

RAQUEL PEREIRA PONTES

**IMPACTOS DO PLANEJAMENTO E DA REGULAÇÃO NO DESEMPENHO
DAS EMPRESAS DO SETOR SANEAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: José Gustavo Féres

Coorientador: Marcelo Dias Paes Ferreira

**VIÇOSA – BRASIL
2019**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

P814i Pontes, Raquel Pereira, 1988-
2019 Impactos do planejamento e da regulação no desempenho
das empresas do setor saneamento / Raquel Pereira Pontes. –
Viçosa, MG, 2019.
145f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Gustavo Féres.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Saneamento - Legislação. 2. Saneamento Básico.
3. Administração municipal - Planejamento. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Economia Rural. Doutorado
em Economia Aplicada. II. Título.

CDD 22 ed. 363.72

RAQUEL PEREIRA PONTES

**IMPACTOS DO PLANEJAMENTO E DA REGULAÇÃO NO
DESEMPENHO DAS EMPRESAS DO SETOR SANEAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Economia Aplicada, para obtenção do
título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 05 de dezembro de 2019.

Assentimento



Raquel Pereira Pontes
Autora



José Gustavo Feres
Orientador

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradecimentos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão do auxílio financeiro.

RESUMO

PONTES, Raquel Pereira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2019.
Impactos do planejamento e da regulação no desempenho das empresas do setor saneamento. Orientador: José Gustavo Féres. Coorientador: Marcelo Dias Paes Ferreira.

O setor de saneamento é caracterizado como um monopólio natural em que a regulação governamental é essencial para tornar as alocações de recursos nesse setor mais eficientes, melhorando o bem-estar da sociedade. Após um longo período com carência de uma regulação econômica efetiva no setor de saneamento brasileiro, foi implementada em 2007 a lei nº 11.445 visando suprir esse desprovimento, se tornando conhecida como um marco regulatório no setor. A respectiva lei fundamenta-se em algumas diretrizes como universalização do acesso aos serviços e a eficiência econômica. De forma a regular novos contratos de concessão, a lei exigiu a execução de alguns instrumentos regulatórios como a supervisão regulatória e o planejamento municipal. Ademais, um fator importante que pode estar associado a eficiência e ao desempenho das empresas de saneamento é o fato de que desde 1970 com o Plano Nacional de Saneamento a maioria das empresas de saneamento são reguladas pelo mecanismo de *Taxa de Retorno*, que pode estar ocasionando o efeito *Averch-Johnson*, ou seja, uso de mais capital do que necessário. Neste sentido, este trabalho buscou avaliar como a regulamentação governamental no setor de saneamento, especialmente em termos de regulação econômica, supervisão regulatória e planejamento, afeta a eficiência das empresas de saneamento e as condições de saúde nos respectivos municípios. Para responder os questionamentos propostos neste estudo, foram desenvolvidos três capítulos: *Regulação Econômica e o Efeito Averch-Johnson no Setor de Saneamento Brasileiro*; *Regulação, Planejamento e Eficiência no Setor de Saneamento Básico no Brasil*; e *Impactos dos Instrumentos de Regulação no Setor de Saneamento e de Saúde no Brasil*. No primeiro capítulo, foi explanado sobre a teoria da regulação econômica e averiguado a existência do efeito *Averch-Johnson* no Brasil. Os resultados indicam a não existência desse efeito no setor de saneamento brasileiro. Constatou-se que os gastos com pessoal próprio e terceirizado são maiores do que os investimentos realizados pelos prestadores de serviço. Após o ano de 2007, observa-se que as taxas de crescimento dos investimentos são, em alguns anos, maiores do que as taxas de crescimento dos gastos com pessoal, mas esse comportamento não se sustenta. No segundo capítulo, foi medida a eficiência técnica de custo das empresas de

saneamento no Brasil por meio da Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis*) e investigou-se o efeito da empresa estar localizada em municípios que possuem supervisão regulatória e/ou planejamento sobre a eficiência técnica de custo. Foi verificado que, em municípios que têm somente supervisão regulatória, as operadoras de saneamento têm eficiência técnica de custo menor quando comparadas as operadoras de saneamento dos municípios que não tem agência reguladora. Nos municípios que têm somente PMSB, as empresas de saneamento não apresentaram efeito significativo sobre a eficiência e em média possuem baixa eficiência técnica. No entanto, quando os municípios têm a supervisão regulatória e PMSB têm-se eficiência técnica maior. No terceiro capítulo foi analisado o efeito da supervisão regulatória e do planejamento a partir do marco regulatório sobre indicadores de desempenho das operadoras de saneamento e sobre indicadores de saúde através do método de diferença-em-diferenças (*Difference in Differences*). Os resultados demonstraram que os instrumentos, supervisão regulatória e PMSB, quando adotados separadamente, ou seja, quando o município utiliza somente um dos instrumentos regulatórios, em sua maioria, não geraram sinais dos impactos esperados e significativos, mas quando adotados juntos os sinais dos impactos são esperados e para alguns anos foram significativos.

Palavras-chave: Regulação Econômica. Planejamento. Saneamento Básico.

ABSTRACT

PONTES, Raquel Pereira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2019.
Impacts of planning and regulation on the performance of companies in the sanitation sector. Advisor: José Gustavo Féres. Co-adviser: Marcelo Dias Paes Ferreira.

The sanitation sector is characterized as a natural monopoly in which government regulation is essential to make resources allocations in this sector more efficient, improving the welfare of society. After a long period of lack of effective economic regulation in the Brazilian sanitation sector, the law 11.445 was implemented in 2007 to fill this gap, becoming known as a regulatory framework in the sector. The respective law is based on some guidelines such as universal access to services and economic efficiency. In order to regulate new concession contracts, the law required the implementation of some regulatory instruments such as regulatory supervision and municipal planning. Moreover, an important factor that may be associated with the efficiency and performance of sanitation companies is the fact that since 1970 with the National Sanitation Plan most sanitation companies are regulated by the Rate of Return mechanism, which may be causing the *Averch-Johnson* effect, that is, use of more capital than necessary. In this sense, this paper evaluated how government regulation in the sanitation sector, especially in terms of economic regulation, regulatory supervision and planning, affects the efficiency of sanitation companies and health conditions in the respective municipalities. To answer the questions proposed in this study, three chapters were developed: *Economic Regulation and the Averch-Johnson Effect in the Brazilian Sanitation Sector*; *Regulation, Planning and Efficiency in the Basic Sanitation Sector in Brazil*; and *Impacts of Regulatory Instruments on the Sanitation and Health Sector in Brazil*. In the first chapter it was explained about the theory of economic regulation and investigated the existence of the *Averch-Johnson* effect in Brazil. The results indicate the non-existence of this effect in the Brazilian sanitation sector. It was found that the expenses with own and outsourced personnel are higher than the investments made by the service providers. After 2007, the growth rates of investments are, in some years, higher than the growth rates of personnel expenses, but this behavior is not sustained. In the second chapter, the technical cost efficiency of sanitation companies in Brazil was measured using the Stochastic Frontier Analysis and the effect of the company being located in municipalities that have regulatory supervision and / or planning on the technical cost efficiency. It was found that

in municipalities that have only regulatory supervision, sanitation operators have lower cost technical efficiency when compared to sanitation operators in municipalities that do not have regulatory agency. In municipalities with only PMSB, sanitation companies had no significant effect on efficiency and on average have low technical efficiency. However, when municipalities have regulatory oversight and PMSB they have greater technical efficiency. The third chapter analyzed the effect of regulatory oversight and planning from the regulatory framework on performance indicators of sanitation operators and health indicators through the Difference in Differences method. The results showed that the instruments, regulatory supervision and PMSB, when adopted separately, that is, when the municipality uses only one of the regulatory instruments, for the most part, did not generate signs of the expected and significant impacts, but when adopted together the signs of impacts are expected and for some years were significant.

Keywords: Economic Regulation. Planning. Basic sanitation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatísticas descritivas das variáveis da amostra.....	75
Tabela 2. Resultados da estimação da fronteira de custo estocástica do Modelo de BC	79
Tabela 3. Resultados da estimação da fronteira de custo estocástica do Modelo K LH..	80
Tabela 4. Média da eficiência das operadoras de saneamento no Brasil	83
Tabela 5. Média da eficiência das operadoras de saneamento no Brasil por instrumento de regulação	85
Tabela 6. Estatísticas das variáveis de respostas e de controle	111
Tabela 7. Médias das variáveis respostas do grupo de tratado (municípios que têm Agência Reguladora) e de controle	114
Tabela 8. Médias das variáveis respostas do grupo de tratado (municípios que têm PMSB) e de controle	115
Tabela 9. Médias das variáveis respostas da área de saúde do grupo de tratado (municípios que têm Agência Reguladora) e de controle.	116
Tabela 10. Médias das variáveis respostas da área de saúde do grupo de tratado (municípios que têm PMSB) e de controle.	117
Tabela 11. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o Índice de produtividade das empresas de saneamento no Brasil.....	122
Tabela 12. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre os investimentos totais realizados pelas empresas de saneamento no Brasil.	124
Tabela 13. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o índice de atendimento urbano de água das empresas de saneamento no Brasil.	126
Tabela 14. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o índice de atendimento urbano de esgoto das empresas de saneamento no Brasil.	128
Tabela 15. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o número de hospitalizações de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (Drsai) no Brasil.....	130
Tabela 16. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o número de hospitalizações de doenças de transmissão feco-oral - Diarreias no Brasil.	133
Tabela 17. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o número de hospitalizações de doenças de transmissão feco-oral - Febre entérica e Hepatite A no Brasil.....	135
Tabela 18. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o número de hospitalizações de doenças de transmissão feco-oral - Febre entérica e Hepatite A no Brasil.....	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção e custo seguidos pela empresa de saneamento	28
Figura 2. Produção e custo da operadora de saneamento não regulada e regulada	32
Figura 3. Operadoras de saneamento reguladas no Brasil de 2007 a 2015.....	40
Figura 4. Média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para todas as operadoras de saneamento	41
Figura 5. Taxa móvel de crescimento dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para todas as operadoras de saneamento	41
Figura 6. Média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para todas as operadoras de saneamento com população maior que 50 mil habitantes (Painel A) e menor que 50 mil habitantes (Painel B).....	42
Figura 7. Taxa de crescimento média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para todas as operadoras de saneamento com população maior que 50 mil habitantes (Painel A) e menor que 50 mil habitantes (Painel B).	43
Figura 8. Média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para as operadoras de saneamento com serviço de água (Painel A) e com serviço de esgoto (Painel B).....	44
Figura 9. Taxa móvel de crescimento dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para as operadoras de saneamento com serviço de água (Painel A) e com serviço de esgoto (Painel B).....	44
Figura 10. Média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2007 a 2015 para as operadoras de saneamento reguladas (Painel A) e não reguladas (Painel B).	45
Figura 11. Taxa móvel de crescimento dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2007 a 2015 para as operadoras de saneamento reguladas (Painel A) e não reguladas (Painel B).....	46
Figura 12. Total de Agências Reguladoras de Saneamento no Brasil, 1997 a 2015.....	61
Figura 13: Eficiência de custo, técnica e alocativa	63
Figura 14. Quantidade de prestadoras de serviço de água e esgoto no Brasil de 2007 a 2015	73
Figura 15. Municípios brasileiros (com operadoras de água e esgoto) com instrumentos regulatórios.....	76
Figura 16. Total de Agências Reguladoras de Saneamento no Brasil, 1997 a 2015.....	103
Figura 17. Estudo de Evento – Efeito da regulação no índice de produtividade das empresas de saneamento (Modelo 1 e 2).	119
Figura 18. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no índice de produtividade das empresas de saneamento (Modelo 3 e 4).....	121
Figura 19. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB nos investimentos totais realizados pelas empresas de saneamento.....	123
Figura 20. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no índice de atendimento urbano de água.	125

Figura 21. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no índice de atendimento urbano de esgoto.	127
Figura 22. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no número de hospitalizações de pessoas por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (Drsai).	129
Figura 23. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no número de hospitalizações de pessoas por doenças de transmissão feco-oral - Diarreias.	132
Figura 24. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no número de hospitalizações de pessoas por doenças de transmissão feco-oral – Febre entérica e Hepatite A.	134
Figura 25. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no número de hospitalizações de pessoas por doenças de geo-helmintos e teníases.	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Definição das variáveis dependentes e de interesse.....	109
Quadro 2. Definição de variáveis de características pré-LNSB.....	110

SUMÁRIO

1	Introdução	14
	Referências	17
2	Regulação Econômica e o Efeito <i>Averch-Johnson</i> no Setor de Saneamento Brasileiro	19
2.1	Introdução.....	19
2.2	Regulação Econômica: Fundamentos Teóricos e Conceituais.....	23
2.2.1	Fundamentos teóricos e conceituais.....	23
2.2.2	Teoria da regulação – Mecanismos de regulação	25
2.2.2.1	Regulação através do mecanismo de <i>Taxa de Retorno</i>	27
2.2.2.2	Regulação de incentivo – <i>Price Cap</i> e regulação <i>Yardstick</i>	33
2.2.2.3	<i>Taxa de Retorno versus</i> mecanismos de regulação de incentivo (<i>Price Cap</i>) no setor de saneamento	35
2.3	Regulação no Setor de Saneamento no Brasil	37
2.3.1	Marco regulatório.....	37
2.3.2	Efeito <i>Averch – Johnson</i> no setor de saneamento Brasileiro	38
2.4	Conclusão	48
	Referências	49
3	Regulação, Planejamento e Eficiência no Setor de Saneamento Básico no Brasil..	54
3.1	Introdução.....	54
3.2	Marco Regulatório e Ambiente Institucional no Setor de Saneamento no Brasil	57
3.3	Função, Fronteira e Eficiência de Custo no Setor de Saneamento.....	61
3.3.1	Função, Fronteira e Eficiência de Custo: uma breve revisão de teoria.....	61
3.3.1.1	Função de custo	61
3.3.1.2	Fronteira e Eficiência de custo	63
3.3.2	Fronteira de custo e eficiência no setor de saneamento: uma breve revisão de literatura	64
3.3.3	Estratégia Empírica	66
3.3.3.1	Modelo Econométrico: Fronteira de Custo Estocástica	66
3.3.3.2	Especificação da Fronteira Estocástica, Dados e Variáveis	72
3.4	Resultados e Discussões.....	78
3.5	Conclusões.....	87
	Referências	89

4	Efeitos dos Instrumentos de Regulação no Setor de Saneamento e de Saúde no Brasil	97
4.1	Introdução.....	97
4.2	Marco Regulatório no Brasil: Regulação e Planejamento.....	102
4.3	Estimação e Dados	104
4.3.1	Estratégia empírica.....	104
4.3.2	Base de dados	108
4.3.3	Estatísticas descritivas.....	111
4.4	Resultados	118
4.5	Conclusões.....	138
	Referências	140
5	Conclusões Gerais.....	143

1 Introdução

A estrutura de mercado das empresas de saneamento é caracterizada por monopólio natural devido aos elevados custos de capital e a subaditividade da função de custo, com uma concorrência imperfeita. Ademais, a complexa gestão do processo operacional das firmas de saneamento básico e as possíveis externalidades sobre o bem-estar social, tornam o setor relevante para políticas públicas. Diante disso, o setor de saneamento tem-se uma justificativa para a provisão ou regulamentação governamental (ABBOT; COHEN, 2009). Diante desse cenário, em que pode ocorrer uma alocação de recursos não eficiente, devido a estrutura de mercado, a avaliação da eficiência dessas empresas é de grande importância para decisores políticos e para a sociedade.

Apesar do setor de saneamento ser fundamental para a promoção das condições de saúde e qualidade de vida das pessoas, gerando benefícios e alto retorno social, econômico e ambiental, o Brasil ainda enfrenta a necessidade de grandes transformações no setor.

Os indicadores para o ano de 2017 demonstram que mesmo dez anos após a implementação da Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB) (Lei 11.445/2007), embora o Brasil tenha evoluído na cobertura de atendimento dos serviços de água e esgoto, ainda tem que investir significativamente no setor para alcançar a universalização do atendimento, principalmente em regiões mais pobres. O índice de atendimento de água no Brasil em 2017 foi de 83,5% e de coleta de esgoto de 52,4%, sendo pior nas regiões menos desenvolvidas do país como na região nordeste e na região norte, respectivamente, água: 73,3% e 57,5%; e esgoto: 26,9% e 10,2% (BRASIL, 2019).

O atraso do desenvolvimento no setor de saneamento básico no Brasil pode ser explicado em boa parte pelo esgotamento do modelo de financiamento na década de 1980, quando a crise do Banco Nacional de Habitação desestruturou o regime do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) (TUROLLA, 2002). Desde o PLANASA, o mecanismo de regulação tarifária tem-se dado, na maioria dos casos, pelo regime de *Taxa de Retorno*, que diminui os riscos assumidos pelas empresas de saneamento, mas é criticado pela literatura pela falta de incentivo à redução de custos e pelo excesso de investimentos em capital, comportamento esse chamado de efeito *Averch-Johnson*. No entanto, desde o término do PLANASA, tem-se observado baixos investimentos no setor, acarretando os baixos índices de cobertura ainda existente no país.

Com a definição do marco regulatório pela Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007, reacendeu-se a expectativa da retomada dos investimentos. Essa lei, ao definir diretrizes nacionais para o saneamento básico, estabeleceu alguns princípios fundamentais como a universalização do acesso, sustentabilidade e eficiência econômicas, além de criar uma série de instrumentos e normas regulatórias para tentar dar estabilidade ao setor e garantir investimentos.

Na tentativa de disciplinar os contratos de concessão dos serviços de saneamento, foi estabelecido pela lei 11.445/2007 que estes contratos deveriam conter obrigatoriamente quatro elementos: planejamento, análise de viabilidade, regulação e publicidade do edital, dentre esses, as exigências de planejamento e regulação serão os focos da análise deste trabalho.

O planejamento exigido pela lei 11.445/07 se constitui como atividade em que os titulares dos serviços públicos de saneamento básico deverão elaborar o chamado Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Os PMSBs são instrumentos fundamentais para o planejamento e universalização dos serviços de saneamento básico no Brasil.

Entre as informações abordadas no PMSB, tem-se o diagnóstico de conjuntura e dos impactos socioambientais e socioeconômicos, os objetivos e as metas para a universalização do serviço, como também, programas, projetos e ações para atingir as metas, e mecanismos e procedimentos para análise de eficiência e eficácia das ações planejadas. Ressalte-se ainda que o governo federal condicionou os repasses da União à conformidade e diretrizes da política de saneamento básico, dentre as quais a elaboração do PMSB (BRASIL, 2007).

A referida lei também estabeleceu a supervisão regulatória para o cumprimento de suas diretrizes. Entre seus objetivos, a regulação deverá averiguar os padrões e as normas para a prestação de serviços de saneamento básico, garantir que as metas sejam cumpridas e definir tarifas que induzam a eficiência e a eficácia dos mesmos, permitindo apropriação social dos ganhos de produtividade. As normas editadas pelas entidades reguladoras terão de abranger aspectos como padrões e indicadores de qualidade, exigências de operação e manutenção dos sistemas, regimes tarifários, monitoramento de custos, bem como avaliação de eficiência e eficácia dos serviços prestados e metas para a expansão e qualidade dos serviços prestados (BRASIL, 2007). Não obstante a existência da lei que instituiu a política nacional de saneamento básico, observa-se que há ainda um grande desafio no que diz respeito a sua implementação, como a falta de pessoal com conhecimento técnico para elaborar e executar tais instrumentos regulatórios.

Dentre as dificuldades observadas na implementação dos PMSBs e da supervisão regulatória, está a de que o planejamento precisa ser realizado por cada município, o que compromete a sua qualidade, especialmente em municípios pequenos, devido à falta de conhecimento técnico nessas localidades. Já a supervisão regulatória pode ser delegada a um ente especializado, possivelmente favorecendo uma maior eficácia deste aspecto.

Assim, o fato de o planejamento não poder ser delegado a um ente especializado dificulta a elaboração desse instrumento, ainda mais em municípios de pequeno porte em que, além da falta de profissionais qualificados para executar tal função, há falta de recursos financeiros para contratar profissionais e para realizar estudos necessários. Ademais, observa-se que conjuntos de pequenos municípios próximos contratam os mesmos profissionais para elaborar o PMSB, resultando em planos muito semelhantes entre esses municípios, levando a uma impressão de que geram PMSB apenas como um cumprimento da exigência da lei 11.445/2007.

Dessa maneira, no que se refere aos instrumentos regulatórios, esse estudo tem como hipótese que municípios que têm agência reguladora podem estar tendo impactos significativos sobre a eficiência de custo, indicadores de desempenho e de saúde. Já o fato de o município ter PMSB pode não estar gerando efeito sobre essas variáveis. Referente ao efeito *Averch-Johnson* no setor de saneamento brasileiro, tem-se como hipótese que isso não ocorra no Brasil.

Nesse contexto, tem-se os seguintes questionamentos: Municípios que possuem supervisão regulatória e/ou aprovaram seus PMSB são mais eficientes e apresentam melhor desempenho que àqueles que não adotaram estes instrumentos? Este marco, via os instrumentos de regulação e planejamento que podem ocasionar expansão de rede e melhoria na qualidade dos serviços prestados, resulta em uma maior qualidade em termos de saúde à população destes municípios? O fato de a maioria das operadoras de saneamento brasileiras serem reguladas pelo mecanismo de regulação tarifária *Taxa de Retorno* faz com que exista um efeito *Averch-Johnson*, onde mais investimentos em capital do que o necessário estão sendo realizados?

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo geral: avaliar o impacto dos instrumentos regulatórios, planejamento e supervisão regulatória, sobre a eficiência e desempenho das operadoras de saneamento do Brasil e como objetivos específicos: analisar o comportamento da eficiência técnica de custo das operadoras de saneamento básico no Brasil, em que respectivos municípios realizaram o PMSB ou/e possuem supervisão regulatória; analisar os impactos do marco regulatório do saneamento básico

no Brasil quanto aos indicadores de desempenho das operadoras de saneamento, e seus impactos na saúde local e apresentar os fundamentos teóricos e conceituais da regulação econômica e explicar sobre a regulação econômica no setor de saneamento brasileiro, testando se existe o efeito *Averch-Johnson* no país.

Para alcançar os objetivos propostos, este estudo utilizará do método de Análise de Fronteira Estocástica, de Diferenças-em-Diferença e análise estatística descritiva com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do estudo de Féres e Turolla (2017) e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS). Trata-se de uma amostra de empresas de saneamento e municípios brasileiros para o período de 2000 a 2015, estruturada em um painel não balanceado.

Esse estudo visa contribuir com a literatura e a sociedade, dado a importância das externalidades positivas geradas pelo setor de saneamento, aumentando o bem-estar da população, e para que isto venha ocorrer de forma mais eficaz é necessário que a regulação econômica realizada pelo governo seja realizada da melhor maneira. Desse modo, é importante averiguar os impactos do marco regulatório no setor de saneamento brasileiro, apresentando resultados que serão de relevante uso para os decisores políticos.

Além dessa breve introdução, esse estudo está estruturado da seguinte forma: o capítulo dois explana sobre a teoria da regulação econômica e analisa a existência do efeito *Averch-Johnson* no Brasil. O capítulo três está dedicado para investigar os impactos do planejamento e supervisão regulatória sobre a eficiência de custo das operadoras de saneamento. O capítulo quatro avalia os impactos do marco regulatório, através do PMSB e supervisão regulatória sobre indicadores de desempenho das empresas de saneamento e indicadores de saúde. Por fim, o quinto capítulo apresenta as conclusões finais gerais.

Referências

ABBOTT, M.; COHEN, B. Productivity and efficiency in the water industry. **Utilities Policy**, vol. 17, n. 3, p. 233-244, 2009.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera Leis; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 06/05/2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 226 p.

TUROLLA, F. A. Política de Saneamento Básico: Avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. Texto para discussão no 922. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. 2002.

2 Regulação Econômica e o Efeito *Averch-Johnson* no Setor de Saneamento Brasileiro

Resumo

O presente estudo tratou da discussão da teoria da regulação econômica e buscou investigar os principais regimes de regulação tarifária. Esses mecanismos de regulação foram associados ao caso brasileiro no setor de saneamento básico, buscando evidenciar a existência do efeito *Averch – Johnson* no Brasil, devida ao uso na maioria do setor da regulação *Taxa de Retorno*, desde 1971, com o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA). Esse efeito teria um lado positivo pelo ponto de vista que o maior investimento no setor poderia levar à universalização dos serviços de saneamento. A lei 11.445/2007, marco regulatório no setor de saneamento brasileiro, estabelece novas diretrizes no setor de saneamento, como mudanças na regulação dos serviços, e trata sobre o uso de mecanismos de regulação de incentivos, visando diminuir custos e melhorar o desempenho das operadoras de saneamento. Os resultados evidenciaram a não existência do efeito *Averch – Johnson* no Brasil. Observou-se que os gastos com pessoal são maiores que os investimentos. No entanto, após o ano de 2007, averiguou-se que as taxas de crescimento de investimentos em alguns períodos crescem mais que as taxas de gastos com pessoal, mas esse crescimento não se sustenta.

Palavras-Chave: Regulação Econômica; Efeito *Averch – Johnson*; Saneamento Básico.

2.1 Introdução

A estrutura de mercado do setor de saneamento possui especificidades que violam os critérios de alocação eficiente de mercados competitivos. Pode-se identificar a existência de falhas de mercado. Os serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto se caracterizam como monopólio natural, resultado de altos custos fixos em capital específico e elevadas economias de escala. Além disso, o acesso aos serviços de saneamento está associado a uma série de externalidades positivas.

Uma empresa é um monopólio natural quando o custo diminui se a produção for realizada somente por uma empresa, ou seja, se a empresa produz somente um produto e tem economias de escala, em que os custos serão menores se a produção consistir em um único fornecedor (KAHN, 1971). No caso em que mais de um bem é produzido pela mesma empresa, e essa possui economia de escopo, em que pela subaditividade estrita da função de custo, a soma do custo de produção de um vetor de produtos é menor quando produzido na mesma firma do que quando produzido separadamente (BAUMOL, 1977). Assim, o setor de saneamento básico pode ter potenciais ganhos ao aumentar a escala de produção das empresas ou de associar a produção de água com coleta de esgoto.

Quanto a externalidade positiva produzida pelos investimentos no setor de saneamento, essa gera retornos econômicos, sociais e ambientais como melhorias na qualidade do solo e da água. Verificam-se também melhorias na saúde, como a redução de doenças de vinculação hídrica e, ao melhorar as condições de saúde, tem-se a redução do absenteísmo que pode aumentar os indicadores de desempenho escolar e de produtividade dos trabalhadores.

Na ausência da regulação de preços no setor de saneamento, a firma caracterizada como um monopólio natural poderia seguir com a escolha própria de política de preços, e a solução do monopólio que maximiza o lucro produzirá uma quantidade menor a um preço maior do que o eficiente, diminuindo o bem-estar social com a existência de um peso morto. Na falta de regulação de entrada, mais empresas operando no mercado não garantirão a diminuição dos custos e, no que se refere aos retornos gerados à sociedade, o monopolista, ao distorcer e reduzir a provisão de acesso ao serviço, faz com que os benefícios externos da provisão do serviço público de saneamento não sejam totalmente alcançados pela sociedade.

Diante desses problemas, a intervenção governamental é necessária com uma regulação econômica que visa aumentar a eficiência e aumentar o bem-estar social, com a correção da falha de mercado. Além do que, nesses setores de monopólio natural, a supervisão e o controle governamental precisa ser contínua (ROSE, 2014).

Ao longo do tempo, os países foram desenvolvendo modelos e mecanismos para regular o setor de saneamento, no sentido de poder influenciar o comportamento das empresas envolvidas. No que concerne a regulação em termos de estrutura de mercado, pode-se destacar estruturas institucionais das empresas de saneamento mais concentradas em nível regional e com regulação em nível nacional, como é o caso da Inglaterra e do País de Gales, ambos com um modelo baseado em empresas privatizadas de maior

concentração consolidadas nas bacias hidrográficas com um regulador nacional. Por outro lado, o mais observado nos países são estruturas setoriais mais fragmentadas, como as estruturas locais de saneamento existentes como, por exemplo, na França com regulação mais descentralizada em que a regulação é regida pelos contratos de concessão do serviço de saneamento (TUROLLA, 2002; CREW e PARKER, 2006).

Os mecanismos de regulação tarifária mais utilizados nos países para o setor de saneamento são o *Taxa de Retorno* e o *Price Cap*. O primeiro, utilizado inicialmente nos Estados Unidos, trata-se da definição de tarifas em que a empresa de saneamento regulada terá uma taxa de retorno adequada para a realização de suas atividades e investimentos. E o *Price Cap*, desenvolvido e utilizado primeiramente na Inglaterra, consiste em um teto de reajuste para a tarifa, no qual é definido através do índice geral de preços menos um fator de ganhos de produtividade esperados.

Existem prós e contras de cada mecanismo. O *Price Cap* contrapõe o *Taxa de Retorno*, já que neste último, o lucro é totalmente regulado e no *Price Cap*, tem-se incentivo à maior eficiência de empresa na medida em que esta poderá reter maiores lucros se tiver maior produtividade do que o projetado. No entanto, no regime *Price Cap* a empresa assume os riscos desse mercado quando comparado com a prática da *Taxa de Retorno*. O mecanismo de *Taxa de Retorno* reduz o risco das empresas de saneamento no mercado como, por exemplo, em um mercado onde os preços dos insumos são muito voláteis, garantindo que os custos da empresa sejam reembolsados com uma taxa de retorno pré-determinada, mas tem-se o problema de não incentivar na redução de custo e de poder ter o efeito *Averch-Johnson*, onde mais capital do que o necessário é utilizado.

Assim, em países que apresentam maiores riscos de mercado (por exemplo, países em desenvolvimento) com maior volatilidade de preços ou de riscos de investimentos, utiliza-se o mecanismo de *Taxa de Retorno*, pois como, os contratos são geralmente de longo prazo, as empresas de saneamento não vão querer assumir esses riscos.

No Brasil, até os anos de 1970, os serviços de saneamento básico eram prestados por operadoras de saneamento municipais. Nessa década, foi criado o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) com maiores investimentos no setor de saneamento visando concentrar mais o serviço de saneamento através da criação de Companhias Estaduais de Saneamento pelos estados, em que municípios poderiam dar a concessão dos serviços de saneamento local para essas companhias. Com o fim do PLANASA, na década de 1980, o país sofreu com uma falta de regulação e investimentos no setor de saneamento. Diante da pressão pela necessidade de uma nova regulação e de investimentos no setor de

saneamento foi promulgada a lei 11.445/2007 que instituiu novas diretrizes para o setor de saneamento brasileiro, tornando-se um marco regulatório para o setor.

No que se refere a regulação tarifária, no Brasil, como em países que têm muita incerteza sobre a estabilidade dos custos, o regimento mais adotado é o de *Taxa de Retorno*, pois com esse mecanismo a empresa tem menor risco de perdas de lucros com choques de custo. Assim as empresas nesses países geralmente aceitam os contratos de concessão dos serviços de saneamento se a regulação tarifária for a de *Taxa de Retorno*. Porém esse mecanismo não incentiva as empresas a serem mais eficientes, como propõe o regime de *Price Cap*, sendo um trade-off entre riscos e incentivos de esforço. Ademais, o regulamento através da *Taxa de Return* gera o efeito *Averch-Johnson*, onde a empresa utiliza mais capital do que necessário, não induzindo a diminuir seus custos.

Um efeito *Averch-Johnson* no Brasil, analisando do ponto de vista de investimento em infraestrutura, visando a universalização dos serviços de saneamento, seria bom, pois o país vive um atraso em termos de infraestrutura do setor onde o índice de atendimento de água no país, em 2017, foi de 83,5% e de esgoto 52,4%. A situação é mais crítica em regiões menos desenvolvidas economicamente, como o norte e nordeste, em que o índice de atendimento de água é de 57,5% e 73,3%, respectivamente, e de esgoto chega a apenas 10,2% na região norte (BRASIL, 2019).

Nesse contexto, tem-se a seguinte questão: no Brasil, o fato de a maioria das empresas serem reguladas pelo mecanismo de regulação tarifária *Taxa de Retorno* faz com que exista um efeito *Averch-Johnson*, onde mais investimentos em capital do que o necessário estão sendo realizados?

Diante do exposto, este estudo tem como objetivos apresentar os fundamentos teóricos e conceituais da regulação econômica e explicar sobre a regulação econômica no setor de saneamento brasileiro, testando se existe o efeito *Averch-Johnson* no país. Tem-se como hipótese que o aumento da receita obtido pelas operadoras de saneamento está sendo revertido com gasto com pessoal e não no aumento do investimento em capital dessas empresas.

Para alcançar os objetivos propostos deste estudo, será realizado um levantamento bibliográfico e uma análise de estatística descritiva da taxa de gastos com investimentos e com pessoal no setor de saneamento de 2000 a 2015 com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Este estudo visa contribuir com a literatura, decisores políticos e com a sociedade no sentido de poder discutir a regulação econômica no setor de saneamento brasileiro e

averiguar os efeitos em relação ao regime de regulação *Taxa de Retorno*. O tema é relevante dentro do contexto do marco regulatório no setor de saneamento brasileiro, no qual uma regulação eficiente traz ganhos de bem-estar para a sociedade.

Assim, além dessa breve introdução, esse trabalho está estruturado da seguinte maneira: na seção 2.2 são apresentados os fundamentos teóricos e conceituais da regulação econômica. Logo, na seção 2.3 são feitas considerações sobre a regulação no setor de saneamento no Brasil e a análise da existência do efeito *Averch – Johnson*. Por fim, a seção 2.4 apresenta as conclusões deste estudo.

2.2 Regulação Econômica: Fundamentos Teóricos e Conceituais

2.2.1 Fundamentos teóricos e conceituais

A regulação econômica há um longo tempo é um tema bastante discutido na literatura e é possível encontrar muitas definições que demonstram sua relevância. Conforme Joskow e Rose (1989, p.1450) trata-se “tanto à legislação direta quanto à regulamentação administrativa de preços e à entrada em indústrias ou mercados específicos”. Para Viscusi, Vernon e Harrington (2005), o governo tem o poder de coagir, e usa este para restringir decisões dos agentes econômicos. Regulação para Ricketts (2006, p.34) “implica o exercício de alguma influência sobre uma atividade que é diferente do controle total”. E Kupfer e Hasenclever (2013, p. 299) definem regulação como “qualquer ação do governo no sentido de limitar a liberdade de escolha dos agentes econômicos”.

A regulação econômica não tem uma definição bem precisa, ou seja, as formas de regulação diferem. Enquanto algumas regulações focam nas regras de relações dos agentes, a fim de tornar o processo do mercado mais eficiente (mas sem detalhar efeitos finais), outras concentram-se nos resultados finais, a fim de alcançar objetivos específicos. Apesar de ter conceitos distintos, na prática essa identificação é mais difícil, mas é de significativa importância para avaliar o papel do estado sobre o mercado (RICKETTS, 2006).

Segundo Joskow e Rose (1989), a teoria da economia da regulação pode ter uma perspectiva normativa ou prescritiva, que visa saber quando a regulação deve ser implementada e qual a forma ótima, se concentrando em falhas de mercado e em políticas

ótimas; e em outro extremo, através de uma perspectiva positiva e descritiva, concentra-se em como a regulação emerge e como esta funciona e afeta o comportamento e o desempenho de empresas reguladas. Ambas perspectivas são úteis para analisar os efeitos da regulamentação.

A necessidade da regulação das empresas de saneamento começa a existir diante da observação das falhas de mercado existentes, através da teoria do interesse público. Com o desenvolvimento da economia do bem-estar, o primeiro teorema do bem-estar argumentava que, com mercados competitivos, tinham-se alocação eficiente no sentido de Pareto, não necessitando de um planejador central, ou seja, as empresas operam em um mercado competitivo, maximizando lucros e a eficiência é alcançada, onde não é possível realocar os recursos em que um agente aumente seu grau de satisfação sem piorar a situação de outro agente nesse mercado no mesmo momento (VISCUSI, VERNON e HARRINGTON, 2005; CREW e PARKER, 2006).

Desta maneira, a regulação econômica deveria se concentrar em eliminar impedimentos da concorrência. Setores podem não apresentar características de concorrência perfeita, em que as falhas de mercado impedem uma situação de ótimo de Pareto como: a existência de bens públicos; mercados não competitivos como monopólios naturais com retornos de escala e de escopo; externalidades; mercados incompletos e assimetria de informação. Desse modo, o regulador necessita corrigir as falhas de mercado, garantindo uma alocação de recursos eficiente (CREW e PARKER, 2006).

Assim, a teoria da regulação teve influência no desenvolvimento da economia do bem-estar, em que o regulador atuava no interesse público visando corrigir as falhas de mercado. No entanto, nessa visão se assumia que os reguladores teriam informações e motivações adequadas. Assim, a partir de 1960, a abordagem da teoria do interesse público começou a ser criticada, já que efeitos da regulação nem sempre geravam os resultados esperados pela teoria normativa (RICKETTS, 2006).

Começou-se a discutir, então, que essas empresas não deveriam ser vistas como maximizadoras de lucro tradicionais, mas se buscassem lucro já poderia esperar um ambiente regulatório favorável, pois reguladores estariam a disposição para que isso acontecesse. Com essa abordagem desenvolve-se a Teoria da Captura da regulamentação, onde a agência de regulação é “capturada” por esse setor visando promover o lucro da empresa, e não o bem-estar social (VISCUSI, VERNON e HARRINGTON, 2005; CREW e PARKER, 2006).

Com isso, a teoria da escolha pública, com o pensamento de que o servidor público não teria um interesse público em geral, se desenvolveu com a perspectiva normativa de discutir mecanismos ideais para alcançar resultados desejados ao invés de buscar fins ideais (RICKETTS, 2006). Assim, desenvolve-se a Teoria Econômica da Regulação, com hipóteses testáveis, onde “dependendo da indústria regulamentada, o bem-estar de diferentes grupos de interesse é melhorado com a regulamentação” (VISCUSI, VERNON e HARRINGTON, 2005, p. 380), com importantes contribuições de Stigler (1971) para que a teoria seja capaz de averiguar quais setores deverão ser regulados e como.

A nova economia institucional trouxe para a discussão que transações são existentes em um mercado, ou seja, na relação de trocas acordos podem ser efetuados. Nessa perspectiva, de acordo com Coase (1960) se os custos de transação forem baixos e os direitos de propriedade bem definidos, então a negociação entre as partes elimina a ineficiência da falha de mercado (Teorema de Coase). No entanto, custos nulos de transações e direitos de propriedade bem definidos são situações raras em uma economia, como também observado no setor de saneamento, com as negociações nas concessões e com fornecedores, em que com a regulação, esses custos podem ser reduzidos, com a padronização de normas, por exemplo. Assim, conforme Cooter e Ulen (2016, p. 92) “Estruture a lei de modo a remover os impedimentos aos acordos privados”. Esse princípio tem caráter normativo com orientações para os reguladores, visando diminuir custos de negociações e definir melhor os direitos de propriedade para que o mercado torne mais eficiente com ganhos de bem-estar para a sociedade. Cooter e Ulen (2016, p. 92-93) também explana sobre o Teorema Normativo de Hobbes, que poderiam haver falhas de transações entre agentes, assim, a lei deveria ser estruturada “para minimizar os danos causados por falhas em acordos privados”, em que, conforme Ricketts (2006), o Teorema de Coase não idealizaria a regulação com base em fins ideais, mas através do Teorema de Hobbes, o processo regulatório independente dos resultados finais, não poderia ser evitado.

2.2.2 Teoria da regulação – Mecanismos de regulação

As teorias de regulação avançaram e, com elas, uma nova discussão de como inserir na regulação mecanismos que incorporassem incentivos para que a regulação econômica se torne mais eficiente. Essa abordagem evoluiu principalmente por causa da assimetria de informação existente entre os reguladores e as empresas reguladas. Os

reguladores não têm informações perfeitas referentes aos custos e a qualidade do serviço das empresas. Apesar dos grandes esforços das empresas reguladoras em obter o máximo de informações das empresas reguladas, nem todas essas informações eram usadas de forma eficiente (JOSKON, 2014).

