



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

COSMO HUGO DA SILVA

**ANÁLISE DO IMPACTO DA TAXAÇÃO DO SERVIÇO DE
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

JOÃO PESSOA - PB

2024

COSMO HUGO DA SILVA

**ANÁLISE DO IMPACTO DA TAXAÇÃO DO SERVIÇO DE
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Jevuks Matheus de Araújo
Coorientador: Pof. Dr. Antônio Vinicius Barros Barbosa

João Pessoa, PB

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586a Silva, Cosmo Hugo da.

Análise do impacto da taxaço do serviço de manejo de resíduos sólidos / Cosmo Hugo da Silva. - João Pessoa, 2024.

63 f. : il.

Orientação: Jevuks Matheus de Araújo.

Coorientação: Antônio Vinicius Barros Barbosa.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCSA.

1. Resíduos sólidos. 2. Saneamento básico. 3. Sustentabilidade econômica. I. Araújo, Jevuks Matheus de. II. Barbosa, Antônio Vinicius Barros. III. Título.

UFPB/BC

CDU 628.4(043)



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Economia

Campus Universitário I – Cidade Universitária – CEP 58.059-900 – João Pessoa – Paraíba
Tel: (83) 3216-7462 – <https://sineia.ufpb.br/sineia/vp/tilic/programa/portal.js?id=1676> – E-mail: ppge.econ@ufpb.br

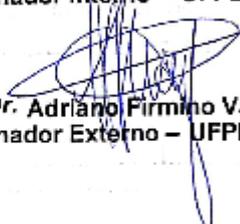
C E R T I D ã O

Certificamos para os devidos fins que **Cosmo Hugo da Silva** defendeu sua dissertação intitulada: **“ANÁLISE DO IMPACTO DA TAXAÇÃO DO SERVIÇO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS”** junto a este Programa de Pós-Graduação em Economia da UFPB, no dia 26 de fevereiro de 2024, obtendo o conceito **APROVADO**, tendo a banca examinadora sido formada pelos professores:


Prof. Dr. Jevuks Matheus de Araújo
Orientador – UFPB


Prof. Dr. Antônio Vinícius Barros Barbosa
Coorientador – UFPB


Prof. Dr. Wallace Patrick Santos de Farias Souza
Examinador Interno – UFPB


Prof. Dr. Adriano Firmino Valdevino de Araújo
Examinador Externo – UFPB

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia

João Pessoa, 26 de fevereiro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, os momentos de oração foram fundamentais para me dar forças para seguir em frente. Deus seja louvado e a ele toda glória. Queria agradecer a minha família, a luz da minha vida, que desde sempre me apoiou nos meus estudos acreditando na minha capacidade. Agradeço também a minha namorada Rayanne pela sua companhia, me arrancando sorrisos até nos momentos mais complicados e a minha amiga Carol que foi fundamental para a minha adaptação na cidade de João Pessoa.

Dedico este parágrafo aos meus amigos com os quais tive a honra de dividir as salas de aula do CCSA, Natalia, Arão, Clédia, Eliana, Dieu, Mysael, Malúia, Marielly, Sarah e Gleydson, ótimos alunos e acima de tudo companheiros, tenho certeza que todos serão excelentes profissionais.

Agradeço ao meu orientador, o professor Jevuks por todo apoio não só na dissertação, mas no curso como um todo, sua ajuda e colaboração foram fundamentais para eu chegar até aqui, o tratamento deste com os alunos de todo curso, sendo um amigo em vários momentos, é fundamental para o sucesso do PPGE. Agradeço também ao Professor Vinícius, o meu coorientador, sobretudo na ajuda oferecida com o software estatístico R e ao professor Wallace pela ajuda ao longo do mestrado.

Por fim à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

RESUMO

O adequado manejo de resíduos sólidos vem se tornando uma pauta importante da sociedade devido ao considerável aumento na geração de lixo nas últimas décadas, fruto sobretudo de mudanças no perfil de consumo da população. No Brasil, este assunto vem ganhando bastante destaque devido às recentes legislações e políticas públicas implementadas no setor, estas têm em linhas gerais os objetivos de modernizar a gestão e universalizar a prestação do serviço. No ano de 2020 especificamente foi aprovada a Lei n.º 14.026, que atualizou o marco legal do saneamento básico no Brasil. Entre as principais mudanças propostas pela lei está a imposição de instrumentos de cobrança por parte dos municípios pela prestação do serviço de manejo de resíduos sólidos, sendo estes sujeitos a penalidades legais caso haja o descumprimento. A Agência Nacional de Águas e Saneamento, órgão responsável pela regulação do setor, explicitou que a sustentabilidade financeira trazida pela aplicação da taxa traz impactos positivos na qualidade dos serviços prestados e consequentemente na saúde pública como um todo, através por exemplo da menor proliferação de doenças. Dentro deste contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar se as cidades que optaram pela implementação do mecanismo entre os anos de 2010 e 2018 passaram a apresentar uma menor incidência de enfermidades de veiculação hídrica, aquelas causadas pelo contato ou ingestão de água contaminada. Os dados foram retirados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento e do Departamento de informática do Sistema Único de Saúde. A estrutura de dados em painel, com municípios decidindo pela implementação de mecanismos de cobrança em diferentes períodos de tempo nos permitiu utilizar o estimador proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). O método é um aperfeiçoamento do modelo de diferenças em diferenças tradicional e nos permite verificar o efeito do tratamento em questão sobre diferentes prismas de agrupamento. Os resultados encontrados não indicaram um efeito significativo estatisticamente da implementação da cobrança na incidência das enfermidades estudadas. Verificando atentamente os dados, observou-se que os municípios têm uma grande dificuldade de arrecadação, com os recursos obtidos com a implementação de tal mecanismo sendo responsáveis por arcar somente com uma pequena porcentagem dos gastos totais. Outra consequência deste fato foi observada claramente através da análise de indicadores de qualidade do serviço, onde foram encontrados resultados estatisticamente significantes para a melhoria após a cobrança em pontos que requerem uma baixa magnitude de recursos, como por exemplo a instalação de pontos de coleta seletiva. Assim o estudo concluiu que o mecanismo de taxação no setor não vem conseguindo obter êxito nos seus objetivos devido sobretudo a problemas de execução.

Palavras-chave: Saneamento; Sustentabilidade econômica; Enfermidades.

ABSTRACT

The appropriate management of solid waste has become an important issue for society due to the specific increase in waste generation in recent decades, mainly as a result of changes in the population's consumption profile. In Brazil, this issue has gained considerable attention due to recent legislation and innovative public policies in the sector, which generally aim to modernize management and universalize service provision. In 2020, Law No. 14,026 was specifically approved, which updated the legal framework for basic sanitation in Brazil. Among the main changes proposed by the law is the imposition of charging instruments on the part of municipalities for the provision of water management services. solid waste, which is subject to legal decisions if there is non-compliance. The National Water and Sanitation Agency, the body responsible for regulating the sector, explained that the financial sustainability brought by the application of the fee has positive impacts on the quality of services provided and consequently on public health as a whole, through, for example, less negotiation of diseases. . Within this context, the objective of the present study was to verify whether the cities that opted to implement the mechanism between 2010 and 2018 started to present a lower incidence of water-borne illnesses, caused by contact or ingestion of contaminated water. The data were taken from the Brazilian Institute of Geography and Statistics, the National Sanitation Information System and the Information Technology Department of the Unified Health System. The panel data structure, with municipalities deciding to implement charging mechanisms in different periods of time allowed us to use the estimator proposed by Callaway and Sant'Anna (2021). The method is an improvement on the traditional difference-in-differences model and allows us to verify the effect of the treatment in question under different grouping perspectives. The results found did not indicate a statistically significant effect of improving billing on the incidence of the diseases studied. Carefully checking the data, it was observed that municipalities have great difficulty in collecting revenue, with the resources obtained from the implementation of such a mechanism being responsible for only covering a small percentage of total expenses. Another consequence of this fact was clearly observed through the analysis of service quality indicators, where statistically significant results were found for improvement after charging at points that require a low magnitude of resources, such as the installation of selective collection points. Thus, the study concluded that the taxation mechanism in the sector has not been able to achieve its objectives due mainly to implementation problems

Keywords: Sanitation; Economic sustainability; Illnesses.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proporção da população atendida com serviços de saneamento no ano de 2019.....	15
Tabela 2 - Percentual de Cidades com Cobrança pelo Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos por Região -2019	19
Tabela 3 - Estatística Descritiva	32
Tabela 4 -Estatística descritiva de acordo com a implementação da Cobrança pelo Serviço de RSU..	33
Tabela 5 - Efeitos agregados sobre os municípios tratados – Resíduos sólidos	38
Tabela 6 - Efeitos agregados sobre municípios tratados - Municípios sem PMGIRS e Sem o aporte de recurso federais para o setor.....	42
Tabela 7 - Efeitos agregados sobre os municípios tratados – Saúde	43
Tabela 8 - Efeitos agregados sobre os municípios tratados – Grupo de Controle: ainda não tratados - Saúde	49
Tabela 9 - Efeitos agregados sobre os municípios Tratados - Placebo.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das Variáveis	25
Quadro 2 - Descrição das enfermidades utilizadas	26

LISTA DE PAINÉIS

Painel 1 - Evolução de variáveis selecionadas – Resíduos sólidos	34
Painel 2 - Evolução de variáveis selecionadas – Saúde	36
Painel 3 - Efeitos Dinâmico sobre os municípios tratados – Resíduos sólidos	39
Painel 4 - Efeito Calendário sobre os municípios tratados – Resíduos sólidos.....	40
Painel 5 - Efeito de Grupo sobre os municípios tratados – Resíduos sólidos	41
Painel 6 -Efeito Dinâmico sobre os municípios tratados – Saúde.....	44
Painel 7 - Efeito Calendário sobre os municípios tratados – Saúde.....	45
Painel 8 - Efeito de Grupo sobre os municípios tratados – Saúde.....	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de Municípios com Autossustentabilidade na prestação do serviço de RSU por ano	52
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL	14
2.2 O MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA LEI N.º 14.026/2020	16
2.3 REGIÃO SUL E A TAXA DO LIXO.....	18
2.4 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS.....	19
3. METODOLOGIA	24
3.1 FONTE DOS DADOS E DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	24
3.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA.....	27
3.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA	31
4. RESULTADOS.....	37
4.1 ESTIMAÇÕES PARA VARIÁVEIS DE RESÍDUOS SÓLIDOS	37
4.2 ESTIMAÇÕES PARA VARIÁVEIS DE SAÚDE.....	42
4.3 TESTES DE ROBUSTEZ	49
4.4 ANÁLISE DISCURSIVA	51
5. CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICES.....	59

1. INTRODUÇÃO

O acesso aos serviços de saneamento básico é um elemento fundamental para propiciar uma melhor qualidade de vida a toda a população, possibilitando a preservação do meio ambiente e a diminuição da propagação de doenças, por exemplo. O saneamento é um direito garantido pela constituição federal e é dividido em quatro eixos fundamentais: drenagem e manejo de águas pluviais, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos (DE OLIVEIRA, L. L, et al. 2019).

O Brasil vem enfrentando um grande desafio no que se refere à gestão adequada de resíduos sólidos urbanos (RSU). As mudanças sociocomportamentais nos hábitos de consumo das pessoas, tal como o crescente número de compras de produtos descartáveis, deram início a um aumento considerável da geração de resíduos, principalmente nos grandes centros urbanos. Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020), a geração de resíduos no país saltou de 66,7 milhões de toneladas em 2010 para 79,1 milhões em 2019, tendo cada brasileiro produzido em média, no ano de 2019, mais de um quilo de lixo por dia.

Devido a estes fatores elencados, o debate sobre a gestão de resíduos ganhou grande proporção nas últimas décadas no Brasil. Em 2010, houve a aprovação da Lei n.º 12.305/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a legislação tinha o objetivo de modernizar a gestão de resíduos, tendo como foco a redução e destinação adequada destes. Dez anos depois, após um longo debate, foi aprovada a Lei n.º 14.026/2020, que atualizou o marco legal do saneamento básico, a legislação abriu espaço para uma maior participação do setor privado através da possibilidade da regionalização da prestação dos serviços de saneamento (CRUZ et al., 2021).

Naturalmente estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a eficácia destas legislações. Dias et al. (2019) e Okawara (2018) são dois grandes exemplos, ambos avaliam a PNRS, mas sob óticas distintas, o primeiro focando na prestação do serviço em si, trazendo como resultado da implementação da política uma melhoria em indicadores ligados à reciclagem. Já o segundo foca a análise do impacto da política na saúde, trazendo como resultado a diminuição da incidência de casos de leptospirose em cidades com até 11 mil habitantes. Cabe realçar que ambos os trabalhos trazem fortes questionamentos sobre a

efetividade da política, com os atores concluindo que esta esteve longe de cumprir os objetivos pretendidos inicialmente.

Neste contexto, o estudo aqui elaborado tem como objetivo central verificar estritamente a eficácia da implementação de uma medida por parte dos municípios na gestão de resíduos sólidos: a imposição de mecanismo de cobrança pela prestação do serviço. A fundamentação principal para esta análise está na Lei n.º 14.026/2020, que impôs a obrigatoriedade da implementação da cobrança aos municípios, com a configuração de crime de responsabilidade fiscal aos que não aplicarem a legislação. A Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), órgão responsável pela regulação do setor, publicou posteriormente um manual de caráter orientativo sobre a aplicação da legislação, com o objetivo de auxiliar os gestores municipais. No documento o órgão explicita as razões pelas quais os municípios devem adotar o sistema de taxação, ressaltando que a sustentabilidade econômico-financeira proporcionará um aumento na qualidade do serviço de manejo de resíduos sólidos, o que por sua vez, trará benefícios à saúde pública, como a diminuição da incidência de doenças.

Desde o início do presente século, a região Sul do Brasil aparece como destaque na aplicação da cobrança, sendo disparada de acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre saneamento (SNIS), a que apresenta o maior percentual de municípios com a presença do mecanismo. Desse modo, o trabalho aqui elaborado utiliza como cenário de estudo essa região, fazendo um recorte populacional para os municípios de até 50 mil habitantes, faixa populacional onde está presente quase a totalidade das cidades que implementaram facultativamente a cobrança na década anterior a promulgação da lei. São acompanhadas dessa forma 663 cidades do sul do Brasil, durante o período de 2009 a 2019.

A principal variável de resposta do estudo, que será a nossa métrica para avaliar a eficácia da implementação da cobrança, será a incidência de enfermidades de veiculação hídrica nos municípios, aquelas causadas pela ingestão ou contato com água contaminada. Autores como Uhr et al. (2016) e Dasgupta (2004) atestam como o grau de acesso ao adequado serviço de manejo de resíduos sólidos está diretamente relacionado à proliferação destas doenças. A análise deste grupo de enfermidades se torna ainda mais adequada neste contexto no momento em que estudos recentes como o de Marteli et al. (2020) e Oliveira et al. (2022) indicam a região Sul como a de maior prevalência no Brasil de leptospirose, doença infecciosa febril aguda, que é transmitida a partir do contato de forma direta ou indireta com a urina de animais (principalmente ratos). Nossa hipótese principal é atestar se a implementação

da cobrança provoca melhorias no serviço estudado, provocando assim conseqüentemente a diminuição da incidência das enfermidades citadas.

Os dados utilizados são oriundos basicamente de três fontes, o Sistema Nacional de informações sobre saneamento (SNIS), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS). Como os municípios decidem pela implementação de mecanismos de cobrança em diferentes períodos, isso nos permite utilizar como estratégia empírica o estimador proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). O método é um aperfeiçoamento do modelo de diferenças em diferenças tradicional, tendo como grande vantagem o fato permitir a verificação de um conjunto de efeitos heterogêneos para o tratamento, levando em consideração fatores como: o tempo de exposição ao tratamento, o período que este se inicia e o efeito cumulativo do tratamento em todos os grupos até um período específico.

Desse modo, o presente trabalho traz o debate acerca da eficácia de uma legislação recém imposta como sua contribuição central. Devido ao fato de uma grande parcela dos municípios brasileiros, principalmente das regiões Norte e Nordeste, apresentarem resistência para a implementação do mecanismo, os resultados aqui encontrados poderão servir assim como um diagnóstico da efetividade deste, servindo como base para discussões que busquem a melhor forma de implementar tal medida nos municípios.

O trabalho encontra-se dividido em mais quatro capítulos, além de um apêndice e das referências explicitadas no final. Na primeira parte é realizada uma revisão bibliográfica, esta se encontrará dividida em tópicos que abordarão o histórico e a problemática da aplicação das políticas públicas e legislações de saneamento básico do Brasil. O capítulo abordará também evidências empíricas da relação entre saneamento básico e a proliferação de enfermidades, além da análise da eficácia das formas de financiamento dos serviços públicos e das políticas impostas para o setor de saneamento nos últimos anos no Brasil. No segundo capítulo, apresentamos os aspectos metodológicos da pesquisa, explicitando a fonte dos dados, a análise descritiva destes e a estratégia empírica a ser utilizada. No terceiro capítulo são apresentados os resultados juntamente com os testes de robustez e uma análise discursiva, por fim, no último capítulo, apresentamos as conclusões acerca de tudo que foi realizado.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

Assim como outros serviços ligados à área de infraestrutura, o saneamento básico é caracterizado por ter atributos que o definem como um monopólio natural, uma forma de organização de mercado que apresenta custos fixos de implementação elevados e custos variáveis de prestação do serviço baixos (TUROLLA; OHIRA, 2005). Peça chave para garantir uma melhor qualidade de vida para a população, o saneamento público no Brasil é um direito garantido pela constituição federal, sendo dividido em quatro eixos fundamentais: drenagem e manejo de águas pluviais, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos e (DE OLIVEIRA, L. L, et al. 2019).

A proporção da população brasileira com acesso aos serviços de saneamento básico cresceu consideravelmente nos últimos 50 anos, essa evolução se deu das mais diversas formas e por meios de diferentes óticas de políticas públicas. Até a década de 1990, as políticas voltadas para o setor tinham uma gestão extremamente centralizada no governo federal, principalmente no que diz respeito à obtenção de recursos e investimentos. Um grande exemplo disso é a implementação do PLANASA (Plano Nacional de Saneamento), projeto instituído durante o regime militar com foco no aumento da cobertura dos serviços, principalmente de água e esgoto. Gradativamente, a partir dos últimos anos do século passado, as políticas do setor alteraram o seu foco para o ganho de eficiência, e passaram a ter legalmente diretrizes mais abertas à participação do setor privado (COSTA et al., 2018).

