



**XVIII ENANPUR**  
NATAL 2019  
27 a 31 maio

## **A LEI DO SANEAMENTO BÁSICO E SEU IMPACTO NOS ÍNDICES DE ACESSO AOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO**

### **Autores:**

Dameres Lopes Afonso - Universidade Federal de Juiz de Fora - dameresalopes@gmail.com

Eduardo Simões de Almeida - Universidade Federal de Juiz de Fora - eduardo.almeida@ufjf.edu.br

### **Resumo:**

O Brasil ainda enfrenta desafios quanto ao oferecimento dos serviços de saneamento básico à população. Em busca da universalização destes serviços, o governo federal promulgou a Lei nº 11.445, a chamada Lei do Saneamento Básico de 2007. Dentre as diretrizes fundamentadas pela Lei, encontra-se a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) por parte de todos os municípios brasileiros. O presente trabalho propõe avaliar o impacto da Lei do Saneamento Básico sobre os índices de acesso aos serviços de saneamento básico relacionados ao abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário dos municípios. Utiliza-se o método de Diferenças em Diferenças com pareamento, tendo como tratamento o fato dos municípios terem elaborado seus PMSB, ou seja, estarem em conformidade com a Lei. Os resultados indicam que a aplicação da Lei teve impacto positivo e significativo nos índices de acesso aos serviços de saneamento básico.

# **A LEI DO SANEAMENTO BÁSICO E SEU IMPACTO NOS ÍNDICES DE ACESSO AOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO**

## **1. INTRODUÇÃO**

Dentre os serviços de saúde ressalta-se a importância do saneamento básico na busca de garantir melhores condições de saúde à população. A relação entre saúde e saneamento se dá por este último higienizar o ambiente, atuando na prevenção de doenças que podem proliferar-se com dejetos, lixo, contaminação da água, entre outros.

Apesar dos avanços no acesso aos serviços de saneamento básico obtidos no decorrer dos anos 2000 em todo território brasileiro, permanece a existência de déficits no acesso e heterogeneidade na distribuição destes serviços no País, com concentração maior na região Centro-Sul<sup>1</sup> e déficits principalmente nas regiões Norte e Nordeste, além das diferenças existentes entre o atendimento das populações urbanas e rurais (SAIANI E JÚNIOR, 2010; IBGE, 2011; GALVÃO, 2013).

O déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil está relacionado ao perfil de renda dos municípios em razão da capacidade de pagamento das tarifas de seus consumidores e à existência de economias de escala tendo em vista os altos custos de prestação destes serviços (SAIANI, 2006).

Buscando a universalização e a regulação dos serviços de saneamento básico, o governo federal proclamou a Lei nº 11.445 em 5 de janeiro de 2007, Lei de Saneamento Básico, que expõe as diretrizes necessárias à prestação do saneamento básico no território brasileiro. Esta Lei considera como serviços de saneamento básico as atividades: a) abastecimento de água, b) esgotamento sanitário, c) limpeza urbana e manejo de resíduos e, d) drenagem e manejo de águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

A Lei nº 11.445 sucinta ainda o papel dos municípios na prestação dos serviços de saneamento, tornando-os responsáveis pela elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB). O PMSB é um instrumento de planejamento e gestão participativa que estabelece as diretrizes para a prestação dos serviços públicos de saneamento e deve estar em consonância com as diretrizes nacionais para o saneamento básico estabelecidas pela Lei nº 11.445 e pelo Decreto nº 7.217/10.

De acordo com o Decreto nº 7.217/10, a existência de PMSB passaria a ser condição para os municípios terem acesso aos recursos públicos destinados ao saneamento básico a partir de 2014. No entanto, esta cláusula foi modificada três vezes até 2017, em 2014 o Decreto nº 8.211/14 alterou a dada do condicionamento dos

---

<sup>1</sup> Corresponde às regiões Sul e Sudeste, com exceção da região norte de Minas Gerais. Além dos estados do Mato Grosso do Sul, Goiás, sul do Tocantins, sudeste do Mato Grosso e o Distrito Federal.

recursos para 31 de dezembro de 2015, o Decreto nº 8.629/15 alterou esta data para 31 de dezembro de 2017, o Decreto nº 9.254/17, por sua vez, alterou novamente a data para 31 de dezembro de 2019.

Um dos motivos das alterações nos Decretos deve-se ao baixo número de municípios que concluíram a elaboração de seus PMSB. Até 2016, apenas 30% do total dos municípios brasileiros haviam elaborado de fato seus PMSB, segundo dados do documento “Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico” publicado em 2017 pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, ligada ao Ministério das Cidades.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho é avaliar se a Lei do Saneamento Básico de 2007 teve impacto sobre os índices de acesso aos serviços de saneamento ligados ao abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário. Por abastecimento de água entende-se o fornecimento de água potável por rede de distribuição ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna. O esgotamento sanitário compreende a coleta de esgoto por rede ou uso de fossa séptica, e a limpeza urbana e manejo de resíduos está vinculada à coleta de lixo (BRASIL, 2013).

Como a Lei nº 11.445 dirige-se a todos os municípios brasileiros, para calcular o impacto desta Lei utiliza-se como grupo de tratamento os municípios que, de fato, cumpriram a Lei, ou seja, os municípios que efetivamente elaboraram seus PMSB. Já o grupo de controle, não afetado pela Lei, refere-se aos municípios que não haviam elaborado seu PMSB, de acordo com o documento “Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico”.

Para avaliar as diferenças entre os grupos de tratamento e controle utiliza-se a metodologia de pareamento por escore de propensão e de Diferenças em Diferenças (DD).

Poucos estudos empíricos ligados à avaliação de impacto da Lei do Saneamento Básico foram realizados no Brasil, uma das razões é por esta ser uma política recente e o fato de existirem poucos dados sobre esta. Dessa forma, este trabalho pretende preencher essa lacuna.