Com a assimetria de informação, as empresas reguladas podem se beneficiar por possuírem a informação e poderem usá-la como vantagem para aumentar seus lucros ou perseguir outros objetivos mesmo sendo reguladas, em detrimento do bem-estar social (Owen e Braeutigam 1978, Laffont e Tirole 1993).

Os estudos sobre regulação de incentivo se deram a partir da década de 1980. Os primeiros trabalhos concentraram-se principalmente no problema de seleção adversa, onde há vantagem de informação antes do contrato ser estabelecido, ou seja, as empresas tem mais informações sobre custos antes da regulação (seu tipo) do que as reguladoras e só vão informar se for de interesse próprio (ver, por exemplo, BARON -MEYERSON, 1982; LEWIS e SAPPINGTON, 1988a, 1988b).

Outros estudos focaram no problema de seleção adversa e de risco moral, este último ocorre quando o regulador não consegue observar o comportamento da empresa durante o processo de regulação, onde o nível de esforço não é observado pelo regulador (ver, LAFFONT e TIROLE, 1986). Com o tempo, esses estudos evoluíram, como mostra o trabalho de Armstrong e Sappington (2005).

Grande parte da literatura da regulação de incentivo é baseada na Teoria do Agente (ou Modelo do Principal/Agente) visando lidar com o problema de assimetria de informação e mecanismos de incentivo (ver, LAFFONT e TIROLE, 1986; JOSKOW e SCHMALENSEE, 1986, JOSKOW, 2014). Nessa abordagem, o Principal contrata o Agente para desempenhar um trabalho (ações) de maneira mais eficiente possível, o que depende do “esforço” deste agente.

Como o regulador não consegue observar o esforço gerencial das empresas, este projeta mecanismos de incentivo visando fazer com que a operadora a realize um nível alto de esforço, compensando o agente por seus custos. O agente não aceitará mecanismos que não considere essa compensação.

2.2.2.1 Regulação através do mecanismo de *Taxa de Retorno*

A regulação por intermédio de *Taxa de Retorno* foi o modelo original de regulação de serviços públicos nos Estados Unidos, o qual se tornou em uma estratégia tradicional para a regulação de empresas característicos de monopólio natural. Nesse mecanismo, o regulador decide as tarifas dos serviços da empresa regulada, de forma que essa firma obtenha uma taxa de retorno adequada para a realização de suas operações. Assim, a tarifa é calculada de modo que a receita total cubra os seus custos variáveis, e uma taxa de retorno permitida (lucro bruto) sobre o capital investido (incluindo depreciação), ou seja, a receita total cobre os custos da empresa, em que o lucro econômico seja igual a zero. Assim, a agência reguladora terá que definir uma taxa de retorno que garanta a viabilidade econômica dessa firma, de forma que essa empresa possa arrecadar fundos para futuros investimentos (VISCUSI, VERNON e HARRINGTON, 2005 e KUPFER e HASENCLEVER, 2013).

Desse modo, tem-se um controle do lucro obtido pelas empresas reguladas, já que, por possuírem características de monopólio natural, a não regulação poderia fazer com que operassem com uma quantidade menor de serviços prestados e, com preços excessivos, permitindo que obtenham lucros extraordinários. A taxa de retorno calculada sobre o capital visa possibilitar os investimentos no setor, garantindo a qualidade e a extensão dos serviços prestados.

No entanto, o mecanismo de *Taxa de Retorno* pode criar incentivos não eficientes, com os quais a empresa utiliza mais capital do que os outros insumos visando aumentar sua taxa de retorno, onde a produção seria realizada a um custo alto ineficiente, já que poderia estar utilizando mais capital do que o necessário, esse efeito é conhecido como *Averch-Johnson* (VISCUSI, VERNON e HARRINGTON, 2005).

Ricketts (2006) explica que o modelo de taxa de retorno sobre o capital, sob um ambiente de assimetria de informação, tem um formato de contrato de acordo comercial de “mais-custo” onde se oferece à empresa um retorno “aceitável”, ou seja, uma receita fixa acima do custo. No entanto, esse acordo não incentiva a empresa regulada a operar de maneira eficiente, fazendo com que essa tenha o comportamento de inflar a base do cálculo da taxa de retorno, ou seja, o capital. Como a taxa de retorno sobre o capital é fixa, a empresa é induzida a usar mais do fator capital do que seria socialmente ótimo. Dessa maneira, os incentivos são fracos para reduzir custos. A próxima seção demonstra esse efeito através do modelo de Averch e Johnson (1962).

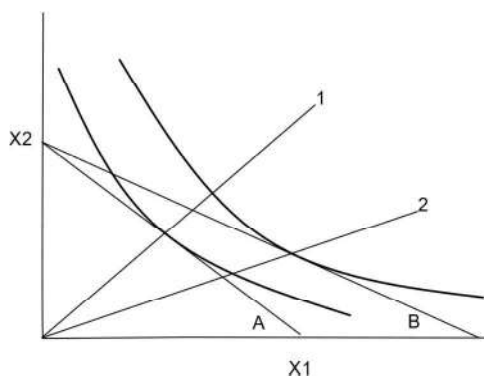
Comportamento da empresa de saneamento sob a restrição regulatória com taxa de retorno

Analisa-se o caso em que empresas reguladoras empregam o critério de “taxa justa de retorno” onde a receita líquida (receita bruta menos despesas operacionais) é suficiente para que a empresa faça investimentos em instalações e equipamentos, conforme demonstrado por Averch e Johnson (1962).

A taxa de retorno é calculada através da razão entre a receita líquida e o valor das instalações e equipamentos da firma (base da taxa). Se a taxa de retorno for considerada excessiva, a empresa deverá diminuir o valor da tarifa e se for baixa a empresa poderá aumentar o valor da tarifa.

Considerando um modelo de mercado único, a Figura 1 representa a função de produção de uma operadora de saneamento, em que x_1 é o capital (eixo horizontal) e x_2 é o trabalho (eixo vertical).

Figura 1. Produção e custo seguidos pela empresa de saneamento



Fonte: Averch e Johnson (1962).

A curva de isocusto A é formada pelo custo do mercado (ou custo social) do capital e do trabalho. A empresa de saneamento não regulada seguiria o caminho de expansão 1, onde minimiza os custos para dada produção. No entanto, com a regulamentação para cada unidade adicional de insumo de capital a empresa poderá obter lucro com a diferença do custo social e a taxa de retorno permitida. Desse modo, o custo do capital privado (custo sob regulação) é menor que o custo social. Assim, a empresa regulada segue o caminho de expansão 2, onde a minimização do custo social não é realizada, mas ao longo desse caminho que a empresa maximiza o lucro total, dada sua

restrição de taxa de retorno. O efeito da regulação é obtido pela mudança dos preços relativos do capital e do trabalho.

Matematicamente, considerando um monopólio com uma função produção de um bem homogêneo (por exemplo, água) com o uso de dois insumos (trabalho e capital), tem-se:

$$y = y(x_1, x_2), \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} > 0, \quad \frac{\partial y}{\partial x_2} > 0, \quad (1)$$

$$y(0, x_2) = y(x_1, 0) = 0$$

Reescrevendo como uma função inversa do preço, obtém-se:

$$p = p(y) \quad (2)$$

Assim, o lucro é definido como:

$$\pi = py - r_1 x_1 - r_2 x_2 \quad (3)$$

onde o r_i ($i=1,2$) são os custos dos fatores capital e trabalho respectivamente. Considerando x_2 a quantidade empregada do fator trabalho, r_2 a taxa de salário do trabalho, x_1 a quantidade física das instalações e equipamentos da empresa, c_1 é o custo de aquisição por unidade de instalação e equipamento, u_1 é a depreciação em um determinado período e U_1 é o valor acumulado da depreciação, tem-se a restrição regulatória:

$$\frac{py - r_2 x_2 - u_1}{c_1 x_1 - U_1} \leq s_1 \quad (4)$$

ou seja, a receita bruta, menos o custo operacional e a depreciação de capital (lucro líquido) dividido pelo valor da planta (instalações e equipamento), tem-se um percentual de base tarifária que não pode ser maior que um valor máximo definido s_1 (taxa permitida de retorno).

Assumindo que $u_1 = U_1 = 0$ e que $c_1 = 1$ (assim a base da taxa é igual a quantidade física do capital) e r_1 como o custo do capital, ou seja, o custo de juros para a manutenção da planta da empresa, s_1 é a taxa de retorno permitida pela agência reguladora, para compensar a empresa de saneamento regulada pelo custo do capital. Escreve-se essa restrição como:

$$\frac{py - r_2x_2}{x_1} \leq s_1 \quad (5)$$

ou:

$$py - s_1x_1 - r_2x_2 \leq 0 \quad (6)$$

Se $s_1 \leq r_1$, a empresa se retira do mercado, pois a taxa de retorno permitida é menor que o custo do capital. Assim, a taxa de retorno deve pelo menos cobrir o custo do capital, ou seja, $s_1 \geq r_1$. Então o problema é maximizar o lucro (3), sujeito a restrição 6, através da expressão de Lagrange, onde o multiplicador Lagrangiano λ mede o aumento do lucro (com um valor de 0 a 1) dado o aumento de \$1 no lucro permitido:

$$L(x_1, x_2, \lambda) = py - r_1x_1 - r_2x_2 - \lambda(py - s_1x_1 - r_2x_2) \quad (7)$$

Para a maximização de $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{\lambda}$, através condições de Kuhn-Tucker:

$$r_1 \geq (1 - \lambda) \left[p + y \frac{dp}{dy} \right] \frac{\partial y}{\partial x_1} + \lambda s_1, \quad x_1 \geq 0 \quad (8.1)$$

$$r_1 > (1 - \lambda) \left[p + y \frac{dp}{dy} \right] \frac{\partial y}{\partial x_1} + \lambda s_1, \quad \text{implica } \bar{x}_1 = 0 \quad (8.2)$$

$$(1 - \lambda)r_2 \geq (1 - \lambda) \left[p + y \frac{dp}{dy} \right] \frac{\partial y}{\partial x_2}, \quad \bar{x}_2 \geq 0 \quad (8.3)$$

$$(1 - \lambda)r_2 > (1 - \lambda) \left[p + y \frac{dp}{dy} \right] \frac{\partial y}{\partial x_2}, \quad \text{implica } \bar{x}_2 = 0 \quad (8.4)$$

$$py - s_1x_1 - r_2x_2 \leq 0, \quad \bar{\lambda} \geq 0 \quad (8.5)$$

$$py - r_2x_2 < s_1x_1 \text{ implica } \bar{\lambda} = 0 \quad (8.6)$$

assumindo que $\bar{\lambda} > 0$, verifica-se na equação (8.1) que somente quando $r_1 = s_1$ obterá $\lambda = 1$, permitindo que qualquer x_1 e x_2 que satisfaça (8.5) seja uma solução, ou seja a empresa de saneamento é indiferente entre as quantidades de capital e trabalho, já que seu lucro permitido será igual a zero para todas as opções.

Assim Averch e Johnson (1969) argumentam que o caso mais interessante é quando $s_1 > r_1$. Quando $s_1 > r_1$ permite que $0 \leq \lambda < 1$, assim para satisfazer a equação (8.6) s_1 precisa ser escolhido em nível suficientemente grande para se $\lambda = 0$. Desse modo, se λ varia continuamente e sendo $\lambda \neq 1$, tem-se que $0 < \lambda < 1$. As condições marginais para uma empresa de saneamento básico não regulamentada são:

$$r_i = \left[p + y \frac{dp}{dy} \right] \frac{\partial y}{\partial x_i}, \quad (i = 1, 2). \quad (9)$$

No caso da operadora de saneamento sob restrição de regulação $\lambda > 0$, as equações (8.3) (sob regulação) e (9) (sem regulação) mostram que o insumo trabalho é tal que o custo marginal de r_2 é igual ao valor do seu produto marginal. No entanto, as equações (8.1) e (9) mostram que o insumo capital é tal que seu custo marginal r_2 é maior que seu produto marginal, ou seja, seu uso é expandido além do ponto em que o custo marginal é igual ao seu produto marginal.

Quando a igualdade se mantém nas equações (8.1) e (8.3), a taxa marginal de substituição de x_1 para x_2 é:

$$-\frac{dx_2}{dx_1} = \frac{r_1}{r_2} - \frac{\lambda}{(1-\lambda)} \frac{s_1 - r_1}{r_2}. \quad (10)$$

Desde:

$$\frac{\lambda}{(1-\lambda)} \frac{s_1 - r_1}{r_2} > 0, \quad \lambda > 0, \quad s_1 > r_1 \quad (11)$$

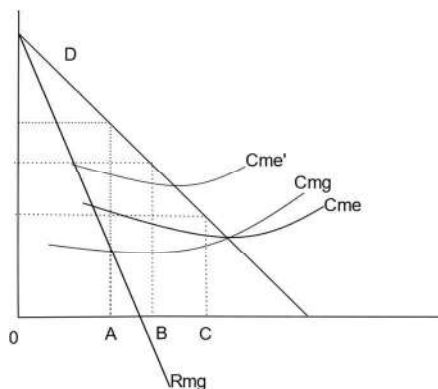
então:

$$-\frac{dx_2}{dx_1} < \frac{r_1}{r_2}. \quad (12)$$

A empresa se ajusta à restrição (regulatória) substituindo o capital por trabalho em um ponto em que a taxa marginal de substituição dos fatores não é igual a razão dos preços dos insumos (custos dos fatores), assim operará de forma ineficiente, existindo excesso de capacidade de capital.

A Figura 2 mostra que o caso em que a empresa de saneamento não é regulada produz OA. Ao ser regulada, se a empresa fosse obrigada a mover-se no caminho de expansão 1 – caminho socialmente eficiente (Figura 1) ela operaria no ponto OC (Figura 2), nesse caso $s_1 > r_1$, onde o preço está um pouco acima do custo médio (CMe).

Figura 2. Produção e custo da operadora de saneamento não regulada e regulada



Fonte: Averch e Johnson (1962).

Quando firma move-se no caminho de expansão 2, a curva de custo social desloca de CMe para CMe' (já que usa mais capital) e a restrição da regulação para as empresas de saneamento é satisfeita com uma produção menor (OB). Assim a empresa regulada opera em OB maior que OA, e não alcança OC pois se operasse nesse ponto sendo regulada parte do que seria lucro é absorvida pelo custo.

Apesar do mecanismo de *Taxa de Retorno* poder gerar o efeito *Averch-Johnson*, esse gera uma vantagem importante referente ao risco de choques no custo, até que a taxa de retorno seja revisada. Ou seja, em situações em que não há estabilidade na economia, na política e na segurança jurídica dos contratos de concessão, em que choques de aumento de custo podem ocorrer, a empresa exigirá maior taxa de retorno para operar nesse mercado, visando diminuir seus riscos futuros. Assim, o mecanismo de *Taxa de Retorno* tem a vantagem de diminuir riscos do ambiente institucional e garante remuneração dos investimentos. No entanto, esse mecanismo tem como desvantagem o pouco incentivo à redução de custos e o efeito *Averch-Johnson*.

2.2.2.2 Regulação de incentivo – *Price Cap* e regulação *Yardstick*

Diante das ineficiências geradas com o modelo tradicional de regulação – *Taxa de Retorno* – gerou-se o desenvolvimento de novos mecanismos para regular essa estrutura de mercado visando criar incentivos eficientes para a redução dos custos como, também, investimentos em inovação. Explana nesse estudo duas formas de regulação de incentivo: *Price Cap* e regulação *por comparação* (*Yardstick regulation*)

Price Cap

O mecanismo *Price Cap* consiste em determinar um preço máximo de tarifa a ser praticado pela empresa regulada, em que toda redução de custo realizada pela empresa regulada poderá ser retida por essa como lucro. Assim, o *Price Cap* gera fortes incentivos para que a empresa regulada opere eficientemente, como também faz com essa firma tenha flexibilidade nos ajustes de preço.

O cálculo do preço apropriado exige a previsão dos ganhos futuros de produtividade (fator X), e esse é um dos maiores desafios para a agência reguladora, pois se o valor do fator X for muito baixo, os preços serão altos com relação ao custo, gerando perda de bem-estar e se o valor do fator X for muito alto, os preços terão um limite mais baixo, podendo ser insuficiente para cobrir os custos (VISCUSI, VERNON e HARRINGTON, 2005).

O *Price Cap* foi criado pelo economista Stephen Littlechild, na década de 1980 no Reino Unido para a regulamentação do British Telecom, sendo nomeado como *Retail Price Index Minus X (RPI-X)*. Conforme Littlechild (1983) o mecanismo de *Price Cap* cria incentivos para que a empresa se torne mais eficiente, pois reduz custo e aumenta os lucros. A ideia de Littlechild (1983) era a de evitar a exploração de lucros das empresas prestadoras de serviços públicos, através do posicionamento destes como monopólios naturais.

O preço da empresa regulada pode ser ajustado com o aumento de um índice geral de preço menos o fator X. Desta maneira, esse mecanismo é semelhante ao de preço fixo, em que o contratante tem a garantia do que vai ser executado e o fornecedor vai assumir o risco, mas recebe a recompensa pelo esforço adicional como discutido na teoria do Principal e Agente, que focaliza no problema de risco moral, ou seja, dado a assimetria de informação existente neste ambiente, em que o regulador (principal) não tem informação sobre os custos da empresa regulada (agente), e os custos dependem dos

esforços dessa empresa (também não observados). Assim, é necessário realizar um contrato de franquia pura, em que os objetivos do regulador são executados pelo agente e o agente fica com o resultado líquido. Logo, como a empresa deseja maximizar lucro, vai operar de maneira eficiente (CREW e PARKER, 2006). No entanto, nesse tipo de contrato o agente assume os riscos de mercado. E se tratando de contratos de longo prazo, e dependendo da volatilidade do mercado, as empresas de saneamento podem ter receio em fechar contratos com esse mecanismo.

Regulação por comparação (Yardstick regulation)

A regulação *por comparação* é essencial para casos onde as agências reguladoras não têm informação precisa de custo, demanda e produtividade esperada da empresa regulada. Diante desse cenário, a agência reguladora pode auditar essa empresa, comparando dados de desempenho com outras empresas semelhantes. Não obstante, o desempenho de outras empresas se torna um critério de referência para avaliar o desempenho de uma determinada empresa regulada e assim calcular o preço da tarifa. Se todas as empresas do setor forem reguladas dessa forma, os preços de cada empresa seriam independentes de seus próprios custos. Assim todas as empresas têm incentivo em diminuir custos para aumentar os lucros do setor, e a empresa que não diminuir o custo, por ter pior desempenho comparada com as outras, será penalizada na definição de seu preço (SHLEIFER, 1995 e VISCUSI, VERNON e HARRINGTON, 2005).

Armstrong e Sappington (2005) explicam que, na regulação *por comparação*, como as empresas não são completamente semelhantes, a análise pode ser realizada com estimativas de função de custo de fronteira para normalizar as variações de custo. No entanto, o mecanismo de regulação *por comparação* não é muito implantado devido a dificuldade de encontrar empresas comparáveis. As firmas de serviços públicos diferem em muitas dimensões, condições de mercado e decisões anteriores de investimentos (JOSKOW e SCHMALENSEE, 1986). Portanto, alguns países que utilizam a regulação *por comparação (Yardstick regulation)*, como Inglaterra e País de Gales, utilizaram conjuntamente o mecanismo de *Price Cap*, permitindo um maior limite de preço para as empresas que obtivessem melhor desempenho (CREW e PARKER, 2006).

2.2.2.3 *Taxa de Retorno versus* mecanismos de regulação de incentivo (*Price Cap*) no setor de saneamento

Como discutido nesse estudo, o mecanismo de *Taxa de Retorno* pode causar um efeito *Averch-Johnson*, onde mais gastos com investimentos são realizados para aumentar a taxa de retorno, não incentivando a empresa a reduzir custos. No entanto, esse mecanismo reduz os riscos de mercado dessa empresa. Já o mecanismo *Price Cap*, incentiva as empresas a reduzirem custos, mas o risco é assumido por essas firmas. Diante disso, tem-se uma discussão de qual mecanismo é o ideal para determinado mercado e cenário econômico, político e institucional, dado os riscos que as empresas reguladas irão assumir.

A experiência internacional no setor de saneamento demonstra essa diferença na adoção dos mecanismos de regulação tarifária. Dois casos bastante relevante no setor de saneamento internacional são os mecanismos adotados pelo Reino Unido e pelos Estados Unidos. O Reino Unido utiliza o mecanismo de *Price Cap* e os Estados Unidos utilizavam o mecanismo de *Taxa de Retorno* e inseriu mais tarde também o mecanismo de *Price Cap*.

Um caso interessante a ser discutido é o do estado de Wisconsin nos Estados Unidos, no qual as operadoras de água estão sob diferentes mecanismos regulatórios (*Price Cap* e *Taxa de Retorno*) na mesma região e no mesmo período. As empresas de água de Wisconsin são reguladas pela Comissão de Serviço Público de Wisconsin (PSC), sendo esta independente e segue diretrizes do legislativo estadual. O regulamento prestado pela PSC difere de acordo com a solicitação de aumento de preço ou não da operadora de água. Se a empresa solicita o aumento do preço, ela tem um regulamento pela *Taxa de Retorno* (TR), através de dois possíveis procedimentos: Taxa Convencional (TC) ou Taxa Simplificada (TS) (AUBERT e REYNAUD, 2005).

Na Taxa Convencional, é realizada pela PSC uma auditoria completa da empresa de água e encaminha para uma audiência pública para uma tomada de decisão por parte dos comissários do PSC. Na Taxa Simplificada, o procedimento é mais simples, no qual para cada ano é estabelecido pela PSC um limite de aumento de preço e uma taxa de retorno máxima sobre o capital de propriedade para a empresa, se o retorno de capital esperado é menor que a taxa de retorno autorizada, então o aumento de preço pode ser realizado sem necessidade de auditoria, este procedimento pode ser chamado como regime de regulação de Taxa de Retorno Híbrido (H-TR). Mas caso a empresa não

solicite o aumento de preço no período, os lucros não são regulados, e o limite de preço permitido permanece o do último pedido de aumento de preço, sendo chamado de Limite de Preço Provisório (L-PP), mecanismo semelhante ao *Price Cap* (AUBERT e REYNAUD, 2005).

Nesse sentido, a regulação de incentivo acontece quando empresas mais eficientes não vão solicitar aumento de preços, para manterem seus lucros não regulados e buscam minimizar mais seus custos (regulação L-PP). E as empresas menos eficientes, por necessidade, vão solicitar aumento de preço e, se for pela Taxa de Retorno Híbrido (H-TR), vão ter um limite de lucros com o controle do aumento de preço, os incentivando a diminuïrem seus custos e, se for pela Taxa Convencional, vão ter que passar por auditoria financeira e técnica, sendo assim reguladas diretamente, as fazendo diminuïrem seus custos.

Aubert e Reynaud (2005) analisaram a eficiência de custo dessas empresas e averiguaram que as que eram reguladas através da Taxa de Retorno com a Taxa Convencional em média eram mais eficientes que as outras concessionárias que foram reguladas por outro mecanismo de regulação tarifária. No entanto, nesse mecanismo é realizado uma auditoria completa da empresa, que pode estar associado ao melhor comportamento desta. Ademais, os autores ressaltam que a análise foi estática e que é importante analisar a dinâmica da regulação. Biglaiser e Riordan (2000), por exemplo, evidenciaram que a regulação por *Price Cap* não fornece incentivos melhores que a *Taxa de Retorno* quando o período é curto, pois a empresa regulada iria substituir capital no início do período do *Price Cap*, assim no longo prazo, a empresa não teria incentivo para substituir capital no final desse período.

Dessa maneira, averigua-se que vários fatores podem afetar a melhor eficiência dos mecanismos de regulação, sendo importante realizar estudos para tentar identificar o melhor mecanismo para a região. No caso de países em desenvolvimento, o mecanismo de *Taxa de Retorno* geralmente é preferido devido à volatilidade do mercado e a falta de segurança institucional. No entanto, diferentemente ao que ocorre em Wisconsin – EUA, os países em desenvolvimento, em geral, não possuem recursos financeiros para fazer auditorias completas nas empresas, não regulando de forma eficaz, fazendo com que as empresas não se esforcem para ter o melhor desempenho.

2.3 Regulação no Setor de Saneamento no Brasil

O setor de saneamento básico, tal qual outros setores de serviços públicos, desempenha importante papel para o desenvolvimento econômico do país pelos retornos sociais, econômicos e ambientais em forma de externalidades positivas que são geradas com a oferta desses serviços à população. Assim, devido ao setor de saneamento possuir características de monopólio natural, investimentos em capital específico e externalidades positivas relevantes para a sociedade, é importante que o setor seja regulado para controlar o poder de mercado existente, garantindo a oferta do serviço com menor custo e maior eficiência e qualidade.

2.3.1 Marco regulatório

No Brasil, até a década de 1970, os municípios tinham a responsabilidade sobre o fornecimento do serviço de saneamento básico sob a coordenação da Fundação Nacional da Saúde (Funasa). A partir de 1971, essa estrutura começa a ser alterada com a criação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), o qual incentivou a criação de empresas estatais para o fornecimento do serviço de saneamento, e também incentivou que os municípios fizessem concessões de longo prazo com essas estatais. Em 1990, o PLANASA é abandonado diante de uma crise econômica e a extinção do Banco Nacional de Habitação, principal agente para os investimentos do setor de saneamento. E em 1995, com a Lei da Concessão dos Serviços Públicos, o setor privado começa a operar no setor de saneamento (MOTA e MOREIRA, 2006).

Um conjunto de indefinições legislativas desestimulavam os investimentos no setor de saneamento. Entre 1990 e 1994 o setor de saneamento teve sua maior crise de financiamento e, entre 1993 e 2006, as tentativas de regulamentar ou ter um marco regulatório foram abortadas. O ponto mais sensível era referente a titularidade dos serviços, que não ficou bem esclarecido na Constituição de 1988 (MELO e NETO, 2010).

Além dos problemas com a falta de regulação e investimentos, o setor de saneamento é caracterizado pela baixa eficiência operacional e econômica com altos índices de perda de faturamento e de água, como também um elevado número de funcionários por ligação levando a baixa produtividade e a altos custos. A baixa eficiência pode ser explicada pelo próprio modelo do PLANASA, que tinha como objetivo investimentos para a expansão do serviço de saneamento sem atentar-se para a eficiência

das operadoras. Ademais, o uso político das operadoras públicas limita a geração interna de recursos, fazendo dependentes de investimentos externos, no entanto o endividamento permitido também é restrito (TONETO JÚNIOR e SIANI, 2006).

Em 2007, foi promulgada a lei 11.445/2007, tornando-se conhecida como marco regulatório no setor de saneamento. Essa lei institui diretrizes e instrumentos regulatórios, dentre esses, cada município deverá desenvolver um Plano Municipal de Saneamento Básico e deve ser regido por uma Agência Reguladora. Entre os objetivos da regulação, está o de definir tarifas que assegurem o equilíbrio econômico e financeiro mediante mecanismos de eficiência e eficácia.

Conforme Tupper e Resende (2004), com o regime do PLANASA, as tarifas das Companhias Estaduais de Saneamento Básico eram reguladas pelo mecanismo de *Taxa de Retorno* e subsídios cruzados. No entanto, com o marco regulatório, lei 11.445/2007, ficou estabelecido que na revisão tarifária poderia ser utilizado mecanismos de indução a eficiência, como fatores de produtividade, antecipação de metas e qualidade dos serviços (Art. 38, §2º da Lei 11.445/2007) e também que os fatores de produtividade poderiam ser definidos com base nos indicadores em outras empresas (Art. 38, §3º da Lei 11.445/2007) (BRASIL, 2007). Ou seja, um sistema semelhante ao do *Price Cap* e a regulação *por comparação* (*Yardstick regulation*).

Logo, é observado no Brasil uma busca por maior eficiência, através de uma nova legislação com mecanismos de planejamento e regulamentação. Por consequência, além da própria mudança no âmbito legal e as novas exigências as empresas de saneamento, a lei 11.445/2007 fomenta o uso de mecanismos de regulação de incentivo, através das revisões tarifárias com sistemas semelhantes ao *Price Cap* e competição *Yardstick*.

Nesse contexto, na próxima seção é verificado se o efeito *Averch - Johnson* acontece no Brasil.

2.3.2 Efeito *Averch - Johnson* no setor de saneamento Brasileiro

No Brasil, desde o PLANASA, os cálculos das tarifas das empresas do setor de saneamento seguem em sua maioria o modelo de *Taxa de Retorno*. A lei 11.445/2007 estabeleceu que as tarifas pudessem ser reguladas com mecanismos de incentivo, mas, isso ficou a critério das agências reguladoras. No entanto, acredita-se que a maioria das empresas ainda seguem a regulação de *Taxa de Retorno*, devido a que mudanças na regulação tarifária podem gerar dúvidas referentes aos riscos assumidos pelas operadoras

de saneamento. Assim, uma mudança no regime tarifário exigiria maior tempo para ser estudada e analisada antes de uma implementação.

Seguindo a análise de um modelo *Taxa de Retorno*, as implicações retiradas desse modelo, na seção anterior, seriam de um possível efeito *Averch – Johnson*, em que as empresas seriam induzidas a utilizar mais do fator do capital do que do trabalho. Desse modo, visou analisar se esse efeito estaria ocorrendo no setor de saneamento brasileiro.

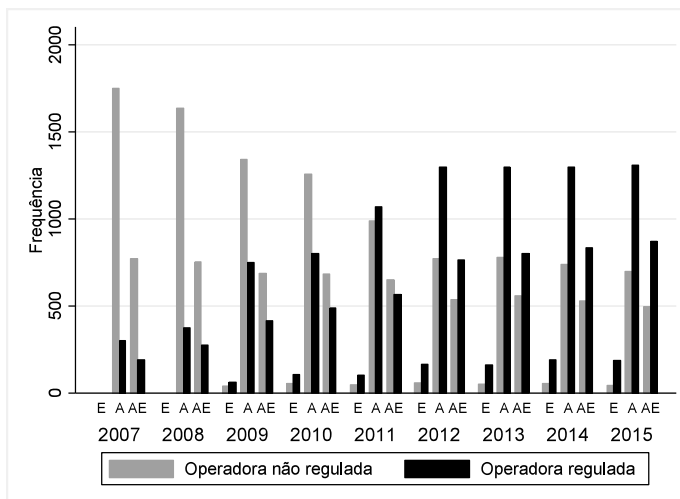
Os dados utilizados¹ para essa análise são do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) disponibilizados pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2019), para o período de 2000 a 2015, com informações de 5.431 municípios.

No Brasil, as empresas de saneamento básico estão divididas em três tipos de serviços: água, água e esgoto, e esgoto. Segundo dados do SNIS (BRASIL, 2019), para o ano de 2015, com a informações de 5.485 operadoras de saneamento, 57,7% do total de empresas de saneamento tinham serviço de água, 36,2% com serviço de água e esgoto e 6,3% com serviço de esgoto. Sendo que 74% das operadoras de saneamento têm abrangência regional, 25,7% são locais e 18 empresas são microrregionais. No que se refere a natureza jurídica, a maioria das empresas, ou seja, 63,7% são da natureza de sociedade de economia mista com administração pública, 16,4% são de administração pública direta, 9,4% são autarquias, 6,3% são sociedades de economia mista com administração privada, 2,7% são empresas privadas, 1,44% são empresas públicas e duas empresas têm natureza de organização social.

Com dados de Féres e Turola (2017), com uma amostra de 3397 municípios, é possível observar o aumento do número de empresas reguladas, de 2007 a 2015, como apresentado na Figura 3. Em 2015, 63,81% das operadoras com serviço de água e esgoto foram reguladas, 65,19% das operadoras com serviço de água foram reguladas e 80,87% das empresas com serviço de esgoto foram reguladas.

¹ Os dados referentes a valores monetários foram inflacionados para o ano de 2015, com uso do IPCA – IBGE (IBGE, 2019).

Figura 3. Operadoras de saneamento reguladas no Brasil de 2007 a 2015.



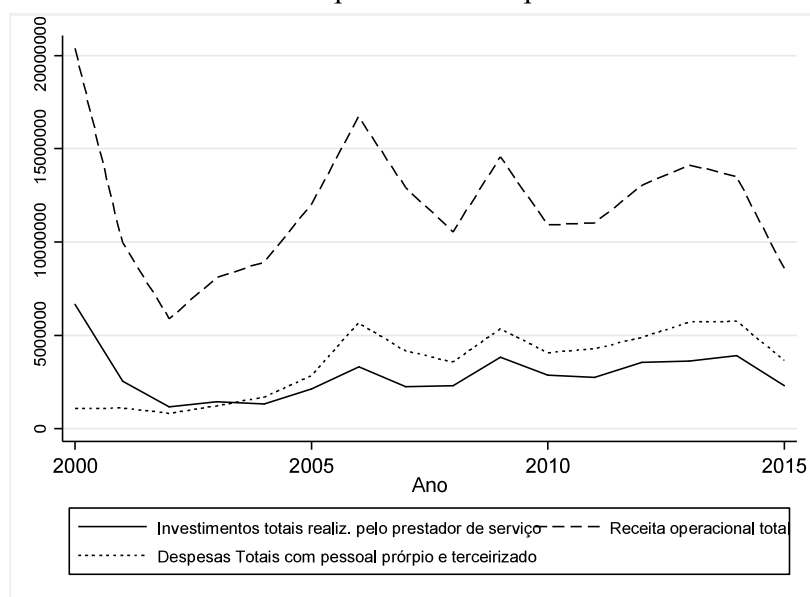
Fonte: Elaborada pela autora com dados de Féres e Turola (2017).

Pela Figura 4 percebe-se a evolução, de 2000 a 2015, das receitas operacionais totais, dos investimentos realizados pelos prestadores de serviço e das despesas com pessoal próprio e terceirizados para todas as empresas de saneamento que disponibilizaram seus dados no SNIS. Em média, os gastos com pessoal são maiores que os investimentos realizados, a partir do ano de 2004, e acompanham a tendência da receita.

Na Figura 5, observa-se a taxa móvel de crescimento da média anual da receita operacional, dos investimentos realizados pelos prestadores de serviço e das despesas com pessoal próprio. Evidencia-se, na Figura 5, um aumento significativo da taxa de crescimento da despesa com pessoal, a partir do ano de 2003, que supera o crescimento da receita e dos investimentos, chegando a seu pico no ano de 2006, com um crescimento de gastos com pessoal de 99,31% quando comparado ao ano anterior. No ano de 2007, as taxas móveis de crescimento dessas três variáveis são negativas. Em 2008, investimento cresce 2,85%, enquanto receita e despesas caem em -18,24% e -14,58%. Receita, investimentos e despesas voltam a aumentar em 2009, sendo que investimentos se destaca com um aumento de 65%. Em 2012 e 2014, investimento cresce mais que despesas, em 2015, ambos têm taxa móvel negativa, mas investimentos caem mais.

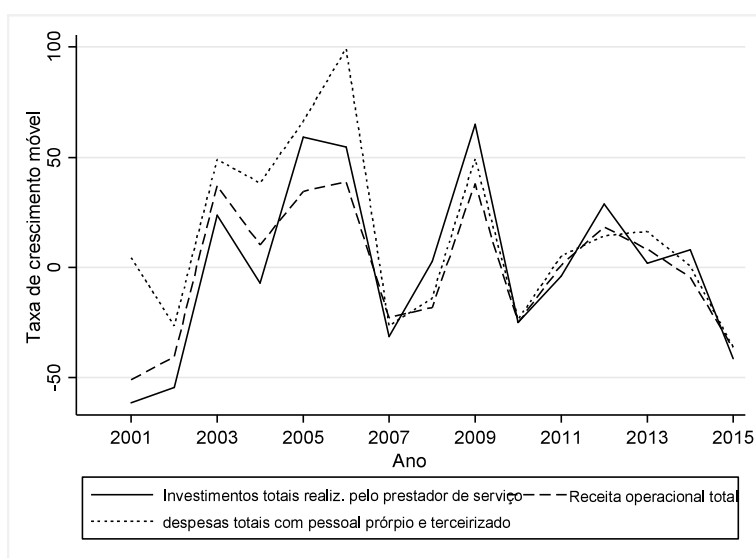
Desse modo, aparenta-se que após o ano de 2007, no qual teve a promulgação da lei 11.445/2007 (marco regulatório no setor de saneamento) em quatro anos, os investimentos cresceram mais do que despesa com pessoal. Mas nos outros anos, continuou com uma taxa de crescimento menor do que a taxa de crescimento das despesas.

Figura 4. Média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para todas as operadoras de saneamento



Fonte: resultados da pesquisa.

Figura 5. Taxa móvel de crescimento dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para todas as operadoras de saneamento



Fonte: resultados da pesquisa.

Demonstra-se na Figura 6, as mesmas informações da Figura 4, no entanto analisando para municípios com população maior de 50 mil habitantes (Painel A) e para municípios com população menor de 50 mil habitantes (Painel B). Evidencia-se na Figura 6 que a diferença entre despesas e investimentos é maior em municípios que têm

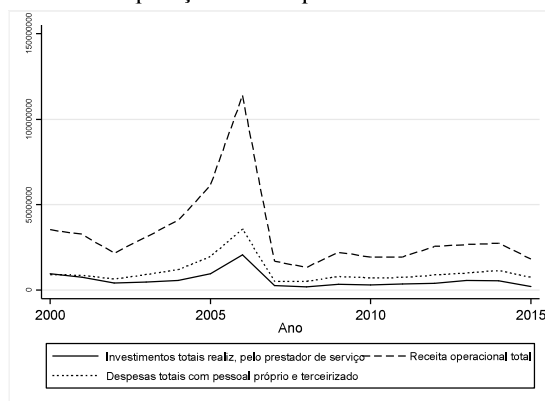
população menor de 50 mil habitantes do que municípios que tem mais de 50 mil. No entanto, investimentos seguem abaixo de despesa com pessoal nos dois cenários.

Na Figura 7, tem-se a taxa móvel de crescimento das receitas, investimentos e despesas com pessoal para municípios com população maior (Painel A) e menor (Painel B) que 50 mil habitantes, e evidencia-se que, em municípios com população maior de 50 mil habitantes, a taxa de crescimento do investimento é maior do que as despesas de pessoal em mais anos do que municípios com população menor que 50 mil habitantes.

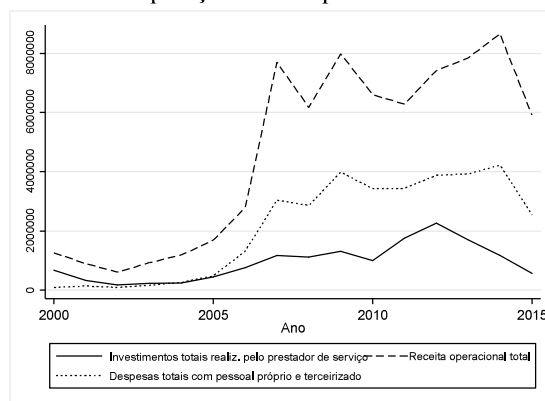
Nos municípios com população menor que 50 mil habitantes, a taxa de crescimento com pessoal cresce mais do que investimentos na maioria dos anos analisados, chegando a 2006 com uma taxa de crescimento de um pouco mais de 150%. Somente em 2011 que os investimentos crescem mais do que as despesas com pessoal. Ademais, observa-se que nos municípios com população maior do que 50 mil habitantes, a taxa de crescimento de receita, despesa e investimentos cai em 2007, mas em municípios com população menor que 50 mil habitantes isso acontece somente no ano de 2008.

Figura 6. Média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para todas as operadoras de saneamento com população maior que 50 mil habitantes (Painel A) e menor que 50 mil habitantes (Painel B).

Painel A. População maior que 50 mil habitantes



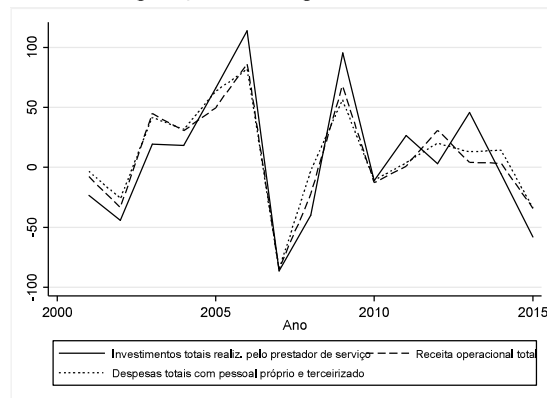
Painel B. População menor que 50 mil habitantes.



