

**CUSTOS OPERACIONAIS EFICIENTES DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO UTILIZANDO TÉCNICAS
AVANÇADAS DE BENCHMARKING.**

Damián Halabi

Mestre em Economia e Engenheiro Industrial. Desde o ano 2002 participa como consultor na QUANTUM, sendo atualmente gerente de projetos do setor de saneamento. Ele tem coordenado e participado ativamente em numerosos estudos de regulação de serviços públicos na América Latina, prestado suporte técnico, metodológico e operacional na definição de regulamentos tarifários, estudos de tarifas e análises económicas-financeiras para prestadores e reguladores do setor de saneamento e energia elétrica.

Mariana De Santis

Doutora em Economia. Consultora na QUANTUM com mais de dez anos de experiência na regulação dos serviços públicos. Atualmente se desempenha como consultora experta em métodos quantitativos. Tem participado ativamente em projetos vinculados a metodologias de benchmarking, projeção de mercado e desenho tarifário, entre eles, estimação de eficiência nas empresas de distribuição de energia elétrica para ABRADDEE (Brasil), e estimação dos preços de gás natural (EPE).

María José Rocha

Mestre em Ciências de modelagem, das informações e sistemas e Engenheira Industrial. Desde o ano 2011 participa na QUANTUM, sendo atualmente consultora sênior, especializada na área de regulação económica, tendo participado no desenvolvimento de cálculos tarifários e análises de metodologias regulatórias.

Carlos Morosoli

Engenheiro Industrial e Gerente Geral da QUANTUM no Brasil. Atualmente presta serviços para a ARCE no desenvolvimento do regime tarifário para os serviços de água e esgoto no Estado do Ceará e apoiou também à COPASA (Minas Gerais) na definição das metodologias regulatórias para revisão tarifária e reajustes anuais. Tem coordenado numerosos projetos, entre eles, revisões tarifárias para distribuidoras do Grupo Eletrobras, Elektro e AES Eletropaulo, assim como, para distribuidoras de gás natural em RJ, SP e outros estados.

Endereço: Alameda do Ingá, Nº 754 – sala 702 – Nova Lima – MG – CEP 34.000-000 – Brasil – Tel.: +55 (31)3378-0022 – Fax: +55 (31)3378-0022 – e-mail: dhalabi@quantumamerica.com

RESUMO

Nos processos de revisão tarifária, um dos aspectos de maior relevância entre regulador e regulados é o mecanismo utilizado para estimar os custos eficientes da prestação dos serviços. O regulador precisa reconhecer nas tarifas, níveis eficientes dos custos de prestação e não os custos reais, o que requer aplicar alguma das metodologias detalhadas neste documento, cada uma com suas vantagens e desvantagens. Por outra parte, o regulado tem um conhecimento aprimorado de sua área de prestação e das características que afetam seus custos, o que muitas das vezes é utilizado como argumento para justificar maiores custos na prestação e expor que a metodologia escolhida não considera as características próprias de sua área de prestação.

O presente documento tem por objetivo apresentar uma metodologia inovadora, objetiva, com fundamentos técnicos e resultados condizentes com a realidade, para a definição dos custos operacionais eficientes dos prestadores dos serviços de saneamento básico no Brasil.

O resultado do presente estudo foi a identificação e utilização de uma metodologia de benchmarking baseada em Fronteira Estocástica (SFA), que permite comparar e definir os custos operacionais eficientes dos diferentes prestadores em relação aos produtos oferecidos por cada um deles, e ainda, considerando as características próprias das áreas de prestação dos serviços, resultando em níveis de eficiência razoáveis e condizentes com a realidade dos diferentes prestadores.

A metodologia apresentada foi desenvolvida no âmbito da assistência técnica que a QUANTUM está prestando à ARCE (Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará) para a Definição e Implementação do Regulamento Tarifário do Setor de Água e Esgoto no Estado de Ceará.

Palavras-chave: custos operacionais, benchmarking, eficiência, escores.

INTRODUÇÃO

A tarifa resultante dos processos de revisão tarifária deve permitir a obtenção dos recursos necessários para cobrir os custos eficientes da prestação dos serviços, isto é, os custos operacionais e de capital. Existem diferentes metodologias para definir os custos operacionais eficientes dos prestadores de serviços públicos, entre as quais podem ser destacadas:

- Comparação por indicadores
- Modelos normativos ou de empresa modelo
- DEA – Análise envoltória de dados
- SFA – Modelos de fronteira estocástica

A comparação por indicadores (ex. custo operacional por cliente) é a metodologia mais simples, porém de menor precisão, já que, não é possível conhecer a representatividade dos prestadores que serão utilizados na comparação, assim como, dos indicadores selecionados, nem a ponderação de cada indicador, caso sejam utilizados mais de um.

