



**VII
PRÊMIO SEAE
2012**

**ADVOCACIA DA CONCORRÊNCIA
E REGULAÇÃO ECONÔMICA**

MONOGRAFIAS PREMIADAS

Tema

Regulação Econômica

2º Lugar

PODE A REGULAÇÃO ECONÔMICA MELHORAR O DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO E A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ÁGUAS E ESGOTOS NO BRASIL?

ALEXANDRO BARBOSA

Doutor em Contabilidade pela Unizar (Espanha) e Professor Adjunto I na Universidade Federal do Rio Grande do Norte



Resumo

O objetivo deste estudo é desenvolver um escore do desempenho econômico-financeiro dos operadores de águas e esgotos brasileiros em um processo de universalização do acesso e explicar esse desempenho por meio da estrutura regulatória a que estão submetidos. O escore foi calculado com o uso da técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA) com o modelo aditivo em séries temporais denominado de *Dynamic Slack Based Model* (DSBM). O desempenho foi explicado com a técnica de regressão *Generalized Estimating Equation* (GEE). Os resultados revelaram que o desempenho dos operadores brasileiros é em média 67,45%, mas não está ganhando produtividade. A experiência, o âmbito de atuação e a especialização das agências reguladoras não afetam o desempenho, todavia a submissão do operador a um método de regulação econômica do tipo híbrido melhora o desempenho em 22,44%, enquanto o método *Rate of return* melhora em 7,42%, e os métodos *Price-cap* e *Revenue-cap* não afetam o desempenho do setor. Políticas públicas deveriam ser alinhadas para desenhar agências reguladoras que utilizassem o método de regulação econômica do tipo híbrido, independentemente do seu alcance e de sua especialização.

Palavras-chave: Regulação Econômica. Desempenho. Águas e Esgotos.

Sumário

1	Introdução	7
2	O setor de águas e esgotos brasileiro	10
2.1	Características e estrutura do setor de águas e esgotos no Brasil	10
2.2	A estrutura regulatória dos serviços de águas e esgotos no Brasil	14
2.3	O desempenho dos serviços de águas e esgotos no Brasil: uma revisão da literatura empírica	15
3	Os efeitos da regulação no desempenho dos serviços públicos de águas e esgotos: uma revisão da literatura	19
4	Modelos intertemporais de avaliação de desempenho: o DEA dinâmico	24
5	Dados e metodologia	32
5.1	Composição da amostra	32
5.2	Variáveis de desempenho	32
5.3	Hipóteses e variáveis do modelo explicativo	35
5.4	Modelo quantitativo de avaliação de desempenho	41
5.5	Modelo econométrico explicativo	44
6	Resultados e discussões	46
7	Conclusões	56
	Referências	58
	Anexo I – Relação dos operadores de águas e esgotos e suas agências reguladoras	67

Lista de figuras

Figura 1. Cobertura dos serviços de águas e esgotos no Brasil em 2010	11
Figura 2. Estrutura do DSBM	25

Lista de gráficos

Gráfico 1. Raio-X do desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso para o setor de águas e esgotos brasileiro	51
---	----

Lista de quadros

Quadro 1. Panorama dos serviços públicos de águas e esgotos no Brasil	11
Quadro 2. Resumo da literatura empírica de avaliação de desempenho para operadores brasileiros de águas e esgotos	16
Quadro 3. Estudos empíricos sobre a influência da regulação no desempenho dos serviços de águas e esgotos	21
Quadro 4. Variáveis de desempenho	35
Quadro 5. Descrição das variáveis independentes do modelo explicativo	39
Quadro 6. Resumo do teste de hipótese para duas amostras relacionadas CRS e VRS	41
Quadro 7. Classificação do desempenho dos operadores de águas e esgotos por nível	49

Lista de tabelas

Tabela 1. Distribuição dos operadores por classificação	13
Tabela 2. Estatísticas descritivas das variáveis de avaliação de desempenho	43
Tabela 3. Estatísticas QIC	45
Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis não dicotômicas do modelo econométrico explicativo	45
Tabela 5. Escores geral e intertemporal ajustados do desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso	47
Tabela 6. Resumo estatístico dos escores de desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso	50
Tabela 7. Resultados do modelo explicativo GEE	52

1 Introdução

Desde as origens da humanidade, os serviços de águas e esgotos são definidos como primordiais para a sobrevivência humana pelo fato de estarem diretamente relacionados à saúde e à satisfação de suas necessidades básicas. Nesse contexto, esses serviços são caracterizados como de utilidade pública de infraestrutura, regulados e delegados por meio de concessões públicas para empresas que operam em uma situação de monopólio natural.

Em 1969, iniciaram-se as pesquisas empíricas da avaliação do desempenho dos serviços de águas e esgotos com um estudo de função de custos para a indústria de água da Inglaterra e do País de Gales, desenvolvido por Ford e Warford (1969), no qual já eram citadas contribuições empíricas relativas a funções de custos para o setor elétrico. O escopo deste estudo foi dado, exclusivamente, à estrutura de mercado, especificamente no que diz respeito à escala de produção de serviços. Todavia, não se levou em consideração o efeito das suposições feitas nas seguintes teorias: (i) teoria clássica dos direitos de propriedade, difundida desde 1959; (ii) teoria da escolha pública, desenvolvida a partir de 1962; e (iii) teoria da agência, publicada a partir de 1972. Essas teorias, em seu conjunto, explicariam a hipótese da superioridade do desempenho da propriedade privada em relação à propriedade pública, e, com base nesses argumentos, alguns processos de privatização do setor foram justificados.

Aproveitando essas discussões teóricas, em 1976 os pesquisadores começaram a comparar a eficiência e o desempenho da propriedade pública em relação à propriedade privada. Para os serviços públicos de águas e esgotos, o primeiro estudo empírico, com essa finalidade, foi o de Mann e Mikesell (1976) para os operadores dos Estados Unidos. Esse estudo também é conhecido como o primeiro a analisar a influência da regulação e da escala de produção na eficiência do setor. Dentre as principais conclusões, o estudo revelou que: (i) os operadores privados tendem a ter custos operacionais mais elevados, possivelmente atribuídos às diferenças de salários; (ii) os investimentos de capital podem causar deseconomias de escala em alguns sistemas operados por empresas estatais; e (iii) operadores de serviços públicos de água velados por regulação local têm custos unitários mais elevados de operação que os operadores regulados por agências reguladoras regionais.

A controvérsia da relação desempenho *versus* propriedade tem recebido tanta atenção que se tornou a principal discussão científica para o setor de água e saneamento, tratando de estudar a propriedade e sua influência sobre o desempenho dos operadores, ao ponto de, desde 2003, outros pesquisadores se preocuparem em catalogar as evidências empíricas que analisam a influência da propriedade no desempenho do setor.

Ainda que em segundo plano, uma trajetória semelhante foi realizada para a problemática da influência de regulação no desempenho do setor de água e saneamento, que, conforme mencionado, foi iniciada por Mann e Mikesell (1976), indicando que os operadores norte-americanos, sob regulação local, têm custos mais elevados que os operadores regulados por agências de alcance regional. Esse resultado não foi

corroborado pelo estudo de Bruggink (1982), que concluiu por uma ausência de influência da regulação no setor.

O estudo de Abbott e Cohen (2009), além de abordar um levantamento dos estudos relacionados com os efeitos da propriedade no desempenho, também realizou uma análise de conteúdo da literatura empírica na investigação dos efeitos da regulação dos serviços de águas e esgotos no desempenho dos operadores. Em sete estudos empíricos, todos concluíram pela existência de efeitos positivos da regulação no desempenho dos operadores, convergindo com as abordagens da teoria econômica subjacente à regulação para indústrias monopolistas, em que os incentivos previstos pela regulação motivam a busca por melhora de desempenho.

Contudo, Martins, Coelho e Fortunato (2008) obtiveram um resultado que indicou a falta de influência da regulação no desempenho dos operadores portugueses, enquanto Covelli, Ferro e Romero (2010) indicaram um efeito negativo da existência de agências reguladoras multissetoriais no desempenho de operadores da América Latina, ampliando a polêmica sobre os efeitos positivos da regulação para o setor.

Aprofundando o tema dos modelos de regulação econômica, Aubert e Reynaud (2005) concluíram que os operadores norte-americanos regulados por *Rate of return*¹ são, em média, mais eficientes, enquanto os operadores regulados por um modelo híbrido são, em média, menos eficientes. Esse resultado foi corroborado por Brocas, Chan e Perrigne (2006), ao concluírem que a regulação por *Rate of return* proporciona um resultado superior no desempenho dos operadores norte-americanos quando comparado com aqueles que utilizam a regulação do tipo *Price-cap*.²

Realizar comparações entre operadores de diferentes tipos de propriedades e ambiente regulatório (estrutura de governança), sem considerar algumas outras características, tais como: (i) a estrutura de mercado, observada por Seroa da Motta e Moreira (2006), Da Silva e Souza, Faria e Moreira (2008) e Sabbioni (2008); (ii) a estrutura comercial, observada por Oliveira e Fernandez (2004) e Sabbioni (2008); e (iii) a estrutura de ambientes regionais, observada por Da Silva e Souza, Faria e Moreira (2007; 2008), pode fornecer conclusões enviesadas em relação à avaliação de desempenho do setor.

Apesar de existirem pesquisas que identificam a relação da propriedade com o desempenho do setor brasileiro, não foram localizados trabalhos que apresentem a influência da regulação no desempenho do setor brasileiro e, conseqüentemente, a influência de sua estrutura regulatória.

Desde 2007, o setor de águas e esgotos brasileiro está regulado pela Lei n. 11.445/2007, que foi posteriormente regulamentada pelo Decreto n. 7.217/2010. Entre os princípios fundamentais dessa lei, destacam-se a universalização do acesso aos

1 Método de regulação baseado na taxa de retorno do investimento.

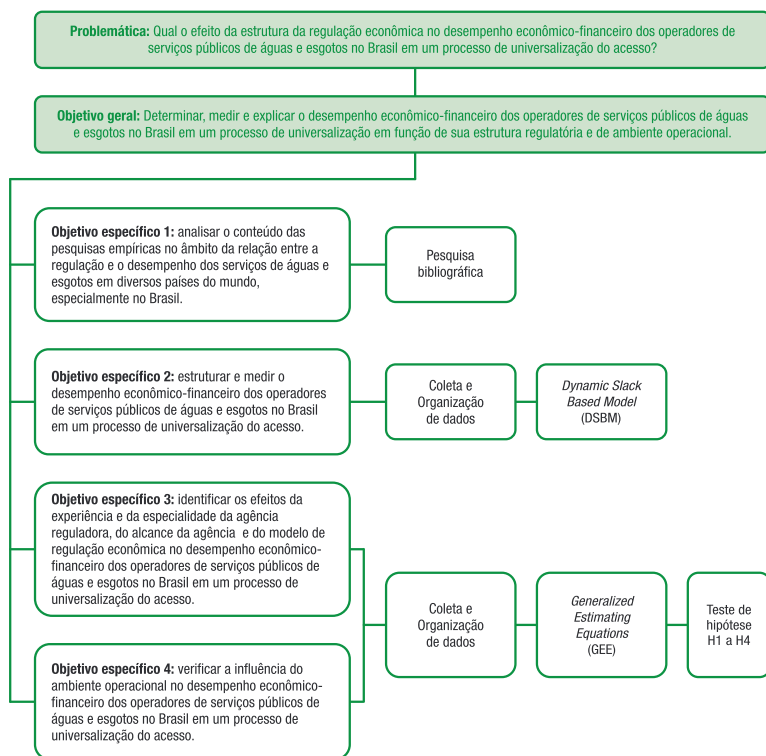
2 Método de regulação baseado no controle de preços (tarifas).

servios de gua e saneamento; o uso de mtodos, tcnicas e processos que consideram as particularidades locais e regionais; e a eficincia e a sustentabilidade econmicas. Alm disso, um dos requisitos para a validade dos contratos de prestao de servios a existncia de um estudo que constate a viabilidade tcnica e econmico-financeira da prestao universal e integral dos servios.

Nesse sentido, este trabalho pretende, em primeiro lugar, construir uma medida de avaliao do desempenho econmico-financeiro dos operadores de servios pblicos de guas e esgotos no Brasil em um processo de universalizao do acesso e, posteriormente, explicar o desempenho por meio do desenho da regulao econmica, considerando os fatores ambientais.

Ciente das dificuldades que podem envolver a estruturao de um indicador de desempenho que combine situao financeira, universalizao do acesso e desempenho econmico tradicional para, em uma segunda etapa, explicar os resultados do referido indicador pelas teorias clssicas que esclarecem a influncia da regulao no desempenho dos monoplios naturais, este trabalho pretende abordar todos esses aspectos de forma conjunta, tratando de preencher um importante vazio da pesquisa emprica para um setor to fundamental na manuteno da qualidade da vida humana. O Diagrama 1 apresenta um resumo da formao do problema, os objetivos e os principais processos utilizados para alcanar os objetivos desta monografia.

Diagrama 1. Formulao do problema, objetivos e desenho metodolgica



Para alcançar os objetivos apresentados no Diagrama 1, a monografia foi estruturada da seguinte maneira: na seção 2 é apresentada uma descrição do setor de águas e esgotos brasileiro, destacando sua estrutura, desempenho e regulação; na seção 3 são apresentadas as teorias econômicas associadas ao efeito da regulação no desempenho do setor; na seção 4 são apresentados os modelos quantitativos de avaliação de desempenho intertemporal; na seção 5 são apresentadas a composição dos dados e a metodologia empregada, descrevendo-se a amostra, os dados, as variáveis e as hipóteses do modelo de avaliação de desempenho e do modelo econométrico explicativo; na seção 6 são apresentadas as discussões e a análise dos resultados; finalmente, na seção 7, são apresentadas as conclusões.

2 O setor de águas e esgotos brasileiro

No Brasil, o setor de águas e esgotos está inserido em um conceito mais amplo, conhecido como saneamento básico. Esse conceito, segundo a Lei n. 11.445/2007, refere-se a: (i) abastecimento de água potável; (ii) esgotamento sanitário; (iii) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e (iv) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Nos itens a seguir apresenta-se uma breve contextualização no que se refere às características e à evolução do abastecimento de água e esgotamento sanitário e depois uma revisão da literatura referente aos resultados dos estudos de desempenho para o setor no Brasil.

2.1 Características e estrutura do setor de águas e esgotos no Brasil

Os primeiros serviços públicos de águas e esgotos no Brasil foram operados por empresas de propriedade privada durante o período compreendido entre a segunda metade do século XIX e o início do século XX. A partir de 1940 houve a transferência da prestação dos serviços para operadores locais de propriedade pública, conhecidos como Departamentos Autônomos de Águas e Esgotos (Daae) e Serviços Autônomos de Águas e Esgotos (Saae). Paralelamente, foi criado o primeiro instrumento jurídico de caráter institucional, conhecido como o Código de Águas, orientado à regulação da utilização dos recursos hídricos, em decorrência da preocupação em atender o setor elétrico nacional, que estava em expansão (DEPIERI, 2010).

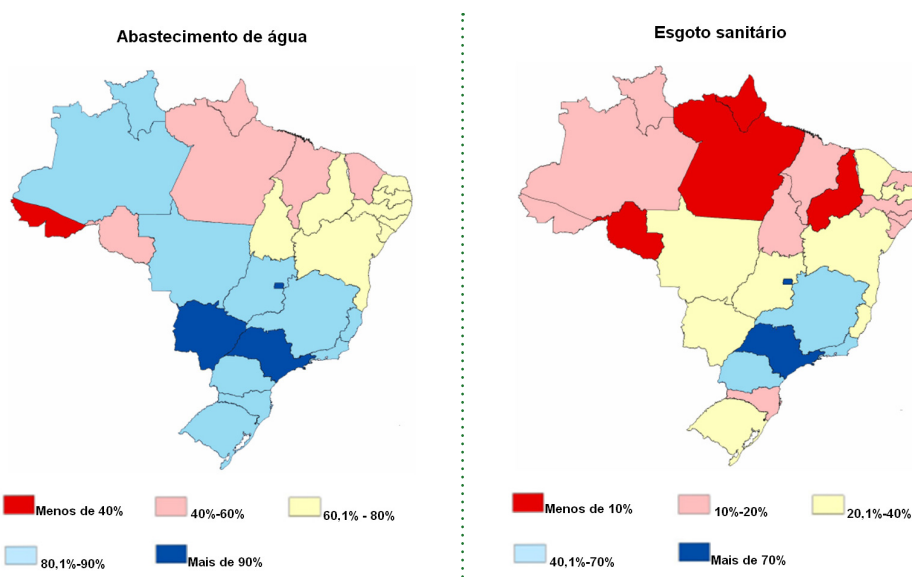
A explosão do processo de construção e urbanismo influenciou na aplicação de um melhor planejamento para o setor. Esse planejamento foi assumido pelo governo federal em 1969 e implantado em 1971 por meio do Plano Nacional de Saneamento (Planasa) (HELLER, 2007, p. 144). Desde então, o setor de águas e esgotos brasileiro passou por várias fases, tal como descrito no Quadro 1.

Quadro 1. Panorama dos serviços públicos de águas e esgotos no Brasil

Fase	Período	Fatos
I	1968-1970	Criação do Sistema Financeiro de Saneamento e estruturação do Planasa.
II	1971-1983	Implantação e operação de Companhias Estaduais de Saneamento Básico (Cesbs), com uma forte expansão dos investimentos de 1975 a 1982.
III	1984-1986	Crise dos anos 80 – diminuição dos investimentos.
IV	1987-1988	Recuperação dos investimentos.
V	1989-1996	Nova crise no setor – extinção do Planasa e extinção do Ministério do Interior. Busca de um novo modelo para a indústria.
VI	1997-2006	Início da criação das agências reguladoras e busca de um marco regulatório para o setor.
VII	2007-2010	Aprovação da Lei n. 11.445/2007 e do Decreto n. 7.217/2010, estabelecendo e regulando as diretrizes nacionais para o saneamento básico brasileiro.

Fonte: adaptado da *Gazeta Mercantil* (1998)

No Brasil, desde o ano-base de 1995, as informações do setor de águas e esgotos são alimentadas por um sistema criado pelo Ministério das Cidades, denominado Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Até 2010, os dados contidos no referido sistema indicavam que cerca de 80% da população brasileira estava coberta por abastecimento de água, e cerca de 40% coberta com esgotamento sanitário, mas da água residual recolhida somente cerca de 35% estava sendo tratada. A Figura 1 apresenta uma faixa de cobertura dos serviços de águas e esgotos utilizando uma perspectiva espacial para cada estado da Federação brasileira até o ano de 2010.



Fonte: SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2012)

Figura 1. Cobertura dos serviços de águas e esgotos no Brasil em 2010

Percebe-se que a cobertura dos serviços públicos de águas e esgotos no Brasil não alcança níveis mínimos satisfatórios e que, atualmente, se encontra longe da meta ideal de universalização dos serviços, principalmente quando se observam os serviços de esgotamento sanitário.

Talvez um dos obstáculos para os avanços na universalização do acesso aos serviços de águas e esgotos no Brasil esteja na ausência de um dispositivo normativo adequado, que esteve esquecido até 5 de janeiro de 2007, quando foi promulgada a Lei n. 11.445/2007, que estabelece as diretrizes para o saneamento básico brasileiro, sendo, posteriormente, regulamentada pelo Decreto n. 7.217/2010. Desde a Constituição brasileira se esperava, há quase vinte anos, um marco regulatório como este, uma vez que a Constituição de 1988, juntamente com as Leis ns. 8.666/1993, 8.987/1995 e 9.074/1995, apenas se limitava a regular aspectos como competências, jurisdições, titularidade e formas de contratação e concessão dos serviços públicos.

De fato, antes da Lei n. 11.445/2007 a única norma que regulava os serviços era o Decreto n. 79.367/1977, em que foram estabelecidas as normas de potabilidade da água fixadas pelo Ministério da Saúde, na qual os órgãos e as entidades dos estados, dos municípios, do Distrito Federal e dos antigos territórios eram os responsáveis pelos serviços públicos de abastecimento de água.

No atual marco regulatório, definido pela Lei n. 11.445/2007 e pelo Decreto n. 7.217/2010, observa-se uma evolução no conceito de qualidade, que legalmente se limitava à potabilidade da água, para um conceito mais amplo, que alcança o estabelecimento de critérios técnicos e econômicos, incluindo a definição de padrões de eficiência e produtividade. Isso permite assegurar que o novo marco legal instituído representa uma nova realidade para o setor, focada no seu desenvolvimento e em uma visão para os usuários dos serviços, incluso no seu impacto social com a universalização do acesso.

Em relação à tipologia do setor brasileiro, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) apresenta três características básicas do setor: a) abrangência de atuação, b) natureza jurídico-administrativa, c) tipo(s) de serviço(s) de saneamento que é(são) oferecido(s) aos usuários.