Mesmo com a expansão da oferta dos serviços, a falta de acesso a saneamento básico ainda é um problema frequente na vida de milhares de brasileiros, principalmente nas regiões Norte e Nordeste e nas áreas rurais dos municípios. De acordo com Saiani e Toneto Júnior (2010), esta desigualdade é em certa medida explicada pela forma com que os investimentos foram realizados na área ao longo do tempo, estes ficaram concentrados em regiões mais urbanizadas e com índices de renda per capita mais altos. A probabilidade de acesso ao serviço esteve assim profundamente atrelada à possibilidade de retorno econômico, proporcionado pela existência de economias de escala e de densidade no setor.

Tabela 1 - Proporção da população atendida com serviços de saneamento no ano de 2019

Região	Abastecimento de água	Esgotamento Sanitário	Coleta de Resíduos sólidos
Norte	57,5 %	14 %	84,4 %
Nordeste	73,9 %	30,2 %	85,9 %
Centro Oeste	89,7 %	61,9 %	92,5 %
Sudeste	91,1 %	81,7 %	96,2 %
Sul	90,5 %	48,4 %	91,7 %
Brasil	83,7 %	55,8 %	92,1 %

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SNIS.

O debate sobre a provisão de serviços de saneamento básico vem ganhando bastante atenção da sociedade, sobretudo devido às políticas e legislações impostas nos últimos anos visando superar o déficit estrutural de acesso ao serviço no país. A primeira grande medida nesse sentido foi a Lei n.º 11.445/07 (BRASIL, 2007), que atualizou as diretrizes nacionais para o saneamento básico no país, modernizando principalmente o desenho de gestão do setor, que continha traços definidos em períodos longínquos. A referida lei discorreu, em seu artigo 52, sobre a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). O plano focava na universalização do acesso aos serviços do setor, contendo metas de curto, médio e longo prazo, tendo como horizonte final para o cumprimento dos objetivos o ano de 2033 (COSTA et al., 2018).

Em 2010, houve outra grande medida no setor: a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), considerada um marco regulatório para a gestão de resíduos no país. A política tinha como objetivo estabelecer planos e metas para uma prestação de um serviço mais abrangente e ambientalmente mais responsável, principalmente por meio do incentivo à reciclagem e da determinação da eliminação e disposição final adequada dos resíduos (JURAS, 2012).

Destaca-se, entre os mecanismos de aplicação da política, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). De acordo com a PNRS, cada município deveria estabelecer um projeto contendo estratégias para a realização de ações como: a organização de consórcios intermunicipais, a instalação de pontos de coleta seletiva, a realização de diagnósticos com o acompanhamento de indicadores de desempenho do setor, a promoção de ações educativas para a população, além de outras medidas fundamentais, como

a eliminação de lixões. Os municípios teriam o prazo de 2 anos para a elaboração do plano, ou passariam a não ter acesso aos recursos da União (OKAWARA, 2018).

Mais recentemente, no ano de 2020, ocorreu a aprovação da Lei Federal n.º 14.026/2020, que instituiu o novo marco legal do saneamento básico. Na legislação foram estabelecidas metas que preveem o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até o fim de 2033. Entre os principais pontos trazidos pelo texto está o fato de abrir espaço para uma maior participação do setor privado, através da possibilidade da regionalização da prestação dos serviços, além da atribuição de responsabilidade à ANA de instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos do setor (CRUZ et al., 2021).

2.2 O MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA LEI N.º 14.026/2020

As atividades ligadas ao serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos compreendem mais especificamente as seguintes atribuições: coleta, transbordo, transporte, triagem, tratamento e disposição final. A lei federal 14.026/2020 trouxe importantes modificações em relação à PNRS, merece destaque, primeiramente, a mudança em relação ao estabelecimento de novos prazos para o fim dos lixões, e conseqüentemente a implantação de locais adequados, como aterros sanitários, para a destinação adequada dos resíduos. Houve também mudanças em relação aos aspectos legais referentes à prestação regionalizada dos serviços e à regulação, já que a ANA passou a editar normas de referência para o setor (ANA, 2021).

A principal mudança no setor e que é abordada no presente trabalho é descrita no Artigo 35 da referida lei, a imposição da obrigatoriedade da cobrança pela prestação do serviço de manejo de RSU por parte dos municípios. O artigo trata sobre os parâmetros legais da cobrança, como também redige sobre a possibilidade legal do estabelecimento de isenção tarifária conforme a faixa de renda. O não cumprimento da referida norma no prazo estabelecido de 12 meses (terminado em julho de 2021) causaria judicialmente a responsabilização do ente municipal no crime de renúncia fiscal, estando este sujeito a penalidade legais conforme disposto no art. 14 da Lei Complementar n.º 101, de 4 de maio de 2000, que poderiam resultar no bloqueio de recursos estaduais e federais (BRASIL, 2020).

A ANA, através da Norma de Referência n.º 1/ANA/2021, estabeleceu a estrutura e as premissas da cobrança pela prestação do Serviço Público de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, bem como os procedimentos e prazos de fixação, reajuste e revisões tarifárias. A agência publicou também um manual de caráter orientativo para os gestores municipais, contendo informações e instruções visando facilitar o entendimento e a aplicação da Norma. O manual além das questões especificadas, apresenta as razões pelas quais os municípios devem aplicar a estrutura de cobrança pela prestação do serviço, destacando que a inexistência de tal medida juntamente com a regulação inadequada são os principais responsáveis pela baixa sustentabilidade econômico-financeira da prestação do serviço, e consequentemente por sua precária operação.

A agência ainda ressalta como a deterioração da prestação do serviço tem um efeito prejudicial para a saúde pública, por meio especificamente da proliferação de enfermidades, causadas sobretudo pela poluição de fontes de água potável e da propagação de vetores das doenças. Outro ponto importante trazido pelo documento que ajuda elucidar o propósito da implementação do mecanismo se refere as determinações do quanto deve se cobrar pela prestação serviço, o valor é definido pela agência com o termo “receita requerida”, que pode ser entendido como o valor suficiente para ressarcir o prestador de serviços de todas as despesas administrativas, de operação e de manutenção necessária para conceber a eficiente prestação do serviço, bem como para remunerar de adequadamente o capital investido.

Mesmo com a promulgação da legislação e a possível ameaça de punições legais para os municípios, a implementação da taxa tem enfrentado grande resistência, a ANA informou por meio de dados do SNIS, que no final do prazo legal estabelecido somente cerca de 30% dos municípios informaram ao sistema terem atendido a norma.

A cobrança pela prestação do serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos não é uma novidade, o modelo é utilizado em vários países ao redor mundo, principalmente após a década de 1970, quando a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) recomendou aos países membros a aplicação do conceito do poluidor-pagador nos mecanismos de gestão ambiental, este conceito determina que os responsáveis pela geração de resíduos ou de ações que possam impactar o meio ambiente devem arcar de alguma maneira com os custos provocados (E&Y; SELURB, 2020).

A ideia principal por trás do conceito poluído-pagador é a geração da conscientização individual para com a preservação da salubridade do ambiente urbano e da proteção do meio

ambiente. Algumas das maiores economias do mundo, como Estados Unidos, Japão e Alemanha, utilizam o conceito como norte para a cobrança pela prestação do serviço de manejo de resíduos. Fatores como a oferta eficiente do serviço, a recuperação dos custos de prestação, o desincentivo ao despejo ilegal de lixo e a autossuficiência financeira do orçamento municipal são trazidos nestes locais como metas fundamentais de um mecanismo eficiente que consequentemente traz bons resultados para a população (E&Y; SELURB, 2020).

No Brasil, a PNRS autorizou a aplicação do conceito na estrutura regulatória da gestão de resíduos sólidos, o referido princípio é citado diretamente no inciso II do art. 6º da legislação, a expectativa era que a permissão ajudaria a viabilizar a obtenção das metas estabelecidas pela política (BRASIL,2010). Entretanto, há registros de capitais brasileiras que cobram pelo serviço muito tempo antes da aplicação da legislação, a cidade de Curitiba, no ano de 1963, foi a pioneira no Brasil ao instituir uma taxa pela prestação de coleta de lixo através da Lei Municipal n.º 2.337/1963. A cidade hoje é uma referência em limpeza urbana no país, tendo adotado a coleta seletiva desde o ano de 1989 (CONKE, L.S., 2015).

2.3 REGIÃO SUL E A TAXA DO LIXO

Anteriormente à promulgação da lei n.º 14.026, a imposição de mecanismo de cobrança por parte dos municípios pela prestação do serviço de manejo de resíduos sólidos ficava a cargo dos gestores municipais. Os dados do SNIS demonstram que neste período onde a cobrança era facultativa, a região sul do Brasil foi a que apresentou o maior percentual de municípios optando pela taxa, com mais de 80% destes apresentando tal medida. Em um estudo desenvolvido pela consultoria Ernst & Young em parceria com o Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana (E&Y; SELURB, 2020), as cidades de Caxias do Sul, Curitiba e Joinville são destacadas como modelos de sucesso da implementação do mecanismo no país, apresentando após o início da taxa melhorias ligadas a destinação e reciclagem de resíduos

Tabela 2 - Percentual de Cidades com Cobrança pelo Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos por Região -2019

Região	Percentual de cidades com cobrança em 2019
Norte	18,4 %
Nordeste	7,8 %
Centro-oeste	28 %
Sudeste	48,5%
Sul	84,0 %

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados do SNIS.

De acordo com dados do SNIS, a discrepância regional na aplicação da medida é tão grande que somadas as regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste, foram notificados 297 municípios que optaram por iniciar a cobrança entre os anos de 2010 a 2018, para a região Sul este número foi de 592, praticamente o dobro. Os dados do sistema também demonstram uma característica importante sobre esta desigualdade regional: a discrepância nos números está sobretudo em cidades menores. Para se ter uma ideia até o ano de 2019, 50% das cidades acima de 100 mil habitantes no Nordeste (região com piores indicadores neste contexto) adotavam a cobrança, já nas cidades abaixo de 50 mil habitantes esse número era de somente 9%, na região Sul estes percentuais eram de respectivamente 100% e 90%.

2.4 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

A oferta de saneamento básico é um fator fundamental para a promoção do bem-estar de uma sociedade, sendo isto consenso entre organismos ligados à área de saúde e pesquisadores do tema. A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2018), por exemplo, destacou por uma publicação direcionada às autoridades responsáveis pela segurança dos sistemas e serviços de saneamento, os impactos causados pelo déficit deste na população. De forma direta a organização destaca a proliferação de enfermidades de transmissão feco-oral, como diarreia e cólera, as enfermidades que tem como vetor de transmissão insetos, como Tracoma e filariose linfática e por último as que são transmitidos por helmintos (grupos de

vermes parasitas que normalmente residem no intestino do hospedeiro), que tem como principal exemplo a esquistossomose. De forma secundária a organização destaca as sequelas deixadas por estas enfermidades, que podem incluir nanismo ou crescimento reduzido relacionado com a diarreia frequente, problemas no trabalho de parto, baixo peso de nascença e capacidade cognitiva limitada, além ainda dos maléficos proporcionados ao bem-estar, como geração de ansiedade e constrangimento, oriundas da sensação de não atendimento das necessidades básicas de higiene.

Inserido nesta conjectura como um dos principais pontos de um complexo sistema de saneamento, o manejo adequado de resíduos sólidos se estabelece como um fator importante para incidência de enfermidades. O acúmulo de materiais de diversas naturezas pode contribuir para a proliferação de vetores como artrópodes (moscas, mosquitos, baratas) e roedores que encontram nos resíduos sólidos alimento e condições adequadas para sua proliferação. A organização Pan-Americana da Saúde (1962) concluiu que o correto manejo dos resíduos sólidos resulta na redução de 90% das moscas, 65% dos ratos e 45% dos mosquitos. No contexto brasileiro, a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, nome científico do vetor transmissor dos vírus da dengue, da Zika e da febre de Chikungunya, é um grande problema de saúde pública no Brasil. Devido a isto, o Ministério da Saúde orienta a população a tomar medidas como o descarte correto de objetos que possam acumular água, tais como garrafas e pneus.

A incidência de enfermidades de veiculação hídrica, aquelas causadas pela ingestão ou contato por micro-organismos em água não tratada ou contaminada, também se encontra intrinsecamente relacionada ao acesso do manejo adequado de resíduos sólidos. Como destaca Gouveia (2012), o acesso adequado a este serviço é fundamental para a não poluição de fontes de abastecimento de água potável. O autor destaca como exemplo desse perigo a formação do chorume, um líquido de cor escura formado pela decomposição das matérias orgânicas presentes no lixo, cada vez mais prejudicial e tóxico especialmente para o solo e as águas, devido a gradativa elevação da presença de elementos sintéticos e poluentes (pesticidas, solventes e metais pesados por exemplos) na composição dos resíduos sólidos.

Corroborando com esta perspectiva, Uhr et al. (2016) e Ferreira et al. (2021) trazem uma análise da magnitude do impacto de um adequado acesso aos serviços de saneamento nestes tipos de enfermidades. O primeiro trabalho faz uso da metodologia de painel de efeitos fixos e utiliza dados no âmbito estadual brasileiro do período correspondente aos anos de 2000 a 2011. O autor indica que o aumento de 1% no número de municípios ligados à rede

coletora de esgoto gera uma diminuição de 1,74% nas internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. Já para a coleta de lixo, o aumento de 1% no número de domicílios com acesso gera uma diminuição de aproximadamente 1% das internações pelas causas estudadas.

Já Ferreira et al. (2021) primeiramente trazem um ponto interessante ligado à ineficiência dos gastos públicos no setor, em média de 26% a 28% do investimento é desperdiçado, um forte indicativo de péssima gestão dos recursos por parte das entidades administrativas. A importância desse recurso é ainda mais evidente no momento que o autor chega à conclusão no seu trabalho que um investimento eficiente e gerenciado com segurança de R\$ 1 em serviços de saneamento, faria com que 0,0191 pessoas a mais tivessem acesso aos serviços e reduziria as internações hospitalares causadas por enfermidades de veiculação hídrica em 0,1572 casos.

Soares et al. (2019) e Dasgupta (2004) trazem também evidências da importância do acesso a saneamento para a prevenção destas enfermidades, ambos optaram como estratégia restringir de forma mais específica seu objeto de análise. O primeiro focou seu estudo na incidência de esquistossomose, uma doença parasitária popularmente conhecida como barriga d'água e diretamente relacionada ao saneamento inadequado. A doença é transmitida através do contato com água doce onde existam caramujos infectados pelo parasita *Schistosoma mansoni*, causador da enfermidade. O autor realiza uma análise para o Estado de Pernambuco sobre a incidência da doença no período de 2007 a 2015, utilizando como metodologia o coeficiente de correlação de Pearson e um modelo de regressão beta. Os resultados demonstraram uma relação negativa entre a porcentagem da população com acesso à coleta de lixo e a incidência da doença, os autores correlacionam isso com o fato de que localizações onde a coleta de resíduos é insuficiente ocorre a acumulação de detritos, ocasionando principalmente em épocas de chuvas, alagamentos e inundações, estes eventos transportam tanto matéria fecal como caracóis infectados, contribuindo para a transmissão da doença. Outro resultado importante do estudo se refere à faixa etária e às condições socioeconômicas da incidência da enfermidade, regiões mais pobres e mais jovens apresentaram mais casos.

Por último neste recorte, Dasgupta (2004) salienta em seu trabalho a relação entre a incidência de doenças diarreicas e uma estrutura adequada de saneamento, utilizando localidades de Nova Delhi na Índia como campo de investigação. O estudo destaca o fato de que os agregados familiares que dependem de fontes não canalizadas, que sofrem com mais interrupções no fornecimento de água e que não possuem locais adequados para a disposição final dos resíduos têm uma maior probabilidade de relatar doenças diarreicas. Através da

monetização das perdas causadas pela incidência das enfermidades estudadas, baseado em um modelo teórico de maximização de utilidade, o trabalho enfatiza que a mudança nas políticas de investimento do setor pode ser tão benéfica a ponto de superar os custos provocados pelas doenças.

Chegada à conclusão através dos trabalhos supracitados do substancial impacto causado pela falta de acesso ao saneamento básico e mais especificamente de um serviço adequado de manejo de resíduos sólidos em aspectos relacionados a saúde, passamos a descrever o que tem sido feito para superar o déficit estrutural do setor no país. A literatura nacional que se dedica sobre o tema vem focando seus esforços nos últimos trabalhos em mensurar a eficácia da implementação das novas legislações impostas no setor de saneamento nas últimas décadas. Como já mencionado ao longo do trabalho tivemos três grandes marcos legais que alteraram o funcionamento e administração do setor de saneamento básico no Brasil no presente século, as leis 11.445/07 e 14.026/20 atualizaram respectivamente de forma mais geral as diretrizes ligadas ao funcionamento de todo setor de saneamento, e mais especificamente no setor de resíduos sólidos, a aprovação da implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos no ano de 2010.

As legislações citadas, por mais que tenham focos diferentes, possuem objetivos que de alguma forma caminham para o mesmo fim: a modernização das estruturas de gestão de saneamento básico, com a finalidade da universalização e melhoria da qualidade prestada dos serviços. Desse modo as determinações das legislações deram luz ao debate de temas como a privatização e regionalização dos serviços de saneamento, a abordagem de uma economia circular com mais responsabilidade ambiental e as formas de financiamento de serviços públicos, tal como a imposição de taxas e tarifas pela prestação dos serviços, que é como já colocado o cerne da nossa investigação.

Alfaia et al. (2017) por exemplo, destaca em seu trabalho a importância da PNRS, definindo esta como um marco para um novo momento na gestão de resíduos sólidos no país, por estabelecer princípios, objetivos e instrumentos para uma coordenação sustentável do setor, principalmente no que tange a destinação adequada dos resíduos e a reutilização destes. Os autores salientam que o Brasil, como uma economia de enormes proporções, vem aumentando gradativamente, mesmo em períodos em que a economia não vai bem, a sua geração de resíduos, o que oferece uma grande oportunidade para o reaproveitamento destes através da reciclagem.

De modo distinto, Dias et al. (2019) e Okawara (2018) focam suas análises da PNRS no impacto da implementação por parte dos municípios do PMGIRS, uma das principais diretrizes de atuação da política. O primeiro estudo tenta identificar se a implementação do plano nos municípios conseguiu alcançar algumas metas propostas pela política, como por exemplo o aumento da frequência e da população atendida com coleta de lixo, além de medidas relacionadas à reciclagem e à coleta seletiva. O estudo utilizou como metodologia econométrica o método de Diferenças em Diferenças, juntamente com o Propensity Score Matching, e usou dados do SNIS para os anos compreendidos entre 2008 e 2015. Os resultados demonstraram somente significância estatística para concluir uma melhora relevante no serviço de reciclagem, sendo assim os autores concluem que o plano ainda não obteve êxito em alcançar os seus objetivos.

