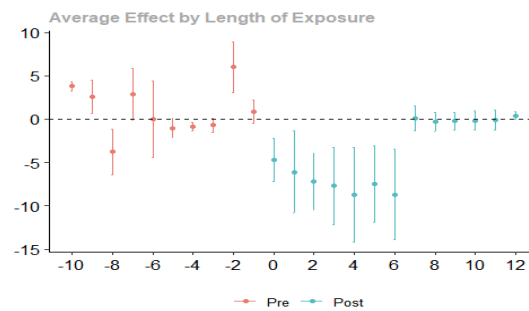
(4)

Fonte: Elaboração própria.

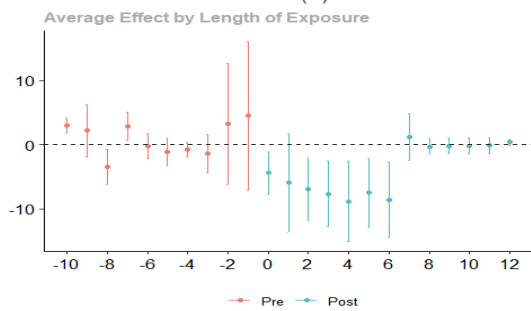
FIGURA A 2 – ESTUDO DE EVENTO PSP ESGOTO IN084 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS FORA DO PADRÃO



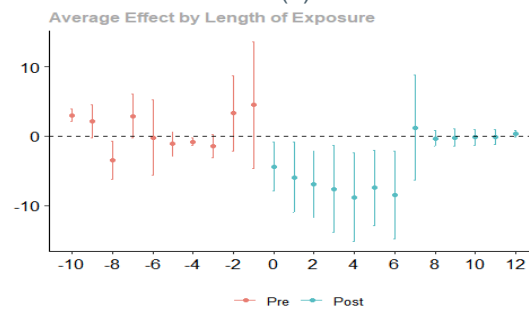
(1)



(2)



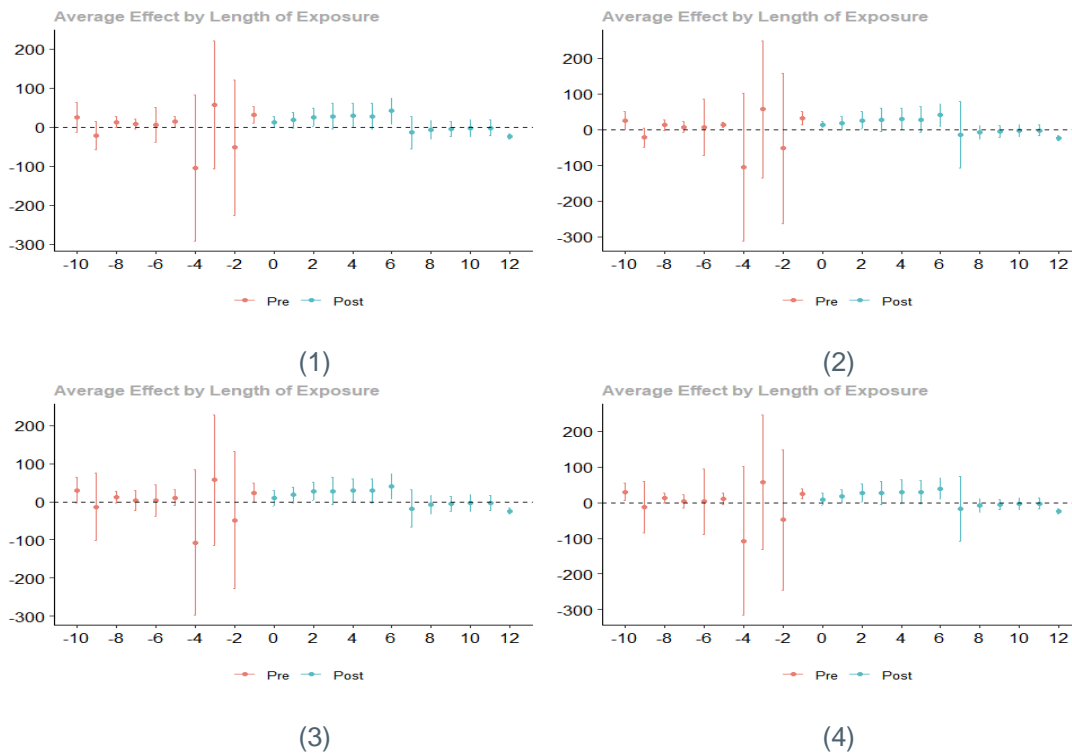
(3)



(4)

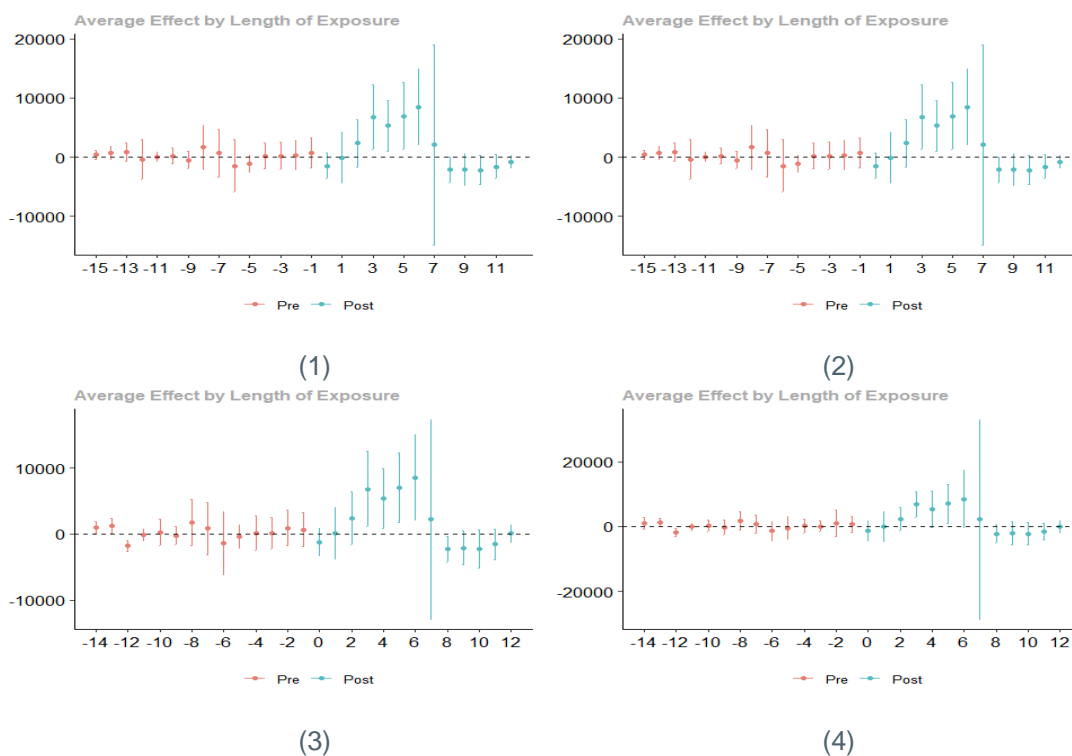
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 3 – ESTUDO DE EVENTO PSP ESGOTO IN085 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - COLIFORMES TOTAIS