No aspecto da abrangência de atuação, os operadores são classificados como: regionais, que atendem a vários municípios com sistemas integrados, no quais estão as Cesbs; microrregionais (intermunicipais), que atendem a um pequeno conjunto de municípios, sendo os sistemas isolados ou não; e locais, que atendem apenas o município no qual o operador está sediado.

Em relação à natureza jurídico-administrativa, o setor está classificado em: a) administração pública direta; b) autarquia; c) empresa pública; d) sociedade de economia mista com gestão pública; e) sociedade de economia mista com gestão privada; f) empresa privada; e g) organização social: entidade da sociedade civil organizada sem fins lucrativos.

Segundo o(s) tipo(s) de serviço(s) de saneamento que é(são) oferecido(s) aos usuários, o setor se divide em: a) somente abastecimento de água; b) somente esgotamento sanitário; e c) abastecimento de água e esgotamento sanitário, conjuntamente. Na Tabela 1 apresenta-se um quantitativo de operadores em cada uma das classificações comentadas.

Tabela 1. Distribuição dos operadores por classificação

	Regionais	Microrregionais	Locais	Total
Administração pública direta	0	0	700	700
Somente água	0	0	236	236
Somente esgoto	0	0	216	216
Água e esgoto	0	0	248	248
Autarquia pública	2	2	402	406
Somente água	2	0	115	117
Água e esgoto	0	2	287	289
Empresa pública	1	0	4	5
Somente esgoto	0	0	1	1
Água e esgoto	1	0	3	4
Sociedade de economia mista com gestão pública	23	0	10	33
Somente água	1	0	1	2
Água e esgoto	22	0	9	31
Sociedade de economia mista com gestão pública	1	0	1	2
Somente água	0	0	1	1
Água e esgoto	1	0	0	1
Empresa privada	1	4	49	54
Somente água	0	0	21	21
Somente esgoto	0	1	0	1
Água e esgoto	1	3	28	32
Organização social	0	0	3	3
Somente água	0	0	3	3
Total	28	6	1169	1203

Fonte: consolidado com base na Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2012)

Observa-se que o setor brasileiro é bastante descentralizado (1.023 operadores), contudo os classificados como administração pública direta, com setecentos operadores, e as autarquias públicas, com 406 operadores, somados, prestam serviços para um pouco menos de 20% de toda a população brasileira, enquanto as sociedades

de economia mista com gestão pública e privada de alcance regional atendem a quase 70% de toda a população brasileira, permitindo dizer que o modelo atual ainda segue a filosofia do modelo Planasa, que incentivou a formação de operadores regionais sob o argumento de se ganhar com economias de escala.

2.2 A estrutura regulatória dos serviços de águas e esgotos no Brasil

A regulação econômica e a regulação técnica³ são os pilares do processo regulatório dos serviços de águas e esgotos. No estudo de Kirkpatrick, Parker e Zhang (2004b), os métodos de regulação econômica utilizados para o setor de águas e esgotos de alguns países africanos, asiáticos, latino-americanos e alguns países emergentes foram classificados como: *Price-cap*, *Rate of return*, *Sliding-scale* e a fixação dos preços pelo governo. O estudo concluiu que entre esses métodos o mais empregado é o *Price-cap*, seguido dos derivados do *Rate of return*.

Essa realidade converge com a prática mundial, observada por Marques, Simões e Pires (2009, p. 11-12), ao concluírem que o método de regulação mais utilizado é o *Rate of return*, seguido do *Price-cap* e do *Revenue-cap*, com o método de empresa eficiente ganhando cada vez mais espaço nos regimes reguladores baseados em incentivos pelos resultados no desempenho e estruturados com base em *yardstick competition*, que exerce influência na reputação do operador.

Obviamente que em uma situação na qual os operadores não são regulados por uma agência reguladora nacional é possível que operadores de um mesmo país sejam regulados por diferentes métodos de regulação econômica, como acontece no Brasil, onde se utilizam pelo menos três métodos: *Rate of return*, *Price-cap* e *Revenue-cap*.⁴ Entre esses métodos, o mais utilizado no Brasil, segundo Marques (2010, p. 50), é o *Rate of return*, alinhando-se com a realidade mundial.

As agências reguladoras brasileiras que atuam no setor de águas e esgotos foram criadas no final da década de 1990, sendo pioneiras a Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul (Agergs), criada em 1997, e a Agência Municipal de Regulação dos Serviços de Saneamento de Cachoeiro de Itapemirim (Agersa), criada em 1999.

Atualmente, são trinta agências reguladoras atuando no setor brasileiro, das quais 12 foram instituídas pelos governos municipais, sendo uma com atuação regional (consórcio) e as demais com atuação local. As outras 18 foram instituídas pelos governos estaduais e com atuação regional.

Com relação às funções dessas agências reguladoras, duas das municipais e 18 das estaduais são de tipo multissetorial, regulando, principalmente, os serviços de

3 Outros tipos de regulação podem ser realizados, como, por exemplo, a regulação ambiental.

4 Segundo dados contidos em Marques, Simões e Pires (2009).

eletricidade, gás, transporte e saneamento básico. Todas as demais agências são especializadas em saneamento básico (ver Anexo).

Independentemente do método de regulação econômica utilizado e do tipo de agência reguladora, é importante afirmar que neles deve existir um prêmio para o operador com desempenho satisfatório como incentivo, o que segundo a teoria econômica clássica, é explicado pelas interações entre as teorias dos direitos de propriedade, agência e escolha pública.

2.3 O desempenho dos serviços de águas e esgotos no Brasil: uma revisão da literatura empírica

Toda estrutura referente aos serviços públicos de águas e esgotos no Brasil já foi explicada na subseção 2.1. Resumidamente, o setor é descentralizado em jurisdições municipais, nas quais o poder municipal é o titular dos serviços, podendo delegar, para operadores de propriedade pública ou privada, a execução dos referidos serviços. Contudo, grande parte dos serviços (86% dos municípios abastecidos com água e 74% dos municípios atendidos com esgotamento sanitário) é prestada por operadores regionais, uma herança do antigo modelo Planasa do setor da década de 1970.

O setor passou por uma mudança normativa com a Lei n. 11.445/2007 e com o Decreto n. 7.217/2010, e, em 2010, 11% da população era atendida com serviços de águas e esgotos no Brasil prestado por operadores de propriedade privada, ou seja, uma porcentagem bastante modesta para um país em que não existem proibições legais que limitem a privatização do setor.

As questões relacionadas com o desempenho do setor, como economias de escala, efeitos da propriedade e fatores ambientais (exógenos), passaram a ser estudadas pelos pesquisadores. Assim, o primeiro estudo encontrado foi publicado por Carmo e Távora Junior (2003) com o objetivo de determinar o grau de eficiência técnica das 26 Companhias Estaduais de Saneamento Básico (Cesbs), por meio da metodologia DEA. Em seus resultados, o estudo concluiu que o setor funciona com retornos crescentes de escala, com uma eficiência média alcançada de 96,15%, e que os operadores localizados na Região Sudeste são os mais eficientes, seguidos por aqueles localizados nas Regiões Sul, Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

Desde então, outros 13 estudos empíricos foram desenvolvidos sobre os operadores do Brasil, abordando aspectos de desempenho, como análise financeira, eficiência e, principalmente, realizando comparações entre os desempenhos das propriedades pública e privada. No Quadro 2 é apresentada uma relação da literatura empírica para a realidade dos operadores dos serviços de águas e esgotos no Brasil, detalhando-se a referência do estudo e a amostra de operadores; o tipo de método quantitativo de análise empregado; o objetivo e o foco da pesquisa; e a descrição dos principais achados.

Quadro 2. Resumo da literatura empírica de avaliação de desempenho para operadores brasileiros de águas e esgotos

Referência e amostra	Método e foco	Objetivos e principais resultados
Carmo e Távora Junior (2003)	DEA	Determinar o grau de eficiência técnica das 26 companhias estaduais de saneamento básico por meio da metodologia DEA.
26 em 2000	PER; SL	Retornos crescentes de escala, com eficiência média de 96,15%. Os operadores situados na Região Sudeste são os mais eficientes, seguidos por aqueles situados nas Regiões Sul, Centro-Oeste, Norte e Nordeste.
Castro (2003)	DEA	Verificar a aplicabilidade da metodologia DEA ao setor de saneamento, avaliando-se a eficiência das 71 maiores empresas de prestadoras de serviços de águas e esgotos no Brasil, segundo o número de conexões ativas de água.
71 em 2000	DEA; PER	O DEA apresentou-se como útil e robusto para a identificação das empresas eficientes, principalmente devido ao seu poder discriminante. As empresas de alcance geográfico regional correspondem a 31% da amostra, com somente quatro operadores considerados eficientes, correspondendo a 36% das empresas eficientes (quatro de 11).
Alencar Filho, Moreira e Loureiro (2004)	MA	Avaliar o desempenho das companhias estaduais de saneamento (Cesbs), por meio de uma metodologia alternativa denominada valor econômico agregado (EVA), compatível com o modelo de fluxo de caixa descontado para avaliar a gestão financeira das empresas que atuam em setores da economia formal.
26 em 1998-2001	FA	O resultado do desempenho financeiro dos operadores diminuiu com relação ao ano de 1998, e os resultados a partir do valor econômico agregado foram corroborados pelos resultados observados a partir dos indicadores de desempenho.
Oliveira e Fernandez (2004)	OLS e COLS	Detectar possíveis diferenças entre os dois grupos de empresas (públicas e privadas), tanto em suas estruturas alocativas como em seus níveis de utilização de <i>inputs</i> por unidades de <i>outputs</i> .
136 (107 públicas e 29 privadas) em 1998-2002	O	O nível de produção dos operadores estaduais foi 79,8% menor que o verificado nos operadores de propriedade privada, sendo 43,7% originário das menores produtividades marginais do trabalho e do capital, e o restante de outros fatores não observáveis. Os fatores da eficiência técnica e alocativa foram, conjuntamente, responsáveis por um aumento de 28,4% nos operadores estaduais com relação aos custos dos operadores privados.
Tupper e Resende (2004)	DEA e TBR (2ª etapa)	Caracterizar a eficiência relativa das empresas estaduais de águas e esgotos no Brasil e discutir a factibilidade da implementação do regime de competição por comparação (<i>yardstick competition</i>).
20 em 1996-2000	PER	Desempenho inferior ao ótimo para alguns operadores importantes. Os escores de eficiência determinados pelo DEA podem ser ajustados por meio econométrico com variáveis de densidade da rede e perdas no sistema.
Faria, Souza e Moreira (2005)	SFA	Comparar a eficiência técnica das empresas públicas e privadas dos serviços de abastecimento de água no Brasil.
148 (135 públicos e 13 privados) em 2002	O	Os operadores de propriedade privada são, marginalmente, mais eficientes que os de propriedade pública.
Ohira e Shirota (2005)	SFA	Contribuir para o debate, medindo e quantificando o nível de eficiência das empresas de saneamento do Estado de São Paulo por meio da estimação de fronteira estocástica.

Referência e amostra	Método e foco	Objetivos e principais resultados
197 em 2002	PER; EF	Grande intervalo em relação ao nível de eficiência e à fronteira de custos estimada. Não existem diferenças significativas entre os operadores com atuação regional em relação aos com atuação local..
Santana (2005)	OLS	Identificar os fatores determinantes do desempenho financeiro das empresas públicas municipais prestadores dos serviços de águas e esgotos.
80-128 em 1998-2003	PER	A eficiência na cobrança; os investimentos por economia ativa, a suficiência de caixa e a tarifa média praticada são os elementos determinantes do desempenho financeiro.
Sabbioni (2006)	OLS	Utilizar técnicas econométricas para medir o desempenho relativo dos serviços de águas e esgotos no Brasil.
280 em 2002	PER; EF	O custo de operação da empresa aumentará se o preço do trabalho subir, independentemente da escolha dos <i>outputs</i> considerados (volumes, população ou conexões). Parâmetros exógenos afetam a tecnologia disponível para a empresa. Por fim, existe robustez na classificação dos <i>rankings</i> encontrados.
Seroa da Motta e Moreira (2006)	DEA, TFP y OLS (2ª etapa)	Mostrar como as controvérsias sobre em que nível de governo reside o poder concedente e como o setor privado pode operar sem ferir seus objetivos sociais, que escondem as questões mais cruciais associadas ao desempenho produtivo e financeiro do setor.
104 (93 públicas e 11 privadas) em 1998-2002	ER; O; P; SL; EF	Os operadores regionais apresentam as menores produtividades e maiores economias de escala que não são repassadas para as tarifas. Os operadores municipais dominam os níveis de produtividade mais altos e os níveis mais baixos de tarifas, apresentando as autarquias municipais as menores economias de escala e menores níveis de tarifas. Variáveis como demanda, renda e educação não explicam a produtividade. A propriedade não tem importância para os operadores municipais.
Da Silva e Souza, Faria e Moreira (2007)	SFA	Avaliar a eficiência de custos das companhias públicas e privadas brasileiras de abastecimento de água.
164 (149 públicas e 15 privadas) em 2002	O	Não existem provas de que as companhias de propriedade pública e privada sejam, significativamente, diferentes em termos de eficiência.
Grigolin (2007)	DEA	Comparar a eficiência econômica das empresas de águas e esgotos no Estado de São Paulo.
57 em 1995-2004	PER; SL; O	A eficiência média das empresas está diminuindo, o que indica que a relação custo e quantidade está subindo a um ritmo mais rápido que o nível de produção e transferências nas tarifas. Operadores regionais são mais eficientes que os operadores privados e municipais quando se leva em consideração retornos variáveis de escala, contudo suas tarifas são em média mais altas. Em média as empresas privadas são mais eficientes que os operadores regionais e municipais ao se considerar retornos constantes de escala.
Da Silva e Souza, Faria e Moreira (2008)	SFA	Comparar as eficiências de custos das empresas públicas e privadas brasileiras de oferta de água.
342 (324 públicas y 18 privadas) em 2002-2004	O	Evidência de que os operadores de propriedade pública são mais eficientes; contudo a diferença de eficiência está diminuindo.
Sabbioni (2008)	SFA	Analisar a eficiência relativa dos operadores regionais e três diferentes tipos de operadores locais de serviços de águas e esgotos do Brasil no período entre 2000 e 2004.

Referência e amostra	Método e foco	Objetivos e principais resultados
180/340 em 2000-2004	SL; 0	Operadores de propriedade pública de alcance regional têm melhores eficiências que os operadores de propriedade privada e pública de alcance local, reforçando a hipótese de economias de escala reais. Na comparação de operadores de alcance local, os de propriedade privada parecem obter melhores eficiências.

Legenda: COLS (*Corrected Ordinary Least Squares*); DEA (*Data Envelopment Analysis*); MA (*Multivariate Analysis*); OLS (*Ordinary Least Squares*); SFA (*Stochastic Frontier Analysis*); TBR (*Tobit Regression*); TFP (*Total Factor Productivity*); O (Propriedade); P (Produtividade); PER (Desempenho); SL (Escala de produção).

Fonte: elaboração do autor

Ainda que sejam somente 14 estudos empíricos com operadores de águas e esgotos brasileiros, estes abordaram abundantes e importantes aplicações dos métodos de análises quantitativas, pois os estudos englobaram métodos como OLS, COLS, SFA e DEA, estes três últimos conhecidos como os métodos de análises de fronteira mais utilizados na atualidade devido à robustez dos seus resultados.

Entre os estudos, observa-se que há uma unanimidade a respeito da existência de economias de escala para os operadores brasileiros, entre os quais se destacam os de Carmo e Távora Junior (2003); Seroa da Motta e Moreira (2006); Grigolin (2007) e Sabbioni (2008). Esse fenômeno é, provavelmente, explicado pelos pressupostos do modelo Planasa (ver subseção 2.1), cujo legado está presente até hoje. Essa conclusão torna-se ainda mais robusta em função de que a mesma conclusão sobre a existência de economia de escala foi retirada com base na construção de diferentes métodos de análises (OLS, SFA e DEA) e escolha de variáveis.

Outro tema bastante discutido para a realidade brasileira tem sido a questão da propriedade e sua influência no desempenho, tendo sido debatido, pelo menos, por sete pesquisas especializadas e com aplicações empíricas. Comparando-se os resultados das diferentes pesquisas, verifica-se que o tema é bastante controverso, observando-se que dois estudos concluíram, de forma irrefutável, que existe um melhor desempenho para os operadores de propriedade privada (OLIVEIRA; FERNANDEZ, 2004; FARIA; SOUZA; MOREIRA, 2005).

Outros dois estudos concluíram que não existem diferenças significativas entre os desempenhos alcançados pelos dois tipos de propriedade (SEROA DA MOTTA; MOREIRA, 2006; DA SILVA E SOUZA; FARIA; MOREIRA, 2007) e um obteve resultados que apontam para uma superioridade do desempenho de operadores de propriedade pública (DA SILVA E SOUZA; FARIA; MOREIRA, 2008).

Também sobre os reflexos da propriedade no desempenho dos operadores brasileiros, Grigolin (2007), utilizando o DEA, concluiu que existe uma superioridade dos operadores de propriedade privada quando se considera a hipótese de retornos constantes de escala, e também se determinou uma superioridade dos operadores de propriedade pública com a hipótese de retornos variáveis de escala. Em certa medida, esse resultado corrobora com o obtido por Sabbioni (2008), que concluiu, de forma

geral, que existe uma superioridade da propriedade pública e uma superioridade da propriedade privada quando se comparam somente os operadores de alcance local.

Supostamente, esses estudos com resultados que apontam para uma superioridade de desempenho dos operadores de propriedade pública estão sendo influenciados pela existência de economia de escala. Esses resultados também são influenciados pela existência de 26 operadores de alcance regional, atendendo a 86% dos municípios em abastecimento de água e a 74% dos municípios com saneamento de água,⁵ dos quais 25 são de propriedade pública (ver Tabela 1). Isso explicaria também os resultados apontados por Sabbioni (2008) de superioridade pública, porém esse resultado muda para uma superioridade privada quando se considera somente uma amostra com os operadores locais.

Com relação aos efeitos dos fatores exógenos, Carmo e Távora Junior (2003) mostram evidências de que fatores ambientais, como a região geográfica em que o operador está situado, exercem influência na eficiência, e que os mesmos fatores, de modo geral, também exercem influência na tecnologia disponível.

Como se verifica no Quadro 2, não há evidências empíricas que permitam conhecer se existe alguma relação entre a regulação econômica dos serviços e o desempenho do setor, bem como se essa mesma regulação conduz a melhoras na prática empresarial que se transfere para a sociedade, revelando um panorama acadêmico caracterizado pela falta de pesquisa.

3 Os efeitos da regulação no desempenho dos serviços públicos de águas e esgotos: uma revisão da literatura

Em teoria, a regulação institui-se com base em um conjunto de regulamentos que equilibram os interesses gerados na relação existente entre proprietários e sociedade, ou seja, os prestadores dos serviços e seus respectivos usuários. Nesse caso, o cumprimento da norma e a defesa dos direitos da sociedade são designados a entes reguladores, podendo variar de um modelo mais simples e amador, como o caso de associações e conselhos municipais, até uma agência reguladora estruturada, que pode ser constituída por governos municipais, estaduais ou até mesmo no nível federativo, segundo a estrutura política de cada país.

Uma formalização muito interessante do problema da regulação é defendida por Yarrow et al. (1986, p. 345-346) ao afirmar:

O termo regulação pode ser para atividade do governo ou de suas agências, buscando influenciar no comportamento através de normas para orientar ou limitar as decisões econômicas. No contexto de poder de mercado, a regulação tem como objetivo reduzir as ineficiências econômicas associadas às posições monopólicas. (Tradução livre.)

5 Dados calculados com base na Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2010, p. ii).

Em uma condição de monopólio natural, com está estruturado o setor de águas e esgotos, a regulação busca uma melhora do desempenho empresarial, aperfeiçoando a prática empresarial e, conseqüentemente, beneficiando os proprietários e a sociedade com tarifas mais justas, cobradas com base em um regime de eficiência.

Geralmente a melhora do desempenho empresarial é motivada pela concepção de algum tipo de incentivo, como recompensas por uma melhor eficiência, evidenciada nos processos de alterações tarifárias.

No estudo seminal realizado por De Alessi (1974, p. 5) há uma explicação de que a diferença crucial entre as empresas reguladas e as não reguladas se centra no fato de que as reguladas estão, geralmente, sujeitas a uma restrição de resultados, o que debilita os direitos de propriedade dos proprietários.