Os modelos normativos, denominados muitas vezes como “Empresa Modelo”, apresentam alta complexidade no momento de definir os parâmetros e variáveis que participam no cálculo dos custos dos processos e atividades de cada prestador. Tal complexidade é ainda maior no setor de saneamento, se comparada, por exemplo, com o setor de distribuição de energia elétrica, pois o setor de saneamento é integrado verticalmente nas etapas de captação, adução, tratamento e distribuição de água potável, coleta, tratamento e disposição final do esgoto.

A metodologia DEA é bastante difundida nas agências reguladoras de vários países devido ao fato que resolve parcialmente os problemas das metodologias anteriores, porém, apresenta dificuldades que podem afetar a precisão dos resultados, entre os quais podem ser destacados:

- É bastante sensível à eleição das variáveis insumo (custos operacionais) e produto (quilômetros de rede, mercado, consumidores, etc.).
- Não considera os fatores estocásticos e erros de medida no modelo, não sendo possível avaliar a significância estatística e a construção de intervalos de confiança das estimações.
- Requer de métodos paramétricos para incorporar o efeito das variáveis ambientais tais como nível salarial, características topográficas da área de prestação, nível de chuvas, etc.¹.

Por último, a metodologia de SFA é também bastante utilizada pelas agências reguladoras, principalmente porque resolve os problemas mencionados da metodologia DEA. É um método paramétrico que permite a estimação de uma fronteira de produção, custos ou distância utilizando métodos econométricos. A principal característica do método é assumir a possibilidade de ocorrência de erros estocásticos (aleatórios) na medida das ineficiências dos prestadores, melhorando assim, a estimativa dos níveis de eficiência ao longo do tempo.

A principal desvantagem da metodologia SFA é necessidade de dispor de um número suficiente de empresas comparáveis para obter resultados estatisticamente significativos. No entanto, este problema se resolve no setor de saneamento básico brasileiro, utilizando a base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

BASE DE DADOS

A base de dados foi construída através das informações disponíveis no SNIS para as variáveis: insumo, produto e ambientais; e outras fontes para obter informações de outras variáveis ambientais não informadas pelo SNIS, mas que explicam o custo operacional dos prestadores.

Foram levantadas as informações dos prestadores para o período 2004-2012 (o ano 2012 corresponde ao último ano com informações no momento do desenvolvimento do presente estudo).

Na tabela seguinte estão resumidas as variáveis utilizadas na análise de benchmarking, a fonte das informações, a unidade de medição e o nome abreviado utilizado no software estatístico.

¹ Para introduzir o efeito das variáveis ambientais sobre a eficiência no DEA, é necessário realizar uma segunda etapa que consiste em explicar os scores de eficiência, em função das variáveis ambientais mediante uma regressão (métodos paramétricos).

Tabela 1: Variáveis utilizadas no estudo de benchmarking

Tipo de variável	Nome	Fonte das informações	Unidade	Abreviação
Input	Custos operacionais	SNIS: FN010+FN011+FN013+FN014+FN027	R\$ a dezembro 2012	Opex
Output	Economias totais	SNIS: AG003+ES003	Economias	Econtot
	Redes totais	SNIS: AG005 + ES004	km de rede	Redtot
	Volume total	SNIS: AG007 + ES006	m ³	Voltot
	Volume tratado de água	SNIS: AG007	m ³	Volta
	Volume tratado de esgoto	SNIS: ES006	m ³	Volte
Ambiental	Precipitação	Embrapa	mm	Precipitação
	Salário	RAIS – Ministério de trabalho	R\$ a dezembro de 2012	Salário
	Densidade	SNIS: AG001+ES001	Habitantes/ km rede	Dens
	Cobertura de esgoto	SNIS: ES003/AG003	%	Cobe
	Volume tratado versus coletado de esgoto	SNIS: ES006/ES005	%	Trc

Nem todos os prestadores contidos na base do SNIS foram selecionados para a análise de benchmarking, já que, além do requerimento que os prestadores dispunham das informações mencionadas na Tabela 1 para os anos 2004 a 2012, foram estabelecidos os seguintes requisitos:

- 1) Que os prestadores ofereçam conjuntamente os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário com tratamento, como no mínimo para os últimos 6 anos.
- 2) Que os prestadores disponham das informações sobre extensão de rede de água (km) para todos os anos do período 2004-2012 e com valores crescentes.
- 3) Que os indicadores das empresas selecionadas tenham o comportamento esperado. Foram avaliados diferentes indicadores a fim de checar os dados informados pelos prestadores. Naqueles casos de valores atípicos, os mesmos foram descartados.