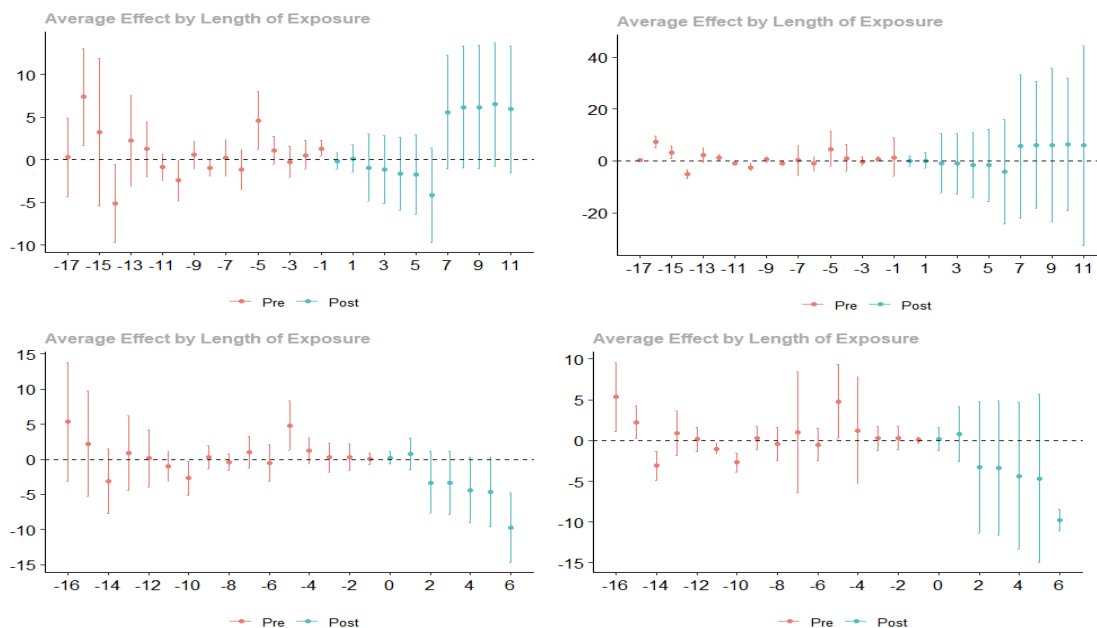
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 4 – ESTUDO DE EVENTO PSP ESGOTO TAXA DE INVESTIMENTO REALIZADO EM ESGOTAMENTO SANITÁRIO PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS



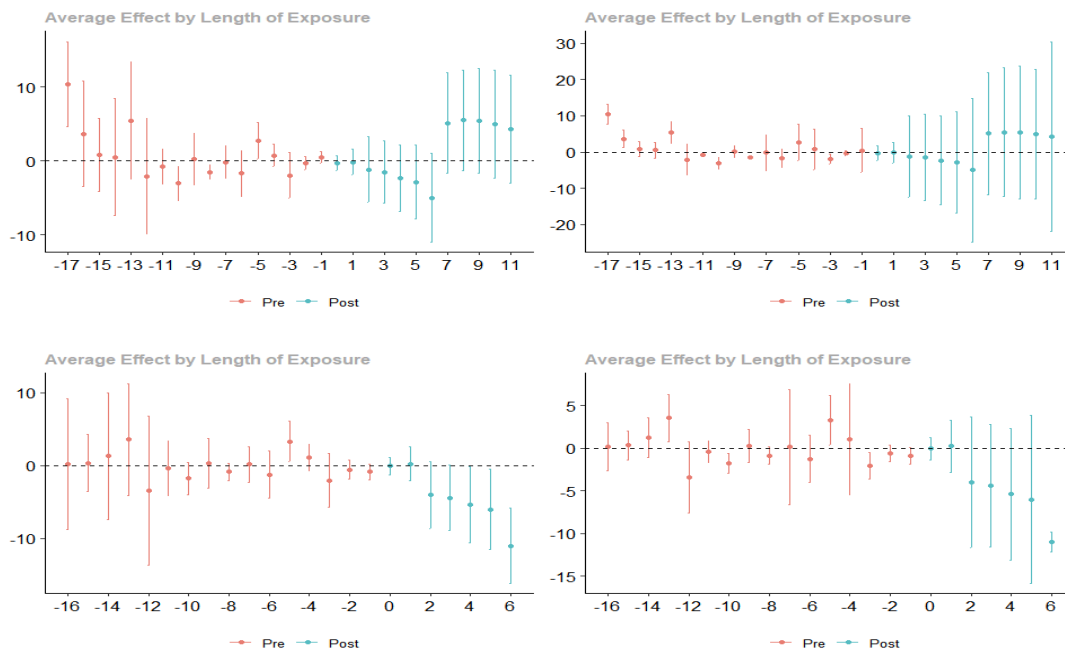
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 5 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA IN023 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ÁGUA



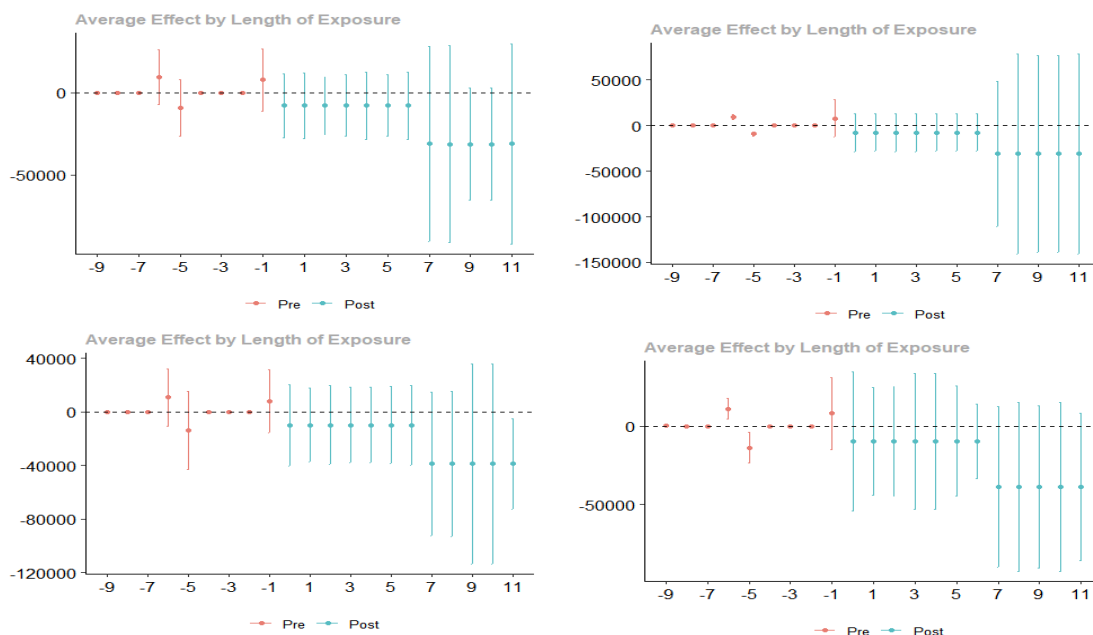
Fonte: Elaboração própria,

FIGURA A 6 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA IN055 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA



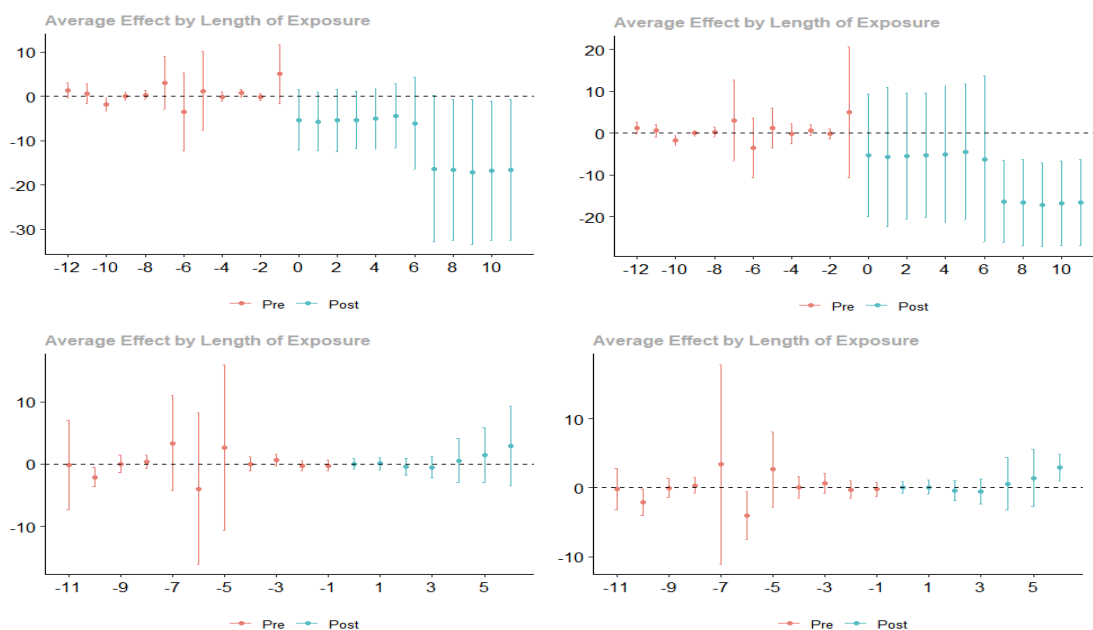
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 7 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA IN057 - ÍNDICE DE FLUORETAÇÃO DE ÁGUA