Okawara (2018) por sua vez investigou o impacto da implementação do PMGIRS em indicadores de saúde dos municípios (óbitos de bebês ocasionados por Infecção Respiratória aguda e diarreia, internações relacionadas a Leptospirose, Leishmaniose visceral, Leishmaniose tegumentar, Malária, Febre tifoide, Intoxicação e Hepatite virais). Utilizando como metodologia um modelo de dados de painel desbalanceado com efeitos fixos, o autor encontra como resultado uma diminuição nos casos de leptospirose em cidades com até 11 mil habitantes que implementaram o plano.

Um dos principais gargalos para a execução de políticas e investimentos em serviços públicos de forma eficiente é notadamente a falta de recursos. No tocante as formas de financiamento das políticas públicas voltadas para o setor de resíduos sólidos, Matheson (2019) descreve a implementação de mecanismos de cobrança como uma alternativa viável para o fornecimento de recursos, como também indica a medida como uma forma de incentivar uma gestão mais sustentável dos resíduos. Usando como campo de estudo a cidade de Hawassa, na Etiópia, Kayamo (2022) aborda outro aspecto importante neste contexto: a disposição a pagar dos indivíduos pela melhoria da prestação do serviço de manejo de resíduos sólidos. A conclusão do estudo sugere que o valor estimado da disposição a pagar dos indivíduos locais é de uma magnitude relevante e deve ser levada em consideração como uma opção de custeio para a formulação de políticas públicas para o setor.

No Brasil o case da implementação de tarifas pela prestação do serviço de abastecimento de água pode ser tomada como um exemplo similar de uma busca de autossustentabilidade e financiamento. Como destaca Britto (2015), a imposição do mecanismo no setor proporcionou tanto um maior grau de investimento quanto um consumo

mais racional do recurso. A edição 2019 do índice de sustentabilidade da limpeza urbana (SELURB, 2019), verificou que municípios que possuíam uma arrecadação específica relacionada a prestação do serviço conseguiram ter melhores indicadores relacionados a metas estabelecidas pela política, como coleta, destinação adequada e reciclagem.

Elaborada esta revisão bibliográfica notasse a escassez de trabalhos que tratem especificamente do tema de manejo de resíduos sólidos, principalmente no tange ao esclarecimento acerca da validade de métodos de financiamento da prestação destes serviços públicos, o estudo pretende assim contribuir neste contexto, fazendo um diagnóstico da efetividade desta medida.

3. METODOLOGIA

3.1 FONTE DOS DADOS E DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para a realização do presente estudo, os dados a serem utilizados advêm prioritariamente de três fontes. A primeira referente ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), um sistema que reúne informações e indicadores sobre a prestação dos serviços de saneamento, provenientes dos prestadores que operam no Brasil. A segunda fonte é o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de onde obtemos informações referentes as características socioeconômicas dos municípios. O quadro abaixo apresenta detalhadamente a descrição dos dados a serem trabalhados:

Quadro 1 - Descrição das Variáveis

Indicadores	Fonte	Descrição
Socioeconômico anual		
População Total	IBGE	População total residente no município
Pib Per-Capita Real (R\$).		Produto interno Bruto do município, deflacionado através do IGP-DI
Taxa de cobertura de imunização (%)	DATASUS	Proporção da população-alvo vacinada (número de doses aplicadas de determinado imunobiológico dividido pela população alvo e multiplicado por 100).
Saneamento Básico		
Acesso a abastecimento de água (%)	SNIS	Parcela da população com acesso ao abastecimento de água
Acesso a esgotamento sanitário (%)		Parcela da população com acesso a esgotamento sanitário
Acesso a coleta de lixo (%)		Parcela da população com acesso a coleta de lixo pelo menos uma vez na semana
Frequência da coleta (%)		Parcela da população com acesso a coleta de lixo com regularidade maior que um dia
Existência de coleta seletiva (dummy)		Existência de coleta seletiva formalizada pela prefeitura no município
Existência de lixão (dummy)		Existência de lixão para a destinação dos resíduos sólidos do município.
Existência de cobrança pelo serviço de manejo de RSU (dummy)		Existência de cobrança por parte do município pela prestação do serviço de manejo de RSU
Parcela dos gastos cobertos com a taxa de RSU (%)		Razão entre os recursos adquiridos pela aplicação de taxas pela prestação de RSU por parte da prefeitura e o total gasto na prestação do serviço.
PMGIRS (dummy)		Informa se o município implementou o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos conforme a Lei nº 12.305/2010
Recurso federais para o setor de RSU (dummy)		Informa se o município recebeu recursos federais extraordinários para aplicação no setor

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE.

Por último, utilizamos dados do departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS), de onde extraímos informações sobre a incidência de enfermidades relacionadas ao déficit de saneamento, principais variáveis de resultado dos nossos modelos econométricos estimados. A análise do trabalho foca em enfermidades de veiculação hídrica, aquelas causadas pela ingestão ou contato por micro-organismos em água não tratada ou contaminada. A incidência é calculada observando o número de ocorrências (casos ou internações) a cada dez mil habitantes. Devido à disponibilidade de dados no sistema, para a análise referente ao número de casos são analisadas somente as ocorrências de leptospirose e esquistossomose. Já para o número de internações, as enfermidades estão divididas em dois grupos explicitados no quadro a seguir, juntamente com os seus respectivos códigos na classificação internacional de doenças.

Quadro 2 - Descrição das enfermidades utilizadas

Categoria	Enfermidade	CID-10
Enfermidades de transmissão feco-oral	<ul style="list-style-type: none"> • Diarreia • Febre Tifoide • Hepatite A 	<ul style="list-style-type: none"> • A00; A02; A04; A06-A09 • A01 • B15
Enfermidades transmitidas através do contato com a água	<ul style="list-style-type: none"> • Leptospirose • Esquistossomose 	<ul style="list-style-type: none"> • A27 • B65

Fonte: elaboração própria a partir de dados do DATASUS.

A análise da incidência das enfermidades explicitadas compreenderá o período entre os anos de 2009 a 2019. A escolha por este intervalo de tempo se dá pelos motivos de que as informações referentes ao manejo de resíduos sólidos só estão disponíveis no SNIS a partir do ano de 2002, mas com um número muito baixo de observações disponíveis no sistema até o ano de 2008. Optou-se por encerrar o estudo no ano de 2019 para que os dados não sejam de alguma forma contaminados por possíveis impactos causados pela Pandemia de COVID-19, iniciada no Brasil no ano de 2020.

Não foi incluído na análise a incidência de casos de dengue por dois fatores: primeiro pela região sul apresentar naturalmente devido ao clima mais ameno um ambiente menos

propício à incidência da enfermidade, e segundo devido ao surto da febre de chikungunya e de zika ocorrida no Brasil nos anos de 2015 e 2016, que poderiam também de alguma forma prejudicar o estudo.

Como já verificado anteriormente, a aplicação do mecanismo de cobrança é verificada de forma bem mais frequente na região sul do Brasil, por este motivo o estudo está delimitado a municípios desta região. Similarmente, ao analisar a implementação do mecanismo no período a ser estudado, verificou-se que quase totalidade dos municípios que aplicaram a cobrança (96,5%) possuíam até 50 mil habitantes, por este motivo o estudo também se delimita a analisar este perfil de município.

3.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

O presente trabalho se desenvolve trazendo como prisma de análise principal o estudo de como a sustentabilidade financeira trazida pela aplicação de tarifas ou taxas pode afetar a qualidade da prestação do serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos, e assim consequentemente impactar na incidência de doenças relacionadas ao déficit de saneamento básico. A pesquisa abre margem assim, para a discussão de temas como a alocação adequada dos recursos do orçamento municipal e a dependência de transferências intergovernamentais para a prestação adequada dos serviços públicos por parte dos municípios.

O estudo acompanha informações de 663 cidades da região sul do país, todas como já mencionado, com uma população estimada de até 50 mil habitantes, durante os anos de 2009 a 2019. Estes recortes proporcionam ao trabalho uma base de dados mais homogênea, onde os municípios presentes possuem um perfil populacional e institucional mais semelhantes, como também pelo período de análise, sofreram os mesmos incentivos proporcionados pela PNRS para a implantação da cobrança.

A estrutura de dados em painel, com municípios decidindo pela implementação de mecanismos de cobrança em diferentes períodos nos permite utilizar o estimador proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). O método é um aperfeiçoamento do modelo de diferenças em diferenças tradicional, onde a hipótese de tendências paralelas é requerida, esta impõe que na ausência de tratamento a trajetória da variável de resposta dos grupos de controle e tratamento precisa ser paralela. Estudos recentes abordam a problemática desta hipótese, destacando que em experimentos onde o tempo de exposição ao tratamento varia e os efeitos do tratamento

evoluem, satisfazer a hipótese de tendências paralelas não é o bastante para se obter resultados confiáveis.

No caso do estimador traçado por Callaway e Sant’Anna (2021) a hipótese de tendências paralelas é mantida após o condicionamento em variáveis observáveis, o estimador por sua vez agrupa as unidades tratadas considerando como aspecto principal o momento que elas iniciam este tratamento (sendo denotado como g , que no nosso caso assumirá valores que vão de 2010 a 2018). A partir deste ponto, a estratégia permite identificar para cada combinação (g,t) , onde g como já mencionado, se refere ao corte de entrada e t indica o tempo de calendário, o efeito do tratamento para os tratados. Com o objetivo de tornar o grupo de tratado e controle mais semelhantes e com probabilidades mais próximas de participar do tratamento em questão, o estimador também utiliza um score de propensão calculado para cada corte de entrada do tratamento (SAMPAIO, 2022). O efeito médio do tratamento sobre os tratados $ATT(g,t)$ para o grupo g no período $t \geq g$ é formalmente definido como:

$$ATT(g, t) = E \left[\left(\frac{G_g}{E[G_g]} - \frac{\frac{P_g(X)C}{1 - P_g(X)}}{E \left[\frac{P_g(X)C}{1 - P_g(X)} \right]} \right) (Y_t - Y_{g-1}) \right] = E[(W_g^G - W_g^C)(Y_t - Y_{g-1})]$$

$$= E[W_g^G(Y_t - Y_{g-1})|G_g = 1] - E[W_g^C(Y_t - Y_{g-1})|C = 1] \quad (1)$$

Os elementos do primeiro termo da equação são definidos como pesos para o grupo de tratamento e controle, sendo normalizados para sua soma ser igual a 1, garantindo assim que as covariadas destes grupos estejam equilibradas. O elemento Y_t é a variável de resultado, sendo que Y_t e Y_{g-1} denotam respectivamente a variável de resultado em t e no período imediatamente anterior à entrada no programa do grupo g .

O estimador proposto por Callaway e Sant’Anna (2021) permite a obtenção de um conjunto de efeitos heterogêneos para o tratamento, levando em consideração o tempo de exposição ao tratamento, o período que este se inicia e o efeito cumulativo do tratamento em todos os grupos até um período específico. O primeiro efeito a ser analisado será o efeito médio da implementação da cobrança, aqui denominado ATT simples, uma medida que resume o efeito médio de participação no tratamento experimentado por todos os municípios que no período de análise tenham participado do grupo de tratamento em algum momento.

Esse efeito pode ser descrito matematicamente da seguinte forma:

$$\theta_{set}^0 = \sum_{g \in G} \theta_{sel}(g) P(G = g | G \leq T) \quad (2)$$

O segundo efeito a ser trabalhado será o dinâmico, o principal ponto deste é permitir a verificação por tempo de exposição ao tratamento, assim pode-se examinar se os efeitos médios do tratamento variam de acordo com a magnitude do tempo em que as unidades são tratadas. Esse efeito pode ser computado da seguinte forma:

$$\theta_{es} = \sum_{g \in G} 1\{g + e \leq T\} P(G = g | G + e \leq T) ATT(g, g + e) \quad (3)$$

O efeito dinâmico agregado é dado por:

$$\theta_{es}^0 = \frac{1}{T-1} \sum_{e=0}^{t-2} \theta_{es}(e) \quad (4)$$

O terceiro efeito a ser trabalho é o chamado efeito de calendário, este calcula o efeito médio acumulado da cobrança em todos os municípios até o tempo \tilde{t} . Dessa forma, o efeito da participação no tratamento no período de tempo t é dado, segundo Callaway e Sant'Anna (2021), por:

$$\theta_c(\tilde{t}) = \sum_{g \in G} 1\{\tilde{t} \geq g\} P(G = g | G \leq \tilde{t}) ATT(g, t) \quad (5)$$

O efeito de calendário agregado é dado por:

$$\theta_c^0 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=2}^T \theta_c(t) \quad (6)$$

O último efeito a ser trabalhado será o de Grupos, essa análise permite verificar se os municípios que implementaram cobrança em diferentes anos apresentam diferentes efeitos nas variáveis de resultado. A heterogeneidade do efeito da participação do tratamento entre grupos é calculada da seguinte forma:

$$\theta_{sel}(\tilde{g}) = \frac{1}{T - \tilde{g} + 1} \sum_{t=\tilde{g}}^T ATT(g, t) \quad (7)$$

São apresentados primeiramente para todos os tipos de análise os resultados agregados, que seriam referentes ao efeito global médio da implementação da cobrança, sendo sua interpretação semelhante ao modelo de diferenças em diferenças tradicional. Em sequência serão apresentados para cada variável dependente os resultados para cada tipo de efeito.

Fazem parte do grupo de tratamento os municípios que implementaram o mecanismo de cobrança entre os anos de 2010 e 2018, sendo assim excluídos da amostra os municípios que apresentam registro na base de dados do SNIS de implementação da cobrança em anos anteriores a este período. O grupo de controle é composto pela parcela de municípios que nunca implementaram a medida.

As estimativas são apresentadas primeiramente tomando como variáveis dependentes as métricas de qualidade e acesso do serviço de manejo de resíduos sólidos aqui propostas conforme a descrição da atividade pela ANA. Testa-se assim de antemão se a aplicação da taxa é responsável pela melhoria do serviço, servindo assim como canal de transmissão para uma menor disseminação de enfermidades. Como forma de testar a consistência dos resultados foram calculadas variações das estimações, excluindo da base de dados os municípios que tenham em algum momento recebido recurso federais para aplicação no setor ou que tenham implementado o PMGIRS.

Os resultados principais são estimados utilizando como variáveis de resposta o logaritmo natural da incidência das enfermidades já mencionadas anteriormente. As estimações utilizam como covariadas o logaritmo natural das seguintes medidas: Produto

Interno Bruto per capita, percentual da população com acesso a abastecimento de água e a taxa de cobertura de imunização.

Estas variáveis foram escolhidas de modo a acompanhar tanto a trajetória socioeconômica da população dos municípios quanto as condições de acesso e qualidade dos serviços públicos de saúde e saneamento, isolando assim possíveis efeitos destes aspectos sobre a incidência das enfermidades estudadas. As informações referentes a esgotamento não foram incluídas devido à escassez de dados e à alta correlação com as informações relativas ao acesso ao abastecimento de água na base do SNIS.

3.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A análise descritiva dos dados apresentada nesta seção iniciará apresentando primeiramente como estão dispostas as características socioeconômicas dos municípios aqui estudados por meio de medidas de dispersão (desvio padrão, valor máximo e valor mínimo) e de uma medida de tendência central (média). As tabelas a seguir apresentarão primeiramente estas informações para toda a base de dados sem distinção, e logo após são demonstradas as medidas com uma diferenciação entre municípios que instituíram a cobrança no período estudado e os que nunca cobraram pela prestação dos serviços.

Tabela 3 - Estatística Descritiva

Indicador	N° de observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
População Total	7.293	8.870	8.346,45	1.034	48.163
PIB Per-Capita real (R\$).	7.293	20.735	15.566,22	2.553	193.096
Taxa de cobertura de imunização (%)	7.293	82,39	14,73	9,61	100
Parcela da população com acesso a abastecimento de água (%)	6.679	69,28	24,32	5,50	100
Parcela da população com acesso a esgotamento sanitário	1.570	41,36	27,82	0	100
Parcela da População com acesso a coleta de lixo (%)	4.750	73,27	24,69	0	100
Parcela a população com acesso a coleta de lixo mais de 1 dia na semana	4.734	70,00	44,34	0	100
Existência de coleta seletiva (dummy)	7.293	0,31	0,46	0	1
Existência de lixão (dummy)	7293	0,03	0,16	0	1
Existência de cobrança pelo serviço de manejo de RSU (dummy)	7.293	0,85	0,35	0	1
Parcela dos gastos cobertos com a taxa de RSU (%)	2.815	28,61	26,49	0	100
PMGIRS (dummy)	2614	0,59	0,49	0	1
Recurso federais para o setor de RSU (dummy)	3980	0,03	0,19	0	1
Enfermidades (por 10 mil habitantes)					
Casos de leptospirose	7293	0,51	1,66	0	27,85
Casos de esquistossomose	7293	0,05	1,56	0	88,09
Internações Feco-oral	7293	24,07	32,55	0	395,27
Internações Contato-água	7293	0,39	1,40	0	21,48

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS.