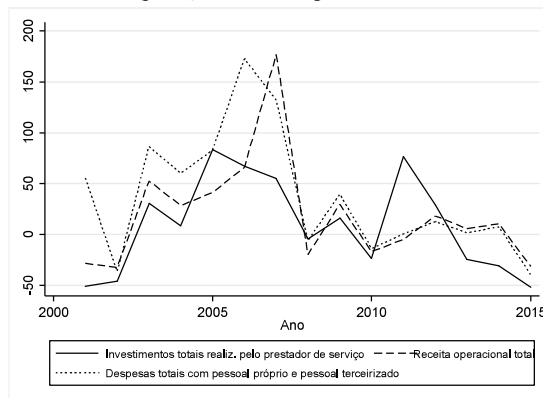
Fonte: resultados da pesquisa.

Figura 7. Taxa de crescimento média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para todas as operadoras de saneamento com população maior que 50 mil habitantes (Painel A) e menor que 50 mil habitantes (Painel B).

Painel A. População maior que 50 mil habitantes



Painel B. População menor que 50 mil habitantes.



Fonte: resultados da pesquisa.

A Figura 8 e 9 apresentam a média e a taxa móvel de crescimento das receitas, investimentos e despesas com pessoal por tipo de empresa no que se refere ao serviço ofertado, assim no Painel A tem as empresas que prestam serviço de água e no Painel B as empresas que prestam serviço de água e esgoto². A tendência das variáveis de receita, investimentos e despesas com pessoal são semelhantes entre as empresas com serviço de água e esgoto. Gastos com pessoal são maiores que gastos com investimentos a partir de 2004 nas empresas de água e de 2003 nas empresas de água e esgoto. Ademais, a diferença de gastos com pessoal e investimentos é maior nas empresas com água do que nas empresas com água e esgoto.

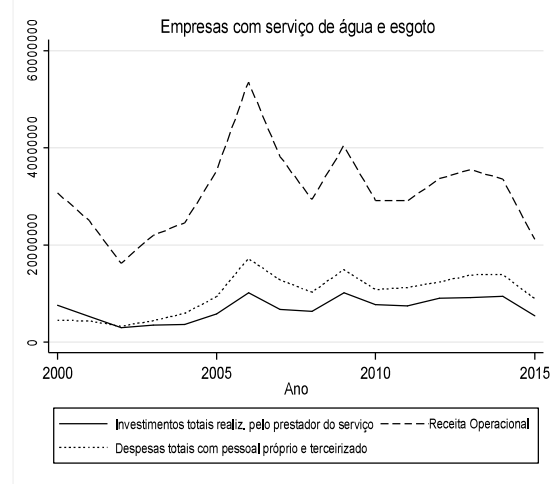
² O Painel com empresas que prestam serviço de esgoto não foi apresentado devido a pouca quantidade dessas empresas e poucas informações disponíveis.

Figura 8. Média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para as operadoras de saneamento com serviço de água (Painel A) e com serviço de esgoto (Painel B).

Painel A. Empresas com serviço de água



Painel B. Empresas com serviço de água e esgoto

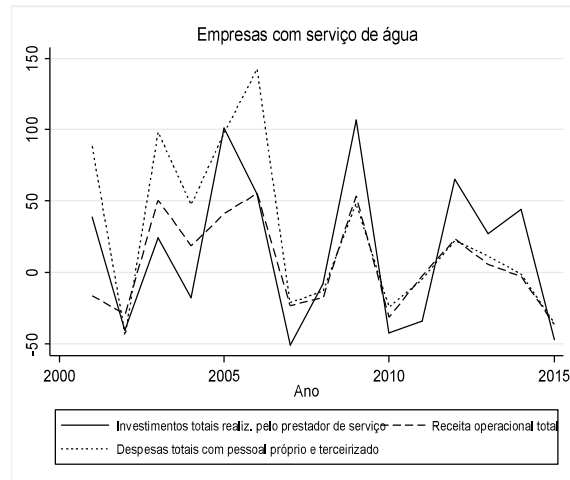


Fonte: resultados da pesquisa.

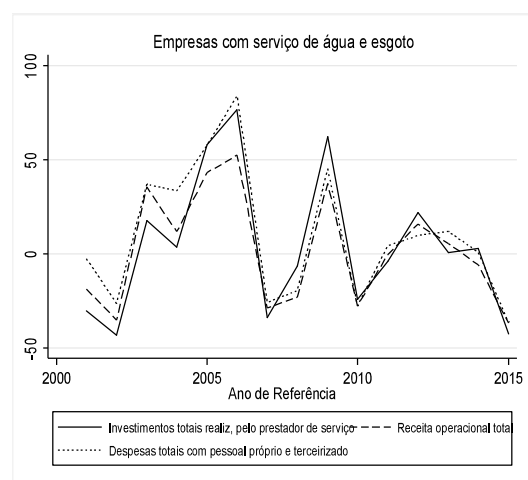
É evidenciado na Figura 9 que, até o ano de 2007, a taxa móvel de crescimento das despesas com pessoal era maior que a de investimentos em ambos tipos de empresa, mas com uma diferença maior nas empresas de água. Após o ano de 2007, que coincide com a promulgação da lei 11.445, investimentos crescem mais do que as despesas em alguns anos, mais períodos e em maior magnitude que as empresas de água e esgoto.

Figura 9. Taxa móvel de crescimento dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2000 a 2015 para as operadoras de saneamento com serviço de água (Painel A) e com serviço de esgoto (Painel B).

Painel A. Empresas com serviço de água



Painel B. Empresas com serviço de água e esgoto

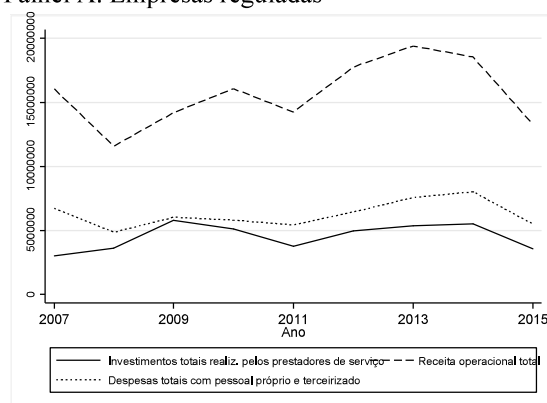


Fonte: resultados da pesquisa.

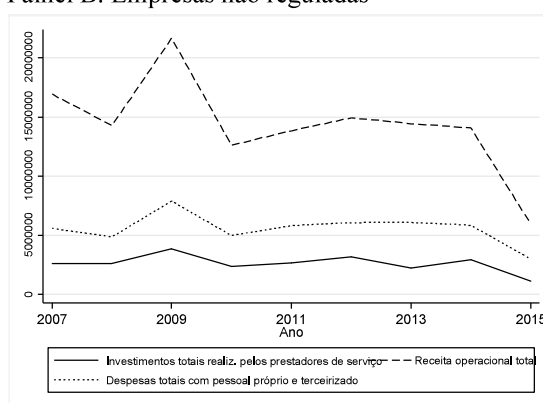
Pela Figura 10 nota-se que a média anual de receita total operacional, investimentos totais realizados pelo prestador de serviço e despesas com pessoal próprio e terceirizado para empresas reguladas (Painel A) e não reguladas (Painel B) a partir de 2007, no qual a Lei Nacional de Saneamento foi promulgada. Observa-se na Figura 10 que gastos com pessoal é maior que investimentos, tanto nas empresas reguladas como nas não reguladas.

Figura 10. Média dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2007 a 2015 para as operadoras de saneamento reguladas (Painel A) e não reguladas (Painel B).

Painel A. Empresas reguladas



Painel B. Empresas não reguladas

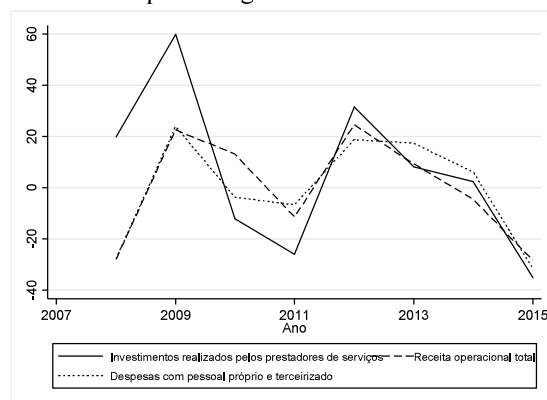


Fonte: resultados da pesquisa.

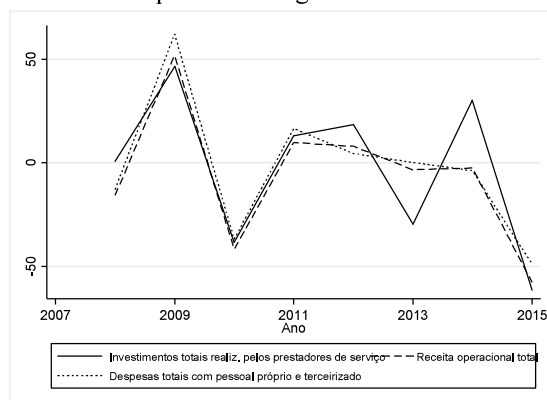
A Figura 11 mostra a taxa móvel de crescimento da receita, investimentos e despesas com pessoal para empresas reguladas (Painel A) e empresas não reguladas (Painel B). Observa-se que para as empresas reguladas a taxa de crescimento de investimento cresce 20% no ano de 2008, enquanto a taxa de despesa com pessoal é negativa (próximo de -25%) nesse mesmo ano. Isso ocorre de forma semelhante para as empresas não reguladas, mas em uma magnitude bem menor. Investimentos crescem mais do que gastos com pessoal somente nos anos de 2008, 2009 e 2012 nas empresas reguladas e, em 2008, 2012 e 2014 para as empresas não reguladas.

Figura 11. Taxa móvel de crescimento dos investimentos, receita operacional e despesas totais com pessoal próprio e terceirizado de 2007 a 2015 para as operadoras de saneamento reguladas (Painel A) e não reguladas (Painel B).

Painel A. Empresas reguladas



Painel B. Empresas não reguladas



Fonte: resultados da pesquisa.

Dessa maneira, as análises dos dados de investimentos totais realizados pelos prestadores de serviço e das despesas totais realizadas com pessoal próprio e terceirizado demonstraram não haver um efeito *Averch – Johnson* no setor de saneamento brasileiro, onde mais gastos com investimento estariam sendo realizados.

O que se evidencia é que os gastos com pessoal são maiores que gastos com investimentos. Esses resultados indicam ineficiência das operadoras de saneamento em termos de gerenciamento e consequentemente menor eficiência de custo. A falta dos investimentos é refletida nos índices de cobertura do país, no qual estão bem distantes do que seria o ideal.

A partir do ano de 2007, tem-se alguns anos em que a taxa de investimento é maior do que os gastos com pessoal tanto em empresas reguladas como não reguladas. Pode ser que após a implementação da lei 11.445/2007, que institui novas diretrizes para o setor de saneamento brasileiro, o ambiente institucional tenha-se tornado mais seguro, fazendo com que haja mais investimentos. No entanto, esses aumentos das taxas de crescimento não estão se sustentado, ou seja, logo após algum ano de maior taxa de investimento, tem-se geralmente uma queda brusca no ano seguinte. Assim gastos com investimentos não ultrapassam gastos com despesa de pessoal.

Isso acontece, pois geralmente os contratos de concessão dos serviços entre o titular (município) e a empresa de saneamento não são bem redigidos e a legislação não é bem clara referente a qual instrumento de regulação tarifária precisa ser adotado. Um estudo recente da FGV CERI (2019), no qual analisou os contratos firmados entre

municípios e Companhias Estaduais de Saneamento Básico na região sudeste do Brasil, evidenciou que 55% desses contratos não possuem metas bem definidas. Os contratos melhores definidos foram em sua maioria elaborados nas últimas duas décadas, período que se tem em boa parte em vigor a lei 11.445/2007.

Logo, no setor de saneamento brasileiro, com a regulação tarifária *Taxa de Retorno*, não se tem o efeito *Averch – Johnson*, o qual, apesar de gerar ineficiência, diminuindo o benefício social com o uso de mais capital do que trabalho, é relevante para países como o Brasil que necessitam de investimentos para melhorar e aumentar a infraestrutura do serviço ofertado. Fato conseguinte, o país está utilizando um mecanismo que visa reduzir risco das empresas reguladas. Todavia, gastos ineficientes estão sendo realizados no setor, ou seja, altas despesas com pessoal próprio e terceirizado.

Nesse contexto, a lei 11.445/2007 esclarece que, na revisão tarifária, podem ser utilizados mecanismos de indução a eficiência, como fatores de produtividade, antecipação de metas e qualidade dos serviços. Também os fatores de produtividade poderiam ser definidos com base nos indicadores em outras empresas.

O mecanismo *Price Cap* pode ser utilizado dentro de uma regulação de incentivo, o que vem sendo feito no Reino Unido, estabelecendo um preço teto (preço inicial) ajustável pelas variações na inflação e por um fator de mudança de produtividade esperado.

Ainda, poderia utilizar-se o mecanismo de regulação *por comparação* que pode reduzir o problema da desvantagem da regulação e que poderia ser adotado no Brasil, visando também gerar incentivos de eficiência, utilizando informações de outras empresas, e comparando com a melhor empresa (análise benchmark).

Uma opção para as agências reguladoras no Brasil seria seguir o mecanismo utilizado no Reino Unido com o uso do *Price Cap* e da regulação *por comparação* conjuntamente para incentivar as empresas menos eficientes, ou o estudo de outros mecanismos de incentivo que se adeque ao sistema do setor de saneamento brasileiro.

Apesar das opções de mecanismo de regulação tarifária existentes, para que esses sejam implementados é necessário que sejam realizados estudos para averiguar como estes se comportarão para a realidade brasileira, principalmente no que se diz respeito ao risco assumido pelas empresas de saneamento básico. Diante desse obstáculo, a legislação pode também exigir que esses contratos de concessão tenham metas até determinado ano, punindo a empresa com a perda da concessão, caso essas metas não sejam realizadas, como está sendo discutido no congresso nacional atualmente pelo Projeto de Lei 4162/19.

2.4 Conclusão

O Brasil, diante do marco regulatório no setor de saneamento com a promulgação da lei 11.445/2007, está-se buscando uma maior regulação no setor de saneamento, mas ainda há um longo caminho a ser percorrido devido ao atraso que o setor sofreu com a falta de regulação e, consequentemente com baixos investimentos.

No Brasil, desde o PLANASA, em 1971, as tarifas são reguladas através do mecanismo de *Taxa de Retorno*. No entanto, com a nova legislação, os reguladores podem induzir mecanismos de eficiência para as tarifas, essas associadas na teoria da regulação de incentivo que utiliza da teoria do Agente e do Principal, visando diminuir assimetria de informações e os possíveis problemas de risco moral e seleção adversa. Segundo a teoria da regulação, o uso do mecanismo de regulação *Taxa de Retorno* poderia gerar um efeito *Averch-Johnson* onde mais capital do que o necessário seria utilizado.

Diante disso, esse estudo analisou a existência desse efeito no setor de saneamento brasileiro. Os resultados evidenciaram a não existência do efeito *Averch – Johnson* no Brasil, onde mais gastos com investimento seriam maiores que gastos com pessoal. Um resultado contrário foi observado, ou seja, maiores gastos com pessoal estão sendo realizados do que investimentos. Após o ano de 2007, com a promulgação da lei 11.445/2007, observa-se alguns períodos em que investimentos crescem mais que gastos com pessoal, mas esse crescimento não se sustenta e o que se observa, geralmente, são quedas expressivas de investimentos no ano subsequente.

Esse estudo, evidencia-se que o setor de saneamento brasileiro tem gastos excessivos com pessoal próprio e terceirizado e baixos gastos com investimentos. Há, então, uma inversão de prioridades, gerando atrasos nas expansões e manutenções das redes de água e esgoto, afetando, consequentemente, o índice de atendimento desses serviços, como também o índice de perdas de água no sistema de distribuição.

Diante disso, uma opção para os reguladores seria utilizar mecanismos de eficiência, como o mecanismo de *Price Cap* com um preço fixo e ajustes de inflação e produtividade esperada, e o uso da competição *por comparação* para incentivar empresas menos eficientes. Apesar de estudos empíricos e teóricos demonstrarem que os mecanismos de regulação tarifária de incentivo (*Price Cap* e competição *por comparação*) geram resultados melhores em termos de eficiência de custo na maioria das empresas, em que, são implementados, é necessário averiguar como esses se comportam na realidade brasileira, especialmente por causa dos riscos que as operadoras de

saneamento deverão assumir. Nessa situação, a elaboração de leis que exijam contratos bem elaborados com metas executáveis de maiores investimentos e de controle dos gastos com pessoal e terceirizados é essencial para tornar o setor mais eficiente.

Referências

ARMSTRONG, Mark; SAPPINGTON, David EM. Recent developments in the theory of regulation. **Handbook of industrial organization**, v. 3, p. 1557-1700, 2007.

ARAÚJO, J. L. R. H. Modelos de formação de preços na regulação de monopólios. **Econômica**, v. 3, n. 1, p. 35-66, 2001.

AUBERT, C.; REYNAUD, A. The impact of regulation on cost efficiency: an empirical analysis of Wisconsin water utilities. **Journal of Productivity Analysis**, v. 23, n. 3, p. 383-409, 2005.

AVERCH, Harvey; JOHNSON, Leland L. Behavior of the firm under regulatory constraint. **The American Economic Review**, v. 52, n. 5, p. 1052-1069, 1962.

BALLESTERO, M.; MEJÍA-BETANCOURT, A.; ARROYO, V.; REAL, C.; GARZÓN, C.; STURZENEGGER, G. **El futuro de los servicios de agua y saneamiento en América Latina**. Caracas: CAF; BID. 2015.

BARON, David P.; MYERSON, Roger B. Regulating a monopolist with unknown costs. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 911-930, 1982.

BAUMOL, William J. On the proper cost tests for natural monopoly in a multiproduct industry. **The American economic review**, v. 67, n. 5, p. 809-822, 1977.

BIGLAISER, Gary; RIORDAN, Michael. Dynamics of price regulation. **RAND Journal of Economics**, v. 31, n. 4, p. 744-767, 2000.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera Leis; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 06/05/2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 226 p.

BAUMOL, William J.; KLEVORICK, Alvin K. Input choices and rate-of-return regulation: An overview of the discussion. **The Bell Journal of Economics and Management Science**, p. 162-190, 1970.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre saneamento. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 20/02/2019.

BRENNAN, Michael J.; SCHWARTZ, Eduardo S. Consistent regulatory policy under uncertainty. **The Bell Journal of Economics**, v. 13, p. 506-521, 1982.

CAPRON, William M. **Technological Change in Regulated Industries**. Washington, D.C. Brookings Institution. 1971.

COASE, R. H. The Problem of Social Cost. **Journal of Law and Economics**. v.3. p.1-44, 1960.

COOTER, Robert; ULEN, Thomas. **Law and economics**. Addison-Wesley, 2016.

CORRALES, M^a E. La regulación en períodos de transición: el caso de los servicios de agua potable y saneamiento em américa latina. In: **¿ Que hay de nuevo em las regulaciones?: Telecomunicaciones, eletricidad y água potable em América Latina**. Argentina: EUDEBA/CLAD, 1998.

CREW, M. A.; KLEINDORFER, P. R. Incentive regulation in the United Kingdom and the United States: Some lessons. **Journal of Regulatory Economics**, v. 9, n. 3, p. 211-225, 1996.

CREW, Michael A.; PARKER, David (Ed.). **International handbook on economic regulation**. Edward Elgar Publishing, 2006. 405 p.

EHRENBERG, Ronald G. **The regulatory process and labor earnings**. New York: Academic Press, 2014.

FÉRES, J.; TUROLLA, F. Implementação de instrumentos regulatórios no setor saneamento. Mimeo (documento não publicado), 2017.

FGV CERI – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – CENTRO DE ESTUDOS EM REGULAÇÃO E INFRAESTRUTURA. Análise do FGV CERI mostra que 55% dos contratos firmados entre Companhias Estaduais de Saneamento Básico e municípios na região Sudeste carecem de metas bem definidas. Disponível em: <https://ceri.fgv.br/sites/default/files/publicacoes/2019-12/Contratos_de_Programa.pdf>. Acesso em: 16/12/2019.

GROOM, E.; HALPERN, J.; EHRHARDT, D. **Explanatory notes on key topics in the regulation of water and sanitation services**. Water Supply and Sanitation Sector Board Discus Sion Paper Series. The World Bank Group. 2006.

HENDRICKS, Wallace. The effect of regulation on collective bargaining in electric utilities. **The Bell Journal of Economics**, p. 451-465, 1975.

HENDRICKS, Wallace. Regulation and labor earnings. **The Bell Journal of Economics**, p. 483-496, 1977.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 03/02/2019.

ISAAC, R. Mark. Fuel cost adjustment mechanisms and the regulated utility facing uncertain fuel prices. **The Bell Journal of Economics**, p. 158-169, 1982.

JOSKOW, Paul L. Incentive regulation in theory and practice: electricity distribution and transmission networks. In: **Economic Regulation and Its Reform: What Have We Learned?**. University of Chicago Press, 2014. p. 291-344.

JOSKOW, Paul L.; ROSE, Nancy L. The effects of economic regulation. **Handbook of industrial organization**, v. 2, p. 1449-1506, 1989.

JOSKOW, Paul L.; SCHMALENSEE, Richard. Incentive regulation for electric utilities. **Yale Journal on Regulation**, v. 4, p. 1, 1986.

KAHN, A. E. "The Graduate Fair Return: Comment," A.E.R., 58, 170-3. 1968. In: **The Economics of Regulation: Principles and Institutions**, Vol. I and Vol. II. New York: Wiley 1971.

KLEIN, M. W. **Economic regulation of water companies**. World Bank Publications. Policy Research Working Paper 1649, 1996. 36 p.

KUPFER D.; HASENCLEVER L. (Org.) **Economia industrial. Fundamentos Teóricos e práticas no Brasil**. 2ª ed. Elsevier – Rio de Janeiro. 2013.

LAFFONT, J.; J. TIROLE. **A Theory of Incentives in Procurement and Regulation**. MIT Press, MA. 1993.

LEWIS, Tracy R.; SAPPINGTON, David EM. Regulating a monopolist with unknown demand. **The American Economic Review**, p. 986-998, 1988a.

LEWIS, Tracy R.; SAPPINGTON, David EM. Regulating a monopolist with unknown demand and cost functions. **The RAND Journal of Economics**, p. 438-457, 1988b.

LITTLECHILD, S. C. **Regulation of British Telecommunications' profitability: report to the Secretary of State, February 1983**. Department of Industry, London. 1983.

LYON, T. P. Incentive regulation in theory and practice. In: **Incentive regulation for public utilities**. Springer, Boston, MA, 1994. p. 1-26.

LORINI, L. P. **A ARSESP e agências reguladoras do Reino Unido: um estudo comparado**. Fundação Getulio Vargas - FGV, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/20692/Artigo_MPGPP_LucasLorini_revisado_v2.pdf>. Acesso em: 04/05/2018.

MELO, J. A. M.; NETO, P. M. J. Bem-estar social, regulação e eficiência no setor de saneamento básico. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, n. 4, p. 763-780, 2010.

MOTTA, R. S.; MOREIRA, A. R. B. **Eficiência e regulação no setor saneamento no Brasil**. Texto para discussão nº 1059. IPEA. 2004.

NEWBERY, D. **Privatization, Restructuring, and Regulation of Network Utilities**. MIT Press, MA. 1999.

OWEN, Bruce M.; BRAEUTIGAM, Ronald. **The regulation game: Strategic use of the administrative process**. 1978.

PARETO V. **Manuale di Economia Politica**. Societ`a Editrice Libreria, Milan, 1906.

PIGOU, A.C. **The Economics of Welfare**. 4^o ed. London: Macmillan. 1938.

REYNAUD, A. **Social Policy and Private Sector Participation in Water Supply: the case of France**. UNRISD, 2007.

RICKETTS, Martin. Economic Regulation: Principles, History, and Methods. In: CREW, Michael A.; PARKER, David (Ed.). **International handbook on economic regulation**, p. 34-62, Edward Elgar Publishing. 2006.

ROSE, Nancy L. (Ed.). **Economic regulation and its reform: What have we learned?**. University of Chicago Press, 2014.

SAAL, David S.; PARKER, David. The impact of privatization and regulation on the water and sewerage industry in England and Wales: a translog cost function model. **Managerial and Decision Economics**, v. 21, n. 6, p. 253-268, 2000.

SHLEIFER, Andrei. A theory of yardstick competition. **The RAND Journal of Economics**, p. 319-327, 1985.

SHUGART, C. 'Regulation by Contract and Municipal Services: The Problem of Contractual Incompleteness', PhD, Harvard University (Graduate School of Arts and Sciences). 1998.

SPENCE, Michael. V. Monopoly. Quality and Regulation. **Bell Journal of Economics**, v. 6, p. 417-429. 1975.

STIGLER, George J. The theory of economic regulation. **The Bell journal of economics and management science**, p. 3-21, 1971.

STONE & WEBSTER CONSULTANTS. Investigation into Evidence for Economies of Scale in the Water and Sewerage Industry in England and Wales', in **Final Report to Office of Water Services**, Birmingham: OFWAT, 2004.

TONETO JÚNIOR, Rudinei; SAIANI, Carlos César Santejo. Restrições à expansão dos investimentos no saneamento básico brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 37, n. 4, p. 572-591, 2006.

TUROLLA, F. A. Política de Saneamento Básico: Avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. Texto para discussão no 922. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. 2002.

TUPPER, H. C.; RESENDE, M. Efficiency and regulatory issues in the Brazilian water and sewage sector: an empirical study. **Utilities Policy**, v. 12, n. 1, p. 29-40, 2004.

VISCUSI, W. Kip; HARRINGTON JR, Joseph E.; VERNON, John M. **Economics of regulation and antitrust**. MIT press, 2005.

WALRAS, L. **Elements of Pure Economics**. 1874. W. Jaffé (trans.), London: Allen and Unwin. 1954.

3 Regulação, Planejamento e Eficiência no Setor de Saneamento Básico no Brasil

Resumo

No ano de 2007 entrou em vigor a lei 11.445/2007, considerada um marco regulatório no setor de saneamento brasileiro. A lei obriga os municípios a terem dois instrumentos regulatórios: uma agência para regular e fiscalizar os serviços de saneamento e um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Diante disso, este estudo tem como objetivo investigar se municípios que possuem supervisão regulatória e/ou planejamento estão associados a maior eficiência na provisão de serviços de água e esgoto. Para a estimação da eficiência foi utilizada a metodologia de dados em painel de Fronteira Estocástica com os modelos de Battese e Coelli (1995) e de Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014). Os resultados indicaram que municípios que têm somente agência reguladora têm eficiência técnica de custo menor quando comparadas aos municípios que não tem agência reguladora. Os municípios que têm somente PMSB não apresentaram efeito significativo sobre a eficiência e em média possuem baixa eficiência técnica. No entanto, quando os municípios têm a supervisão regulatória e PMSB têm-se eficiência técnica maior.

Palavras-chave: Fronteira Estocástica; Plano Municipal de Saneamento Básico; Dados em Painel.

3.1 Introdução

Desde a crise do modelo de planejamento do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), o setor de saneamento brasileiro carece de um marco institucional que garanta os investimentos. A lei 11.445/2007 tenta suprir esse vácuo institucional e apresenta o novo marco regulatório para o setor. A lei 11.445/2007, conhecida como Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB), implementou novas diretrizes nacionais para o setor. Dentre as numerosas inovações da lei, essa passou a exigir, para a celebração dos contratos, a necessidade de supervisão regulatória e planejamento. Assim, é exigido que

o titular do serviço designe uma entidade responsável por sua regulação e fiscalização, como também se torne responsável pelo seu planejamento através do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB.

No entanto, os titulares dos serviços de saneamento estão tendo dificuldades para a implementação desses instrumentos regulatórios, principalmente em pequenos municípios por falta de recursos humanos. No caso da supervisão regulatória, apesar da possibilidade de delegação, os contratos de programa são na sua maioria mal redigidos e isso pode estar afetando a eficiência desses instrumentos.

Diante disso, tem-se a seguinte questão: os instrumentos de regulação e planejamento afetaram a eficiência de custo das empresas de saneamento no Brasil?

À vista disso, esse estudo objetiva analisar o comportamento da eficiência de custo das operadoras de saneamento básico no Brasil, considerando-se o marco regulatório no setor, ou seja, se municípios que realizaram o PMSB ou/e que possuem uma agência de regulação, fez com que melhorasse a eficiência sob uma perspectiva de eficiência técnica de custo. Também é propício analisar neste estudo o efeito da estrutura atual do ambiente institucional do setor de saneamento brasileiro sobre a eficiência técnica de custo deste setor. A pesquisa visa com isso averiguar a eficácia da nova legislação com a mudança no contexto da regulação e planejamento.

Com as dificuldades obtidas pelos titulares de serviço para a implementação dos instrumentos regulatórios, e para redigir contratos de concessão, esse estudo tem como hipótese de que o PMSB pode ter tido efeito inócuo sobre a ineficiência das empresas de saneamento. Ademais, a supervisão regulatória, ao ser delegada a um ente responsável especializado, pode ter capacidade de melhorar a eficiência das operadoras de saneamento, no entanto, essa pode não estar tendo apropriado êxito devido aos problemas encontrados nos PMSBs ou/e nos contratos de programa.

Para alcançar os objetivos propostos, este estudo utilizará a abordagem de Fronteira Estocástica com dados de painel, considerando os modelos de Battese e Coeli (1995) (BC) e de Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014) (KLH) com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (BRASIL, 2017) para o período de 2000 a 2015.

No Brasil, Motta e Moreira (2004) analisam a regulação no setor de saneamento em termos de titularidade do serviço de saneamento e identificaram que a falta de regulação no setor de saneamento no Brasil não estimularia avanços na fronteira tecnológica. Cruz (2016) analisou o desempenho da produtividade de 335 empresas de

saneamento brasileiras após o marco regulatório e averigua que essas empresas têm baixos escores de produtividade. Por fim, Carvalho e Sampaio (2015) investigaram a eficiência de 29 operadoras de saneamento em 27 capitais brasileiras e 23 autoridades reguladoras para o ano de 2006 e de 2011 e averiguaram que o conteúdo dos contratos não garante melhor desempenho as empresas de saneamento.

Em nível internacional, a maioria dos estudos que tratam sobre a regulação no setor de saneamento analisam o desempenho da produtividade das operadoras de saneamento ou o efeito da regulação sobre o custo após uma mudança na regulação. Esses estudos, em sua maior parte, também tratam do caso da privatização, já que geralmente novos processos de regulação surgiram com as concessões dos serviços públicos com as empresas privadas.

Os estudos de Saal e Parker (2000), Saal e Reid (2004), Saal e Parker (2004), Erbetta e Cave (2006), Saal, Parker e Weyman-Jones (2007) e Maziotis, Thanassoulis e Molinos-Senante (2016) evidenciaram que a melhoria da eficiência e da produtividade das empresas de saneamento se deram, principalmente por causa de uma nova regulação e não devido a privatização. Aubert e Reynaud (2005) analisaram a regulação através do menu de contratos de estrutura tarifária e os resultados apontaram que as concessionárias de saneamento que utilizam do mecanismo de regulação tarifária *Taxa de Retorno* são mais eficientes, quando comparadas as concessionárias que utilizam outros mecanismos de regulação tarifária.

Nesse contexto, esse estudo visa contribuir com a literatura de duas formas principais: do ponto de vista da política, mostrar os efeitos da regulação, da lei 11.445/2007, sobre a média da eficiência de custo para as empresas de saneamento no Brasil. E, de forma diferente da maioria dos estudos da área, comparar municípios que já estão sendo regulados com os que ainda não estão sendo.

A segunda contribuição é metodológica. A maioria dos trabalhos para o Brasil utilizam o método não paramétrico de Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA) (e.g, CARMO e TÁVORA JR, 2003; SAMPAIO e SAMPAIO, 2007; CARVALHO, 2014; MOTTA e MOREIRA, 2004; CARVALHO e SAMPAIO, 2015 e CRUZ, 2016). Tal metodologia tende a considerar muitas unidades de análise eficientes, uma vez que a fronteira é calculada por um método de programação matemática em vez de estimada. Ademais, o uso de DEA, geralmente, impede a captura de fatores aleatórios que interferem no processo produtivo e não são do controle do gestor (MURILLO-ZAMORANO, 2004). A utilização de fronteira estocástica, por seu turno, permite a não

ocorrência de unidades de análise eficientes, o que torna o modelo muito mais flexível. Além disso, permite a incorporação de aleatoriedade no processo de computação de eficiência, haja vista que a fronteira é estimada por técnicas econométricas. Não obstante, a estimação de SFA por dados em painel tem apresentado contribuições recentes. Modelos mais antigos não conseguiam capturar de forma plena a heterogeneidade individual, a eficiência permanente, a eficiência transitória (ou transiente) e os fatores aleatórios. A fim de lidar com essas questões, o presente trabalho faz uso de técnicas modernas que permitem segregação de tais componentes. A fim de comparar os resultados das estimações em relação a modelos antigos e recentes, é proposta a estimação por Battese e Coeli (1995), uma das técnicas mais utilizadas para SFA em painel, e Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014), que permite a decomposição nos quatro termos discutidos anteriormente.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na seção 3.2 explana-se sobre o marco regulatório no setor de saneamento no Brasil, logo na seção 3.3 é apresentada uma breve revisão teórica, a estratégia empírica e uma revisão de literatura. Na seção 3.4 os resultados e discussões são expostos e, por último manifesta-se as conclusões.

3.2 Marco Regulatório e Ambiente Institucional no Setor de Saneamento no Brasil

No Brasil, até o ano de 1970, a competência pelos serviços de água e esgotos era do poder municipal com a supervisão da Fundação Nacional de Saúde (Funasa) (MOTTA, 2004). O governo federal, em busca de um maior empoderamento sobre a regulação dos serviços de saneamento, visou uma estratégia de indução para centralizar o setor, ou seja, com a criação do PLANASA em 1971, condicionou que as unidades federativas poderiam atuar como operadores públicos e concessionárias de municípios no setor de saneamento se o estado criasse uma Companhia Estadual de Saneamento Básico – CESB, e os municípios que aderissem a esta CESB, poderiam obter recursos financeiros do governo para investimentos, recurso este vindo do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço – FGTS, em que na época recém tinha sido criado.

Com esta estrutura institucional, o governo criava dois níveis de responsabilidades, ou seja, os municípios com as CESBS para a prestação de serviço, e os estados com o governo federal para planejamento e financiamento. Com esse modelo,

as CESBs se tornaram mais fortalecidas e os municípios que não aderiram as CESBs buscaram fortalecer suas autarquias ou empresas locais (COUTINHO et al., 2006). Com a exaustão do modelo PLANASA, no final da década de 1980, a Constituição de 1988 deu mais autonomia para municípios e estados, em que municípios poderiam realizar concessões para serviços de interesse local, e poderiam definir as tarifas, enquanto a regulação seria de responsabilidade dos estados (MOTTA e MOREIRA, 2004).

Levando em consideração esses aspectos, observa-se que, por um longo período, algumas empresas de saneamento podem ter conseguido maiores recursos financeiros para investimento, isto é, como os municípios vinculados a CESB conseguiam recursos financeiros da União para investimentos e assistência técnica do Minter, pode ser que as operadoras de saneamento básico destes municípios conseguiram ter um melhor desempenho, como melhor infraestrutura, planejamento, regulação e eficiência econômica do que as operadoras nos quais seus respectivos municípios não conseguiram muitos recursos, como as de abrangência local. Outro fator existente é que as operadoras de saneamento de abrangência local por serem menores que as de abrangência regional podem ter maiores dificuldades de planejamento por terem uma equipe pequena de trabalho e baixo conhecimento técnico institucional, além do que empresas maiores, podem ter ganhos de escala.

O atraso do desenvolvimento no setor de saneamento básico no Brasil pode ser explicado em boa parte pelo esgotamento do modelo de financiamento na década de 1980, quando a crise do Banco Nacional de Habitação desestruturou o regime do PLANASA (TUROLLA, 2002). A incerteza gerada pela falta de regulação também fez com que as empresas de saneamento não investissem. Além disso, contratos de concessão foram realizados com poucas especificações com relação a qualidade, metas e estruturas tarifárias, e o poder concedente tinha pouca ou nenhuma participação nas decisões das prestações de serviços, já que o planejamento e a normatização eram de responsabilidade do prestador de serviço. Isso tudo ocasionou grandes ineficiências no setor de saneamento.

Em 2007, foi promulgada a lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, conhecida como Lei Nacional de Saneamento Básico – LNSB, estabelecendo diretrizes nacionais para o setor de saneamento básico no país, sendo considerado um marco regulatório. Com esta nova legislação, o setor de saneamento passa a ser orientado pelos princípios da universalização do acesso, integralidade, adoção de tecnologias adequadas ao local, articulação com as políticas de desenvolvimento, eficiência e sustentabilidade econômica,

transparência, controle social, segurança, qualidade, regularidade e medidas de moderação do consumo da água. Além disso, com o objetivo de disciplinar os contratos de concessão dos serviços de saneamento, a lei 11.445/2007 (art. 9 e art. 11), definiu a necessidade da existência dos seguintes instrumentos: plano de saneamento básico; análise de viabilidade técnica e econômico-financeira; normas de regulação; compatibilidade entre os planos de investimento e plano de saneamento e a de publicidade dos editais (BRASIL, 2007).

A LNSB dividiu planejamento, regulação e prestação de serviços. O serviço de regulação e fiscalização pode ser delegado ao um ente responsável, ou seja, o titular não necessita desempenhar essa função. Mas o plano de saneamento é indelegável a outros entes, ou seja, o titular precisa desempenhar, visando ter participação sobre as decisões das prestações de serviços.

No que se refere ao planejamento, de acordo com a LNSB, art. 9 (BRASIL, 2007), os titulares dos serviços públicos de saneamento devem elaborar o chamado Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), serviço indelegável, sendo este um instrumento de planejamento para a prestação do serviço de saneamento básico, no qual é obrigatório no mínimo conter: diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida; objetivos e metas de curto, médio e longo prazo para a universalização; programas, projetos e ações para atingir tais objetivos e metas; ações para emergência e contingências; e mecanismos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas.

O PMSB é importante para garantir que os investimentos sejam alocados de forma adequada, tendo em consideração a relevância dos recursos financeiros empregados para a expansão e qualidade dos serviços de saneamento. Em função disso, é necessário que os PMSBs contenham diagnósticos setoriais, em que apresente a situação atual do município por setores como atendimento de água, de coleta de esgoto e de tratamento de esgoto. É essencial que municípios definam nos PMSBs os objetivos de curto, de médio e de longo prazo, como também propostas de intervenções estabelecendo prioridades. Dentro dessas propostas, é fundamental que exista uma programação física, financeira e institucional. Ademais, os PMSBs precisam passar por revisões analisando indicadores econômicos, financeiros, de infraestrutura, atendimento e de qualidade da operadora de saneamento no município, para que novas atualizações sejam definidas (BRASIL, 2011).

Outrossim, a existência do plano de saneamento básico até 31 de dezembro de 2019 é condição, pelo governo federal, para o acesso aos recursos orçamentários da União ou aos recursos de financiamento por ela administrado (BRASIL, 2017b).