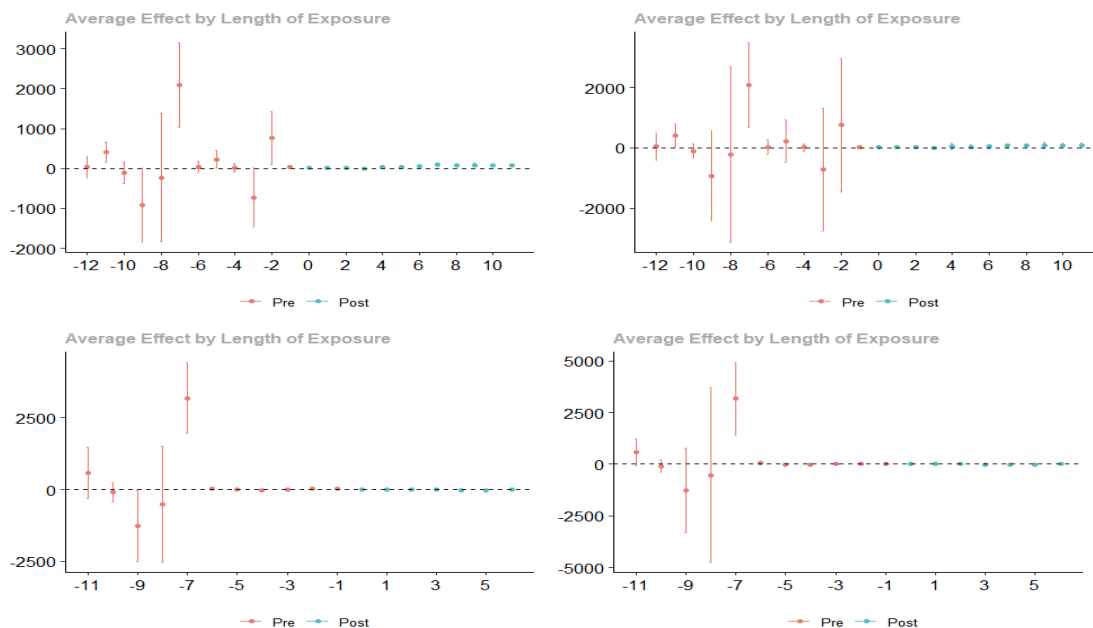
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 8 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA IN076 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ FORA DO PADRÃO



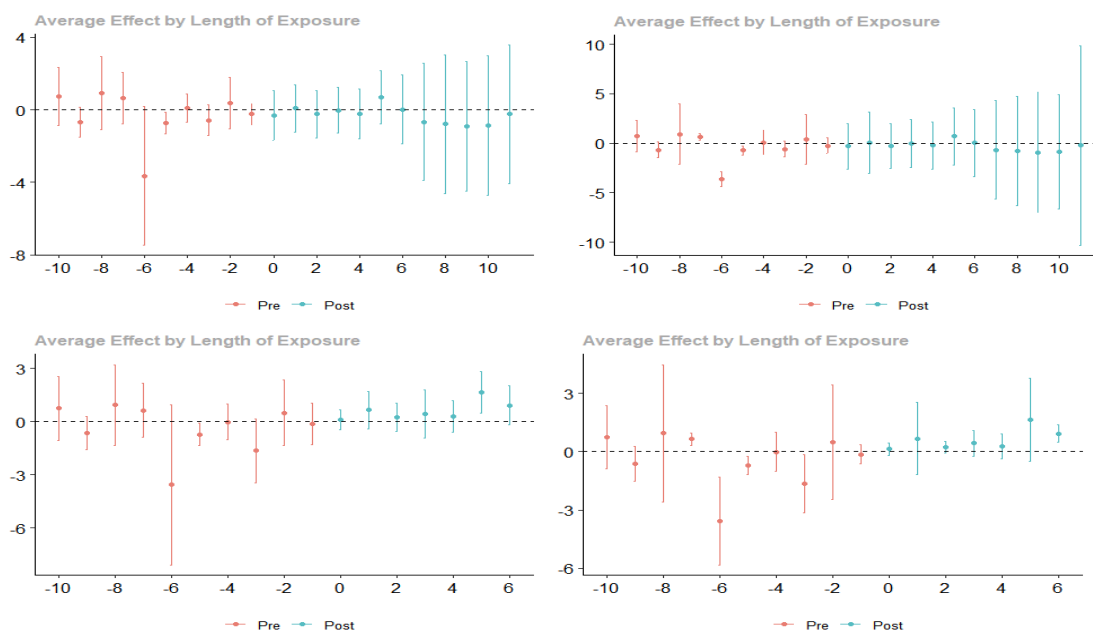
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 9 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA IN080 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - TURBIDEZ



Fonte: Elaboração própria.

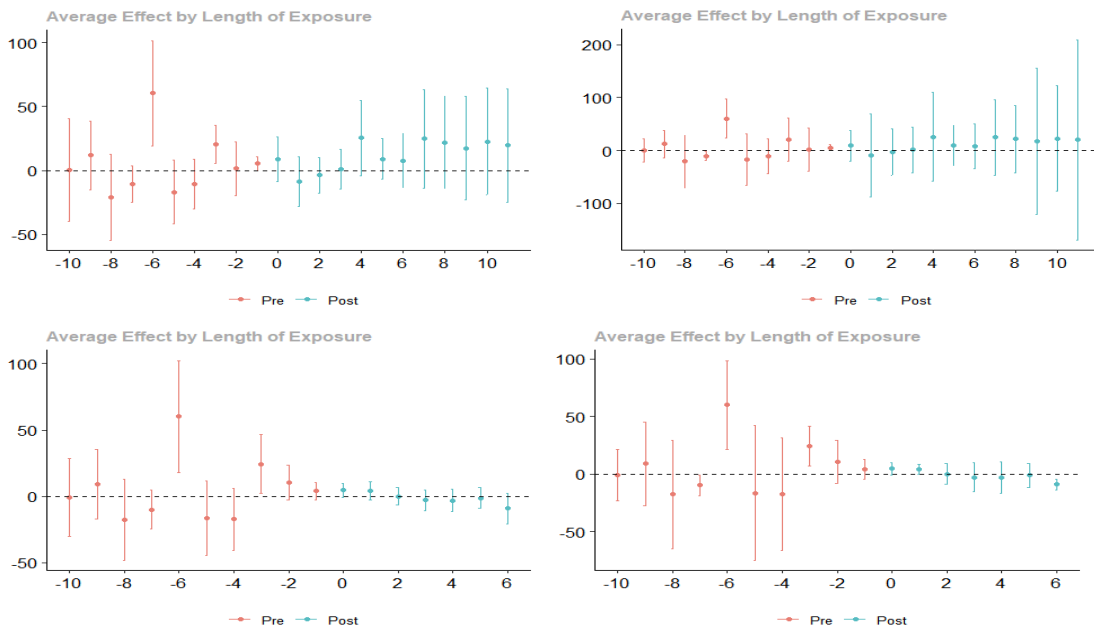
FIGURA A 10 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA IN084 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS FORA DO PADRÃO



Fonte: Elaboração própria.