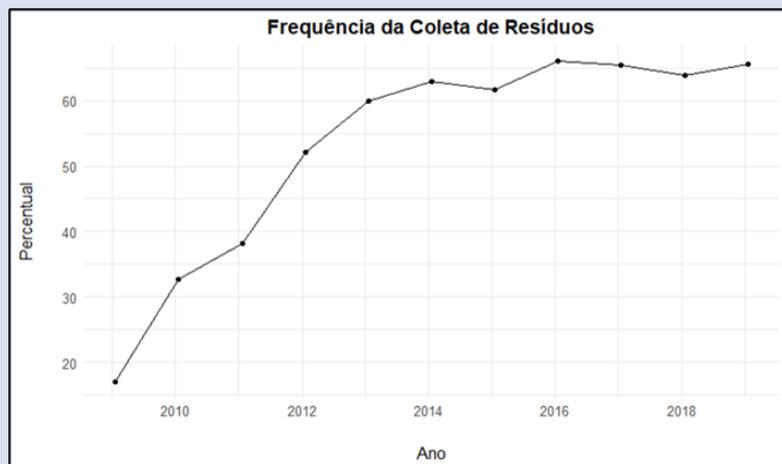
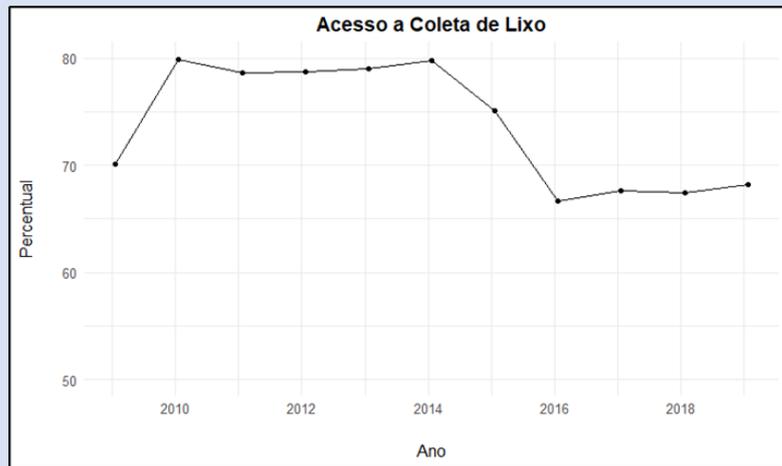
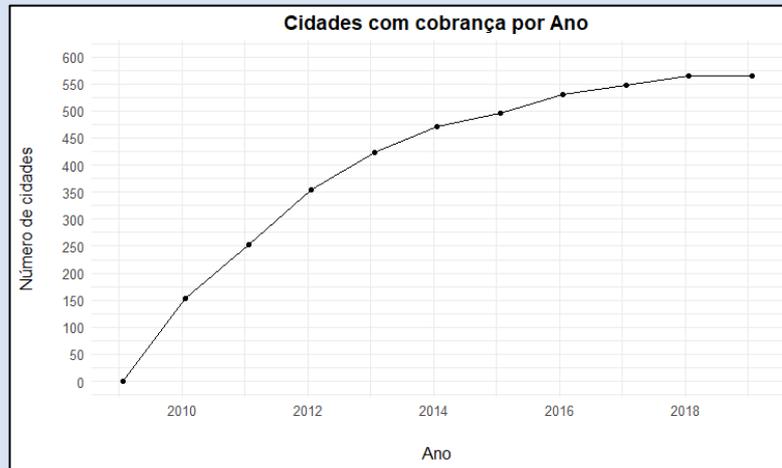
Tabela 4 -Estatística descritiva de acordo com a implementação da Cobrança pelo Serviço de RSU

Indicador	Com cobrança		Sem cobrança	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio Padrão
População Total	9.144,82	8.024,70	7.305	9.845,54
PIB Per-Capita real (R\$).	20.595	15.223,33	20.463	17.397,24
Taxa de cobertura de imunização (%)	82,59	14,53	81,28	15,79
Parcela da população com acesso a abastecimento de água (%)	69,37	23,89	68,76	26,92
Parcela da população com acesso a esgotamento sanitário (%)	40,76	27,19	45,75	31,80
Parcela da População com acesso a coleta de lixo (%)	73,70	24,36	69,79	26,95
Parcela a população com acesso a coleta de lixo mais de 1 dia na semana (%)	56,24	43,59	36,23	44,72
Existência de coleta seletiva (dummy)	0,34	0,47	0,18	0,38
Existência de lixão (dummy)	0,03	0,17	0,02	0,14
PMGIRS (dummy)	0,60	0,49	0,55	0,49
Recurso federais para o setor de RSU (dummy)	0,04	0,19	0,01	0,13
Enfermidades (por 10 mil habitantes)				
Casos de leptospirose	0,55	1,712	0,33	1,25
Casos de esquistossomose	0,06	1,70	0,004	0,06
Internações Feco-oral	25,05	33,74	18,44	24
Internações Contato-água	0,40	1,41	0,33	1,36

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS.

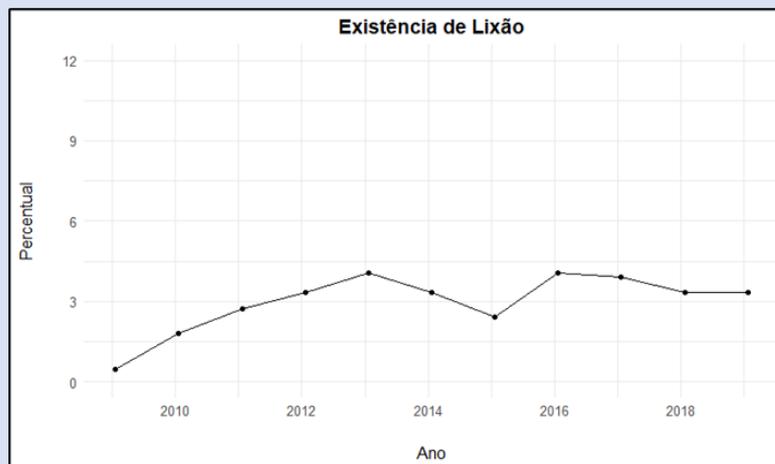
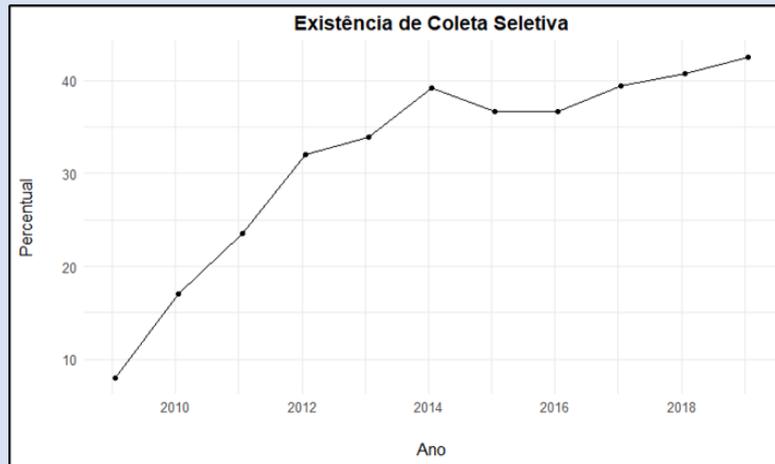
A seguir, a dinâmica de apresentação da análise descritiva dos dados passará a ser composta por gráficos, com o intuito de demonstrar a evolução das variáveis que identificam a qualidade do serviço prestado e a incidência das enfermidades estudadas ao longo do período compreendido neste estudo.

Painel 1 - Evolução de variáveis selecionadas – Resíduos sólidos



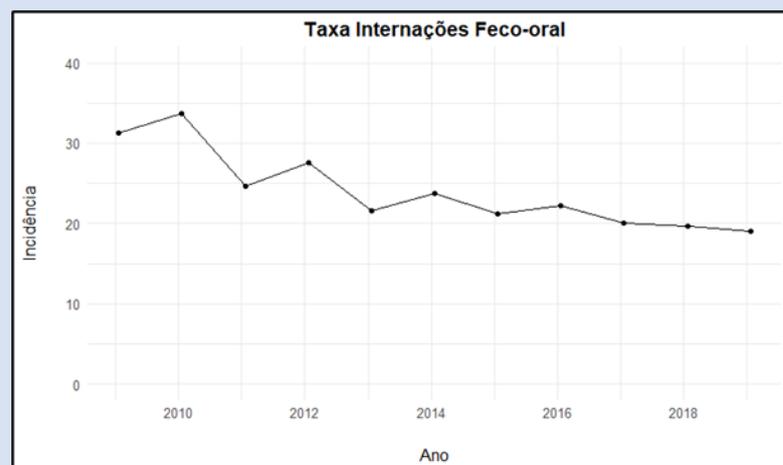
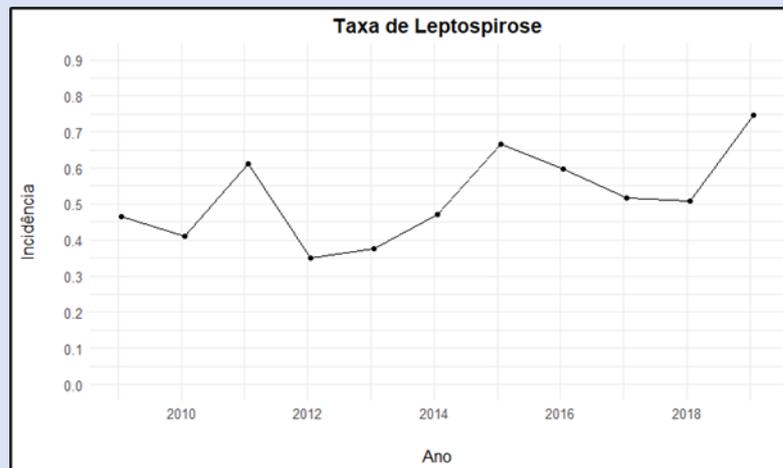
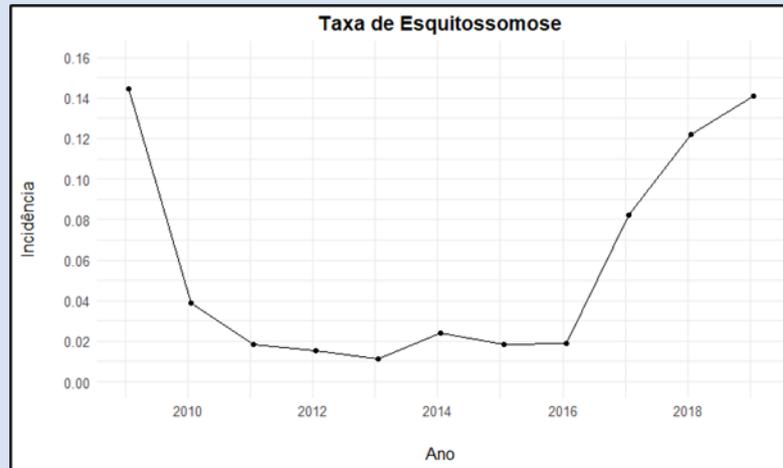
Continua(...)

Continuação(...)



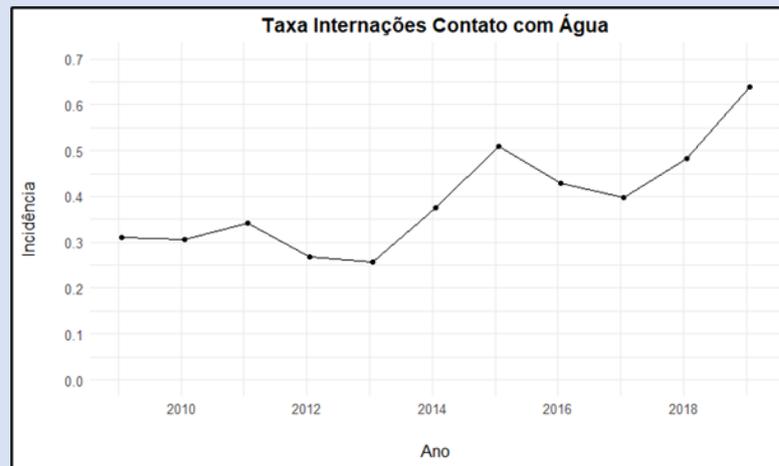
Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS

Em relação a evolução da qualidade do serviço prestado, pode-se perceber uma evolução em dois aspectos aqui analisados, a presença de pontos de coleta seletiva nos municípios e uma maior frequência da coleta. Os dados demonstram uma diminuição na parcela da população com acesso à coleta de lixo, sobretudo a partir do ano de 2014. Por último em relação a destinação dos resíduos, não houve alteração expressiva na quantidade de cidades que destinam estes para lixões. A seguir é apresentada a evolução das variáveis relacionadas a incidência de enfermidades da nossa amostra.

Painel 2 - Evolução de variáveis selecionadas – Saúde

Continua(...)

Continuação(...)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS

Cabe aqui um destaque a um ponto bastante perceptível neste último painel, as mudanças elevadas na taxa de casos de esquistossomose, isso ocorre sobretudo devido à ocorrência de surtos nos municípios analisados, por exemplo no ano de 2009, a cidade de Bandeirantes no estado do Paraná registrou um total de 158 casos da enfermidade, representando 71% do total ocorrido na nossa amostra no respectivo ano. Para se ter uma ideia da discrepância deste dado, o segundo maior registro de ocorrência da enfermidade na cidade ocorreu no ano de 2014, com um total de 6 casos.

4. RESULTADOS

4.1 ESTIMAÇÕES PARA VARIÁVEIS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

As estimativas são apresentadas a seguir tomando como variáveis dependentes quatro métricas de qualidade e acesso do serviço de manejo de resíduos sólidos: Acesso à coleta de lixo, frequência da coleta de lixo, existência de coleta seletiva e existência de lixões. Os resultados serão expostos na tabela abaixo para quatro medidas de efeito médio agregado (simples, dinâmico, calendário e por grupo), já descritas detalhadamente anteriormente.

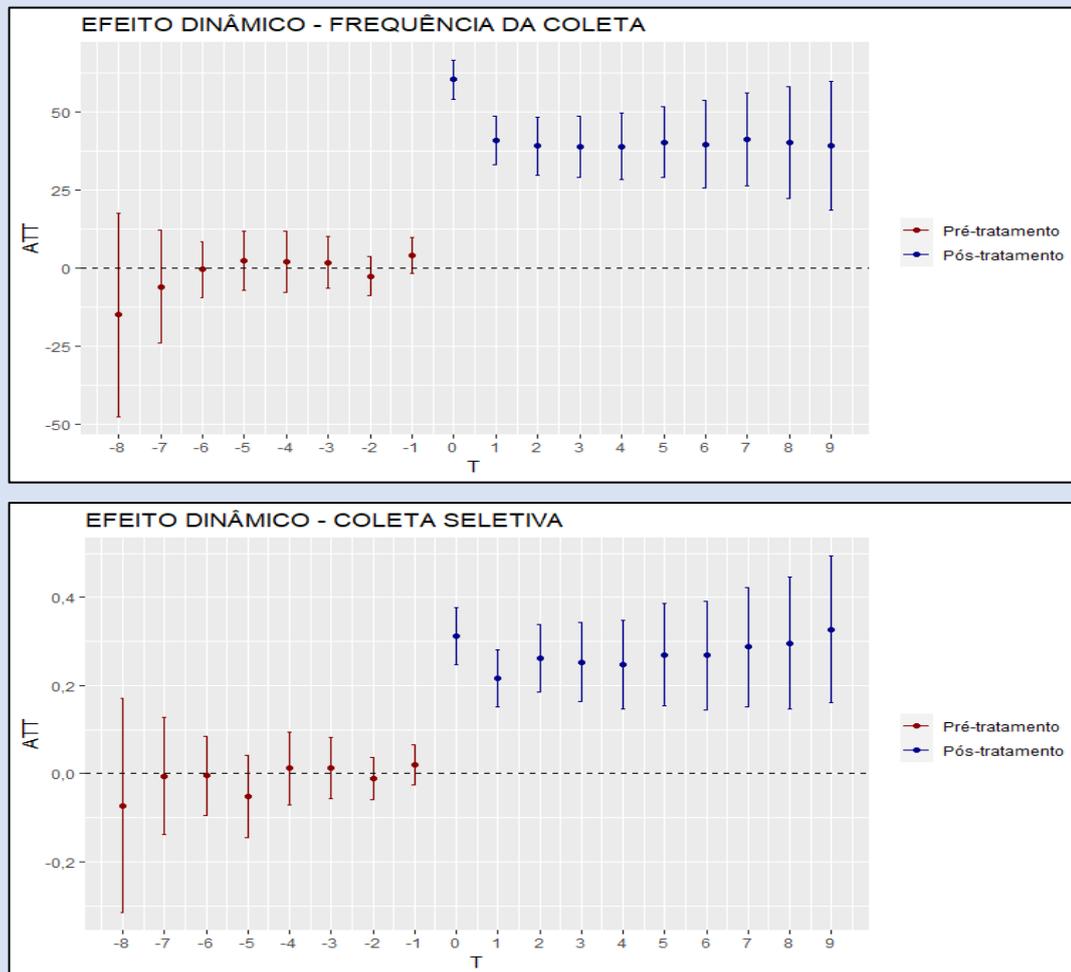
Tabela 5 - Efeitos agregados sobre os municípios tratados – Resíduos sólidos

Variável dependente	Acesso à Coleta de lixo	Frequência da coleta de lixo	Existência de Coleta Seletiva	Existência de Lixão
ATT Simples	4,8002 (8,421)	42,332*** (3,3447)	0,2741*** (0,0276)	0,0033 (0,0104)
ATT Dinâmico	4,0409 (8,7739)	41,7496*** (3,9823)	0,2741*** (0,0296)	0,001 (0,0118)
ATT Calendário	5,7905 (8,2045)	45,2543*** (3,314)	0,2816*** (0,0249)	0,0063 (0,0096)
ATT Grupos	4,2867 (9,0071)	41,6177*** (3,0954)	0,2518*** (0,0281)	0,0056 (0,0104)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Nunca tratados.
Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

Os resultados da tabela indicam existir um efeito estatisticamente significativo da cobrança pela prestação do serviço em dois dos quatro pontos analisados, o aumento da frequência da coleta (representado como já descrito pelo percentual da população com acesso à coleta mais de uma vez na semana) e na existência de coleta seletiva formalizada pela prefeitura nos municípios, sendo os resultados consistentes em diferentes níveis de agregação. Para os dados referentes à frequência da coleta, obteve-se um resultado que indica um aumento de 42 pontos percentuais na parcela da população que possui acesso à coleta de lixo em mais de um dia na semana (nível de agregação simples). Para o dado referente à existência de coleta seletiva, o resultado descreve um aumento de 27 pontos percentuais. Tomando como foco estas variáveis que obtiveram resultados agregados significantes estatisticamente, verificou-se como se dá o efeito da cobrança ao longo do tempo através primeiramente do nível de agregação dinâmico, os resultados demonstraram um impacto positivo consistente ao longo dos anos após o início da cobrança em ambas as métricas. Em relação ao aumento da frequência, verificou-se um pico de crescimento logo no respectivo ano de implementação do mecanismo.

