

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO BRASILEIRO: A ATUAÇÃO DAS EMPRESAS PÚBLICAS E PRIVADAS ENTRE 2008 E 2018

Lee Anderson Gomes Viana¹, Philipp Ehrl²

Resumo

O saneamento básico é composto por políticas públicas de promoção da saúde coletiva e consequentemente do bem-estar geral da população atendida pelos serviços. Os níveis destes ainda estão longe das metas traçadas pelo governo brasileiro, com metas ousadas de universalização do serviço até 2033. O incremento no atendimento à população depende de grande investimento financeiro. Isto posto, o presente estudo busca aferir a relação entre a prestação dos serviços de saneamento básico por entidades públicas e privadas nos municípios brasileiros atendidos com água tratada e rede coletora de esgotos. O período investigado compreende os anos de 2008 a 2018. Objetivou avaliar o “atendimento”, “desempenho” e a “produtividade” das empresas públicas, mistas e privadas de saneamento básico brasileiras por meio de regressão com efeitos fixos, utilizando um painel não balanceado. Obteve-se como achados interessantes o efeito da abrangência, tamanho das firmas e natureza jurídica sobre esses indicadores. Dessa forma, empresas locais atendem maior faixa da população residente que empresas regionais. Conseqüente, empresas privadas têm efeito negativo sobre o desempenho financeiro e sobre a produtividade. Por outro lado, empresas públicas apresentam efeito positivo sobre o atendimento com água mas não com esgoto.

Palavras-chave: Saneamento. Água potável. Esgotamento sanitário. Avaliação de performance.

Classificação JEL: Economia Regional e Urbana

Sessão Temática: Q25, R11, H24, K23.

Abstract

Basic sanitation is composed of public policies to promote collective health and, consequently, the general well-being of the population served by the services. The levels of these are still far from the targets set by the Brazilian government, with bold targets for universalizing the service until 2033. The increase in service to the population depends on large financial investment. That said, this study seeks to assess the relationship between the provision of basic sanitation services by public and private entities in Brazilian municipalities served with treated water and sewage collection network. The period investigated comprises the years 2008 to 2018. It aimed to evaluate the "service", "performance" and "productivity" of public, mixed and private companies of basic sanitation in Brazil through regression with fixed effects, using an unbalanced panel. Interesting findings were obtained from the effect of coverage, size of firms and legal nature on these indicators. In this way, local companies attend a larger resident population share than regional companies. Consequently, private companies have a negative effect on financial performance and productivity. On the other hand, public companies have a positive effect on water but with on sewage services.

Keywords: Sanitation. Potable water. Sewage. Performance evaluation.

JEL Code: Social Economy and Economic Demography.

Thematic Session: Q25, R11, H24, K23.

Filiação Institucional: Universidade Católica de Brasília. e-mail: ¹viana_fisicoquimico@hotmail.com; ²philipp.ehrl@gmail.com

1. Introdução

Para cada 1 dólar aplicado em saneamento, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima um retorno de seis vezes o valor investido. O dado considera a redução de custos com saúde pública, aumento da produtividade e diminuição da mortalidade infantil. Enfatiza também o baixo investimento realizado pelas firmas e governo, visto que ainda não é suficiente para a meta de universalização do atendimento com água potável e esgotamento dos dejetos humanos até 2030. Completa informando que muitos países não atingirão este objetivo (OMS, 2018).

Sabe-se que o saneamento é um serviço público essencial que envolve vários atores, em especial o governo, como o maior gestor dos serviços. Contudo, no Brasil, ainda é enorme a disparidade ao acesso à coleta seletiva, abastecimento de água potável e esgotamento sanitário. Turolla (2002) afirma que, apesar do aumento dos investimentos financeiros nestes serviços ao longo do tempo e maior atenção governamental, ainda falta muito para a universalização do saneamento no Brasil. Para que isso ocorra, serão necessários vultosos montantes de capital. Conforme Leoneti, Prado & Oliveira (2011), o déficit no atendimento em saneamento básico no Brasil decorre do baixo investimento e de sua aplicação de forma equivocada, mas pontuam o fato do setor estar passando por uma transformação, recebendo maior atenção governamental e de grupos privados.

Para Borja (2014), esses investimentos devem ser sustentáveis, com ênfase no tratamento de esgoto, segmento que apresenta o maior gargalo. À vista disso, Abbott e Cohen (2009) estudaram dados dos últimos 20 anos do setor de água ao redor do mundo. Os autores indicaram o crescente interesse do setor público e privado na busca de formas de aumentar a eficiência e a produtividade das firmas de água e esgoto e encontrar uma estrutura ótima das indústrias. Carneiro (2019) discorre sobre a grave crise fiscal pela qual o Brasil vem passando. Este é um dos empecilhos, na capacidade governamental brasileira, de pagar os custos duma expansão do saneamento básico. Uma saída, conforme Carneiro (2019), seria uma presença maior da iniciativa privada no setor, porém o autor alerta sobre experiências malsucedidas da privatização do serviço de água em outros países, o que pode ser atribuído às particularidades do setor.

Borja (2014) e Carneiro (2019) citam os complexos desafios a serem superados pelas diferentes esferas do Governo, como, por exemplo, investimentos alocados incorretamente, e não em acordo com os déficits dos serviços. Os autores enfatizam que diferentes segmentos da sociedade, tanto do setor público como privado, devem estar envolvidos e integrados em políticas públicas com forte ação Estatal. Inclusive com o advento do marco legal do saneamento, no Brasil, houve uma retomada dos investimentos em infraestrutura e expansão das redes de água e de esgoto como uma tentativa de universalização do atendimento dos serviços.

Dessa forma, pensando no avanço da disponibilidade dos serviços de saneamento básico, foi criada a Lei Federal nº 11.445, de 2007, a qual institui a Política Nacional de Saneamento e delinea o saneamento básico da seguinte maneira: (i) o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, (ii) esgotamento sanitário, (iii) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e (iv) drenagem de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil, 2020), numa amostra referente ao ano de 2018, de 5.146 municípios, o equivalente à 97% da população total, a média de atendimento com água tratada foi de 83,6% da população, enquanto a média para atendimento com coleta de esgotos foi de 53,2% do total de brasileiros, e deste esgoto coletado somente 46,3% é tratado (BRASIL, 2020).