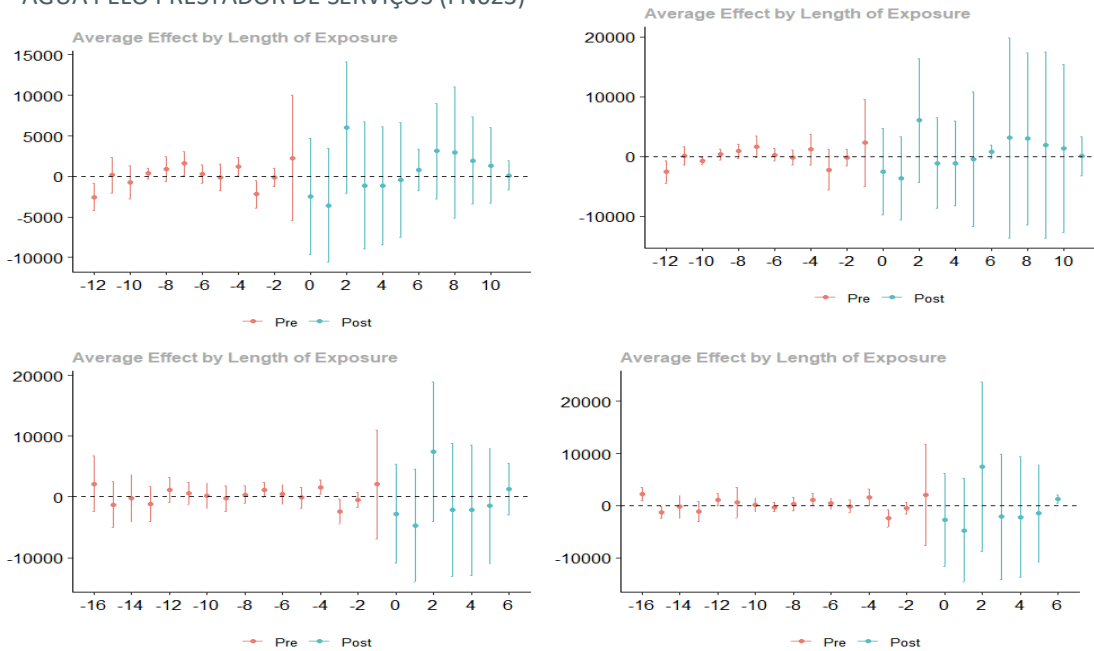


FIGURA A 11 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA IN085 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - COLIFORMES TOTAIS



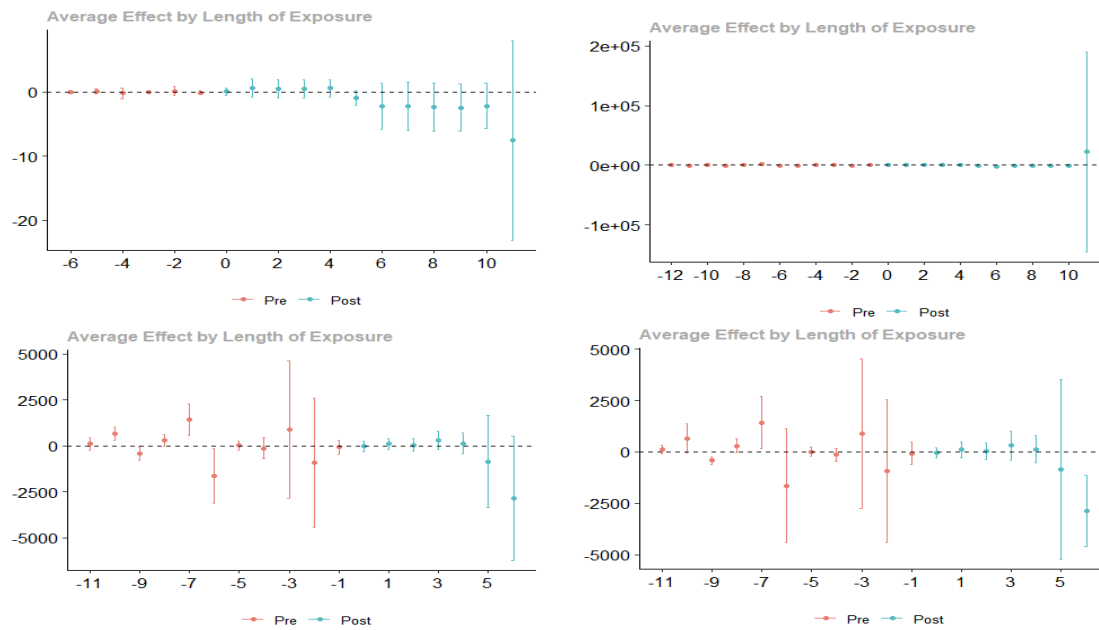
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 12 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA - TAXA DE INVESTIMENTO REALIZADO EM ABASTECIMENTO DE ÁGUA PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS (FN023)



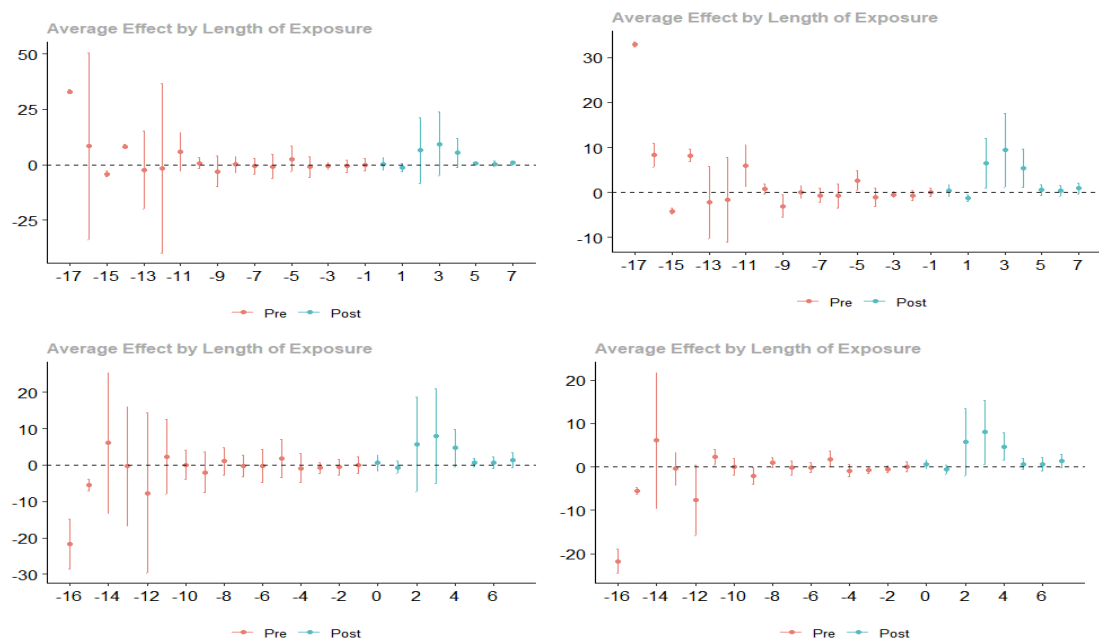
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 13 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA - TAXA DE OUTROS INVESTIMENTOS REALIZADOS PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS (FN025)



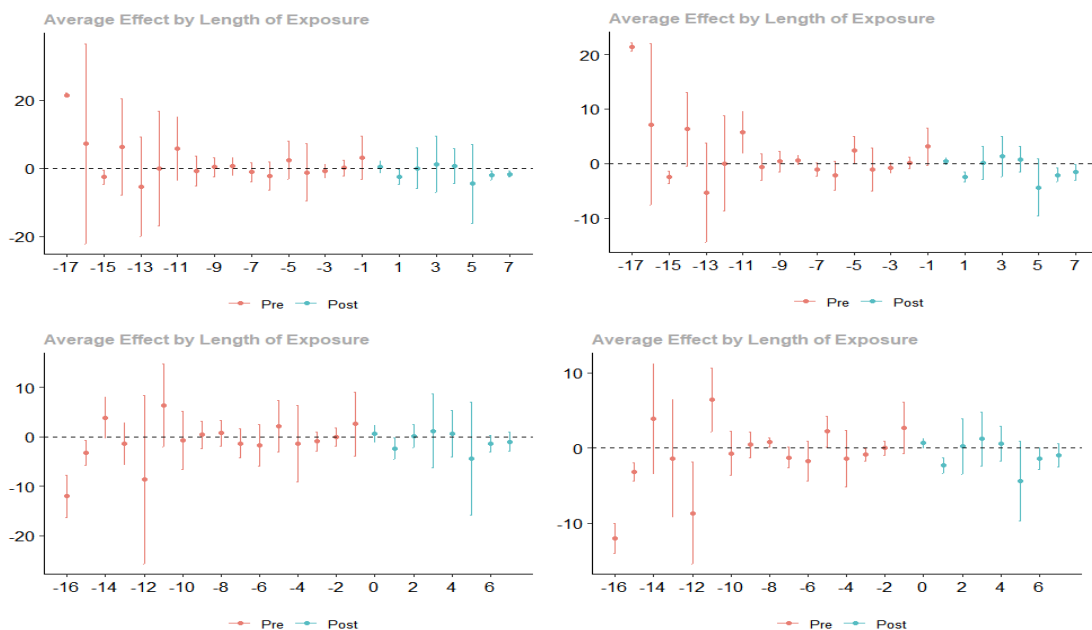
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 14 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA - IN023 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ÁGUA