Além desta introdução, a próxima seção faz uma contextualização geral a respeito dos serviços de saneamento básico no Brasil. A terceira seção aborda a estratégia empírica e descreve a base de dados. A quarta e a quinta seções apresentam os resultados e a conclusão, respectivamente.

## 2. OS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

Os investimentos em saneamento no Brasil ocorreram de forma descontínua ao longo do tempo, além de terem sido realizados de forma desarticulada entre as esferas de governo e serem predominantemente financiados pelo setor público (LEONETI, PRADO e OLIVEIRA, 2011).

Nas décadas de 1970-1980 instituiu-se o Plano Nacional de Saneamento (Planasa), que propôs investimentos na área do saneamento básico, sendo atendidos principalmente o abastecimento de água e o esgotamento sanitário (PIRES, 1979). O Planasa geria-se principalmente com recursos públicos e foi deixado em função da crise econômica dos anos 80. Na década de 1990 a política de saneamento básico nacional orientou-se com base nos ideais liberais, atendendo medidas de desregulamentação do setor, abertura à iniciativa privada, além da privatização de algumas prestadoras públicas (MASO, 2012).

Passados alguns anos sem amplas articulações na esfera do planejamento em saneamento básico no Brasil, em 5 de janeiro de 2007 foi promulgada a Lei nº 11.445, a qual assume a universalização do saneamento básico como um compromisso de toda a sociedade brasileira e atua como um esforço de reforma institucional que envolve governos, prestadores de serviço, indústria, agentes financeiros e sociedade por meio de suas organizações e dos canais de participação (BRASIL, 2009).

O Conselho das Cidades iniciou em 2008 a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), articulado mediante a lei nº 11.445 em três etapas de planejamento: i) a formulação do “Pacto pelo Saneamento Básico: mais saúde, qualidade de vida e cidadania” em 2008; ii) a elaboração, em 2009 e 2010, do estudo denominado “Panorama do Saneamento Básico no Brasil” que desencadeou a versão preliminar do PLANSAB; iii) a “Consulta Pública”, que submeteu a versão preliminar do PLANSAB à sociedade (BRASIL, 2013). O PLANSAB deverá ser revisado a cada quatro anos, estabelecendo novas metas e programação para o alcance destas.

Ainda em conformidade com a Lei nº 11.445, os municípios brasileiros também deveriam elaborar seus PMSB. De acordo com o “Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico” apenas 30% dos municípios brasileiros haviam elaborado seus PMSB.

Este Panorama é uma síntese dos levantamentos realizados por fontes governamentais como o IBGE e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS) e fontes não governamentais oriundas de estudos e pesquisas realizados por entidades do setor de saneamento básico no Brasil, abrangendo o período de 2011 a 2016 (BRASIL, 2017). As informações contidas no Panorama e a amostra utilizada neste trabalho estão sumarizadas na Tabela 1.

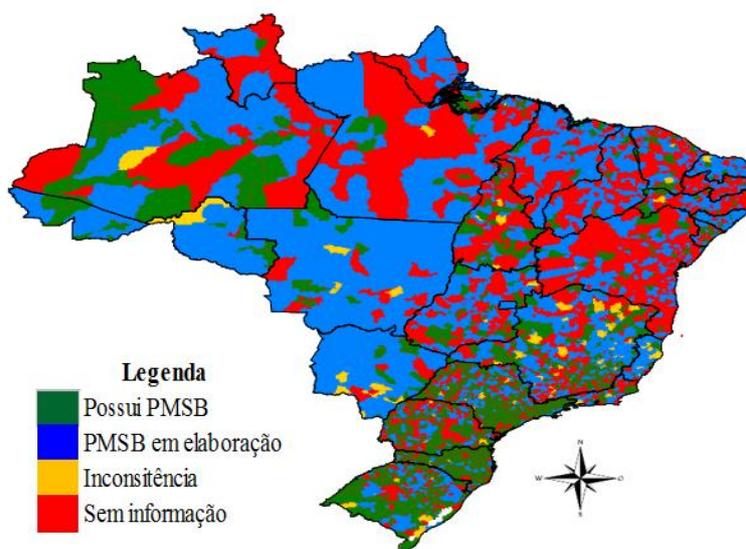
**Tabela 1.** Base de Dados do Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil

<b>Status</b>	<b>Situação dos municípios no Panorama</b>	<b>Situação dos municípios na base de dados</b>
Municípios com informação no Panorama	3903	3842
Municípios com PMSB	1692	1672
Municípios com PMSB em elaboração	2091	2053
Municípios com inconsistência de informação	120	117
Municípios brasileiros sem informação no Panorama	1667	1729
Percentual da amostra	100%	98.43%
Percentual do universo dos municípios brasileiros	70%	68.97%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do “Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico”.

A Figura 1 traz a distribuição espacial da amostra dos municípios que, segundo o Panorama, haviam elaborado seus PMSB ou estavam em fase de elaboração, municípios cujas informações estavam inconsistentes nas pesquisas com relação a elaboração de seus PMSB, e os municípios cujas informações não constavam no Panorama. Nota-se que a maior parte dos municípios que elaboraram seus PMSB encontra-se na região Centro-Sul do Brasil.

**Figura 1.** Panorama da elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do “Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico”.