A primeira condição é importante, já que, procura-se comparar somente os custos das empresas que prestam os mesmos serviços, e assim, poder fazer análises de eficiência entre elas.

A condição em relação aos quilômetros de rede foi aplicada para corrigir possíveis erros no carregamento dos dados no SNIS, ou falta de dados entregues pelas empresas, devido ao fato de que algumas tinham crescimento ilógico de suas redes de água o que introduz erros nas estimações.

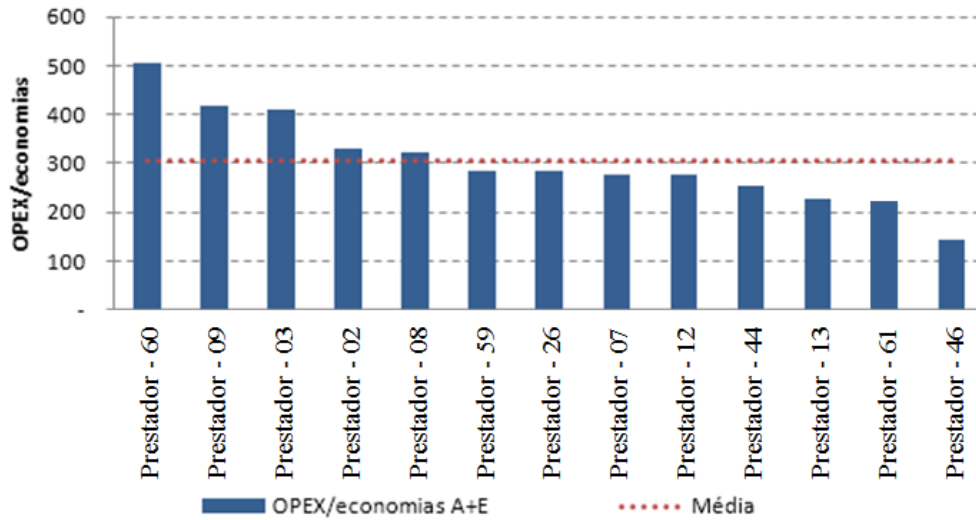
Finalmente a base resultante contém um total de **541** observações correspondentes a **61** prestadores, isto é, informações suficientes para aplicar técnicas paramétricas.

ANÁLISE DOS PRINCIPAIS INDICADORES DOS PRESTADORES ESTADUAIS

Com a base de dados resultante do processo mencionado foi feita uma análise dos principais indicadores dos prestadores, através das informações do último ano disponível (ano 2012). Das 61 empresas que formam parte da base de dados para o benchmarking, 13 são prestadores estaduais. Os indicadores comparados foram (entre parêntesis o nome das variáveis participantes segundo Tabela 1):

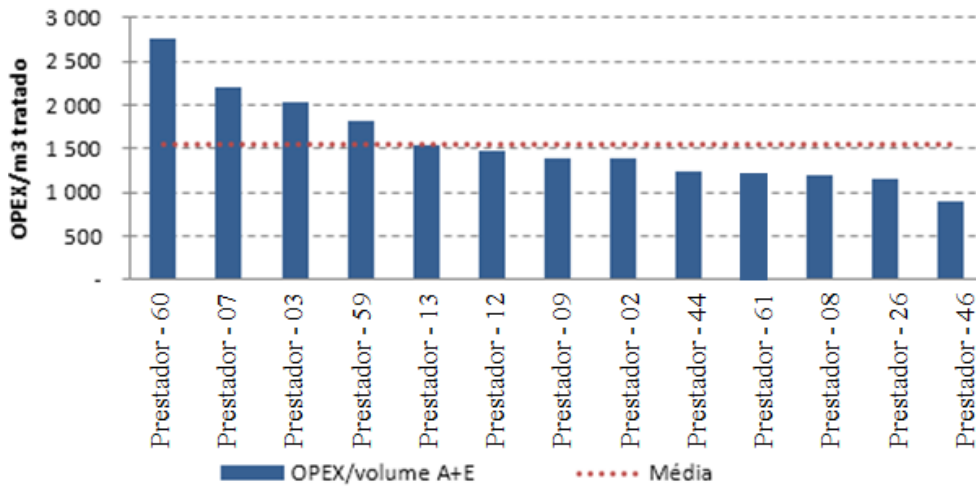
- Custos operacionais por economias totais (Opex/econtot).
- Custos operacionais por volume tratado total (Opex/voltot).
- Custos operacionais por redes totais (Opex/redtot).
- Salário médio (Salário).