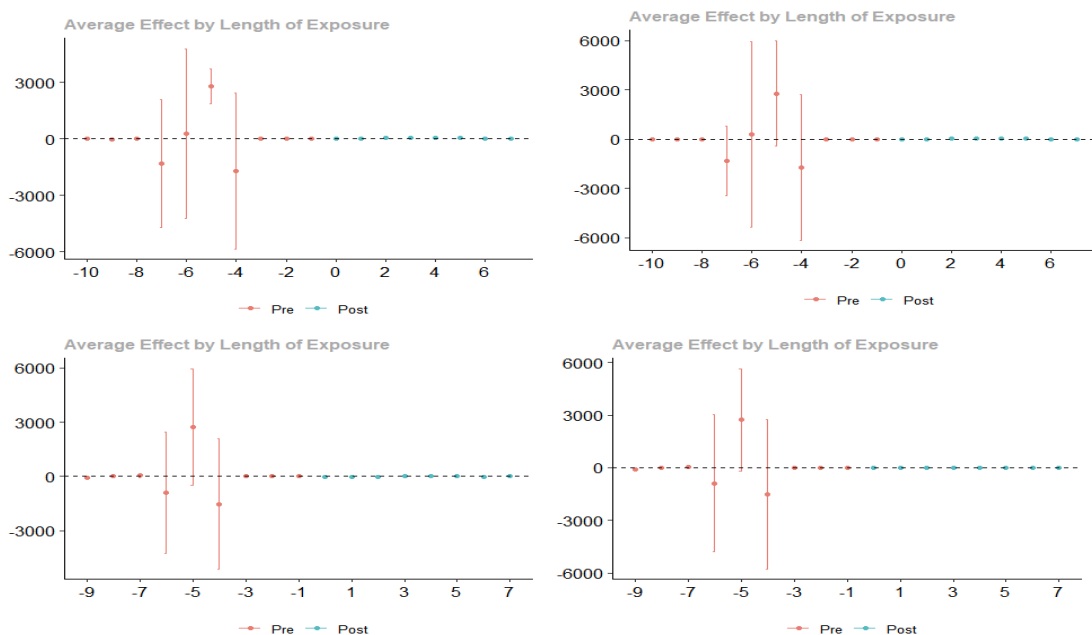
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 15 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA - IN055 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA



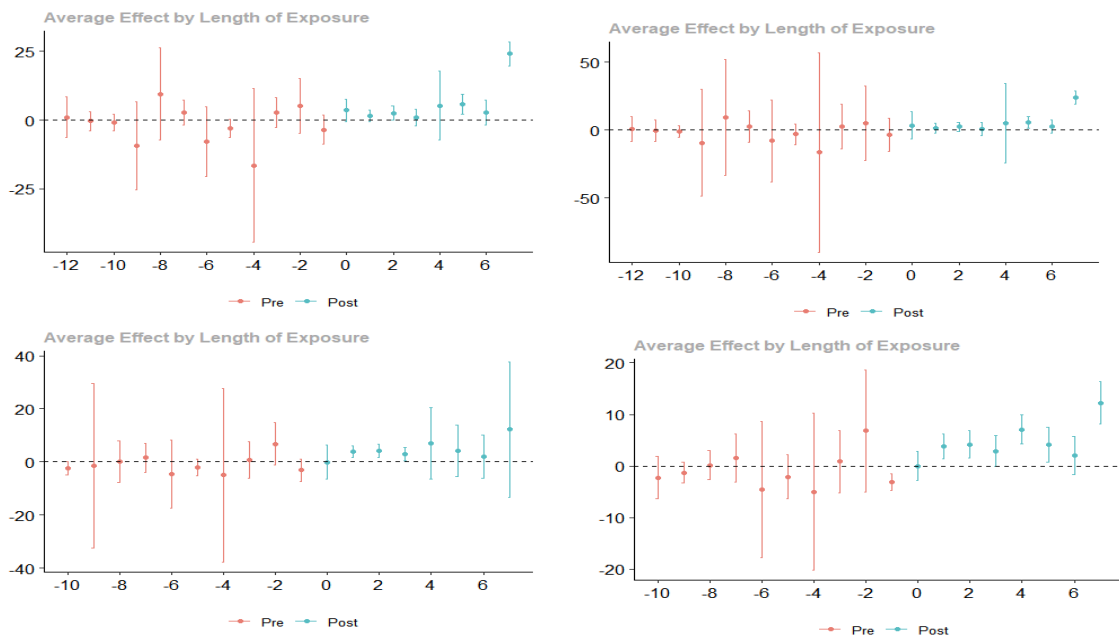
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 16 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA IN057 - ÍNDICE DE FLUORETAÇÃO DE ÁGUA



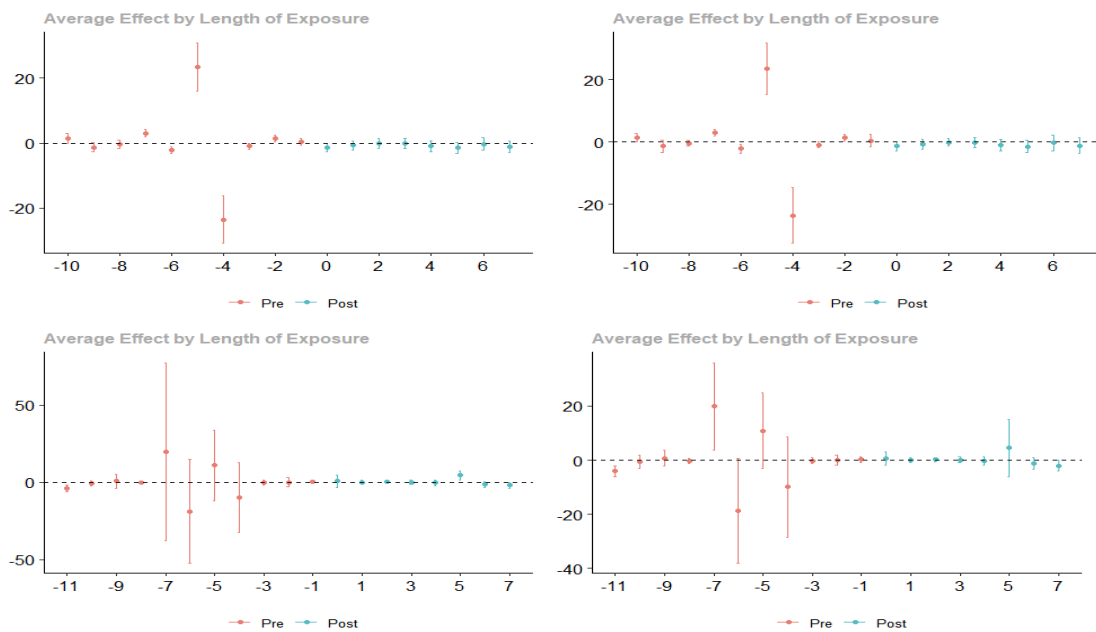
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 17 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA IN015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO



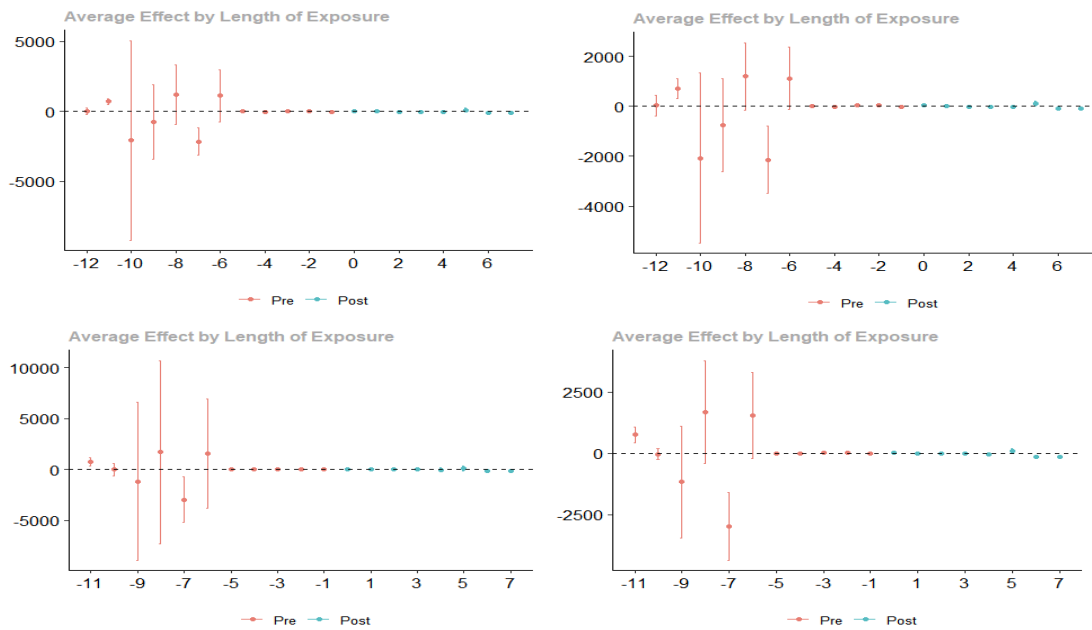
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 18 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA IN076 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ FORA DO PADRÃO



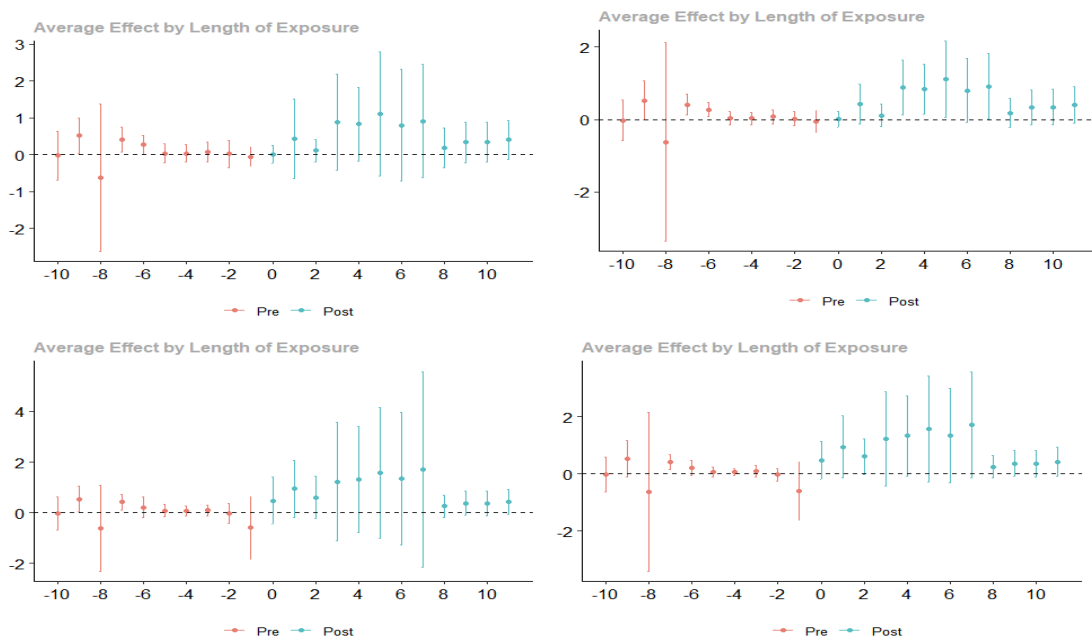
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 19 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA IN080 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - TURBIDEZ



Fonte: Elaboração própria.

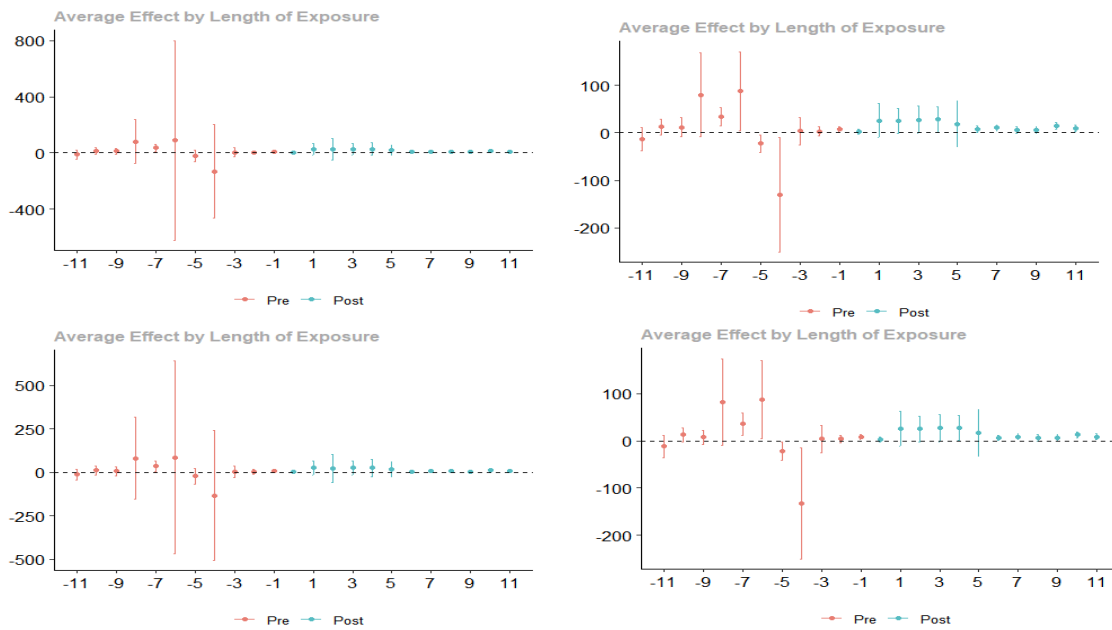
FIGURA A 20 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA IN084 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS FORA DO PADRÃO



Fonte: Elaboração própria.

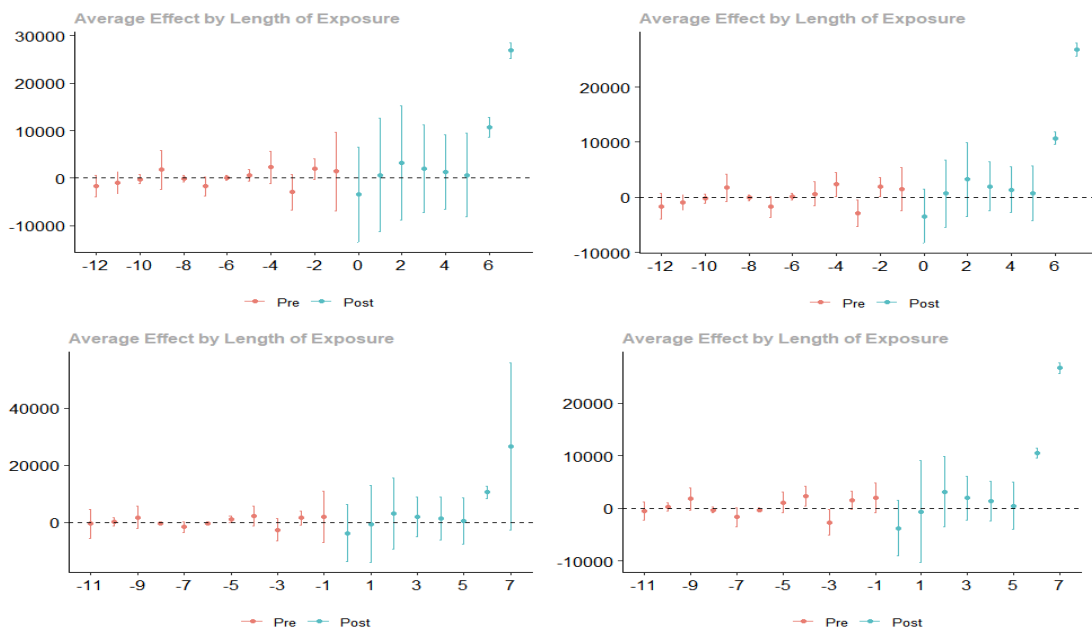


FIGURA A 21 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA IN085 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - COLIFORMES TOTAIS