O cumprimento do plano será verificado pela entidade reguladora e fiscalizadora dos serviços de saneamento. Assim, a regulação tem um papel relevante para o êxito da LNSB e, conseqüentemente, para o progresso no setor de saneamento, visto que a lei nº 11.445/2007 utiliza da regulação para investigar e exigir a execução das ações dos planos elaborados. Ademais, o exercício da função de regulação tem entre seus princípios a independência decisória, transparência e objetividade das decisões. E entre seus objetivos está o de estabelecer padrões e normas; garantir que metas sejam cumpridas; prevenir e reprimir o abuso do poder econômico; e definir tarifas que induzam a eficiência e a eficácia dos serviços (BRASIL, 2007).

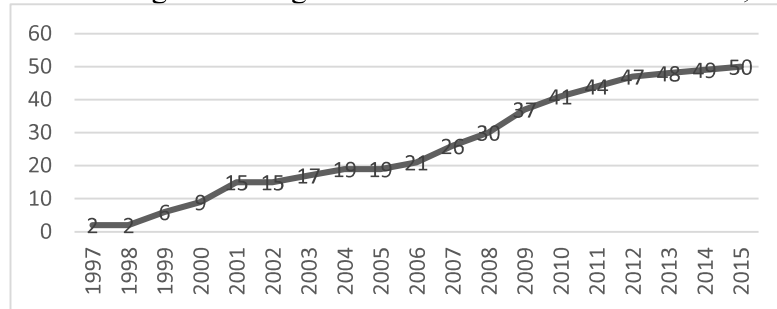
Não obstante a existência da lei que instituiu a política nacional de saneamento básico, observa-se que há ainda um grande desafio no que diz respeito a sua implementação. Como a elaboração do PMSB na LNSB, somente poderá ser realizado pelo titular dos serviços (município), sendo uma responsabilidade indelegável, é observado que pequenos municípios não têm capacidade técnica institucional para elaborar esses planos, gerando planos de baixa qualidade, como também os que têm capacidade, muitas vezes os planos não saem do papel. Assim, esse estudo tem como hipótese de que esse instrumento pode ter tido efeito inócuo sobre a ineficiência das empresas de saneamento.

Já a regulação é delegada a uma entidade reguladora. Ademais, apesar da exigência desses dois instrumentos para a validação dos contratos entre o titular e entidade executora do serviço de saneamento, esses contratos, principalmente os chamados contratos de programa (com Companhia Estadual de Saneamento) são geralmente muito vagos, explorando pouco as questões de qualidade, tarifas, dentre outros. Desta maneira, apesar da regulação poder ter capacidade para melhorar a eficiência das operadoras de saneamento, pode não estar tendo apropriado êxito devido a falta da elaboração adequada do PMSB e dos contratos de programa e de concessão.

As dificuldades na implementação podem ser vistas na evolução dos números de agências reguladoras e de municípios com PMSB. De uma amostra de 3.905 municípios brasileiros no período de outubro de 2016, observa-se que 43% dos municípios têm o PMSB. (BRASIL, 2017c). Quanto à exigência de supervisão regulatória, foi identificada a existência de 50 Agências Reguladoras de Saneamento Básico – ARSB no país em 2015

como demonstra a Figura 12. Destas, 23 possuem abrangência estadual, 24 possuem abrangência municipal e três são consórcios de municípios (ABAR, 2015).

Figura 12. Total de Agências Reguladoras de Saneamento no Brasil, 1997 a 2015.



Fonte: ABAR (2015).

A Figura 12 informa a evolução do número de ARSBs de 1997 a 2015. Observa-se que a criação de agências ganha certo impulso a partir de 2007, quando foi sancionada a lei 11.445, mas ainda em uma quantidade muito pequena dado a quantidade de municípios brasileiros e suas respectivas operadoras de saneamento.

3.3 Função, Fronteira e Eficiência de Custo no Setor de Saneamento

3.3.1 Função, Fronteira e Eficiência de Custo: uma breve revisão de teoria

3.3.1.1 Função de custo

O modelo teórico parte do pressuposto de que empresas de saneamentos são minimizadoras de custo, segundo a seguinte equação³:

$$C_{LP}(y, w; Z) = \sum_h w_h x_h(w, y; Z) \quad (13)$$

em que x é o vetor de insumos h de um processo de produção das empresas de saneamento, w é o vetor de preços dos insumos, y é o produto e o vetor Z são variáveis de controle para demonstrar as condições nos quais as empresas estão inseridas.

No longo prazo, os insumos podem ser ajustados livremente. No entanto, para o setor de saneamento, pode-se assumir que o capital (K) é um fator de produção quase-

³ O modelo proposto neste trabalho, segue a literatura sobre estimações de função de custo para empresas de saneamento, principalmente os trabalhos de Garcia e Thomas (2001) e Aubert e Reynand (2005).

fixo⁴, por ser não viável ou proibitivamente custoso para ser facilmente ajustado. Assim, com um insumo quase-fixo, estima-se a função de curto prazo.

Trabalhando com um vetor de insumos variáveis $x_v = (x_h)'$ pode-se escrever a função de custo de curto prazo, através da minimização do custo variável condicionado ao capital:

$$\min_{x_v \geq 0} \sum_{h'} w_{h'} x_{h'} \text{ tal que } f(y, x_h, x_K; Z) = 0 \text{ e } x_K = K \quad (14)$$

A função que iguala a zero é a função de transformação. Dessa minimização, obtém-se a função de custo de curto prazo (Equação 3):

$$\begin{aligned} C_{cp}(y, w_h, w_K; K, Z) &= \sum_{h'=L,E} w_i x_i(w_v, y; K, Z) + w_K K \\ &= CV(w_v, y; K, Z) + CF \end{aligned} \quad (15)$$

em CF são os custos fixos. A função de custo de curto prazo satisfaz as mesmas propriedades de uma função de longo prazo, sendo elas: não-negativa e não decrescente com relação aos preços dos insumos e a quantidade produzida (monotonicidade); homogênea de grau 1, côncava e contínua com respeito a w . Além disso, é preciso ser verificada uma condição adicional, isto é, não-crescente em K (CHAMBERS, 1988). No entanto, o insumo fixo não necessariamente atingirá a minimização de custo. Assim, através da minimização da função de custo variável em relação ao capital, pode-se recuperar a função de custo de longo prazo (GARCIA e THOMAS, 2001). Para que a função de custo de longo prazo seja satisfeita, é necessário que a condição de primeira-ordem corresponda $\frac{\partial CV(w_v, y; K^*, Z)}{\partial K} = -w_K$, onde w_K é o preço do capital (COWING e HOLTSMANN, 1983).

Para a função de custo variável, utiliza-se para representar a tecnologia de produção da empresa uma função Cobb-Douglas⁵.

⁴ Como não foi possível criar uma medida de preço de capital, trataremos este como um custo quase-fixo em que o capital não se expande no curto prazo. A suposição de tratar o capital como quase-fixado no curto prazo é bastante utilizada na literatura com referência a empresas de saneamento, dado que sua modificação no curto prazo não é viável (ver, por exemplo, GARCIA e THOMAS, 2001, BOTTASO E CONTI, 2003; AUBERT e REYNAND, 2005).

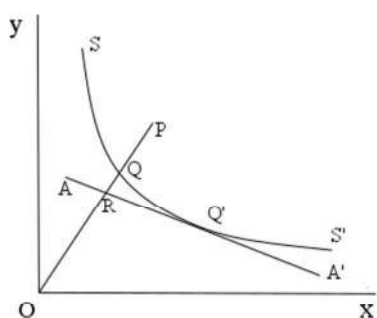
⁵ A função Cobb-Douglas foi escolhida devido a não convergência dos modelos com distribuição normal-truncada com uma função translog.

3.3.1.2 Fronteira e Eficiência de custo

A minimização dos custos pode ser observada em uma fronteira de custo, ou seja, determina a combinação de insumo que gera o menor custo possível para um dado nível de produção. No entanto, nem sempre o objetivo de minimização de custo é alcançado, as empresas de saneamento podem estar operando na fronteira de custo ou fora da fronteira. Quando uma empresa está operando acima da fronteira, quer dizer que ela está utilizando uma quantidade de insumos maior do que necessitava para produzir determinada quantidade de produto, no qual poderia reduzir a quantidade de insumos (reduzindo gastos) e manter a mesma quantidade de produção. Assim, é possível utilizar da fronteira de custo para medir o desempenho das operadoras a partir da perspectiva da eficiência técnica, ou seja, a capacidade de operar próximo ou no limite da fronteira de custo.

A eficiência de custo pode ser denominada como a razão do custo mínimo e do custo observado, representada por OP/OR na Figura 13. No entanto, a eficiência de custo pode ser decomposta em eficiência técnica e em eficiência alocativa, como proposto por Farrell (1957). A primeira representa a capacidade de uma firma em produzir o máximo produto, dado um conjunto de insumos disponível (orientada a produção), ou produzir a mesma quantidade de produto, mas com uma quantidade menor de insumos (orientada a insumos) assim reduz o custo melhorando a ineficiência e o segundo relaciona com a capacidade da firma em produzir o máximo, com proporções ótimas de seus insumos, dado os preços (combinação de insumos de custo mínimo), também minimizando o seu custo.

Figura 13: Eficiência de custo, técnica e alocativa



Fonte: Coelli et al. (2005)

A Figura 13 também explica o conceito da eficiência técnica e eficiência alocativa, onde a isoquanta SS' representa a combinação eficiente de dois insumos para produzir determinado nível de produto, sendo esta, a fronteira de produção. A linha AA' representa

uma linha de isocusto. Assim, é possível observar que o ponto Q' além de ser eficiente técnico é também eficiente alocativo, por ter a máxima produção ao menor custo, podendo também ser denominado como produção economicamente eficiente. No ponto P, a firma não é eficientemente técnica e nem eficientemente alocativa, assim a distância OP/OQ mede o grau de ineficiência técnica e OQ/OR mede o grau de ineficiência alocativa.

3.3.2 Fronteira de custo e eficiência no setor de saneamento: uma breve revisão de literatura

Conforme aponta Abbot e Cohen (2009), a literatura sobre a produtividade e eficiência no setor de saneamento podem ser divididos em quatro problemas fundamentais: Economias de escala; Economias de Escopo; Propriedade pública *versus* propriedade privada e efeitos da regulamentação. Essas pesquisas foram inicialmente incentivadas, principalmente pela discussão na década de 1970 nos Estados Unidos sobre o tamanho ótimo das empresas de saneamento e pela privatização da indústria da água e novos regimes de regulação no País de Gales a partir de 1989.

A economia de escala é existente em casos em que as empresas têm redução do custo médio quando aumentam a quantidade produzida. No setor de saneamento básico, por possuir altos custos fixos e custos marginais constantes, espera-se que tenha economia de escala. No entanto, estudos empíricos não chegaram a um consenso sobre se o setor possui ou não economia de escala. Estudos para diversos países apontam que poderiam existir deseconomias de escala (FORD e WARFORD, 1969; FOX e HOFLE, 1985; SAAL, PARKER e WEYMAN JONES, 2007). Já os estudos de Bhattacharyya, Parker e Raffiee (1994); Renzetti (1999); Ashton (2000); Garcia e Thomas (2001); Shih et al. (2006) e Nauges e van den Berg (2007), evidenciaram a existência de economia de escala para o setor de saneamento. Um consenso que esses estudos aparentam gerar é que pequenas empresas têm economias de escala, mas em um determinado nível parece que a capacidade de economia de escala se esgota.

No Brasil, Carmo e Távora Jr. (2003) analisaram 26 Companhias Estaduais de Saneamento Básico, para o ano de 2000, e identificaram que a ineficiência técnica era mais expressiva que a ineficiência de escala e que as operadoras de saneamento tinham retornos crescentes de escala. Sampaio e Sampaio (2007) também evidenciaram retornos crescentes de escala averiguando 36 Companhias de Saneamento brasileiras de 1998 a

2003. Sabbioni (2008) também encontrou o resultado de que Companhias Estaduais brasileiras têm economias como as economias de escala.

Um outro aspecto relevante é a economia de escopo, que acontece quando o custo médio é menor quando mais de um produto é produzido pela mesma empresa quando comparado a produção desses bens por empresas separadas. Um dos principais estudos iniciais na indústria da água foi o trabalho de Link (1993) para Inglaterra e País de Gales no período de 1979/80 e 1987/88, que identificou economias de escopo para as empresas de água e esgoto. Mas Saal e Parker (2000), para Inglaterra e País de Gales, evidência que não há economia de escopo para os serviços de água e esgoto. No que concerne a questão de integração vertical no setor de saneamento, Garcia e Thomas (2001) evidenciaram economia de escopo na França para a produção conjunta de água para clientes finais e redução na perda de água no sistema. No entanto, o estudo de Garcia, Moreaux e Reynaud (2007) para os Estados Unidos resultou que economias de integração vertical não eram significativas.

Em relação a eficiência das empresas devido a serem públicas ou privadas, a falta de consenso é maior, estudos como Mann e Mikesell (1976), Bruggink (1982), Lambert, Dichev e Raffiee (1993), Bhattacharyya, Parker e Raffiee (1994), Shih et al. (2006), todos esses analisando dados de empresas de saneamento dos Estados Unidos, evidenciaram que empresas públicas são mais eficientes do que empresas privadas. Já Morgan (1977), Crain e Zardkoohi (1978), Raffiee et al. (1992), também para os Estados Unidos, mostraram que empresas privadas são mais eficientes do que as públicas. E outros estudos concluíram que não há evidências entre empresas públicas e privadas, como demonstraram Wallsten e Koser (2005) para os Estados Unidos.

No Brasil, Souza, Faria e Moreira (2008) analisaram 342 firmas de saneamento, no período de 2002 a 2004, e evidenciaram que as empresas públicas são mais eficientes. Carvalho (2014) analisou 29 Companhias Estaduais, de 2006 até 2011, e demonstraram que prestadoras de abrangência local e privadas foram mais eficientes.

Referente a análise da regulação e eficiência, em nível internacional, os estudos de Saal e Parker (2000); Saal e Reid (2004), Saal e Parker (2004), Aubert e Reynaud (2005); Erbetta e Cave (2007); Saal, Parker e Weyman-Jones (2007) e Maziotis, Thanassoulis e Molinos-Senante (2016) identificaram que a regulação melhorava a eficiência e/ou a produtividade. Saal e Parker (2000), Saal e Parker (2004) e Saal, Parker e Weyman-Jones (2007) evidenciaram também que a privatização não melhora eficiência em um cenário de regulação.

No Brasil, Motta e Moreira (2004) investigaram a eficiência e a regulação em 104 operadoras de saneamento, para o período de 1995 a 2002, e identificaram que a falta de regulação no setor de saneamento no Brasil não estimularia avanços na fronteira tecnológica e que operadoras regionais se beneficiam das economias, mas apresentavam o mais baixo nível de produtividade. Carvalho e Sampaio (2015) analisaram 29 operadoras de saneamento e 23 órgãos reguladores de 27 capitais brasileiras, para os anos de 2006 e 2011. Os autores investigaram o padrão de normas emitidas pelas empresas e evidenciaram que a regulação não garantia melhor desempenho as empresas de saneamento.

Cruz (2016) estudou a eficiência no setor de saneamento após a Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB - Lei 11.445/2007) para 335 prestadoras do serviço, para os anos de 2006 a 2013, com o método DEA, no qual encontrou baixos escores de eficiência, como também, que as empresas regionais são mais eficientes que as empresas locais, e que empresas públicas são mais eficientes que empresas privadas. E não encontrou nenhuma relação entre regulação e o aumento da ineficiência técnica. O autor argumenta que isso pode ser devido ao curto período analisado.

3.3.3 Estratégia Empírica

3.3.3.1 Modelo Econométrico: Fronteira de Custo Estocástica

Para análise do efeito da regulação em determinado setor vários métodos podem ser utilizados para estimar e comparar o nível de eficiência das empresas. No entanto, no setor de saneamento brasileiro, as operadoras estão inseridas em condições diferentes como características físicas da área (geológico e topográfico), como por exemplo, a altitude e declividade do solo; características climáticas, como precipitação e temperatura; condições físicas, químicas e biológicas da água, como temperatura, pH, teor de ferro e salinidade; como também as condições de contexto institucional na qual estão inseridas (FUNASA, 2007; BRASIL, 2011; FUNASA, 2014). Essa heterogeneidade não observada é denominada efeito da firma, que pode alterar a produtividade da operadora.

Dessa maneira, se essa heterogeneidade na área de atuação não for captada no modelo de forma adequada, pode gerar resultados viesados. Como explica Abrate, Erbetta e Fraquelli (2008), uma empresa não pode ser penalizada devido as condições que operam

(efeito da firma), mas sim por sua ineficiência, ou seja, sua capacidade de atuar, devido a habilidades gerenciais que pode ser transitória ou persistente. Além disso, espera-se que com a mudança da regulamentação governamental no setor de saneamento pode fazer com que a eficiência técnica de custo se altere, sendo assim, importante separar efeito da firma, eficiência persistente e eficiência variável.

Nesse sentido, métodos de estimação da eficiência técnica têm evoluído de modo significativo, desde a introdução do modelo de Fronteira Estocástica por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Van den Broeck (1977). A estimação da fronteira considera a ineficiência técnica de custo quando produtores não operam em suas fronteiras de custo, no entanto, nem toda essa diferença pode ser atribuída a ineficiência técnica, existem choques aleatórios que não são controlados pelo produtor, ou seja, um evento inesperado que pode afetar os custos, como, por exemplo, um período de seca inesperado que fez diminuir o nível de água em determinados reservatórios. Assim, em um modelo típico de Fronteira Estocástica, o desvio em relação a fronteira pode estar sendo ocasionado pela ineficiência técnica que explica a ineficiência de custo e por um erro aleatório (ruído), devido a esses dois erros o modelo é conhecido como “modelo de erro composto” (KUMBHAKAR e LOVELL, 2003).

Um dos grandes avanços na modelagem de Fronteira Estocástica tem sido as estimações com dados em painel e a discussão de como tratar a heterogeneidade não observada no modelo. Os primeiros modelos para dados em painel foram desenvolvidos na década de 1980, considerando apenas ineficiência técnica invariante no tempo, no qual o efeito não observado da firma, modelado como efeito fixo ou aleatório, é interpretado como ineficiência ver por exemplo, Schmidt e Sickles (1984), Pitt e Lee (1981) e Kumbhakar (1987).

Alternativos modelos que consideram ineficiência variável no tempo foram desenvolvidos, a partir de 1990, pode-se citar os modelos de Cornwell, Schmidt e Sickles (1990); Kumbhakar (1990); Battese e Coelli (1992); Lee e Schmidt (1993) e Battese e Coelli (1995). Esse último modelo, utilizado nesse estudo, tem sido usado frequentemente em estudos empíricos, devido a possibilidade de inserir variáveis exógenas que explicam a média da distribuição da ineficiência. Apesar de conseguir captar mudanças de eficiência ao longo do tempo, tal modelo não considera a presença de heterogeneidade individual no processo gerador dos dados, uma vez que o intercepto é o mesmo para todas as unidades. Assim, a limitação desses modelos é que misturam efeito da firma com ineficiência técnica. Assim, se a ineficiência técnica está captando valores que na verdade

são efeito da firma, gera um viés nos resultados, em que a empresa poderia estar sendo penalizada por características nos quais está alocada (efeito da firma) e não somente por seu comportamento gerencial (ineficiência técnica).

A escolha de modelos em que a ineficiência técnica varia ou não no tempo depende de quão rígido é a tecnologia e a organização da empresa como também da natureza institucional e do progresso técnico nesse setor (KUMBHAKAR, HESHMATI e HJALMARSSON, 1997). Outro fator a se levar em consideração é o tempo da análise, se o tempo for grande é aceitável acreditar que a ineficiência não permanecerá constante (KUMBHAKAR, WANG e HORNCastle, 2015). Além disso, como não há uma definição bem esclarecida pela teoria da estrutura da ineficiência técnica, a sua estimação em modelos de Fronteira Estocástica é realizada de modo *ad hoc*, com base na sua tratabilidade (KUMBHAKAR, HESHMATI e HJALMARSSON, 1997). Isto posto, a indagação é que se o efeito da firma constante no tempo pode ser considerado como ineficiência, como foi tratado nos modelos descritos anteriormente, isto pois, parte da eficiência pode ser persistente e parte pode ser transitória.

À vista disso, um modelo de grande destaque na literatura foi proposto por Greene (2005a, 2005b), em que considera a ineficiência variando no tempo, sendo estimado por a heterogeneidade da firma captada por efeitos fixos ou efeitos aleatórios. A diferença nesse modelo é que insere interceptos específicos por unidade, fazendo com que a heterogeneidade não observada não seja captada pela ineficiência técnica. Apesar do modelo separar ineficiência que varia no tempo da heterogeneidade individual não observada, não considera a eficiência persistente que é captada pela heterogeneidade individual não observada.

Autores têm propostos modelos que visam decompor ineficiência técnica de custo em ineficiência persistente e ineficiência variável. A ineficiência persistente está em função de covariáveis invariantes no tempo como habilidade inata de um gerente, ou como o contexto institucional em que a empresa já está alocada, como por exemplo, se é pública ou privada, ou se é regional ou local. Assim, mudanças de regulação do setor de saneamento básico, diante da lei 11.445/2007, que ocorrem dentro do período analisado, afetam a ineficiência variável, ou seja, a empresa pode eliminar parte da ineficiência variável, resolvendo incompetência de curto prazo, enquanto outras fontes que determinam a ineficiência técnica de custo da empresa podem permanecer no longo prazo.

Kumbhakar e Heshmati (1995) apresentaram um modelo em que é estimada a ineficiência persistente específica da empresa e a ineficiência variável no tempo, no

entanto, o efeito da firma está na ineficiência persistente. Conforme Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014), o fato de que o efeito da firma estar ou não inserido na ineficiência persistente dependerá da interpretação desses efeitos, por exemplo, se o gerenciamento dessas empresas for invariante no tempo, esse comportamento poderá ser capturado pelo efeito da empresa. No entanto, se houver mudanças que possam afetar a maneira que o gerenciamento é desempenhado, como mudança de ambiente operacional e de regulamentações governamentais a ineficiência pode mudar sendo importante separar ineficiência persistente do efeito da firma.

Recentemente Colombi (2010), Colombi, Martini e Vittadini (2011), Tsionas e Kumbhakar (2014), Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014) e Fillipini e Greene (2016), como um marco na extensão da metodologia dos modelos de Fronteira Estocástica, propuseram um modelo que fornece estimativas separadas da ineficiência persistente e transitória, e que considera o efeito da firma separado da ineficiência persistente. Este modelo divide o termo de erro em quatro componentes: heterogeneidade não observada individual (efeito latente da firma), ineficiência transitória, ineficiência persistente e o erro idiossincrático. A diferença entre o primeiro modelo de Colombi (2010) e os outros modelos apresentados depois se dá, principalmente pelo método de estimação.

Em vista dessa evolução metodológica, este estudo, considera dois modelos de dados em painel: o modelo de Battese e Coeli (1995) e de Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014), o primeiro é mais frequentemente usado em estudos de dados em painel e o segundo é um modelo mais recente, no qual é possível decompor o termo de erro em quatro componentes.

Para estimar a fronteira de custo estocástica⁶ das empresas de saneamento, utilizou-se de uma função de custo variável de fronteira estocástica, conforme apresenta a equação (16).

$$CV_{it} = \alpha_0 + CV(y_{it}, w_{it}; \beta, K_{it}, Z_i, t) + \varepsilon_{it},$$

$$\text{onde } i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T \quad (16)$$

em que CV_{it} o custo variável da empresa i no tempo t , y é o produto (volume de água produzido e volume de esgoto coletado), w é o vetor de preços dos insumos $w =$

⁶ Examina-se somente a in(eficiência) técnica, assumindo eficiência em termos alocativos e a ineficiência técnica é orientada para ao insumo, onde a produção é determinada de forma exógena (demanda determinada) e tem como objetivo minimizar os custos (reduzir o uso de insumos) sem reduzir a produção.

(w_L, w_E) , sendo utilizados nesse estudo: trabalho L e energia elétrica E , e ε_{it} é o termo de erro composto.

No modelo de Battese e Coeli (1995), o termo de erro apresenta a seguinte estrutura:

$$\varepsilon_{it} = v_{it} + u_{it}$$

em que variável v_{it} é o erro aleatório i.i.d $\sim N(0, \sigma_v^2)$ (independente de u_{it}) que capta efeitos que não são captados pela empresa de saneamento básico e também do erro de medição. E u_{it} capta o efeito da ineficiência variável de custo.

No modelo de Battese e Coeli (1995), não se considera o efeito da firma de forma individual, ou seja, a constante α_0 é a mesma para todas as empresas. Para estimar a ineficiência no modelo de Battese e Coelli (1995), assume-se que o termo u_{it} que capta a ineficiência do custo, seja iid com distribuição normal-truncada⁷ $N(m_{it}, \sigma_u^2)$, em que:

$$m_{it} = Z_{it} \cdot \delta \quad (17)$$

onde, Z_{it} é um vetor de variáveis que podem estar influenciando a ineficiência e δ é um vetor de parâmetros para ser estimados.

A ineficiência técnica u_{it} no modelo de Battese e Coelli (1995) pode ser especificada pela equação (18):

$$u_{it} = Z_{it} \cdot \delta + w_{it} \quad (18)$$

onde u_{it} assume ser uma função de um conjunto de variáveis explicativas (Z_{it}) e de um vetor de coeficientes não conhecidos (δ) e mais de uma variável aleatória (w_{it}) que é definido pelo truncamento da distribuição normal com média zero e variância σ^2 , ou seja, w_{it} é requerido a ser não-negativo, fazendo com que u_{it} seja positivo para cada observação. O modelo supõe u_{it} e v_{it} como independentemente distribuído para todo t e i , não considerando em suas hipóteses uma possível correlação da ineficiência técnica

⁷ A distribuição da ineficiência de custo nos modelos de modelos de BC e KLH foi considerada como normal-truncado, pois no setor de saneamento do Brasil, pode-se supor que a maioria das empresas podem apresentar certo grau de ineficiência, ainda mais em um ambiente onde a maioria das empresas são públicas e têm empresas recentemente privatizadas. Na literatura, estudos como Aubert e Reynaud (2005) também utilizaram desta distribuição para a ineficiência de custo para o setor de saneamento.

com o efeito aleatório, ou seja, não considera a ineficiência persistente (como uma correlação do efeito aleatório com a eficiência técnica) e sim somente a ineficiência variável.

Como o modelo de Battese e Coelli (1995) não considera a heterogeneidade individual não observada, gera um viés de especificação, pois o efeito de fatores não observados constantes no tempo, que não estão correlacionados com o processo de produção, mas que podem afetar a produção, pode estar sendo captado pela ineficiência técnica (BELOTTI et al., 2013). Além disso, tal técnica não permite decompor a ineficiência em persistente e transiente.

Diante desse fato, este trabalho propõe analisar a ineficiência de custo das empresas de saneamento também pelo modelo de Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014)⁸ que supera algumas das limitações descritas anteriormente. Esse modelo, consegue captar quatros componentes do erro composto da Equação 16, ou seja:

$$\varepsilon_{it} = \mu_i + \lambda_i + v_{it} + u_{it}$$

em que μ_i é o efeito não observado específico da firma, sendo iid $N(0, \sigma_\mu^2)$ (reflete as diferenças de custo devido a características físicas e institucionais não observada em que cada empresa opera), λ_i é a ineficiência persistente (devido a fatores invariantes que afetam a gestão nas empresas) sendo iid com uma distribuição normal-truncado $N^+(m, \sigma_\lambda^2)$, em que inclui uma média m não zero, v_{it} é o termo de erro aleatório que capta o erro estatístico sendo iid $N(0, \sigma_v^2)$ e u_{it} é a ineficiência variável (devido a fatores variantes que afetam a gestão das empresas no curto prazo), sendo iid com uma distribuição normal – truncado $N^+(m, \sigma^2)$ em que inclui uma média m não zero.

Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014) consideram um procedimento de três passos, para isso reescreve a equação (16) de custo variável:

em que $\alpha_0^* = \alpha_0 - E(\lambda_i) - E(u_{it})$; $\alpha_i = \mu_i + \lambda_i + E(\lambda_i)$; e $\varepsilon_{it} = v_{it} + u_{it} + E(u_{it})$.

No primeiro passo, é estimado o vetor $\hat{\beta}$ da função custo e são obtidos os valores preditos de $\hat{\alpha}_i$ (efeito aleatório da firma) e de $\hat{\varepsilon}_{it}$ (erro idiossincrático) por meio de uma

⁸ Esse modelo foi inicialmente proposto por Colombi (2010) e Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014) consideram um procedimento multi-passo mais simples.

regressão de dados em painel de efeito aleatório. Os valores estimados $\hat{\varepsilon}_{it}$ e o $\hat{\alpha}_i$ serão utilizados no passo dois e três, respectivamente, para estimar a ineficiência técnica variável e a ineficiência técnica persistente através do modelo de fronteira estocástica.

No passo dois, a ineficiência técnica variável no tempo (u_{it}) é estimada a partir dos valores preditos de $\hat{\varepsilon}_{it}$, por meio do modelo de fronteira estocástica. O terceiro passo consiste em estimar a ineficiência persistente (λ_i) a partir do efeito aleatório da firma ($\hat{\alpha}_i$), com um modelo cross-section de Fronteira Estocástica. É possível obter a eficiência técnica total através do produto da eficiência persistente e da eficiência variável.

O modelo considera que a ineficiência persistente e variável têm média não-zero e (considera uma distribuição normal-truncada) e explica heterogeneidade e heteroscedasticidade por meio de variáveis exógenas.

Para os modelos aqui tratados, os componentes de ineficiência de custo são obtidos com o procedimento de Jondrow et al. (1982) e a eficiência de custo através do método de Battese e Coelli (1988).

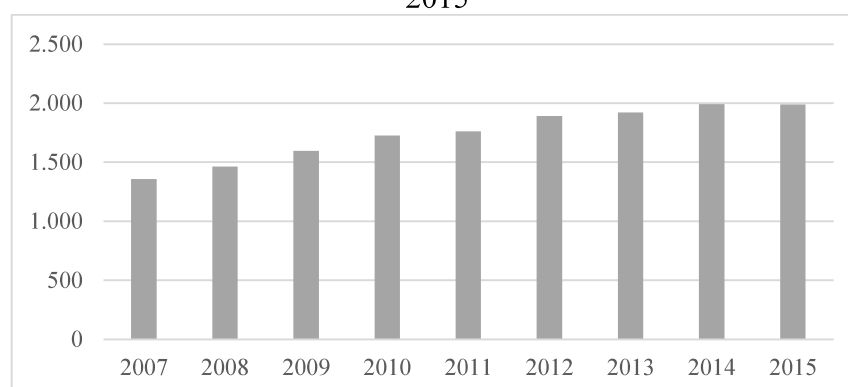
3.3.3.2 Especificação da Fronteira Estocástica, Dados e Variáveis

Função de custo variável no modelo de Fronteira Estocástica

A maior parte dos dados são obtidos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, 2017). O banco de dados do SNIS é disponibilizado pela Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional do Brasil e é a maior e a mais importante base de informações do setor de saneamento brasileiro. As informações do SNIS são anualmente fornecidas pelas operadoras de saneamento que prestam serviço exclusivamente de água, de esgoto e de água e esgoto, com informações e indicadores de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade dos serviços realizados pelas prestadoras de saneamento.

Como as informações são fornecidas pelas operadoras de saneamento, ocorre que nem todas disponibilizam seus dados. Ademais, os dados utilizados nesse estudo são de empresas que prestam serviço de água e esgoto. Dessa maneira, tem-se nesse estudo uma amostra com 2211 operadoras de saneamento, com dados em painel não balanceado para o período de 2007 a 2015, como demonstrado na Figura 14. A média de empresas por ano é de 1149 com desvio padrão de 624 operadoras.

Figura 14. Quantidade de prestadoras de serviço de água e esgoto no Brasil de 2007 a 2015



Fonte: elaborada pela autora, através dos dados do SNIS (2017).

O período escolhido é devido a entrada em vigor da lei 11.445/2007, considerada o marco regulatório no setor de saneamento. Este estudo, considera as empresas de saneamento de água e esgoto⁹, pois considerou-se importante analisar as fronteiras de custo de modo separado para empresas com diferentes processos de produção já que teriam funções de custo distintas.

Para as estimações da função custo, utiliza-se do custo variável total (CV), que consiste na soma dos custos com energia elétrica (R\$/ano), mão-de-obra (R\$/ano) e materiais (despesas com produtos químicos) (R\$/ano).

O preço médio da energia (w_E) por kwh/ano é obtido dividindo a despesa com energia elétrica (R\$/ano) por consumo total de energia elétrica nos sistemas de água e nos sistemas de esgotos. O preço médio de mão-de-obra (w_L) (Salário médio com pessoal próprio) é extraído da divisão da despesa com pessoal próprio (R\$/ano) pela quantidade total de empregados próprios¹⁰.

Os valores do custo variável total (CV), preço da energia, preço do trabalho e preço de materiais foram deflacionados pelo Índice de Preço ao Consumidor Amplo (IPCA) (IBGE, 2018). Para garantir a homogeneidade de grau 1 da função de custo nos preços dos insumos, os custos totais e o preço médio da mão-de-obra são divididos pelo preço médio da energia elétrica.

⁹ Este estudo não contempla as empresas com serviço de água, pois quase o total do número dessas empresas (98,37% no ano de 2015) estão localizadas em municípios com população menor de 50.000 habitantes, onde uma grande heterogeneidade entre os municípios pode estar ocasionando na não convergência por máxima verossimilhança dos modelos adotados.

¹⁰ Para calcular o preço do trabalho só foi possível utilizar dados de pessoal próprio, pois o SNIS não fornece a informação de quantidade de pessoal terceirizados.

A variável capital (K) tem como proxy a variável extensão total de rede de água (km) e de esgoto (km). Para a variável de produção (q) utiliza a soma do volume de água produzido (1.000 m³/ano) e do volume de esgoto coletado (1.000 m³/ano).

O custo médio de materiais (CmM) é tratado no modelo como uma variável de controle¹¹ visando captar a diferença existente entre as operadoras de saneamento na área em que atuam, como por exemplo, se necessitam gastar mais com material para tratar a qualidade da água, devido à baixa qualidade da água na região que operam. O custo médio de materiais é formado por despesas por produto químico dividido pela soma de volume de água produzido e do volume de esgoto coletado.

Como variável de controle também é inserido uma *dummy* de unidade federativa brasileira (UF), visto que há uma grande diferença entre os estados em termos de recursos ambientais e financeiros, como também distintas características geográficas e climáticas.

O modelo de Fronteira Estocástica Cobb-Douglas toma a seguinte forma (equação 19):

$$\begin{aligned} \ln CV_{it} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln w_{Lit} + \alpha_2 \ln K_{it} + \alpha_3 \ln q_{it} + \alpha_4 \ln CmM + \sum_{j=1}^{27} \rho UF \\ & + \sum_{j=2008}^{2015} \tau Ano + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (19)$$

As variáveis *dummies* de Ano controlam para o efeito do tempo no custo, como por exemplo, condições climáticas e progresso tecnológico. E o termo de erro ε_{it} , sendo especificado de acordo com Battese e Coeli (1995) e Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014), conforme discutido anteriormente. As parametrizações da distribuição normal-truncado dos temos de ineficiências para cada modelo são apresentados na próxima seção. Na Tabela 1 apresenta-se as estatísticas descritivas das variáveis da amostra.

¹¹ A variável custo médio de despesas não é tratada no modelo como preço, pois essa variável não capta a exogeneidade dos preços como ela deveria em uma formulação de função de custo.

Tabela 1. Estatísticas descritivas das variáveis da amostra

Variável	Definição	Obs	Unidade	Média	Min	Max	Desvio Padrão
CV	Custo Variável Total	15.600	R\$/ano	1.15e+07	7426.8	2.16e+09	6.06e+07
w_E	Preço da energia	15.693	R\$/Mkwh/ano	1.236,71	-1519.171	1.718.846	21.120,46
w_L	Preço do trabalho	15.693	R\$/trab/ano	129.695,70	0	9.669.939	126.462,2
K	Capital	15.479	Km	364,21	0	42.164	1.284,78
q	Produção	15.270	1.000 m ³ /ano	8807,57	0	1.489.923	44.639,45
CmM	Custo Médio de Materiais	15.552	R\$/1.000 m ³ /ano	44,68	0	3101,90	82,85

Nota: Obs – número de observações; Min – mínimo; Max – máximo.

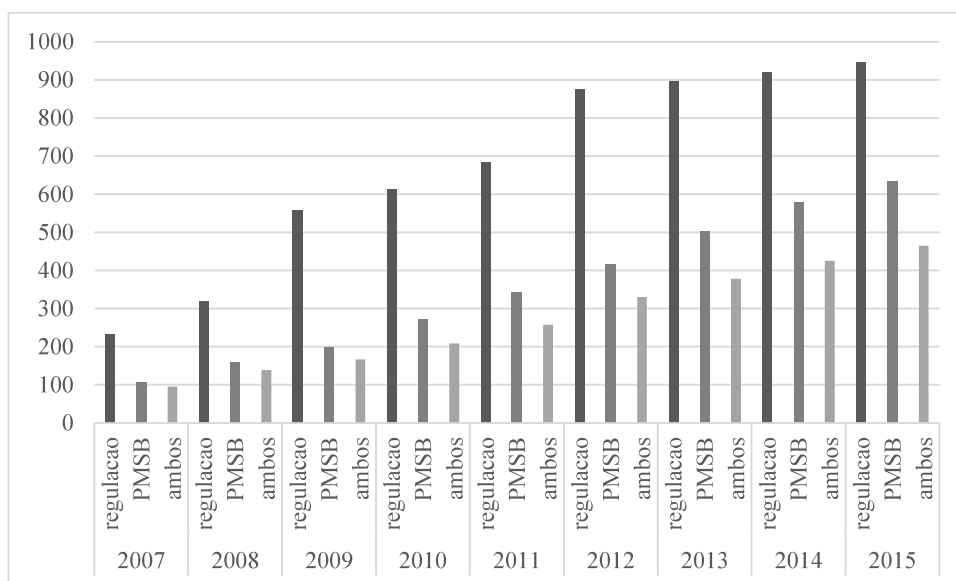
Fonte: resultados da pesquisa.

Modelagem da ineficiência – instrumentos regulatórios

Os dados dos instrumentos regulatórios são retirados da pesquisa de Féres e Turolla (2017), que trazem informações de uma subamostra de municípios brasileiros. Uma complementação desses dados foi realizada nesse trabalho, como a busca da data inicial da implementação do instrumento regulatório, já que as empresas adotam os instrumentos regulatórios em diferentes anos. Os dados disponibilizam informações de 2007 a 2015.

Na Figura 15 apresenta-se um breve resumo da quantidade de municípios (considerando apenas municípios que possuem operadoras de água e esgoto) por ano, que possuem regulação (agência reguladora), PMSB ou ambos (regulação e PMSB).

Figura 15. Municípios brasileiros (com operadoras de água e esgoto) com instrumentos regulatórios



Fonte: resultados da pesquisa.

Os dados, conforme apresentados na Figura 15, mostram a evolução do número de municípios que adotaram regulação (agência reguladora) e PMSB, com maior proporção de municípios com agência reguladora.

Devido ao período de disponibilidade das informações da adoção dos instrumentos regulatórios, as empresas que já eram reguladas no ano de 2007, não se tem a informação de quando essas empresas começaram a ser reguladas. Considerando isso, existe efeitos da criação de agências regulatórias anteriores que não será possível de captar como um efeito isolado.

A ineficiência de custo pode ser estimada introduzindo uma função de variáveis exógenas para considerar a heterogeneidade no parâmetro de localização (média) da distribuição de ineficiência, que podem explicar os efeitos de determinantes exógenos na ineficiência das empresas de saneamento, conforme apresentado na equação (5). No contexto desse estudo, onde a lei 11.445/2007 tornou obrigatório a adoção de instrumentos e tendo com um dos seus princípios a eficiência econômica, pode se relatar como variáveis exógenas que explicam a ineficiência esses instrumentos regulatórios.

Outras variáveis importantes de serem analisadas no efeito da ineficiência das empresas de saneamento no Brasil, é se essas empresas são regionais, locais e microrregionais e se são privadas e públicas. Essa análise é importante no Brasil, devido ao desenho do ambiente institucional existente, como também pelo diferente efeito que essas empresas podem ter sobre a ineficiência, ou seja, empresas regionais podem

explorar economias de escala diminuindo ineficiência de custo, enquanto as locais não; e empresas privadas podem ter uma gestão mais eficiente visando aumento nos lucros.