Assim, com o intuito de elevar os índices de atendimento da população, foi elaborado em 2008 a nível nacional o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), coordenado pelo Ministério das Cidades. O projeto tem metas robustas para a universalização do saneamento, que deve ocorrer de 2014 a 2033, com investimento estimado em mais de 500 bilhões de reais. A cargo da União, os recursos seriam da ordem de 59% e o restante dividido entre governos estaduais e municipais, setor público e privado que oferecem os serviços e órgãos internacionais (BRASIL, 2014).

Nota-se que as políticas públicas de saneamento básico são indispensáveis para a elevação dos níveis de bem-estar e saúde coletiva nas comunidades, pois permite um ambiente com menor número de doenças ou a erradicação delas. Ressalta-se que os vetores invasores como vírus, bactérias ou outros agentes patogênicos são reduzidos e conseqüentemente há um maior controle e diminuição de enfermidades diarreicas, hepatite, dengue, toxoplasmose, leptospirose e outras (OMS, 2018). Tendo o saneamento básico como uma política pública de promoção do bem-estar e saúde coletiva, o que justifica o presente projeto e estudo é a investigação do avanço do abastecimento de água e se o esgotamento sanitário acompanha esse avanço.

Do ponto de vista econômico-social e da eficácia operacional, este trabalho busca por meio de um modelo econométrico (regressão de dados em painel) avaliar se a natureza da gestão das firmas afeta a operação e oferta dos serviços prestados. Dessa forma, por intermédio de indicadores disponibilizados na base de dados do SNIS, serão analisados o desempenho e a produtividade dos prestadores dos serviços de distribuição de água, coleta e tratamento de esgotos nos municípios brasileiros no período de 2008 a 2018. Também será verificado qual o efeito da abrangência das empresas, suas tarifas e a natureza jurídica, pública, mista e/ou privada, sobre os indicadores analisados.

2. Revisão da literatura

É vasta a literatura sobre o tema saneamento ao redor do globo. Trabalhos recentes discorrem sobre eficiência e produtividade (ABBOTT & COHEN, 2009; CARVALHO & MARQUES, 2011; CRUZ, MOTTA & MARINHO, 2019; GIDION, 2019; SAIANI, 2007); economias e deseconomias de escala (BHATTACHARYYA, HARRIS, NARAYANAN & RAFFIEE 1995; CAMPOS, 2010; CARVALHO & MARQUES, 2011; COSTA, 2013; NAUGES & VAN DEN BERG, 2007), economias de escopo (CARVALHO & MARQUES, 2016; CARVALHO, MARQUES & BERG 2012; GALVÃO JUNIOR & PAGANINI, 2009; MARTINS, FORTUNATO & COELHO 2006; GARCIA, MOREAUX & REYNAUD, 2007), natureza jurídica, propriedade pública *versus* propriedade privada (CABRAL, RODRIGUES & FONSECA, 2018, FARIA, R. C., FARIA, S. A. & MOREIRA, 2009; MARGULIES, 2018; OLIVEIRA & LIMA, 2015; SAIANI, 2007; TUROLLA, 2002), também sobre a necessidade e efetividade da regulação do serviço (BARBOSA & MARRARA, 2019; GALVÃO JÚNIOR *ET AL.*, 2009; PRADO & MANEGUIN 2018; TUPPER & RESENDE, 2004), entre outros.

Dentre os vários métodos e técnicas utilizados para este fim, alguns mais comuns podem ser apontados. Sobre a utilização de regressão linear, Cubbin & Tzanidakis (1998) verificaram a melhor opção para se medir a eficiência das firmas, comparando o método de regressão com o método de análise envoltória de dados, no setor de água do País de Gales e da Inglaterra; Scriptore & Toneto Jr. (2012) realizaram uma análise comparativa do desempenho das empresas públicas e privadas de serviços de saneamento básico no Brasil; Margulies (2018) avaliou o desempenho das empresas públicas e privadas brasileiras do setor de saneamento; Wang, Wu & Zheng (2011) analisaram econometricamente a participação do setor privado na indústria urbana de fornecimento de água chinesa.

Outra bastante utilizada é a metodologia de Fronteira Estocástica – do inglês, *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), modelo paramétrico que mede a produtividade e eficiência das empresas de saneamento. Podem ser destacados os resultados publicados por Bhattacharyya, Harris, Narayanan & Raffiee (1995), o estudo avaliou 225 empresas públicas e 32 empresas privadas norte-americanas; Souza Faria & Moreira (2007) estudaram 149 empresas públicas e 15 empresas privadas brasileiras; Estache & Rossi (2002) utilizaram como base 50 companhias da indústria da água em 29 países da Ásia, sendo 22 firmas com algum tipo de participação privada; Saal, Parker & Weyman-Jones (2007) avaliaram 10 companhias de água e esgoto na Inglaterra e no País de Gales, no período de 1985 a 2000.

A metodologia Análise Envoltória de Dados – do inglês, *Data Envelopment Analysis* (DEA), modelo não paramétrico, pode ser consultada em trabalhos publicados por Anwandter & Ozuna (2002),

avaliaram produtividade e eficiência de 110 utilitárias mexicanas; Coelli & Walding (2005), na Austrália, observaram 18 empresas entre os anos de 1995 e 2002; Cruz, *et al.*, (2019), fizeram uma análise da produtividade e eficiência técnica nos serviços de água e esgoto de firmas brasileiras utilizando dados de 2006 a 2013; Erbetta & Cave (2006), acompanharam 10 companhias de água e esgoto da Inglaterra e Gales no período de 1993 a 2005; Tupper & Resende (2004), avaliaram 20 firmas no Brasil de água e esgoto no período de 1996 a 2000; Woodbury & Dollery (2004), estudaram companhias da Austrália no período de 1997 a 2000.