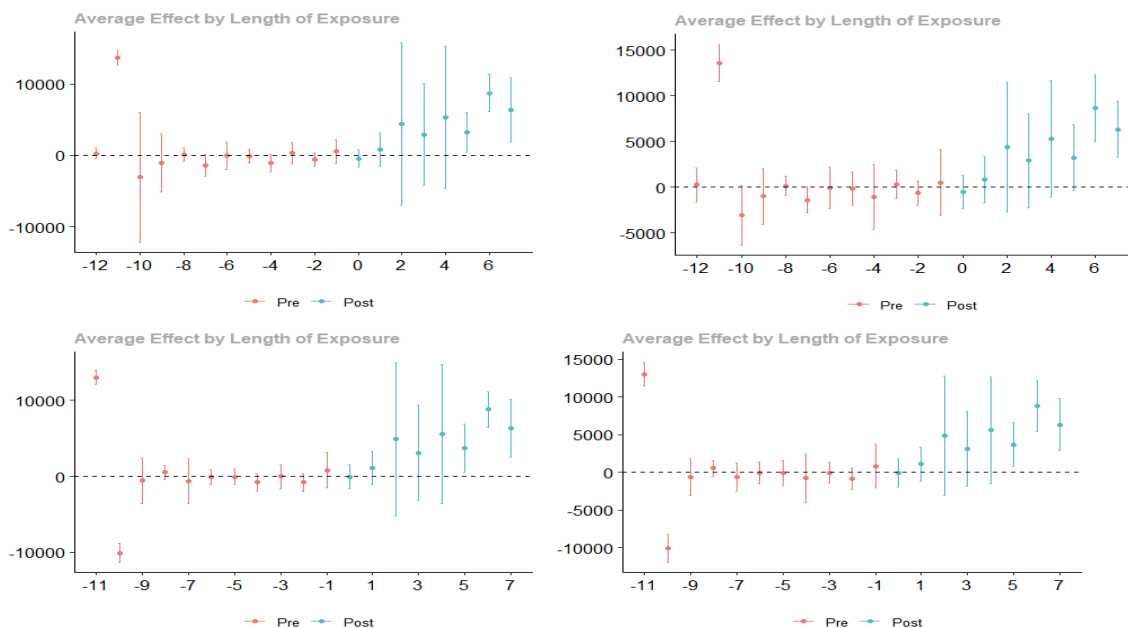
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 22 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA TAXA DE INVESTIMENTO REALIZADO EM ABASTECIMENTO DE ÁGUA PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS



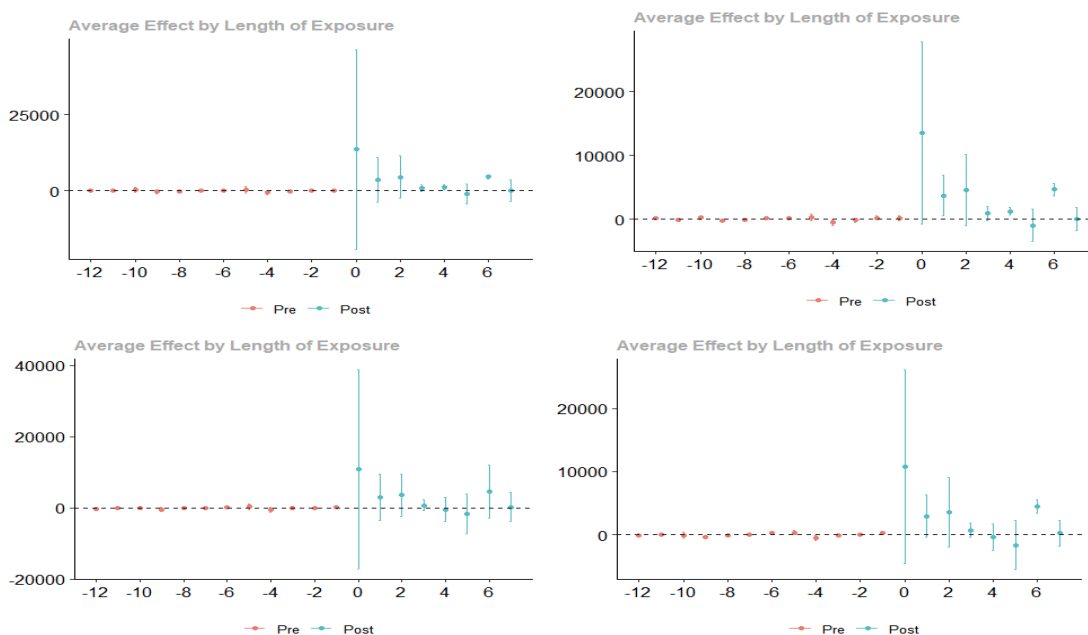
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 23 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA TAXA DE INVESTIMENTO REALIZADO EM ESGOTAMENTO SANITÁRIO PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS



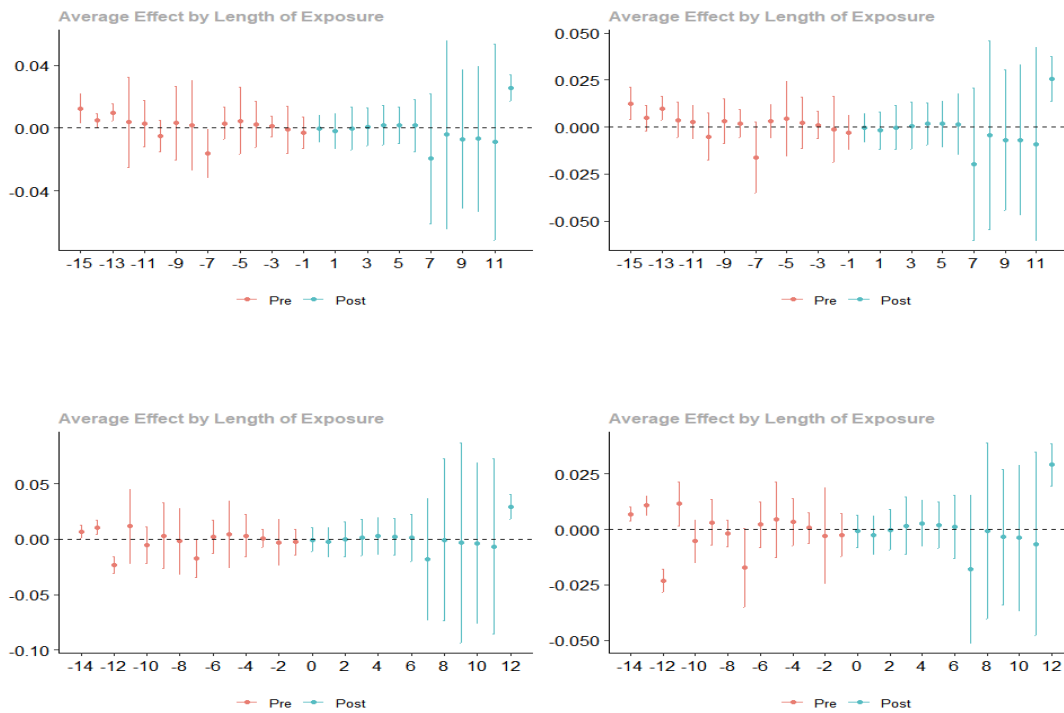
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 24 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA TAXA DE OUTROS INVESTIMENTOS REALIZADOS PELO PRESTADOR DE SERVIÇOS