Assim, para o modelo de Battese e Coelli (1995), a implementação empírica considera as seguintes variáveis para explicar a ineficiência técnica u (Equação 20):

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 \text{Regulação}_{it} + \delta_2 \text{PMSB}_{it} + \delta_3 \text{Ambos}_t + \delta_4 \cdot \text{regional}_{it} + \delta_5 \cdot \text{privada}_{it} + w_{it} \quad (20)$$

A variável *dummy* Regulação possui o valor de 1 se o município i possui supervisão regulatória no ano t . A variável PMSB é uma *dummy* que recebe o valor de 1 se, e somente se, o município i tem Plano Municipal de Saneamento Básico no ano t . E a variável Ambos é uma *dummy* que assume valor de 1 se, e somente se, o município i tem supervisão regulatória e Plano Municipal de saneamento no ano t . A variável *dummy* regional tem o valor de 1 se a operadora localizada no município i é de uma empresa regional (atende vários municípios) no ano t e zero caso a empresa tiver abrangência local (atende a um único município). E a variável privada é uma *dummy* que recebe o valor de 1, se e somente se, a operadora localizada no município i é uma empresa privada no ano t .

O termo δ_0 captará a ineficiência da empresa que não tem PMSB e não possui supervisão regulatória, δ_1 compreenderá o efeito na ineficiência técnica de custo do município ter somente supervisão reguladora (ou seja, não tem PMSB), δ_2 captará o efeito do município ter somente PMSB (ou seja, não tem supervisão reguladora) e δ_3 compreenderá o efeito do município que tem ambos instrumentos, ou seja, o efeito de ter supervisão regulatória quando o município tem PMSB comparado com o efeito de ter agência reguladora quando o município não tem PMSB.

Para as *dummies* regional e privada, δ_4 captará o efeito sobre a ineficiência da empresa ser regional, quando comparada com as empresas locais e microrregionais e δ_5 perceberá o efeito da empresa ser privada comparada com a empresa pública na ineficiência. Assim, é analisado o efeito da política sobre a ineficiência de custos.

No modelo de Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014), a heterogeneidade no parâmetro de localização da distribuição de ineficiência também é considerado, no entanto, de modo diferente para a ineficiência persistente e para a ineficiência transitória. Para a ineficiência persistente, é considerado somente variáveis exógenas que não

variaram no tempo, ou seja, se a empresa é regional ou privada¹², conforme mostra a equação (11). Ademais, a estimação desse passo três é realizado para um *cross-section* referente ao ano de 2007, visando captar o comportamento de longo prazo das empresas.

$$\lambda_i = \delta_0 + \delta_1 \cdot regional_i + \delta_2 \cdot privada_i + w_i \quad (21)$$

E para a ineficiência transitória, as variáveis que variaram no tempo, conforme apresenta a equação (22).

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 Regulação_{it} + \delta_2 PMSB_{it} + \delta_3 Ambos_t + w_{it} \quad (22)$$

É possível calcular no modelo de K LH, a eficiência total através do produto da eficiência variável com a eficiência persistente.

Nesse estudo, também é considerado a heteroscedasticidade na ineficiência e no erro idiossincrático, explicado pela variável extensão total da rede de água e esgoto logaritmizada.

3.4 Resultados e Discussões

Os parâmetros estimados do modelo de Battese e Coelli (1995) (BC) e do modelo de Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014) (KLH) são reportados nas Tabelas 2 e 3 respectivamente, onde cada coluna demonstra diferente especificação do modelo para averiguar a robustez. A coluna Modelo I apresenta o modelo sem *dummies* de unidades federativas (UF) do Brasil e de ano; o modelo apresentado na coluna Modelo II é especificado com *dummy* de UF, já a coluna Modelo III apresenta o modelo com *dummy* de ano e a coluna Modelo IV demonstra o modelo completo, ou seja, utilizando *dummies* de UF e de ano.

¹² Caso o município delegar o serviço de saneamento a uma empresa privada ou regional (ou vice-versa) no período analisado, tem-se um novo código de prestador de serviço e essa “nova” empresa começa a ser analisada a partir dessa mudança.

Tabela 2. Resultados da estimação da fronteira de custo estocástica do Modelo de BC

	Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV
<i>Função de Custo</i>				
lnwL	0,7347*** (0,02098)	0,7505*** (0,02019)	0,7387*** (0,02174)	0,7605*** (0,02096)
lnK	0,3120*** (0,03428)	0,3609*** (0,03497)	0,3097*** (0,03433)	0,358*** (0,03476)
lnq	0,6578*** (0,02949)	0,6123*** (0,02977)	0,6589*** (0,02954)	0,6127*** (0,02959)
lnCmM	0,1233*** (0,01086)	0,1316*** (0,00989)	0,1269*** (0,01123)	0,1382*** (0,01019)
Dummy UF	Não	Sim	Não	Sim
Dummy Ano	Não	Não	Sim	Sim
Constante	-2,7298*** (0,19008)	-3,028*** (0,22955)	-2,7298*** (0,19431)	-3,072*** (0,2375)
<i>Ineficiência</i>				
Regulação	-0,0168 (0,02941)	0,0530** (0,02441)	-0,0007 (0,03284)	0,0911*** (0,0268)
PMSB	-0,0551* (0,02827)	-0,0020 (0,03020)	-0,03814 (0,02934)	0,03754 (0,03112)
Ambas	-0,02299 (0,03884)	-0,1045*** (0,03615)	-0,03723 (0,03972)	-0,1331*** (0,03649)
Regional	-0,2237*** (0,03764)	-0,2610*** (0,03640)	-0,2371*** (0,04012)	-0,2968*** (0,03916)
Privada	-0,1253** (0,05781)	-0,1454*** (0,05301)	-0,1254** (0,05813)	-0,1499*** (0,05319)
Constante	0,6548*** (0,15030)	0,7145*** (0,19057)	0,6603 (0,15448)	0,7375*** (0,1943)

Nota: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01; As estimações da Tabela 2 e da Tabela 3 consideraram cluster por operadora de saneamento, estimação robusta, e a heterocedasticidade do erro e da ineficiência foram controlados por uma variável proxy de tamanho da empresa, a extensão total da rede de água e esgoto logaritimizada.

Fonte: resultados da pesquisa.

Os resultados apresentados nas colunas dos modelos BC e KLH demonstraram que os valores estimados da fronteira de custo quase não se alteraram entre as diferentes especificações. Em relação aos determinantes da ineficiência, no modelo BC, as estimações para as variáveis regional e privada também são bastante semelhantes. No modelo KLH – Tabela 2 – os coeficientes da variável regional são semelhantes entre as estimações, mas os coeficientes da variável privada são não significativos a 10% nos Modelos I e III. Para as variáveis que indicam os instrumentos da regulação, o modelo

KLH – Tabela 2 – aparenta ser mais robusto, já que os valores estimados e a significância são bastante semelhantes nas diferentes especificações.

Tabela 3. Resultados da estimação da fronteira de custo estocástica do Modelo KLH

		Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV
<i>Função de Custo</i>					
lnwL		0,7250***	0,7268***	.7266***	0,7301***
		(0,01900)	(0,01885)	(0,02144)	(0,02128)
lnK		0,2524***	0,2724***	0,2580***	0,2793***
		(0,03036)	(0,03231)	(0,03074)	(0,03273)
lnq		0,5890***	0,5881***	0,5858***	0,5855***
		(0,02446)	(0,02574)	(0,02445)	(0,0258)
lnCmM		0,0815***	0,08409***	0,0873***	0,09147***
		(0,00735)	(0,00736)	(0,0080)	(0,008041)
Dummy UF	Não		Sim	Não	Sim
Dummy Ano	Não		Não	Sim	Sim
Constante		-1,2589***	-1.1598***	-1.2855***	-1,227***
		(0,10070)	(0,12996)	(0,1146)	(0,1428)
<i>Ineficiência</i>					
<i>Efeitos Transitórios</i>					
Regulação		0,0099*	0,0094*	0,0101*	0,01108**
		(0,00559)	(0,00556)	(0,00557)	(0,005535)
PMSB		-0,00708	-0,0072	-0,0040	-0,00186
		(0,00970)	(0,0099)	(0,00969)	(0,009973)
Ambas		-0,0211*	-0,0214*	-0,0212*	-0,02325**
		(0,011307)	(0,01148)	(0,01127)	(0,01164)
Constante		0,8908	0,9075	0,8769	1,108
		(2,42804)	(1,8399)	(1,6787)	(3,309)
<i>Efeitos Persistentes</i>					
Regional		-0,4822***	-0,4883***	-0,48316***	-0,4942***
		(0,02994)	(0,04466)	(0,02981)	(0,04646)
privada		-0,1013	-0,29848***	-0,1049	-0,3034***
		(0,09871)	(0,09110)	(0,09768)	(0,09145)
Constante		0,4396***	0,3613***	0,4422***	0,3652***
		(0,03005)	(0,03262)	(0,02969)	(0,03242)

Nota: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01;

Fonte: resultados da pesquisa.

Referente a análise da fronteira de custo, os modelos de BC e KLH Tabela 2 e 3, respectivamente, apresentam resultados parecidos. O custo variável aumenta com o aumento do preço do trabalho, da quantidade produzida, do aumento do nível de capital e do custo médio de materiais, garantindo a condição de monotonicidade. A condição de

concavidade nos preços dos insumos é garantida, dado que essa condição é intrinsecamente aceita em uma função Cobb-Douglas (BEER, 1980).

As condições da função de custo foram verificadas: O teste de assimetria dos resíduos proposto por Schmidt and Lin (1984) visa checar a validade da especificação do modelo de fronteira estocástica. O teste foi realizado e apresentou rejeição da hipótese nula de não assimetria, e constatou uma assimetria para a direita, ou seja, uma assimetria positiva validando a especificação da fronteira de custo.

Referente a condição necessária para que a função de custo de curto prazo corresponda uma função de custo de longo prazo, averigua-se que a elasticidade de custo em relação ao capital é maior que zero e significativa, sugerindo que na média da amostra, as operadoras de água e esgoto apresentam um excesso de capital, não estando no caminho ótimo de equilíbrio de longo prazo. Esse resultado é importante, pois mostra que se a estimação da função tivesse sido feita com uma função de longo prazo, teria sido mal especificada. Esse resultado também foi encontrado por Garcia e Thomas (2001) para operadoras de saneamento na França e por Aubert e Reynaud (2005) para operadoras de água em Wisconsin nos Estados Unidos. Aubert e Reynaud (2005) sugerem que pode haver uma subdepreciação do capital relatado pelas empresas de saneamento.

A elasticidade para quantidade produzida apresentou um valor menor que um, indicando economias de escala no curto prazo. Isso ocorre porque um aumento na quantidade produzida elevaria o custo variável total em uma proporção menor, o que reduziria o custo variável médio. A variável custo médio de despesas de materiais busca controlar a heterogeneidade do ambiente de operação das empresas de saneamento, essa variável é significativa e positiva demonstrando seu peso sobre o custo variável.

Ademais, o modelo de BC apresenta valores um pouco maiores em módulo nos parâmetros, quando comparado com KLM, isso pode ser devido ao fato de que o modelo de BC não considera efeitos individuais não observados.

4.1. Análise de eficiência técnica de custo

Com foco no objetivo principal deste trabalho, analisa-se o efeito dos instrumentos de regulação na eficiência técnica de custo das empresas de saneamento básico no Brasil. Através de um conjunto de *dummies* que indicam se a empresa possui supervisão

regulatória (regulação), PMSB ou ambas políticas, investiga-se a modificação na ineficiência de custo.

No modelo BC (Tabela 2 - Modelo IV), a ineficiência técnica de custo considerada é a ineficiência variando no tempo. Observa-se que em média o município que tem somente supervisão reguladora (agência reguladora), faz com que as empresas de saneamento destas cidades tenham em média uma maior ineficiência de custo. Os municípios que têm somente Plano Municipal de Saneamento não gera impacto significativo na ineficiência de custo. E os municípios que têm ambos instrumentos regulatórios (regulação e PMSB) diminui a média da ineficiência das operadoras de saneamento básico.

No modelo KLH (Tabela 3 – Modelo IV) é calculado a ineficiência variável e apresenta-se resultados semelhantes ao do modelo de BC, ou seja, municípios que têm somente agência reguladora em média aumenta a ineficiência de custo das operadoras de saneamento desses locais. Também é observado no modelo de KLH que PMSB não é significativo e municípios com ambos instrumentos (agência reguladora e PMSB) faz com que média da ineficiência das empresas de saneamento desses locais diminuam. Carvalho e Sampaio (2015) também evidenciaram que a regulamentação de empresas de saneamento das capitais brasileiras por agências de regulação não garantiria níveis mais altos de eficiência. Já Cruz (2016) não encontrou nenhuma relação entre o período pós criação da LNSB e o aumento da ineficiência técnica para as operadoras de saneamento. O autor argumenta que o pequeno período analisado pode ter ocasionado o efeito não significativo. A amostra pequena também pode não ter captado o efeito da regulação, como também o modelo e método adotado podem ter influenciado.

Com o ambiente institucional das empresas de saneamento no Brasil, considerou-se também *dummies* para explicar a heterogeneidade da ineficiência de custo dessas empresas, ou seja, se a empresa é regional ou local e se a empresa é privada ou pública. Os resultados demonstraram que se a empresa é regional ou/e privada faz com que a média da ineficiência seja menor. Mota e Moreira (2004), em uma análise para o período de 1998 a 2002, encontraram resultado semelhante para as empresas de administração privada de saneamento no Brasil, mas as operadoras regionais, apesar de se beneficiarem de economia de escala, possuíam o mais baixo nível de produtividade. Já Cruz (2016), em uma análise para o período de 2006 a 2013, averiguou que empresas regionais são mais eficientes que as empresas locais. Por fim, Souza, Faria e Moreira (2008) e Cruz (2016) evidenciaram que empresas públicas são mais eficientes que empresas privadas.

Uma série de estudos que discutem a eficiência de empresas privadas e públicas em nível internacional também não chegam a um consenso de que empresas privadas poderiam ter melhor eficiência de que as públicas.

Estudos mais recentes demonstram que a regulação teve efeito sobre a eficiência de custo das empresas, mas as empresas privadas não geraram efeito ou geraram em proporção menor que a regulação (ver por exemplo: SAAL e PARKER, 2000, SAAL e PARKER, 2004, SAAL, PARKER e WEYMAN-JONES, 2007 e ERBETTA E CAVE, 2006), de modo diferente deste estudo, em que as empresas privadas também estão contribuindo para a diminuição da ineficiência, isso pode ser resultado de uma melhor gestão e a busca por controlar custos visando maximizar lucros.

Os valores dos coeficientes da análise da ineficiência nas Tabelas 2 e 3 não podem ser analisados diretamente, pois relaciona-se a média da distribuição da ineficiência, mas pode-se calcular os valores da ineficiência através do método de Jondrow et al. (1982) e a eficiência por meio do método de Battese e Coelli (1988). A Tabela 4 apresenta os valores das estimações da eficiência.

Tabela 4. Média da eficiência das operadoras de saneamento no Brasil

Eficiência – Modelo	Média	Desvio Padrão	Min	Max
Eficiência BC	0,5826	0,0810	0,0848	0,8796
Eficiência Variável KLH	0,3320	0,0181	0,1469	0,7078
Eficiência Persistente KLH	0,8358	0,1350	0,2557	0,9937
Eficiência Total KLH	0,2736	0,0521	0,0845	0,6850

Fonte: resultados da pesquisa.

Na Tabela 4, pode-se analisar a média da eficiência variável e persistente. O modelo de BC o termo de eficiência de maneira agregada não considera apenas a eficiência variável e não considera a heterogeneidade individual das empresas, assim a eficiência média apresentada por BC é de 0,5826 e a eficiência total do modelo de KLH apresenta o valor médio de 0,2736. Como observado, a eficiência do modelo de BC é maior que a do modelo de KLH, isso deve ocorrer devido ao fato de que o modelo de BC não considera a heterogeneidade individual, podendo estar sendo captada pela ineficiência.

Considerando que o modelo KLH traz um resultado mais preciso, já que controla outros efeitos não captados pelo BC, verifica-se que a eficiência transitória das empresas

de saneamento, ou seja, o desempenho de fontes de ineficiência de curto prazo, é muito baixa, mesmo em um período de maior regulação no setor.

A eficiência persistente apresenta um valor médio maior (0,86) para as operadoras de saneamento com serviço de água e esgoto quando comparado com a eficiência variável. Lembrando que a ineficiência persistente tem como interpretação o comportamento de longo prazo, como problemas do gerenciamento das empresas. Devido ao ambiente institucional existente, é importante analisar como essa estrutura atual afeta a eficiência das empresas de saneamento no Brasil. Como observado nas estimações das Tabela 2 e 3, empresas regionais e privadas fazem com que a ineficiência diminua.

Na Tabela 4, tem-se também o resultado médio da estimação da eficiência total para o modelo de KLH, ou seja, o produto da eficiência variável com a eficiência persistente, em que apresenta um valor bem baixo para as empresas de saneamento.

As estimações da Tabela 5 respondem a principal questão, ou seja, a eficiência média das empresas de saneamento por instrumento de regulação adotado. Os instrumentos regulatórios aparentam ter resultados sobre a eficiência das empresas. No modelo de BC, as operadoras de saneamento de água e esgoto localizadas em municípios que não adotaram nenhum instrumento regulatório possuem em média uma eficiência de 0,56. Já as empresas localizadas em municípios que adotaram ambos os instrumentos regulatórios têm em média uma eficiência de 0,64, com um valor maior quando comparado com as empresas dos municípios que não adotaram instrumentos regulatórios e também maior do que a eficiência de operadoras, na qual o município adotou apenas um instrumento regulatório.

Os municípios que têm somente agência regulatória, têm empresas de saneamento com uma eficiência média de 0,57 maior do que quem têm somente PMSB e quem não tem nenhum instrumento regulatório. Já quem tem somente PMSB apresenta uma eficiência média de 0,52.

Os resultados do modelo de BC (Tabela 2 e Tabela 5) mostram que municípios que tem ambos os instrumentos regulatórios diminuem a ineficiência (Tabela 2) e em média tem a maior eficiência de custo quando comparado com as outras operadoras de diferente ambiente regulatório (Tabela 5). No entanto, ter somente PMSB não tem efeito sobre a ineficiência (Tabela 2) e é o grupo com menor eficiência de custo (Tabela 5).

Tabela 5. Média da eficiência das operadoras de saneamento no Brasil por instrumento de regulação

Instrumento Regulatório		Média	Desvio Padrão	Min	Max
Modelo BC					
Nenhum instrumento regulatório		0,5593	0,0893	0,0848	0,8796
Agência reguladora e PMSB		0,6432	0,0479	0,4017	0,8581
Somente Agência reguladora		0,5719	0,0478	0,336	0,8691
Somente PMSB		0,5238	0,0849	0,1358	0,7474
Modelo KLH					
Nenhum instrumento regulatório	Eficiência transitória	0,3313	0,0191	0,1551	0,7078
	Eficiência persistente	0,7772	0,1511	0,2562	0,9884
	Eficiência Total	0,2577	0,0536	0,0845	0,6850
Agência reguladora e PMSB	Eficiência transitória	0,3365	0,0162	0,2167	0,4887
	Eficiência persistente	0,8814	0,1207	0,2775	0,982
	Eficiência Total	0,2967	0,0439	0,0929	0,4692
Somente Agência reguladora	Eficiência transitória	0,3281	0,0185	0,2246	0,6950
	Eficiência persistente	0,8666	0,1153	0,3364	0,9842
	Eficiência Total	0,2845	0,0424	0,1098	0,6752
Somente PMSB	Eficiência transitória	0,3314	0,0134	0,1469	0,4057
	Eficiência persistente	0,7388	0,1587	0,2557	0,9743
	Eficiência Total	0,2450	0,0546	0,0845	0,3790

Fonte: resultados da pesquisa.

A Tabela 5 também apresenta as estimações para o modelo de KLH, separando a eficiência em transitória e persistente. Começando pela eficiência transitória, a média dessa eficiência foi praticamente igual para todos os grupos de municípios analisados. Com pequena diferença os municípios que não possuem instrumentos regulatórios têm empresas de saneamento com uma eficiência transitória média de 0,3313. As empresas de saneamento nos municípios que têm agência reguladora e PMSB possuem uma eficiência de custo média semelhante aos que não tem nenhuma política, com um valor um pouco maior (0,3365).

Os municípios que adotaram apenas agência reguladora, as operadoras apresentam uma eficiência transitória menor (0,3281), mas bem próximo comparado a qualquer outra situação regulatória. Já os municípios que têm somente PMSB tem uma eficiência transitória de 0,3314.

Assim, quem tem agência reguladora faz com que a ineficiência transitória seja maior (Tabela 2) e este grupo tem em média uma eficiência transitória mais baixa (Tabela 5). Isso pode estar relacionado ao fato de que com a regulação ainda recente para a maioria dos municípios que o adotaram, pode elevar os custos diante de uma maior cobrança de

metas por parte das reguladoras. Assim no curto prazo, pode ser que a regulação piore a eficiência transitória das empresas de saneamento.

A eficiência persistente foi estimada para as observações de 2007, visando captar o comportamento de longo prazo das empresas que, provavelmente, já eram reguladas anteriormente. Assim, os resultados apresentados na Tabela 5, demonstram uma eficiência persistente maior comparada a transitória e que empresas localizadas em municípios que tem agência reguladora e PMSB têm eficiência maior (0,8814) comparado as outras situações regulatórias na eficiência persistente, que pode ser devido ao fato que essas empresas estão sendo melhores gerenciadas quando comparada com operadoras de saneamento localizadas em municípios sem algum instrumento de regulação.

Para os municípios que possuem somente agência reguladora, as operadoras de saneamento têm eficiência persistente maior (0,8666) que os municípios que não possuem instrumentos regulatórios ou que possuem somente PMSB. E os que possuem somente PMSB tem a menor eficiência persistente. Observando a eficiência técnica de custo total, os valores seguem um ranking de maior a menor: ambos instrumentos, regulação, nenhum instrumento regulatório e PMSB. Mais uma vez, parece que PMSB não tem muito desempenho sobre a ineficiência persistente quando adotada sozinha. A elaboração do PMSB para muitos municípios aparenta ser apenas um instrumento obrigatório, sem a preocupação desse ser realmente executável.

Em resumo, os resultados demonstraram que as operadoras de saneamento localizadas em municípios que têm supervisão regulatória têm maior eficiência técnica persistente média quando comparado aos municípios que tem somente PMSB ou nenhuma regulação. O grupo de municípios que tem supervisão regulatória e o grupo que não tem qualquer instrumento regulatório, apresentaram a menor eficiência técnica transitória entre os grupos analisados. Isso pode ser resultado da maior atividade das empresas reguladoras, exigindo mais normas do que antes da LNSB, mas que estas normas poderiam estar influenciando em maiores custos para as empresas de saneamento, como demonstrado por Carvalho e Sampaio (2015), que fizeram uma análise sobre a padronização de normas de 23 agências reguladoras e mostraram que apesar de ter havido um aumento nos padrões emitidos pelas reguladoras depois da LNSB, os tópicos mais abordados foram a autorização de ajustes tarifários e definição de condições para fornecimento e uso dos serviços e os menos tratados foram referentes a incentivos de

novas tecnologias e mecanismos de revisão tarifária que visa promover ganhos de eficiência e produtividade.

Os municípios com apenas PMSB formaram o grupo com baixa ineficiência técnica e esse instrumento não afetou a ineficiência, confirmando a hipótese de que esse instrumento poderia ter efeito não significativo sobre a ineficiência, dado a forma que é realizado, com baixa capacidade técnica para gerar o plano, ou mesmo de segui-lo. No entanto, os municípios que tem PMSB juntamente com agência reguladora têm em média maior eficiência técnica comparado com quem não tem, ou tem somente um dos instrumentos e tem efeito negativo sobre a ineficiência, ou seja, diminui a ineficiência das empresas de saneamento. Esse comportamento pode ser retratado pela regulação através de um plano a ser executado, de forma mais aprimorada. Além disso, pode acontecer que empresas que já tinham maior eficiência adotaram os instrumentos de regulação e PMSB primeiro, mantendo uma média mais alta.

Assim, acredita-se que apesar de estudos internacionais apontarem maior eficiência de empresas de saneamento, e do marco regulatório no setor de saneamento no Brasil visando maior eficiência econômica para as empresas de saneamento, o PMSB sozinho apresentou efeitos não significativos sobre a ineficiência e o grupo de municípios com apenas PMSB tem eficiência média baixa. E para quem possui apenas regulação após a LNSB tem eficiência técnica transitória baixa e apresenta efeito positivo sobre a ineficiência. Somente quem têm ambos os instrumentos que gera efeitos positivos sobre a eficiência técnica de custo. Isso, pode ser devido ao fato de que as agências de regulação estão exigindo planos municipais executáveis e a realização desses.

3.5 Conclusões

Os resultados das estimações para a fronteira de custo valida as condições necessárias da função de custo, onde o custo variável aumenta com a variação positiva do preço do insumo trabalho, da produção, e do custo médio das despesas com materiais, mas a variável capital não se comportou como esperado pela teoria, ou seja, o custo variável aumenta com o capital, não estando em um equilíbrio de longo prazo. As estimações de eficiência apresentam valores maiores para o modelo de BC quando comparado com o modelo de KLH que pode ser explicado pelo fato de que o modelo BC não trata da heterogeneidade individual não observada.

Referente a política de regulação, as estimações da ineficiência técnica de custo, averiguando os municípios que já tem os instrumentos regulatório, com quem tem somente um deles ou nenhum, os resultados calculados, em parte, seguiram as hipóteses desse estudo.

Municípios em que empresas que já eram provavelmente reguladas no ano de 2007, tiveram maior eficiência técnica persistente quando comparado com outros municípios que tinham somente PMSB ou nenhum dos instrumentos. Já as localidades que tinham agência reguladora, após o ano de 2007, com a nova LNSB tiveram menor eficiência técnica transitória quando comparado com os outros grupos analisados. Isso pode ser devido ao fato de que, com a LNSB, as reguladoras estão emitindo mais normativas e com isso podendo gerar maior custos. Além do que, a eficiência persistente tem a ver com o comportamento gerencial de uma empresa, assim empresas reguladas teriam melhor comportamento gerencial, mas a eficiência transitória de curto prazo estaria sendo negativamente afetada pela nova regulação. Com relação ao efeito da regulação sobre a distribuição de ineficiência, o efeito foi positivo, aumentando a média da ineficiência.

Com referência ao PMSB, os municípios que têm somente esse instrumento, em geral, tem menor eficiência técnica de custo quando comparado aos outros grupos analisados. E tem efeito não significativo sobre a distribuição da ineficiência técnica. Isso corrobora com nossa hipótese de que da forma que o PMSB está sendo realizado, ou seja, em grande parte por pequenos municípios, geralmente com baixo desempenho técnico institucional para realizar e executar o plano, este instrumento teria efeito inócuo sobre a eficiência de custo.

No entanto, PMSB juntamente com agência reguladora geram efeito negativo sobre a ineficiência, ou seja, diminuem a ineficiência técnica de custo e o grupo de municípios com esses dois instrumentos têm maior eficiência técnica quando comparado aos outros grupos analisados. Assim, os resultados referente as estimações do instrumento de regulação também confirmam a hipótese de que dado que os municípios tem que delegar um ente responsável para regular e fiscalizar, estaria tendo efeito sobre a ineficiência, no entanto, é preciso averiguar como a regulação está sendo realizada, pois sozinha está gerando maior ineficiência transitória para as empresas de saneamento e juntamente com o PMSB apresenta resultados satisfatórios, talvez devido a uma regulação com base no plano de saneamento do município, podendo também esse grupo

ter sido formado por empresas que já eram mais eficientes antes da LNSB e adotaram ambos os instrumentos.

Assim, respondendo a pergunta deste estudo, de que se os instrumentos de regulação estão melhorando a eficiência das empresas, pode-se Os estudos existentes na literatura sobre dizer que, sozinhos esses instrumentos não estão garantindo que a eficiência das empresas de saneamento, mas que quando são utilizados juntos apresentam resultados satisfatórios para a eficiência de custo. Sugere-se que a legislação seja revista, principalmente no que diz respeito da responsabilidade de municípios pequenos e/ou sem condições financeiras de elaborar o PMSB. O PMSB está sendo elaborado muito mais na figuração de uma carta de intenções do que um planejamento setorial realmente efetivo. Ademais, a estruturação dos contratos de concessão entre os municípios e as operadoras de saneamento pode ser um instrumento de planejamento efetivo e de menor custo no Brasil, como por exemplo, contratos de Parceria Público-Privadas que vem crescendo no país.

Dessa forma, o debate sobre a regulação no setor de saneamento precisa ter continuidade, revisando a maneira que a regulação é realizada, como a titularidade de quem executa tais instrumento e as normas emitidas por reguladores. Essas últimas precisam ser revisadas focando em mecanismos de incentivos de eficiência. Também, a função e a execução dos PMSBs precisam ser revistas de modo a serem mais eficientes.

Ademais, o setor ainda possui grandes desafios, como a falta da universalização dos serviços de água e esgoto e as históricas ineficiências econômicas, estruturais e gerencias. As atuais políticas de regulação, como analisadas e discutidas nesses estudos, aparentam ter falhas iniciais.

Este trabalho teve como limitação o período da base de dados. Os dados desse estudo referente a supervisão regulatória e PMSB nos municípios brasileiros foram de 2007 a 2015 para uma amostra de municípios. Sugere-se novos estudos que consigam aumentar o período e a quantidade de municípios analisados.

Referências

ABAR – Associação Brasileira de Agências de Regulação. **Saneamento Básico: Regulação 2015**. Brasília: Ellite Gráfica e Editora, 2015. 72 p.

AIGNER, D.; LOVELL, C. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, vol. 6, n. 1, p. 21-37, 1977.

ABBOTT, M.; COHEN, B. Productivity and efficiency in the water industry. **Utilities Policy**, v. 17, n. 3, p. 233-244, 2009.

ABRATE, Graziano; ERBETTA, Fabrizio; FRAQUELLI, Giovanni. Cost inefficiency or just heterogeneity? An application of stochastic frontier models to the Italian water industry. **HERMES Working Paper**, v. 3, 2008.

ASHTON, John K. Total factor productivity growth and technical change in the water and sewerage industry. **The Service Industries Journal**, v. 20, n. 4, p. 121-130, 2000.

AUBERT, Cécile; REYNAUD, Arnaud. The impact of regulation on cost efficiency: an empirical analysis of Wisconsin water utilities. **Journal of Productivity Analysis**, v. 23, n. 3, p. 383-409, 2005.

BATTESE, George E.; COELLI, Tim J. Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. **Journal of econometrics**, v. 38, n. 3, p. 387-399, 1988.

BATTESE, George E.; COELLI, Tim J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. **Journal of productivity analysis**, v. 3, n. 1-2, p. 153-169, 1992.

BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical economics**, v. 20, n. 2, p. 325-332, 1995.

BELOTTI, F.; DAIDONE, S.; ILARDI, G.; ATELLA, V. Stochastic frontier analysis using Stata. **The Stata Journal**, v. 13, n. 4, p. 719-758, 2013.

BEER, Gerald. The Cobb-Douglas Production Function. **Mathematics Magazine**, v. 53, n. 1, p. 44-48, 1980.

BHATTACHARYYA, A., PARKER, E., RAFFIEE, K. A examination of the effects of ownership on the relative efficiency of public and private water utilities. **Land Economics**, p. 197-209, 1994.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera Leis; e dá outras providências. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em 06/05/2017.

BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm>. Acesso em: 23/04/2018.

BRASIL. Decreto nº 9.254, de 29 de dezembro de 2017. 2017b. Altera o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9254.htm#art1>. Acesso em 23/04/2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil. Edição: janeiro de 2017. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das cidades. Disponível em: <<http://www.consorciosprosinos.com.br/downloads/panorama-planos-municipais-de-saneamento-basico-260117-I.pdf>>. Acesso em 08/05/2017c.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>>. Acessado em: 07/05/2017a.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia para a Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico**. 2ª edição. Brasília, 2011. 152 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017. 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 28/07/2019.

CARMO, Cinthya Melo do; TÁVORA JÚNIOR, José Lamartine. Avaliação da eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando a metodologia DEA. **Encontro Nacional de Economia**, v. 31, 2003.

CARVALHO, A. E. C. **Caminhos para a universalização dos serviços de água e esgotos no Brasil: a atuação das entidades reguladoras para indução da eficiência dos prestadores de serviços**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Pública, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGP/UFRN), Natal, 2014, 140 p.

CARVALHO, Anne Emília Costa; SAMPAIO, Luciano Menezes Bezerra. Paths to universalize water and sewage services in Brazil: The role of regulatory authorities in promoting efficient service. **Utilities Policy**, v. 34, p. 1-10, 2015.

Coelli, T. J.; Rao, D. S. P.; O'Donnell, C. J.; Battese, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Springer Science & Business Media, 2005.

COLOMBI, Roberto. A skew normal stochastic frontier model for panel data. In: **Proceedings of the 45-th scientific meeting of the Italian statistical society**. 2010.

COLOMBI, Roberto; MARTINI, Gianmaria; VITTADINI, Giorgio. A stochastic frontier model with short-run and long-run inefficiency random effects. 2011.

CORNWELL, Christopher; SCHMIDT, Peter; SICKLES, Robin C. Production frontiers with cross-sectional and time-series variation in efficiency levels. **Journal of econometrics**, v. 46, n. 1-2, p. 185-200, 1990.

COUTINHO, D. R.; NAHOUM, A. V.; MENDES, C. H.; CUNHA, A. D. S.; FERREIRA, F. M.; TUROLLA, F. A. Poder concedente e marco regulatório no saneamento básico. **Cadernos DireitoGV**, v. 2, p. 1-74, São Paulo, FGV, 2006.

COWING, Thomas G.; HOLTSMANN, Alphonse G. Multiproduct short-run hospital cost functions: empirical evidence and policy implications from cross-section data. **Southern Economic Journal**, p. 637-653, 1983.

CRAIN, W.; ZARDKOOHI, A. A test of the property-rights theory of the firm: water utilities in the United States. **Journal of Law and Economics**, v.21, p. 395-408, 1978.

CRUZ, Felipe P. Análise da eficiência técnica das prestadoras brasileiras de saneamento. (Dissertação) Mestrado em Ciências Econômicas. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2016.

ERBETTA, Fabrizio; CAVE, Martin. Regulation and efficiency incentives: Evidence from the England and Wales water and sewerage industry. *Review of Network Economics*, v. 6, n. 4, 2007.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

FÉRES, J.; TUROLLA, F. Implementação de instrumentos regulatórios no setor saneamento. Mimeo (documento não publicado), 2017.

FORD, J.; WARFORD, J. Cost functions for the water industry, **Journal of Industrial Economics**, v. 18, n. 1, p. 53-63. 1969.

FOX, William F.; HOFER, Richard A. Using homothetic composed error frontiers to measure water utility efficiency. **Southern Economic Journal**, p. 461-477, 1986.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde, 2014. 112 p.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 2007 – 3ª Edição revisada - 2ª reimpressão - Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. 2007.

GARCIA, Serge; MOREAUX, Michel; REYNAUD, Arnaud. Measuring economies of vertical integration in network industries: An application to the water sector. **International Journal of Industrial Organization**, v. 25, n. 4, p. 791-820, 2007.

GARCIA, Serge; REYNAUD, Arnaud. Estimating the benefits of efficient water pricing in France. **Resource and energy economics**, v. 26, n. 1, p. 1-25, 2004.

GARCIA, Serge; THOMAS, Alban. The structure of municipal water supply costs: application to a panel of French local communities. **Journal of Productivity analysis**, v. 16, n. 1, p. 5-29, 2001.

GREENE, William. Reconsidering heterogeneity in panel data estimators of the stochastic frontier model. **Journal of econometrics**, v. 126, n. 2, p. 269-303, 2005a.

GREENE, William. Fixed and random effects in stochastic frontier models. *Journal of productivity analysis*, v. 23, n. 1, p. 7-32, 2005b.

JONDROW, J.; LOVELL, C. K.; MATEROV, I. S.; SCHMIDT, P. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. **Journal of econometrics**, v. 19, n. 2-3, p. 233-238, 1982.

KUMBHAKAR, Subal C. The specification of technical and allocative inefficiency in stochastic production and profit frontiers. **Journal of econometrics**, v. 34, n. 3, p. 335-348, 1987.

KUMBHAKAR, Subal C. Production frontiers, panel data, and time-varying technical inefficiency. **Journal of econometrics**, v. 46, n. 1-2, p. 201-211, 1990.

KUMBHAKAR, Subal C.; HESHMATI, Almas. Efficiency measurement in Swedish dairy farms: an application of rotating panel data, 1976-88. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 77, n. 3, p. 660-674, 1995.

KUMBHAKAR, Subal C.; HESHMATI, Almas; HJALMARSSON, Lennart. Temporal patterns of technical efficiency: Results from competing models. **International Journal of Industrial Organization**, v. 15, n. 5, p. 597-616, 1997.

KUMBHAKAR, Subal C.; LIEN, Gudbrand; HARDAKER, J. Brian. Technical efficiency in competing panel data models: a study of Norwegian grain farming. **Journal of Productivity Analysis**, v. 41, n. 2, p. 321-337, 2014.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic Frontier Analysis**. Cambridge University Press, Cambridge. 2003. 333p.

KUMBHAKAR, Subal C.; WANG, Hung-Jen; HORNCastle, Alan P. **A practitioner's guide to stochastic frontier analysis using Stata**. Cambridge University Press, 2015.

LAMBERT, David K.; DICHEV, Dimo; RAFFIEE, Kambiz. Ownership and sources of inefficiency in the provision of water services. **Water Resources Research**, v. 29, n. 6, p. 1573-1578, 1993.

LEE, Young Hoon; SCHMIDT, Peter. A production frontier model with flexible temporal variation in technical efficiency. **The measurement of productive efficiency: Techniques and applications**, p. 237-255, 1993.

MANN, Patrick C.; MIKESELL, John L. Ownership and Water System Operation. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 12, n. 5, p. 995-1004, 1976.

MAZIOTIS, A.; SAAL, D. S.; THANASSOULIS E.; MOLINOS-SENANTE, M. Price-cap regulation in the English and Welsh water industry: a proposal for measuring productivity performance. **Utilities Policy**, v. 41, p. 22-30, 2016.

MEEUSEN, W.; VAN DEN BROECK, J. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International economic review**, p. 435-444, 1977.

MORGAN, W. Douglas. Investor owned versus publicly owned water agencies: an evaluation of the property rights theory of the firm. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 13, n. 4, p. 775-781, 1977.

MOTTA, R. S. da. **Questões regulatórias do setor de saneamento no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, (Nota técnica, n. 5), 2004.

MOTTA, Ronaldo, S.; MOREIRA, Ajax R. B. **Eficiência e regulação no setor saneamento no Brasil**. (Texto para discussão nº 1059) Ipea, 2004. 19 p.

MURILLO-ZAMORANO, Luis R. Economic efficiency and frontier techniques. **Journal of Economic surveys**, v. 18, n. 1, p. 33-77, 2004.

NAUGES, Céline; VAN DEN BERG, Caroline. **How "natural" are natural monopolies in the water supply and sewerage sector? Case studies from developing and transition economies**. The World Bank, 2007.

PITT, Mark M.; LEE, Lung-Fei. The measurement and sources of technical inefficiency in the Indonesian weaving industry. **Journal of development economics**, v. 9, n. 1, p. 43-64, 1981.

RENZETTI, Steven. Municipal water supply and sewage treatment: costs, prices, and distortions. **Canadian Journal of Economics**, p. 688-704, 1999.

SABBIONI, Guillermo. Efficiency in the Brazilian sanitation sector. **Utilities Policy**, v. 16, n. 1, p. 11-20, 2008.

SAAL, David S.; PARKER, David. The impact of privatization and regulation on the water and sewerage industry in England and Wales: a translog cost function model. **Managerial and Decision Economics**, v. 21, n. 6, p. 253-268, 2000.