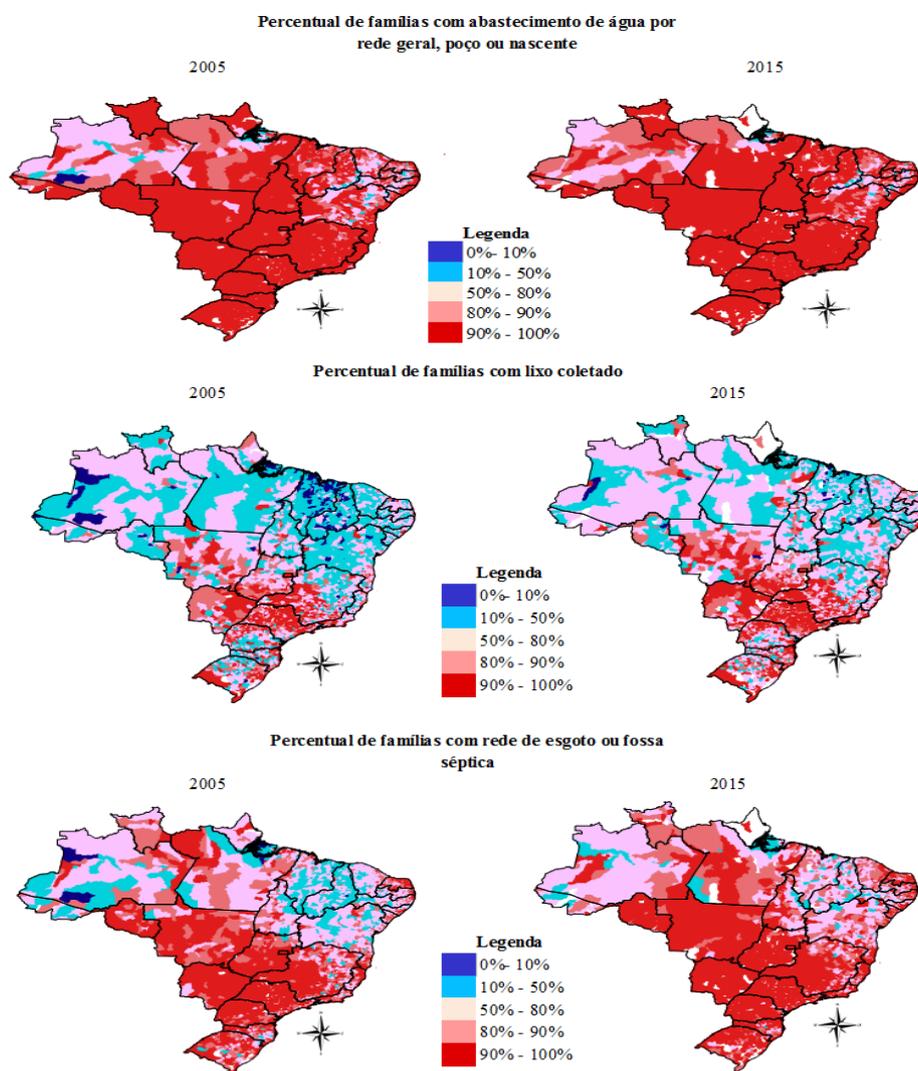
Os municípios encontram dificuldades na construção dos PMSB, os principais desafios referem-se à falta de recursos financeiros, a falta de profissionais qualificados e de capacidade técnica municipal (LISBOA, HELLER e SILVEIRA, 2013).

No que diz respeito aos investimentos em saneamento básico, é possível observar aumento destes no decorrer dos anos 2000, principalmente vinculados às obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). No entanto, além de demandarem vultuosos recursos, os investimentos em saneamento, bem como outros investimentos em infraestrutura no Brasil, enfrentam desafios como a falta de coordenação das ações da administração pública entre os níveis municipal, estadual e federal, além de ineficiências ligadas à gestão dos recursos e dos processos (FRISCHTAK, 2008; TRATA BRASIL, 2010; TRATA BRASIL, 2016).

Apesar do aumento dos investimentos, o caráter heterogêneo na distribuição dos serviços de saneamento no Brasil perdura, tendo as regiões Norte e Nordeste maior deficiência na distribuição destes serviços comparativamente à região Centro-Sul do País (VENSON, RODRIGUES e CAMARA; 2015; AFONSO e PEROBELLI, 2017).

A Figura 2 mostra a distribuição espacial dos índices de acesso aos serviços de saneamento básico nos municípios brasileiros, são considerados os serviços públicos de saneamento ligados ao abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário, previstos pela Lei nº 11.445. Os dados são provenientes do Sistema de Informações Sobre a Atenção Básica (SIAB) disponíveis na plataforma DATASUS, estes dados informam o número de famílias cadastradas na atenção básica com acesso aos serviços de saneamento básico analisados nos anos de 2005 e 2015.

**Figura 2.** Distribuição do acesso aos serviços abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário nos municípios brasileiros nos anos de 2005 e 2015



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Sistema de Informações Sobre a Atenção Básica (SIAB).

Pela Figura 2 é possível observar que os déficits na cobertura dos serviços de saneamento ligados à coleta de esgoto e coleta de lixo são maiores comparativamente aos serviços de abastecimento de água. O acesso das famílias aos serviços de saneamento básico analisados aumentou em 2015 comparativamente a 2005, entretanto, a estrutura da distribuição destes serviços não sofreu impacto, tendo a regiões Norte e Nordeste os maiores déficits no acesso a estes serviços.

### 3. ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Nessa seção é apresentada a metodologia utilizada para avaliar o impacto da Lei nº 11.445, Lei do Saneamento Básico de 2007, sobre os índices de acesso aos serviços de saneamento ligados ao abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário.

Para isto, utiliza-se uma combinação do método de diferenças-em-diferenças (DD) com a técnica de pareamento por escore de propensão (DDM). O objetivo é verificar a diferença nos índices de acesso aos serviços de saneamento dos municípios que, de fato, cumpriram a Lei nº 11.445, ou seja, que elaboram seus PMSB (grupo de tratamento) comparativamente aos municípios que não cumpriram a Lei (grupo de controle), tendo por base o documento “Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico”.