Os problemas de agência também refletem na regulação do setor, pois, segundo Shapiro (2005, p. 280),

[...] muitos mecanismos de regulação e autorregulação desenhados para supervisionar as relações de agência são as próprias relações de agência. Uma vez que se trata de auditores internos ou externos, peritos, departamentos de assuntos internos, instituições reguladoras governamentais, companhias de seguros, assessores de investidores ou agências de qualificação (ex. Standard & Poors ou Laboratórios Underwriters), os fiscais estão atuando em nome de um conjunto de principais, portanto é razoável pensar que existam problemas de agência. Quando escolhidos eles se inclinam para realizar atos de corrupção, ou simplesmente controlar mal as coisas. Em um ciclo crescente em que agentes fiscalizam agentes, devemos perguntar: Quem fiscaliza os fiscais? [...]. (Tradução livre.)

Nessa concepção, os reguladores dos serviços públicos de águas e esgotos seriam agentes do governo e o principal em sua relação com o operador regulado.

Seguimos aqui a estrutura conceitual do trabalho de Rowley e Yarrow (1981), que para estudar a relação entre os direitos de propriedade e a regulação da empresa pública de aço britânica no período de 1957 a 1975 utilizaram uma estrutura baseada no modelo de escolha pública, defendendo a incidência dos incentivos políticos no desempenho.

Para eles, essa associação é necessária, dado que a regulação pública e as próprias empresas públicas são consideradas pelos governos ferramentas políticas úteis para se cumprir uma agenda privada que busque o maior apoio político possível. Em outras palavras, trata-se da defesa dos próprios interesses políticos, que muitas vezes são diferentes dos objetivos do poder público e, conseqüentemente, da sociedade.

Assumimos que qualquer restrição dos resultados originária da regulação dos serviços públicos debilita os direitos de propriedade e que a agência reguladora assume um papel duplo, no qual executa as funções de agente e principal no processo de regulação, resultando em uma vulnerabilidade de inclusão em uma agenda política. Nesse sentido, esses aspectos abrangem três teorias econômicas: a teoria dos direitos de propriedade, a teoria da agência (problema principal-agente) e a teoria da escolha pública.

Essas relações teóricas demonstram que os resultados econômicos originados dos incentivos explicados por cada uma destas três teorias, em seu conjunto ou individualmente, também se situam no centro das discussões dos reflexos da regulação na melhora de desempenho do setor de águas e esgotos.

Ainda que não se conheça nenhum estudo na literatura empírica que investigue a influência da regulação no desempenho dos operadores de águas e esgotos exclusivamente para o cenário brasileiro, há pelo menos 29 estudos em diferentes países/regiões e níveis de profundidade nos quais se obtiveram ao menos 36 achados empíricos com a utilização de 11 diferentes técnicas quantitativas de análises. No Quadro 3 é apresentada uma relação da literatura empírica para os efeitos da regulação no setor de águas e esgotos, detalhando-se a referência do estudo e a localização dos operadores, o tipo de método quantitativo de análise empregado e a descrição dos principais achados.

Quadro 3. Estudos empíricos sobre a influência da regulação no desempenho dos serviços de águas e esgotos

Estudo/local	Método	Principais resultados
Mann e Mikesell (1976) Estados Unidos	OLS	Os operadores de serviços públicos de água sob a regulação local possuem maiores custos unitários de funcionamento que os operadores regulados por agências reguladoras estaduais.
Bruggink (1982) Estados Unidos	OLS	A regulação não exerce influencia nos custos.
Wolak (1994) Estados Unidos	OLS	O operador que possui informações internas e que o regulador não pode conhecê-la totalmente, pois requer um esforço adicional para obtê-la, possui um nível maior de custos e de outputs em relação ao operador que o regulador conhece, facilmente, sua informação interna na totalidade.
Aubert e Reynaud (2005) Estados Unidos	SFA	Os operadores regulados por Rate of return são, em média, mais eficientes; enquanto que os operadores regulados por um modelo híbrido são, em média, menos eficientes.
Brocas, Chan e Perrigne (2006) Estados Unidos	GMM	A regulação por Rate of return proporciona um resultado superior no desempenho do operador, quando comparado com aqueles que utilizam a regulação do tipo price-cap.
Wallsten e Kosec (2008) Estados Unidos	POR	A concorrência, inclusive na sua forma mais simples de avaliação comparativa por parte dos consumidores ou pelos reguladores, pode melhorar o funcionamento do setor.
Ozuna e Gomez (1998) México	SUR	Não existe evidencia de que as limitações impostas pelo ambiente regulador em que se opera um serviço público de águas e esgotos distorçam os preços dos fatores produtivos.

Estudo/local	Método	Principais resultados
Anwandter e Ozuna (2002) México	DEA	O estabelecimento de um regulador autônomo não constitui um mecanismo de controle útil, uma vez que o mesmo não apresentou um efeito positivo na eficiência técnica dos operadores.
Lynk (1993) Inglaterra e País de Gales	SFA	Melhoras na produtividade das Autoridades Regionais de Águas - RWAs induzida, em parte, pelo objetivo de redução dos custos operacionais impostas pelas mesmas.
Sawkins (1996) Inglaterra e País de Gales	SUR	O equilíbrio entre as partes interessadas é proporcionado pelas obrigações legais do regulador.
Morana e Sawkins (2000) Inglaterra e País de Gales	GARCH	Significativa redução da volatilidade dos preços das ações em oito das dez companhias operadoras dos serviços de águas e esgotos.
Saal e Parker (2000) Inglaterra e País de Gales	SUR	Os resultados demonstram uma diminuição significativa na tendência de crescimento dos custos após a revisão de preços 1994/1995, aceitando a hipótese de que o fortalecimento da regulação a partir de 1995 conduziu a importantes melhoras de eficiência.
Saal e Parker (2001) Inglaterra e País de Gales	TFP	Os resultados de melhora de produtividade não são consistentes. A hipótese de que o sistema de regulação se fez mais eficaz na geração de incrementos de eficiência após a revisão de preços são consistentes com a noção da regulação mais rigorosa a partir de 1995, como prevenção de um crescimento desordenado da rentabilidade, em comparação com os primeiros cinco anos de privatização.
Bottasso e Conti (2003) Inglaterra e País de Gales	SFA	O padrão de ineficiência poderia ter sido gerado pelos incentivos oferecidos por elementos comparativos e de concorrência do mercado de capitais, que passou a ser plenamente operacional após a revisão de preços de 1994.
Saal e Parker (2004) Inglaterra e País de Gales	SUR e TFP	Os aumentos de produtividade ocorridos após a privatização são atribuídos ao sistema de regulação econômica que se aplicou às companhias de águas e esgotos de Inglaterra e País de Gales, tendo se tornado mais restritos a partir de 1994.
Saal e Reid (2005) Inglaterra e País de Gales	SUR	O endurecimento da regulação parece haver tido um impacto positivo e significativo no aumento da produtividade dos custos operacionais.
Saal e Parker (2006) Inglaterra e País de Gales	TFP e SFA	A eficiência média diminuiu até 1996 e logo melhorou. Essa melhora significa uma possível resposta à pressão reguladora resultante da revisão de preços de 1995 pela Ofwat. Mais tarde, os resultados da eficiência se reduziram outra vez até o ano 2000, quando outra melhora foi produzida, possivelmente em função de uma resposta à revisão de preços de 1999.
Erbetta e Cave (2007) Inglaterra e País de Gales	DEA	Os aspectos regulatórios após a privatização parecem reduzir a ineficiência alocativa, e a mudança regulatória definida pela revisão de preços de 1999 conduziu a uma significativa redução da ineficiência técnica.
Saal, Parker e Weyman-Jones (2007) Inglaterra e País de Gales	TFP e SFA	A produtividade melhorou após a modificação normativa mais restrita ao regime financeiro estabelecido pela regulação.
Bottasso e Conti (2009) Inglaterra e País de Gales	GLS	A mudança técnica foi melhorando até se converter em positiva no terceiro ano do painel, provavelmente devido à revisão de 1999, em que foi imposto mais rigor na fórmula do <i>Price-cap</i> , induzindo essas empresas a melhorarem seus índices de eficiência e produtividade.
Martins, Coelho e Fortunato (2006) Portugal	OLS	Não existem evidências significativas dos efeitos da regulação nos custos dos operadores.
Martins, Coelho e Fortunato (2008) Portugal	OLS	Não existem evidências significativas dos efeitos da regulação na eficiência dos custos dos operadores.

Estudo/local	Método	Principais resultados
Dijkgraaf, Van der Geest e Varkevisser (2007) Países Baixos	COLS e SFA	A regulação do tipo <i>Sunshine competition</i> melhorou a eficiência dos operadores.
De Witte e Saal (2009) Países Baixos	DEA e FDH	A regulação do tipo <i>Sunshine competition</i> pode ser eficaz e adequada para os operadores.
De Witte e Dijkgraaf (2010) Países Baixos	FDH e COLS	A regulação por incentivos aumentou significativamente a eficiência dos operadores de água potável dos Países Baixos.
De Witte e Marques (2010) Holanda, Inglaterra País de Gales, Austrália, Portugal e Bélgica	DEA	Incentivos regulatórios melhoram a eficiência dos operadores.
Kirkpatrick, Parker e Zhang (2004a) Países Africanos	SFA	Não existem provas significativas de que a existência ou não de uma regulação de preços exerça qualquer influência nos custos dos operadores.
Kirkpatrick, Parker e Zhang (2006) Países Africanos	SFA	Não existem provas significativas de que a existência ou não de uma regulação de preços exerça qualquer influência nos custos dos operadores.
Covelli, Ferro e Romero (2010) América Latina	SFA	Não há influência significativa da presença de reguladores nacionais ou regionais; contudo, observa-se uma significativa influência negativa à produtividade e à existência de reguladores multissetoriais velando os prestadores.

Legenda: COLS (*Corrected Ordinary Least Squares*); DEA (*Data Envelopment Analysis*); FDH (*Free Disposal Hull*); GARCH (*Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity*); GLS (*Generalized least squares*); GMM (*Generalized method of moments*); OLS (*Minimos Ordinary Least Squares*); PI (*Partial Indicators*); POR (*Poisson regression*); SFA (*Stochastic frontier analysis*); SUR (*Seemingly unrelated regression*); TFP (*Total factor productivity*).

Fonte: elaboração do autor

O Quadro evidencia que existe um consenso sobre a influência positiva da regulação no desempenho dos operadores da Inglaterra e do País de Gales. Contudo, existe um consenso de que a regulação não proporciona efeitos no setor de águas e esgotos português nem no de diversos países africanos. Essas evidências colocam o tema em um plano de resultados bastante controverso e longe de convergir para a real contribuição da regulação ao desempenho do setor.

Obviamente os resultados dos efeitos da regulação no desempenho dos operadores foram constatados nos mais diversos ambientes, o que torna complicado compará-los. Abbott e Cohen (2009, p. 239), além de comentarem que os aspectos da regulação podem ajudar na compreensão da relação regulação-eficiência-productividade, também afirmam:

[...] em geral, o setor de águas está sujeito a elementos como o meio ambiente, planejamento, regulação social e econômica. Estes regulamentos se referem a temas tão diversos como saúde pública (como padrões de qualidade de água potável); os preços (como a taxa de retorno e os mecanismos baseados em incentivos); os rios e a saúde dos oceanos. Há tempo, os governos assumiram a responsabilidade da regulação das empresas de

sua propriedade por si mesmos, ou delegam a órgãos dos governos locais. Em alguns casos, a regulação se separa destes organismos para a realização de atividades comerciais no setor de águas. (Tradução livre.)

Sintetizando a ideia, observa-se que vários elementos podem ajudar na compreensão da relação regulação-eficiência-productividade, nos quais podemos destacar para este estudo: regulação social e econômica e meio ambiente.

Atentos aos elementos do meio ambiente que representam os fatores exógenos que definem as heterogeneidades, Mann e Mikesell (1976); Bruggink (1982); Brocas, Chan e Perrigne (2006) Anwandter e Ozuna (2002), Bottasso e Conti (2003), Saal e Parker (2006); Bottasso e Conti (2009); Martins, Coelho e Fortunato (2006); Kirkpatrick, Parker e Zhang (2004a); Kirkpatrick, Parker e Zhang (2006) e Covelli, Ferro e Romero (2010) incorporaram a densidade geral da rede em seus modelos, assim como o fizeram Saal e Reid (2005) e Erbetta e Cave (2007), mas trataram a densidade de abastecimento de água e a densidade dos esgotos sanitários de forma separada.

Outro elemento bastante incorporado aos modelos de avaliação dos efeitos da regulação no desempenho do setor foram os tipos de clientes, nesse caso a relação do consumo residencial em relação ao total, conforme se observa em Bruggink (1982); Anwandter e Ozuna (2002); Bottasso e Conti (2003); Bottasso e Conti (2009); De Witte e Marques (2010); Covelli, Ferro e Romero (2010).

A região geográfica em que atua o operador foi contemplada nos modelos formulados por Wolak (1994); Brocas, Chan e Perrigne (2006); Wallsten e Kosec (2008); Ozuna e Gomez (1998); Lynk (1993) e Martins, Coelho e Fortunato (2008), as perdas no sistema por Anwandter e Ozuna (2002) e Covelli, Ferro e Romero (2010) e o consumo *per capita* em De Witte e Marques (2010), que também se preocuparam com a possibilidade de o operador atender somente a uma localidade ou a mais de uma.

Como se pode observar, existe um amplo campo de exploração empírica para se pesquisar os efeitos que a regulação econômica poderia proporcionar ao desempenho do setor de águas e esgotos brasileiro considerando as diversidades ambientais, e este estudo pretende avançar nesse sentido.

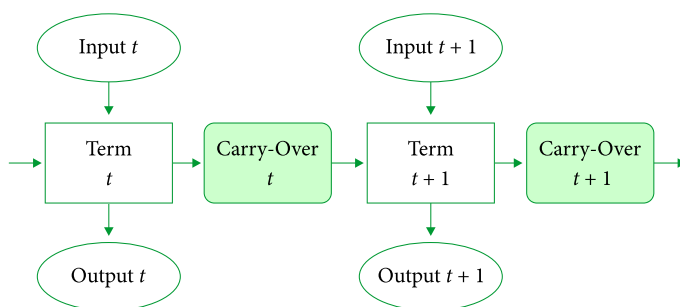
4 Modelos intertemporais de avaliação de desempenho: o DEA dinâmico

As primeiras discussões sobre a medição e a avaliação do desempenho para um painel longitudinal com base em *Data Envelopment Analysis* (DEA) foram iniciadas em 1985 com a tese de doutorado de G. Klopp intitulada *The analysis of the efficiency of production system with multiple inputs and outputs*. Nessa tese foi introduzido o conceito de análise de janela (*window analysis*) e, com isso, as mudanças ocorridas com o decorrer do tempo passaram a ser objeto de estudo de vários pesquisadores. Posteriormente, a ideia do desempenho intertemporal também foi estudada por outros pesquisadores,

que relacionaram o DEA ao conceito de produtividade total dos fatores (TFP), especificamente com o índice de Malmquist desenvolvido em 1953.

Apesar de a *window analysis* e a TFP se fundamentarem nas análises em painel de uma determinada série temporal, Tone e Tsutsui (2010, p. 145) comentaram que esses modelos estruturavam as análises a cada período de forma independente e que, com isso, careciam da importância necessária para os efeitos dinâmicos produzidos pelas variáveis de ligação que garantem a transferência de eficiência e produtividade de um período para outro (*carry-overs*). Esse problema já havia sido resolvido por Färe e Grosskopf (1996) com a proposta do modelo DEA com uma estrutura dinâmica no seu trabalho intitulado *Intertemporal production frontiers: with dynamic DEA*, em que se elevaram os conceitos tradicionais de independência a um conceito de interconexão de atividades que proporcionam maior influência nos escores de desempenho das organizações.

Com base na estrutura do DEA dinâmico delineado por Färe e Grosskopf (1996), diversos modelos foram desenvolvidos posteriormente sob essa mesma perspectiva. Alguns desses trabalhos foram: Nemoto e Goto (1999); Sengupta (1999); Jaenicke (2000); Nemoto e Goto (2003); Sengupta (2005); Wang e Huang (2007); Geymueller (2009); Chen e Dalen (2010); Sengupta (2010); Tone e Tsutsui (2010), este último ampliando o alcance do modelo aditivo do DEA conhecido como *Slack Based Model* (SBM) a um modelo dinâmico capaz de estimar a fronteira de produção ao longo de vários períodos de tempo e que é conhecido como *Dynamic Slack Based Model* (DSBM), escolhido para ser utilizado nesta monografia. A estrutura do modelo em questão é ilustrada na Figura 2.



Fonte: TONE; TSUTSUI (2010, p. 146)

Figura 2. Estrutura do DSBM

Na figura se pode observar a função da variável de ligação que conecta os períodos ao longo do tempo na estrutura dinâmica, sendo denominada de *carry-over*, diferenciando-a das estruturas estáticas. Tone e Tsutsui (2010, p. 146) classificaram essas atividades de *carry-overs*, também denominadas de ligação ou *links*, em quatro categorias, conforme se apresenta, literalmente, a seguir:

1. *Link* desejável (*good*) – indica *carry-over* desejável, como, por exemplo, os lucros retidos e o superávit líquido obtido e transportado para o próximo exercício. Esses *links* são tratados como *outputs*, e o valor de ligação é restringido para ser, nada mais nada menos, que um valor observado. A escassez comparativa dos *links* nessa categoria é considerada ineficiência.
2. *Link* indesejável (*bad*) – indica *carry-over* indesejável, como, por exemplo, prejuízo transportado para o futuro, devedores duvidosos e estoque morto ou mercadorias encalhadas. Esses *links* são tratados como *inputs*, e seu valor é restringido para ser, nada mais nada menos, que um valor observado. O excesso comparativo em *links* nessa categoria é considerado ineficiência.
3. *Link* discricionário (*free*) – esse *link* corresponde ao *carry-over* que a DMU pode controlar livremente. Seu valor pode ser aumentado ou diminuído em relação ao valor observado. O desvio em relação ao valor atual não é refletido diretamente na avaliação da eficiência, mas a condição de continuidade entre dois períodos de tempo exerce um efeito indireto no escore de eficiência.
4. *Link* não discricionário (*fixed*) – esse *link* indica *carry-over* que está fora do controle da DMU. Seu valor é fixado de acordo com o nível observado. Similar ao *link* discricionário, esta categoria também afeta indiretamente o escore de eficiência por meio da condição de continuidade entre dois períodos de tempo.

Na estrutura delineada por Tone e Tsutsui (2010) para o modelo DSBM, foram claramente definidos dois aspectos: o conjunto de possibilidades de produção e a função objetivo e eficiência, os quais são abordados a seguir.

Em primeiro lugar, para o conjunto de possibilidades de produção, sejam n DMUs ($j = 1, \dots, n$) durante T períodos de tempo ($t = 1, \dots, T$). Em cada período de tempo, as DMUs têm m *inputs* ($i = 1, \dots, m$), p *inputs* não discricionários (*fixed*) ($i = 1, \dots, p$), s *outputs* ($i = 1, \dots, s$) e r *outputs* não discricionários (*fixed*) ($i = 1, \dots, r$).

Além disso, x_{ijt} ($i = 1, \dots, m$), x_{ijt}^{fix} ($i = 1, \dots, p$), y_{ijt} ($i = 1, \dots, s$) e os y_{ijt}^{fix} ($i = 1, \dots, r$) representam, respectivamente, os valores dos *inputs* discricionários, dos *inputs* não discricionários, dos *outputs* não discricionários e dos *outputs* discricionários da DMU j no período de tempo t .

Os *carry-overs* são simbolizados em quatro categorias z^{good} , z^{free} , z^{bad} , z^{fix} . Com o objetivo de identificar cada *carry-over* pelo período de tempo (t), DMU (j) e o item (i), será utilizada, por exemplo, a notação z_i^{good} ($i = 1, \dots, ngood$; $j = 1, \dots, n$; $t = 1, \dots, T$) para indicar todos os valores do *link good*, onde $ngood$ é o número de *links* desejáveis. Todos são valores observados até o período de tempo T .

Dessa forma, as possibilidades de produção $\{x_i\}$, $\{x_i^{fix}\}$, $\{y_i\}$, $\{y_i^{fix}\}$, $\{z_i^{good}\}$, $\{z_i^{bad}\}$, $\{z_i^{free}\}$, $\{z_i^{fix}\}$ são definidas por:

$$\begin{aligned}
 x_i &\geq \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T) \\
 x_i^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, p; t = 1, \dots, T) \\
 y_i &\leq \sum_{j=1}^n y_{ijt} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, s; t = 1, \dots, T) \\
 y_i^{fix} &= \sum_{j=1}^n y_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, r; t = 1, \dots, T) \\
 z_i^{good} &\leq \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{good} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, ngood; t = 1, \dots, T) \\
 z_i^{bad} &\geq \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{bad} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, nbad; t = 1, \dots, T) \\
 z_i^{free} &: free, & (i = 1, \dots, nfree; t = 1, \dots, T) \\
 z_i^{fix} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, nfix; t = 1, \dots, T) \\
 \lambda_j^t &\geq 0, & (j = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T) \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j^t &= 1, & (t = 1, \dots, T)
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

onde $\lambda_j^t \in \mathfrak{R}^n (t = 1, \dots, T)$ é o vetor intensidade para o período de tempo t , e $nbad$, $nfree$ e $nfix$ são respectivamente o número dos links *bad*, *free* e *fix*. A última restrição corresponde à hipótese de retornos variáveis à escala. Com a ausência dessa restrição, o modelo encontra-se na proposição de retornos constantes à escala.