Metodologia como a “diferenças em diferenças” (*difference-in-difference*) foi utilizada por Klien & Michaud (2019) para medir produtividade e desempenho após a consolidação dos serviços de saneamento na Europa Central e Oriental, valendo-se de uma extensa e rica base de dados de mais de 400 empresas. Também utilizando “diferenças em diferenças”, Wang & Gong (2018) analisaram economicamente o desenvolvimento de estações de tratamento de esgotos na China.

A partir de uma função de custo da família “Cobb-Douglas”, Souza Faria & Moreira (2008) avaliaram várias firmas brasileiras públicas e privadas no período de 2002 a 2004. Guo, Englehardt & Wu (2014) valeram-se de função de custos para avaliar o processo de tratamento de água, esgoto e de reutilização de água potável nos Estados Unidos da América. Lucinda & Anuatti (2017) buscaram pela função de custos estudar economias de escala e escopo no setor de saneamento no Estado de São Paulo. Malmsten & Lekkas (2010) utilizaram análise de custos para avaliar o fornecimento de água e processos de tratamento de esgotos no apoio à tomada de decisões e formulação de políticas para comunidades suecas. Martins, Fotunato & Coelho (2006), entre outros achados, evidenciaram que as grandes concessionárias portuguesas apresentam deseconomias enquanto as concessionárias de médio e pequeno porte demonstram moderadamente economias de escala e escopo.

3. Metodologia

3.1. Dados

Foram utilizados dados do tipo secundários, disponibilizados pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) por intermédio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). As informações e indicadores desagregados são divididos em: (1) dados gerais: (i) ano de referência, (ii) abrangência (regional, estadual ou municipal), (iii) tipo de serviço (água, esgoto ou ambos) e (iv) natureza jurídica (autarquia, empresa privada, empresa pública, mista privada, mista pública e organização social); (2) localização geográfica: (i) região e (ii) estados.

Por conseguinte, foram utilizados dados compilados para a indústria de abastecimento de água (52.367 observações) e esgoto (17.842 observações) num painel não balanceado. Os dados são do período compreendido de 2008 a 2018. Foram considerados somente os municípios atendidos com pelo menos um dos serviços de fornecimento de água e/ou esgotamento sanitário nos municípios brasileiros. Isto, com o intuito de aferir o efeito de algumas covariadas, como população, extensão das redes, tarifas praticadas, natureza jurídica, abrangência e quantidade de empresas sobre o desempenho, produtividade e atendimento com fornecimento de água e esgotamento sanitário.

Baseado nos dados analisados nos anos de 2008 a 2018 do SNIS, observa-se, conforme a Tabela 1, o fornecimento de água potável e esgotamento sanitário no Brasil. Dos 5.570 municípios brasileiros, a amostra de municípios, em 2008, foi de 4.609, já, em 2018, a quantidade amostrada foi de 5.146, um aumento de 11,65% no total. A população total atendida, em 2008, com o fornecimento de água potável e esgotamento sanitário era de aproximadamente 65% e 41,6% respectivamente. A extensão da rede tanto de água quanto de esgoto cresceu durante o período, passando de 469,4 mil km para 665,4 mil km e de 191,9 para 325,6 mil km respectivamente.

Tabela 1 - Atendimento da população com serviços de água e esgotamento sanitário.



	Abastecimento de água 2008	Abastecimento de água 2018	Alteração (%)
Brasil	5570	5570	-0
Amostra municípios	4609	5146	11,65
Amostra municípios %	82,8	92,4	11,59
População total atendida %	65	83,6	28,62
Habitantes em milhões	179,9	208,5	15,90
1-adm. pública %	96,12	91,4	-4,91
2-empresa privada %	3,88	8,6	121,65
Consumo médio (l/hab./dia)	115,8	154,9	33,77
Extensão da rede (mil km)	469,4	665,6	41,80
Ligações de água (milhões)	41,1	57,2	39,17
Água potável não contabilizada ou perdida na distribuição %	31,46	38,5	22,38
Investimentos (bilhões)	2,2	5,75	161,36
	Esgotamento sanitário 2008	Esgotamento sanitário 2018	
Extensão da rede (mil km)	191,9	325,6	69,67
Ligações de esgoto (milhões)	17,9	32,5	81,56
População total atendida (milhões)	74,8	107,5	43,72
População total atendida %	41,6	53,2	27,88
Investimentos (bilhões)	2,6	4,74	82,31

Fonte: SNIS, elaboração do autor.

Observa-se um aditamento de quase 70% na extensão da rede de esgoto. As ligações de água e esgoto tiveram aumento de aproximadamente 40% e 81,6% respectivamente. A evolução do saneamento vem acompanhado do volume de dinheiro investido no setor. Em 2018 o investimento em água e esgotamento foi de 5,75 e 4,74 bilhões de reais, contra o investimento feito em água e esgotamento no ano de 2008 de 2,2 e 2,6 bilhões de reais respectivamente. O reflexo é que a população atendida pelos serviços cresceu quase 30% com abastecimento de água e aproximadamente 28% com esgotamento sanitário. O consumo médio de água foi de 122 litros por habitante dia em 2008, para aproximadamente 137 litros por habitante dia em 2018, aumento de um pouco mais de 12% no período. Os indicadores utilizados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas dos dados.

Variáveis	Obs	Média	Desvio Padrão	Min	Max
Yit					
Desempenho	56,095	89.34	45.89	-146.1	299.0
Produtividade	54,079	3.239	3.540	0	200
Extensão água	54,983	111.0	457.6	0	21766
Extensão esgoto	23,371	125.8	762.7	0	79300

X_{it}					
Atendimento água %	55,049	66.73	24.60	0	100
População municipal total	58,344	38066	226849	786	1.220e+07
População municipal urbana	58,344	0.646	0.216	0.0187	1
Consumo médio	54,203	12.51	119.4	-9.900	17893
Quantidade de empresas água	58,344	1.018	0.133	1	3
Tarifa água	52,515	3.058	20.60	-160	4628
Quantidade de empresas esgoto	58,344	1.011	0.106	1	3
Tarifa esgoto	18,308	1.922	1.355	0	42.82

Fonte: SNIS, elaboração dos autores.