O pareamento por escore de propensão busca definir um grupo de controle semelhante ao grupo de tratamento com base em atributos observáveis, reduzindo o viés de seleção. Posteriormente aplica-se o método de DDM com o grupo de controle estimado, a fim de verificar o impacto da Lei, controlando também para efeitos fixos, o que possibilita ainda eliminar o viés de seleção devido a atributos não-observáveis fixos no tempo.

### 3.1 O Modelo de Diferenças em Diferenças (DD) com pareamento por escore de propensão

O método de DD tem inúmeras aplicações, principalmente quando os dados são provenientes de um experimento natural (ou quase-experimentos), ou seja, que advém de algum evento exógeno e altera o ambiente (WOOLDRIDGE, 2011).

Para avaliarmos as diferenças entre os dois grupos é necessário o uso de dados antes e depois do evento para os dois grupos. Assim, a amostra é dividida em quatro grupos: o grupo de controle antes da mudança, o grupo de controle depois da mudança, o grupo de tratamento antes da mudança e o grupo de tratamento depois da mudança. Matematicamente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 t + \beta_3 T.t + \varepsilon \quad (1)$$

Tem-se que  $i=1, \dots, N$  em que  $N$  é o número de municípios;  $Y_i$  é o índice de acesso aos serviços de saneamento básico do município  $i$ ;  $T$  é a *dummy* para o tratamento que assume valor “1” se o município é do grupo “Tratamento” e valor “0” se o município é do grupo “Controle”;  $t$  é uma variável *dummy*, a qual assume o valor “0” se estiver no período anterior ao tratamento (ano de 2005) e valor “1” se a observação está no período pós-tratamento (ano de 2015).

Os coeficientes  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são os parâmetros não conhecidos a serem estimados e  $\varepsilon$  é o erro aleatório não observado. O coeficiente  $\beta_0$  é o intercepto comum às observações;  $\beta_1$  denota o efeito de estar no grupo de tratamento independente da política;  $\beta_2$  é a tendência temporal comum aos grupos;  $\beta_3$ , por sua vez, é o estimador DD que avalia o efeito médio do tratamento sobre os tratados.

Como visto, a aplicação do DD requer a existência de informações para ambos os grupos para pelo menos um período de tempo antes e depois do programa, o que pode tornar sua aplicação custosa. No entanto, o método possui uma série de vantagens relativamente a outros métodos não-experimentais, como, por exemplo, ele é capaz de controlar para características não-observáveis que sejam invariantes no tempo (FOGUEL, 2012).

Como a promulgação da Lei nº 11.445, Lei do Saneamento Básico, ocorreu em 2007, analisam-se os períodos de 2005 e 2015 por serem períodos anteriores e posteriores à Lei, respectivamente. Para

definir os grupos de controle e tratamento utilizou-se o fato dos municípios terem elaborado ou não seus PMSB, ou seja, se cumpriram ou não a Lei.

Uma das dificuldades em realizar a avaliação de impacto é a ausência de um contrafactual adequado para os tratados, o grupo de controle. O fato é que a efetiva participação dos municípios na Lei pode não ser aleatória, o que representa uma fonte de viés que pode advir da ausência de suporte comum entre os grupos de tratamento e controle, devido às características dos grupos não serem sobrepostas (HECKMAN *et al.*, 1998).

Na tentativa de eliminar o viés de seleção e construir um contrafactual apropriado, utiliza-se a técnica de pareamento por escore de propensão. O objetivo do pareamento é encontrar um grupo de controle com características observáveis similares ao grupo de tratamento. No entanto, esta tentativa torna-se cada vez mais difícil quanto maior for a dimensão do vetor de variáveis observáveis ( $X$ ) e, se colocarmos um número insuficiente de  $X$ , o pareamento pode não ser eficiente (PINTO, 2012).

Uma forma de contornar este problema é através da criação da função de escore de propensão, proposta por Rosenbaum e Rubin (1983). Assim, ao invés de parear os indivíduos com base em todas as características de um determinado vetor  $X$ , estima-se uma função probabilidade de receber o tratamento baseada em  $X$ . A função de escore de propensão é então definida como:

$$P(X) = \Pr(T = 1 | X) \quad (2)$$

O vetor  $X$  inclui características demográficas, socioeconômicas, institucional e geográfica dos municípios.

Para que o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ATT) seja identificado, duas hipóteses precisam ser satisfeitas:

$$H1: (Y_i^0 \perp T | P(X)) \quad (3)$$

Esta hipótese é conhecida como seleção por observáveis (ignorabilidade). A seleção por observáveis requer que a participação no tratamento, condicional às covariadas, seja independente dos resultados. Como implicação, tem-se que o resultado do indivíduo no grupo de controle é um bom predictor do potencial resultado do indivíduo na ausência do tratamento (PINTO, 2012).

A segunda hipótese é a hipótese de suporte comum, que define que para cada indivíduo tratado exista um outro no grupo de controle com um vetor  $X$  similar, condicional ao escore de propensão:

$$H2: P(T = 1 | X) < 1 \quad (4)$$

Neste trabalho, o escore de propensão foi estimado a partir de um Probit. Optou-se pela aplicação de Kernel, em que todos os tratados são combinados com uma média ponderada de todos os controles a partir de pesos inversamente proporcionais à distância entre os escores de propensão de tratados e controles (BECKER e ICHINO, 2002). Além disso, o método de Kernel é um dos mais aplicados na literatura.

O estimador de diferenças em diferenças com pareamento (DDM) é dado por:

$$DDM = (Y_{i1}^1 - Y_{i0}^1) - \sum_{j \in C} \omega(i, j) (Y_{j1}^0 - Y_{j0}^0) \quad (5)$$

Cada município possui ainda características não-observadas próprias invariantes no tempo, que podem ou não influenciar as variáveis explicativas. Essas características não-observadas podem ser descritas como a capacidade proativa do município em fazer planejamento, o seu nível de organização, aspectos institucionais etc. O método DD possibilita que se faça o controle dessas características (efeitos fixos). Ademais, os efeitos fixos controlam todas as variáveis observáveis ou não invariantes no tempo que podem confundir com o efeito a ser estimado.