As variáveis x_{ijt} , x_{ijt}^{fix} , y_{ijt} , y_{ijt}^{fix} , z_{ijt}^{good} , z_{ijt}^{bad} e z_{ijt}^{fix} dispostas no lado direito das expressões anteriores assumem valores positivos, enquanto as variáveis x_i , x_i^{fix} , y_i , y_i^{fix} , z_i^{good} , z_i^{bad} , z_i^{free} e z_i^{fix} dispostas do lado esquerdo das expressões são conectadas pela variável de intensidade λ_j^t .

A continuidade dos links *carry-overs* entre o período de tempo t e $t + 1$ é garantida pela seguinte condição:

$$\sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^t = \sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^{t+1} \quad (\forall i; t = 1, \dots, T - 1) \tag{4.2}$$

onde o símbolo α representa as posições dos links *good*, *bad*, *free* e *fix*. Essa restrição é fundamental para o modelo dinâmico, uma vez que ela conecta as atividades entre os períodos de tempo t e $t + 1$.

Usando essas equações para a produção, a $DMU_o (o = 1, \dots, n)$ é expressa da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 x_{iot} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_j^t + s_i^-, & (i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T) \\
 x_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T) \\
 y_{iot} &\leq \sum_{j=1}^n y_{ijt} \lambda_j^t - s_i^+, & (i = 1, \dots, s; t = 1, \dots, T) \\
 y_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, r; t = 1, \dots, T) \\
 z_{iot}^{good} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{good} \lambda_j^t - s_i^{good}, & (i = 1, \dots, ngood; t = 1, \dots, T) \\
 z_{iot}^{bad} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{bad} \lambda_j^t + s_i^{bad}, & (i = 1, \dots, nbad; t = 1, \dots, T) \\
 z_{iot}^{free} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{free} \lambda_j^t + s_i^{free}, & (i = 1, \dots, nfree; t = 1, \dots, T) \\
 z_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, nfix; t = 1, \dots, T) \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j^t &= 1, & (t = 1, \dots, T) \\
 \lambda_j^t &\geq 0, s_i^- \geq 0, s_i^+ \geq 0, s_i^{good} \geq 0, s_i^{bad} \geq 0 \text{ e } s_i^{free} : free(\forall i, t)
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

onde s_i^- , s_i^+ , s_i^{good} , s_i^{bad} e s_i^{free} são as variáveis de folgas que denotam, respectivamente, o excesso de *input*, a insuficiência de *output*, a insuficiência do *link*, o excesso do *link* e o desvio do *link*.

Em segundo lugar, a função objetivo e eficiência que proporciona a avaliação global de uma $DMU_o (o = 1, \dots, n)$, tendo $\{\lambda_j^t\}$, $\{s_i^-\}$, $\{s_i^+\}$, $\{s_i^{good}\}$, $\{s_i^{bad}\}$, $\{s_i^{free}\}$ como variáveis, pode ser realizada em três orientações: *input* orientado, *output* orientado e não orientado. Esses modelos devem ser usados dependendo dos propósitos da

pesquisa e dos propósitos gerenciais. A escolha da orientação afeta a função objetivo, conforme mostrado a seguir.

(a) Modelo do input orientado – o modelo com base no *input* orientado lida principalmente com a redução dos fatores relacionados a *input*, enquanto produz pelo menos os níveis de fatores relacionados a *outputs*. No modelo dinâmico baseado em folgas (modelo DSBM), busca-se maximizar as folgas relativas dos *inputs* e dos *links* indesejáveis (*bad links*).

A eficiência global *input* orientado θ_o^* é encontrada com a seguinte equação:

$$\theta_o^* = \max \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[1 + \frac{1}{s + nbad} \left(\sum_{i=1}^m w_i^- s_i^- + \sum_{i=1}^{nbad} \frac{s_i^{bad}}{z_{iot}^{bad}} \right) \right] \quad (4.4)$$

sujeita às equações 4.2 e 4.3, onde w_i e w_i^- são pesos para o período t e *input* i , os quais são fornecidos exogenamente e satisfazem a condição

$$\sum_{t=1}^T w^t = T \quad \text{e} \quad \sum_{i=1}^m w_i^- = m \quad (4.5)$$

Se todos os pesos são iguais, então se pode ajustar $w^t = 1(\forall t)$ e $w_i^- = 1(\forall t)$.

Essa função objetivo é uma extensão do modelo SBM *input* orientado e trata não somente dos excessos dos *inputs* como também dos *links* indesejáveis como sendo os principais alvos de avaliação. Os excessos nos *links* indesejáveis são considerados na função objetivo da mesma forma que os excessos de *inputs*, porque eles têm características similares de *inputs*, e quanto menor seu montante, melhor.

Entretanto, os *links* indesejáveis não são *inputs*. Eles têm a função de conectar dois períodos consecutivos de tempo, como demonstrado pela restrição da equação 4.2. Cada termo entre colchetes da equação 4.4 expressa a eficiência do período t medida pelas folgas relativas dos *inputs* e dos *links*, sendo igual à unidade se todas as folgas forem zero. Ela é unidade invariante e seus valores estão compreendidos entre 0 e 1. Por essa razão, a equação 4.4 é a média ponderada dos ganhos de eficiência ao longo do tempo sobre todos os períodos de tempo, por isso é chamada de eficiência geral orientada a *input* (*input-oriented overall efficiency*), estando também compreendida entre 0 e 1.

Fazendo com que a equação 4.4 tenha uma solução ótima sujeita às equações 4.2 e 4.3, sendo $\left(\left\{ s_o^{-*} \right\}, \left\{ s_o^{+*} \right\}, \left\{ s_o^{good*} \right\}, \left\{ s_o^{bad*} \right\}, \left\{ s_o^{free*} \right\} \right)$, define-se a eficiência de um período de tempo orientada a *input* θ_o^* pela seguinte equação:

$$\theta_o^* = 1 - \frac{1}{m + nbad} \left(\sum_{i=1}^m \frac{w_i^- s_{iot}^{-*}}{x_{iot}} + \sum_{i=1}^{nbad} \frac{s_{iot}^{bad*}}{z_{iot}^{bad}} \right), \quad (t = 1, \dots, T) \quad (4.6)$$

Essa eficiência do período expressa o escore de eficiência orientada a *input* para o período t . A eficiência geral durante o período (θ_o^*) é a média ponderada das eficiências dos períodos (θ_o^*), como exposto a seguir:

$$\theta_o^* = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \theta_o^* \quad (4.7)$$

(b) Modelo do *output* orientado – o modelo com base no *output* procura maximizar os fatores relacionados aos *outputs* enquanto se usa não mais que o montante observado de todos os fatores relacionados a *inputs*. No modelo dinâmico baseado em folgas (modelo DSBM), busca-se maximizar as folgas relativas dos *outputs* e dos *links* desejáveis (*good links*).

A eficiência global *output* orientado τ_o^* é encontrada pela seguinte equação:

$$\frac{1}{\tau_o^*} = \max \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[1 + \frac{1}{s + ngood} \left(\sum_{i=1}^s w_i^+ s_i^+ + \sum_{i=1}^{ngood} \frac{s_i^{good}}{z_{iot}^{good}} \right) \right] \quad (4.8)$$

sujeita às equações 4.2 e 4.3, onde w_i^+ é o peso para o *output* i e satisfaz a condição:

$$\sum_{i=1}^s w_i^+ = s \quad (4.9)$$

Essa função objetivo é uma extensão do modelo SBM *output* orientado e trata das insuficiências dos *outputs* e dos *links* desejáveis como os principais alvos de avaliação. As insuficiências dos *links* desejáveis são consideradas na função objetivo da mesma forma que as insuficiências de *outputs* porque eles têm características similares às dos *outputs*, pois quanto maior seu montante, melhor.

Entretanto, os *links* desejáveis não são *outputs*. Eles têm a função de conectar dois períodos consecutivos de tempo, como demonstrado pela restrição da equação 4.1. Cada termo entre colchetes da equação 4.8 expressa a eficiência do período t medida pelas folgas relativas dos *outputs* e dos *links*, sendo igual à unidade se todas as folgas forem zero. Ela é unidade invariante e seus valores são maiores ou iguais a 1. Por essa razão, o lado direito da equação 4.8 é a média ponderada dos ganhos de eficiência ao longo do tempo, que são maiores ou iguais a 1. Dessa forma, a eficiência global é definida por sua recíproca, estando a eficiência geral orientada a *output* compreendida entre 0 e 1.

Usando a solução ótima $\{\lambda_o^{t*}\}$, $\{s_o^{-*}\}$, $\{s_o^{+*}\}$, $\{s_o^{good*}\}$, $\{s_o^{bad*}\}$, $\{s_o^{free*}\}$ para as equações 4.8, 4.2 e 4.3, a eficiência do período orientada a *output* τ_o^* é definida por:

$$\tau_o^* = \frac{1}{1 + \frac{1}{s + ngood} \left(\sum_{i=1}^s \frac{w_i^+ s_{iot}^{+*}}{y_{iot}} + \sum_{i=1}^{ngood} \frac{s_{iot}^{good*}}{z_{iot}^{good}} \right)}, \quad (t = 1, \dots, T) \quad (4.10)$$

Portanto, a eficiência geral orientada a *output* durante o período (τ_o^*) é a média harmônica ponderada das eficiências dos períodos de tempo (τ_o^*) , como demonstrado a seguir:

$$\frac{1}{\tau_o^*} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{w^t}{\tau_o^*} \quad (4.11)$$

(c) **Modelo não orientado** – os modelos não orientados ajudam a reduzir os fatores relacionados a *inputs* e a aumentar os fatores relacionados a *outputs*, simultaneamente. Assim, os modelos dessa categoria unificam os modelos orientados a *inputs* e orientados a *outputs* em uma única estrutura.

A combinação dos modelos orientados a *input* e a *output* define a medida de eficiência não orientada representada pela seguinte função:

$$\rho_o^* = \min \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[1 - \frac{1}{m + nbad} \left(\sum_{i=1}^m \frac{w_i^- S_i^-}{x_{iot}} + \sum_{i=1}^{nbad} \frac{S_i^{bad}}{z_{iot}^{bad}} \right) \right]}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[1 + \frac{1}{s + ngood} \left(\sum_{i=1}^s \frac{w_i^+ S_i^+}{y_{iot}} + \sum_{i=1}^{ngood} \frac{S_i^{good}}{z_{iot}^{good}} \right) \right]} \quad (4.12)$$

sujeita às equações 4.2 e 4.3.

Essa função objetivo é uma extensão do modelo SBM não orientado e trata dos excessos dos *inputs* e dos *links* indesejáveis, bem como das insuficiências dos *outputs* e dos *links* desejáveis em um simples modelo unificado. O numerador é a média da eficiência orientada a *input*, e o denominador é o inverso da média da eficiência orientada a *output*. Assim, a eficiência geral não orientada é definida como um índice que varia entre 0 e 1 e alcança 1 quando todas as folgas forem 0. O valor dessa função objetivo é também unidade invariante.

Usando a solução ótima $\{\lambda_o^{t*}\}$, $\{s_o^{-*}\}$, $\{s_o^{+*}\}$, $\{s_o^{good*}\}$, $\{s_o^{bad*}\}$, $\{s_o^{free*}\}$ para as equações 4.12, 4.2 e 4.3, a eficiência não orientada do período é definida por:

$$\rho_o = \frac{1 - \frac{1}{m + nbad} \left(\sum_{i=1}^m \frac{w_i^- S_{iot}^{-*}}{x_{iot}} + \sum_{i=1}^{nbad} \frac{S_{iot}^{bad*}}{z_{iot}^{bad}} \right)}{1 + \frac{1}{s + ngood} \left(\sum_{i=1}^s \frac{w_i^+ S_{iot}^{+*}}{y_{iot}} + \sum_{i=1}^{ngood} \frac{S_{iot}^{good*}}{z_{iot}^{good}} \right)} \quad (t = 1, \dots, T) \quad (4.13)$$

5 Dados e metodologia

5.1 Composição da amostra

Até 2010, 48 operadores em regime de sociedade anônima no Brasil atendiam cerca de 79% e 72% da população brasileira com os serviços de abastecimento de água e saneamento, respectivamente. Esses mesmos operadores produziam cerca de 80% da água consumida e são responsáveis por aproximadamente 83% do esgotamento sanitário.⁶ Essa parcela de atendimento na prestação dos serviços juntamente com a obrigatoriedade de esses operadores divulgarem suas demonstrações financeiras conduziram a escolha do grupo de operadores em regime de sociedade anônima como objeto de estudo desta pesquisa.

Contudo, os operadores Companhia de Água e Esgotos de Paranaguá (Cagepar), Companhia de Saneamento do Amazonas S/A (Cosama), Companhia de Saneamento do Estado de Mato Grosso (Sanemat), Empresa Concessionária de Saneamento de Mauá S/A (Ecosama) e Sanesalto Saneamento S/A (Sanesalto) não operam a prestação conjunta dos serviços de águas e esgotos, sendo, portanto, excluídos da amostra, perfazendo um total de 43 operadores que se pode comparar plenamente.

Também foram retirados da amostra a Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato (Saaec), pois não foi possível a obtenção dos dados desse operador, e a Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (Saeg), que somente passou a ser uma sociedade anônima em 2008. Nesse sentido, este estudo foi levado adiante com uma amostra final de 41 casos, em um painel longitudinal de 2005 a 2010, ou seja, limitado à última divulgação de dados no SNIS. Uma relação completa dos operadores pesquisados está no Anexo.

5.2 Variáveis de desempenho

Os estudos de avaliação do desempenho do setor de águas e esgotos têm se baseado em uma ampla utilização do modelo da função de produção de *Cobb-Douglas* e suas variáveis, que representam o trabalho, o capital e a tecnologia. Ademais, têm sido bastante utilizados alguns conceitos de dimensão econômico-financeira, como os gastos da exploração – Opex, os gastos de capital – Capex e os gastos totais da exploração – Totex. Essas variáveis, de acordo com De Witte e Marques (2010), são adotadas pelos principais estudos com a aplicação do DEA para o setor.

Para a análise de desempenho do setor de águas e esgotos com o uso da técnica DEA, De Witte e Marques (2010) indicam que o *output* mais utilizado é o volume de água distribuída. Assim, nesse estudo, essa variável é representada pelas *proxies* volume de água faturada e volume de esgotos faturados, conforme a nomenclatura dada pelo SNIS.

6 Segundo dados consolidados do relatório da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2010).

Na Inglaterra e no País de Gales, a composição do Capex é uniforme para a regulação de todos os operadores de águas e esgotos pela Ofwat, por meio do *Modern equivalent asset*. Infelizmente, no caso brasileiro não existe uma padronização nacional para a realidade brasileira, e, com isso, a nota técnica da Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (2012) passa a ser uma importante referência disponível para um ambiente economicamente regulado que traz um conceito inicial de Capex de estoque de investimentos realizados em um determinado período.

Entretanto, esse conceito traz a visão do passado, que, nesse caso, deve ser alinhado a um planejamento de longo prazo para a universalização do acesso. Sendo assim, a quantidade de economias necessárias para que os serviços prestados por cada operador alcancem a universalização do acesso dos serviços de águas e esgotos se encaixa como uma *proxy* de uma medida proativa de Capex em função da necessidade de universalização do setor.

A busca da universalização do acesso dos serviços de águas e esgotos é um desafio para os países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, e essa preocupação refletiu em alguns estudos empíricos, como os de Corton (2003); Lin (2005); Berg e Lin (2007); e Lin e Berg (2008) no Peru; Oliveira e Fernandez (2004) no Brasil; Ferro e Romero (2009) na América Latina; e Swai (2009) na Tanzânia.

Basicamente, esses estudos trataram de medir a universalização do acesso por meio da variável de cobertura em seu aspecto geral, ou seja, a porcentagem da população atendida. Todavia, os estudos de Oliveira e Fernandez (2004) e Ferro e Romero (2009) desenharam uma formulação mais específica, desmembrando a cobertura em duas: cobertura dos serviços de abastecimento e água e cobertura dos serviços de saneamento de água. Essa separação é importante, pois a cobertura dos serviços de abastecimento de água geralmente não é acompanhada por avanços na infraestrutura destinados aos serviços de saneamento de água, em função dos elevados Capex. Tal realidade sugere um desafio para a universalização do acesso em países com restrições de recursos para esse fim. Nesse sentido, a sustentabilidade econômico-financeira dos operadores, como prevê a Lei n. 11.445/2007, é uma preocupação crucial para se levar adiante os investimentos necessários para a cobertura total dos serviços ao longo de vários períodos.

Obviamente, uma situação financeira favorável é imprescindível para qualquer negócio em funcionamento, e a eficiência na alocação dos gastos da exploração ao longo de vários períodos proporciona economias que potencializam a capacidade financeira geral dos operadores. Essa lógica explicaria a geração de maior folga na caixa para realização de investimentos futuros na cobertura dos serviços.

Desse modo, o modelo de avaliação de desempenho ideal não deve identificar os operadores com melhores índices de alocação dos gastos Opex e Capex em função do nível de produção dos seus serviços (volumes faturados), e sim o melhor desempenho intertemporal da alocação dos referidos recursos com base em um melhor gerenciamento da situação financeira de cada operador.

Sendo assim, a situação financeira serve como termômetro de ligação entre a eficiência da alocação dos gastos que cada operador pode controlar livremente em busca de seu melhor desempenho intertemporal. Em outras palavras, isso quer dizer que um determinado operador poderia obter uma elevada capacidade financeira pelo simples fato de os investimentos de capital não serem prioridade em suas decisões financeiras ou pela explicação mais comum de dificuldade financeira para investimentos de capital. Dessa maneira, a situação financeira passa a ser um componente híbrido, gerenciável, que exerce um papel indireto de “premiador” e “penalizador” do desempenho do setor em função do seu gerenciamento mais adequado.

A situação financeira para este estudo é um *link* discricionário (*free*) que corresponde ao *carry-over* que cada operador pode controlar livremente em busca de um melhor desempenho, exercendo um papel indireto no mesmo desempenho geral.

Neste estudo a situação financeira foi calculada pelo modelo proposto por Beecher, Dreese e Landers (1992), que representa um construto de um indicador para apontar a dificuldade financeira do setor de águas e esgotos de operadores norte-americanos.

Ainda que o modelo Beecher, Dreese e Landers (1992) se tenha mostrado válido para a realidade norte-americana, ele também se mostrou válido para a realidade dos operadores brasileiros, uma vez que não classificou nenhum operador tecnicamente quebrado (com passivo a descoberto) fora da faixa de extrema dificuldade financeira. Outro ponto de convergência da utilização desse indicador para a realidade brasileira está no fato de que por esse modelo muitos operadores se encontram em dificuldade financeira, o que representa uma enorme dependência econômico-financeira externa do setor para se avançar na prestação dos serviços.

Encaixando as variáveis escolhidas no conceito de desempenho apresentado por Renzetti e Dupont (2004) para os serviços de águas e esgotos, o desempenho deve ser avaliado com base em quatro fatores determinantes – eficiência, produtividade, rentabilidade e aspectos qualitativos da prestação dos serviços: a eficiência medida pela relação dos dois *inputs* Opex e Capex com os dois *outputs* volume faturado de água (VAF) e volume faturado de esgoto (VEF); a produtividade, considerada pela análise intertemporal da eficiência; a rentabilidade do operador, captada pela situação financeira (SF); e, por último, aspecto qualitativo dos serviços, neste estudo também captado pelo Capex necessário para alcançar a universalização dos serviços ao longo do tempo.

No Quadro 2 apresenta-se um resumo das variáveis utilizadas na avaliação do desempenho em um processo de universalização do acesso dos serviços públicos de águas e esgotos.