SAAL, David S.; PARKER, David. The comparative impact of privatization and regulation on productivity growth in the English and Welsh water and sewerage industry, 1985–99. **International Journal of Regulation and Governance**, v. 4, n. 2, p. 139-170, 2004.

SAAL, David S.; PARKER, David; WEYMAN-JONES, Tom. Determining the contribution of technical change, efficiency change and scale change to productivity growth in the privatized English and Welsh water and sewerage industry: 1985–2000. **Journal of Productivity Analysis**, v. 28, n. 1-2, p. 127-139, 2007.

SAAL, David S.; REID, Scott. Estimating opex productivity growth in **English and Welsh water and sewerage companies: 1993-2003**. Aston Business School, 2004.

SAMPAIO, Breno; SAMPAIO, Yony. Influências políticas na eficiência de empresas de saneamento brasileiras. **Economia aplicada**, v. 11, n. 3, p. 369-386, 2007.

SCHMIDT, Peter; SICKLES, Robin C. Production frontiers and panel data. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 2, n. 4, p. 367-374, 1984.

SHIH, J.; HARRINGTON, W.; PIZER, W.; GILLINGTON, K. Economies of scale in community water systems. **Journal of American Water Works Association**, v. 98, p. 100-108, 2006.

SOUZA, Geraldo da Silva e; FARIA, Ricardo Coelho de; MOREIRA, Tito Belchior S. Efficiency of Brazilian public and private water utilities. **Estudos Econômicos** (São Paulo), v. 38, n. 4, p. 905-917, 2008.

TSIONAS, Efthymios G.; KUMBHAKAR, Subal C. Firm Heterogeneity, Persistent And Transient Technical Inefficiency: A Generalized True Random-Effects model. **Journal of Applied Econometrics**, v. 29, n. 1, p. 110-132, 2014.

TUROLLA, F. A. Política de Saneamento Básico: Avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. Texto para discussão no 922. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. 2002.

WALLSTEN, Scott; KOSEC, Katrina. Public or private drinking water? The effects of ownership and benchmark competition on US water system regulatory compliance and household water expenditures. **The Effects of Ownership and Benchmark Competition on US Water System Regulatory Compliance and Household Water Expenditures (March 2005)**. AEI-Brookings Joint Center Working Paper, n. 05-05, 2005.

4 Efeitos dos Instrumentos de Regulação no Setor de Saneamento e de Saúde no Brasil

Resumo

Esse trabalho investiga os efeitos do marco regulatório do setor de saneamento básico do Brasil sobre a produtividade, investimentos e o índice de atendimento dos serviços de água e esgoto no setor de saneamento do país. Em uma segunda etapa, também buscou-se analisar o efeito da regulamentação no setor de saneamento sobre a saúde, através do número de hospitalizações com doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado, para os municípios brasileiros entre 2000 a 2015. A nova regulamentação foi promulgada através da lei 11.445/2007 que estabeleceu diretrizes nacionais para o setor de saneamento, como a obrigatoriedade para os municípios de possuírem um Plano Municipal de Saneamento Básico e uma agência que os regulasse, com o intuito de melhorar a eficiência e produtividade econômica das operadoras de saneamento e consequentemente espera-se uma externalidade positiva sobre a saúde dos brasileiros. A análise foi realizada para uma amostra de municípios brasileiros com informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), dados referentes a supervisão reguladora e Plano Municipal de Saneamento Básico do Féres e Turolla (2017) e dados referente a número de hospitalizações do DATASUS para o período de 2000 a 2015. Os resultados demonstraram que tanto regulação quanto PMSB quando adotados separadamente em sua maioria não geraram sinais dos efeitos esperados e significativos, mas quando adotados juntos os sinais dos efeitos são esperados e para alguns anos foram significativos.

Palavras-Chave: Saneamento; Desempenho; Saúde; Avaliação de Política.

4.1 Introdução

Providenciar serviços de saneamento básico tem sido importante objetivo dos países para o desenvolvimento econômico. Por se tratar de um serviço público relacionado as necessidades básicas do ser humano, afeta a saúde, a qualidade de vida da

população, o desenvolvimento social e econômico e também as condições ambientais. Reconhecido como um direito humano pela Organização das Nações Unidas a fim de evidenciar a importância e urgência nas metas de sua universalização, o saneamento básico¹³ ainda é uma realidade distante para 2,2 bilhões de pessoas que não possuem serviços de acesso a água gerenciados com segurança, para 4,2 bilhões de pessoas que são desprovidas de serviços de saneamento com segurança¹⁴ e para 3 bilhões de pessoas que não possuem instalações básicas de lavagem de mãos em suas residências (WHO e UNICEF, 2019).

O setor de saneamento nos países é, em geral, caracterizado como um monopólio natural, onde altos custos de capital são evidenciados, envolvendo geralmente sistemas com economias de escala e economias de escopo. Com uma concorrência de mercado limitada, esse setor pode ter uma gestão potencialmente prejudicial ao bem-estar social de uma economia, como a possibilidade de extração de rendas de monopólio e baixa qualidade do serviço prestado. Diante desses fatos, nas últimas décadas, têm-se aumentado a preocupação com a eficiência e a produtividade das empresas do setor de saneamento com uma regulamentação governamental.

No Brasil, por sua vez, o setor de saneamento sofre com deficiências regulatórias e estruturais, resultado do histórico ambiente regulatório e institucional do setor, gerador de baixos investimentos, má gestão e grandes ineficiências de custo, infraestrutura e qualidade do serviço prestado. Em 2017, o índice de atendimento de serviços água com rede foi de 83,5%, situação mais crítica na região Norte (57,5%) e na região Nordeste (73,3%). O índice de serviço de esgoto foi de 52,4%, na região Norte chega a apenas 10,2%. E no que se refere ao índice de esgoto tratado, a situação torna-se mais complexa, ou seja, somente 46% do total de esgoto gerado foi tratado no Brasil (BRASIL, 2019). Ademais, há uma grande desigualdade de acesso aos serviços de saneamento quando analisado por faixa de renda *per capita* domiciliar, em 2015, 68% de domicílios com renda até ¼ de salário mínimo possuíam abastecimento de água por rede geral de

¹³ Nesse estudo a definição de saneamento é tratada como serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

¹⁴ “Gerenciados com segurança” para serviços de água é definido como acesso a água de fontes melhoradas (água encanada, poços ou tubagens, poços cavados protegidos, nascentes protegidas, água embalada ou fornecida) localizadas em instalações e livre de contaminação fecal e química. E para serviços de esgoto, é definido como uso de instalações melhoradas (descarga direta / vazada para sistemas de esgoto, fossas sépticas ou latrinas; latrinas de fossa melhoradas ventiladas, casas de banho de compostagem ou latrinas de fossa com lajes) que não são compartilhadas com outras famílias e as excretas são descartadas com segurança (WHO e UNICEF, 2017).

distribuição, enquanto 96% dos domicílios com renda de mais de cinco salários possuíam esse tipo de abastecimento (IBGE, 2017).

A partir de 2007, no Brasil, o setor de saneamento começou a passar por uma nova experiência em termos de regulamentação através da promulgação da lei 11.445/2007, a qual instituiu novas diretrizes nacionais para o setor, tornando-se, então, um marco regulatório no país. A lei 11.445/2007 definiu aos titulares de serviços de saneamento exigências para disciplinar os contratos de prestação de serviço, entre essas estão: o desenvolvimento do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB); e a supervisão regulatória das operadoras de saneamento signatárias.

Os mecanismos regulatórios visam atender os princípios básicos da prestação dos serviços de saneamento, como a universalização dos serviços, eficiência econômica e articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, como a de promoção da saúde. Os PMSBs precisam conter o diagnóstico da situação do município, objetivos, metas e ações para a universalização e mecanismos para avaliações. Na regulação entre os objetivos está o de estabelecer padrões e normas; garantir o cumprimento de metas, reprimir o abuso de poder econômico; e definir tarifas que assegurem o equilíbrio econômico e financeiro, que permitam ganhos de produtividade (BRASIL, 2007).

Partindo desta explanação, este trabalho analisa a seguinte questão: o marco regulatório, diante da lei 11.445/2007, a qual exige os municípios a elaborarem um Plano Municipal de Saneamento e a terem supervisão regulatória da operadora dos serviços de saneamento local, faz com que as empresas de saneamento localizadas nestes locais tenham maior produtividade, realização de investimentos e aumento no índice de atendimento dos serviços de água e esgoto? Este marco, via os instrumentos de regulação e planejamento que podem ocasionar expansão de rede e melhoria na qualidade dos serviços prestados, resulta em uma maior qualidade em termos de saúde à população destes municípios?

Tendo em vista isso, o objetivo desta pesquisa é analisar os efeitos do marco regulatório do saneamento básico no Brasil quanto aos indicadores de desempenho das operadoras de saneamento, e seus impactos na saúde local. Desta maneira, a hipótese deste estudo é a de que os PMSBs podem não estar gerando impactos positivos para a promoção dos serviços de saneamento e da saúde. Mas espera-se que a regulação através de autarquias possa estar sendo eficiente, gerando efeitos positivos sobre a produtividade, investimento, universalização e saúde da população. Isto porque a titularidade municipal para a criação dos instrumentos regulatórios pode afetar os resultados esperados pela lei,

pois tem-se visto uma grande dificuldade por parte dos municípios tanto em elaborar os PMSBs, como também em delegar a regulação e fiscalização do setor de saneamento local, ambos os problemas devido à falta de conhecimento técnico específico para tal finalidade. A primeira situação é a mais preocupante, na medida em que planos são preparados, em sua grande maioria, com baixo rigor técnico e, conseqüentemente pouca adequação às necessidades locais. O segundo, pode ocasionar atraso da regulação, mas como a atividade de regulação e fiscalização será delegada para uma agência especializada, espera-se que este ente tenha conhecimento técnico para executar devidamente a atribuição a qual lhe foi empenhada.

Os estudos existentes na literatura sobre o setor de saneamento, em geral, enfocam na análise de retornos sociais, como os impactos do setor de saneamento na saúde, realizado em nível internacional, por estudos como os de Esrey, Faechem e Hughes, 1985, para países em desenvolvimento; Esrey et al., 1991 para os Estados Unidos e países em desenvolvimento; Jalan e Ravallion (2003) para áreas rurais da Índia; Fewtrell et al. 2005 para países menos desenvolvidos, Watson, 2006 para reservas indígenas dos EUA, Teixeira, Gomes e Souza (2012) para a América Latina, Kosec (2014) para área urbana da África e vários estudos e relatórios a nível mundial produzidos pela World Health Organization, como WHO e UNICEF (2017) e WHO e UNICEF (2019) que apresentam análises de correlação sobre o setor de saneamento e a saúde. Em geral, esses estudos apontaram para resultados positivos quanto à melhoria da saúde da população quando prestado o serviço de saneamento básico, principalmente na redução da incidência de diarreia, especialmente em crianças e em países em desenvolvimento.

Os efeitos positivos do acesso ao saneamento básico na saúde também foram identificados no Brasil, como Merrick (1985) para os 1970 e 1976. Seroa da Motta e Rezende (1999) para a década de 1980; Alves e Belluzzo (2004) para o período de 1970 a 2000, Mendonça e Seroa da Motta (2007) para o período de 1981 a 2001, Rasella (2013) para o período de 2005 a 2008 com o Programa Água para Todos na Bahia e Leivas et al. (2016) para o período de 2001 a 2010. Esses estudos evidenciaram que a provisão de serviços de saneamento básico estaria relacionada a menores taxas de mortalidade. A maioria destes estudos analisaram a mortalidade infantil e por doenças de veiculação hídrica. Ademais, Scriptori (2016) para o ano de 2010 e ITB (2018) para 2014 e 2016 no Brasil, demonstram uma correlação negativa entre percentual da população com acesso a serviços de saneamento básico e o número de internações por milhão de brasileiros.

À vista disso, esse estudo visa contribuir com a literatura e a sociedade, gerando informações sobre o efeito do marco regulatório do setor de saneamento sobre a melhoria dos serviços prestados pelas empresas de saneamento e sobre o efeito indireto na saúde da população no Brasil. O estudo é importante na área da regulação do setor de saneamento porque visa analisar impactos sociais e de desempenho do setor, diante do marco regulatório (lei 11.445/2007) e a exigência desse na implementação, por parte dos municípios, em instrumentos de regulação e planejamento. A análise empreendida por este estudo sobre o efeito da regulação do setor de saneamento sobre as variáveis de produtividade, investimento e universalidade dos serviços de água e esgoto prestados pelas empresas brasileiras é conveniente no país devido ao atraso em termos de universalização, o histórico de baixos investimentos e de produtividade no setor. O foco na saúde tem sua importância, pois conforme estimativas da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2019) a falta de saneamento está ligada com transmissões de doenças, como a cólera, diarreia, febre tifoide e poliomielite, causando anualmente 432 mil mortes por diarreia.

A estratégia empírica desse estudo utiliza a análise de diferença-em-diferenças (DD) que compara os resultados dos municípios que possuem somente supervisão regulatória, ou somente PMSB, ou que possuem esses ambos instrumentos regulatórios com os municípios que não possuem os mecanismos regulatórios para o período anterior e posterior da implementação desses instrumentos nesses municípios. Os dados estão na estrutura de dados em painel não balanceado para o período de 2000 a 2015, tendo como fonte o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), levantamento de dados referentes a municípios com PMSB e/ou com agência reguladora de Turola e Féres (2017) e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS).

Esse artigo prossegue na seguinte estrutura: a seção dois explana uma breve explicação do marco regulatório no Brasil, especialmente dos instrumentos regulatórios: regulação e planejamento. A seção três trata de aprofundar os conceitos relativos a estratégia empírica e a delimitar sua utilização. Essa seção apresenta o modelo, método, fonte dos dados e descrição das variáveis utilizadas. A seção quatro apresenta os resultados. E por fim, a seção cinco sumariza as conclusões obtidas ao longo do estudo.

4.2 Marco Regulatório no Brasil: Regulação e Planejamento

No ano de 2007 entrou em vigor a lei 11.445/2007 que estabeleceu novas diretrizes nacionais para o setor de saneamento no Brasil. A lei ficou conhecida como um marco regulatório no setor de saneamento, que até o então permanecia sem uma regulação específica. O marco regulatório trouxe uma série de novas regras, como também exigências para a validação dos contratos de prestação de serviços. Entre essas exigências está a da existência de um Plano Municipal de Saneamento Básico e a supervisão regulatória da empresa de saneamento localizada no município.

O Plano Municipal de Saneamento Básico é elaborado pelo titular dos serviços, o qual abrangerá no mínimo:

I - diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas; II - objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais; III - programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento; IV - ações para emergências e contingências; V - mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas (Art. 19) (BRASIL, 2007).

Os Planos Municipais de Saneamento Básico precisam ser revistos periodicamente, em um período não superior a quatro anos.

No que se refere a supervisão regulatória, os titulares definem o ente responsável para regular e fiscalizar a operadora de saneamento local. A regulação terá como objetivo: estabelecer padrões e normas; garantir o cumprimento de metas; prevenir e reprimir o abuso do poder econômico; e definir tarifas que garantam o equilíbrio econômico e financeiro (BRASIL, 2007).

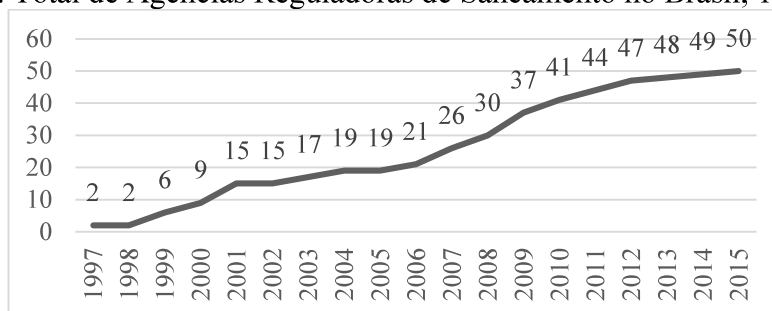
Assim, o planejamento e a regulação são instrumentos regulatórios que visam melhorar a eficiência das empresas de saneamento no Brasil. No entanto, a implementação desses mecanismos regulatórios se tornou um desafio para os titulares dos serviços. Tanto o planejamento como a regulação são funções complexas de serem realizadas.

O exercício da regulação pode ser delegado a uma entidade de regulação com profissionais especializados para a realização dessa função. No entanto, isso gera um custo e, devido à recente exigência, há um déficit de profissionais qualificados e com

experiência na área. No que se refere ao PMSB, os municípios estão enfrentando dificuldades para o desenvolvimento desse e para as revisões seguintes. Falta capacidade técnica e também gera custo, sendo ainda mais difícil para pequenos municípios.

Na Figura 16 apresenta-se a evolução de agências reguladoras de no Brasil, averiguando um crescimento de número de agências após o ano de 2007, mas ainda muito baixo. No ano de 2015 foi identificada a existência de 50 Agências Reguladoras de Saneamento Básico – ARSB no país em 2015. Destas, 23 possuem abrangência estadual, 24 possuem abrangência municipal e três são consórcios de municípios (ABAR, 2015).

Figura 16. Total de Agências Reguladoras de Saneamento no Brasil, 1997 a 2015.



Fonte: ABAR (2015).

Com base nos dados de Féres e Turolla (2017) e dados coletados nesse estudo, em 2008, de 3397 municípios com dados sobre a presença de agência reguladora no SNIS, 658 municípios (19,4%) tinham agência reguladora. Já em 2015, quase 63% desse total de municípios tinham agência reguladora, ou seja, 2159 municípios. Referente ao PMSB, 2959 municípios tinham dados referente se havia ou não PMSB. Evidência que em 2008, 160 municípios (6,5%) tinham PMSB e em 2015, 1067 municípios tinham PMSB (36,4%).

Dessa maneira, observa-se que mesmo depois de oito anos do marco regulatório, o percentual de municípios da amostra que adotaram os instrumentos regulatórios ainda é baixo, principalmente no que se refere ao PMSB. Ademais, devido a falta de capacidade técnica dos municípios, os PMSBs elaborados podem apresentar baixa qualidade em termos do seu conteúdo mínimo, ocasionando baixa eficácia sobre o desempenho das operadoras de saneamento e, conseqüentemente, baixo ou nenhum efeito sobre indicadores de saúde. A supervisão regulatória, é geralmente realizada por profissionais mais especializados no assunto que pode resultar em um efeito significativo sobre o desempenho das empresas de saneamento e, conseqüentemente nos indicadores de saúde.

4.3 Estimação e Dados

4.3.1 Estratégia empírica

Modelo e método

A estratégia empírica desse estudo é uma análise de diferenças-em-diferença que segue Carrillo e Feres (2019) e Bailey e Goodman-Bacon (2015) que utilizaram esse método e a técnica de estudo de evento para averiguar a validade de tendência comum e a intensidade do efeito da política por cada período analisado.

A Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB) foi implementada no ano de 2007, mas os municípios tiveram um prazo para se ajustar a nova lei, como o de elaborar um PMSB e delegar a um ente responsável a função de regulação e fiscalização (que chamaremos aqui como agência reguladora). Esse prazo foi prorrogado algumas vezes¹⁵, fazendo com que os municípios tenham adotado estes instrumentos em anos diferentes e, muitos, ainda sequer adotaram algum desses instrumentos regulatórios. Assim, foram criadas variáveis indicadoras nas quais os municípios recebem o valor de um a partir do ano que adotaram um ou ambos instrumentos regulatórios, e zero, caso o contrário. O modelo para analisar o efeito dos instrumentos do marco regulatório está especificado na equação (23).

$$Y_{it} = \alpha + \beta ano + \delta agencia_{reguladora_{it}} + \gamma PMSB_{it} + \theta ambos_{instrumentos_{it}} + Z_i + \eta_i + u_{it} \quad (23)$$

onde Y é a variável resposta de interesse para a empresa/município¹⁶ i no ano t , representado separadamente pelo índice de produtividade das empresas de saneamento, investimento totais realizados pelo prestador de serviço de saneamento, índice de atendimento urbano de água¹⁷, índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água e o número de hospitalização de pessoas com doenças

¹⁵ Até a data desse estudo o prazo é até dezembro de 2019.

¹⁶ Cada município tem uma operadora de saneamento.

¹⁷ As variáveis índice de atendimento urbano de água e índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água foram escolhidos para essa análise ao invés do índice de atendimento total de água e índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto devido a maior possibilidade de encontrar comportamentos semelhantes sobre a variável de resposta antes da adoção dos instrumentos regulatórios.

relacionadas a falta de saneamento básico; α é a constante, β representa o efeito fixo de ano, a variável $\delta_{agencia_reguladora_{it}}$ é um indicador que assume um valor de um, se e somente se, o município i tem somente supervisão regulatória no ano t , a variável $\gamma_{PMSB_{it}}$ é um indicador que assume o valor de um, se e somente se, o município i tem somente Plano Municipal de Saneamento no ano t e $\theta_{ambos_instrumentos_{it}}$ é um indicador que assume o valor de um, se e somente se, o município i tem ambos instrumentos regulatórios, ou seja, o efeito de ter supervisão regulatória quando o município tem PMSB comparado com o efeito de ter agência reguladora quando o município não tem PMSB. Como essas variáveis assumem valor de um no ano t , no qual, começam a utilizar o instrumento regulatório e zero caso ao contrário, tem-se o efeito isolado do que ocorreu na variável resposta, depois de adotar o instrumento regulatório.

Assim, os coeficientes δ , γ e θ irão medir o efeito dos instrumentos regulatórios na variável de interesse. As variáveis independentes Z_i incluem um conjunto de variáveis de características do município e/ou da empresa no período anterior à política (medidas em um ponto no tempo antes da implementação da LNSB) e são interagidas com uma tendência temporal linear. A variável η_i capta o efeito fixo por empresa/município, ou seja, o efeito de características não observada constantes no tempo. Por fim, u_{it} é o termo de erro idiossincrático. Os modelos são estimados considerando erros padrões robustos e cluster no nível de município para variáveis respostas referente as empresas de saneamento e cluster no nível de microrregião para variáveis respostas referente a internações hospitalares.

Estudo de Evento

Nesse estudo, também se utiliza a técnica de estudo de evento, que usa a variação de quando e onde os instrumentos regulatórios foram estabelecidos para averiguar como o efeito dos instrumentos regulatórios evoluíram sobre a variável de interesse ao longo do tempo. Essa análise é importante para averiguar a intensidade do efeito da política ao passar dos anos, ou seja, quando uma política é implementada, a hipótese subjacente é a de que o efeito vai ser imediato, mas se tratando de regulação no setor de saneamento se espera que possa demorar algum tempo para que o efeito seja significativo no setor. Dessa maneira, a ideia do estudo de evento é captar esse efeito ao longo dos anos e em princípio o efeito acumulado seria de aumento da divergência ao longo do tempo, se a regulação é eficaz.

Para a análise de estudo de evento, utiliza-se indicadores para k anos antes e depois¹⁸ da adoção dos instrumentos interagindo com a *dummy* de instrumento regulatório, e é substituída na equação 1 no lugar das variáveis de efeito dos instrumentos regulatórios, como demonstrado na equação (24).

$$Y_{it} = \alpha + \beta_{ano} + \sum_{k=-15}^{-2k} \beta_{pre}^k \mathbf{1}[D_t = -k] \times instrumento_regulatório_i + \sum_{k=0}^k \beta_{pos}^k \mathbf{1}[D_t = k] \times instrumento_regulatório_i + Z_i + \eta_i + u_{it} \quad (24)$$

em que, $\mathbf{1}[D_t = .]$ é uma *dummy* de ano do evento do instrumento regulatório, que é igual a 1 quando o ano da observação é $k = -15, \dots, 0, \dots, 8$ anos da data em que o instrumento regulatório foi implementado no município. A categoria omitida é -1. E a categoria zero é o ano em que o(s) instrumento(s) regulatório(s) é (são) adotado(s). Na equação 2, os parâmetros de interesse para analisar o efeito da política para cada ano antes e depois da adoção do instrumento regulatório são β_{pre}^k que descreve a evolução da variável resposta nas empresas de saneamento ou nos municípios eventualmente tratados antes da implementação dos instrumentos regulatórios. Essa análise permite averiguar de forma direta que localização e data de adoção dos instrumentos da LNSB não estão correlacionados com as mudanças pré-política nas variáveis respostas (validade interna) e β_{pos}^k que descreve a diferença nos resultados k anos após o(s) instrumento(s) regulatório(s) ter sido estabelecido no município da diferença em municípios não tratados, obtendo efeitos de intenção de tratar da LNSB sobre a produtividade e cobertura das empresas de saneamento e sobre a saúde da população em relação ao ano anterior do início da implementação dos instrumentos.

O pressuposto da estratégia de identificação da abordagem estatística deste estudo é que, na ausência dos instrumentos regulatórios da LNSB, as empresas ou municípios nos grupos de tratamento (adotaram um ou mais instrumentos regulatórios) e controle (não adotaram instrumento regulatório) teriam experimentado as mesmas mudanças proporcionais (tendências) nas variáveis respostas analisadas neste estudo, dentro dessa validade não necessariamente os grupos de tratamento e de controle necessitam ter as mesmas condições antes da inserção da LNSB no município.

¹⁸ Como o ano em que o instrumento regulatório é adotado não é o mesmo, o período antes e depois mudará para cada município. Assim, os k períodos apresentados na equação 2 são os máximos que podem ser alcançados.

Assim, espera-se que antes da implementação dos instrumentos regulatórios os coeficientes que demonstram o efeito da política sobre a variável de resposta sejam estatisticamente não significativos. E após a implementação, com base na hipótese desse estudo, espera-se que os coeficientes referentes ao efeito da política de supervisão regulatória sejam significativos, mas talvez demore algum período para que isso venha ocorrer. No que se refere ao PMSB, devido as dificuldades de elaboração, espera-se que os coeficientes que representam o efeito desse instrumento regulatório seja não significativo ou demore mais para ser significativo.

O método de Diferença em diferenças compara as tendências entre os grupos de tratamento e controle. A diferença do resultado de antes e depois da adoção dos instrumentos regulatórios nos municípios (primeira diferença) controlará fatores constantes ao longo do tempo, observáveis e não observáveis, ou seja, anula o efeito de características próprias de cada municípios do grupo de tratado. E os fatores que variam ao longo do tempo são captados pela diferença do resultado de antes e depois da adoção dos instrumentos regulatórios dos municípios do grupo de controle, ou seja, que não possui instrumento regulatório. À vista disso, é necessário que não exista diferença (tendências diferenciais) em fatores não observáveis que variem entre os grupos de tratamento e controle ao longo do tempo, para uma estimativa válida do contrafactual.

Pode ser preocupante se a desigualdade entre municípios pode levar a uma existente diferença nas tendências dessas características, o que estaria falsamente correlacionado com o efeito de tratamento. Pois, por exemplo, alguma empresa de saneamento ou município que já estava mudando sua situação em termos de produtividade, cobertura de serviço e saúde relacionada ao saneamento básico, uma vez que já estava recebendo mais investimentos para saneamento antes da política, pode levar a uma superestimativa dos impactos da LNSB sobre as variáveis respostas. Isso acarretaria em uma ameaça da validade interna da avaliação. Assim, para evitar tal problema e da mesma forma julgar a suposição de identificação do modelo, pode-se utilizar da análise de estudo de evento para verificar as pré-tendências diferenciais nos resultados.

Então quando há identificação de diferença nas tendências, ou seja, se algum dos efeitos pré-políticos forem estatisticamente significativos, é controlado nas equações 1 e 2 características de pré-tratamento das empresas e/ou dos municípios com uma tendência temporal linear, onde as estimativas pontuais não são afetadas. Quando os grupos tratado e controle tiverem tendências semelhantes (resultados não significativos) antes da

inserção da política e divergir somente após a política existirá forte evidências de que o efeito se deu devido a política e não a outros fatores não observados (como Hoynes e Schanzenbach, 2009, Bailey e Goodman-Bacon 2015 e Carrillo e Feres, 2019).

4.3.2 Base de dados

Neste estudo são utilizadas três fontes de dados para analisar o efeito dos instrumentos regulatórios da LNSB de 2007 sobre as variáveis respostas de interesse para o período de 2000 a 2015. O conjunto de dados reunidos para este estudo contém informações sobre as (1) empresas de saneamento e seus respectivos municípios no Brasil, (2) destes municípios, quais já têm um ou ambos instrumentos regulatórios (agência reguladora e PMSB) e (3) o número de hospitalizações de pessoas com doenças relacionadas a falta de saneamento adequado nesses mesmos municípios. Nesses dados, tem-se, então, onde e a partir de quando a política da LNSB, através dos instrumentos regulatórios, foi executada.

Os dados das empresas de saneamento básico são oriundos do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, 2017), tendo uma estrutura de dados em painel não balanceado. O SNIS é o maior sistema de informação do setor de saneamento no Brasil e é administrado pelo Governo Federal. As informações do SNIS são coletadas anualmente através de formulários que são preenchidos pelas prestadoras de serviços ou órgãos municipais responsáveis.

Os dados referentes a adoção dos instrumentos regulatórios são de Feres e Turolla (2017), complementados pelos autores desse estudo. Foram retiradas da amostra as empresas que tinham regulação em 2007, por não se possuir a informação de quando essas operadoras começaram a ser reguladas.

Já os dados das hospitalizações são do departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil – DATASUS (DATASUS, 2018).

Como no presente estudo tem-se mais de uma variável dependente, foi de interesse apresentar como essas variáveis são definidas, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Definição das variáveis dependentes e de interesse.

Variáveis	Definição	Fonte
Agência reguladora (reguladora)	Variável dicotômica com o valor de um, se e somente se, o município possui ente responsável para regular e fiscalizar operadora de saneamento do local no ano de referência e zero caso o contrário.	Féres e Turolla (2017) e complementação deste estudo.
PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico	Variável dicotômica que assume o valor de um, se e somente se, o município tem um PMSB no ano de referência e zero caso o contrário.	Féres e Turolla (2017) e complementação deste estudo.
Ambos – Ag. reguladora e PMSB	Variável dicotômica que assume o valor de um, se e somente se, o município tem ambos instrumentos regulatórios: Ag. Reguladora e PMSB no ano de referência e zero caso o contrário.	Féres e Turolla (2017) e complementação deste estudo.
Índice de produtividade	Variável contínua para estatística descritiva e logaritimizada para as estimções. A variável explica o número de economias ativas por pessoal total (equivalente).	IN019 - SNIS
Investimentos totais realizados pelo prestador de serviço	Variável contínua para estatística descritiva e logaritimizada para as estimções. Inflacionada para o ano de 2015 com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A variável se refere ao valor dos investimentos totais realizados, diretamente ou por meio de contratos pelo próprio servidor de serviço com recursos próprios, onerosos e não onerosos feitos no(s) sistema(s) de abastecimento de água, de esgotamento sanitário (FN024) ou em outros investimentos relacionados aos serviços de água e esgotos, além de despesas capitalizáveis. Unidade: R\$/ano.	FN033 - SNIS
Índice de atendimento urbano de água	Variável contínua para estatística descritiva e logaritimizada para as estimções. A variável trata-se da divisão da População urbana atendida com abastecimento de água pela População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água.	IN023 – SNIS
Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água	Variável contínua para estatística descritiva e logaritimizada para as estimções. A variável é formada através da divisão da População urbana atendida com esgotamento sanitário pela População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água.	IN024 – SNIS
Número de hospitalizações de pessoas com Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (Drsai)	Variável contínua para estatística descritiva e logaritimizada para as estimções. As Drsai são categorizadas em: 1. Doenças de transmissão feco-oral (CID-10: A00; A02-A04; A06-A09; A01; B15). 2. Doenças transmitidas por inseto vetor (CID: A90; A91; A95; B55; B74; B50-B54; B57). 3. Doenças transmitidas através do contato com a água (CID: B65; A27). 4. Doenças relacionadas com a higiene (CID: A71; H10; B35; B36). 5. Geohelmintos e teníases (CID: B68; B69; B71; B76-B83; B67).	Número de hospitalizações do DATASUS e classificação da FUNASA.
Número de hospitalizações de pessoas com doenças de transmissão feco-oral - categoria Diarreia	Variável contínua para estatística descritiva e logaritimizada para as estimções. 1. Doenças de transmissão feco-oral: Cólera; Infecções intestinais bacterianas; Intoxicações alimentares bacterianas; Amebíases; Doenças intestinais por protozoários; Doenças intestinais virais e as não especificadas; Diarreias e gastroenterite de origem infecciosa presumível (CID-10: A00; A02-A04; A06-A09)	Número de hospitalizações do DATASUS e classificação da FUNASA.
Número de hospitalizações de pessoas com doenças de transmissão feco-oral - categoria	Variável contínua para estatística descritiva e logaritimizada para as estimções. 1. Doenças de transmissão feco-oral: Febre Tifoide e Paratifoide; e Hepatite A (CID-10: A01; B15)	Número de hospitalizações do DATASUS e classificação da FUNASA.

Variáveis	Definição	Fonte
Febre entérica e Hepatite A		
Número de hospitalizações de pessoas com doenças de Geo-helminhos e teníases.	Variável contínua para estatística descritiva e logaritmizada para as estimativas. Geo-helminhos e teníases (CID: B68; B69; B71; B76-B83; B67).	

Notas: CID-10: Classificação Internacional de Doenças. Revisão 1996 (OMS, 1997); FUNASA - Fundação Nacional da Saúde (BRASIL, 2010).

Fonte: Elaboração própria.

Para garantir a validade de tendência comum antes da implementação da política e formar uma especificação mais correta possível para cada modelo, foi necessário em algumas estimativas a utilização de características pré-LNSB interagidas com uma variável de tendência. O Quadro 2 mostra a definição dessas variáveis.

Quadro 2. Definição de variáveis de características pré-LNSB.

Variáveis	Definição	Fonte
Extensão de rede de água	Variável logaritmizada para as estimativas. A variável explica o comprimento total da malha de distribuição de água, incluindo adutoras, subadutoras e redes distribuidoras e excluindo ramais prediais, operada pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Unidade: km	AG005 - SNIS
Extensão de rede de esgotos	Variável logaritmizada para as estimativas. A variável contém a informação do comprimento total da malha de coleta de esgoto, incluindo redes de coleta, coletores tronco e interceptores e excluindo ramais prediais e emissários de recalque, operada pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Unidade: km	ES004 - SNIS
Investimentos realizados pelo prestador de serviço	Variável logaritmizada para as estimativas. A variável contém a informação do valor dos investimentos totais, diretamente ou por meio de contratos celebrados pelo próprio prestador de serviços, pagos com recursos próprios, onerosos e não onerosos feitos no(s) sistema(s) de abastecimento de água, de esgotamento sanitário ou em outros investimentos relacionados aos serviços de água e esgotos, além de Despesas Capitalizáveis. Valores inflacionados para o ano de 2015, com uso do IPCA - IBGE.	FN033 - SNIS

Variáveis	Definição	Fonte
PIB - Produto Interno Bruto	Variável logaritmizada para as estimações. Produto interno bruto a preços correntes, impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos a preços correntes e valor adicionado bruto a preços correntes total e por atividade econômica, e respectivas participações. Inflacionados para o ano de 2015 com o uso do IPCA - IBGE.	Tabela 5938 (IBGE - SIDRA, 2019)
População total atendida com abastecimento de água	Variável logaritmizada para as estimações. Valor da população total atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência.	AG001 - SNIS
Índice de produtividade das empresas de saneamento	Variável contínua para estatística descritiva e logaritmizada para as estimações. A variável explica o número de economias ativas por pessoal total (equivalente).	IN019 - SNIS
Volume de água produzido	Variável contínua para estatística descritiva e logaritmizada para as estimações. Volume anual de água disponível para consumo. Unidade: 1.000 m ³ /ano.	AG006 - SNIS
Volume de esgoto coletado	Variável contínua para estatística descritiva e logaritmizada para as estimações. Volume anual de esgoto lançado na rede coletora. Unidade: 1.000 m ³ /ano.	ES005 - SNIS
Índice de tratamento de esgoto	Variável contínua para estatística descritiva e logaritmizada para as estimações.	IN016 - SNIS
Índice de Desenvolvimento Humano da Educação – IDH-E	Variável contínua para estatística descritiva e logaritmizada para as estimações.	ATLAS (2018)
Indicador de estado	Variável dicotômica que recebe o valor de um, se e somente se, refere-se a um ente federativo específico do Brasil e zero caso o contrário.	
Indicador de região	Variável dicotômica que recebe o valor de um, se e somente se, refere-se a uma das cinco grandes regiões brasileiras (Sul, Sudeste, Norte, Nordeste e Centro-Oeste) e zero caso o contrário.	

Fonte: Elaboração própria.

4.3.3 Estatísticas descritivas

As médias das variáveis respostas e de controle são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6. Estatísticas das variáveis de respostas e de controle

Variável	Observações	Média	Desvio-Padrão
Amostra para empresas de água e esgoto com informações dos instrumentos regulatórios			
<i>Variáveis respostas</i>			
Índice de produtividade	12.895	461,78	431,80
Investimentos totais realizados pelo prestador	12.345	6825066	51500000,00
Índice de atendimento urbano de água	14.065	95,06	12,92
Índice de atendimento urbano de esgoto	11.772	64,85	34,89

Variável	Observações	Média	Desvio-Padrão
<i>Variáveis de características antes da política</i>			
Extensão de rede de água	10.944	302,13	932,57
Extensão de rede de esgoto	10.768	172,00	681,25
Investimentos totais realizados pelo prestador	13.952	9016588	52800000,00
PIB	20.336	1426362	10500000,00
Índice de tratamento de esgoto	10.160	68,90	43,02
Volume de água produzido	10.656	9112,51	46497,55
Volume de esgoto coletado	10.736	3994,38	24915,74
Amostra para empresas de água, esgoto e água e esgoto com informações dos instrumentos regulatórios para estimativas de indicadores de saúde			
<i>Variáveis respostas</i>			
N. de hospitalizações de todas as doenças (Drsai)	55.824	164,19	751,56
N. de hospitalizações de doenças com doenças de transmissão feco-oral - categoria diarreia	55.824	133,53	642,51
N. de hospitalizações de pessoas com doenças de transmissão feco-oral - categoria febre entérica e hepatite A	55.824	2,10	10,96
N. de hospitalizações de pessoas com doenças transmitidas por inseto vetor	55.824	24,23	176,11
N. de hospitalizações de pessoas com doenças transmitidas através do contato com a água	55.824	2,80	25,12
N. de hospitalizações de pessoas com doenças relacionadas com a higiene	55.824	0,65	4,92
N. de hospitalizações de pessoas com doenças relacionadas a Geo-helmintos e teníases	55.824	0,88	9,26
<i>Variáveis de características antes da política</i>			
População atendida com abastecimento de água	38.992	36615,34	273128,80
Extensão de rede de água	38.928	113,90	510,97
Índice de produtividade	34.976	395,81	259,97
Investimentos totais realizados pelo prestador	37.360	3591175	32500000,00
IDH - E	55.808	0,37	0,13

Fonte: resultados do estudo.

Nas Tabelas 7 e 8 apresentam-se as médias das variáveis de respostas antes e depois nos municípios tratados, ou seja, que têm Agência Reguladora (Tabela 8) e/ou que têm PMSB (Tabela 8) e dos municípios que não são tratados em cada instrumento regulatório. Referente ao índice de produtividade, evidência que em todas as empresas da amostra (com prestação de serviço de água, de água e esgoto e de esgoto) e nas empresas com prestação de serviço de água, o índice de produtividade cresce mais nos municípios com regulação, quando comparados aos que não têm esse instrumento regulatório. E o índice de produtividade cresce menos nos municípios com PMSB, quando comparados aos municípios que não têm PMSB. No entanto, observando as empresas com prestação de serviço de água e de esgoto, o índice de produtividade diminui tanto no grupo de

tratado por agência reguladora como no de controle, sendo que no grupo de tratado diminui mais. No grupo de tratados e de controle por PMSB para as empresas de saneamento com serviço de água e esgoto, o índice de produtividade também diminui para ambos grupos, no entanto para o grupo que tem PMSB o índice diminui menos.