### 3.2 Base de dados e Estatísticas Descritivas dos Dados

Utilizam-se como variáveis dependentes os índices de saneamento ligados aos aspectos contemplados na Lei nº 11.445 de 2007, como o abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário. As variáveis são provenientes do Sistema de Informações da Atenção Básica (SIAB) disponível no DATASUS para os municípios brasileiros, e indicam o total de famílias cadastradas na Atenção Básica com acesso aos respectivos serviços de saneamento.

A escolha desta base de dados deve-se ao fato desta possuir dados para vários anos, além dos dados não serem autoinformados pelos municípios tal como ocorre em outras bases de dados de saneamento. Além disso, as famílias cadastradas na Atenção Básica são um retrato da população usuária dos serviços públicos de saúde no Brasil.

Os índices de saneamento avaliados são relativos ao abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário e consistem, respectivamente, em: i) percentual de famílias com abastecimento de água por rede geral ou poço; ii) percentual de famílias com lixo coletado; iii) percentual de famílias com rede de esgoto ou fossa. As variáveis são referentes a dezembro de 2005 e dezembro de 2014<sup>2</sup>.

O vetor  $X$  de covariadas utilizadas para se estimar o modelo Probit no pareamento constitui-se por variáveis demográficas, socioeconômicas, institucional e geográfica, a saber: população, Índice da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) de Desenvolvimento Municipal (IFDM), uma *dummy* indicando se o município participa ou não de consórcio municipal na área do saneamento e/ou manejo de resíduos sólidos, uma *dummy* indicando se os municípios pertencem à região geoeconômica Centro-Sul do Brasil.

A variável referente ao tamanho da população é disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com estimativas para os anos de 2005 e 2015. O Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal engloba três aspectos: emprego e renda, educação e saúde, sendo adotado como indicador de desenvolvimento dos municípios brasileiros, disponível para consulta para os anos de 2005 e 2015.

A variável de consórcios municipais é uma *dummy* que assume valor “1” se os municípios possuem consórcios na área do saneamento básico e/ ou manejo de resíduos sólidos e valor “0”, se não possuem. Esta variável é utilizada como uma variável institucional dos municípios brasileiros no que se refere aos serviços de saneamento básico, uma vez que a Lei do Saneamento Básico de 2007 também faz referência à possibilidade de organização regionalizada na prestação destes serviços. Está presente nas bases “Perfil dos Municípios Brasileiros”, disponível no IBGE também para os anos de 2005 e 2015.

---

<sup>2</sup> Utilizou-se o ano de 2014 como *proxy* para o ano de 2015, uma vez que os dados deste ano possui *missings*.

Como visto na Figura 1, o padrão de distribuição dos municípios que, de fato, elaboraram seus PMSB também pode ser explicado por esta *dummy* indicativa da região geoeconômica Centro-Sul, a qual assume valor “1”, se o município pertence ao Centro-Sul e “0”, caso contrário, sendo esta *dummy* invariante no tempo.

A variável que indica se o município pertence ao grupo de tratamento, ou seja, se este elaborou seu PMSB é construída a partir do documento “Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico” publicado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental em 2017. A variável PMSB é uma *dummy* que assume valor “1” se o município de fato elaborou seu PMSB, e valor “0” caso contrário. O total de municípios avaliados pelo Panorama são 3903, destes 1692 municípios elaboraram seus PMSB (Tabela 1).

Para as regressões que utilizam o modelo DD, são utilizadas as covariadas PIB *per capita*, energia elétrica, população e presença de consórcios municipais na área do saneamento.

A variável PIB *per capita* esta disponível no IBGE e é utilizada como uma medida de renda para os municípios, utilizam-se os anos de 2005 e 2015. A variável energia elétrica indica o percentual de famílias cadastradas na atenção básica com acesso à energia elétrica e é utilizada como uma base da infraestrutura dos municípios. Esta variável foi extraída a partir dos dados da SIAB para dezembro de 2005 e dezembro de 2014. A variável população e consórcios são as mesmas utilizadas na estimação do modelo Probit.

## 4. RESULTADOS

Nessa seção é apresentada a metodologia utilizada para avaliar o impacto da Lei nº 11.445, Lei do Saneamento Básico de 2007, sobre os índices de acesso aos serviços de saneamento ligados ao abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário.

As Tabelas 2 e 3 apresentam o teste de médias para as variáveis analisadas no período pré-tratamento e posterior ao tratamento, respectivamente.

**Tabela 2.** Teste de média entre os grupos de controle e tratamento anteriormente à aplicação da Lei do Saneamento Básico

Variáveis	Controle	Tratamento	Diferença
Percentual de famílias com abastecimento de água por rede geral, poço ou nascente	92.52 (0,29)	96.34 (0,22)	-3,82*** (0,39)
Percentual de famílias com lixo coletado	56.68 (0,59)	67.89 (0,66)	-11,21*** (0,9)
Percentual de famílias com rede de esgoto ou fossa	79.39 (0,44)	87.17 (0,41)	-7,78*** (0,62)

PIB <i>per capita</i>	6959.69 (178,91)	9523 (217,31)	-2563,31*** (279,16)
Percentual de famílias com energia elétrica	85.76 (0,36)	92.81 (0,29)	-7,05*** (0,49)
População	29156.3 (3513,65)	48427.2 (7510,49)	-19270,9*** (7712,51)
Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)	0.51 (0,00)	0.61 (0,00)	-0,10*** (0,00)
<i>Dummy</i> para consórcio de saneamento e/ou de resíduos sólidos	0.12 (0,00)	0.13 (0,00)	-0,01 (0,01)
<i>Dummy</i> para indicar a região geoeconômica Centro-Sul	0.49 (0,01)	0.8 (0,00)	-0,31*** (0,01)

Notas: \* Significativo a 10%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* Significativo a 1%. Os desvios-padrões estão em parênteses.