Quadro 4. Variáveis de desempenho

Variável e fonte	Abrev.	Definição	Qualificação no modelo
Gastos da exploração (Fonte: FN015 do SNIS)	Opex	Valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços, compreendendo despesas com pessoal, produtos químicos, energia elétrica, serviços de terceiros, água importada, esgoto exportado, despesas fiscais ou tributárias computadas na DEX, além de outras despesas de exploração (medida em R\$/ano).	<i>Input</i>
Gastos de capital (Fonte: IN055; AG003 e ES003 do SNIS)	Capex	O quociente entre a quantidade de economias ativas de água do último dia do ano de referência vezes cem e o índice de atendimento total de água menos a quantidade de economias ativas de água do último dia do ano de referência; mais o quociente entre a quantidade de economias ativas de água do último dia do ano de referência vezes cem e o índice de atendimento total de água menos a quantidade de economias ativas de esgoto do último dia do ano de referência (medida em economias).	<i>Input</i>
Situação financeira (Fonte: Demonstrações financeiras)	SF	Quociente entre a soma de duas vezes o resultado contábil do período sem a depreciação e a receita bruta; mais o quociente entre o ativo circulante e o passivo circulante; mais o quociente entre a soma do capital em ações ordinárias e a receita bruta e ativo total; mais o quociente entre os lucros retidos e o capital em ações ordinárias; mais o quociente entre a receita bruta e as despesas operacionais (medida em unidades decimais).	<i>Free-link</i>
Volume de água faturado (Fonte: AG011 do SNIS)	VAF	Volume anual de água debitado do total de economias (medidas e não medidas) para fins de faturamento (medida em 1.000 m ³ /ano).	<i>Output</i>
Volume de esgoto faturado (Fonte: ES007 do SNIS)	VEF	Volume anual de esgoto debitado do total de economias para fins de faturamento.	<i>Output</i>

Uma vez descritas e justificadas todas as variáveis do modelo de avaliação de desempenho em um processo de universalização do acesso, ficam pendentes para cumprir os objetivos deste trabalho identificar como a estrutura regulatória e a regulação econômica podem explicar a realidade para o cenário brasileiro e testar as hipóteses que serão apresentadas a seguir.

5.3 Hipóteses e variáveis do modelo explicativo

No que diz respeito à regulação, na seção 3 foi esclarecido que não existe um consenso nos estudos empíricos que associe os incentivos proporcionados pela regulação e o desempenho dos operadores de águas e esgotos.

Ainda que a Lei n. 11.445/2007 tenha regulamentado as diretrizes mínimas para a atuação das agências reguladoras no Brasil, não se tem conhecimento de nenhuma pesquisa empírica que verifique a força das agências reguladoras existentes e se os

incentivos proporcionados pela regulação econômica estão influenciando na obtenção de melhoras no setor. Contudo, identificamos pesquisas para o ambiente mexicano que concluíram pela inexistência de provas significativas da influência da regulação no desempenho.

A estrutura regulatória do setor mexicano é muito parecida com a brasileira, pois não existe uma agência reguladora nacional para o setor e também por ser possível se encontrar operadores autorregulados.

Com base no exposto, formula-se a primeira hipótese:

H1: A experiência da agência reguladora de águas e esgotos não influencia na melhora do desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros em um processo de universalização do acesso.

Em alguns casos, como na Inglaterra e no País de Gales, os pesquisadores formularam modelos robustos, comparando o antes e o depois da atuação do *Office of Water Services* (Ofwat). Em outros casos, como Estados Unidos, México e América Latina, os pesquisadores construíram modelo mais simples com variáveis do tipo *dummy*, indicando a existência ou não da regulação. Nesse sentido, a escolha da variável explicativa *Experiência da agência reguladora* (ExRe) seria uma variável intermediária entre esses dois modelos.

Mesmo que exista uma tendência de influência significativa na regulação do desempenho do setor, é possível que as agências reguladoras estaduais (regionais) proporcionem melhores resultados para o setor que as agências reguladoras municipais (locais), como se evidenciou em um estudo com operadores norte-americanos.

Para a realidade brasileira, também é possível isolar a influência do alcance da agência reguladora com base na formulação de uma segunda hipótese calcada na experiência norte-americana:

H2: As agências reguladoras regionais proporcionam melhores incentivos para o aumento do desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros em um processo de universalização do acesso que as agências reguladoras locais.

Em função da existência de operadores autorregulados no Brasil, não é possível a captação do efeito de cada um dos tipos de alcance das agências reguladoras com uma única variável *dummy*. Esse problema foi resolvido com a inclusão de duas variáveis do tipo *dummy* no modelo: Agência reguladora local (ReLoc) e Agência reguladora regional (ReReg).

As experiências empíricas para a Inglaterra e o País de Gales evidenciam que um maior rigor na fórmula do *Price-cap* pela Ofwat melhorou o desempenho do setor,

e estudos norte-americanos sugerem que a regulação econômica do tipo *Rate of return* proporcionou um resultado superior no desempenho dos operadores, quando comparado com o de operadores submetidos aos métodos de regulação econômica do tipo *Price-cap* e híbridos (que combinam dois métodos ou mais).

Conforme comentado na subseção 2.2, os métodos comumente empregados no Brasil são: *Rate of return*, *Price-cap* e *Revenue-cap*, estes dois últimos bastante similares, uma vez que o *Price-cap* se fundamenta no controle da tarifa, enquanto o *Revenue-cap* se fundamenta no controle das receitas, mas ambos estabelecem um fator X de eficiência em seus resultados. Essa similaridade leva a possibilidade de uma análise conjunta para esses dois modelos, que chamamos de métodos *cap* para esta pesquisa.

Ainda que em poucos casos, também existem no Brasil os métodos de regulação econômica tipo híbrido, combinando alguns dos métodos relacionados anteriormente entre si ou com outro conhecido como “empresa modelo” ou “empresa eficiente”.

A partir do exposto e dos achados comentados, pode-se concluir que a utilização de qualquer um dos métodos de regulação econômica comentados é melhor para o desempenho do setor que a ausência da regulação. Sendo assim, formula-se mais uma hipótese:

H3: Qualquer método de regulação econômica proporciona incentivos que induzem a uma melhora do desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros em um processo de universalização do acesso, sendo o método *Rate of return* superior a todos os demais.

Entende-se que os operadores autorregulados obtêm desempenho inferior aos submetidos a qualquer um dos métodos de regulação econômica. Nesse sentido, cada método será comparado com os autorregulados por meio da inclusão de três variáveis do tipo *dummy*: Regulação *Rate of Return* – ReRat, Regulação *Cap* – ReCap e Regulação Híbrida – ReHib, cada uma delas captando os efeitos dos seus respectivos métodos.

Completando a análise proposta para os efeitos da regulação econômica no desempenho do setor de águas e esgotos, conforme já comentado na seção 3, existe uma evidência empírica da influência negativa da atuação das agências reguladoras multissetoriais no desempenho dos operadores latino-americanos, entre eles os operadores brasileiros.

Em função desse achado, formula-se a última hipótese relativa aos reflexos da regulação econômica no desempenho do setor de águas e esgotos brasileiro.

H4: Quanto mais multissetorial é a agência reguladora a que os operadores brasileiros estejam submetidos, menor a capacidade de geração de incentivos para melhora do desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso.

Para explicar a influência das agências reguladoras multissetoriais, Covelli, Ferro e Romero (2010) utilizaram variáveis do tipo *dummy*. Contudo, para este estudo, é necessário medir a diversificação da atuação da agência reguladora por meio da variável *Quantidade de setores regulados – QtRe* pela agência reguladora, que capta os efeitos da referida diversificação, sendo mais adequada para testar a hipótese formulada.

Como é inerente aos estudos de análise comparativa com técnicas econométricas, a heterogeneidade entre as observações é uma preocupação adicional e, conforme já explicado na seção 3, os modelos que analisaram a influência da regulação no desempenho do setor em diversos países incorporaram variáveis para captar as diferentes estruturas de mercado e ambientais, que representam fatores exógenos aos operadores e necessitam ser observadas para viabilizar comparações.

Conforme apresentado na subseção 2.1, quanto ao alcance das operações, os operadores brasileiros são classificados como locais ao atuarem em um único município, microrregionais ao atuarem em um pequeno conjunto de municípios e regionais ao atuarem em grande parte dos municípios de um determinado estado. Essa cobertura gera uma heterogeneidade que precisa ser suavizada no modelo econométrico com a inclusão das variáveis *Número de localidades atendidas com água – LocA* e *Número de localidades atendidas com esgotos – LocE*.

O estudo de De Witte e Marques (2010) contemplou a inclusão de uma variável *dummy* para a identificação dos operadores que prestam serviços a uma localidade e os que prestam serviços a mais de uma localidade, concluindo que existe vantagem para o desempenho quando se presta serviço a um único município, ou seja, sugere uma deseconomia de escala.

No caso brasileiro, as conclusões empíricas sobre o desempenho dos operadores, conforme evidências de Carmo e Távora Junior (2003), Grigolin (2007) e Sabbioni (2008), são convergentes com a existência de economias de escala no setor e, com isso, espera-se que as variáveis *LocA* e *LocE* exerçam uma influência positiva e significativa no desempenho do setor.

Também para a realidade brasileira, o estudo de Sabbioni (2006) mostra uma influência negativa do consumo residencial no desempenho, ainda que para o contexto de vários outros países os achados sejam ambíguos.

Aproveitando a experiência de Sabbioni (2006), espera-se que as variáveis *Participação das economias residenciais de água (PrA)* e *Participação das economias residenciais de esgotos (PrE)* exerçam influências negativas e significativas. Esse mesmo estudo também estabeleceu uma relação negativa e significativa entre o nível de consumo e o desempenho, resultado convergente com importância do consumo de água no desempenho do setor destacada por Alencar Filho e Abreu (2007). Neste caso, a variável *Consumo médio por economia (CmE)* capta os efeitos das diferenças de consumo por economia, e dela se espera uma influência negativa no modelo explicativo.

Referente à densidade da rede, Tupper e Resende (2004) indicaram que existe uma influência negativa da densidade da rede de águas e uma influência negativa da densidade da rede de esgotos⁷ no desempenho dos operadores brasileiros. Assim, para captar esses efeitos na análise do setor, as variáveis *Densidade da rede de águas (DenA)* e *Densidade da rede de esgotos (DenE)* foram inseridas no modelo econométrico, e espera-se uma influência negativa de *DenA* e uma influência positiva de *DenE* no desempenho do setor.

A heterogeneidade entre as regiões geográficas brasileiras também não pode ser esquecida, pois estudos como os de Carmo e Távora Junior (2003), Sabbioni (2006) e Da Silva e Souza, Faria e Moreira (2007; 2008) concluíram que a Região Sudeste é mais propícia a um melhor desempenho. Nessa mesma trajetória conclusiva, Da Silva e Souza, Faria e Moreira (2008) ainda indicam a Região Centro-Oeste como a segunda mais propícia, seguida da Região Sul.

A influência de cada região do Brasil no desempenho do setor de águas e esgotos foi incorporada ao modelo econométrico por quatro variáveis do tipo *dummy*, levando-se em consideração que são cinco regiões geográficas. Nesse caso, a região geográfica que não está expressa em nenhuma *dummy* passa a ser a referência, ou seja, o desempenho de todas as outras regiões será medido em relação a ela.

A Região Norte foi escolhida como região de referência. Assim, as variáveis do tipo *dammy* são: *Região Centro-Oeste (RCent)*; *Região Nordeste (RNord)*; *Região Sudeste (RSud)* e *Região Sul (RSul)*, em que se esperam coeficientes positivos para todas essas variáveis no modelo econométrico proposto. Também se espera que RSud seja o maior coeficiente entre todas as demais. O Quadro 3 apresenta um resumo de todas as variáveis do modelo explicativo.

Quadro 5. Descrição das variáveis independentes do modelo explicativo

Variável (fonte)	Definição	Expectativa a priori e hipótese relacionada	
Estrutura regulatória			
ExRe (Norma de constituição da agência)	Diferença de dias transcorridos entre a data de criação da agência e o último dia de cada ano do painel dividido por 365 (medido em anos decimais).	≈	H1
ReLoc (Norma de constituição da agência)	Submissão do operador a uma agência reguladora de alcance local, sendo 1 = para este tipo de submissão e 0 = quando não (<i>dummy</i>).	≈	H2
ReReg (Norma de constituição da agência)	Submissão do operador a uma agência reguladora de alcance regional, sendo 1 = para este tipo de submissão e 0 = quando não (<i>dummy</i>).	> que ReLoc	H2

7 Com relação à densidade da rede de esgotos, o coeficiente não foi significativo.

Variável (fonte)	Definição	Expectativa a priori e hipótese relacionada	
ReRat (Questionário)	Submissão do operador ao método de regulação econômica do tipo <i>Rate of return</i> , sendo 1 = para este tipo de submissão e 0 = quando não (<i>dummy</i>).	+	H4
ReCap (Questionário)	Submissão do operador ao método de regulação econômica do tipo <i>Price-cap</i> ou <i>Revenue-cap</i> , sendo 1 = para este tipo de submissão e 0 = quando não (<i>dummy</i>).		
ReHib (Questionário)	Submissão do operador ao método de regulação econômica do tipo híbrido, sendo 1 = para este tipo de submissão e 0 = quando não (<i>dummy</i>).		
QtRe (Norma de constituição da agência)	Quantidade de serviços de utilidade pública regulado pela agência a que o operador está submetido (medida em quantidade).	-	H3
Estrutura de mercado			
LocA (SNIS)	Total de localidades atendidas com águas pelo operador (medida em quantidade).	+	
LocE (SNIS)	Total de localidades atendidas com esgotos pelo operador (medida em quantidade).	+	
PrA (SNIS)	Quantidade de economias ativas residenciais de água dividida pela quantidade total de economias ativas de água (medida em %).	-	
PrE (SNIS)	Quantidade de economias ativas residenciais de esgoto dividida pela quantidade total de economias ativas de esgoto (medida em %).	-	
Estrutura do ambiente operacional			
CmE (SNIS)	Diferença entre o volume de água consumida e o volume de água vendida a outro operador dividido pela quantidade de economias ativas de água (medida em metros cúbicos por economia).	-	
DenA (SNIS)	População atendida com os serviços de águas (1.000) dividida pela extensão da rede de águas (medida por milhares de habitantes por quilômetro).	-	
DenE (SNIS)	População atendida com os serviços de esgotos (1.000) dividida pela extensão da rede de esgotos (medida por milhares de habitantes por quilômetro).	+	
RCent	Região geográfica do Brasil em que está situado o operador, sendo 1 = Centro-Oeste e 0 = outra região (<i>dummy</i>).	-	
RNord	Região geográfica do Brasil em que está situado o operador, sendo 1 = Nordeste e 0 = outra região (<i>dummy</i>).	-	
RSud	Região geográfica do Brasil em que está situado o operador, sendo 1 = Sudeste e 0 = outra região (<i>dummy</i>).	-	
RSul	Região geográfica do Brasil em que está situado o operador, sendo 1 = Sul e 0 = outra região (<i>dummy</i>).	-	

Fonte: elaboração do autor

5.4 Modelo quantitativo de avaliação de desempenho

O modelo quantitativo de avaliação de desempenho utilizado neste trabalho é o modelo aditivo do DEA, desenvolvido por Tone e Tsutsui (2010). Estes pesquisadores ampliaram o alcance do método *Slack Based Model* (SBM) a um modelo dinâmico capaz de estimar a fronteira de produção ao longo de vários períodos de tempo, denominado DSBM (ver seção 4). Justifica-se a utilização desse modelo neste estudo por combinar duas dimensões do desempenho: eficiência e produtividade.

Um problema básico do DEA e, conseqüentemente, do DSBM está na escolha adequada da orientação do modelo utilizado em cada caso, que pode ser estabelecida claramente para alguns setores, como, por exemplo, a orientação ao *output*, para os casos em que as DMUs são providas de uma quantidade fixa de recursos e são pressionadas a produzir a maior quantidade de *outputs* possível (COELLI et al., 1998, p. 158).

Também em relação à orientação do modelo, Gasparini (2000), para os serviços de utilidade pública em geral, e Carmo e Távora Junior (2003), para os operadores de águas e esgotos, defendem que em função da obrigatoriedade da prestação de serviço o modelo deve ser orientado a *input*, assim as unidades produtivas não controlam sua oferta de serviços e se esforçam para minimizar o consumo dos seus *inputs*. Por esse motivo, este estudo utilizou o modelo *input*-orientado.

Um segundo problema surge com a escolha do tratamento dado à escala de produção: retornos constantes de escala (CRS) ou retornos variáveis de escala (VRS). Uma solução para este problema está contida na proposta de Zhu (2000), que obteve uma escolha robusta a partir da aplicação do *test-t* para amostras relacionadas, sendo uma amostra com os escores obtidos com CRS e a outra com os obtidos por VRS. Em caso de existirem diferenças significativas das médias, escolhe-se o modelo VRS.

Destaque-se que os resultados dos escores de desempenho para os dois tipos de retornos não apresentaram distribuição normal, impossibilitando a aplicação do *test-t*. Uma solução para esse problema foi a aplicação de testes de hipóteses não paramétricos, conforme mostra o Quadro 6.

Quadro 6. Resumo do teste de hipótese para duas amostras relacionadas CRS e VRS

Hipótese nula	Teste	Sig	Decisão
A mediana das diferenças entre CRS e VRS é igual a 0	Teste de sinal de amostras relacionadas	0,000	Rejeitar a hipótese nula
A mediana das diferenças entre VRS e CRS é igual a 0	Teste de postos com sinais de Wilcoxon	0,172	Reter a hipótese nula
As distribuições de VRS e CRS são as mesmas	Dupla análise de variância de Friedman de amostras relacionadas	0,000	Rejeitar a hipótese nula
As distribuições de VRS e CRS são as mesmas	Coefficiente de concordância de Kendall de amostras relacionadas	0,000	Rejeitar a hipótese nula

Nota: São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é 0,05.

Fonte: dados da pesquisa

Entre os quatro testes apresentados no Quadro 6, somente o teste de postos com sinais de Wilcoxon aceitou a hipótese que indica a igualdade das médias dos escores de CRS e VRS, por esse motivo é razoável a utilização do modelo VRS para este trabalho.

Conforme já explicado na seção 4, no DSBM é possível a combinação de quatro categorias de ligação (*carry-overs* ou *links*): *good link*; *bad link*; *free link* e *fixed link*. Sendo assim, para os operadores de águas e esgotos, a situação financeira (SF) calibra a tecnologia que facilita a diminuição dos *inputs* (Capex e Opex) ao mesmo tempo em que ajuda a manter os níveis de *outputs* desejáveis. Dada essa função, a SF foi escolhida como *free link*.

Com base no exposto, o modelo final proposto para avaliar o desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros em um processo de universalização do acesso aos serviços de águas e esgotos é o DSBM, construído com base em dois *inputs*: Opex e Capex, um *free link*: SF; e dois *outputs*: VFA e VFE, *input*-orientado e VRS.

Para os escores finais do DSBM, Tone e Tsutsui (2010) propõem a realização de um ajuste na formulação matemática para captar a inclusão do *free link* no modelo e, com isso, obter um escore ajustado *a posteriori* (*AdjustedScore*). Nesse caso, a expressão matemática do modelo final proposto para medição do desempenho estudado é:

$$\bar{\rho}_o^* = 1 - \frac{1}{m + nfree} \left(\sum_{t=1}^m \frac{W_i^- S_{iot}^-}{x_{iot}} + \sum_{i=1}^{nfree} \frac{S_{iot}^{free*}}{z_{iot}^{free}} \right) \quad (5.1)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^t &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^{t+1} & (\forall i; t = 1, \dots, T-1) \\ x_{iot} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_j^t + s_i^-, & (i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T) \\ x_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T) \\ y_{iot} &\leq \sum_{j=1}^n y_{ijt} \lambda_j^t - s_i^+, & (i = 1, \dots, s; t = 1, \dots, T) \\ y_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, r; t = 1, \dots, T) \\ z_{iot}^{free} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{free} \lambda_j^t + s_i^{free}, & (i = 1, \dots, nfree; t = 1, \dots, T) \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j^t &= 1, & (t = 1, \dots, T) \text{ (rendimento variável de escala)} \\ \lambda_j^t &\geq 0, s_i^- \geq 0, s_i^+ \geq 0 \text{ y } s_i^{free} : free(\forall i, t) \end{aligned} \quad (5.2)$$

No tocante aos *outliers*, Hair et al. (1999, p. 59) recomendam muita cautela em sua manutenção ou eliminação, pois, segundo a recomendação desses autores, deveriam ser mantidos “a menos que existam provas que são verdadeiras aberrações e são representativas da observação da população”. Com essa mesma preocupação, o trabalho de Banker e Chang (2006) introduziu o conceito de “níveis de seleção” ou *screen levels*, como escrito originalmente. Estes níveis definem o grau de contaminação dos dados considerando os escores de supereficiência superiores a 1,0; 1,2; 1,6 e 2,0. Em função de existirem somente 41 operadores na amostra inicial, optou-se pela retirada da menor quantidade possível de *outlier*, ou seja, a utilização do nível de seleção 2,0 para os escores calculados com base no modelo de Tone (2002), conhecido como *slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis* – SuperSBM, *input*-orientado, VRS e construído considerando dois *inputs*: Opex e Capex e dois *outputs*: VFA e VFE. O *free link* não é *input* nem *output*, sendo assim a SF não está presente no SuperSBM.