3.2 Descrição do modelo

Foi utilizado um modelo de regressão com dados em painel não balanceado com efeitos fixos, para o conjunto de dados usados. A eleição do uso de dados em painel, segundo Baltagi (1995), melhor relaciona os indivíduos, empresas, municípios, estados etc., pois, com o tempo, os dados tendem a apresentar heterogeneidade nas unidades. As técnicas de estimação dos dados em painel podem levar em consideração a heterogeneidade explicitamente. Os dados em painel também detectam e medem melhor os efeitos que não podem ser observados em um corte transversal puro ou em uma série temporal pura (BALTAGI, 1995; GUJARATI & PORTER, 2011; HSIAO, 2003; WOOLDRIDGE, 2011). Na prática é de se rejeitar a hipótese de que os estimadores de efeitos fixos dos coeficientes α são correlacionados com as variáveis explicativas. Para rodar o modelo e gerar as Tabelas 3 e 4, foi utilizado o programa STATA, versão 14 (STATA STATISTICAL SOFTWARE, 2015).

Os principais pontos fracos a serem observados na utilização de um modelo de efeitos fixos, de acordo com Gujarati & Porter (2011), são: (i) ao se introduzir demasiadas variáveis *dummy*, perde-se graus de liberdade; (ii) aumenta a chance de ocorrer multicolinearidade entre as variáveis; (iii) o modelo pode não ser apto a captar o impacto das variáveis que não mudam ao longo do tempo e; (iv) as combinações e permutações do termo de erro (GUJARATI & PORTER, 2011). Especificamente, estimou-se variações da seguinte regressão:

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \gamma_1 publico_{it} + \gamma_2 abr_{it} + \eta_t + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Onde:

Y_{it} : é a variável dependente relativa ao município i no período de tempo t , sendo uma das seguintes variáveis:

- Atendimento água - porcentagem da população atendida com água potável (em %);
- Atendimento esgoto - porcentagem da população atendida com esgotamento sanitário (em %);
- Produtividade – $(1 / ((\text{quantidade total de empregados próprios} / \text{quantidade de ligações ativas de água}) \times 1000))$. Adaptado do Índice IN045 SNIS – empregados próprios por 1000 ligações (empregados/mil ligações);
- Indicador de desempenho financeiro (IN012-SNIS) - desempenho (em %).

X_{it} : são as variáveis explicativas relativas ao município i no período de tempo t .

- População total - população total do município do ano de referência. Fonte: IBGE (em número de habitantes);
- População municipal urbana - razão entre a população municipal urbana pela população municipal total (em %);
- Extensão rede água: AG005 - extensão da rede de água (em km);
- Extensão rede esgoto: ES004 - extensão da rede de esgotos (em km);

- e) *Tarifa água: IN005 - Tarifa média de água. Forma de cálculo: (receita operacional direta de água/volume de água faturado – volume de água bruta exportada – volume de água tratada exportada) x 1/1.000. (em R\$/m³);*
- f) *Tarifa esgoto: IN006 - Tarifa média de esgoto. Forma do cálculo: (receita operacional direta de esgoto / volume de esgotos faturado – volume de esgotos bruto importado) x 1/1.000. (em R\$/m³).*
- g) *Natureza Jurídica - Forma jurídica como está constituído o prestador de serviços de saneamento. A categoria omitida de referência são empresas públicas e as duas demais são empresas privadas e mistas.*
- h) *Abrangência - Área de atuação do prestador de serviços de saneamento. A categoria omitida de referência é local e as duas demais são microrregional ou regional.*
- i) *Quantidade de empresas água e quantidade de empresas esgoto por município.*
- j) *Consumo médio: IN022 - Consumo médio percapita de água (litros/habitante/dia).*
- k) *α : constante;*
- l) *μ_i : efeito fixo específico do município i ;*
- m) *η_t : efeito fixo específico do período t ;*
- n) *ϵ_{it} : termo de erro.*

Como observado por Wang, Wu, & Zheng (2011), deve-se considerar como um sério problema a endogeneidade decorrente da participação das empresas privadas no setor de saneamento. Pode haver uma preferência do setor privado pelas localidades com melhor produtividade, como centros urbanos e capitais, onde a renda *per capita* dos cidadãos é maior. Isso afeta diretamente na melhoria do serviço, pois são escolhidos os municípios com melhor desempenho financeiro em detrimento daqueles com menor desempenho, gerando déficit de atendimento. Como consequência deste viés de endogeneidade, o coeficiente estimado pode ser maior que o verdadeiro.

Margulies (2018) também cita o viés de seleção do setor privado pelos municípios com melhor performance, o que gera uma distorção e até exclusão do atendimento com os serviços das concessionárias pelos locais com menor poder econômico. A autora alerta também sobre o fato das informações contidas na base de dados do SNIS serem autodeclaradas. As utilitárias podem omitir ou desconhecer a forma correta de repassar as informações sobre os índices, o mesmo pode ocorrer com os dados fornecidos pelos governos locais ou outras instituições responsáveis. No entanto, o efeito deste viés de atenuação é difícil de corrigir na prática.

É importante mencionar que selecionamos apenas municípios com um fornecedor (de água ou esgotamento) e excluímos localidades com mais de uma operadora. O intuito deste procedimento é identificar efeitos limpos não sobrepostos de uma possível complementaridade entre duas empresas no mesmo município. Além disso, nas estimações com efeitos fixos de municípios pode-se inferir que o efeito identificado provem estritamente da mudança de natureza jurídica ou abrangência, etc, e não da entrada ou saída de um segundo ou terceiro fornecedor.

4. Resultados

Os resultados obtidos a partir da utilização da regressão, equação (1), são mostrados na Tabela 3 (água). A amostra utilizada compreende localidades atendidas pelo serviço de fornecimento de água. Assim, a tabela apresenta nas colunas de 1 a 3, resultados sem o uso de controles dos efeitos fixos por município. Já nas colunas de 4 a 6 são apresentados os produtos com uso de controle por quaisquer efeitos inobserváveis e invariantes no tempo de cada município, tal como geografia, renda média, estrutura produtiva etc.