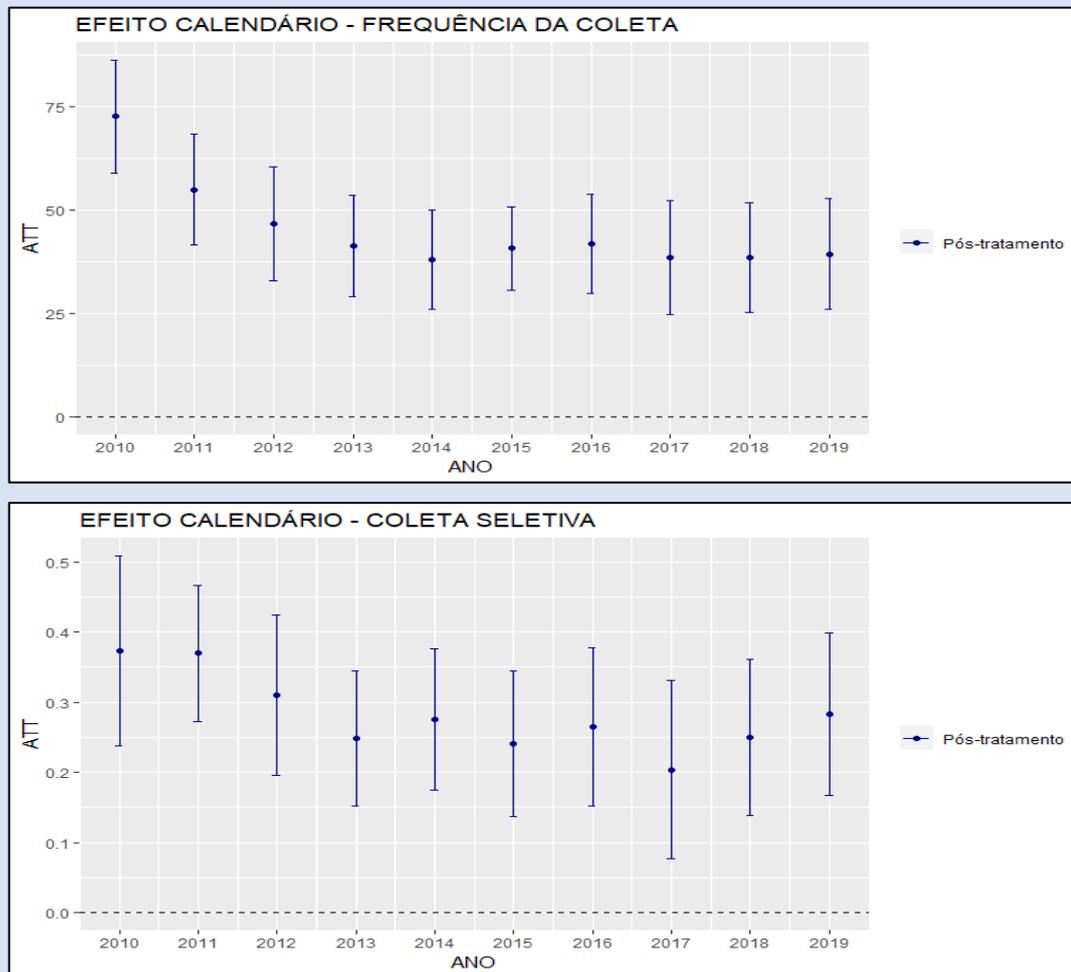
Painel 3 - Efeitos Dinâmico sobre os municípios tratados – Resíduos sólidos



Notas: Significativo a 5%. Intervalo de confiança representado pelas linhas verticais. Grupo de controle: Ainda não tratados. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

Partindo agora para o estudo do efeito da cobrança no nível de dimensão de calendário, onde é avaliado o impacto da implantação do mecanismo nas métricas de qualidade do primeiro ano de tratamento até o respectivo ano t (no caso da nossa análise de 2010 a 2019). A figura a seguir demonstra os resultados estimados para a dimensão especificada.

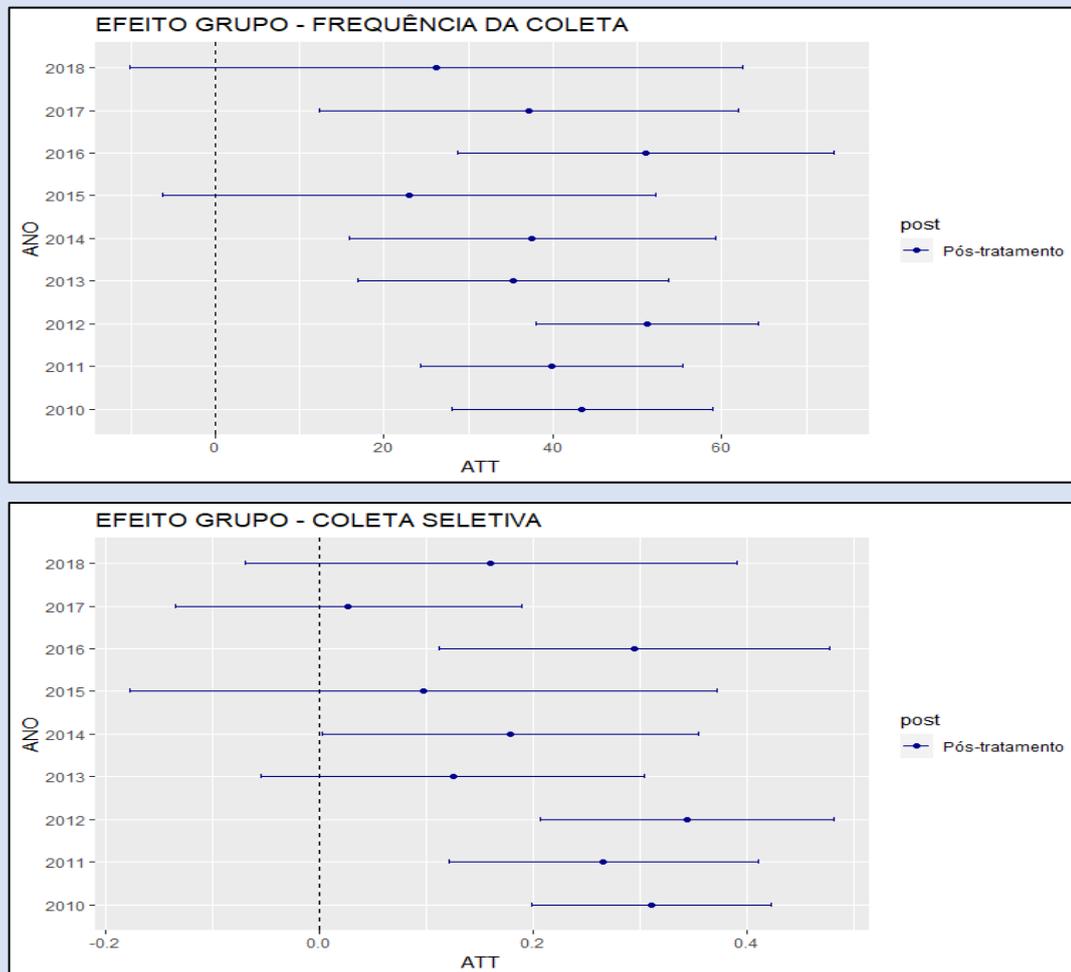
Painel 4 - Efeito Calendário sobre os municípios tratados – Resíduos sólidos



Notas: Significativo a 5%. Intervalo de confiança representado pelas linhas verticais. Grupo de controle: Ainda não tratados. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

De forma semelhante à análise anterior, os resultados demonstraram uma melhora consistente ao longo dos anos nos dois indicadores selecionados, com o pico principalmente no que se refere ao aumento da frequência da coleta de resíduos estando logo no início da nossa série do tempo, no ano de 2010. O último efeito a ser analisado é o referente ao nível agregação de grupo, com cada grupo representando os municípios que iniciaram o tratamento em certo ano do período da nossa amostra, o objetivo como mencionado é verificar se as cidades que implementaram mais rapidamente a cobrança tiveram efeitos heterogêneos, o painel a seguir demonstra de forma detalhada os resultados dessa agregação.

Painel 5 - Efeito de Grupo sobre os municípios tratados – Resíduos sólidos



Notas: Significativo a 5%. Intervalo de confiança representado pelas linhas verticais. Grupo de controle: Ainda não tratados. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

A mais notável verificação dessa agregação é perceber que alguns grupos de municípios, principalmente aqueles que representam os tratados mais tardiamente, passam a não apresentar resultados significantes estatisticamente, sobretudo no que se refere à instalação de pontos de coleta seletiva.

Como forma de testar a robustez e a consistência dos resultados encontrados, se calculou estimativas excluindo da base de dados os municípios que implementaram em qualquer momento da análise o PMGIRS como também foram excluídas as cidades que tenham registros de recebimento de recursos federais para a aplicação no setor, com isso a amostra passou a ser composta de informações de 151 cidades no período de 11 anos,

totalizando 1661 observações. O grupo de controle também foi alterado, este passa a ser composto pelos municípios ainda não tratados. Os resultados são expostos a seguir.

Tabela 6 - Efeitos agregados sobre municípios tratados - Municípios sem PMGIRS e Sem o aporte de recurso federais para o setor

Variável dependente	Acesso a coleta de lixo	Frequência da coleta de lixo	Existência de Coleta Seletiva	Existência de Lixão
ATT Simples	11,9058 (8,5344)	33,8802*** (5,7668)	0,1499*** (0,0448)	0,0075 (0,0185)
ATT Dinâmico	9,402 (11,7966)	32,1316*** (6,8712)	0,1307*** (0,0475)	0,0048 (0,0211)
ATT Calendário	14,258 (27,9174)	37,2028*** (5,7828)	0,1812*** (0,0472)	0,0136 (0,0163)
ATT Grupos	15,3597 (9,3658)	35,0071*** (5,5054)	0,1578*** (0,0386)	0,0055 (0,0188)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Ainda não tratados.
Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

Os resultados continuam a indicar o mesmo padrão, uma melhora em dois aspectos de qualidade aqui analisado no serviço, a existência de coleta seletiva formalizada pela prefeitura e o aumento frequência da coleta, mas a intensidade dessa melhora é consideravelmente menor, principalmente em relação à coleta seletiva.

4.2 ESTIMAÇÕES PARA VARIÁVEIS DE SAÚDE

O foco agora será para os resultados principais do estudo, tornando como variáveis dependentes do modelo a incidência de casos e internações de enfermidades de veiculação hídricas, já detalhadamente descritas anteriormente. Os resultados são expostos na tabela abaixo para quatro medidas de efeito médio agregado

Tabela 7 - Efeitos agregados sobre os municípios tratados – Saúde

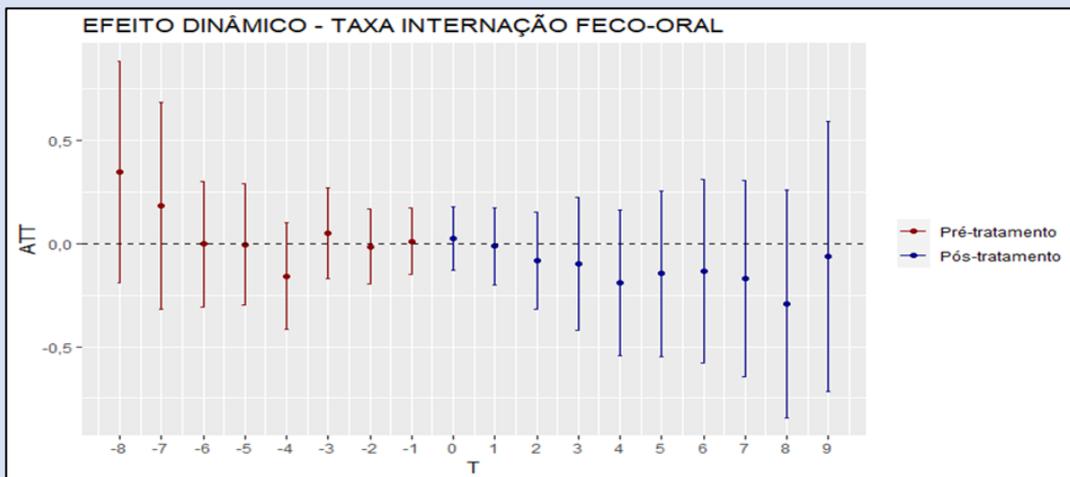
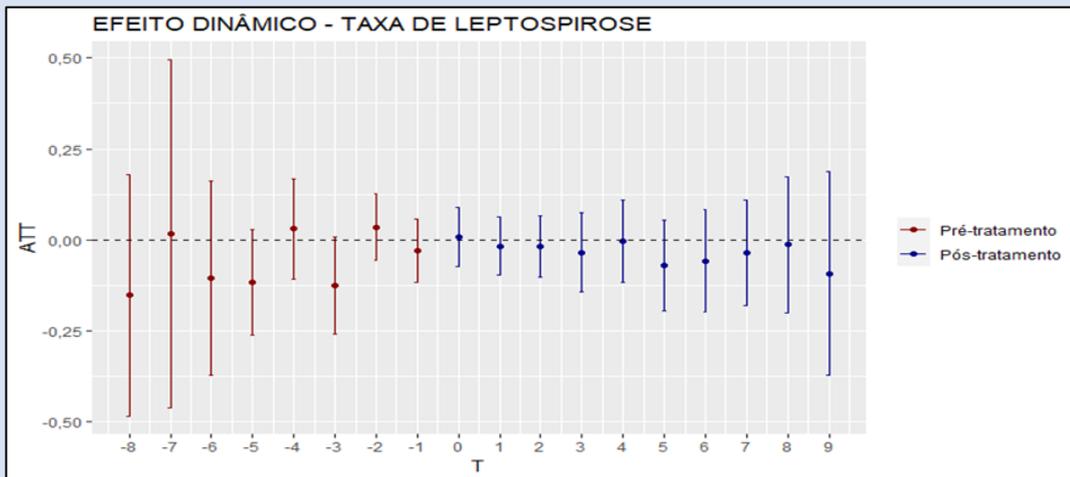
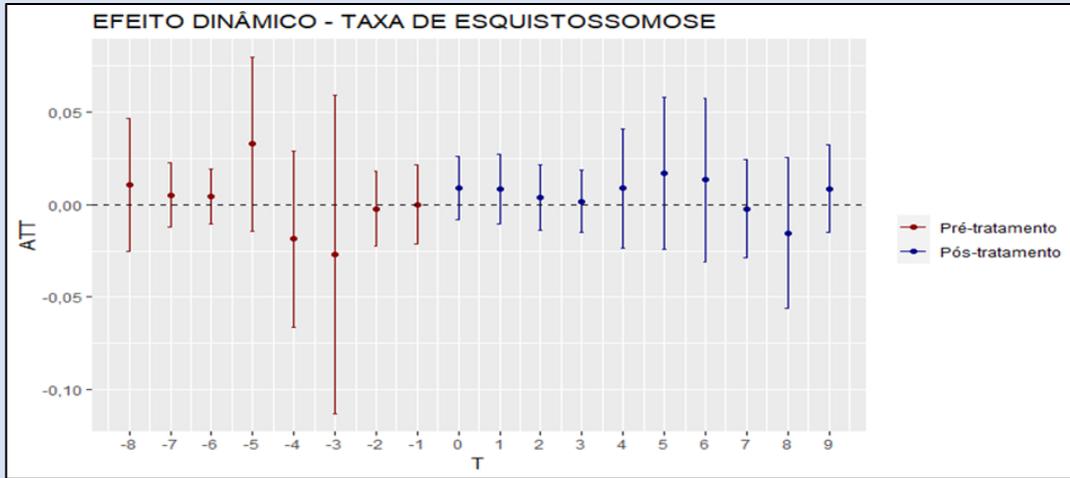
Variável dependente	Taxa de esquistossomose	Taxa de leptospirose	Taxa Internações - Feco-Oral	Taxa Internações -Contato com água
ATT Simples	0,0062 (0,0078)	- 0,0275 (0,0329)	- 0,1054 (0,1047)	0,0283 (0,032)
ATT Dinâmico	0,0053 (0,0082)	- 0,0327 (0,0376)	- 0,1167 (0,1161)	0,0388 (0,0349)
ATT Calendário	0,0071 (0,0085)	- 0,027 (0,0301)	- 0,079 (0,1008)	0,0311 (0,0294)
ATT Grupos	0,0069 (0,0071)	- 0,0137 (0,034)	- 0,1012 (0,0978)	0,0340 (0,03)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Nunca tratados.

Variáveis de controle: Logaritmo natural do PIB per capita, logaritmo natural do índice de cobertura de imunização e logaritmo natural da parcela da população com acesso a abastecimento de água. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS.

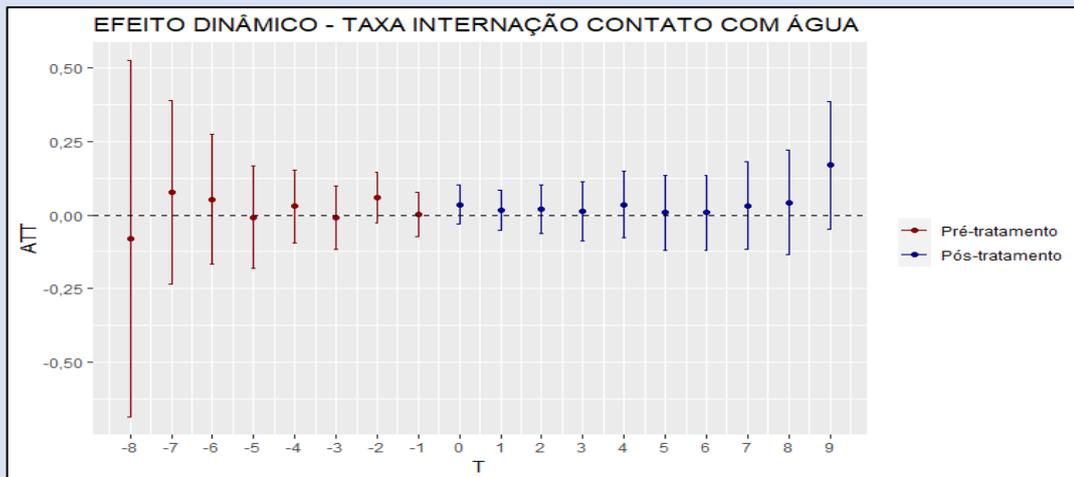
Os resultados não encontraram significância para demonstrar uma diminuição da incidência das enfermidades estudadas em nenhum nível de agregação. Observando de forma mais detalhada ao longo dos períodos analisados no estudo por meio da dimensão dinâmica, percebe-se que em nenhum momento da trajetória há algum sinal de que a imposição do mecanismo de cobrança nos municípios tenha algum impacto nas variáveis de resposta aqui analisadas. A baixa magnitude dos resultados e os sinais trocados para diferentes períodos também são sinais claros da falta de significância estatística. Os resultados para o nível de agregação dinâmico são demonstrados mais especificamente a seguir por meio de gráficos.

Painel 6 -Efeito Dinâmico sobre os municípios tratados – Saúde



Continua(...)