Seguindo essa regra, foi detectado o operador Coden como *outlier*, sendo excluído da amostra, restando um conjunto final de quarenta operadores.

As estatísticas descritivas das variáveis de avaliação de desempenho para esse conjunto de operadores são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Estatísticas descritivas das variáveis de avaliação de desempenho

Variável	Classe	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Observações
Opex	Geral	356.255,80	635.035,50	5.648,04	4.248.146,00	N = 240
	Entre		632.411,20	11.768,38	3.577.307,00	n = 40
	Dentro		108.135,50	-405.570,20	1.027.095,00	T = 6
Capex	Geral	941.141,50	1.117.124,00	0,00	3.915.845,00	N = 240
	Entre		1.117.016,00	9.444,62	3.661.647,00	n = 40
	Dentro		162.315,90	-110.102,20	1.613.305,00	T = 6
CF	Geral	2,75	3,25	-17,43	9,61	N = 240
	Entre		3,16	-13,63	7,14	n = 40
	Dentro		0,88	-1,05	7,45	T = 6
VFA	Geral	172.508,80	323.192,30	5.268,40	1.994.367,00	N = 240
	Entre		326.231,30	5.590,14	1.866.866,00	n = 40
	Dentro		15.904,35	64.515,94	300.010,30	T = 6
VFS	Geral	83.012,62	215.204,50	830,00	1.434.345,00	N = 240
	Entre		216.957,90	1.250,02	1.313.426,00	n = 40
	Dentro		15.065,40	-32.332,76	203.931,00	T = 6

Fonte: dados da pesquisa

Uma vez explicado o modelo de avaliação de desempenho, um segundo estágio de análise deve ser elaborado utilizando um modelo econométrico explicativo para testar as hipóteses formuladas, conforme se apresenta na subseção a seguir.

5.5 Modelo econométrico explicativo

O modelo *Generalized Estimating Equation* – GEE é apropriado para dados em que não há normalidade na distribuição e correlacionados ao longo do tempo. Avançando na descrição do modelo GEE, Liang e Zeger (1986) definem a estimação de β como a solução do sistema de equações diferenciais obtidas com base na seguinte formulação matemática:

$$U_k(\beta) = \sum_{i=1}^n D_i V_i^{-1} S_i = 0 \quad k = 1, \dots, p.$$

com $D_i = \partial \hat{u}_i / \partial \beta_k$ y $S_i = (y_i - \mu_i)$

Para utilizar essas equações para dados correlacionados, Liang e Zeger (1986) especificaram uma matriz de correlação de trabalho determinada por:

$$V_i = A_i^{1/2} R(\alpha) A_i^{1/2} / \phi,$$

Existem várias possibilidades de matriz de correlação de trabalho, podendo-se destacar quatro delas: *exchangeable*; *independent*; *autoregressive* e *unstructured*. Uma escolha ideal da matriz de correlação de trabalho é fundamental para a especificação do modelo.

No estudo em tela, a variável dependente procede dos resultados obtidos do escore do DSBM para o desempenho relativo dos operadores brasileiros. Nesse sentido, a variável pode ser classificada como uma variável dependente limitada (0 a 1), contudo os escores não seguem uma distribuição normal, por esse motivo não cumprem a hipótese de normalidade da variável dependente, além do mais os dados estão correlacionados ao longo do painel.

Pelos motivos expostos, neste trabalho foi utilizado o modelo econométrico de regressão GEE. Como opção de *link* foi especificada a função *logit* representada por $\ln(p/1-p)$, dado que a variável dependente contém valores entre 0 e 1. Como opção de *family*, foi escolhida a distribuição binomial, cuja variância é representada por $\mu = (1 - \mu/k)$. Sendo assim, os resultados somente poderão ser agrupados em duas categorias: dentro e abaixo da fronteira de excelência no desempenho.

Os escores do desempenho relativo, obtidos com a técnica DSBM, também não assumem uma característica de um painel de dados completos do tipo longo (2005-2010), ainda que os dados sejam completos. Esses escores assumem uma configuração de grupos do tipo pequena (dentro e abaixo da fronteira) ao longo do painel. Dadas essas características apresentadas pelos escores de desempenho relativo, Hardin

e Hilbe (2003, p. 141-142) sugerem que os critérios para a seleção da matriz de correlação de trabalho ideal ficam limitados a *independent* e *autoregressive*.

O último passo é escolher, entre os dois modelos possíveis, qual o que melhor se ajusta aos valores apresentados pelos escores de desempenho relativo. Para isso, Hardin e Hilbe (2003, p. 142) recomendam a utilização do *Quaslikelihood under the independence model information criterion* (QIC) para identificar a matriz de correlação de trabalho mais eficiente para o modelo econométrico GEE. A Tabela 3 apresenta os resultados da estatística QIC para cada matriz de correlação possível.

Tabela 3. Estatísticas QIC

Matriz de correlação	QIC
<i>Independent</i> ⁸	270.477
<i>Autoregressive 1</i> ⁹	287.881
<i>Autoregressive 2</i>	289.912
<i>Autoregressive 3</i>	289.282

Fonte: dados da pesquisa

Segundo a solução proposta por Hardin e Hilbe (2003, p. 142), a matriz de correlação escolhida deve ser a de menor QIC. Nesse caso, a matriz de correlação de trabalho mais eficiente para esse estudo é a *independent*. Na Tabela 4 são apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis que serão trabalhadas no modelo econométrico explicativo.

Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis não dicotômicas do modelo econométrico explicativo

Variável	Classe	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Observações
Per	Geral	0,6744698	0,2509218	0,1932606	1	N = 240
	Entre		0,233998	0,2180733	1	n = 40
	Dentro		0,0967066	0,2996002	1,049055	T = 6
ExRe	Geral	2,58875	3,628554	0	12,98	N = 240
	Entre		3,52633	0	11,31333	n = 40
	Dentro		0,995766	0,250417	4,260417	T = 6
QtRe	Geral	1,233333	1,531993	0	5	N = 240
	Entre		1,510552	0	5	n = 40
	Dentro		0,3361112	-0,7666667	2,233333	T = 6

8 No Stata calcula-se com a linha de comando: `qic Per ExRe ReLoc ReReg QtRe ReRat ReCap ReHib LocA LocE PrA PrE CmE DenA DenE Rcent Rnord Rsud Rsul, family(binomial 1) link(logit) corr(independent) robust nolog.`

9 No Stata calcula-se com a linha de comando: `qic Per ExRe ReLoc ReReg QtRe ReRat ReCap ReHib LocA LocE PrA PrE CmE DenA DenE Rcent Rnord Rsud Rsul, family(binomial 1) link(logit) corr(ar1) robust nolog.`

Variável	Classe	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Observações
LocA	Geral	98,6125	134,0418	1	600	N = 240
	Entre		135,4485	1	584,6667	n = 40
	Dentro		2,172319	83,94583	113,9458	T = 6
LocE	Geral	26,2625	63,15361	1	367	N = 240
	Entre		63,56122	1	365	n = 40
	Dentro		5,733201	-15,40417	62,59583	T = 6
PrA	Geral	0,9191404	0,0340347	0,6375626	1	N = 240
	Entre		0,0227622	0,8744258	0,9569002	n = 40
	Dentro		0,0255163	0,6746053	0,9789904	T = 6
PrE	Geral	0,8757171	0,0775353	0,5129082	1	N = 240
	Entre		0,0752291	0,6199616	0,9754428	n = 40
	Dentro		0,0216958	0,7470687	0,9398207	T = 6
CmE	Geral	13,92321	3,425473	8	26,7	N = 240
	Entre		3,142394	9,806667	23,02833	n = 40
	Dentro		1,43729	7,733208	21,93321	T = 6
DenA	Geral	334,2142	114,7277	145,6725	649,8561	N = 240
	Entre		112,757	190,819	593,5585	n = 40
	Dentro		26,72609	263,4111	531,6081	T = 6
DenE	Geral	496,9556	316,7945	134,1781	2347,376	N = 240
	Entre		310,0615	161,6298	1788,473	n = 40
	Dentro		78,94255	10,1312	1055,859	T = 6

Fonte: dados da pesquisa

Uma vez descritos a amostra, os dados, as hipóteses, as variáveis, o modelo de avaliação de desempenho econômico-financeiro e o modelo econométrico explicativo, na seção a seguir são apresentados os principais resultados e discussões.

6 Resultados e discussões

Conforme descrito no desenho metodológico deste estudo, o modelo de avaliação de desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso aos serviços de águas e esgotos foi construído com base no modelo aditivo do DEA denominado de DSBM com *input*-orientado e retorno variável de escala. O processamento dos dados foi realizado com o *software* *DEA Solver Professional*-versão 7.0.

As variáveis do modelo de avaliação de desempenho são compostas de dois *inputs*, representados pelos Gastos da Exploração (Opex) e Gastos de Capital (Capex); e dois *outputs*: Volume faturado de água (VFA) e Volume faturado de esgoto (VFE). Assim, quanto menor a relação Opex/Volumes faturados e Capex/Volumes faturados, melhor o desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso aos serviços de águas e esgotos.

Também, cabe lembrar que o Capex proposto pelo estudo representa um capital proativo, medido em economias que faltam para cumprir a universalização do acesso, designado a cada operador, cujos efeitos intertemporais são ajustados pela situação financeira (SF) de cada operador. Assim, a situação financeira é caracterizada no modelo DEA DSBM de *free link* em função da sua liberdade de controle.

A Tabela 5 apresenta os escores ajustados do desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso aos serviços de águas e esgotos, de 2005 a 2010, dos quarenta operadores da amostra.

Tabela 5. Escores geral e intertemporal ajustados do desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso

No.	DMU	Escore geral	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Cabadp	1	1	1	1	1	1	1
1	Caesb	1	1	1	1	1	1	1
1	Can	1	1	1	1	1	1	1
1	Cesan	1	1	1	1	1	1	1
1	Daejundiai	1	1	1	1	1	1	1
1	Emasa	1	1	1	1	1	1	1
1	FDL	1	1	1	1	1	1	1
1	FOZ	1	1	1	1	1	1	1
1	Sabesp	1	1	1	1	1	1	1
10	Cedae	0,965050	0,790300	1	1	1	1	1
11	Sanasa	0,925817	1	1	1	0,930093	0,865414	0,759397
12	Sanepar	0,919243	0,777232	0,738224	1	1	1	1
13	Embasa	0,803790	1	1	1	0,640698	0,628482	0,553563
14	CAJ-RJ	0,764202	0,554422	0,668634	0,829653	0,961090	0,908312	0,663101
15	AG	0,732969	0,542908	0,577140	0,533878	0,743887	1	1
16	Caema	0,703711	0,478703	0,414723	1	1	1	0,328842
17	Cagece	0,683999	0,672390	1	0,629305	0,590877	0,581059	0,630364
18	Caern	0,667018	0,802666	1	0,662422	0,516968	0,535658	0,484393

No.	DMU	Escore geral	2005	2006	2007	2008	2009	2010
19	ADA	0,637194	0,581418	0,586484	0,560542	0,635364	0,729856	0,729503
20	CAJ-SC	0,625415	1	0,542034	0,53476	0,518114	0,579484	0,578099
21	Copasa	0,595479	0,672312	0,564345	0,579660	0,596742	0,639511	0,520304
22	Saned	0,590514	0,464810	0,377021	0,598472	0,668606	0,675249	0,758925
23	Sanecap	0,580053	0,591829	0,541777	0,530285	0,521652	0,628165	0,666607
24	Al	0,561872	0,511241	0,442569	0,508852	0,602256	0,655461	0,650853
25	Prolagos	0,556841	0,490953	0,463202	0,495866	0,574494	0,783472	0,533060
26	Sanesul	0,550714	0,526763	0,567205	0,537289	0,571677	0,576823	0,524530
27	Saneatins	0,527504	0,509467	0,639051	0,534582	0,479563	0,467292	0,535068
28	Corsan	0,524134	0,561994	0,530927	0,560938	0,573847	0,544432	0,372664
29	Compesa	0,507278	0,527752	0,490751	0,501893	0,503923	0,537432	0,481917
30	Cagepa	0,497219	0,516208	0,520183	0,520784	0,502891	0,522149	0,401098
31	Casan	0,482118	0,490730	0,492985	0,494165	0,459601	0,495948	0,459281
32	Saneago	0,474021	0,492394	0,463614	0,472040	0,467059	0,487093	0,461925
33	Cosanpa	0,455443	0,510831	0,470846	0,459217	0,425027	0,423243	0,443494
34	Deso	0,437379	0,441228	0,477353	0,464360	0,443389	0,428430	0,369511
35	CAP	0,427548	0,474575	0,502761	0,423748	0,362849	0,380265	0,421092
36	Caer	0,420852	0,497765	0,488915	0,359998	0,356879	0,365085	0,456471
37	Agespisa	0,398025	0,457542	0,395380	0,424851	0,429277	0,367747	0,313352
38	Casal	0,377051	0,417872	0,376182	0,314308	0,374120	0,374204	0,405620
39	Caesa	0,368268	0,469432	0,408551	0,372194	0,329607	0,281678	0,348143
40	Caerd	0,218073	0,214436	0,224026	0,214011	0,213346	0,193261	0,249361

Fonte: dados da pesquisa

Conforme já comentado, o DSBM produz um escore que vai de 0 a 1, sendo interpretado da seguinte maneira: quanto mais próximo de 0 for o escore de um operador, menor seu desempenho relativo; quanto mais próximo de 1 estiver o escore do operador, melhor será seu desempenho.

Como se pode observar, considerando o escore geral, nove operadores obtiveram o desempenho máximo, e, por esse motivo, formam a fronteira de excelência. Esses operadores são: Cabadp, Caesb, CAN, Cesan, Daejundiai, Emasa, FDL, FOZ e Sabesp.

Uma formatação bastante interessante para a análise dos escores produzidos por DSBM pode ser realizada por uma qualificação dos operadores em grupos, segundo

determinadas faixas de escores. Para isso, Lima (2011) sugere a utilização dos quartis da série do escore geral, como se apresenta a seguir.

Para os escores gerais encontrados, o valor do 1º quartil é de 0,4897, o do 3º quartil é de 0,9454, e 0,6104 representa a mediana. Assim, os operadores posicionados abaixo do 1º quartil, com escore de desempenho igual e abaixo de 0,4897, podem ser classificados com desempenho fraco. Os operadores situados acima do 1º quartil até a mediana de 0,6104 apresentam desempenho razoável. Os operadores situados acima da mediana, até o 3º quartil de 0,9454, apresentam desempenho bom, e os operadores acima do 3º quartil, mas que não apresentam escore igual a 1, são classificados com desempenho muito bom. Por fim, os operadores com escore 1 são classificados com excelente desempenho.

Seguindo essas categorias, pode-se agrupar o desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros de águas e esgotos em um processo de universalização do acesso da seguinte forma.

Quadro 7. Classificação do desempenho dos operadores de águas e esgotos por nível

Desempenho	Escore geral	Operadores	% da amostra
Fraco	De 0 até 0,4897	Cagepa, Casan, Saneago, Cosanpa, Deso, CAP, Caer, Agespisa, Casal, Caesa e Caerd	27,5%
Razoável	Acima de 0,4897 Até 0,6104	Copasa, Saned, Sanecap, AI, Prolagos, Sanesul, Saneatins, Corsan e Compesa	22,5%
Bom	Acima de 0,6104 Até 0,9454	Sanasa, Sanepar, Embasa CAJ-RJ, AG, Caema, Cagece, Caern, ADA, CAJ-SC	25,0%
Muito bom	Acima de 0,9454 e menor que 1	Cedae	2,5%
Excelente	Igual a 1	Cabadp, Caesb, CAN, Cesan, Daejundiai, Emasa, FDL, FOZ e Sabesp	22,5%

Fonte: dados da pesquisa

Visualizando o Quadro 7, observa-se que os operadores de águas e esgotos que mais prejudicam a fronteira de desempenho são: Cagepa, Casan, Saneago, Cosanpa, Deso, CAP, Caer, Agespisa, Casal, Caesa e Caerd. O último operador, com o pior desempenho, com um escore de 0,218073, revela que seu nível de Opex e Capex em função dos Volumes faturados de água e esgoto é muito elevado em relação aos níveis apresentados pelos operadores que estão na fronteira de excelência.

O melhor desempenho razoável foi alcançado pela Copasa, com escore de 0,595479. Quanto aos operadores com bom desempenho, destacam-se: Sanasa e Sanepar, com os escores 0,925817 e 0,919243, respectivamente.

O operador Cedae obteve um desempenho muito bom, com escore de 0,965050. Somente 22,5% dos operadores da amostra estão na fronteira de excelência. Em direção

contrária, 50% dos operadores estão com um desempenho de fraco a razoável, realidade muito parecida com a encontrada por Anwandter (2000) para o setor mexicano de águas e esgotos.

Com relação aos escores anuais, alguns operadores tiveram resultados oscilantes, como, por exemplo, a Embasa, que estava na fronteira de excelência até 2007, decaindo a partir de 2008 até 2010, em que alcançou um pouco mais da metade do desempenho considerado excelente. Por sua vez, o operador AG apresentou um comportamento contrário, pois estava com o escore de desempenho de 0,542908 em 2005, e foi avançando até alcançar a fronteira de excelência a partir de 2009, mantendo-se assim em 2010.

Comparando esses resultados com os de outros estudos empíricos de desempenho do setor brasileiro de águas e esgotos, não surpreende o resultado de excelência da Sabesp, pois coincide com resultados encontrados por Carmo e Távora Junior (2003), Alencar Filho, Moreira e Loureiro (2004), Tupper e Resende (2004) e Sabbioni (2006). Além disso, é notório que a Sabesp é o operador de maior envergadura no país.

Outra análise dos escores pode ser observada pelo resultado global do desempenho do setor brasileiro obtido por todos os operadores no decorrer dos anos do painel. A Tabela 6 apresenta as estatísticas para esse tipo de análise.

Tabela 6. Resumo estatístico dos escores de desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso

	Escore geral	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Média	0,6745	0,676	0,6741	0,678	0,6748	0,6914	0,6525
Máximo	1	1	1	1	1	1	1
Mínimo	0,2181	0,2144	0,224	0,214	0,2133	0,1933	0,2494
Desvio-padrão	0,234	0,2373	0,2562	0,2573	0,2547	0,2567	0,2572

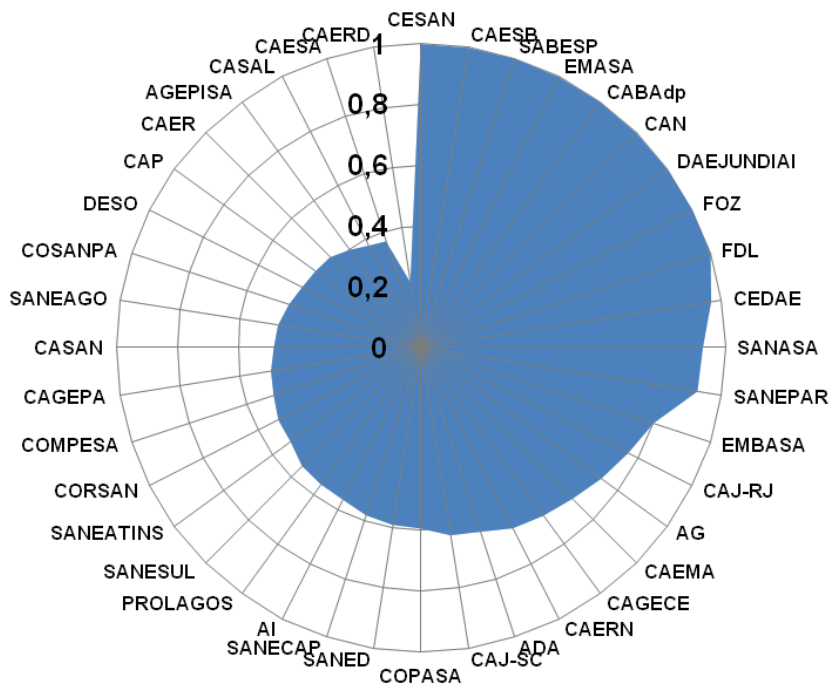
Fonte: dados da pesquisa

Os dados mostram que o resultado intertemporal do desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros de águas e esgotos em um processo de universalização do acesso pode ser considerado bom, contudo requer bastante esforço para evoluir, pois está perto do que poderia se considerar como razoável, segundo evidenciam os dados da Tabela 6.

Uma grande preocupação é observada na retração do desempenho em 2010, uma vez que os serviços de águas e esgotos, principalmente pela universalização do acesso, devem evoluir ano após ano, indicando a ausência de ganhos reais de produtividade. Algo similar foi apresentado por Marques (2008a) quando estudou a produtividade dos operadores portugueses.