Figura 1: Custos operacionais por economias totais



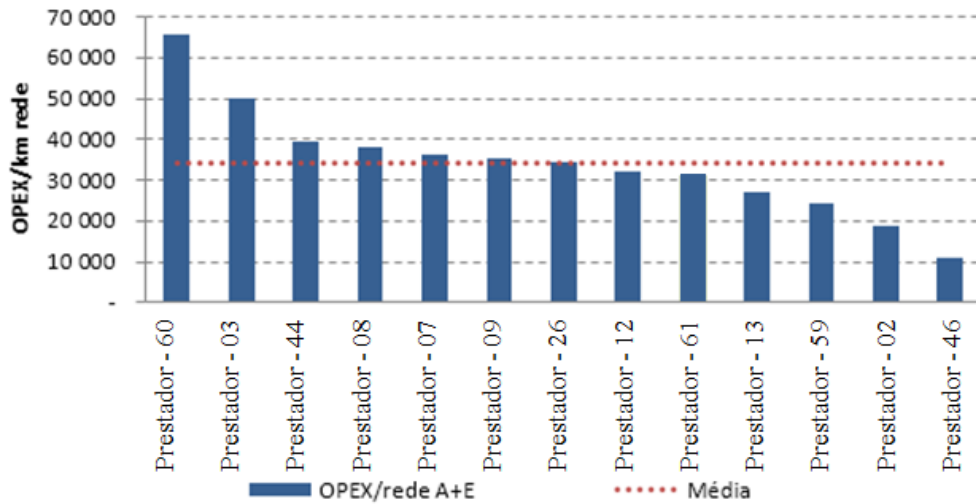
O nível de custo operacional médio por economia (água + esgoto) da amostra é de R\$/economia 300. O valor máximo observado é do prestador 60, com R\$/economia 500. O valor mínimo observado é do prestador 46, com R\$/economia 150.

Figura 2: Custos operacionais por volume tratado total



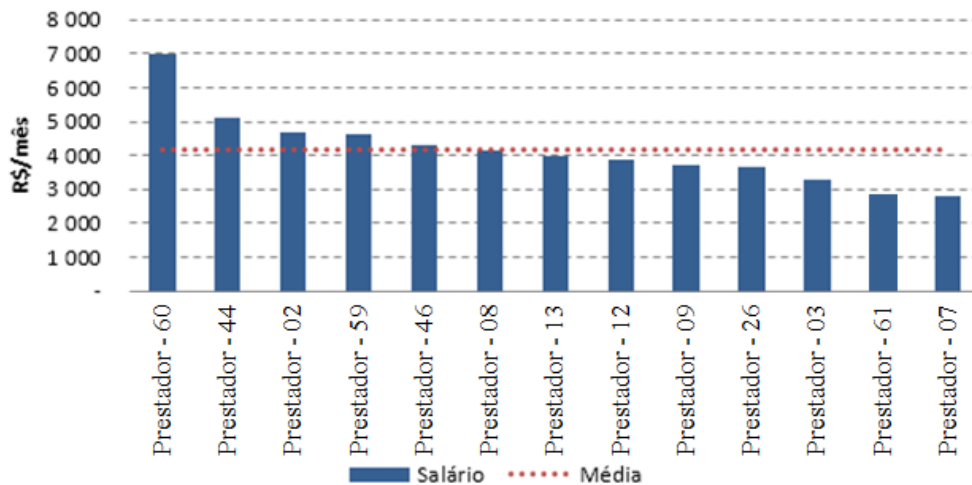
O nível de custo operacional médio por volume tratado (água + esgoto) da amostra é de R\$/m³ 1500. O valor máximo observado é novamente do prestador 60, com R\$/ m³ 2700. O valor mínimo observado é também do prestador 46, com R\$/ m³ 900.

Figura 3: Custos operacionais por redes totais



O nível de custo operacional médio por quilômetro de rede (água + esgoto) da amostra é de R\$/km 35000. O valor máximo observado é novamente do prestador 60, com R\$/km 65000. O valor mínimo observado é novamente do prestador 46, com R\$/km 10000.

Figura 4: Salário médio



O nível salarial médio da amostra é de R\$/mês 4000. O valor máximo observado é coincidentemente do prestador 60, com R\$/mês 7000. O valor mínimo observado é do prestador 07, com R\$/mês 2900. Neste caso, o prestador 46 tem um salário médio muito próximo à média da amostra.