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados.

**Tabela 3.** Teste de média entre os grupos de controle e tratamento posteriormente à aplicação da Lei do Saneamento Básico

Variáveis	Controle	Tratamento	Diferença
Percentual de famílias com abastecimento de água por rede geral, poço ou nascente	94.84 (0,25)	97.63 (0,17)	-2,79*** (0,32)
Percentual de famílias com lixo coletado	66.94 (0,53)	77.25 (0,54)	-10,31*** (0,77)
Percentual de famílias com rede de esgoto ou fossa	86.79 (0,35)	92.5 (0,30)	-5,71*** (0,48)
PIB <i>per capita</i>	17861.24 (374,36)	25016.85 (507,31)	-7155,61*** (616,59)
Percentual de famílias com energia elétrica	94.65 (0,19)	97.36 (0,12)	-2,71*** (0,25)
População	32290.93 (3824,96)	53305.28 (8086,64)	-21014,35*** (8328,95)

Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)	0.63 (0,00)	0,70 (0,00)	0,06*** (0,00)
<i>Dummy</i> para consórcio de saneamento e/ou de resíduos sólidos	0.28 (0,00)	0.24 (0,01)	0,04*** (0,01)
<i>Dummy</i> para indicar a região geoeconômica Centro-Sul	0.49 (0,01)	0.8 (0,00)	-0,31*** (0,01)

Notas: \* Significativo a 10%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* Significativo a 1%. Os desvios-padrões estão em parênteses.

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados.

Observa-se que as médias das variáveis referentes aos índices de acesso aos serviços de saneamento básico (percentual de famílias com abastecimento de água, lixo coletado e esgotamento sanitário) são estatisticamente maiores para o grupo de tratamento comparativamente ao grupo de controle nos períodos anterior e posterior ao tratamento.

Com relação às covariadas PIB *per capita*, energia elétrica, população, índice FIRJAN e a *dummy* indicativa da região Centro-Sul, estas também são estatisticamente maiores para o grupo de tratamento vis-à-vis ao grupo de controle no período anterior e posterior ao tratamento.

A *dummy* que indica a presença de consórcios municipais na área de saneamento básico e manejo de resíduos não obteve diferença estatística entre os grupos de tratamento e controle no ano anterior ao tratamento. Já no ano posterior ao tratamento, a média do grupo de controle para esta variável apresenta-se superior a média do grupo de tratamento.

Como o teste de médias mostrou que os grupos de tratamento e de controle não são estatisticamente iguais em todas as características observadas, pode-se verificar o impacto da Lei do Saneamento Básico de 2007. Cabe analisar se controlando por aspectos socioeconômicos, demográfico e institucional, através do uso das covariadas PIB *per capita*, energia elétrica, população e a presença de consórcios municipais na área do saneamento básico, a Lei do Saneamento possui impacto sobre os índices de saneamento, conforme é apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Resultado da estimação DD com o uso de covariadas

	Percentual de famílias com abastecimento de água por rede geral, poço ou nascente	Percentual de famílias com lixo coletado	Percentual de famílias com rede de esgoto ou fossa
DD	0,24	4,50***	1,93***
PIB <i>per capita</i>	-0,00	0,00***	0,00***
Energia elétrica	0,20***	0,53***	0,53***

População	0,00***	-0,00	0,00
Consórcios municipais	0,41**	1,52***	1,17***
Constante	75,69***	15,00***	35,54***
R-quadrado (geral)	0,08	0,28	0,42
Nº de observações	7062	7062	7062

Notas: \* Significativo a 10%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* Significativo a 1%.

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados.

A Tabela 4 mostra impacto positivo e significativo da Lei do Saneamento Básico nos índices acesso aos serviços de saneamento ligados à coleta de lixo e esgoto sanitário, controlando por fatores não observáveis invariantes no tempo (efeitos fixos). As demais covariadas possuem impacto positivo e significativo nos índices de saneamento básico, como esperado teoricamente, com exceções da variável PIB *per capita*, que não se apresenta significativa na explicação do índice de acesso aos serviços de abastecimento de água dos municípios, e da variável população, que não é significativa sobre os índices de acesso aos serviços de coleta de lixo e esgoto.

No entanto, o fato dos municípios terem ou não elaborado seus PMSB pode estar vinculado às características observáveis intrínsecas aos municípios, ou seja, as trajetórias entre os grupos de tratamento e controle podem não ser paralelas na ausência de tratamento, o que pode colocar em xeque os resultados obtidos pelo modelo de DD. Dessa forma, utiliza-se a técnica de pareamento por escore de propensão a fim de se obter um contrafactual adequado à análise.

O escore de propensão foi estimado através de um modelo Probit condicionado às características socioeconômicas, demográficas, institucional e geográfica dos municípios no período anterior ao tratamento. O objetivo é calcular a probabilidade de o município ter elaborado seu PMSB. A Tabela 5 traz os resultados do Probit.

**Tabela 5.** Estimação do Probit para o cálculo do escore de propensão

Variáveis	Coefficientes	P> z
População	0,00 (1,03)	0.51
Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)	2.59 (0,24)	0,00***
Dummy para consórcio de saneamento e/ou de resíduos sólidos	0.03 (0,06)	0.66
Dummy para indicar a região geoeconômica Centro-Sul	0.35	0,00***

	(0,06)	
Intercepto	-1.88	0,00***
	(0.11)	
Pseudo-R2	0.10	
Número de observações	3447	

Notas: \* Significativo a 10%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* Significativo a 1%. Erros-padrão estão em parênteses.