No geral, o setor tem de evoluir em média 32,55%, o que representa um grande desafio, constatada a evidência de que funciona com 50% dos seus operadores com desempenho econômico-financeiro de razoável a fraco e sem provas reais de ganhos de produtividade no decorrer dos anos.

No geral, esses resultados sugerem que o setor, na média, não está avançando em termos de eficiência, sustentabilidade e universalização do acesso, ainda que a Lei n. 11.445/2007 e o Decreto n. 7.217/2010 exijam dos operadores esses avanços em seus princípios, pondo a realidade brasileira em uma zona de perigo. Por esse motivo, o setor brasileiro de águas e esgotos precisa ser mais bem explorado, incentivado e regulado. Uma visão espacial da qualidade do desempenho do setor é apresentada no Gráfico 1.



Fonte: dados da pesquisa

Gráfico 1. Raio-X do desempenho econômico-financeiro em um processo de universalização do acesso para o setor de águas e esgotos brasileiro

O gráfico demonstra que o vazio desenhado pelo escore do desempenho econômico-financeiro merece atenção especial dos operadores, dos governos e da sociedade brasileira, pois existe uma grande falha na eficiência do setor que precisa ser preenchida com avanços na produtividade, na sustentabilidade econômico-financeira e na universalização do acesso. Esse vazio põe o setor em uma situação de alarme no cumprimento da Lei n. 11.445/2007 e do Decreto n. 7.217/2010.

Uma vez calculados os escores do desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros de águas e esgotos em um processo de universalização do acesso (Per), os respectivos resultados são analisados, em uma segunda etapa, como uma variável dependente do modelo econométrico explicativo por intermédio da regressão GEE.

O processamento dos dados foi realizado com o *software Stata/SE 11.2 for Windows*,¹⁰ e os parâmetros de cada variável, após o cálculo dos efeitos marginais, estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados do modelo explicativo GEE

Per	Coef.	Erro-padrão	Z	P> z 	[95% intervalo de conf.]	
ExRe	-0,01446	0,01082	-1,34	0,181	-0,03567	0,00674
ReLoc	-0,01216	0,07512	-0,16	0,871	-0,15939	0,13506
ReReg	-0,12941	0,10114	-1,28	0,201	-0,32763	0,06881
QtRe	0,04913	0,04098	1,2	0,231	-0,03120	0,12945
ReRat	0,07419	0,03155	2,35	0,019	0,01236	0,13602
ReCap	-0,00749	0,05881	-0,13	0,899	-0,12276	0,10779
ReHib	0,22441	0,05374	4,18	0,000	0,11908	0,32974
LocA	-0,00074	0,00026	-2,89	0,004	-0,00125	-0,00024
LocE	0,00283	0,00065	4,33	0,000	0,00155	0,00411
PrA	-0,61014	0,64959	-0,94	0,348	-1,88331	0,66302
PrE	1,16492	0,30243	3,85	0,000	0,57217	1,75768
CmE	0,02827	0,00932	3,03	0,002	0,01001	0,04653
DenA	0,00014	0,00030	0,45	0,652	-0,00045	0,00072
DenE	-0,00019	0,00010	-1,97	0,049	-0,00038	0,00000
Rcent	0,04828	0,08828	0,55	0,584	-0,12475	0,22130
Rnord	0,19414	0,06100	3,18	0,001	0,07458	0,31369
Rsud	0,29550	0,07682	3,85	0,000	0,14493	0,44608
Rsul	0,25992	0,04130	6,29	0,000	0,17897	0,34088

Nota: Experiência da agência reguladora (ExRe); Agência Reguladora Local (ReLoc); Agência Reguladora Regional (ReReg); Regulação Rate of Return (ReRat); Regulação Cap (ReCap); Regulação Híbrida (ReHib); Quantidade de setores regulados pela agência reguladora (QtRe); Número de localidades atendidas com água (LocA); Número de localidades atendidas com esgotos (LocE); Participação das economias residenciais de água (PrA); Participação das economias residenciais de esgotos (PrE); Consumo médio por economia (CmE); Densidade da rede de águas (DenA); Densidade da rede de esgotos (DenE); Região Centro-Oeste (RCent); Região Nordeste (RNord); Região Sudeste (RSud) e Região Sul (RSul).

Fonte: dados da pesquisa

10 No Stata calcula-se com a linha de comando: xtgee Per ExRe ReLoc ReReg QtRe ReRat ReCap ReHib LocA LocE PrA PrE CmE DenA DenE Rcent Rnord Rsud Rsul, family(binomial 1) link(logit) corr(independent) vce(robust) nolog.

O resultado final da regressão GEE é significativo, com uma $\text{Prob} > \chi^2 = 0.0000$ e com $\text{Wald } \chi^2(18) = 131,07$, demonstrando a robustez geral do modelo econométrico.

No Brasil, as agências reguladoras que atuam no setor de águas e esgotos exercem um papel de agente do governo e principal na relação com o operador regulado, segundo a teoria da agência. Esse papel duplo estabelece possibilidades de uma atuação frouxa, como prevê Shapiro (2005, p. 280), bem como aumenta as possibilidades da utilização da regulação para uma agenda privada, ou seja, para fins políticos, conforme destaca Rowley e Yarrow (1981), no âmbito da teoria da escolha pública.

Os resultados apresentados pelo modelo econométrico estão condizentes com as hipóteses preconizadas pela teoria da agência e pela teoria da escolha pública, descritas anteriormente, pois a elasticidade obtida para o coeficiente da variável ExRe foi de $-0,01446$. A interpretação isolada desse coeficiente conduz à seguinte conclusão: para cada ano de experiência da agência reguladora, em média, o desempenho do operador, a ela subordinado, diminui em 1,446%. Contudo, a coluna $P > |z| = 0,181$ da Tabela 7 demonstra que esse valor não é significativo a 5%, ou seja, que a experiência em atuação das agências brasileiras de regulação econômica do setor de águas e esgotos não é garantia de incentivos para a melhora do setor brasileiro, assim não se pode rejeitar H_1 .

Ainda que não se conheça uma evidência empírica que meça os efeitos da regulação no setor brasileiro de águas e esgotos, esses resultados são convergentes com achados apresentados para outros ambientes, como Bruggink (1982) para Estados Unidos; Ozuna e Gómez (1998) e Anwandter e Ozuna (2002) para o México; Martins, Coelho e Fortunato (2006; 2008) para Portugal; e Kirkpatrick, Parker e Zhang (2004a; 2006) para países africanos.

Destaque-se que 63% das agências reguladoras de águas e esgotos existentes no Brasil são de alcance regional, e 37% são de alcance local. Esses diferentes âmbitos de atuação seguem a mesma trajetória evidenciada em ExRe , pois regulação local (ReLoc) e regulação regional (ReReg) também obtiveram elasticidades negativas para o desempenho. Ainda que a elasticidade de ReLoc seja menor que a elasticidade de ReReg , esse resultado não permite aceitar a hipótese H_2 , e, com isso, não se pode garantir que haja mais ou menos incentivos para a melhora do desempenho a ser proporcionado por qualquer agência reguladora, seja ela de qualquer alcance (regional ou local), que não possa ser replicado por uma estrutura autorregulada.

Com relação à especialidade de função das agências reguladoras, 64% das agências que regulam os operadores integrantes da amostra não regulam somente o setor de saneamento básico, a variável que representa essa característica – QtRe apresentou o coeficiente de 0,04913. Esse resultado representa uma tendência de vantagens das agências multissetoriais em relação às especializadas, talvez pela experiência transferida pela regulação de outros setores. Contudo, o coeficiente não foi

significativo, o que descarta a vinculação do desempenho com a quantidade de setores regulados pela agência. Nesse sentido, rejeita-se a hipótese H4.

O resultado apresentado diverge do evidenciado por Covelli, Ferro e Romero (2010) de que as agências multissetoriais proporcionam uma influência negativa no desempenho do setor de águas e esgotos da América Latina.

Os operadores autorregulados e os operadores submetidos a uma agência reguladora, sem um método de regulação econômica estruturado, como *Price-cap*, *Revenue-cap*, *Rate of return*, empresa modelo, híbridos, etc., tendem a ter suas tarifas fixadas pelo governo, ou seja, sem uma intervenção técnica necessária de geração de incentivos por melhoras no desempenho com reflexos na fixação dos preços dos serviços.

Para os métodos de regulação, a variável ReRat apresentou uma elasticidade de 0,07419, significativa a 5%, indicando que o método de regulação econômica do tipo *Rate of return* está proporcionando uma superioridade média de 7,4% no desempenho quando comparado com o desempenho dos operadores autorregulados e sem sofrerem a imposição de um método estruturado de regulação econômica.

Seguindo a linha propícia para o desempenho favorável, a variável ReHib obteve uma elasticidade de 0,22441, significativa a 5%, indicando que o método de regulação econômica híbrido está proporcionando uma superioridade média de 22,4% no desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros de águas e esgotos quando comparado com o desempenho dos operadores sem métodos estruturados de regulação econômica e autorregulados.

A elasticidade de ReCap foi de -0,00749, indicando uma influência negativa da regulação dos tipos *Price-cap* e *Revenue-cap* para o desempenho do setor brasileiro de águas e esgotos caso o coeficiente fosse significativo a 5%. Nesse sentido, não se pode concluir que os operadores regidos por métodos de regulação econômica do tipo *cap* possam assumir desempenho melhor que os alcançados por operadores autorregulados ou que não estão submetidos a um método estruturado de regulação econômica.

Sintetizando os resultados das variáveis ReRat, ReCap e ReHib, pode-se afirmar que os métodos de regulação econômica do tipo *Rate of return* e Híbridos proporcionam incentivos reais para o desempenho do setor, com os métodos Híbridos gerando, em média, quase três vezes mais incentivos para o desempenho do setor do que o método tipo *Rate of return*. Também se pode afirmar que os métodos de regulação econômica tipo *cap* (*Price-cap* e *Revenue-cap*) não estão proporcionando incentivos suficientes para o desempenho do setor que não possa ser replicado por modelos autorregulados e sem subordinação a um método de regulação econômica estruturado. Nesse sentido, rejeita-se a hipótese H3.

Comparando esses achados com outros apresentados para a realidade norte-americana, verifica-se que são convergentes com os encontrados por Brocas, Chan e Perrigne (2006) ao afirmarem que o método de regulação econômica do tipo *Rate*

of return proporciona um resultado superior no desempenho do operador quando comparado com aqueles que utilizam a regulação do tipo *Price-cap*, porém divergentes dos apresentados por Aubert e Reynaud (2005) ao observarem que operadores regulados pelo método de regulação econômica *Rate of return* são, em média, mais eficientes, enquanto os operadores regulados por um modelo Híbrido são, em média, menos eficientes.

Finalizando as análises econométricas, algumas influências de fatores quase-exógenos e exógenos, incluídos para o controle de heterogeneidade, merecem comentários especiais. A variável *LocA* exerce uma leve influência negativa e significativa a 1%, de 0,074% para cada localidade atendida com abastecimento de água, e a variável *LocE* com uma influência positiva de 0,28%, significativa a 1%, para cada localidade atendida com esgoto.

As variáveis *LocA* e *LocE* estão relacionadas com a escala de produção demandada por cada um dos serviços prestados. Nesse sentido, o abastecimento de água proporciona uma leve deseconomia de escala, enquanto o esgotamento sanitário proporciona economias de escala. A deseconomia de escala apresentada em abastecimento de água possivelmente é explicada pelos Capexes adicionais que os operadores se submetem para levar água de uma localidade para outra.

Relativamente às variáveis *PrA* e *PrE*, observa-se uma pequena influência negativa da participação de clientes residenciais de água (*PrA*), porém não foi significativa a 5%. Bastante contrário a esse cenário, a participação de clientes residenciais de esgotos parece estar impulsionando o desempenho do setor, pois a elasticidade foi de 1,16492 e significativa a 1%, indicando uma enorme desvantagem de desempenho para os operadores com elevada representatividade de clientes industriais e comerciais.

Com relação à densidade, a variável *DenA* não apresentou elasticidade significativa, indicando ausência da influência da rede de abastecimento de água no desempenho do operador. Por sua vez, a variável *DenE* apresentou uma leve elasticidade de -0,00019 e significativa a 5%, revelando uma sensível influência da densidade da rede de esgotamento sanitário no desempenho do setor.

A elasticidade da variável *CmE* foi de 0,02827 e significativa a 1%, indicando que o consumo médio por economia ajuda no desempenho dos operadores. Esse fenômeno pode ser explicado pela relação dessa variável com o nível de *outputs* do modelo de avaliação do desempenho utilizado neste estudo.

Tomando como referência a Região Norte do Brasil, todas as variáveis *Rcent*, *Rnord*, *Rsud* e *Rsul* estabeleceram-se com elasticidades positivas, sugerindo que o desempenho médio dos operadores que estão situados nas Regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sul e Sudeste seja maior que o desempenho médio apresentado pelos operadores situados na Região Norte. Contudo, o coeficiente da variável *Rcent* não foi significativo a 5%, revelando que não há garantias de diferenças entre o desempenho médio dos operadores dessa região com o dos operadores da Região Norte.

Sabendo-se que as Regiões Norte e Centro-Oeste são as menos propícias para o desempenho estudado, as variáveis R_{nord} , R_{sul} e R_{sud} obtiveram, respectivamente, elasticidades de 0,19414, 0,25992 e 0,29550, sendo todas significativas a 1%. Em outras palavras, as elasticidades indicam que as Regiões Nordeste, Sul e Sudeste são mais propícias para a obtenção do desempenho econômico-financeiro dos operadores que a Região Norte, respectivamente, em média 19,41%, 25,99% e 29,55%, posicionando a Região Sudeste como a mais propícia de todas.

Os resultados apresentados para a influência da região geográfica no desempenho do setor são convergentes com os apresentados por Carmo e Távora Junior (2003), Sabbioni (2006) e Da Silva e Souza, Faria e Moreira (2007; 2008), que indicaram a superioridade dos operadores situados na Região Sudeste do Brasil.

7 Conclusões

Entre os objetivos deste trabalho, destacam-se as principais diferenças e contribuições: (i) considerar a universalização do acesso aos serviços de águas e esgotos, medidos por um Capex que indica as necessidades de avanços na prestação dos serviços; (ii) carregar os efeitos da situação financeira de cada operador por meio do desempenho intertemporal; e (iii) explicar a influência da estrutura regulatória brasileira para um conceito de desempenho medido em todas as suas dimensões (eficiência, produtividade, rentabilidade e qualidade da prestação dos serviços) denominado de desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros em um processo de universalização do acesso.

Em concreto, utilizou-se o DSBM para combinar todas as dimensões do desempenho estudado, com uma perspectiva de dados em painel que exerce um comportamento dinâmico intertemporal, mostrando que para a realidade brasileira o desempenho econômico-financeiro, em um processo de universalização do acesso aos serviços de águas e esgotos, deve avançar ano após ano, pois na média o setor tem de melhorar o desempenho em 32,55% a fim de alcançar a excelência de suas operações. Contudo, uma preocupação adicional surge com a perda de produtividade constatada em 2010, dado que o setor necessita de avanços.

Outro achado importante na avaliação do desempenho estudado é que somente 22,5% dos operadores estão obtendo resultados do seu desempenho na fronteira de excelência, enquanto 50% estão com desempenhos classificados de fraco a razoável.

No campo da política pública, essa falta de evolução no desempenho sinaliza retrocesso no cumprimento de metas de universalização do acesso, como, por exemplo, os objetivos de desenvolvimento do milênio para 2015, definidos pela ONU na reunião de Johannesburgo em 2002, especificamente o objetivo de garantir a sustentabilidade ambiental, tencionando reduzir pela metade o número de pessoas no mundo que vivem sem acesso a água potável e saneamento. Ademais, a fragilidade apresentada pelas concessionárias restringe os investimentos que buscam a universalização

do acesso sem subvenções governamentais, e, caso esse problema não seja sanado, os sistemas de água e saneamento podem entrar em colapso com o crescimento desordenado das cidades.

Analisando a atuação da agência reguladora no desempenho do setor, observa-se que não se pode afirmar que a experiência da agência reguladora proporcione incentivos para melhora do desempenho pesquisado, indicando que os problemas de agência e os preceitos da teoria da escolha pública podem explicar essa fraqueza institucional, mesmo considerando que não existam evidências de que essas agências estejam debilitando os direitos de propriedade dos operadores.

O resultado da ausência de influência da experiência da agência reguladora no desempenho do setor já era esperado na formulação da hipótese H1, que não pode ser rejeitada. Todavia, uma atuação frágil das agências reguladoras pode proporcionar riscos para os serviços de águas e esgotos, bem como para a sociedade usuária desses serviços. Nesse sentido, o setor necessita de mecanismos de controle para evoluir, considerando as incertezas ambientais, ainda que se espere que, com a plena aplicabilidade da Lei n. 11.445/2007 e do Decreto n. 7.217/2010, essa atuação passe a surtir efeitos positivos para o setor.

Também não se pode garantir que quanto ao alcance de atuação das agências reguladoras as diferenças de atuação das agências reguladoras locais em relação às agências reguladoras regionais sejam uma das causas dos problemas de geração de incentivos para a melhora no desempenho estudado, pois não foram encontradas diferenças significativas da atuação local nem da atuação regional em relação a uma estrutura autorregulada, rejeitando-se H2.

Nessa mesma trajetória, a condição de especialização da agência reguladora em águas e esgotos ou a condição de regulação multissetorial não explicam o problema da falta de incentivos para a melhora do desempenho estudado, por esse motivo rejeitou-se H4.

Resumindo os resultados dos efeitos do método de regulação econômica no desempenho estudado, pode-se afirmar que os métodos que proporcionam incentivos reais para a melhora do desempenho são *Rate of return* e os Híbridos, este último capaz de gerar cerca de três vezes mais incentivos que o primeiro. Por sua vez, os métodos *Price-cap* e *Revenue-cap* não estão proporcionando incentivos para aumentos no desempenho estudado suficientemente capazes de superar o desempenho obtido pelos operadores autorregulados e sem subordinação a um método estruturado de regulação econômica. Sendo assim, rejeitou-se a hipótese H3.

Dos operadores envolvidos nesta pesquisa, 36% são autorregulados e 44% não estão subordinados a um método de regulação econômica estruturado. Nesse sentido, espera-se que essa realidade melhore gradualmente para atender ao disposto na Lei n. 11.445/2007 e no Decreto n. 7.217/2010, incluso na forma de atuação das agências reguladoras já existentes com a aplicação do método de regulação econômica do tipo

Híbrido, visando a avançar no desempenho estudado. Assim, reguladores, concessionárias e sociedade podem operar conjuntamente para melhorar o desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros de águas e esgotos na busca de se evitar riscos de colapso do sistema em comunidades urbanas e rurais.

Entre os fatores quase-exógenos e exógenos, destacam-se deseconomias de escala em relação ao número de localidades atendidas com abastecimento de água e economias de escala em relação ao número de localidades atendidas com esgotamento sanitário. Também se pode afirmar que existem economias de alcance da prestação de serviços para clientes residenciais e deseconomias de densidade, ambos para os serviços de esgotos sanitários. Finalmente, existem diferenças do desempenho estudado em função da região geográfica em que os operadores se situam, pondo a Região Sudeste em um *status* de região mais propícia para o desempenho, possivelmente por vantagens macroeconômicas, como PIB, IDH, etc.

Longe de qualquer aspiração em esgotar as discussões sobre o tema neste estudo, os resultados aqui apresentados contribuem para mostrar uma situação específica do setor brasileiro de águas e esgotos. Porém, não são respostas definitivas para a avaliação do desempenho econômico-financeiro dos operadores brasileiros de águas e esgotos em um processo de universalização do acesso aos serviços que oferecem. Sendo assim, apresentam-se algumas questões pendentes para se responder com pesquisas futuras, tais como: (i) replicar este estudo com a aplicação de *Stochastic frontier analysis* (SFA); (ii) investigar aspectos adicionais, como o reflexo das propriedades e das tarifas no desempenho do setor; e (iii) analisar o antes e o depois da plena aplicação da Lei n. 11.445/2007, regulamentada pelo Decreto n. 7.217/2010.

Para finalizar, espera-se ter contribuído com uma reflexão sobre a relação regulação-desempenho dos operadores brasileiros de águas e esgotos, apresentando uma metodologia alternativa que ajude a obter avanços nos estudos realizados nesta área. De forma especial, espera-se que este estudo sirva para ajudar os gestores no desenho de agências reguladoras indutoras de avanços no desempenho do setor de águas e esgotos e, conseqüentemente, na cobertura dos serviços, ainda um pouco distante do que poderia se considerado o ideal.