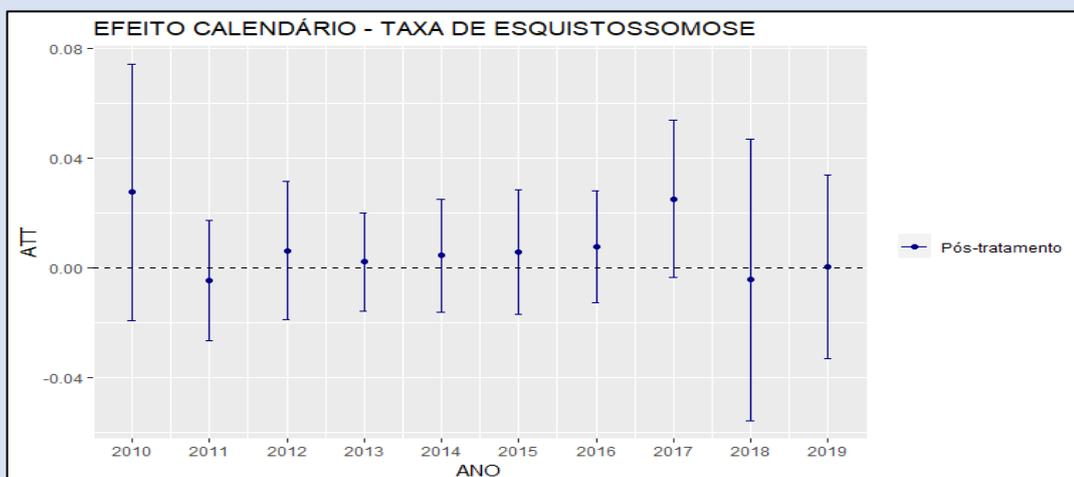
Continuação(..)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS.

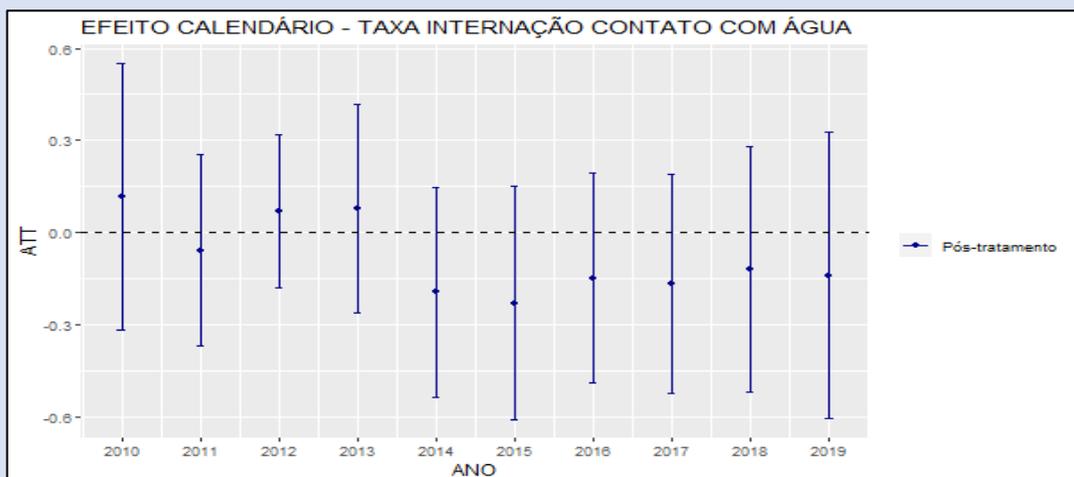
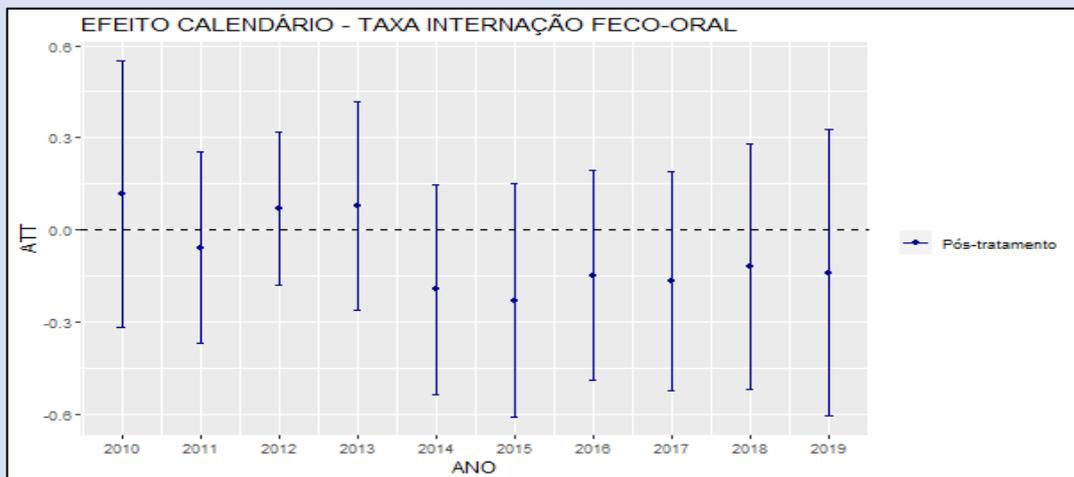
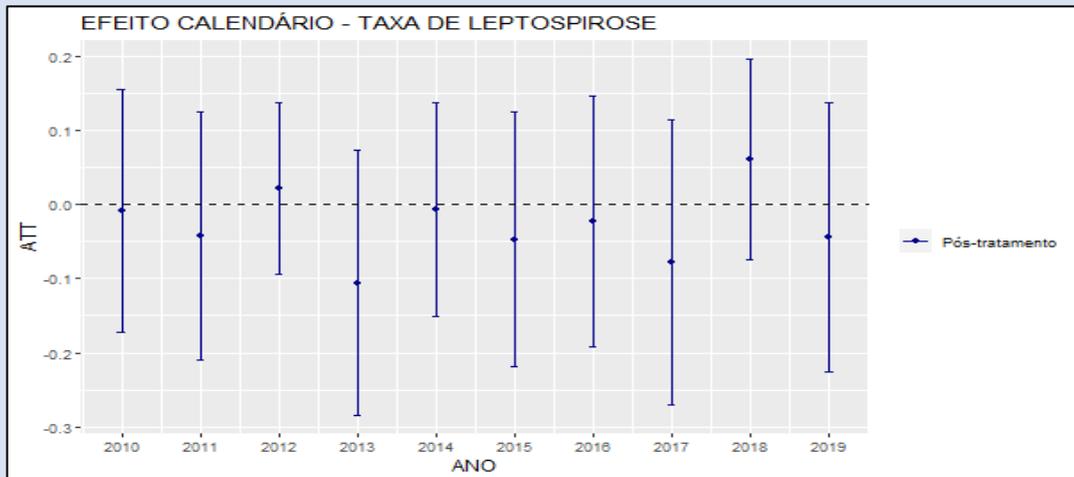
De forma semelhante, observando detalhadamente o nível de agregação de calendário verifica-se novamente que em nenhum momento da série temporal, nem mesmo no início desta, onde como já verificado houve o maior percentual de aumento da frequência da coleta e da instalação de pontos de coleta seletiva, há indícios estatísticos de uma diminuição da incidência das enfermidades analisadas, a seguir são demonstrados graficamente nos painéis os resultados para este tipo de agregação.

Painel 7 - Efeito Calendário sobre os municípios tratados – Saúde



Continua(...)

Continuação(...)

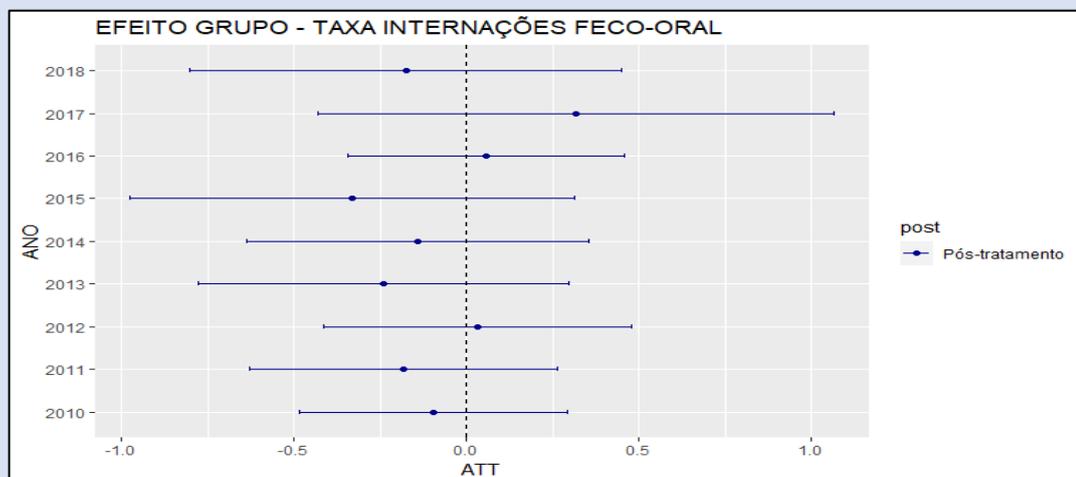
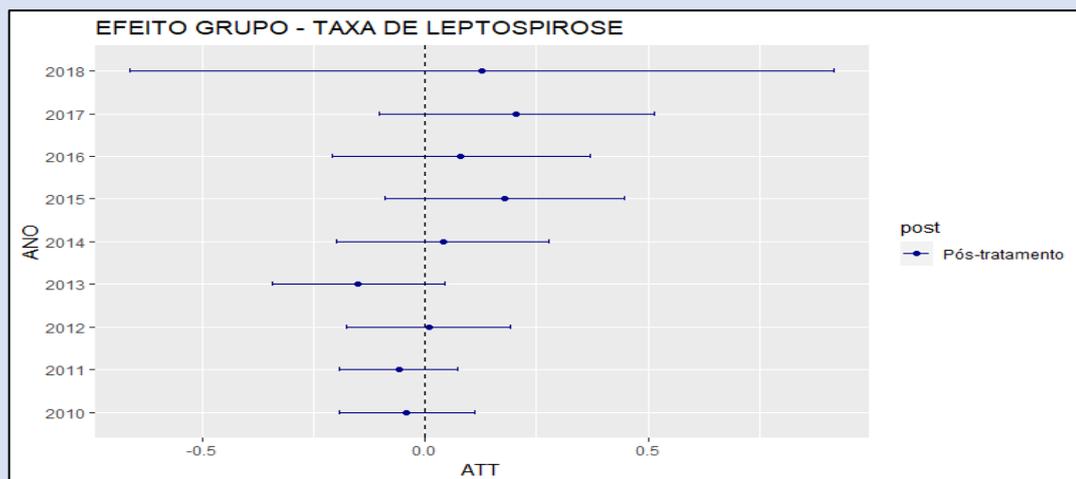
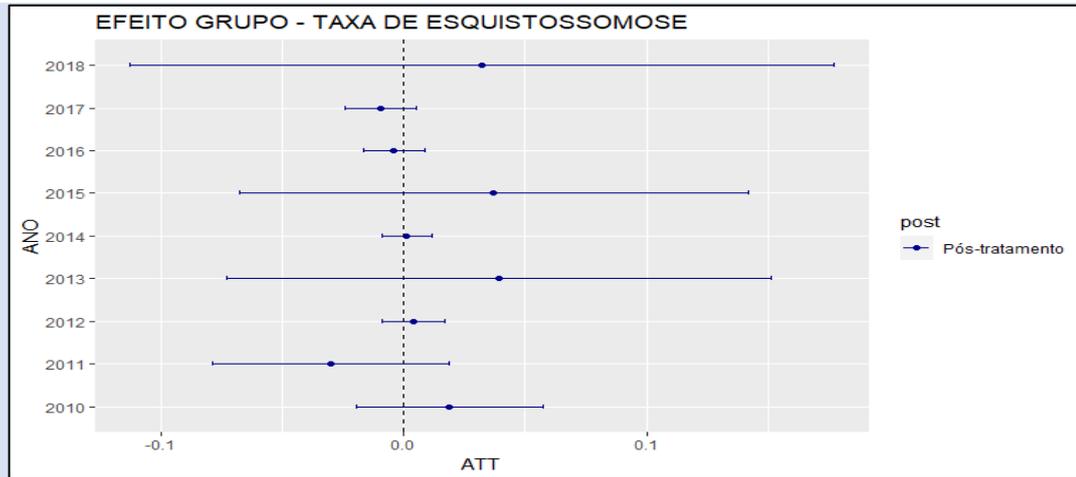


Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS.

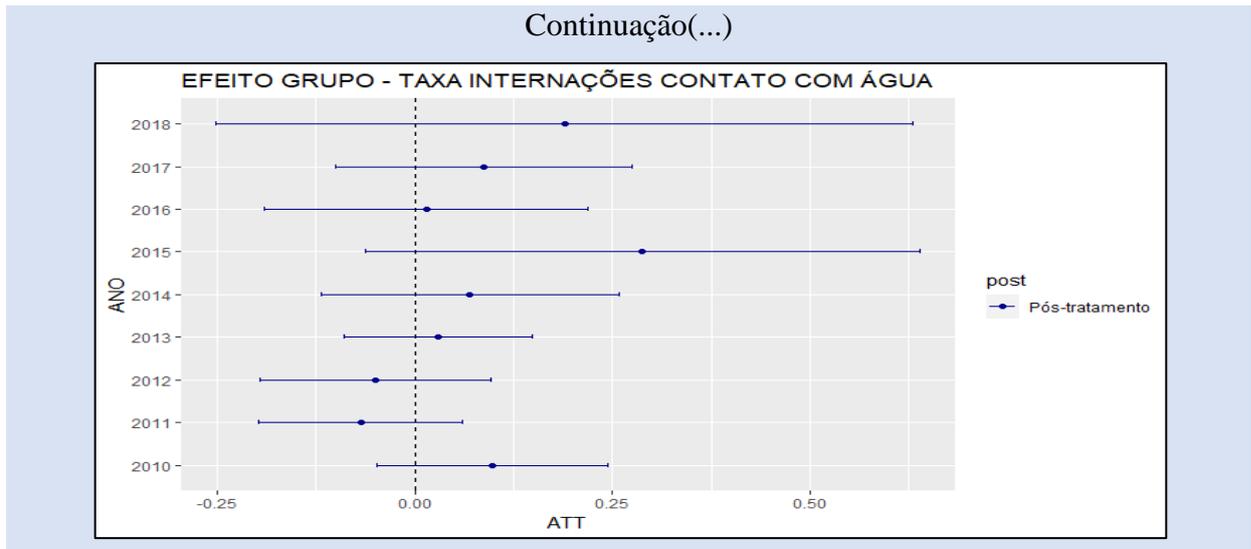
Os resultados para o último tipo de agregação analisado, o efeito de agregação de grupo, segue a mesma tendência dos anteriores, não detectando significância estatística para

nenhum grupo de municípios, sendo os grupos como já especificado anteriormente, divididos conforme o ano de implementação da cobrança.

Painel 8 - Efeito de Grupo sobre os municípios tratados – Saúde



Continua(...)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS.

Também foram testadas duas variações no nosso modelo, a primeira referente a um recorte populacional mais rígido, com nossa amostra sendo restrita as cidades com até 10 mil habitantes. A segunda variação seria referente a mudança das variáveis de resposta, estas seriam agora referentes a taxa total de casos de enfermidades de veiculação hídrica, representando a soma dos casos de esquistossomose e leptospirose, e a taxa total de internações de veiculação hídrica, representada pela soma das internações de transmissão feco-oral e de contato com a água. Em ambas as variações, os resultados permaneceram seguindo o mesmo padrão de não significância estatística para nenhuma das enfermidades analisadas. Os resultados agregados para todos os efeitos são apresentados no apêndice do trabalho.

Os resultados vão claramente de encontro com o explicitado pela ANA, já que como descrito no trabalho anteriormente, a entidade coloca a diminuição da incidência de enfermidades relacionadas ao déficit de saneamento como uma prova da importância da implementação de mecanismo de cobrança, estes seriam os responsáveis pelo oferecimento de condições orçamentarias para o financiamento de uma adequada prestação do serviço a população. A falta de resultados significantes indicam problemas na aplicação da cobrança, que não está conseguindo melhorar de forma ampla o serviço em questão, a não significância estatística para indicar um acréscimo de qualidade em dois dos quatro indicadores de qualidade aqui testados torna isso evidente. Toda essa problemática será abordada de forma mais detalhada na seção posterior aos testes de robustez.

4.3 TESTES DE ROBUSTEZ

Como forma de testar a validade dos resultados aqui encontrados, optou-se pela realização de 2 procedimentos. O primeiro procedimento a ser utilizado é referente a mudança no grupo de controle utilizado, esse tipo de procedimento é sugerido por Callaway e Sant’Anna (2020). Nesta estimação passam a integrar também o grupo de controle juntamente com os municípios nunca tratados, aqueles municípios que ainda não receberam o tratamento até o respectivo ano de análise, desse modo se avalia se os efeitos do tratamento nos grupos tratados encontrados não são obra da seleção de um grupo de controle específico. Os resultados são especificados na tabela a seguir, demonstrando em relação a estimação com o grupo de tratamento original bastante semelhança, tanto no que se refere aos sinais, quanto a magnitude do efeito do tratamento. Novamente os resultados não demonstraram significância estatística para imputar algum efeito da cobrança da prestação do serviço de manejo de resíduos sólidos nas variáveis de resultado estudadas.

Tabela 8 - Efeitos agregados sobre os municípios tratados — Grupo de Controle: ainda não tratados - Saúde

Variável dependente	Casos de esquistossomose	Casos de leptospirose	Internações - Feco-Oral	Internações - Contato com água
ATT Simples	0,0096 (0,0075)	- 0,0025 (0,0293)	- 0,0742 (0,0888)	0,0233 (0,0268)
ATT Dinâmico	0,0079 (0,0072)	- 0,0117 (0,0332)	- 0,0888 (0,1009)	0,0345 (0,0307)
ATT Calendário	0,0113 (0,0077)	0,0000 (0,0298)	- 0,0567 (0,0731)	0,0219 (0,0235)
ATT Grupos	0,0098 (0,0072)	0,0074 (0,0315)	- 0,0712 (0,0859)	0,0310 (0,0288)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Ainda não tratados.

Variáveis de controle: Logaritmo natural do Pib per capita, logaritmo natural do índice de cobertura de imunização e logaritmo natural da parcela da população com acesso a abastecimento de água. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS.