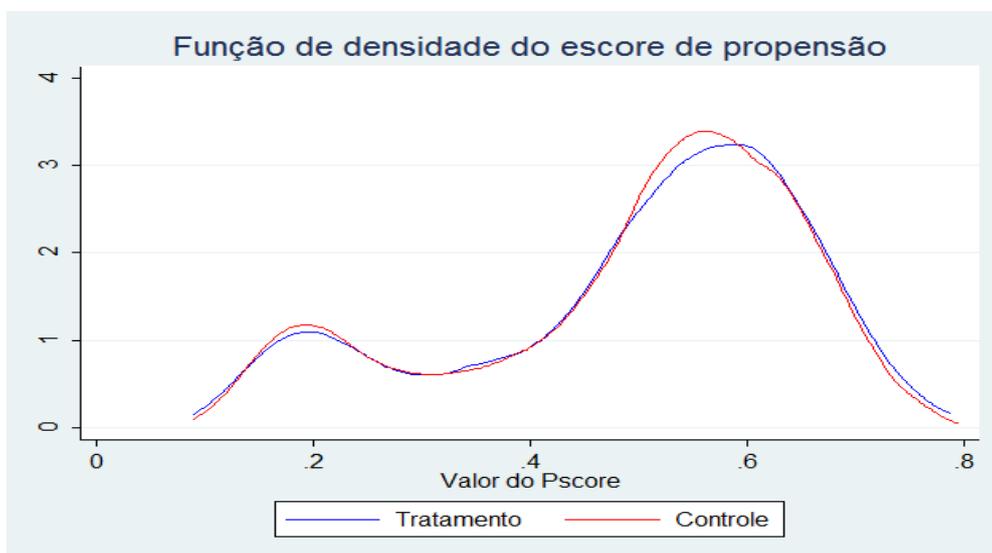
Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados.

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que a probabilidade do município ser tratado, ou seja, ter elaborado seu PMSB, é influenciada positivamente pelo valor do seu índice de desenvolvimento municipal FIRJAN e o fato deste pertencer à região geoeconômica Centro-Sul.

O índice FIRJAN sintetiza os aspectos relativos à emprego e renda, educação e saúde e é positivamente correlacionado com todas as demais covariadas da análise. A significância estatística da variável Centro-Sul pode ser explicada pela Figura 1, na qual nota-se que a maior parte dos municípios que elaboraram seus PMSB encontra-se nesta região.

A Figura 3 apresenta a função de densidade do escore de propensão entre os municípios tratados e não tratados, na qual observa-se um bom ajustamento. A diferença entre estes grupos apresentam-se principalmente nas caudas superiores da distribuição.

**Figura 3.** Distribuição do escore de propensão entre o grupo de tratamento e controle



Fonte: Elaborado no Stata a partir dos resultados.

Os escores de propensão estimados foram utilizados no pareamento por Kernel. O modelo de DDM foi calculado na região de suporte comum, a Tabela 6 traz os resultados desta estimação.

Pela tabela 6, observa-se que a Lei do Saneamento Básico possui impacto positivo e significativo nos índices acesso aos serviços de saneamento básico dos municípios brasileiros, após o controle de fatores não observáveis invariantes no tempo (efeitos fixos) e por fatores observáveis (pareamento). As demais covariadas, que caracterizam os aspectos demográficos, socioeconômicos e institucional, apresentam impacto positivo e significativo nos índices de acesso aos serviços de saneamento básico.

As exceções derivam do sentido negativo na explicação do índice de acesso aos serviços de abastecimento de água dado pela variável PIB *per capita*, apesar do impacto ser nulo, e da variável população, que não se apresenta significativa sobre os índices de acesso aos serviços de coleta de lixo e esgoto, corroborando os resultados apresentados na Tabela 4.

**Tabela 6.** Resultado da estimação do modelo de diferenças em diferenças com pareamento por escore de propensão (DDM)

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados

	Percentual de famílias com abastecimento de água por rede geral, poço ou nascente	Percentual de famílias com lixo coletado	Percentual de famílias com rede de esgoto ou fossa
DD	0,42***	4,79***	2,45***
PIB <i>per capita</i>	-0,00**	0,00***	0,00***
Energia elétrica	0,18***	0,47***	0,46***
População	0,00**	-0,00	0,00
Consórcios municipais	0,40**	1,08***	0,84***
Constante	79,38***	26,64***	44,80***
R-quadrado (geral)	0,12	0,29	0,41
Nº de observações	6605	6605	6605

Nota: \* Significativo a 10%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* Significativo a 1%.

Os avanços propostos pela Lei nº 11.445, Lei do Saneamento Básico de 2007, foram em grande parte viabilizados pelas obras do PAC. De acordo com Brasil (2016) os repasses do governo federal para obras de saneamento básico, que inclui empreendimentos para ampliar a oferta de água potável e o tratamento de esgoto, somaram mais de R\$ 104,2 bilhões entre 2007 e 2015. Entretanto, de acordo com o instituto Trata Brasil (2015), estes avanços são insuficientes para cobrir o déficit estrutural existente no Brasil e as metas de universalização destes serviços previstas pelo PLANSAB para 2033.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da Lei nº 11.445, Lei de Saneamento Básico de 2007, nos índices de acesso aos serviços de abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário dos municípios brasileiros.

A estimativa do impacto foi realizada através do modelo de diferenças em diferenças com pareamento por escore de propensão, utilizando como grupo de tratamento o fato dos municípios terem cumprido a Lei nº 11.445 através da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). As estimativas também foram controladas para características invariantes no tempo, através da aplicação do modelo de efeitos fixos.