Referências

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

AGÊNCIA REGULADORA DE SANEAMENTO E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (ARSESP). Minuta de nota técnica para consulta pública: metodologia para o processo de reajuste tarifário da Sabesp – 2012. São Paulo: Arsesp, 2012.

ALENCAR FILHO, F.; ABREU, L. An alternate methodology for the evaluation of performance of basic sanitation: application of the factorial analysis. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, 18 (1), p. 22-35, 2007.

ALENCAR FILHO, F.; MOREIRA, T.; LOUREIRO, P. Modelo de avaliação de desempenho de companhias de saneamento básico na concepção da criação de valor. **Revista Econômica do Nordeste**, 35 (1), p. 20-38, 2004.

ANWANDTER, L. **Can public sector reforms improve the efficiency of public water utilities?** An empirical analysis of the water sector in Mexico using Data Envelopment Analysis. Doctor of Philosophy Thesis. College Park: University of Maryland, 2000.

ANWANDTER, L.; OZUNA, T. Can public sector reforms improve the efficiency of public water utilities? **Environment and Development Economics**, 7 (4), p. 687-700, 2002.

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

BANKER, R.; CHANG, H. The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units. **European Journal of Operational Research**, 175, p. 1311-1320, 2006.

BEECHER, J.; DREESE, R.; LANDERS, J. **Viability policies and assessment methods for small water utilities.** Columbus: The National Regulatory Research Institute, 1992.

BERG, S.; LIN, C. Consistency in performance rankings: the Peru water sector. **Applied Economics**, 40 (6), p. 793-805, 2007.

BHATTACHARYYA, A. et al. Specification and estimation of the effect of ownership on the economic efficiency of the water utilities. **Regional Science and Urban Economics**, 25 (6), p. 759-784, 1995a.

BOTTASSO, A.; CONTI, M. **Cost inefficiency in the English and welsh water industry:** an heteroskedastic stochastic cost frontier approach. Economics Discussion Papers, 573, p. 1-25, 2003.

_____. Scale economies, technology and technical change in the water industry: evidence from the English water only sector. **Regional Science and Urban Economics**, 39 (2), p. 138-147, 2009.

BRASIL. Decreto n. 7.217/2010, de 21 de junho. Regulamenta a Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e

dá outras providências. **Diário Oficial da União**, seção 1 – Edição Extra, p. 1-7, 22 de junho de 2010, n. 21.

_____. Decreto n. 79.367/1997, de 9 de março. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, seção 1, p. 2741, 10 de março de 1977.

_____. Lei n. 11.445/2007, de 5 de janeiro. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis ns. 6.766, de 19 de dezembro de 1979; 8.036, de 11 de maio de 1990; 8.666, de 21 de junho de 1993; 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei n. 6.528, de 11 de maio de 1978, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. 5, p. 3-7, 8 de janeiro de 2007.

_____. Lei n. 8.666/1993, de 21 de junho. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. 116, p. 8269-8281, 22 de junho de 1993.

_____. Lei n. 8.987/1995, de 13 de fevereiro. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. 32, p. 1917-1920, 14 de fevereiro de 1995.

_____. Lei n. 9.074/1995, de 7 de julho. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. 129-A, p. 1025-1028, 8 de julho de 1995.

BROCAS, I.; CHAN, K.; PERRIGNE, I. Regulation under Asymmetric Information in Water Utilities. **The American Economic Review**, 96 (2), p. 62-66, 2006.

BRUGGINK, T. Public versus regulated private enterprise in the municipal water industry: a comparison of operating costs. **Quarterly Review of Economics and Business**, 22 (1), p. 111-125, 1982.

CARMO, C.; TÁVORA JUNIOR, J. **Avaliação da eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando metodologia DEA**. In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, Niterói, p. 1-19, 2003.

CASTRO, Carlos Eduardo Tavares de. **Avaliação da eficiência gerencial de empresas de água e esgotos brasileiras por meio da envoltória de dados (DEA)**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

CHEN, Chien-Ming; DALEN, Jan van. Measuring dynamic efficiency: theories and an integrated methodology. **European Journal of Operational Research**, v. 203, p. 749-760, 2010.

COELLI, T. et al. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2. ed. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.

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

COVELLI, M.; FERRO, G.; ROMERO, C. **Estimación de frontera de producción para el sector de agua y saneamiento en América Latina**. Available at hal: <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/46/80/68/PDF/Covelli_Ferro_Romero_paper_22_03_10.pdf>. 2010.

DA SILVA E SOUZA, G.; FARIA, R.; MOREIRA, T. Estimating the relative efficiency of Brazilian publicly and privately owned water utilities: a stochastic cost frontier approach. **Journal of the American Water Resources Association**, 43 (5), p. 1237-1244, 2007.

_____. Efficiency of Brazilian public and private water utilities. **Estudos Econômicos**, 38 (4), p. 905-917, 2008.

DE ALESSI, L. An economic analysis of government ownership and regulation: theory and the evidence from the electric power industry. **Public Choice**, 19, p. 1-42, 1974.

DEPIERI, Edson Luis de Melo. **O Marco Regulatório do Saneamento**. Disponível em: <http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_7085/artigo_sobre_o_marco_regulatorio_do_saneamento>. Acesso em: 09/11/2010.

DE WITTE, K.; DIJKGRAAF, E. Mean and bold? On separating merger economies from structural efficiency gains in the drinking water sector. **Journal of the Operational Research Society**, 61 (2), p. 222-234, 2010.

DE WITTE, K.; MARQUES, R. Designing performance incentives, an international benchmark study in the water sector. **Central European Journal of Operations Research**, 18 (2), p. 189-220, 2010.

DE WITTE, K.; SAAL, D. **Is a little sunshine all we need?** on the impact of sunshine regulation on profits, productivity and prices in the Dutch drinking water sector. Center for Economic Studies – Discussion papers 0828, p. 1-34, 2009.

DIJKGRAAF, E.; VAN DER GEEST, S.; VARKEVISSER, M. **The efficiency gains of benchmarking Dutch water companies**. Tilburg Law and Economics Center Seminars 2006. Netherlands: Tilburg University, 2007. p. 1-17.

ERBETTA, F.; CAVE, M. Regulation and efficiency incentives: evidence from the England and Wales water and sewerage industry. **Review of Network Economics**, 6 (4), p. 425-452, 2007.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S. **Intertemporal Production Frontiers: with Dynamic DEA**. 1. ed. Boston, US: Kluwer Academic Publishers, 1996.

FARIA, Ricardo Coelho; SOUZA, Geraldo da Silva; MOREIRA, Tito Belchior. Public Versus private water utilities: empirical evidence for Brazilian companies. **Economics Bulletin**, v. 8. n. 2, p. 1-7, 2005.

FERRO, G., ROMERO, C. **Estudio de fronteras de eficiencia**: empresas de agua y alcantarillado de América Latina. Disponível em: <http://www.aderasa.org/docs_bench/ADERASA_Estudio_Fronteras_Eficiencia_2009>. pdf. 2009.

FORD, J. L.; WARFORD, J. J. Cost Functions for the Water Industry. **The Journal of Industrial Economics**. Vol. 18. n. 1, p. 53-63, 1969.

GARCIA, S.; THOMAS, A. The structure of municipal water supply costs: application to a panel of French local communities. **Journal of Productivity Analysis**, 16 (1), p. 5-29, 2001.

GARCIA, S.; THOMAS, A. Regulation of public utilities under asymmetric information: the case of municipal water supply in France. **Environmental and Resource Economics**, 26 (1), p. 145-162, 2003.

GASPARINI, C. **Uma análise da eficiência na provisão de serviços públicos municipais no Estado de Pernambuco**. Dissertação de mestrado. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2000.

GAZETA MERCANTIL. Análise setorial: saneamento básico. **Gazeta Mercantil**, vol. I a IV, 1998.

GEYMUELLER, Philipp von. Static versus dynamic DEA in electricity regulation: the case of US transmission system operators. **Central European Journal of Operations Research**, v. 17. n. 4, p. 397-413, 2009.

GRIGOLIN, R. **Setor de água e saneamento no Brasil**: regulamentação e eficiência. Dissertação de mestrado. São Paulo: Fundação Getulio Vargas, 2007.

HAIR, Joseph F et al. **Análisis multivariante**. 5. ed. Tradução de Esme Prentice e Diego Cano. Madrid: Prentice-Hall Iberia, 1999.

HARDIN, J.; HILBE, J. **Generalized estimation equations**. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2003.

HELLER, Léo. Basic sanitation in Brazil: lessons from the past, opportunities from the present, challenges for the future. **Journal of Comparative Social Welfare**, v. 23, n. 2, p. 141-153, 2007.

HUNT, L.; LYNK, E. Privatization and efficiency in the UK water industry: an empirical analysis. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 57 (3), p. 371-388, 1995.

JAENICKE, Edward C. Testing for intermediate outputs in dynamic DEA models: accounting for soil capital in rotational crop production and productivity measures. **Journal of Productivity Analysis**, v. 14. n. 3, p. 247-266, 2000.

KIRKPATRICK, C.; PARKER, D.; ZHANG, Y. **State versus private sector provision of water services in Africa: a statistical, DEA and stochastic cost frontier analysis**. CRC Working Paper 70/2004, p. 1-31, 2004a.

_____. **Price and profit regulation in developing and transition economies, methods used and problems faced: a survey of the regulators**. Working Papers 30596, p. 1-23, 2004b.

_____. An empirical analysis of state and private sector provision of water services in Africa. **The World Bank Economic Review**, 20 (1), p. 143-163, 2006.

LIANG, Kung-Yee; ZEGER, Scott L. Longitudinal data analysis using generalized linear models. **Biometrika**, 73 (1), p. 13-22, 1986.

LIMA, Severino Cesário de. **Desempenho fiscal da dívida dos grandes municípios brasileiros**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

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

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

LYNK, E. Privatisation, joint production and the comparative efficiencies of private and public ownership: the UK water industry case. **Fiscal Studies**, 14 (2), p. 98-116, 1993.

MANN, P.; MIKESELL, J. Ownership and water system operation. **Water Resources Bulletin**, 12 (5), p. 995-1004, 1976.

MARQUES, R. **Technical efficiency of the water and sewerage services: an empirical study**. In: 3TH INTERNATIONAL CONFERENCE – EFFICIENT USE AND MANAGEMENT OF WATER FOR URBAN SUPPLY: PROCEEDINGS. Santiago, International Water Association, 2005.

_____. **Regulation of water and wastewater services: an international comparison**. 1. ed. London: IWA Publishing, 2010.

_____. Measuring the total factor productivity of the Portuguese water and sewerage services. **Economia Aplicada**, 12 (2), p. 215-237, 2008a.

_____. Comparing private and public performance of Portuguese water services. **Water Policy**, 10 (1), p. 25-42, 2008b.

MARQUES, R.; SIMÕES, P.; PIRES, J. **A regulação dos serviços de água e de águas residuais: casos de estudo internacionais.** In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO. Associação Brasileira de Regulação, Rio de Janeiro, 2009.

MARTINS, R.; COELHO, F.; FORTUNATO, A. **Evaluating cost structure of Portuguese water utilities: economies of scale and water losses.** In: XVI INTERNATIONAL RESER CONFERENCE. University of Coimbra, Lisboa, 2006b.
_____. **Water losses and hydrographical regions influence on the cost structure of the Portuguese water industry.** GEMF Working Papers, n. 2008-06. p. 1-27.

MORANA, Claudio; SAWKINS, John W. Regulatory uncertainty and share price volatility: the English and welsh water industry's periodic price review. **Journal of Regulatory Economics**, v. 17, n. 1, p. 87-100, 2000.

NEMOTO, Jiro; GOTO, Mika. Dynamic data envelopment analysis: modeling intertemporal behavior of a firm in the presence of productive inefficiencies. **Economics Letters**, v. 64, n. 1, p. 51-56, 1999.
_____. Measurement of dynamic efficiency in production: an application of data envelopment analysis to Japanese electric utilities. **Journal of Productivity Analysis**, v. 19, p. 191-210, 2003.

OHIRA, Thelma Harumi; SHIROTA, Ricardo. Eficiência econômica: uma aplicação do modelo de fronteira estocástica em empresas de saneamento. In: Encontro Nacional de Economia, XXXIII, 2005, Niterói. **Anais...** Niterói, Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2005. p. 1-11.

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

OZUNA, T.; GOMEZ, I. **Regulation, organization and incentives: the political economy of potable water services in Mexico.** Working Papers R-326, p. 1-19, 1998.

RENZETTI, Steven; DUPONT, Diane The performance of municipal water utilities: evidence on the role of ownership. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, v. 67, p. 1861-1878, 2004.

ROWLEY, C.; YARROW, G. Property rights, regulation and public enterprise: the case of the British steel industry 1957-1975. **International Review of Law and Economics**, 1 (1), p. 63-96, 1981.

RUESTER, S.; ZSCHILLE, M. The impact of governance structure on firm performance: an application to the German water distribution sector. **Utilities Policy**, 18 (3), p. 154-162, 2010.

SAAL, D.; PARKER, D. 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**, 21 (6), p. 253-268, 2000.

_____. Productivity and price performance in the privatized water and sewerage companies of England and Wales. **Journal of Regulatory Economics**, 20 (1), p. 61-90, 2001.

_____. The Comparative impact of privatization and regulation on productivity growth in the English and Welsh water and sewerage industry: 1985-1999. **International Journal of Regulation and Governance**, 4 (2), p. 139-170, 2004.

_____. Assessing the performance of water operations in the English and Welsh water industry: a lesson in the implications of in appropriately assuming a common frontier. In: COELI, Tim; LAWRENCE, Denis (Ed.). **Performance measurement and regulation of network utilities**. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, 2006. p. 297-326.

SAAL, D.; PARKER, D.; WEYMAN-JONES, T. 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**, 28 (1), p. 127-139, 2007.

SAAL, D.; REID, S. **Estimating opex productivity growth in English and Welsh water and sewerage companies 1993-2003**. Working Paper RP0434, p. 1-33, 2005.

SABBIONI, G. **Econometric measures of the relative efficiency of water and sewerage utilities in Brazil**. Gainesville: Public Utility Research Center, Universidad de Florida, 2006.

_____. Efficiency in the Brazilian sanitation sector. **Utilities Policy**, 16 (1), p. 11-20, 2008.

SANTANA, William. **Determinantes do desempenho financeiro das empresas públicas municipais prestadoras dos serviços de água e saneamento no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

SAWKINS, John W. Balancing multiple interests in regulation: an event study of the English and Welsh water industry. **Journal of Regulatory Economics**, v. 9, n. 3, p. 249-268, 1996.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2008. Brasília: MCidades/SNSA. 2012. 408p.

SENGUPTA, Jati K. A dynamic efficiency model using data envelopment analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 62, n. 3, p. 209-218, 1999.

_____. Nonparametric efficiency analysis under uncertainty using data envelopment analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 95, p. 39-49, 2005.

_____. Persistence of dynamic efficiency in Farrell models. **Applied Economics**, v. 29, n. 5, p. 665- 671, 2010.

SEROA DA MOTTA, Ronaldo; MOREIRA, Ajax. Efficiency and regulation in the sanitation sector in Brazil. **Utilities Policy**, v. 14, n. 3, p. 185-195, 2006.

SHAPIRO, S. Agency theory. **Annual Review of Sociology**, 31, p. 263-284, 2005.

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

TONE, Kaoru. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 143, p. 32-41, 2002.

TONE, K.; TSUTSUI, M. Dynamic DEA: A slacks-based measure approach. **Omega**, 38, p. 145-156, 2010.

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

WALLSTEN, S.; KOSEC, K. The effects of ownership and benchmark competition: an empirical analysis of U.S. water systems. **International Journal of Industrial Organization**, 26 (1), p. 186-205, 2008.

WANG, Mei-Hui; HUANG, Tai-Hsin. A study on the persistence of Farrell's efficiency measure under a dynamic framework. **European Journal of Operational Research**, v. 180, p. 1302-1316, 2007.

WOLAK, F. An econometric analysis of the asymmetric information, regulator-utility interaction. **Annales D'Économie et de Statistique**, 34, p. 13-69, 1994.

YARROW, G. et al. Privatization in theory and practice. **Economic Policy**, 1 (2), p. 324-377, 1986.

ZHU, Joe. (2000). Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. **European Journal of Operational Research**, v. 123, n. 1, p. 105-124, 2000.

Anexo I – Relação dos operadores de águas e esgotos e suas agências reguladoras

Abreviatura	Operador		Agência reguladora				
		Nome	Nome	Criação	Vinculação	Atuação	Reg. Eco.
AGESPISA	Águas e Esgotos do Piauí S/A		Agência Municipal de Regulação de serviços Públicos de Teresina/PI–ARSETE	22/12/2006	Municipal	Especializada	Nenhum
FOZ	Foz de Cachoeiro S/A		Agência Municipal de Regulação dos Serviços	14/7/1999	Municipal	Multisetorial	Rate return
CAJ/SC	Companhia Águas de Joinville S/A		Agência Municipal de Regulação e Serviços de Água	4/6/2001	Municipal	Especializada	Rate return
CAJ/RJ	Concessionária Águas de Juturnaiba S/A		Agência Reguladora de Energia e Saneamento	6/6/2005	Estadual	Multisetorial	Híbrido
FDL	Águas de Limeira S/A		Não é regulada				
CAN	Águas de Niterói S/A		Não é regulada				
CABAdp	Águas de Paranaguá S/A		Não é regulada				
ADA	Águas do Amazonas S/A		Agência Reguladora dos Serviços Públicos	25/11/1999	Municipal	Multisetorial	Price-cap
AI	Águas do Imperador S/A		Não é regulada				
CAP	Águas do Paraíba S/A		Não é regulada				
AG	Águas Guariroba S/A		Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados de Campo Grande – AGENREG	8/12/2006	Municipal	Multisetorial	Rate return
CAEMA	Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão		Não é regulada				
CAER	Companhia de Águas e Esgotos de Roraima		Não é regulada				
CAERO	Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia		Não é regulada				
CAERN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Nor		Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Município de Natal – ARSBAN	28/12/2001	Municipal	Especializada	Rate return
CAESA	Companhia de Água e Esgoto do Amapá		Não é regulada				
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Fede		Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA	16/6/2004	Estadual	Multisetorial	Híbrido
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará		Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados	30/12/1997	Estadual	Multisetorial	Rate return
CAGEPA	Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba		Agência de Regulação do Estado da Paraíba – ARPB	1/11/2005	Estadual	Multisetorial	Revenue-cap
CASAL	Companhia de Abastecimento D'água e Saneamento d		Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas - ARSAL	20/9/2001	Estadual	Multisetorial	Nenhum
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento		Agência Reguladora de Serviços Públicos de Santa	28/2/2005	Estadual	Especializada	Nenhum
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos		No está bajo la inspección de una agencia reguladora				
CESAN	Companhia Espírito-Satense de Saneamento		Agência Reguladora de Saneamento Básico e	30/12/2008	Estadual	Especializada	Nenhuma
CODEN	Companhia de Desenvolvimento de Nova Odessa		No está bajo la inspección de una agencia reguladora				
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento		Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Pernambuco – ARPE	14/1/2000	Estadual	Multisetorial	Rate return
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais		Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - ARSAE	30/8/2009	Estadual	Especializada	Nenhum
CORSAN	Companhia Rio-Grandense de Saneamento		Agência Estadual de Regulação dos Serviços	9/1/1997	Estadual	Multisetorial	Rate return
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará		Não é regulada				
DAEJUNDAI	DAE S/A - Água e Esgoto		Não é regulada				
DESO	Companhia de Saneamento de Sergipe		Não é regulada				
EMASA	Empresa Municipal de Água e Saneamento Ambiental S		Não é regulada				
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento		Comissão de Regulação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico do Estado da Bahia – CORESAB	1/12/2008	Estadual	Especializada	Rate return
PROLAGOS	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos d		Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro – AGENERSA	6/6/2005	Estadual	Multisetorial	Rate return
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São P		Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo – ARSESP	7/12/2007	Estadual	Multisetorial	
SANASA	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento		Não é regulada				
SANEAGO	Saneamento de Goiás S/A		Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos – AGR	11/11/1999	Estadual	Multisetorial	Price-cap
SANEATINS	Companhia de Saneamento do Tocantins		Agência Tocantinense de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos do Estado do Tocantins - ATR	20/1/2007	Estadual	Multisetorial	Rate return
SANECAP	Companhia de Saneamento da Capital		Não é regulada				
SANED	Companhia de Saneamento de Diadema		Não é regulada				
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná		Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento – ARIS	1/12/2009	Estadual	Especializada	Nenhum
SANESUL	Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul S/A		Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos do Mato Grosso do Sul – AGEPAN	19/12/2001	Estadual	Multisetorial	Nenhum

PATROCÍNIO



FUNDAÇÃO
GETULIO VARGAS

REALIZAÇÃO



IDEALIZAÇÃO



Ministério da
Fazenda