A Robustez dos resultados encontrados também pode ser analisada através da verificação da validade do contrafactual estabelecido na amostra utilizada, isto é reforçado

através de teste de falsificação com o uso de uma variável placebo, desse modo se busca examinar a existência de efeitos do tratamento em uma variável resultado que a princípio não seria afetada pelo tratamento. Para as estimações referentes as métricas de qualidade do serviço de RSU foi escolhido como variável de placebo a taxa de abandono no ensino fundamental das escolas municipais. Já para as estimações referentes a incidência de enfermidades foram escolhidos os casos de sífilis (enfermidade transmitida por meio das relações sexuais desprotegidas, sangue ou produtos sanguíneos) e as internações por causas externas (um agrupamento de hospitalizações causadas por acidentes de transporte terrestre, agressões, lesões autoprovocadas intencionalmente e quedas.).

Os resultados são demonstrados na tabela a seguir e mostram magnitudes pequenas e dispersões altas, ou seja, assim como esperado nenhum efeito do tratamento nos municípios tratados é significativo estatisticamente para as variáveis estimadas. Assim tem-se uma evidência que reforça a hipótese de tendências paralelas na ausência do tratamento, além da confirmação de que os grupos de controle utilizados nesse estudo podem ser uma boa referência para a trajetória contrafactual do grupo tratado no período pós-tratamento.

Tabela 9 - Efeitos agregados sobre os municípios Tratados - Placebo

Variável dependente	Taxa de abandono no Ensino Fundamental	Casos de Sífilis	Internações - Causas externas
ATT Simples	0,03 (0,0571)	0,0151 (0,0226)	- 0,0054 (0,0032)
ATT Dinâmico	0,0417 (0,0625)	0,0289 (0,0294)	- 0,0088 (0,0353)
ATT Calendário	0,0371 (0,0533)	0,0119 (0,0186)	- 0,0076 (0,0276)
ATT Grupos	0,0183 (0,0506)	0,0098 (0,0119)	- 0,0027 (0,0294)

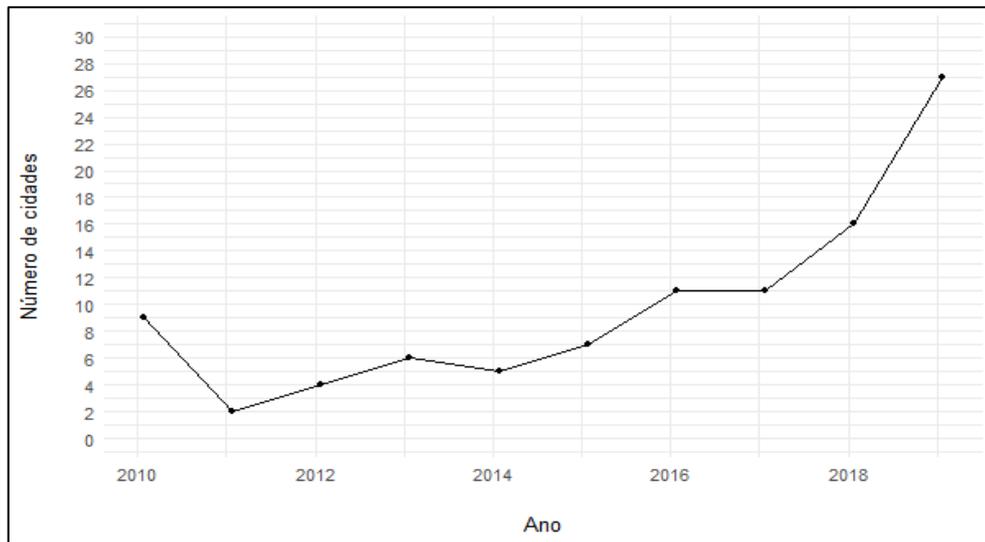
Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: nunca tratados. Variáveis de controle para as estimações de saúde: Logaritmo natural do Pib per capita, logaritmo natural do índice de cobertura de imunização e logaritmo natural da parcela da população com acesso a abastecimento de água.

4.4 ANÁLISE DISCURSIVA

Dois pontos analisados são essenciais para um entendimento amplo dos resultados encontrados: A existência de lixões e a porcentagem da população com acesso a coleta de lixo. Como já colocado, a principal forma de transmissão das enfermidades de veiculação hídrica se dá por meio da ingestão ou contato com água contaminada. No momento em que os resultados indicam que uma parcela da população continua sem acesso a coleta de resíduos, e sobretudo, indicam que estes resíduos continuam sendo descartados de maneira incorreta, é natural que as estimativas encontradas não apontassem para uma menor incidência destas enfermidades.

A falta de resultados significantes estatisticamente nestes dois pontos pode estar ligada a um problema citado previamente pelo SNIS (2019) e também abordado por Duarte (2023): a baixa capacidade de arrecadação dos municípios. Para se ter uma noção da gravidade deste problema, na amostra de dados aqui trabalhada, a média dos gastos cobertos com a receita oriunda da aplicação de mecanismo de cobrança foi de apenas 28%, a mediana foi ainda menor, 20%. O gráfico abaixo traz o número de municípios por ano na nossa amostra que conseguiram cobrir totalmente os gastos do manejo de resíduos sólidos através das receitas oriundas da aplicação da taxa. No ano de 2019 por exemplo, somente 27 dos 564 municípios que aplicavam a cobrança conseguiram cobrir totalmente os gastos, o que representa um percentual de 4,7%.

Gráfico 1 - Número de Municípios com Autossustentabilidade na prestação do serviço de RSU por ano



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

Assim, previamente pode-se indicar que a baixa capacidade de arrecadação dos municípios com o mecanismo dificulta a sustentabilidade financeira do serviço, como também limita a capacidade de investimentos necessários para uma melhoria ampla deste.

Os resultados encontrados vão de certo modo de encontro à literatura que vem estudando os impactos das políticas adotadas nas últimas décadas ligadas ao setor, explicitando problemas sobretudo na execução das medidas. Os já citados trabalhos de Dias et al. (2019) e Okawara (2018) são exemplos claros disso, com os resultados em ambos os trabalhos demonstrando que a PNRS esteve longe de cumprir as metas propostas para a melhoria dos serviços ligados ao manejo de resíduos sólidos.

Cabe aqui destacar a baixa disponibilidade e qualidade dos dados relativos à arrecadação de recursos com a aplicação da cobrança, 45% dos dados que deviam estar previamente preenchidos no SNIS com informações referentes aos valores arrecadados estão vazios, dificultando uma análise mais precisa quanto a eficácia do mecanismo.

5. CONCLUSÃO

O objetivo principal deste estudo foi oferecer um diagnóstico da efetividade da implementação de mecanismos de cobrança para a prestação do serviço de manejo de resíduos sólidos na região Sul do Brasil. Ficou claro através dos resultados que a implementação do mecanismo não vem alcançando na totalidade os objetivos destacados pela ANA como justificativa para sua obrigatoriedade. De pontos positivos nos aspectos analisados, somente foram encontrados um aumento da instalação de pontos de coleta seletiva e um aumento da frequência da coleta de lixo. De forma antagônica, foi demonstrado que a taxaço do serviço não proporcionou um aumento do percentual da população com acesso ao serviço, tão pouco serviu para diminuir a quantidade de lixões em funcionamento.

A baixa capacidade de arrecadação dos municípios com o mecanismo se apresenta de forma preliminar como principal argumento para os municípios não apresentarem progresso nestes dois últimos aspectos citados. A observação mais clara a partir deste fato é que a cobrança possivelmente encontrará ainda mais dificuldade para cumprir o seu objetivo de oferecer sustentabilidade financeira nas outras regiões brasileiras, principalmente Norte e Nordeste, devido à menor renda per capita da população nestas localidades.

De forma complementar, no momento em que uma parcela da população continua sem acesso ao serviço de coleta de lixo e o descarte dos resíduos continua sendo realizado de maneira inadequada, é natural como observado nos resultados relativos à saúde, que a taxaço não apresentasse nenhum impacto na incidência de enfermidades de veiculação hídrica, sobretudo considerando os canais de transmissão destas doenças.

Os resultados consistentes em diferentes níveis de agregação e em conformidade com estudos que vem tratando sobre o tema, externa a falta de efetividade não só da medida analisada, mas de todo conjunto de legislaçoes e medidas implementadas na última década em proporcionar um serviço de maior qualidade a população. Torna-se aqui fundamental também citar a baixa disponibilidade e qualidade dos dados relativos à receita e gastos com o setor, este fato dificultou bastante uma análise mais minuciosa do impacto da sustentabilidade financeira para a adequada prestação do serviço aqui analisado.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>> Acesso em: Nov. 2023

ALFAIA, R. G. D. S. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C. “**Municipal solid waste in Brazil: A review**”. *Waste Management and Research*, vol. 35, n. 12, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA. **Manual orientativo sobre a Norma de Referência nº 01/ANA/2021**. Brasília, 2021a. Disponível em:<<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/normas-de-referenciapara-o-saneamento-basico/resolucao-ana-no-79-2021-1/manual-orientativo-sobre-anorma-de-referencia-no-1.pdf>>. Acesso em: out. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 14.026/2020, de 15 de julho de 2020** (Marco Regulatório do Saneamento Básico). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm>. Acesso em: mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília. DOU de 3 de agosto de 2010. Disponível em: >http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm< acesso em: abr. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007** (Lei do Saneamento Básico). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.html>. Acesso em: abr. 2023.

BRITTO, A L. (2015). **Tarifas sociais e justiça social no acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no brasil**. In: Castro, E.J.; Heller, L.Morais, M.P (ed.'s). *O direito à água como política pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica*. Brasília: IPEA, 2014 pp.209-226.

CALLAWAY, B. SANT'ANNA, P. H. C. (2020). **Difference-in-differences with multiple time periods**. *Journal of Econometrics*.

CONKE, L. S. **Barreiras ao Desenvolvimento da Coleta Seletiva no Brasil**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília. Brasília, 2015.

COSTA, Ilton Garcia da; PIEROBON, Flavio; SOARES, Eliane C. **A Efetivação do Direito ao Saneamento Básico no Brasil: Do Planasa ao Planasb**. Revista Meritum - FUMEC, v. 13, n. 2, p. 335-358, 2018

CRUZ, F. P., OLIVEIRA, B. F., ACCIOLY, E. M. F. B., & SOARES, I. M. **A Regionalização dos Serviços de Saneamento Básico e os Desafios da Universalização no Brasil: Uma Análise Exploratória de Dados Espaciais para os anos de 2010 e 2018**. Área 10: Economia Regional e Urbana. 2021.

DASGUPTA, Purnamita. **Valuing health damages from water pollution in urban Delhi, India: a health production function approach**. Environment and development economics, v. 9, n. 1, p. 83-106, 2004.

OLIVEIRA, L. L.; RAMALHO, Â. M. C.; SOUZA, P. M.; VICTOR, E. S. **Avaliação da política de saneamento básico na Paraíba: evolução do abastecimento de água e esgotamento sanitário**. REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade, v. 9, n. 3, p. 65-75, 2019.

DE SOUSA DIAS, J. D., HALMENSCHLAGER, V., ABDALLAH, P. R., & DA SILVA TEIXEIRA, G. **Avaliação da política nacional dos resíduos sólidos (PNRS): uma análise para as regiões brasileiras**. ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, v. 22, 2019.

DUARTE, P. A. **Potencialidades e Desafios de Consórcios intermunicipais de resíduos sólidos**. Boletim regional, urbano e ambiental, n. 29, jan.-jun., 2023

ERNEST & YOUNG BRASIL – EY Brasil; SINDICATO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA DO ESTADO DE SÃO PAULO - SELUR. **A Sustentabilidade Financeira dos Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos: Modelos de Cobrança ao Redor do Mundo**. São Paulo: EYGM Limited, 2020. 84 p. Disponível em: <<https://selur.org.br/publicacoes/estudo-comparado/>>. Acesso em: Out. 2023.

FÁVERO, L. P. L. **Dados em painel em contabilidade e finanças: teoria e aplicação**. Brazilian Business Review, v. 10, n. 1, p. 131-156, 2013.

FERREIRA, D. C., GRAZIELE, I., MARQUES, R. C., & GONÇALVES, J. **Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: The Brazilian case**. Science of the Total Environment, v. 779, p. 146279, 2021

GOUVEIA, Nelson. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. *Ciência & saúde coletiva*, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

GUJARATI, DAMODAR N., e Down C Porter. 2011. **Econometria básica**. 5a ed. New York: Mc Graw Hill.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Disponível em: < <https://www.gov.br/inep/pt-br>>. Acesso em: Dez de 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). IPEADATA - **Base de Dados Temporais do IPEA**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>> Acesso em: Dez. de 2023.

JURAS, I. A. G. M. **Legislação sobre Resíduos Sólidos: comparação da Lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos**. Consultoria Legislativa da Câmara de Deputados. Brasília. 2012.

KAYAMO, Samuel Elias. **Willingness to pay for solid waste management improvement in Hawassa city, Ethiopia**. *Journal of Environmental Management*, v. 302, p. 113973, 2022.

MARTELI, A. N.; GENRO, L. V.; DIAMENT, D.; GUASSELLI, L. A. **Análise espacial da leptospirose no Brasil**. *Saúde Debate*, v. 44, n.126, p. 805-817, 2020.

MATHESON, Thornton. **Disposal is Not Free: Fiscal Instruments to Internalize the Environmental Costs of Solid Waste**. *IMF Working Papers*, v. 2019, n. 283, 2019.

MEDRONHO, R. A.; MACRINI, L.; NOVELLINO, D. M.; LAGROTTA, M. T. F. **Aedes aegypti Immature Forms Distribution According to Type of Breeding Site**. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, v. 80, n. 3, 2009

OKAWARA, J. M. (2018). **Avaliação de impacto da política de resíduos sólidos na saúde** (Dissertação de Mestrado). Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas - FGV, São Paulo.

OLIVEIRA, V., Santos, A. F. dos, & Campos, H. (2022). **Leptospirose: um estudo epidemiológico dos casos notificados no Brasil entre os anos de 2015 e 2019 /**

Leptospirosis: an epidemiological study of notified cases in Brazil between the years 2015 and 2019. *Brazilian Journal of Health Review*, 5(2), 5964–5979.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **La eliminación de basuras y el control de insectos y roedores**. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; 1962. (Publicación Científica, 75).

SAIANI, C. C. S.; TONETO JÚNIOR, R. **Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004)**. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 19, n. 38, abr. 2010.

SAMPAIO, Maria Analice dos Santos. **A implementação de parques eólicos e seus impactos sobre os municípios brasileiros**. 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/65560>>. Acesso em: Dez em 2023.

SANT'ANNA, André; ROCHA, Romero. **Corra se for capaz: impactos de investimentos em saneamento sobre saúde, usando o tempo das obras como variação exógena**. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 52, p. 657-693, 2023. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ee/a/XZxdmNfwmMYswfNccBh57Pt/?lang=pt#>>. Acesso em jun. 2023.

SINDICATO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA. **Índice de sustentabilidade da limpeza urbana para os municípios brasileiros**. 2.ed. Brasília, 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO (SNIS). Disponível em: < <http://www.snis.gov.br> >. Acesso em: 4 abr. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2019**. [S.l.]: SNIS, 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes--e-programas/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2019> >. Acesso em: 20 set. 2023.

SOARES, D.A; et al. **Avaliação epidemiológica da esquistossomose no estado de Pernambuco pelo modelo de regressão beta**. *Arch. Health. Sci*, v. 26, n. 2, p. 116-120, 2019.

SOBRAL, Marcos Felipe Falcão; SOBRAL, Ana Iza Gomes da Penha. **Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife**, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, p. 1075-1082, 2019.

TUROLLA, F. A.; OHIRA, T. H. **A Economia do Saneamento Básico**. In: KON, A. (Org.). *Indústria, Trabalho e Tecnologia: Subsídios à Política Pública*. 1. ed., São Paulo: EITT/PUCSP, 2005, v. 01, p. 297-319.

UHR, Júlia Gallego Ziero; SCHMECHEL, Mariana; UHR, Daniel de Abreu Pereira. **Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica**. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace*, v. 7, n. 2, 2016.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines on sanitation and health**. Geneva: WHO, 2018. Disponível em: < <https://www.who.int/publications/i/item/9789241514705>>. Acesso em: jun. 2023.

WOOLDRIDGE, J. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge, MA: MIT press, 2002.