A aplicação e cumprimento da Lei por parte dos municípios demonstra ter impacto positivo e significativo nos índices de acesso aos serviços de saneamento dos municípios. Os resultados apontam que as melhorias do acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil ao longo dos anos 2000 estão vinculadas às melhorias das condições socioeconômicas como um todo e pelo instrumento institucional consonante a aplicação da Lei nº 11.445.

Entretanto, o baixo número de municípios que, de fato, elaboraram seus PMSB, de acordo com o “Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico”, chama atenção para a precariedade do planejamento público no Brasil.

Apesar disso, espera-se que a Lei do Saneamento Básico de 2007 represente efetivamente um instrumento para a melhoria do acesso de toda a população aos serviços de saneamento básico, uma vez que estes serviços são essenciais à prevenção de doenças e agravos a saúde.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, D. L.; PEROBELLI, F. S. Oferta pública dos serviços de saúde: uma análise para os municípios brasileiros (2007-2014). IN: I Latin American and Caribbean Regional Science Association Congress e XV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, São Paulo, 2017. *Anais...*, 2017

BECKER, S.O.; ICHINO, A. Estimation of average treatment effects based on propensity score. *Stata Journal*, 2(4), p.358-377, 2002. Disponível em: <<http://www.stata-journal.com/sjpdf.html?articlenum=st0026>>. Acesso em 18 de janeiro de 2018.

BRASIL – Ministério das Cidades. BRASIL – Ministério das Cidades. *Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB*. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab\\_Versao\\_Consehos\\_Nacionais\\_020520131.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Consehos_Nacionais_020520131.pdf)>. Acesso em 15 de janeiro de 2018.

BRASIL – Ministério das Cidades. *Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico*. Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos, v.2, 193 p. Brasília, 2009.

- BRASIL. Ministério das Cidades. *PAC atendeu 'uma Inglaterra' com saneamento básico em oito anos*. 2016. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/02/brasil-atendeu-2018uma-inglaterra2019-com-saneamento-basico-entre-2007-e-2015>>. Acesso em 13 abril de 2018.
- BRASIL – Ministério das Cidades. *Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico*. 2017. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/panorama-dos-pmbs/panorama-completo.pdf>>. Acesso em 19 de janeiro de 2018.
- BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010 (Regulamenta a Lei nº 11.445 e dá outras providências). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2010.
- BRASIL. Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 (Lei de Saneamento Básico). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2007.
- DATASUS. Disponível em: <<http://datasus.saude.gov.br/>>.
- FOGUEL, M. N.. Diferenças em diferenças. In: Filho, N. M. (Org.). *Avaliação econômica de projetos sociais*. São Paulo: Dinâmica gráfica e Editora Ltda, 2012.
- FRISCHTAK, C. R. O investimento em infra-estrutura no brasil: histórico recente e perspectivas. *Pesquisa e Planejamento econômico*, v. 38, n. 2, 2008.
- HECKMAN, J. et al. Characterizing selection bias using experimental data. *Econometrica*, v. 66, n. 5, p. 1017–1098, September 1998. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w6699.pdf>>. Acesso em 17 de janeiro de 2018.
- LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.
- LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. *Eng. Sanit. Ambient.* v.18, n.4, p.341-348, 2013.
- MASO, R. A. D. Saneamento básico no Brasil: a política nacional entre 1995 e 2007. *Texto para Discussão FEE*, n 105. Porto Alegre: Secretaria do Planejamento, Gestão e Participação Cidadã, 2012.
- PINTO, C. C. Pareamento. In: Filho, N. M. (Org.). *Avaliação econômica de projetos sociais*. São Paulo: Dinâmica gráfica e Editora Ltda, 2012.
- PIRES, I. M. Planasa: Avaliação dos resultados e perspectivas. *Revista DAE*, São Paulo, ed. 121, n. 1212, 1979.
- ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, v. 70, n. 1, p. 41–55, 1983. Disponível em: <[http://www.stat.cmu.edu/~ryantibs/journalclub/rosenbaum\\_1983.pdf](http://www.stat.cmu.edu/~ryantibs/journalclub/rosenbaum_1983.pdf)> . Acesso em 17 de janeiro de 2018.
- SAIANI, C. C. S. Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil. Prêmio IPEA-CAIXA 2006. Brasília, 2006.
- SAIANI, C. C. S.; JÚNIOR, R. T. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). *Economia e Sociedade*, v. 19, n. 1 (38), p. 79-106. Campinas, 2010.
- SILVEIRA, A. B. G. Explorando o déficit em saneamento no Brasil: evidências da disparidade urbano-rural. *Paranoá*, Brasília, nº 10, p. 37-48, 2013.

TRATA BRASIL. PAC Saneamento: um balanço do programa nas maiores cidades 2009 a 2015. 2016. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/de-olho-no-pac/2016/de-olho-no-pac.pdf>>. Acesso em 15 de janeiro de 2018.

TRATA BRASIL. Um ano de acompanhamento do PAC Saneamento. De olho no PAC. Instituto Trata Brasil. 2010. Disponível em <[http://www.tratabrasil.org.br/novo\\_site/cms/templates/trata\\_brasil/util/pdf/olho\\_no\\_pac.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/templates/trata_brasil/util/pdf/olho_no_pac.pdf)> Acesso em 15 de janeiro de 2018.

TRATA BRASIL. *Avanço tímido do saneamento básico nas maiores cidades compromete universalização em duas décadas*. 2015. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/release-ranking-2015.pdf>>. Acesso em 13 abril de 2018.

VENSON, A. H.; RODRIGUES, K. C. T. T.; CAMARA, M. R. G. Distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico nas microrregiões brasileiras de 2006 a 2013. IN: *XIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos - XIII ENABER*. Curitiba, 2015. *Anais...*, 2015.

WOOLDRIDGE, J. M. *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. São Paulo: Thomson, 2011.