Conforme os achados, empresas privadas, na média, apresentam menor “produtividade” e menor “atendimento” à população residente nas colunas 2 e 3 respectivamente. Agora, com efeito fixo, as firmas privadas o efeito negativo é maior e significativo sobre o “desempenho” e “produtividade”, mas o coeficiente da variável “privada” para “atendimento” se torna positivo, colunas 4, 5 e 6. Ou seja, quando um fornecedor muda sua natureza jurídica ou quando o governo municipal decide substituir uma empresa pública por outra empresa privada, a abrangência do atendimento aumenta subsequentemente.

A segunda covariada, referente à natureza jurídica, administração “mista” (pública e privada) tem efeito negativo sobre o indicador financeiro coluna 1, e positivo sobre a “produtividade, coluna 2. Os efeitos da natureza jurídica da firma “mista”, controladas as características inobserváveis de cada município, demonstra efeito negativo sobre as variadas explicadas, colunas 4, 5 e 6. Este resultado pode ser explicado pela falta de concorrência no mercado comum a monopólios naturais. Terceira variável, abrangência “local”, mostra que o desempenho médio de “atendimento” é maior comparado com empresas regionais sem utilizar o controle dos efeitos não observáveis. Também, quando se faz o uso do controle dos efeitos fixos.

Tocante a variável explicativa “extensão da rede de água”, observa-se que os coeficientes são positivos, com efeito estatisticamente significativo, sobre o “desempenho” e “atendimento”, colunas 1, 3 e 6. A “tarifa de água” não tem efeito significativo sobre as variáveis explicadas, tanto sem controle dos efeitos inobserváveis quanto com o uso de efeitos fixos. Consequente, o tamanho da “população” denota efeito negativo sobre o “desempenho” e “atendimento”, mas positivo sobre a “produtividade”, sem efeito municipal. Já com uso do efeito do município, a covariada “população” demonstra efeito positivo sobre “desempenho” e negativo sobre “atendimento”.

Dessa forma, a variável explicativa taxa de população vivendo em ambiente “urbano”, tem efeito significativo sobre as variáveis explicadas, “desempenho” e “atendimento”, quando não há uso do controle do efeito municipal. Porém, ela indica efeito negativo sobre o desempenho, valor não estatisticamente significativo, quando se faz o controle por meio dos municípios. Outra variável de controle, o “consumo médio de água”, denota efeito negativo sobre as variáveis explicadas quando não há o controle do efeito dos municípios. Entretanto, do uso do controle do efeito municipal, o “consumo médio”, apresenta efeito significativo sobre o “desempenho” e “produtividade” e impacto positivo sobre o atendimento com água.

Tabela 3 - Cidades com serviço de fornecimento de água potável.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Desempenho	Produtividade	Atendimento	Desempenho	Produtividade	Atendimento
Efeito municipal		Não			Sim	
Privada	-6,052 (5,396)	-0,076*** (0,018)	-3,847*** (1,442)	-81,955*** (4,541)	-0,148*** (0,035)	1,905** (0,789)
Mista	-23,681*** (5,273)	0,201*** (0,016)	-1,819 (1,154)	-10,522** (5,230)	-0,072* (0,043)	-7,602*** (1,302)
Local	-12,460** (5,352)	0,078*** (0,022)	17,690*** (1,528)	-9,989 (16,060)	0,307 (0,219)	10,639*** (3,974)
Ext. rede água	0,062*** (0,013)	0,000 (0,000)	0,089*** (0,018)	0,000 (0,010)	-0,000 (0,000)	0,010** (0,005)
Tarifa água	0,222 (0,162)	-0,004 (0,002)	-0,012 (0,026)	0,023 (0,073)	0,000 (0,000)	0,002 (0,004)

População	-0,129*** (0,035)	0,002*** (0,001)	-0,308*** (0,045)	0,465** (0,202)	0,002 (0,003)	-0,308*** (0,080)
% urbano	26,264*** (3,022)	-0,000 (0,038)	73,292*** (1,706)	-18,099 (19,718)	0,218 (0,228)	49,357*** (6,404)
Consumo médio	-0,155 (0,105)	-0,010*** (0,002)	-0,195*** (0,070)	0,232** (0,093)	-0,000 (0,001)	0,085** (0,040)
R2	0,046	0,041	0,511	0,628	0,738	0,921
R2 ajustado	0,046	0,040	0,510	0,579	0,704	0,910
Obs.	29876	29876	29876	29876	29876	29876

Erro padrão robusto à heteroscedasticidade entre parênteses

*p<0.10, ** p<0.05, ***p<0.01

Os resultados obtidos a partir da utilização da regressão, equação (1), são mostrados na Tabela 4 (esgoto). A amostra utilizada compreende localidades atendidas pelo serviço de fornecimento de esgoto. Assim, os resultados são apresentados da mesma forma como na Tabela 3, onde, as colunas 1, 2 e 3 sem controle dos efeitos não observados e as colunas 4, 5 e 6 apresentam os resultados partir do uso do controle dos efeitos não observados municipal. Dessa forma, a variável explicativa, empresa “privada”, na média aponta um efeito estatisticamente, positivo sobre o “desempenho” e negativo sobre o “atendimento”, colunas 1 e 3. Agora, controlando o efeito municipal, a mesma variável “privada”, não apresenta impacto estatisticamente significativo, sobre as variáveis explicadas.

Seguindo, a covariada referente à natureza jurídica, administração “mista” (pública e privada) mostra deficiência em comparação com empresas públicas sobre o “desempenho” na coluna 1. Os efeitos da natureza jurídica da firma “mista”, controladas as características inobserváveis de cada município, continua com efeito negativo sobre o “desempenho”. Estes achados podem ser explicados pela falta de concorrência no mercado, comum a monopólios naturais. Concernente a variável abrangência “local”, o efeito é negativo sobre o desempenho e positivo sobre o “atendimento”, sem utilizar o controle dos efeitos não observáveis. Quando do uso de controle dos efeitos fixos, somente há impacto estatisticamente significativo sobre o “atendimento”.