O prestador 60 apresenta os valores mais altos dos indicadores de custo e de salário médio, dando uma ideia de que seus altos custos não são somente produto da ineficiência na gestão, mas sim consequência de um entorno desfavorável que deve ser tido em conta no momento de definir seus custos operacionais eficientes. Por outra parte, o prestador 46, apesar de ter salário médio acima da média, seus indicadores de custos são os mais baixos.

Existem casos intermediários que gerariam grande discussão ao momento de decidir o indicador para definir seus custos operacionais eficientes como é o caso do prestador 02, por exemplo, o qual seria um prestador dos mais ineficientes, caso seja considerado o indicador OPEX/economias; teria uma eficiência média com o indicador OPEX/volume tratado; e seria um dos prestadores mais eficientes caso seja considerado o indicador OPEX/quilômetros de rede.

Conclui-se que a análise dos indicadores permite ter uma ideia dos níveis de custos atingidos pelas empresas, assim como, das características do entorno que afetam os custos operacionais dos prestadores, porém, não permite definir o nível de eficiência dos mesmos. O objetivo anterior pode ser atingido com alguma técnica

que permita definir quais são as variáveis que têm impacto sobre os custos operacionais, mas também, que indique o peso que cada indicador tem sobre ditos custos. Uma técnica de avançada que soluciona o problema mencionado se detalha a continuação.

METODOLOGIA UTILIZADA

Quanto ao modelo delineado, especificou-se uma função de distância estocástica orientada aos insumos. Através da estimação desta função é possível obter a eficiência técnica de cada prestador, isto é, a habilidade de cada firma para situar-se na fronteira. A adoção da função de distância como a modalidade mais apropriada para determinar as eficiências dos prestadores baseou-se nas seguintes vantagens:

- Permite incorporar vários produtos produzidos com insumos comuns (diferentemente da função de produção, que permite trabalhar somente com um produto).
- Não requer dispor dos preços dos insumos, requisito necessário para estimar fronteiras de custos. Essa vantagem é importante quando a empresa não pode controlar diferenças entre preços projetados e observados ou quando alguns insumos estão sub ou sobre valorizados.
- Não requer supor uma conduta minimizadora, tal como exige a função de custos. Essa suposição pode ser distorcida quando se trata de empresas públicas ou que têm restrições que impedem que seja modificada a proporção dos insumos utilizados, isto é, não está sujeita à crítica da endogeneidade das variáveis. A função de custos requer que as quantidades de produtos e os preços dos insumos sejam exógenos.
- Oferece estimações da eficiência técnica. Este aspecto permite obter estimações da habilidade das empresas para obter um determinado nível de produtos com a quantidade mínima de insumos. Esta medida de eficiência não incorpora os preços pagos pelos insumos, nem questiona a combinação em que estes são utilizados. Pelo contrário, a fronteira de custos permite obter estimações de eficiência econômica, isto é, da habilidade das empresas para obter um determinado nível de produto incorrendo no custo mínimo. Nota-se que a eficiência econômica inclui tanto a eficiência técnica como a eficiência alocativa, a qual se define como a habilidade da empresa em combinar de forma ótima os insumos, dados os preços destes últimos. Uma empresa pode ser tecnicamente eficiente e economicamente ineficiente ao mesmo tempo. Caso existam desvios sistemáticos na eficiência técnica, como imperfeições no sistema de preços, é conveniente medir unicamente a eficiência técnica. Além do mais, quando isto ocorre, a dualidade entre produção e custos se deteriora e as medidas de eficiência ficam distorcidas. Por último, as estimações duais (como as fronteiras de custos) são menos eficientes, isto é, têm uma maior margem de erro em relação às estimações primais (como as fronteiras de produção e as funções de distância).
- Permite obter a Produtividade Total dos Fatores (PTF) e seus três componentes: Ganho de Eficiência Técnica (GET), Evolução Técnica (ET) e Ganho de Escala (GE).

Foi utilizada a função de distância com especificação Cobb-Douglas sob um enfoque de Verdadeiros Efeitos Fixos (TFE, por suas siglas em inglês) proposta por Greene (2008). O modelo de verdadeiros efeitos fixos é caracterizado pelas particularidades de cada firma, captadas num termo constante específico, como no modelo de efeitos fixos tradicional, além de um termo aleatório do erro, componente típico da fronteira estocástica. Dessa forma o modelo TFE isola o impacto das variáveis ambientais, que são invariantes no tempo (variáveis que determinam a heterogeneidade das firmas) das ineficiências variantes no tempo e que são capturadas no termo de erro aleatório.