APÊNDICES

Tabela A1– Estimativas Pontuais do Efeito Dinâmico – Resíduos Sólidos

Variável dependente	Acesso a coleta de Resíduos	Frequência da coleta de Resíduos	Existência de coleta seletiva	Existência de lixão
T(anos)				
-8	10,35 (11,1689)	-15,0145 (11,502)	-0,0726 (0,0896)	0 (0)
-7	3,2367 (18,4671)	-6,0777 (6,0661)	-0,0053 (0,0441)	-0,0048 (0,0069)
-6	16,975 (15,2811)	-0,4372 (3,1142)	-0,0047 (0,0279)	0,0072 (0,0240)
-5	-12,7247 (10,5627)	2,3451 (3,3687)	-0,0518 (0,0338)	0,0228 (0,0187)
-4	-1,5549 (3,8054)	1,9363 (3,2841)	0,0121 (0,0329)	-0,0201 (0,0161)
-3	-9,8294 (4,2165)	1,7307 (2,3243)	0,0132 (0,0245)	0,001 (0,0113)
-2	5,6993 (5,6995)	-2,6495 (2,0402)	-0,0106 (0,0155)	0,0011 (0,0081)
-1	-5,3643 (5,2087)	4,0227 (2,0402)	0,0193 (0,0161)	-0,0036 (0,0085)
0	10,9337 (7,376)	60,2266*** (2,1202)	0,3124*** (0,0224)	0,029*** (0,0086)
1	10,9571 (8,9261)	40,7039*** (2,7344)	0,2161*** (0,0232)	0,0131 (0,0106)
2	11,8574 (8,3496)	38,9719*** (3,0866)	0,2619*** (0,0251)	0,0048 (0,0111)
3	1,456 (6,4797)	38,7196*** (3,3260)	0,2533*** (0,0327)	-0,0153 (0,0111)
4	-2,0417 (6,4753)	38,8074*** (3,6819)	0,2477*** (0,0343)	-0,002 (0,0120)
5	6,0917 (9,5645)	40,2452*** (3,9632)	0,2702*** (0,0401)	0,0018 (0,0159)
6	-0,8333 (10,845)	39,5756*** (4,5707)	0,2682*** (0,04)	-0,0043 (0,0206)
7	-2,3534 (10,8723)	41,061*** (5,3007)	0,2872*** (0,0467)	0,0064 (0,0195)
8	1,1352 (11,0519)	40,0394*** (6,2523)	0,296*** (0,532)	-0,0066 (0,0210)
9	3,2062 (14,6402)	39,1455*** (7,0903)	0,3276*** (0,0626)	-0,0173 (0,0216)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Ainda não tratados. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

Tabela A2 – Estimativas Pontuais do Efeito Calendário – Resíduos Sólidos

Ano	Acesso a Coleta de Lixo	Frequência da Coleta	Existência de Coleta Seletiva	Existência de Lixão
2010	19,7167 (11,3831)	72,5642*** (5,3107)	0,3730*** (0,0501)	0,0390 (0,0193)
2011	13,2341 (13,0129)	54,8585*** (5,3497)	0,3693*** (0,0393)	0,0215 (0,0170)
2012	15,3058 (10,5392)	46,6730*** (4,7912)	0,3097*** (0,0434)	-0,0077 (0,0187)
2013	2,3314 (7,0394)	41,4322 *** (4,5140)	0,2478*** (0,0410)	-0,0118 (0,0192)
2014	-4,3193 (7,0883)	38,0031 *** (4,4936)	0,2746*** (0,0391)	0,0138 (0,0136)
2015	7,8533 (9,7325)	40,7287*** (3,9686)	0,2411*** (0,0399)	0,0152 (0,0136)
2016	0,7151 (9,4494)	41,8509*** (4,6976)	0,2649*** (0,0404)	-0,0149 (0,0235)
2017	-1,2110 (8,4093)	38,5137*** (4,7170)	0,2037*** (0,0468)	0,0076 (0,0200)
2018	0,0516 (8,2528)	38,5599*** (4,8254)	0,2495*** (0,0444)	0,0003 (0,0199)
2019	4,2269 (10,3526)	39,3587*** (4,9924)	0,2827*** (0,0420)	0,0003 (0,0185)

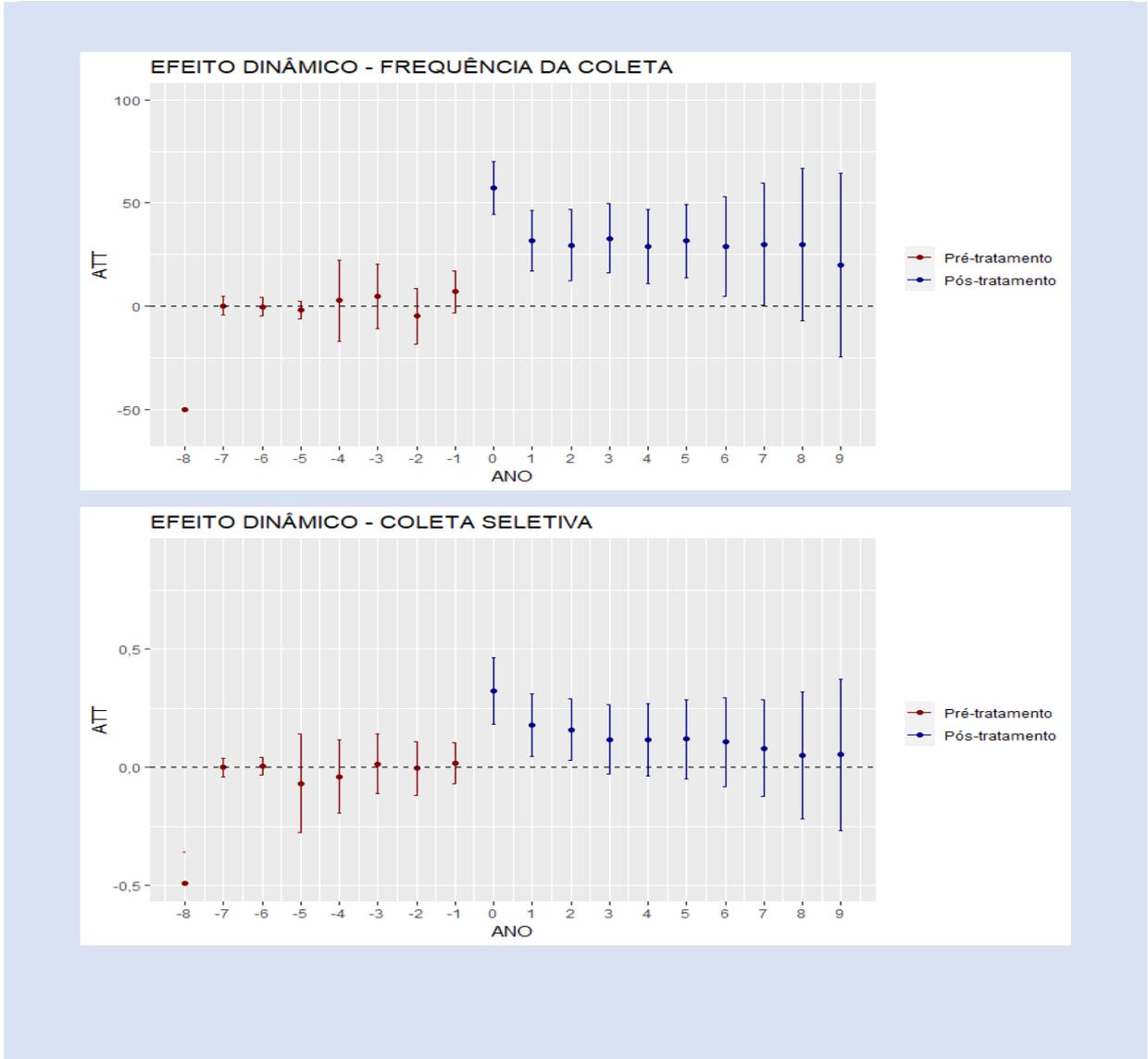
Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Nunca tratados tratados. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

Tabela A3 – Estimativas Pontuais do Efeito Grupo – Resíduos Sólidos

Ano	Acesso à coleta de lixo	Frequência da Coleta	Existência de Coleta Seletiva	Existência de Lixão
2010	6,2079 (10,4549)	43,4155*** (6,0536)	0,3107*** (0,0416)	-0,0051 (0,0151)
2011	-12,2606 (20,3110)	39,8447*** (5,6866)	0,2660*** (0,0539)	-0,0056 (0,0151)
2012	0	51,1341*** (5,0472)	0,3441*** (0,0534)	0,0325 (0,0225)
2013	11,2357 (5,2954)	35,3611*** (6,6681)	0,1248 (0,0640)	-0,0269 (0,0293)
2014	11,6733 (8,6440)	37,5448*** (7,3920)	0,1793 (0,0716)	0,0331 (0,0288)
2015	6,4988 (12,2107)	22,9156 (9,3329)	0,0977 (0,1043)	0,0066 (0,0264)
2016	-44,8571*** (4,9709)	50,9566*** (7,6901)	0,2949*** (0,0732)	-0,0110 (0,0221)
2017	6,3450*** (2,6849)	37,1702*** (9,8810)	0,0269 (0,0562)	0,0943 (0,0739)
2018	3,1683 (3,3775)	26,1891 (13,3967)	0,1604 (0,0905)	0

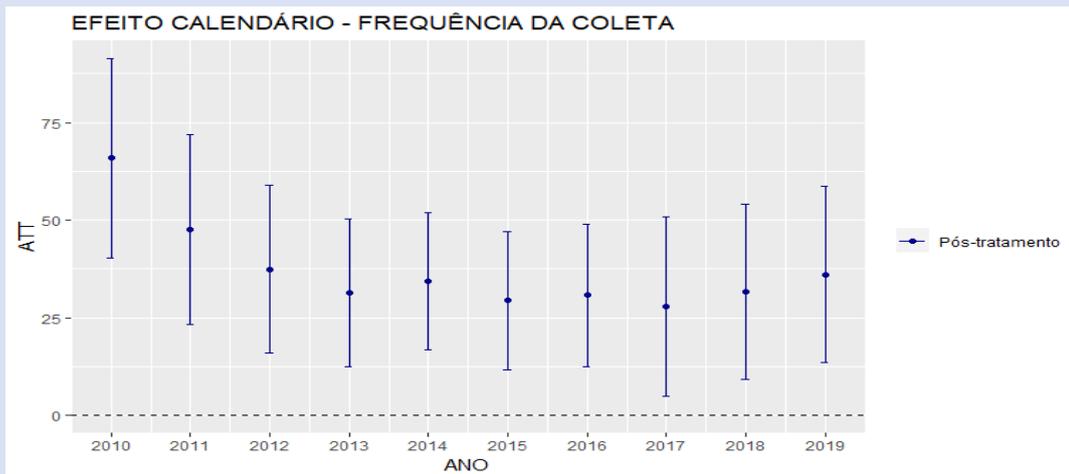
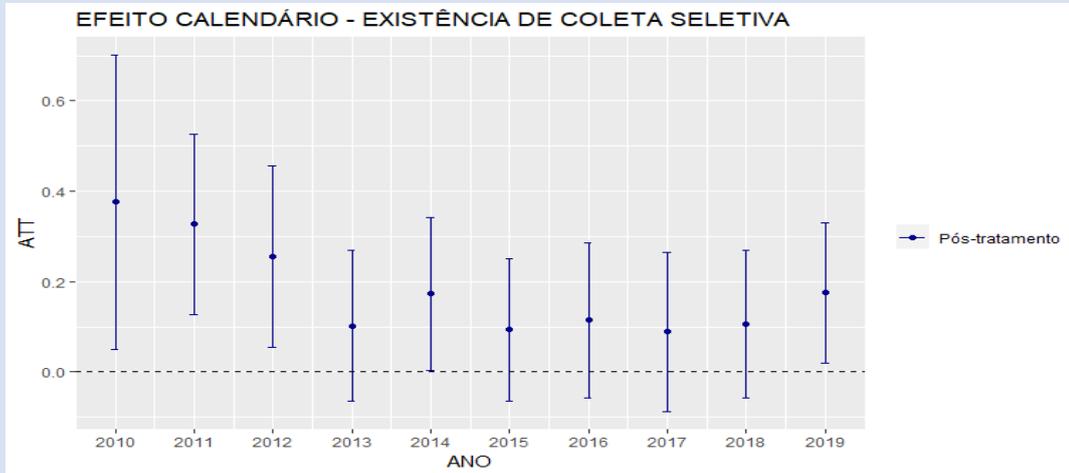
Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Nunca tratados. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS

Painel A1 – Efeito Dinâmico Municípios sem PMGIRS e Sem o aporte de recurso federais para o setor (2009 a 2019)



Notas: Significativo a 5%. Intervalo de confiança representado pelas linhas verticais. Grupo de controle: Ainda não tratados. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

Painel A2– Efeito Calendário Municípios sem PMGIRS e Sem o aporte de recurso federais para o setor (2009 a 2019)



Notas: Significativo a 5%. Intervalo de confiança representado pelas linhas verticais. Grupo de controle: Ainda não tratados. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS.

Tabela A4 – Estimativas Pontuais do Efeito Dinâmico - Saúde

Variável Dependente	Taxa de Esquistossomose	Taxa de Leptospirose	Taxa de Interação Fecoral	Taxa de Interação Contato com água
T (Anos)				
-8	0,0106 (0,0152)	-0,1520 (0,1222)	0,3464 (0,1991)	-0,0799 (0,2169)
-7	0,0050 (0,0072)	0,0178 (0,1767)	0,1855 (0,1696)	0,0781 (0,1114)
-6	0,0044 (0,0062)	-0,1046 (0,1041)	-0,0031 (0,1116)	0,0537 (0,0788)
-5	0,0327 (0,0185)	-0,1163 0,0544	-0,0051 (0,0976)	-0,0071 (0,0626)
-4	-0,0187 (0,0214)	0,0305 (0,0504)	-0,1583 (0,0950)	0,0297 (0,0446)
-3	-0,0269 (0,0363)	-0,1251*** (0,0444)	0,0509 (0,0744)	-0,0087 (0,0387)
-2	-0,0023 (0,0085)	0,0352 (0,0316)	-0,0139 (0,0630)	0,0595 (0,0307)
-1	-0,0001 (0,0101)	-0,0291 (0,0310)	0,0107 (0,0568)	0,0021 (0,0271)
0	0,0089 (0,0071)	0,0096 (0,0289)	0,0234 (0,0520)	0,0362 (0,0242)
1	0,0085 (0,0089)	-0,0171 (0,0303)	-0,0125 (0,0635)	0,0173 (0,0240)
2	0,0037 (0,0073)	-0,0175 (0,0314)	-0,0841 (0,0863)	0,0206 (0,0292)
3	0,0017 (0,0067)	-0,0344 (0,0410)	-0,0993 (0,1158)	0,0135 (0,0354)
4	0,0087 (0,0135)	-0,0020 (0,0426)	-0,1908 (0,1259)	0,0364 (0,0407)
5	0,0169 (0,0164)	-0,0692 (0,0504)	-0,1465 (0,1565)	0,0093 (0,0455)
6	0,0132 (0,0203)	-0,0569 (0,0495)	-0,1328 (0,1497)	0,0092 (0,0454)
7	-0,0024 (0,0100)	-0,0349 (0,0599)	-0,1703 (0,1737)	0,0313 (0,0532)
8	-0,0153 (0,0164)	-0,0126 (0,0683)	-0,2934 (0,1871)	0,0436 (0,0634)
9	0,0086 (0,0103)	-0,0921 (0,0998)	-0,0606 (0,2144)	0,1705 (0,0776)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Nunca tratados. Variáveis de controle: Logaritmo natural do Pib per capita, logaritmo natural do índice de cobertura de imunização e logaritmo natural da parcela da população com acesso a abastecimento de água. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS. Variável t representando anos antes ou após o início da cobrança.

Tabela A5 – Estimativas Pontuais do Efeito Calendário - Saúde

Ano	Taxa de Esquistossomose	Taxa de Leptospirose	Taxa de Internação Feco-oral	Taxa de Internação Contato com água
2010	0,0276 (0,0207)	-0,0078 (0,0601)	0,1183 (0,1749)	0,0909 (0,0642)
2011	-0,0045 (0,0097)	-0,0426 (0,0666)	-0,0578 (0,1186)	0,0395 (0,0418)
2012	0,0064 (0,0112)	0,0222 (0,0491)	0,0687 (0,1082)	0,0268 (0,0418)
2013	0,0023 (0,0079)	-0,1060 (0,0654)	0,0771 (0,1364)	-0,0712 (0,0488)
2014	0,0045 (0,0092)	-0,0067 (0,0549)	-0,1932 (0,1386)	0,0385 (0,0391)
2015	0,0058 (0,0100)	-0,0471 (0,0687)	-0,2294 (0,1651)	0,0354 (0,0558)
2016	0,0079 (0,0090)	-0,0223 (0,0645)	-0,1485 (0,1480)	-0,0113 (0,0656)
2017	0,0251 (0,0127)	-0,0775 (0,0703)	-0,1665 (0,1538)	0,0501 (0,0373)
2018	-0,0043 (0,0228)	0,0619 (0,0553)	-0,1189 (0,1491)	0,0319 (0,0541)
2019	0,0005 (0,0148)	-0,0443 (0,0716)	-0,1395 (0,1803)	0,0803 (0,0546)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Nunca tratados. Variáveis de controle: Logaritmo natural do Pib per capita, logaritmo natural do índice de cobertura de imunização e logaritmo natural da parcela da população com acesso a abastecimento de água. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS.

Tabela A6 – Estimativas Pontuais do Efeito Grupo - Saúde

Grupo	Taxa de Esquistossomose	Taxa de Leptospirose	Taxa Internação Feco-oral	Taxa Internação Contato com água
2010	0,0972 (0,0576)	-0,0412 (0,0592)	-0,0955 (0,1522)	0,0972 (0,0536)
2011	-0,0688 (0,0479)	-0,0591 (0,0485)	-0,1825 (0,1518)	-0,0688 (0,0489)
2012	-0,0499 (0,0583)	0,0081 (0,0672)	0,0333 (0,1559)	-0,0499 (0,0568)
2013	0,0293 (0,0433)	-0,1499 (0,0795)	-0,2406 (0,2007)	0,0293 (0,0461)
2014	0,0697 (0,0712)	0,0404 (0,0961)	-0,1413 (0,1910)	0,0697 (0,0702)
2015	0,2878 (0,1379)	0,1785 (0,1036)	-0,3296 (0,2478)	0,2878 (0,1342)
2016	0,0144 (0,0829)	0,0805 (0,1184)	0,0571 (0,1523)	0,0144 (0,0849)
2017	0,0870 (0,0717)	0,2047 (0,1099)	0,3182 (0,2819)	0,0870 (0,0730)
2018	0,1894 (0,1658)	0,1276 (0,3110)	-0,1753 (0,2203)	0,1894 (0,1676)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Nunca tratados. Variáveis de controle: Logaritmo natural do Pib per capita, logaritmo natural do índice de cobertura de imunização e logaritmo natural da parcela da população com acesso a abastecimento de água. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS

**Tabela A7- Efeitos agregados sobre os municípios tratados com até 10 mil habitantes –
Saúde**

Variável dependente	Taxa de Esquistossomose	Taxa de Leptospirose	Taxa Internações - Feco-Oral	Taxa Internações - Contato com água
ATT Simples	0,0038 (0,0095)	- 0,0342 (0,0425)	- 0,1306 (0,1232)	0,0332 (0,036)
ATT Dinâmico	0,0025 (0,0084)	- 0,0437 (0,0461)	- 0,1519 (0,1599)	0,0477 (0,0461)
ATT Calendário	0,0024 (0,0085)	- 0,0362 (0,0412)	- 0,0924 (0,1154)	0,0371 (0,0359)
ATT Grupos	0,0057 (0,0096)	- 0,0146 (0,0416)	- 0,124 (0,1377)	0,0418 (0,0368)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: Nunca tratados. Variáveis de controle: Logaritmo natural do Pib per capita, logaritmo natural do índice de cobertura de imunização e logaritmo natural da parcela da população com acesso a abastecimento de água. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIS, IBGE e DATASUS.

Tabela A8 - Efeitos agregados sobre os municípios Tratados – Total Saúde

Variável dependente	Taxa total de casos de enfermidades de veiculação hídrica	Taxa total de internações de enfermidades de veiculação hídrica
ATT Simples	- 0,0233 (0,0311)	- 0,1021 (0,1025)
ATT Dinâmico	- 0,0287 (0,0377)	- 0,108 (0,1125)
ATT Calendário	- 0,0209 (0,0344)	- 0,0764 (0,0906)
ATT Grupos	- 0,0084 (0,0353)	- 0,097 (0,0964)

Notas: Significativo a 5%. Erros-padrão apresentados entre parênteses. Grupo de controle: não tratados. Variáveis de controle: Logaritmo natural do Pib per capita, logaritmo natural do índice de cobertura de imunização e logaritmo natural da parcela da população com acesso a abastecimento de água.