Agora, a variável explicativa “extensão da rede de esgoto”, observa-se efeito estatisticamente significativo sobre o “desempenho”. A “tarifa de esgoto” tem efeito significativo sobre as variáveis explicadas “desempenho” e “atendimento”, colunas 1, 3, 4 e 6. Consequente, a “população” não indica efeito estatisticamente significativo sobre as variáveis explicadas, diferentemente do caso de água. Já, a variável explicativa taxa da população em ambiente “urbano”, tem efeito significativo sobre as variáveis explicadas, “desempenho” e “atendimento”, coluna 1, 3 e 4. Outra variável de controle, o “consumo médio de esgoto”, denota efeito negativo sobre a “produtividade” quando não há o controle do efeito dos municípios. Da mesma forma, do uso do controle do efeito municipal, o “consumo médio”, apresenta efeito significativo sobre a “produtividade”, colunas 2 e 5.

Tabela 4 - Cidades com serviço de fornecimento de esgoto.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Desempenho	Produtividade	Atendimento	Desempenho	Produtividade	Atendimento
Efeito municipal		Não			Sim	
Privada	8,449** (3,354)	-0,011 (0,030)	-6,282** (2,704)	0,917 (10,178)	-0,004 (0,083)	0,819 (2,024)

Mista	-21,067*** (3,345)	0,205*** (0,028)	0,623 (2,696)	-12,137** (4,971)	-0,002 (0,123)	2,423 (1,855)
Local	-9,276*** (3,462)	-0,027 (0,027)	14,073*** (2,921)	11,796 (9,904)	0,068 (0,289)	8,066*** (2,913)
Ext. rede esgoto	0,002 (0,002)	-0,000 (0,000)	0,012 (0,008)	-0,000** (0,000)	0,000 (0,000)	0,001 (0,000)
Tarifa esgoto	3,922*** (0,630)	0,006 (0,008)	-3,403*** (0,515)	1,635** (0,763)	-0,005 (0,010)	0,330** (0,138)
População	0,001 (0,003)	0,000 (0,000)	-0,017 (0,012)	0,020 (0,015)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,007)
% urbano	31,009*** (3,832)	0,051 (0,057)	73,521*** (3,130)	-37,985** (17,472)	-0,335 (0,312)	7,354 (10,303)
Consumo médio	-0,226 (0,158)	-0,005*** (0,002)	0,656*** (0,122)	0,133 (0,140)	-0,003*** (0,001)	0,058 (0,052)
R2	0,096	0,049	0,360	0,684	0,646	0,959
R2 ajustado	0,095	0,048	0,360	0,642	0,599	0,953
Obs.	17019	17019	17019	17019	17019	17019

Erro padrão robusto à heteroscedasticidade entre parênteses

*p<0.10, ** p<0.05, ***p<0.01

Os achados não apontam para uma superioridade absoluta, em todos aspectos analisados, entre as empresas baseado na forma de sua constituição, ou seja, sua natureza jurídica, privada, mista ou pública. Dessa forma, outros resultados interessantes, são os resultados que denotam um efeito negativo das empresas regionais sobre o atendimento com serviços de esgotamento sanitário. Consequente, os resultados das colunas 3 e 6 contemplam o atendimento com os serviços de água e esgoto respectivamente. Conforme as estimações, empresas privadas apresentam coeficiente significativamente positivo para a cobertura no atendimento com água. Já as empresas mistas apresentam coeficiente negativo para a cobertura no atendimento com água mas não com esgoto.

Para um teste de robustez foi analisada uma subamostra, considerando localidades atendidas somente por uma empresa. Devido ao escopo do presente trabalho, apenas nota-se que a significância das variáveis principais, sendo natureza jurídica e abrangência, exceto ao efeito de empresas privadas sobre a produtividade no setor de esgotamento sanitário.

5. Discussão e conclusão

Os resultados encontrados nesta pesquisa mostram que firmas de naturezas diferentes, influenciam no desempenho e produtividade. No entanto, nem todos achados estão de acordo com o esperado, dentre os vários estudos na literatura. Dessa maneira, o presente estudo serve de complemento para outros trabalhos da literatura recente.

No caso das variáveis explicadas “desempenho” e “produtividade”, vários autores discorrem com base na ótica da regulação, visto que o setor bem regulado diminui o lucro das empresas e aumenta a produtividade, elevando a equidade no atendimento (GALVÃO JUNIOR & PAGANINI, 2009; COSTA

ET AL., 2014; BARBOSA & MARRARA, 2019). Já para Carneiro (2019), Leoneti *et al.* (2011) e Margulies (2018), os efeitos positivos são decorrentes da participação do setor privado sobre a capacidade de produção, de abastecimento e aumento da taxa de cobertura de água. Faria *et al.* (2009) argumentam que privatização não é fator determinante para a garantia de melhora em todos os aspectos dos serviços de saneamento. Todavia, Cabral *et al.* (2018) e Margulies (2018) estudando firmas brasileiras e Wang *et al.*, (2011), indústrias chinesas, argumentam que a iniciativa privada prefere regiões com melhores recursos, seja pela disponibilidade hídrica ou maior renda *per capita*.

De toda forma, de acordo com os achados do presente estudo, as firmas privadas no Brasil influenciaram de forma *negativa* o “desempenho” (-6,052 e -81,955***) e a “produtividade” (-0,076*** e -0,148***) dos serviços de água, Tabela 3. Ainda mais, até para empresas “mistas” a tendência é ser menos eficiente e abrangente que as empresas públicas enquanto ao serviço de água, como pode ser visto dos coeficientes “desempenho”, “produtividade” e “atendimento” água (-10,522**, -0,072* e -7,602***), controlando o efeito municipal na Tabela 3. Em consonância com os presentes resultados, Souza *et al.*, (2008) utilizando FSA Cobb-Douglas, encontraram evidências de que as empresas brasileiras *públicas* são mais eficientes que as firmas privadas, o período avaliado foi de 2002 a 2004. Entretanto, os autores afirmam que a diferença entre essas empresas vem diminuindo com o passar do tempo. Ainda diferente de análises de empresas privadas no setor de indústria ou serviços (EHRL, 2013), o tamanho da população residente parece não afetar a produtividade dos fornecedores de forma positiva.