RESULTADOS OBTIDOS

Para rodar os diferentes cenários foi utilizado o software estatístico STATA combinado com o Excel para a análise dos resultados. Segundo mencionado anteriormente e logo de um extenso estudo, a metodologia definida foi:

- ✓ Estimação de fronteira: SFA.
- ✓ Tipo de fronteira: função distância especificação Cobb- Douglas.
- ✓ Técnica de estimação: Painel de Dados.
- ✓ Eficiência: Variante no tempo, Verdadeiros Efeitos Fixos com heteroscedasticidade do erro u.

Foram rodados diversos modelos de fronteira estocástica e com diferentes combinações das variáveis, detalhadas na Tabela 1, buscando em todo momento a significância das variáveis e a coerência dos resultados. O melhor modelo identificado é apresentado na Tabela 2, com as variáveis escolhidas, os coeficientes estimados de cada uma e os estatísticos de significância:

Tabela 2: Coeficientes estimados e estatísticos de significância

Variável	Coef.	P z
econtot	-0.867	0.000
voltot	-0.117	0.045
redtot	-0.146	0.044
Salário	-0.404	0.000
cobe	0.479	0.000
trc	-0.710	0.091

As variáveis escolhida pelo modelo foram:

- Economias ativas de água e esgoto (econtot);
- Volume de água e esgoto (voltot);
- Quilômetros de rede de água e esgoto (redtot);
- Salário médio dos prestadores segundo sua área de atuação (salário);
- Cobertura do serviço de esgoto (cobe);
- Relação entre o tratamento e a coleta de esgoto (trc).

Ao ser aplicada uma função distância, os sinais negativos dos coeficientes representam incrementos nos custos operacionais. Assim, quanto maiores sejam as economias totais, volume tratado, quilômetros redes e os salários dos empregados, maiores serão os custos de operacionais. O aumento da relação de economias de esgoto em relação das de água (cobe) faz reduzir os custos fixos como os de estrutura de pessoal pelos rendimentos de escala, considerando também, uma maior concentração dos clientes (não terá o mesmo nível de custo operacional de um prestador com 100 clientes de água e 0 de esgoto, que um outro prestador com 50 clientes de água e 50 clientes de esgoto). Por último, os custos são maiores quanto maiores sejam os volumes de esgoto tratado (trc).

Os estatísticos de significância $< 0,05$, ou muito próximos, indicam a correta eleição das variáveis. Adicionalmente, os testes estatísticos², assim como, a significância dos estatísticos aplicados sobre a base de dados, avaliam o uso de dados como painel de dados.

Os coeficientes da Tabela 2 definem a função que permite obter a evolução da eficiência no tempo e projetar os custos operacionais no período tarifário.

Nos modelos de eficiência variante no tempo, como o que foi selecionado neste trabalho, obtém-se como resultado um escore de eficiência para cada ano com informações disponível, ou seja, desde 2004 a 2012. Na Tabela 3 é apresentado o ranking das eficiências das empresas consideradas na amostra para o ano 2012:

² Teste de Breusch- Pagan Lagrange multiplier (LM)