Verifica-se também que os investimentos realizados pelas empresas prestadoras de serviço de todas as empresas e das empresas de serviço de água e esgoto foram maiores para os municípios tratados com Agência Reguladora ou PMBS. Além disso, o índice de atendimento urbano de água em municípios regulados tem variação negativa observando todas as empresas da amostra e em empresas com serviço de água. Empresas com serviço de água e esgoto tem variação positiva após delegarem a agência reguladora, mas crescem menos que a variação nos tratados. Para PMSB, a variação do índice de atendimento urbano de água é negativa para o grupo de tratado e de controle, mas é menor para todas as empresas e para as empresas com serviço de água e de esgoto. E o índice de atendimento urbano de esgoto cresce menos nos grupos tratados (agência reguladora ou PMSB) quando comparados aos grupos de controles.

Na área de saúde a Tabela 9 e 10 demonstram a média de hospitalizações de pessoas com doenças relacionadas a falta de saneamento adequado. Na Tabela 9, nota-se que tanto o grupo de tratados com agência de regulação como o grupo de controle têm variação negativa após a implementação dos instrumentos regulatórios, ou seja, o número de hospitalizações para essas doenças diminui. No entanto, o número de hospitalizações de todas as doenças e de transmissão feco-oral categoria diarreia, cai menos nos municípios tratados com agência reguladora quando comparados ao grupo de controle.

Na Tabela 10 apresenta-se a análise dos municípios tratados com PMSB e dos municípios de controle. Nessa tabela, observa-se que o número de hospitalizações, em média, aumenta para as doenças transmitidas por inseto vetor depois da adoção dos instrumentos para ambos os grupos, mas aumenta mais no grupo de tratados. Nas outras doenças, ambos os grupos (tratados e controle) têm variação negativa no número de hospitalizações após a implementação do PMSB, sendo que para todas as doenças e diarreia diminui menos no grupo de tratado.

Tabela 7. Médias das variáveis respostas do grupo de tratado (municípios que têm Agência Reguladora) e de controle

Tratado - Agência Reguladora			Controle		
	Média antes da presença da agência reguladora (desde o ano de 2000)	Média depois da delegação da agência reguladora (até o ano de 2015)	Média antes da presença da agência reguladora (desde o ano de 2000)	Média depois da delegação da agência reguladora (até o ano de 2015)	Variação
Índice de produtividade					
Todas as empresas	435,16	477,31	377,69	395,30	17,61
Água e esgoto	529,58	522,96	426,63	420,74	-5,89
Água	386,87	430,59	349,03	372,92	23,89
Investimentos totais realizados pelo prestador de serviço					
Todas as empresas	5.170.009,58	6.448.826,08	2.341.348,69	2.686.945,74	345.597,05
Água e esgoto	12.155.220,96	13.947.620,93	5.952.765,50	6.481.141,90	528.376,40
Água	407.583,34	451.432,95	315.769,22	329.417,19	13.647,97
Índice de atendimento urbano de água					
Todas as empresas	91,63	91,16	90,06	91,18	1,13
Água e esgoto	94,10	94,41	95,67	96,05	0,37
Água	90,12	88,88	87,04	87,98	0,94
Índice de atendimento urbano de esgoto					
Todas as empresas	62,34	67,64	59,88	66,52	6,65
Água e esgoto	62,55	66,66	63,68	70,25	6,57

Nota: As empresas de saneamento que tinham em seus respectivos municípios Agências Reguladoras e/ou PMSB no ano de 2007, foram retiradas da amostra para captar somente o efeito dos instrumentos regulatórios nos indicadores de saneamento a partir da LNSB.

Fonte: estatística estimada do estudo.

Tabela 8. Médias das variáveis respostas do grupo de tratado (municípios que têm PMSB) e de controle

	Tratado – PMSB		Controle	
	Média antes do PMSB (desde o ano de 2000)	Média depois do PMSB (até o ano de 2015)	Média antes do PMSB (desde o ano de 2000)	Média depois do PMSB (até o ano de 2015)
<i>Índice de produtividade</i>				
Todas as empresas	466,35	478,99	395,55	417,61
Água e esgoto	529,81	514,95	458,85	438,44
Água	391,87	414,68	365,07	394,28
<i>Investimentos totais realizados pelo prestador de serviço</i>				
Todas as empresas	5.672.592,09	8.295.553,49	2.069.250,63	2.429.491,54
Água e esgoto	10.092.404,37	13.001.551,01	6.243.611,76	6.696.043,78
Água	627.426,15	642.563,03	297.366,97	378.352,29
<i>Índice de atendimento urbano de água</i>				
Todas as empresas	94,63	94,59	90,11	90,06
Água e esgoto	95,87	95,66	95,19	94,72
Água	93,40	90,06	88,05	87,68
<i>Índice de atendimento urbano de esgoto</i>				
Todas as empresas	73,05	76,21	59,77	68,17
Água e esgoto	72,60	76,25	59,37	65,55

Nota: As empresas de saneamento que tinham em seus respectivos municípios Agências Reguladoras e/ou PMSB no ano de 2007, foram retiradas da amostra para captar somente o efeito dos instrumentos regulatórios nos indicadores de saneamento a partir da LNSB.

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 9. Médias das variáveis respostas da área de saúde do grupo de tratado (municípios que têm Agência Reguladora) e de controle.

	TRATADO		CONTROLE	
	Média antes da presença da agência reguladora (desde o ano de 2000)	Média depois da delegação da agência reguladora (até o ano de 2015)	Média antes da presença da agência reguladora (desde o ano de 2000)	Média depois da delegação da agência reguladora (até o ano de 2015)
Todas as doenças (Drsai)				
Doenças de transmissão feco-oral: Diarreia	264,21	241,83	211,58	155,16
Outras Doenças de transmissão feco-oral	213,78	201,57	171,73	120,55
Doenças transmitidas por inseto vetor	4,60	1,72	2,76	1,24
Doenças transmitidas através do contato com a água	34,50	30,96	32,20	29,17
Doenças relacionadas com a higiene	7,95	5,60	3,09	2,31
Geo-helmintos e teníases	1,37	0,46	0,84	0,44
	2,02	1,52	0,95	0,92

Nota: Nessa análise os municípios que tinham Agência Reguladora e PMSB no ano de 2007, foram retiradas da amostra para captar somente o efeito nos municípios com os instrumentos regulatórios a partir da LNSB.

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 10. Médias das variáveis respostas da área de saúde do grupo de tratado (municípios que têm PMSB) e de controle.

	TRATADO			CONTROLE		
	Média antes do PMSB (desde o ano de 2000)	Média depois do PMSB (até o ano de 2015)	Variação	Média antes do PMSB (desde o ano de 2000)	Média depois do PMSB (até o ano de 2015)	Variação
Todas as doenças (Drsai)	191,50	156,58	-34,93	184,10	143,21	-40,89
Doenças de transmissão feco-oral: Diarreia						
	150,05	117,58	-32,47	151,69	112,69	-39,00
Outras Doenças de transmissão feco-oral						
	3,49	1,48	-2,01	2,54	1,29	-1,25
Doenças transmitidas por inseto vetor						
	27,72	29,83	2,11	25,91	26,18	0,27
Doenças transmitidas através do contato com a água						
	6,62	5,32	-1,30	2,52	1,90	-0,61
Doenças relacionadas com a higiene						
	1,45	0,76	-0,69	0,70	0,38	-0,32
Geo-helmintos e teníases						
	2,18	1,62	-0,56	0,75	0,77	0,02

Nota: Nessa análise os municípios que tinham Agência Reguladora e PMSB no ano de 2007, foram retiradas da amostra para captar somente o efeito nos municípios com os instrumentos regulatórios a partir da LNSB.

Fonte: resultados da pesquisa.

4.4 Resultados

Os resultados apresentados nessa seção sugerem que os instrumentos regulatórios da LNSB não afetam de forma significativa a maioria das variáveis respostas analisadas. Os resultados estão separados em duas partes: a primeira começa examinando o efeito dos instrumentos regulatórios da LNSB sobre o índice de produtividade, investimentos totais realizados e de cobertura dos serviços de água e esgoto das empresas de saneamento e a segunda parte apresenta os resultados sobre o número de hospitalizações de doenças relacionadas a falta de saneamento básico.

A. Resultados para índice de produtividade, investimentos e índice de cobertura das empresas de saneamento no Brasil

Começa-se analisando os efeitos dos municípios de ter agência reguladora e/ou PMSB sobre o índice de produtividade das empresas de saneamento com serviço de água e esgoto¹⁹ no Brasil. A Figura 17 mostra os resultados das estimativas de estudo de evento analisando somente o efeito dos municípios que têm agência reguladora sobre o índice de produtividade. A série traçada com quadrados apresenta os resultados da especificação de linha de base, que inclui somente controle de efeitos fixos por ano e por empresas de saneamento. A série traçada com losangos representa os resultados da mesma amostra com a adição de variáveis que representam as características da empresa antes da política (extensão de rede de água, extensão de rede de esgoto e investimentos realizados pela empresa de saneamento) interagido com uma variável de tendência, no qual garantiu a validade de tendência comum, sendo possível que o modelo econométrico capte a diferença na tendência entre o grupo de tratados e de controle após o município ter um ente responsável para regular e fiscalizar seus serviços de saneamento. As linhas tracejadas mostram os intervalos de confiança de 95% para cada série.

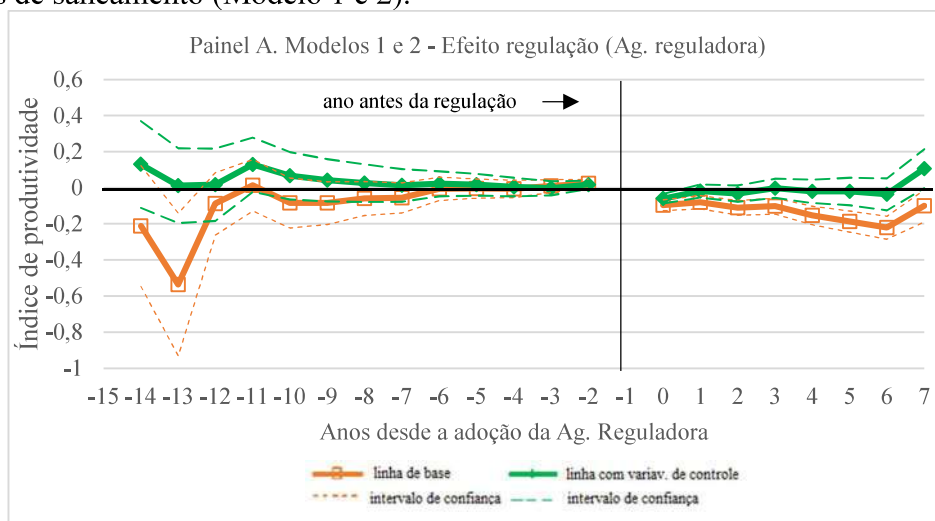
Os resultados das duas estimativas da Figura 17 são semelhantes, demonstrando que após o estabelecimento de uma agência reguladora os índices de produtividade das empresas de saneamento desses municípios caíram mais quando comparado com os

¹⁹ As estimações para as variáveis respostas relacionadas as empresas de saneamento foram separadas por tipo de serviço prestado, ou seja, água e esgoto e água. No entanto, não foi possível garantir a validade de tendência comum antes da implementação dos instrumentos regulatório para as empresas com serviço de água, isso pode ser devido ao fato de que a maioria dessas empresas (98,37% no ano de 2015) estão localizadas em municípios com população menor de 50.000 habitantes, onde pode haver uma grande heterogeneidade entre os municípios. Assim, essa análise contempla somente estimações para as empresas com serviço de água e esgoto.

municípios que ainda não tinham adotado esse instrumento regulatório. Esse efeito negativo aumenta com o passar dos anos com a agência reguladora e tem efeito positivo após sete anos de tratamento significativo estatisticamente ao nível de 10%.

Na Tabela 11 apresenta-se os resultados do efeito médio dos instrumentos regulatórios sobre o Índice de produtividade das empresas de saneamento com serviço de água e esgoto, demonstrando como esse efeito muda com a especificação do modelo e consequentemente da validade de tendência comum antes da política. A coluna 1 demonstra o modelo que analisa o efeito da presença da agência reguladora sobre o índice de produtividade das empresas de saneamento no modelo de linha base. A coluna 2 apresenta esse efeito com um modelo de diferente especificação que garante a validade de tendência comum. O efeito médio da presença da agência reguladora sobre o índice de produtividade foi em torno de -4,05% (Tabela 11, coluna 2). Isso pode ser explicado pelo fato de que empresas que estão começando a serem reguladas estão passando por pressões de realizações de metas ou realizando serviços atrasados, fazendo com que tenham que manter ou contratar trabalhadores (aqui também inclui serviços terceirizados) para a produção de serviços e obras. O efeito positivo em sete anos de tratamento pode demonstrar que talvez com mais anos de regulação as empresas localizadas nesses municípios começam a ter maior produtividade.

Figura 17. Estudo de Evento – Efeito da regulação no índice de produtividade das empresas de saneamento (Modelo 1 e 2).



Fonte: resultados da pesquisa.

A LNSB estabeleceu que o município precisa ter dois mecanismos regulatórios, sendo eles a agência reguladora e o PMSB. Pela hipótese desse estudo a regulação através de um ente responsável poderia gerar efeitos sobre as empresas e outros indicadores municipais de interesse como os de saúde. No entanto o mesmo poderia não estar

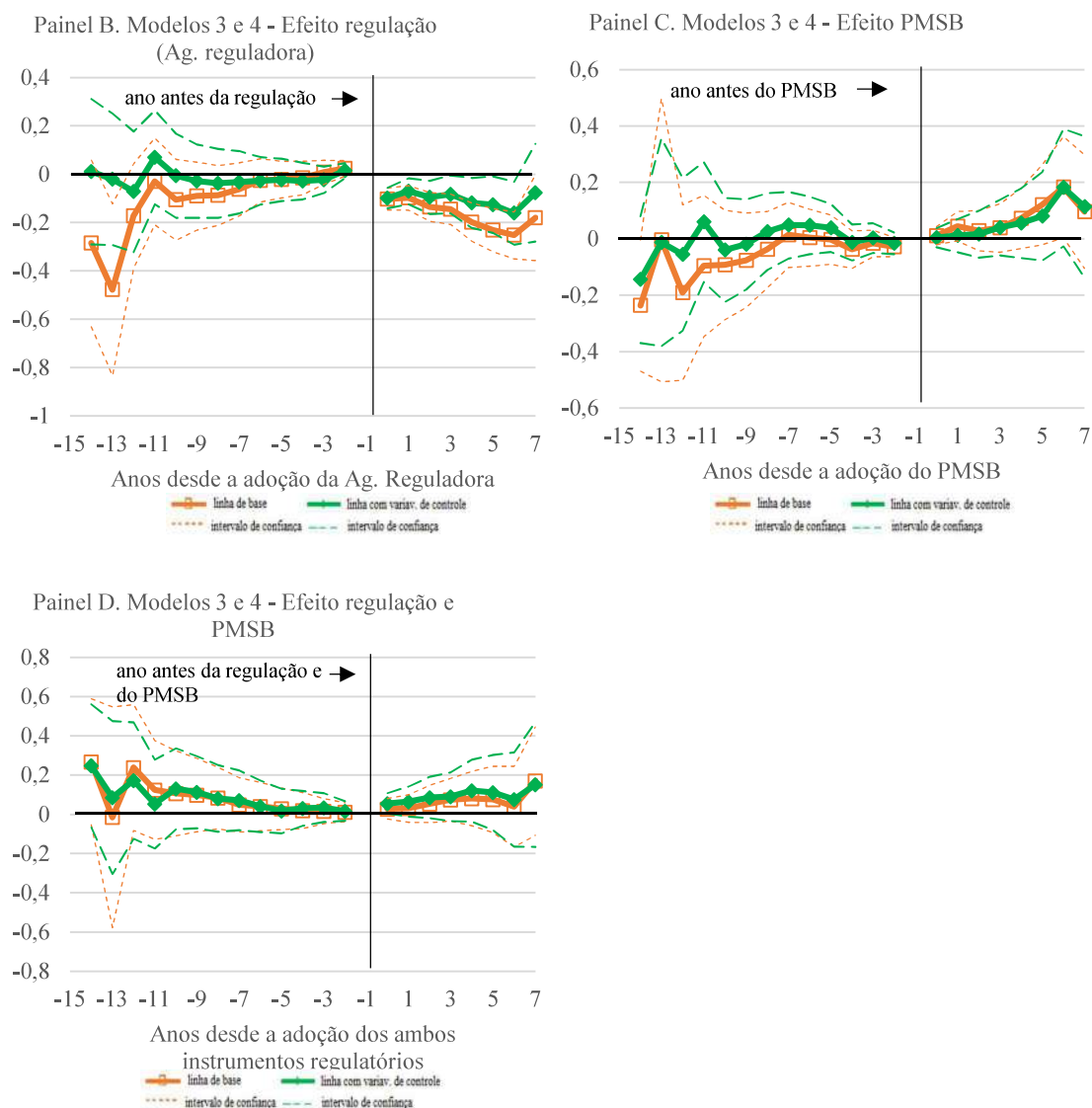
acontecendo com o PMSB, devido as dificuldades técnicas que os municípios têm enfrentado. Assim, analisa-se, primeiro nesse estudo o efeito somente da regulação e depois é inserido no modelo o fato dos municípios possuírem ou não o PMSB, e também o caso em que o município possui os dois instrumentos regulatórios. Desta maneira, a Figura 18 apresenta as estimações do estudo de evento para esse modelo. O Painel B, mostra os resultados para os municípios que têm regulação, o Painel C apresenta os resultados para os municípios que têm PMSB e o Painel D expõe as estimativas para os municípios que têm ambos instrumentos regulatórios.

Na Figura 18, tem se também a apresentação do modelo 3 com uma série traçada com quadrados indicando o modelo de linha de base, com efeito fixo de município e de ano, esse modelo não garantiu a validade de tendência comum antes da política (Modelo 3). E a série traçada com a forma de losango, trata do modelo com especificação que sustenta a validade de tendência comum (Modelo 4). Para o modelo 4, foi utilizado as seguintes variáveis de características pré-LNSB: extensão de rede de água e extensão de rede de esgoto interagidas com uma variável de tendência.

Em relação ao modelo 4, os resultados da Tabela 11 (coluna 4) demonstraram que, em nível de significância de 1%, somente os municípios que têm agência reguladora tem impacto significativo sobre o índice de produtividade, em torno de -9,08% sobre o índice de produtividade das empresas de saneamento, apresentando comportamento semelhante ao do modelo 2 e ter ambos os instrumentos é, na média, significativo a 10% com efeito positivo.

Os resultados da análise de evento de estudo do modelo 4 (Figura 18 – série traçada com losangos) constata que os municípios que têm ambos instrumentos regulatórios tiveram efeito positivo significativo a 5% no ano de implementação, e a 10% em um ano de tratamento. Nos outros anos de tratamento com ambos instrumentos regulatórios o efeito positivo não foi significativo.

Figura 18. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no índice de produtividade das empresas de saneamento (Modelo 3 e 4).



Fonte: resultados da pesquisa.

Esses resultados demonstram que municípios que têm ambos instrumentos regulatórios, podem estar mais compromissados com a maior produtividade das empresas, como o aumento de economias ativas e/ou diminuição do pessoal total, já que a agência reguladora pode estar fiscalizando metas e ações propostas nos PMSBs. Mas isso, aparenta existir somente nos primeiros anos de adoção dos ambos instrumentos.

Tabela 11. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o Índice de produtividade das empresas de saneamento no Brasil

<i>Índice de produtividade</i>	(1)	(2)	(3)	(4)
Pós-LNSB - Ag. Reguladora	-0,10890*** (0,0204)	-0,04048* (0,0242)	-0,13104*** (0,0269)	-0,09087*** (0,03252)
Pós - LNSB – PMSB			0,04545 (0,0279)	-0,00083 (0,0316)
Pós - LNSB – Ambos			0,03024 (0,0347)	0,06827* (0,04079)
R2	0,7479	0,7627	0,7452	0,7459
Observações	12.814	7.520	11.036	7.304
Validade de tendência comum	Não	Sim	Não	Sim
<i>Tendência interagido com:</i>				
Extensão de rede de água	Não	Sim	Não	Sim
Extensão de rede de esgoto	Não	Sim	Não	Sim
Investimentos realizados pelo prestador	Não	Sim	Não	Não

Nota: Nível de significância: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Os modelos foram estimados considerando erros robustos (reportado entre parênteses) e cluster por município devido ao peso de decisão local, como contratos, PMSB e negociações políticas. Para esses modelos da variável resposta índice de produtividade foram estimados para o período de 2001 a 2015, devido a maior quantidade de informações.

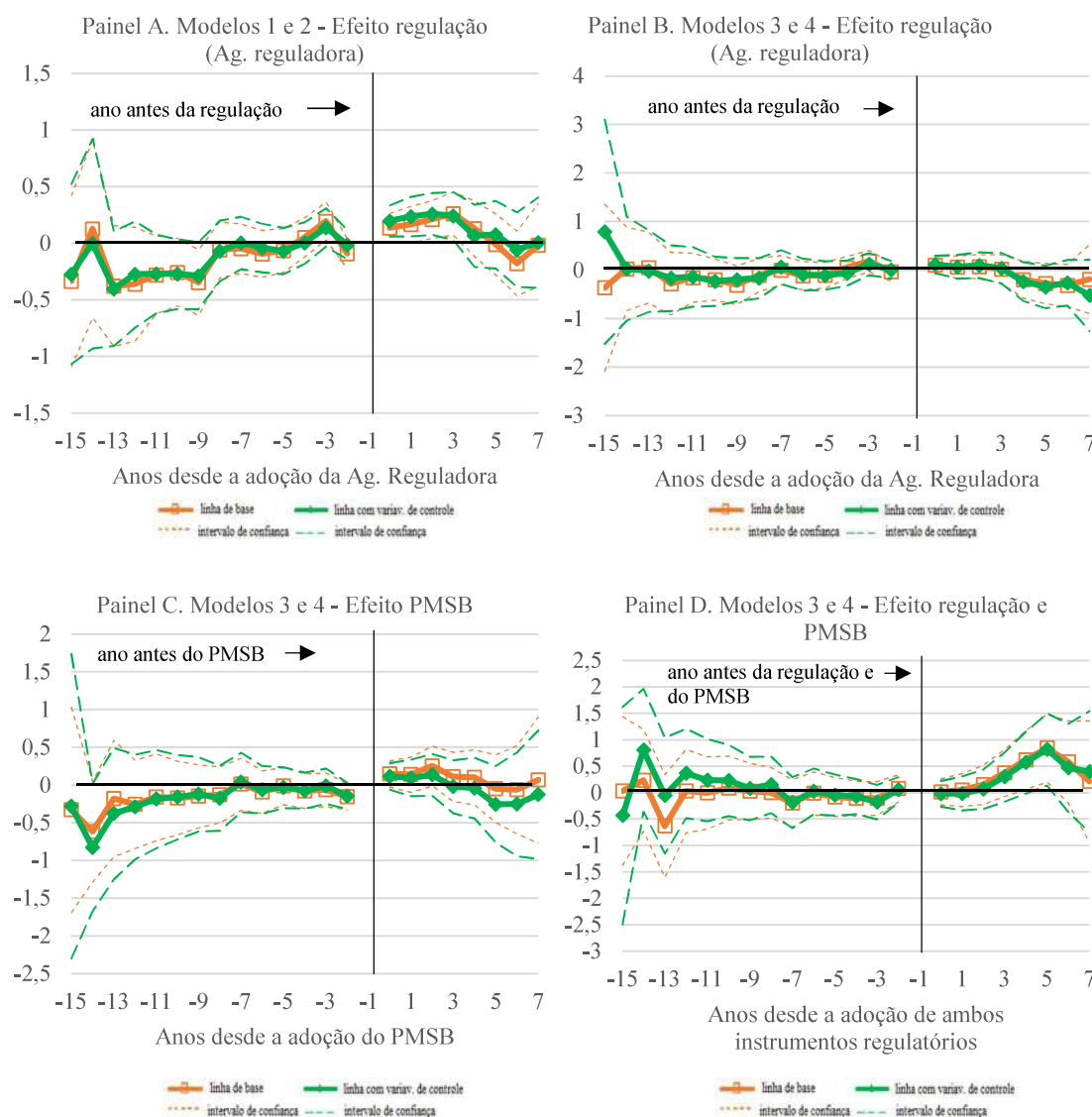
Investimentos totais realizados pelas empresas de saneamento

A Figura 19 e a Tabela 12 apresentam os resultados dos efeitos da regulação e do PMSB sobre os investimentos realizados pelas empresas de saneamento. Novamente, tem-se a separação dos modelos, em que o modelo 1 e 2 (Painel A), incorpora somente o fato do município ter agência reguladora, sendo o modelo 1 o de linha de base com efeitos fixos de município e de anos e o modelo 2 com a adição da variável de características da empresa extensão de rede de água com interação com uma variável de tendência. O modelo 2, não possui tendências diferenciais estatisticamente significativa antes da inserção dos mecanismos regulatórios, podendo analisar a diferença entre as tendências dos grupos antes e depois da política.

Os resultados do modelo 2, com a linha traçada com losangos no Painel A e coluna 2 da Tabela 12, demonstraram que ter agência reguladora faz aumentar, em média, 21% os investimentos totais realizados pelas empresas de saneamento. Uma potencial razão para isso é que as empresas, sendo reguladas, necessitam investir mais para cumprir metas e realizar serviços atrasados. Mas uma outra razão a se pensar é se isto tem haver com a revisão das tarifas, fazendo com que tenham mais recursos para o investimento, ou o uso do aumento do investimento para aumentar tarifa.

No entanto, observando os resultados da linha traçada com losangos no Painel A, novamente o efeito positivo nos investimentos acontecem somente nos primeiros três períodos de tratamento significativos a 5%.

Figura 19. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB nos investimentos totais realizados pelas empresas de saneamento.



Os Painéis B, C e D representam os modelos 3 e 4, ou seja, o mecanismo de PMSB e ambos instrumentos regulatórios são inseridos no modelo. O modelo 3 é a linha base com efeito fixo de empresa e de anos. O modelo 4 insere a variável de tendência de tempo linear de estado. Quando o PMSB e ambos instrumentos são inseridos no modelo, tem-se o efeito dos municípios que têm somente agência reguladora, o efeito dos municípios que têm somente PMSB e o efeito dos municípios que tem os dois instrumentos regulatórios. Assim, os municípios que têm apenas agência reguladora é não significativo sobre os

investimentos, mas gera efeito positivo. E ter somente PMSB aumenta, em média, os investimentos totais realizados pelas empresas de saneamento em 19%, porém a significância estatística está no nível de 10%. Todavia, observando por ano (estudo de evento – Painel C) ter PMSB não tem efeito estatisticamente significativo sobre o a taxa de investimento. E analisando por estudo de evento também (Painel D), ter ambos instrumentos tem efeito positivo estatisticamente significativo no quarto e quinto ano de 57% e 82% respectivamente.

Tabela 12. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre os investimentos totais realizados pelas empresas de saneamento no Brasil.

<i>Investimentos totais realizados pelo setor</i>	(1)	(2)	(3)	(4)
Pós-LNSB - Ag. Reguladora	0,16536** (0,0671)	0,21394*** (0,0756)	0,03792 (0,10054)	0,08962 (0,10374)
Pós - LNSB – PMSB			0,2444** (0,10798)	0,18491* (0,1016)
Pós - LNSB – Ambos			0,16078 (0,13341)	0,01111 (0,13592)
R2	0,7368	0,7633	0,7478	0,8001
Observações	11.396	8.166	9.730	8.480
Validade aceita de tendência comum	Não	Sim	Não	Sim
<i>Tendência interagido com:</i>				
Extensão de rede de água	Não	Sim	Não	Não
Indicador de estado	Não	Não	Não	Sim

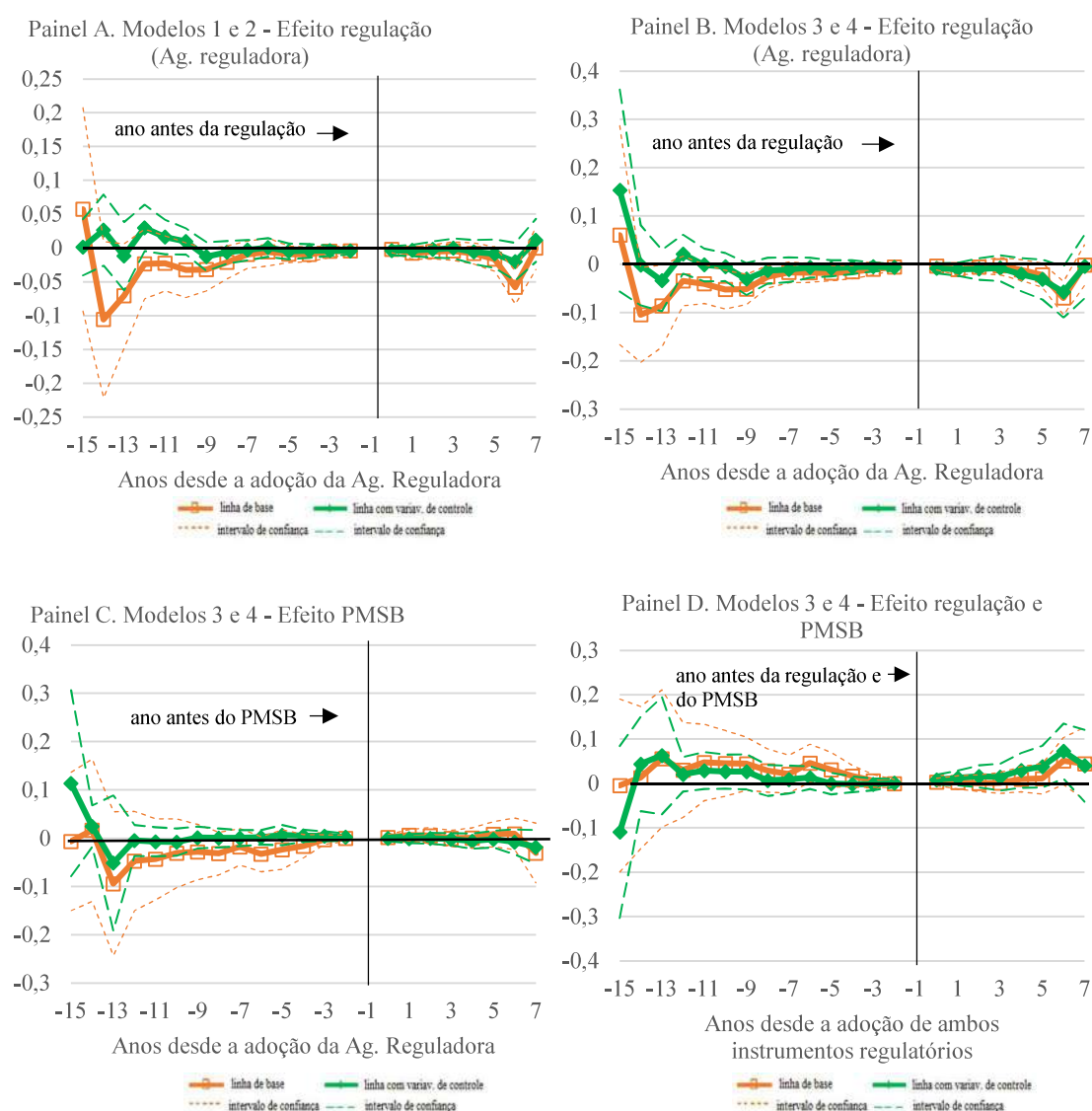
Nota: Nível de significância: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Os modelos foram estimados considerando erros robustos (reportado entre parênteses) e cluster por município devido ao peso de decisão local, como contratos, PMSB e negociações políticas.

Índice de atendimento urbano de água

Os Painéis A, B, C e D da Figura 20 e a Tabela 13 demonstram os resultados do efeito da LNSB sobre o índice de atendimento urbano de água em diferentes especificações. Os modelos 1 e 2 consideram somente o efeito da presença da agência reguladora, sendo o modelo 1 a linha de base com efeitos fixos de empresas e de anos e o modelo 2 insere a variável que caracteriza a renda do município antes da política, ou seja, o Produto Interno Bruto (PIB), o volume de água produzido e os investimentos realizados pelas prestadores de serviço interagido com uma variável de tendência. Assim, se garante a validade de tendência comum antes da política ser inserida no município, ou

seja, com essa especificação se controlam as características das empresas, obtendo-se comportamentos semelhantes antes da política. E os modelos 3 e 4 incluem o PMSB, sendo o modelo 3 o de linha de base e o modelo 4 com a inserção das seguintes variáveis de características pré-LNSB: PIB, Índice de tratamento de esgoto, volume de água produzido e Investimentos realizados pelas empresas de saneamento interagidas com uma variável de tendência.

Figura 20. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no índice de atendimento urbano de água.



Fonte: resultados da pesquisa.

Os modelos apresentados na Figura 20 e Tabela 13 demonstraram que municípios que têm agência reguladora e/ou PMSB não geraram efeitos médios de tratamento estatisticamente significativos. Mas, observando-se o efeito dos instrumentos regulatórios

por ano (estudo de evento), evidencia-se que municípios que têm agência reguladora e PMSB (Painel D) geram efeitos positivos estatisticamente significativos a 5% no sexto ano de tratamento, mas quando observado a média de todo o período não gera efeitos de tratamento significativos como demonstrado na Tabela 13. Assim, os instrumentos regulatórios aparentam não segurar um efeito positivo sobre o índice de cobertura de água, no entanto quando os municípios possuem ambos mecanismos de regulação resultados anuais demonstram resultados positivos sobre a cobertura de água no Brasil e com o passar dos anos tem-se um efeito positivo significativo.

Tabela 13. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o índice de atendimento urbano de água das empresas de saneamento no Brasil.

<i>Índice de atendimento urbano de água</i>	(1)	(2)	(3)	(4)
Pós-LNSB - Ag. Reguladora	-0,00139 (0,00598)	-0,00025 (0,00512)	-0,00198 (0,00736)	-0,00854 (0,00815)
Pós - LNSB – PMSB			0,01243 (0,00776)	0,00864 (0,00898)
Pós - LNSB – Ambos			-0,00881 (0,0085)	0,0006 (0,00963)
R2	0,7945	0,6931	0,7893	0,6988
Observações	14.017	5.901	11.994	5.423
Validade aceita de tendência comum	Não	Sim	Não	Sim
<i>Tendência interagido com:</i>				
PIB	Não	Sim	Não	Sim
Índice de tratamento de esgoto	Não	Não	Não	Sim
Volume de água produzido	Não	Sim	Não	Sim
Investimentos realizados pelo prestador de serviço	Não	Sim	Não	Sim

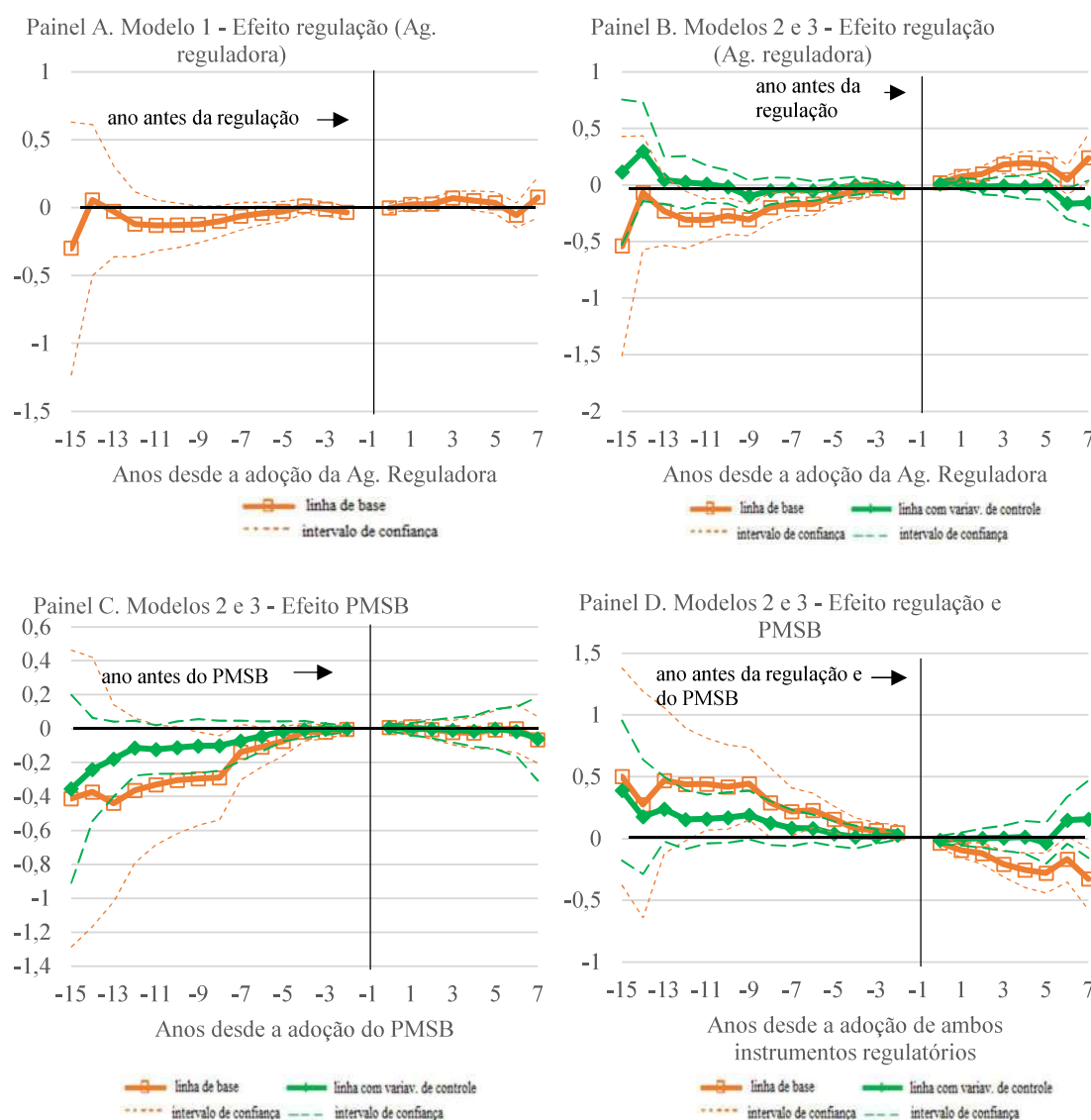
Nota: Nível de significância: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Os modelos foram estimados considerando erros robustos (reportado entre parênteses) e cluster por município devido ao peso de decisão local, como contratos, PMSB e negociações políticas.

Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água

O efeito da LNSB através da agência reguladora e do PMSB, também foi analisado para o índice de atendimento urbano de esgoto para os municípios atendidos com água. Os resultados do estudo de evento são apresentados na Figura 21 e os resultados dos efeitos médios de tratamento na Tabela 14.

No Painel A (Figura 21) o modelo 1 considera apenas o efeito da regulação com efeitos fixos de empresas e de anos, no qual já garantiu a validade de tendência comum. Esse modelo, não apresenta efeitos médios significativos sobre o índice de atendimento de esgoto. No entanto, observando o estudo de evento, o efeito geralmente é positivo por ano e é significativo estatisticamente em três ano de tratamento.

Figura 21. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no índice de atendimento urbano de esgoto.



Fonte: resultados da pesquisa.

O modelo 2 incorpora no modelo de linha de base o PMSB, mas esse modelo não garantiu a validade de tendência comum. Assim, no modelo 4 são adicionadas variáveis

de características pré-LNSB com uma interação com uma variável de tendência, o qual sustentou a validade de tendência comum. As variáveis de características utilizadas foram: extensão de rede de água, extensão de rede de esgoto, investimentos realizados pelas operadoras de saneamento, volume de esgoto coletado e indicador de estado. No entanto, novamente no modelo que garante que as empresas do grupo de tratado e controle teriam experimentado mudanças semelhantes no índice de atendimento urbano de esgoto, o fato de o município ter agência reguladora e PMSB não gerou efeitos estatisticamente significativos. E observando o efeito desses mecanismos regulatórios por ano, também não se encontrou efeitos significativos.