Para Campos (2010), estes resultados podem ter relação com o tamanho das firmas brasileiras, de modo que empresas maiores, apresentam deseconomias. Destarte, as empresas locais brasileiras, de menor porte, têm efeito positivo no atendimento com água (10,639***) e esgoto (8,066***), Tabela 3 e 4 respectivamente. Torres & Paul (2006) analisaram a estrutura da indústria da água norte-americana. Eles demonstraram que as empresas locais apresentaram economia de escala em termos de volume. Também houve redução de custos, ao mesmo tempo, uma expansão das redes. Dessa mesma forma, notou-se que a extensão da rede de água tem efeito positivo sobre o “atendimento”, Tabela 3. Assim, os achados manifestam que as empresas locais brasileiras performam melhor que as empresas microrregionais e regionais. Os resultados destacam uma congruência com o fato de as empresas públicas e as empresas locais oferecerem o serviço independentemente da capacidade de pagamento dos usuários, já as empresas regionais, na sua maioria, atendem aos centros urbanos com maior capacidade de pagamento pelos serviços.

No geral os serviços prestados por firmas de natureza jurídica estritamente pública apresentam resultado positivo em seus coeficientes, o que explica o melhor e maior atendimento com serviços de fornecimento de água e esgotamento sanitário. Diferente da empresa de natureza mista, com serviços de fornecimento de água e esgotamento sanitário. Baseado nisto, a inferência é de que as empresas regionais apresentam significância nos coeficientes, mas com sinal negativo devido à dimensão e ao tipo de gestão. Outro achado é de que a magnitude das tarifas, apenas têm efeito positivo sobre o “atendimento” e “desempenho” para o esgoto (1,635** e 0,330**), coluna 4 e 6 da Tabela 4. Isso pode estar relacionado com o fato da capacidade das empresas darem continuidade da prestação e manutenção dos serviços de forma autônoma.

Corroborando com os resultados encontrados, Scriptore e Toneto Jr. (2012), em trabalho semelhante, compararam empresas locais privadas e públicas e constataram que não existe uma superioridade de uma sobre a outra. Da mesma forma, os resultados encontrados no presente trabalho não demonstraram uma superioridade universal do setor privado sobre o público ou o inverso, porém ficou evidenciado o desempenho e produtividade das empresas públicas e que essa produtividade e desempenho ficam mais bem explicitados nas empresas públicas locais. Estes dois índices podem ser explicados pela função social da empresa pública, cuja finalidade é levar bem-estar à população e não auferir lucros.

Referências

- ABBOTT, M., & COHEN, B. Productivity and efficiency in the water industry. *Utilities Policy*, v. 17, p. 233–244, 2009.
- ANWANDTER, L. & T. J. OZUNA. “Can Public Sector Reforms Improve the Efficiency of Public Water Utilities?”. *Environment J Development Economics* 7, 687-700, 2002.
- BALTAGI, B. H. *Econometric analysis of panel data*. Nova York: John Wiley and Sons, 1995.
- BHATTACHARYYA, A., HARRIS, T., NARAYANAN, R., & RAFFIEE, K. Specification and estimation of the effect of ownership on the economic efficiency of the water utilities. *Regional Science and Urban Economics* 25, 759–784, 1995.
- BARBOSA, A. B., MARRARA, T. As funções do regulador de saneamento básico no Brasil. *Revista de Direito Econômico e Socio ambiental*, 10(3), 127-147, 2019.
- BORJA, P. C. Política pública de saneamento básico: uma análise da recente experiência brasileira. *Saúde e Sociedade*, 23(2), 432-447, 2014.
- BRASIL. Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF: Presidência da República, 2007.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: SNIS. Série Histórica, 2020.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. PLANSAB: Plano Nacional de Saneamento Básico (Decreto nº 819, de 05/10/2012). Brasília: MDR, 2014.
- CABRAL, L. S. L., RODRIGUES, E. C., & FONSECA, A. Privatizar ou não privatizar? Uma análise longitudinal dos serviços de abastecimento de água no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 23(4), 811-822, 2018.
- CAMPOS, F. M. Economias de escala e ineficiência técnica: a importância da dimensão de operação das concessionárias estaduais de água e esgoto brasileiras (1998-2008). Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 1-17, 2010.
- Carneiro, M. S. Participação Privada no Saneamento Básico. Assembleia Legislativa de Pernambuco.

Revista de Estudos Legislativos, 4(4), 52-62, 2019.

CARVALHO, P., & MARQUES, R. C. The influence of the operational environment on the efficiency of water utilities. *Journal of Environmental Management*, v. 92, n. 10, p. 2698–2707, 2011.

CARVALHO, P., & MARQUES, R. C. Estimating size and scope economies in the Portuguese water sector using the Bayesian stochastic frontier analysis. *Science of The Total Environment*, v. 544, p. 574–586, 2016.

CARVALHO, P., MARQUES, R. C., & BERG, S. A meta-regression analysis of benchmarking studies on water utilities market structure. *Utilities Policy*, v. 21, p. 40-49, 2012.

COELLI, T., & WALDING, S. Performance measurement in the Australian water supply industry. CEPA, *Working Paper*, v. 1, p. 1-36, 2005.

COSTA, S. A. B. Avaliação dos componentes da tarifa média e da estrutura de custos dos prestadores regionais de água e de esgoto do Sudeste brasileiro: um estudo baseado no SNIS 2010. Dissertação, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fiocruz, Brasília, 2013.

COSTA, S. A. B., SERRANO, L. M, GONTIJO, T. S., & MELO, B. A. DE. Regulação por Incentivos: redução de perdas e eficiência energética. Exposição de Experiências Municipais em Saneamento de 4 a 9 de maio de 2014, v. 18, p. 1-12. Uberlândia – MG, 2014.

CUBBIN, J., & TZANIDAKIS, G. Regression versus data envelopment analysis for efficiency measurement: an application to the England and Wales regulated water industry. *Utilities Policy*, v. 7, p. 75–85, 1998.