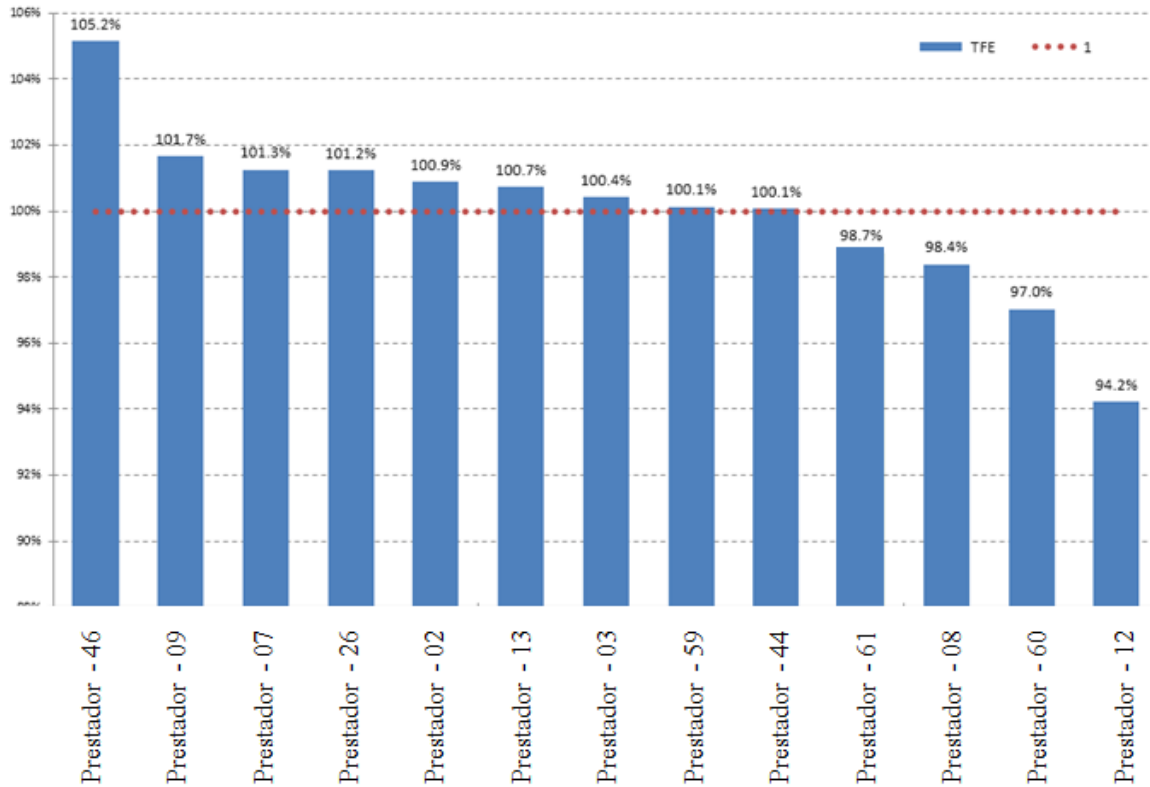
Tabela 3: Ranking de scores de eficiência do ano 2012

Posição	ID	Score	Posição	ID	Score
1	46	97.2%	31	41	91.0%
2	16	96.6%	32	8	90.9%
3	6	96.3%	33	30	90.9%
4	27	95.7%	34	18	90.8%
5	25	95.5%	35	58	90.3%
6	31	95.3%	36	42	90.3%
7	4	94.5%	37	1	90.1%
8	33	94.1%	38	37	90.0%
9	36	94.1%	39	40	90.0%
10	24	94.0%	40	21	89.9%
11	9	93.9%	41	57	89.7%
12	51	93.7%	42	60	89.7%
13	29	93.7%	43	20	89.4%
14	43	93.6%	44	39	88.9%
15	7	93.6%	45	23	87.8%
16	26	93.6%	46	50	87.6%
17	2	93.2%	47	48	87.6%
18	13	93.1%	48	53	87.6%
19	3	92.8%	49	12	87.1%
20	59	92.5%	50	49	87.0%
21	35	92.5%	51	14	86.5%
22	44	92.5%	52	19	85.7%
23	52	92.5%	53	22	85.6%
24	32	92.4%	54	5	85.4%
25	38	92.4%	55	15	82.8%
26	10	92.3%	56	55	82.4%
27	56	92.3%	57	45	82.4%
28	54	91.9%	58	11	80.3%
29	17	91.8%	59	34	79.6%
30	61	91.2%	60	47	76.9%
<i>Continuação ---></i>			61	28	76.2%

Os escores obtidos são resultados da aplicação da técnica de análise de fronteira (SFA), assim, os escores não superam o valor de 100% (o mesmo acontece no caso do DEA). Para que estes escores possam ser utilizados para definir os custos operacionais eficientes dos prestadores, eles têm que ser ajustados considerando a eficiência média do setor. Somente desta forma a metodologia é consistente com a taxa de remuneração regulatória, que representa o retorno médio do setor, e serão gerados os incentivos à eficiência nos custos operacionais.

Uma alternativa difundida para ajustar os escores de eficiência de fronteira para escores de eficiência média é dividir o escore de cada prestador, pelo escore médio do setor. Para calcular o escore médio do setor foram selecionadas as empresas estaduais da amostra. Os resultados são apresentados na Figura 5:

Figura 5: Eficiência média



As eficiências médias das empresas estaduais da amostra têm como valor máximo 105,2% e valor mínimo de 94,2%. Os custos operacionais eficientes dos prestadores serão obtidos pelo produto dos custos reais e os escores resultantes da Figura 5. É importante dizer que o escore do prestador 12, por exemplo, não indica que a empresa é somente ineficiente em 5,8%, senão que, o prestador 12 tem uma eficiência de 5,8% abaixo da eficiência média das empresas estaduais.