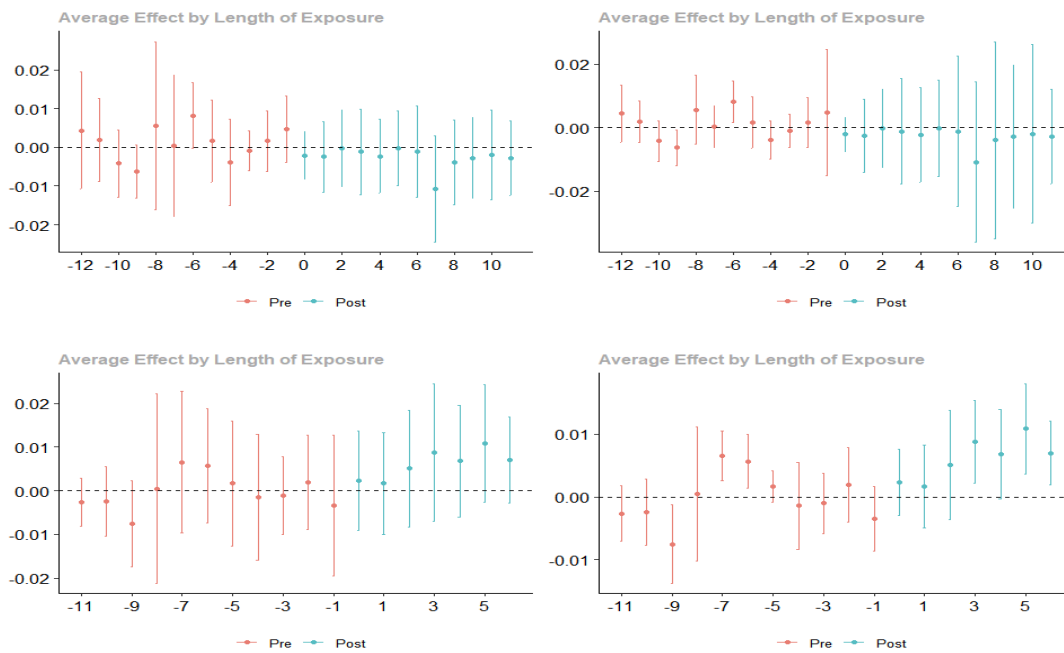
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 25 – ESTUDO DE EVENTO PSP ESGOTO NAS NOTIFICAÇÕES DE DOENÇAS RELACIONADAS A FALTA DE SANEAMENTO



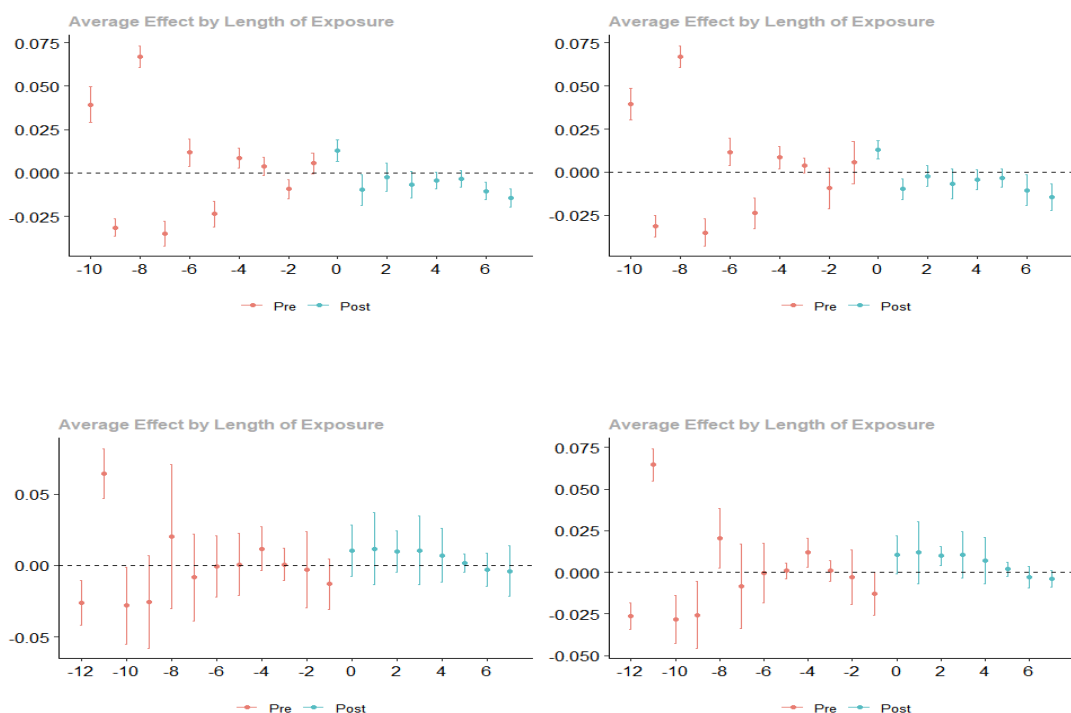
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 26 – ESTUDO DE EVENTO PSP ÁGUA NAS NOTIFICAÇÕES DE DOENÇAS RELACIONADAS A FALTA DE SANEAMENTO



Fonte: Elaboração própria.

FIGURA A 27 – ESTUDO DE EVENTO PSP COMPLETA NAS NOTIFICAÇÕES DE DOENÇAS RELACIONADAS A FALTA DE SANEAMENTO



Fonte: Elaboração própria.

## APÊNDICE B: TABELAS

### TABELAS

TABELA B 1 – CÓDIGO SNIS

IN015 - Índice de coleta de esgoto		
Cálculo	Informações Necessárias	Unidade
$\frac{ES005}{AG010 - AG019} * 100$	AG010: Volume de água consumido AG019: Volume de água tratada exportado ES005: Volume de esgotos coletado	%
IN023 - Índice de atendimento urbano de água		
Cálculo	Informações Necessárias	Unidade
$\frac{AG026}{GE06a} * 100$	AG026: População urbana atendida com abastecimento de água G06A: População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água POP_URB: População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE)	%
IN055 - Índice de atendimento total de água		
Cálculo	Informações Necessárias	Unidade
$\frac{AG001}{GE12a} * 100$	AG001: População total atendida com abastecimento de água G12A: População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE POP_TOT: População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE)	%
IN057 - Índice de fluoretação de água		
Cálculo	Informações Necessárias	Unidade
$\frac{AG027}{AG006 + AG018} * 100$	AG006: Volume de água produzido AG018: Volume de água tratada importado	%

	AG027: Volume de água fluoretada	
IN076 - Incidência das análises de turbidez fora do padrão		
Cálculo	Informações Necessárias	Unidade
$\frac{QD009}{QD008} * 100$	QD008: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas) QD009: Quantidade de amostras para turbidez fora do padrão	%
IN080 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez		
Cálculo	Informações Necessárias	Unidade
$\frac{QD008}{QD019} * 100$	QD008: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas) QD019: Quantidade mínima de amostras para turbidez (obrigatórias)	%
IN084 - Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão		
Cálculo	Informações Necessárias	Unidade
$\frac{QD027}{QD026} * 100$	QD026: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisadas) QD027: Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão	%
IN085 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais		
Cálculo	Informações Necessárias	Unidade
$\frac{QD026}{QD028} * 100$	QD026: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisadas) QD028: Quantidade mínima de amostras para coliformes totais (obrigatórias)	%
FN023 - Investimento realizado em abastecimento de água pelo prestador de serviços investimento realizado em abastecimento de água pelo prestador de serviços:		
Valor do investimento realizado no ano de referência, diretamente ou por meio de contratos celebrados pelo próprio prestador de serviços, em equipamentos e instalações incorporados ao(s) sistema(s) de abastecimento de água, contabilizado em Obras em Andamento, no Ativo Imobilizado ou no Ativo Intangível. Unidade: R\$/ano.		
FN024 - Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços:		
Valor do investimento realizado no ano de referência, diretamente ou por meio de contratos celebrados pelo próprio prestador de serviços, em equipamentos e instalações incorporados ao(s) sistema(s) de esgotamento sanitário, contabilizado em Obras em Andamento, no Ativo Imobilizado ou no Ativo Intangível. Unidade: R\$/ano.		
FN025 - Outros investimentos realizados pelo prestador de serviços:		
Valor do investimento realizado no ano de referência, diretamente ou por meio de contratos celebrados pelo próprio prestador de serviços, em aquisição de bens de uso geral, equipamentos e instalações, não contabilizado nos investimentos realizados em abastecimento de água ou em esgotamento sanitário. Considerar também investimentos contabilizados no Ativo Diferido. Unidade: R\$/ano.		




RELATÓRIO DO PRODUTO P8 | ESTUDO SANEAMENTO

JOF 2845/2021 | PNUD Projeto BRA/18/023

**SETE ESTUDOS DE CASO DE  
AVALIAÇÕES *EX POST* DE PROJETOS  
DE INVESTIMENTO EM  
INFRAESTRUTURA**


**CONTATO PEZCO ECONOMICS**

---

 Alameda Santos, 1293 • 6º andar • Cj. 61  
Jardim Paulista • São Paulo | SP

 + 55 11 3582-5509

 [economics@pezco.com.br](mailto:economics@pezco.com.br)

 [www.pezco.com.br](http://www.pezco.com.br)