CRUZ, F. P., MOTTA, R. S., & MARINHO, A. Análise da eficiência técnica e da produtividade dos serviços de água e esgotos no Brasil de 2006 A 2013. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 49, n. 3, p. 81-106, 2019.

EHRL, P. Agglomeration economies with consistent productivity estimates. *Regional Science and Urban Economics*, v. 43, n. 5, p. 751-763, 2013.

ESTACHE, A., & ROSSI, M. How different is the efficiency of public and private water companies in Asia?. *The World Bank Economic Review*, v. 16, n. 1, p. 139–148, 2002.

ERBETTA, F., & CAVE, M. Regulation and efficiency incentives: evidence from the England and Wales water and sewerage industry. *Review of Network Economics*, v. 6, n. 2, p. 425–452, 2006.

FARIA, R. C., FARIA, S. A., & MOREIRA, T. B. S. A Privatização no Setor de Saneamento tem Melhorado a Performance dos Serviços?. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 28, p. 7-22, 2009.

GALVÃO JUNIOR, A. C., & PAGANINI, W. S. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 14, n. 1, p.79-88, 2009.

GARCIA, S., MOREAUX, M., & REYNAUD, A. Measuring economies of vertical integration in network industries: an application to the water sector. *International Journal of Industrial Organization*, v. 25, p. 791–820, 2007.

GIDION, D. K., HONG, J., ADAMS, M. Z. A., & KHOVEYNI, M. Network DEA models for assessing urban water utility efficiency. *Utilities Policy*, v. 57, p. 48–58, 2019.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. *Econometria Básica*. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

GUO, T., ENGLEHARDT J., & WU, T. Review of cost versus scale: water and wastewater treatment and reuse processes. *Water Science and Technology*, v. 69, n. 2, p. 223-34, 2014.

HSIAO, C. *Analysis of panel data*. (2a ed.). Cambridge University Press, 2003.

KLIEN, M., & MICHAUD, D. Water utility consolidation: Are economies of scale realized? *Utilities Policy*, v. 61, 100972, 2019.

LEONETI, A. B., PRADO, E. L., & OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. *Revista de Administração Pública*, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

LUCINDA, C. R. DE; & ANUATTI, F. Economies of Scale and Scope in the Sanitation Sector. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 37, n. 2, p. 233–265, 2017.

MALMSTEN, M., & LEKKAS, D. F. Cost analysis of urban water supply and waste water treatment processes to support decisions and policy making: application to a number of Swedish communities. *Desalination and Water Treatment*, v. 18, n. 1-3, p. 327-340, 2010.

MARGULIES, B. N. Desempenho das empresas de saneamento básicas brasileiras: uma análise dos setores públicos e privado. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

MARTINS, R., FORTUNATO, A., & COELHO, F. Cost Structure of the Portuguese Water Industry: a

Cubic Cost Function Application. *Grupo de Estudos Monetários e Financeiros*, n. 9, p. 1-26, 2006.

NAUGES, C., & VAN DEN BERG, C. How “natural” are natural monopolies in the water supply and sewerage sector? Case studies from developing and transition Economies. *World Bank Policy Studies*, v. 4137, p. 1-38, 2007.

OLIVEIRA, T. G. D. & LIMA, S. C. R. B. Privatização das Companhias Estaduais de Saneamento: uma Análise a partir da Experiência de Minas Gerais. *Ambiente e Sociedade*, v. 18, n. 3, p. 253-272, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. OMS pede aumento de investimentos para atingir meta de banheiro para todos, 2018.

PRADO, I. P. & MANEGUIN, F. Os Serviços de Saneamento Básico, sua Regulação e o Federalismo Brasileiro. *Texto para Discussão*, n. 248, p. 1-33, 2018.

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

SAIANI, C. C. S. Restrições à expansão dos investimentos em saneamento básico no Brasil: déficit de acesso e desempenho dos prestadores. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SCRIPTORE, J. S. & TONETO JUNIOR, R. A estrutura de provisão dos serviços de saneamento básico no Brasil: uma análise comparativa do desempenho dos provedores públicos e privados. *Revista de Administração Pública*, v. 46, n. 6, p. 1479-1504, 2012.

SOUZA, G. S., FARIA, R. C., & MOREIRA, T. B. S. Eficiência das concessionárias de água públicas e privadas brasileiras. *Estudos Econômicos*, v. 38, n. 4, p. 905-917, 2008.

SOUZA, G. S., FARIA, R. C., & MOREIRA, T. B. S. Estimando a eficiência relativa das concessionárias de água públicas e privadas brasileiras: uma abordagem de fronteira de custos estocástica. *Journal of the American Water Resources Association*, v. 43, n. 5, p. 1237–1244, 2007.

STATA CORP. StataStatistical Software: Release 14 [Software]. College Station, TX, StataCorp LP, 2015.

TORRES, M. & PAUL, C. J. M. Driving forces for consolidation or fragmentation of the US water utility industry: A cost function approach with endogenous output. *Journal of Urban Economics*, v. 59, n. 1, p. 104–120, 2006.

TUPPER, H., & RESENDE, M. Efficiency and regulatory issues in the Brazilian water and sewerage sector: an empirical study. *Utilities Policy*, v. 12, p. 29–40, 2004.

TUROLLA, F. A. Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. *Texto para discussão*, n. 922. Brasília: IPEA, 2002.

WANG, H., WU, W., & ZHENG, S. An econometric analysis of private sector participation in China's urban water supply. *Utilities Policy*, v. 19, n. 3, p. 134–141, 2011.

WANG, M., & GONG, H. Not-in-My-Backyard: Legislation Requirements and Economic Analysis for Developing Underground Wastewater Treatment Plant in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 11, 2339, 2018.

WOODBURY, K., & DOLLERY, B. Efficiency measurement in Australian local government: the case of New South Wales municipal water services. *Review of Policy Research*, v. 21, n. 5, p. 615–636, 2004.

WOOLDRIDGE, J. M. Introdução à Econometria: uma Abordagem Moderna. 4ª ed. São Paulo: Thomson, 2011.