CONCLUSÕES

A correta definição dos custos operacionais eficientes é uma das principais atividades nas que reguladores e regulados devem trabalhar durante os processos de revisão tarifária, com o objetivo de garantir o equilíbrio econômico-financeiro dos prestadores e a modicidade tarifária.

Dentre os mecanismos existentes para a definição dos custos operacionais eficientes, a metodologia de fronteira estocástica apresenta importantes vantagens que sugerem sua aplicação. O principal problema que a bibliografia identifica sobre essa técnica é a disponibilidade de uma base de dados robusta e consistente, problema que foi resolvido mediante a obtenção de informações confiáveis de mais de 60 prestadores para o período entre os anos 2004 a 2012, e de aproximadamente 20 variáveis explicativas. Essas informações possibilitaram propor uma metodologia de avançada, em relação às observadas nos setores regulados no Brasil, para a definição dos custos operacionais eficientes dos prestadores dos serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário. A metodologia utilizada incorpora enfoques de função de distância³ e Verdadeiros Efeitos Fixos (TFE), que permitem obter estimativas dos níveis de eficiência dos prestadores mais precisas e condizentes com a realidade de cada um.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Battese, G. e Coelli, T. Frontier Production Function, Technical Efficiency and Panel Data With Application to Paddy Farmers in India, *Journal of Productivity Analysis*, 3, 153-169, 1992.

Berg, S. *Water Utility Benchmarking: Measurement, Methodologies, and Performance Incentives*, IWA Publishing, 2010.

³ Debreu, G. (1951) e Farrell, M. (1957) são os trabalhos pioneiros.

- Coelli, T., Estache, A., Perelman, S. e Trujillo, L. Una introducción a las medidas de eficiencia para reguladores de servicios públicos e de transporte, Banco Mundial – Alfaomega Colombiana S.A. 2003.
- Giannakis, D., Jamasb, T e Pollitt, M. Benchmarking and incentive regulation of quality service: an application to the UK electricity distribution networks, *Energy Policy* 33 2256-2271 (2005).
- Goto, M. e Tsutsui, M. Technical efficiency and impacts of deregulation: An analysis of three functions in U.S. electric power utilities during the period from 1992 through 2000, *Energy Economics* 30 15-38, 2008.
- Greene, W., *The Econometric Approach to Efficiency Analysis, The Measurement of Efficiency*, H.Fried, K Lovell and S. Schmidt, eds., Oxford University Press, 2008.
- Growitsch, C., Jamasb, T. e Pollit, M. (2005) Quality of service, efficiency and scale in networks industries: an analysis of European electricity distribution. CWPE 0538 and EPRG 04.
- Farsi, M., Fetz.A e Fillipini M., Benchmarking and regulation in the electricity distribution sector. Centre for energy policy and economics, Cepe working paper 54, 2007.
- Farsi, M., Fillipini M., Regulation and measuring cost efficiency with panel data models: Application to electricity distribution utilities, *Review of Industrial Organization*, Springer, vol. 25(1), 1-19, 08, 2004.
- Farsi, M., Fillipini M. e Greene, W., Application of panel data models in benchmarking analysis of the electricity distribution sector. Centre for energy policy and economics, Cepe working paper 39, 2005.
- Haney.A.B., e Pollitt, M., Efficiency analysis of energy networks-an international survey of regulators, University of Cambridge. Cwpe 0926 & eprg 0915, 2009.
- Jamasb, T. e Pollitt, M., Benchmarking and regulation of electricity transmission and distribution utilities: lessons from international experience, University of Cambridge, 2000.
- Jondrow, J., Lovell k., Materov, I. e Schmidt, P. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model, *Journal of Econometrics*, 19, 233-238, 1982.
- Kopsakangas, M. e Svento, R., Estimations of cost-effectiveness of the Finnish electricity distribution utilities, *Energy Economics* 30 212-229, 2008.
- Kumbhakar, S. e Lovell, C. A., *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, 2001.
- Pitt, M. e Lee, L. The measurement and sources of technical inefficiency in the Indonesian Weaving Industry, *Journal of Development Economics*, 9, 43-64, 1981.
- Schmidt P. e Sickles, R. Production Frontiers and Panel Data. *Journal of Business and Economic Statistics*, 2, 367-374, 1984.
- Simar, L., Wilson, P. W. (2007). Estimation and Inference in Two-Stage, semi-parametric models of production. *Journal of Econometrics*, 136, 31-64, Setembro.
- Quantum. Levantamento Internacional e pesquisa acadêmica da experiência em benchmarking, Relatório ABRADEE, 2010.