Tabela 14. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o índice de atendimento urbano de esgoto das empresas de saneamento no Brasil.

<i>Índice de atendimento urbano de esgoto</i>	(1)	(2)	(3)
Pós-LNSB - Ag. Reguladora	0,04453 (0,02706)	0,11601*** (0,03621)	0,01294 (0,03299)
Pós - LNSB – PMSB		0,01905 (0,02640)	0,01512 (0,02349)
Pós - LNSB – Ambos		-0,18434*** (0,03807)	-0,04641 (0,03594)
R2	0,8978	0,9051	0,9415
Observações	11.643	10.126	7.062
Validade aceita de tendência comum	Sim	Não	Sim
<i>Tendência interagido com:</i>			
Extensão de rede de água	Não	Não	Sim
Extensão de rede de esgoto	Não	Não	Sim
Investimentos realizados pelo prestador de serviço	Não	Não	Sim
Volume de esgoto coletado	Não	Não	Sim
Indicador de estado	Não	Não	Sim

Nota: Nível de significância: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Os modelos foram estimados considerando erros robustos (reportado entre parênteses) e cluster por município devido ao peso de decisão local, como contratos, PMSB e negociações políticas.

B. Resultados para indicadores de saúde no Brasil

Hospitalizações de pessoas com Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (Drsai)

Na Figura 22 e Tabela 15 analisa-se o efeito dos instrumentos regulatórios sobre a taxa de hospitalizações de pessoas com doenças relacionadas a falta de saneamento

básico (Drsai) no Brasil²⁰. O modelo 1 considera um modelo de linha de base com efeito fixo de município e de ano, no qual garantiu a validade de tendência comum. O modelo 3 é o modelo de linha de base com a inserção do PMSB e o modelo 4 insere a variável indicador de estado interagido com a variável de tendência e tem-se a validade de tendência comum antes do mecanismo de regulação ser inserido no município.

Figura 22. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no número de hospitalizações de pessoas por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (Drsai).



Fonte: resultados da pesquisa.

²⁰ Os modelos estimados para o número de hospitalizações por Drsai e por categorias de Drsai consideram as hospitalizações independentemente da idade do paciente. Tentou-se estimar somente para hospitalizações de crianças, mas não foi possível obter comportamentos semelhantes entre os grupos de tratado e controle.

Os resultados demonstram que o fato de os municípios terem agência reguladora, PMSB ou ambos não geraram repercussões significativas sobre a taxa de hospitalizações de pessoas com doenças relacionadas a falta de saneamento como mostra na Tabela 15.

No Painel A e Tabela 15, observa-se respectivamente o estudo de evento com uma série traçada com quadrados (com validade de tendência comum) e o efeito médio de tratamento, evidenciando um efeito positivo após a implementação da agência reguladora. Comparando esse efeito com as estatísticas descritivas das médias, como tratados e controles tem médias negativas, ou seja, em média o número de hospitalizações diminui para ambos grupos, esse efeito positivo representa que nos municípios tratados (com agência reguladora) o número médio de hospitalizações por Drsa diminui menos. No entanto, esse efeito em média não é significativo (Tabela 15), mas analisando esse efeito por ano (estudo de evento – Painel A), é significativo a partir de quatro anos de tratamento (agência reguladora).

O Painel B, C e D, apresentam os resultados do estudo de evento para os modelos 2 e 3, onde o PMSB, e ambos instrumentos são inseridos no modelo. O modelo 2 representa o modelo de linha de base, no qual não garantiu a validade de tendência comum, e o modelo 3 acrescenta a variável indicador de estado com uma variável de tendência, no qual obteve a validade de tendência comum.

O efeito médio dos municípios tratados, com um ou ambos instrumentos não foi significativo e apresentaram em média um efeito positivo, ou seja, o número de hospitalizações diminui menos nos grupos tratados. Porém é observado no Painel D que após os anos de tratamento com ambos instrumentos regulatórios, o efeito negativo é intensificado sendo significativo com seis anos de tratamento, ou seja, o número de hospitalizações cai mais nos municípios tratados.

Tabela 15. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o número de hospitalizações de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (Drsa) no Brasil.

<i>Hospitalizações por doenças relacionadas a falta de saneamento básico (Drsa)</i>	(1)	(2)	(3)
Pós-LNSB - Ag. Reguladora	0,0551726 (0,0427)	0,1063245** (0,0487)	0,0041499 (0,0410)
Pós - LNSB – PMSB		0,0448722 (0,0573)	0,0458363 (0,0521)
Pós - LNSB – Ambos		-0,1123298 (0,0704)	0,0123544 (0,0667)
R ²	0,7568	0,7576	0,7772

<i>Hospitalizações por doenças relacionadas a falta de saneamento básico (Drsai)</i>			
	(1)	(2)	(3)
Observações	33.702	29.057	22.698
Validade aceita de tendência comum	Sim	Não	Sim
<i>Tendência interagido com:</i>			
Indicador de estado	Não	Não	Sim
Nota: Nível de significância: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Os modelos foram estimados considerando erros robustos (reportado entre parênteses) e cluster por microrregião devido a um possível efeito transbordamento entre municípios próximos quando se trata de fatores que afetam a saúde. Nessas estimações, foram utilizados todos os municípios com operadoras de saneamento com serviço de água, água e esgoto e esgoto.			

Assim, municípios regulados e com PMSB, estão sendo mais eficazes quando comparado com os municípios que têm somente um dos instrumentos regulatórios. Mas esse efeito, na média, ainda não é significativo, ou seja, ainda há dificuldades nos anos iniciais quando considerado ambos instrumentos regulatórios.

Provavelmente, os resultados encontrados nessa análise provêm como consequências dos resultados também não significativos para indicadores das empresas de saneamento como o índice de atendimento à população com serviços de água e esgoto.

Efeitos por categoria Drsai

Nesse estudo, também se distinguiram algumas dessas doenças para verificar se, observando por categoria de doenças, se poderiam encontrar efeitos significativos da política. As categorias estimadas e apresentadas nesse estudo foram as de doenças de transmissão feco-oral e de doenças de geo-helminthos e teníases²¹.

Conforme a WHO (2019), doenças como cólera, diarreia, hepatite A e febre entérica estão ligados ao saneamento deficiente no mundo. Assim, observa-se o efeito da LNSB sobre doenças de transmissão feco-oral e este foi separado em doenças dentro da categoria de Diarreia e da categoria Febre entérica e Hepatite A.

A Figura 23 e Tabela 16 demonstram os resultados dos Efeitos dos instrumentos regulatórios do setor de saneamento sobre a taxa de hospitalizações de pessoas com

²¹ Não foi possível nas estimativas das categorias de doenças transmitidas por inseto vetor e de doenças transmitidas através do contato com a água garantir a validade de tendência comum antes da inserção dos instrumentos de regulação nos municípios. Ou seja, não foi possível estimar os modelos de forma que esses municípios tivessem comportamento semelhantes antes da adoção dos instrumentos regulatórios. As estimativas da categoria de doenças relacionadas com a higiene tiveram validade de tendência comum, os resultados não foram apresentados neste estudo, mas a fim de informar, os efeitos de tratamento também não foram significativos.

antes da política. O modelo 2 insere no modelo de linha de base o PMSB, e o modelo 4 insere a variável indicador de estado com uma variável de tendências que faz garantir a validade de tendência comum.

Mesmo observando por categoria de doença, os instrumentos regulatórios não foram capazes de repercutirem efeitos médios significativos como demonstrado na Tabela 16. No entanto, novamente vê-se alguns efeitos significativos por ano na análise de evento de estudo. No Painel A e B, tem-se um efeito positivo significativo a partir de quatro anos de tratamento, ou seja, o número de hospitalizações por motivo de diarreia diminui menos nos municípios que têm agência reguladora quando comparado com os municípios que não tem agência reguladora. No Painel C, considerando como tratamento o PMSB, o efeito positivo foi significativo somente no primeiro ano de tratamento. E no Painel D, considerando como tratamento ter Agência reguladora e PMSB simultaneamente, o efeito foi negativo e significativo no ano de implementação dos dois instrumentos regulatórios e no primeiro ano, ou seja, o número de hospitalizações caiu mais nesses municípios regulados e com PMSB. Após esses anos o efeito é geralmente negativo, mas não significativo.

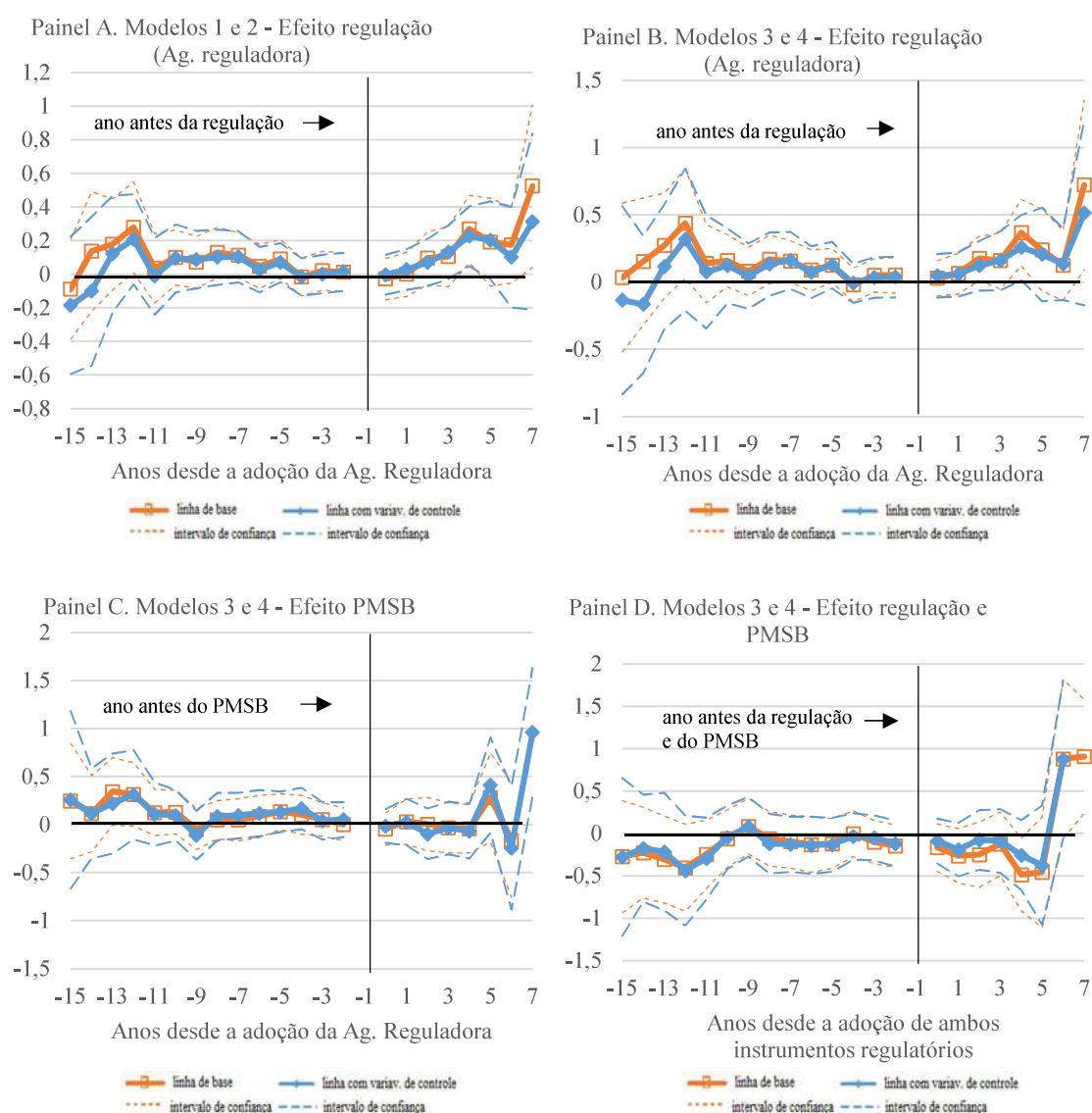
Tabela 16. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o número de hospitalizações de doenças de transmissão feco-oral - Diarreias no Brasil.

<i>Hospitalizações doença: Diarreia</i>	(1)	(2)	(3)
Pós-LNSB - Ag. Reguladora	0,0431576 (0,0419)	0,1078177 ** (0,0482)	0,0070312 (0,0411)
Pós - LNSB – PMSB		0,011889 (0,0553)	0,0293397 (0,0513)
Pós - LNSB – Ambos		-0,1237906* (0,0728)	-0,000375 (0,0679)
R2	0,7645	0,7663	0,7858
Observações	33.296	28.708	22.440
Validade aceita de tendência comum	Sim	Não	Sim
<i>Tendência interagido com:</i>			
Indicador de estado	Não	Não	Sim

Nota: Nível de significância: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Os modelos foram estimados considerando erros robustos (reportado entre parênteses) e cluster por microrregião devido a um possível efeito transbordamento entre municípios próximos quando se trata de fatores que afetam a saúde. Nessas estimações, foram utilizados todos os municípios com operadoras de saneamento com serviço de água, água e esgoto e esgoto.

Referente a categoria de febre entérica e hepatite A, os modelo 1 e 2 estimam o efeito da agência reguladora nos municípios, sendo que o modelo 1 é o de linha de base com efeitos fixos de município e de ano (no Painei A linha traçada com quadrados), o modelo 2 insere características pré-LNSB interagidos com uma variável de tendência que garante a validade de tendência comum (no Painei A linha traçada com losangos), sendo elas: População total atendida com abastecimento de água, PIB e o indicador de estado. O modelo 3 é o de linha de base com inserção do PMSB e o modelo 4 insere variáveis pré-LNSB com interação de variável de tendência que garante a validade de tendência comum, sendo elas: Indicador de região e Investimentos totais realizados pelo prestador de serviço.

Figura 24. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no número de hospitalizações de pessoas por doenças de transmissão feco-oral – Febre entérica e Hepatite A.



Fonte: resultados da pesquisa

Os efeitos médios dos instrumentos regulatórios no setor de saneamento sobre a taxa de hospitalizações de pessoas com doenças da categoria Febre entérica e Hepatite A, também não foram significativos como demonstrados na Tabela 17. Os efeitos médios de tratamento foram positivos para regulação (ou seja, o número de hospitalizações cai menos nos municípios tratados com regulação), mas negativos para os municípios com PMSB e com ambos os instrumentos, no entanto não significativos.

Tabela 17. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o número de hospitalizações de doenças de transmissão feco-oral - Febre entérica e Hepatite A no Brasil.

<i>Hospitalizações doença: Outras Doenças de transmissão feco-oral</i>	(1)	(2)	(3)	(4)
Pós-LNSB - Ag. Reguladora	0.0211691	0,0371599 (0,0443)	0,0740014 (0,0529)	0,0715771 (0,0668)
Pós - LNSB – PMSB			-0,0914234 (0,0693)	-0,0992823 (0,0745)
Pós - LNSB – Ambos			-0,1173369 (0,1004)	-0,0260809 (0,1134)
R2	0,6285	0,3990	0,6243	0,6534
Observações	8.176	6.078	7.272	4.073
Validade aceita de tendência comum	Não	Sim	Não	Sim
<i>Tendência interagido com:</i>				
População total atendida com abastecimento de água	Não	Sim	Não	Não
PIB	Não	Sim	Não	Não
Indicador de estado	Não	Sim	Não	Não
Indicador de região	Não	Não	Não	Sim
Investimentos totais realizados pelo prestador de serviço	Não	Não	Não	Sim

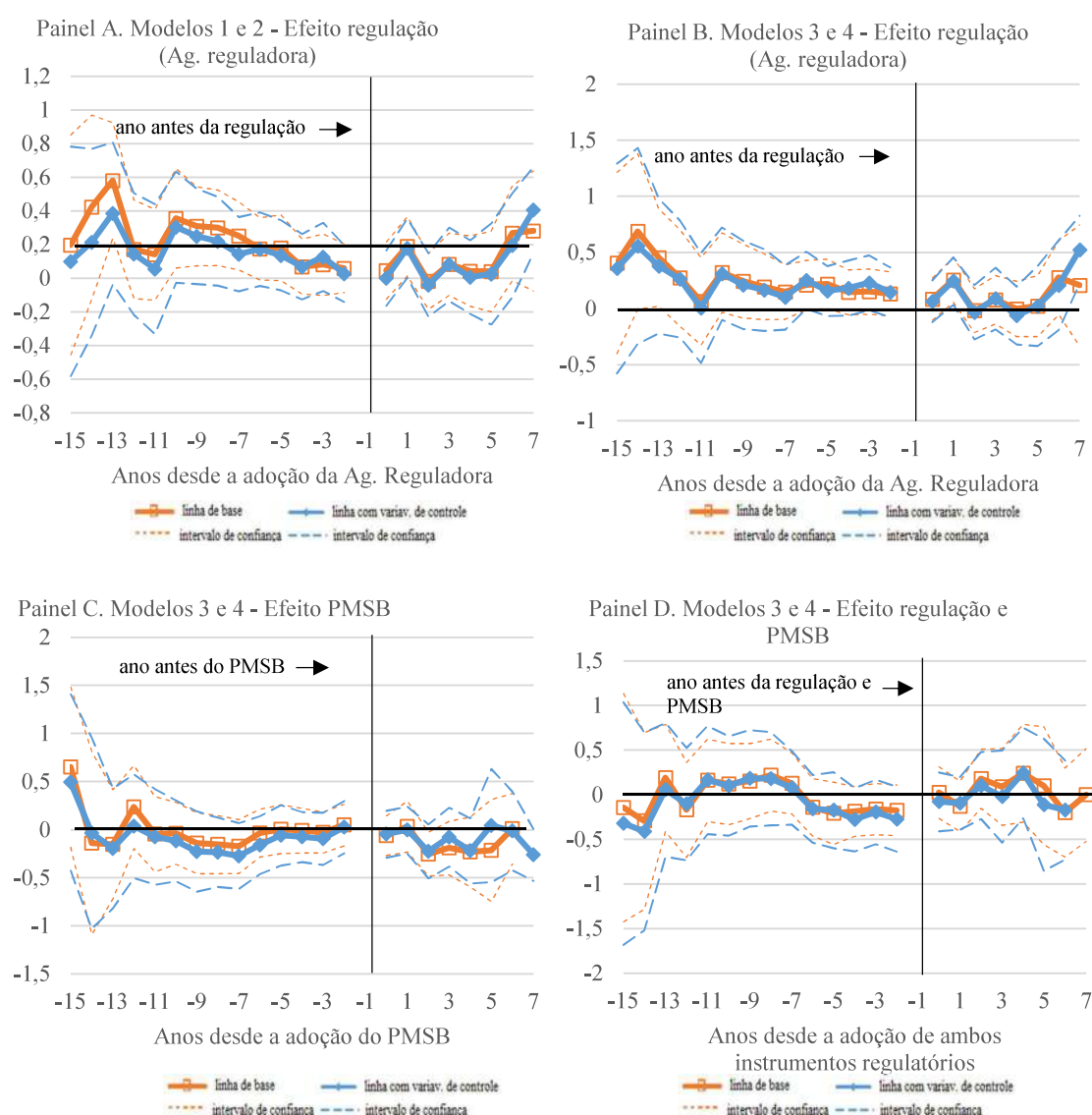
Nota: Nível de significância: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Os modelos foram estimados considerando erros robustos (reportado entre parênteses) e cluster por microrregião devido a um possível efeito transbordamento entre municípios próximos quando se trata de fatores que afetam a saúde. Nessas estimações, foram utilizados todos os municípios com operadoras de saneamento com serviço de água, água e esgoto e esgoto.

Da mesma forma que os resultados das estimativas para taxa de hospitalização de todas as doenças relacionadas a saneamento inadequado, quando os municípios têm ambos instrumentos regulatórios, tem-se um efeito negativo sobre o número de hospitalizações de doenças de transmissão feco-oral, ou seja o número de hospitalizações é menor, quando comparados com os municípios que tem somente um instrumento regulatório ou nenhum. Apesar desses efeitos não serem significativos na média e em

alguns anos de tratamento, esse efeito negativo é um indicativo de que municípios que adotam esses dois instrumentos regulatórios juntos estão gerando melhores efeitos de que quando adotados separadamente ou quando não adotados.

A Figura 25 e Tabela 18, retratam o impacto da adoção dos instrumentos regulatórios, Agência Reguladora e PMSB sobre a taxa de hospitalizações das doenças Geo-helmintos e teníases.

Figura 25. Estudo de Evento – Efeito da regulação e do PMSB no número de hospitalizações de pessoas por doenças de geo-helmintos e teníases



Fonte: resultados da pesquisa.

O modelo 1 (Tabela 18 – Coluna 1 e Painel A – linha traçada com quadrados) retrata o efeito do município ter Agência Reguladora e é o modelo de linha de base com efeitos fixos por município e por ano. O modelo 2 (Tabela 18 – Coluna 2 e Painel A –

linha traçada com losangos) insere características pré-políticas interagidas com uma variável de tendência que garantiram a validade de tendência comum. As variáveis de características pré-políticas foram: índice de produtividade das empresas de saneamento e investimentos realizados pela prestadora de serviço. O modelo 3 (Tabela 18 – Coluna 3 e Painel B, C e D) tem o modelo de linha de base acrescentando o PMSB. E o modelo 4, no qual obteve a validade de tendência comum, insere variáveis de características pré-políticas interagidas com uma variável de tendência, sendo elas: extensão de rede de água, índice de produtividade das operadoras de saneamento, investimentos realizados pela prestadora de serviços e IDH.

Os modelos estimados na Figura 25 e Tabela 18, não obtiveram efeito médio de tratamento significativos, mas observa-se que municípios que tem regulação ou PMSB tem em média uma queda maior no número de hospitalizações quando comparado com os respectivos grupos de controle.

Tabela 18. Efeito dos instrumentos regulatórios sobre o número de hospitalizações de doenças de transmissão feco-oral - Febre entérica e Hepatite A no Brasil.

<i>Hospitalizações por doenças transmitidas por geo-helminths e teníases</i>	(1)	(2)	(3)	(4)
Pós-LNSB - Ag. Reguladora	-0,0214981 (0,05408)	-0,0215457 (0,0605)	-0,0257692 (0,0619)	-0,0514298 (0,0687)
Pós - LNSB – PMSB			-0,0601684 (0,0739)	-0,0031601 (0,0801)
Pós - LNSB – Ambos			0,0461163 (0,0912)	-0,0550 (0,0946)
R2	0,6994	0,7153	0,6991	0,7159
Observações	3.204	2.154	2.953	1.984
Validade aceita de tendência comum	Não	Sim	Não	Sim
<i>Tendência interagido com:</i>				
Extensão de rede de água	Não	Não	Não	Sim
IDH-E	Não	Não	Não	Sim
Índice de produtividade	Não	Sim	Não	Sim
Investimentos totais realizados pelo prestador de serviço	Não	Sim	Não	Sim

Nota: Nível de significância: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Os modelos foram estimados considerando erros robustos (reportado entre parênteses) e cluster por microrregião devido a um possível efeito transbordamento entre municípios próximos quando se trata de fatores que afetam a saúde. Nessas estimações, foram utilizados todos os municípios com operadoras de saneamento com serviço de água, água e esgoto e esgoto.

Com as estimativas dos instrumentos regulatórios sobre a taxa de hospitalizações de doenças relacionadas ao saneamento inadequado, evidenciou-se que não houve um efeito de tratamento significativo nesses municípios que adotaram os instrumentos regulatórios. No entanto, para a maioria das doenças os municípios que tiveram ambos instrumentos apresentaram sinal do efeito mais satisfatório, apesar de não significativos.

4.5 Conclusões

A necessidade de nova regulamentação no setor de saneamento brasileiro levou a uma forte pressão política para a criação de novas leis para o setor. Assim, em 2007, a lei 11.445/2007 foi implementada, tornando-se um marco regulatório para o setor de saneamento. Dois instrumentos regulatórios foram importantes nessa nova regulação, em que os municípios deveriam elaborar um PMSB e delegar a atribuição de regular e fiscalizar sua operadora de saneamento local para uma autarquia especializada. Assim, este estudo tem apresentado evidências sobre o efeito dos instrumentos regulatórios sobre a melhoria dos serviços prestados pelas operadoras de saneamento e seus impactos sobre a saúde local.

As estimativas apresentadas neste estudo apontam que o índice de produtividade das empresas de saneamento de água e esgoto se tornou, em média, menor após os municípios terem adotado uma agência reguladora, mas os resultados demonstram que, após anos de tratamento, o efeito começa a se tornar positivo. Esses resultados sugerem que, no início da regulação, os municípios estavam mantendo índices de produtividade menores, talvez pela necessidade de contratar mais trabalhadores para atender metas e/ou serviços atrasados. Mas, ao longo do tempo, com trabalhos mais organizados, o índice começa a aumentar. Ter somente PMSB, em média, não foi significativo, e gerou um efeito negativo sobre o índice de produtividade. E ter ambos os instrumentos regulatórios gera, em média, um efeito positivo sobre o índice de produtividade, mas somente os primeiros anos apresentaram resultados mais satisfatórios, ou seja, significativos.

No que se refere aos investimentos realizados pelos prestadores de serviço de saneamento que prestam serviço de água e esgoto, o fato do município ter agência reguladora, independente se tem ou não PMSB, gerou um aumento nos investimentos realizados. E observando os municípios que têm somente regulação, a variação no investimento realizado é positivo, mas não significativo. Os municípios que têm somente

PMSB, gerou um efeito positivo e significativo a 10% e ter ambos instrumentos gera efeito positivo, mas não significativo.

Ter ambos instrumentos regulatórios também fez gerar efeito positivo sobre o índice de atendimento urbano de água, que apesar de não ter sido, em média, significativo, no sexto ano de presença desses instrumentos apresentou efeito positivo significativo. Agência reguladora e PMSB separados não geraram efeitos estatisticamente significativos sobre o índice de atendimento urbano de água e de esgoto, e a adoção dos dois instrumentos regulatórios pelo município também não gerou efeito significativo para o índice de atendimento urbano de esgoto.

Em relação aos impactos do marco regulatório do setor de saneamento sobre a saúde local, os efeitos da regulação, do PMSB e de ambos instrumentos regulatórios não foram significativos, em média, para todas as doenças relacionadas ao saneamento inadequado, mas ter somente regulação teve efeito positivo significativo a partir de quatro anos da presença da agência reguladora, de seis anos da presença do PMSB, e efeito negativo significativo somente no sexto ano de ambos instrumentos regulatórios. Para as hospitalizações de doenças relacionadas a diarreia os efeitos dos instrumentos regulatórios também não são significativos na média, mas, com ambos instrumentos, o efeito é negativo e significativo para os dois primeiros anos com os instrumentos regulatórios. Ambos instrumentos regulatórios também geraram efeitos médios negativos, mas não significativos, sobre o número de hospitalizações de pessoas com doenças relacionadas à febre entérica e hepatite A. Quanto ao número de hospitalizações de pessoas com doenças de geo-helminthos e teníases os instrumentos regulatórios geraram efeitos negativos, mas não significativos.

Os resultados sugerem que municípios que têm agência reguladora geram menores índices de produtividade, mas, após anos de regulação, tem-se efeitos positivos. No entanto, para os municípios que já tem ambos os instrumentos regulatórios o efeito positivo sobre esse índice se dá no começo da presença desses mecanismos. Isso pode estar relacionado ao fato de que municípios com ambos instrumentos regulatórios a regulação e fiscalização pode se dar em cima do plano, já exigindo melhor produtividade. O município que tem somente PMSB só gerou efeito médio significativo ao nível de 10% sobre os investimentos totais realizados pelo setor de saneamento.

Já os municípios que têm ambos instrumentos regulatórios geram melhores resultados, se tratando do sinal do efeito, quando comparado com os municípios que adotam os instrumentos separadamente, mesmo que, na média, não sejam significativos,

mas observando os efeitos por ano no estudo de evento, para algumas variáveis como índice de produtividade e número de hospitalizações por doenças relacionados a diarreia existe um efeito significativo no começo da presença desses ambos instrumentos. Para as variáveis de investimentos, índice de atendimento de água e número de hospitalizações por todas as doenças relacionadas ao saneamento inadequado o efeito significativo se dá com mais tempo de presença dos ambos instrumentos regulatórios.

Assim, os resultados dessa análise demonstram que tanto regulação quanto PMSB quando adotados separadamente em sua maioria não geraram sinais dos efeitos esperados e significativos, mas quando adotados juntos os sinais dos efeitos são esperados e para alguns anos foram significativos. Conforme os resultados da média do efeito de tratamento e de estudo de evento ter PMSB, em geral, não gerou efeitos significativos, confirmando a hipótese desse estudo, mas ter regulação também não foi tão eficaz. E ter ambos instrumentos gera resultados melhores, mas também na maioria dos resultados não significativos. Desta maneira, acredita-se que, apesar de ter sido um passo inicial o marco regulatório pela lei 11.445/2007, os instrumentos regulatórios possuem falhas em suas execuções, não gerando em geral efeitos significativos esperados.

Referências

ALVES, D.; BELLUZZO, W. Child health and infant mortality in Brazil. **Annual Meeting Of Brazilian Econometric Society**, 26. João Pessoa, dez., 2004.

ATLAS – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. PNUD Brasil, Ipea e Fundação João Pinheiro. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/>. Acesso em: 18/01/2018.

BAILEY, Martha J.; GOODMAN-BACON, Andrew. The War on Poverty's experiment in public medicine: Community health centers and the mortality of older Americans. **American Economic Review**, v. 105, n. 3, p. 1067-1104, 2015.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado** / Fundação Nacional de Saúde – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010. 246 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>>. Acessado em: 07/05/2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 226 p.

CARRILLO, Bladimir; FERES, Jose. Provider supply, utilization, and infant health: evidence from a physician distribution policy. **American Economic Journal: Economic Policy**, 2018.

DATASUS – Departamento de Informática do SUS. Disponível em: <<http://datasus.saude.gov.br/>>. Acesso em: 20/01/2018.

ESREY, Steve A.; FEACHEM, Richard G.; HUGHES, James M. Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children: improving water supplies and excreta disposal facilities. **Bulletin of the World Health organization**, v. 63, n. 4, p. 757, 1985.

ESREY, Steven A. et al. Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. **Bulletin of the World Health organization**, v. 69, n. 5, p. 609, 1991.

FÉRES, J.; TUROLLA, F. Implementação de instrumentos regulatórios no setor saneamento. Mimeo (documento não publicado), 2017.

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

FINK, Günther; GÜNTHER, Isabel; HILL, Kenneth. The effect of water and sanitation on child health: evidence from the demographic and health surveys 1986–2007. **International journal of epidemiology**, v. 40, n. 5, p. 1196-1204, 2011.

HELLER, L. Relação entre Saúde e Saneamento na Perspectiva do Desenvolvimento. **Ciência e Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 03, n. 2, p. 73-84, 1998.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produto Interno Bruto dos Municípios. Tabela 5938. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>>. Acesso em: 10/10/2018.

ITB – Instituto Trata Brasil. **Benefícios Econômicos e Sociais da Expansão do Saneamento no Brasil**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/Relat%C3%B3rio-Benef%C3%ADcios-do-saneamento-no-Brasil-04-12-2018.pdf>>. Acesso em: 30/08/2019.

JALAN, J.; RAVALLION, M. Does piped water reduce diarrhea in rural India? **Journal of Econometrics**, v. 112, n.1, p. 153-173, 2003.

KOSEC, Katrina. The child health implications of privatizing Africa's urban water supply. **Journal of health economics**, v. 35, p. 1-19, 2014.

LEIVAS, P. H. S.; GONÇALVES, R. R.; DOS SANTOS, A. M. A.; SOUZA, O. T.; Sustentabilidade, saneamento e saúde infantil no Brasil: uma análise a partir de macro e microdados. **Espacios**, v. 37, p. 1-20, 2016.

MENDONÇA, M. J. C.; SEROA DA MOTTA, R. Saúde e saneamento no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, v. 30, 2007.

MERRICK, Thomas W. The effect of piped water on early childhood mortality in urban Brazil, 1970 to 1976. **Demography**, v. 22, n. 1, p. 1-24, 1985.

OMS – Organização Mundial De Saúde. **Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997.

RASELLA, D. Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbi-mortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 29, p. 40-50, 2013.

SCRIPTORE, Juliana Souza. **Impactos do saneamento sobre saúde e educação: uma análise espacial**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Brasil. 2016.

SEROA DA MOTTA, R.; REZENDE, L. The impact of sanitation on waterborne diseases in Brazil. In: MAY, P. H. (Ed.). **Natural resource valuation and policy in Brazil: methods and cases**. Columbia University Press, p. 174-187, 1999.

TEIXEIRA, J. C.; GOMES, M. H. R.; SOUZA, J. A. Associação entre cobertura por serviços de saneamento e indicadores epidemiológicos nos países da América Latina: estudo com dados secundários. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 32, n. 6, p. 419-425, 2012.

UNDP – United Nations Development Programme. **Human Development Report 2015: Work for Human Development**. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Nova York, 2015.

UNICEF – United Nations Children’s Fund e WHO – World Health Organization. **Sanitation. 25 years: Progress on Sanitation and Drinking Water**. 2015.

WATSON, Tara. Public health investments and the infant mortality gap: Evidence from federal sanitation interventions on US Indian reservations. **Journal of Public Economics**, v. 90, n. 8-9, p. 1537-1560, 2006.

WHO – World Health Organization. Sanitation. Key facts. 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>>. Acesso em: 19/08/2019.

WHO – World Health Organization; UNICEF – United Nations Children’s Fund. **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines**. 2017.

WHO – World Health Organization; UNICEF – United Nations Children’s Fund. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: and hygiene I 2000-2017 Special focus on inequalities**. 2019.

5 Conclusões Gerais

Esse estudo teve como objetivo avaliar três questões principais referente a regulamentação governamental no setor de saneamento básico no Brasil, especialmente em termos de regulação econômica, supervisão regulatória e planejamento na eficiência e desempenho das operadoras de saneamento e na qualidade da saúde dos municípios. No capítulo **2. Regulação Econômica e o Efeito Averch-Johnson no Setor de Saneamento Brasileiro**, foi investigado a existência do efeito *Averch-Johnson* no setor de saneamento brasileiro. No capítulo **3. Regulação, Planejamento e Eficiência no Setor de Saneamento Básico no Brasil**, foi estudado a relação entre instrumentos regulatórios (supervisão regulatória e planejamento) e a eficiência técnica das operadoras de saneamento no Brasil. E o capítulo **4. Efeitos dos Instrumentos de Regulação no Setor de Saneamento e de Saúde no Brasil**, foi examinado o efeito dos instrumentos regulatórios (supervisão regulatória e planejamento) sobre indicadores de desempenho das operadoras de saneamento e sobre indicadores de saúde.

A regulação econômica no setor de saneamento básico brasileiro é caracterizada, em termos gerais, pelo uso do mecanismo de regulação *Taxa de Retorno*, utilizado na maioria das empresas de saneamento do país desde o PLANASA. Esse mecanismo é criticado pela literatura pois não fornece incentivos eficientes para a redução de custos, pois a empresa acaba utilizando mais investimentos do que outros fatores de produção para aumentar sua taxa de retorno. Esse efeito é conhecido como efeito *Averch-Jonhson*. Esse efeito para países como o Brasil com necessidades de capital seria visto como um efeito positivo, visando aumentar a cobertura e a qualidade dos serviços de saneamento. No entanto, foi observado que no Brasil o que acontece é um gasto excessivo com pessoal próprio e terceirizado e baixos investimentos no setor. Após o ano de 2007, é averiguado em alguns anos que a taxa de investimento cresce mais que a do gasto com pessoal, mas esse comportamento não se sustenta nos anos seguintes. A lei 11.445/2007 propõe a utilização de mecanismos de regulação econômica que induzem a incentivos eficientes como o *Price Cap* e a Competição *por comparação*, entretanto no Brasil a decisão sobre o mecanismo de regulação econômica a ser utilizado parece estar sob controle das concedentes e das as agências de regulação. Assim, averigua-se a necessidade de estudos sobre o efeito de uma mudança de mecanismos de regulação econômica no setor de saneamento no Brasil e uma legislação mais específica sobre o tema.

No que se refere a eficiência de custo no setor de saneamento, evidenciou-se que nos municípios que têm apenas supervisão regulatória, as operadoras de saneamento possuem maior ineficiência de custo que as operadoras de saneamento dos municípios que não tem supervisão regulatória. Demonstrando que a supervisão regulatória pode estar ocasionando maiores custos para essas empresas de saneamento. Referente ao Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), esse não gera efeito significativo sobre a eficiência de custo e em média esse grupo de município que tem PMSB tem menor eficiência técnica de custo. Entretanto os municípios que têm supervisão regulatória e PMSB tem maior eficiência técnica. Assim, quando os municípios têm ambos instrumentos regulatórios tem efeitos positivos sobre a eficiência. Assim, observa-se que o PMSB quando adotado sozinho não repercute em efeitos significativos, podendo estar sendo influenciados pela falta de conhecimento técnico de realizar e executar esses planos, mas quando em conjunto com a supervisão regulatória aparenta ter melhor efeito.

A avaliação dos efeitos dos instrumentos regulatórios sobre indicadores de desempenho das operadoras de saneamento e de saúde, sendo elas: índice de produtividade, montante de investimentos, índice de cobertura e número de pessoas hospitalizadas com doenças relacionadas a falta de saneamento, evidenciou que quando os instrumentos regulatório são adotados separados não possuem efeitos esperados e/ou significativos, mas quando são adotados juntos pelos municípios geram efeitos esperados, significativos em alguns anos. Como por exemplo, município que adotam apenas supervisão regulatória, as operadoras de saneamento de água e esgoto tem maior queda na produtividade do que empresas de água e esgoto localizadas em municípios que não tem supervisão regulatória. Mas quando o município tem ambos instrumentos regulatórios tem efeito positivo sobre a produtividade das operadoras de água e esgoto (a nível de 10% de significância). Na saúde, no geral, o efeito é negativo e significativo para alguns anos quando o município tem ambos instrumentos regulatórios.

Os principais resultados nos três capítulos demonstram que o mecanismo de regulação adotado em sua maioria no setor de saneamento não está sendo eficiente, no sentido que altos gastos estão sendo realizados com pessoal, mantendo baixo o nível de investimentos, o PMSB quando adotado sozinho (sem supervisão regulatória) não está gerando efeitos significativos sobre eficiência de custo e indicadores de desempenho e de saúde. Esse resultado corrobora a hipótese desse estudo que a falta de capacidade técnica poderia estar resultando em má elaboração e/ou não execução. A supervisão regulatória quando adotada sozinha (sem PMSB), gera resultados significativos, entretanto aumenta

ineficiência de custo e diminui produtividade, validando em parte a hipótese desse estudo, em que, o fato de que a função de regulação e fiscalização é delegada um ente especializado poderia gerar efeitos significativos, mas esperava-se que esses efeitos fossem positivos. E quando os instrumentos são adotados juntos têm-se resultados com efeitos esperados, mas nem sempre são significativos.

Assim, acredita-se que a legislação tem que levar em conta as dificuldades dos municípios em arcar com essas responsabilidades, considerando capital humano e recursos financeiros, especialmente aos pequenos municípios aonde essas dificuldades devem ser maiores. Ademais a legislação precisa ser mais específica em alguns pontos como, por exemplo, em relação aos mecanismos de regulação econômica em que deve ser adotado pelas operadoras de saneamento.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se o de identificar os mecanismos de regulação tarifária utilizados em cada operadora de saneamento a fim de se averiguar qual desses regimes tarifários estão sendo mais eficientes. Além disso, averiguar e analisar os procedimentos que estão sendo adotados pelas agências reguladoras junto as empresas de saneamento, com o objetivo de avaliar se essas ações estão levando as empresas de saneamento a terem maiores custos iniciais visando menores custos futuros, ou se não estão sendo eficientes. Por fim, uma análise futura da eficiência e do desempenho das operadoras de saneamento seria interessante com as mudanças legislativas que vêm sendo propostas visando atualizar o marco regulatório.