

Eficiência técnica das companhias de esgotamento sanitário nas regiões Norte e Nordeste do Brasil

Technical efficiency of sewage companies in the North and Northeast of Brazil

Helton Neves Canguçu Oliveira¹
Universidade Federal de Viçosa, Brasil
cangucu@bol.com.br

Marília Fernandes Maciel Gomes¹
Universidade Federal de Viçosa, Brasil
mfmgomes@ufv.br

Maria Micheliana da Costa Silva¹
Universidade Federal de Viçosa, Brasil
micheliana.costa@yahoo.com.br

Resumo. Este estudo investiga a associação entre eficiência técnica das companhias de coleta e tratamento de esgoto das regiões Norte e Nordeste do Brasil em 2003 e 2008, as mais carentes da prestação do serviço, e indicadores de saúde pública. Verifica ainda a evolução da eficiência técnica no período e se existem ganhos de escala das firmas de abrangência regional. A metodologia empregada para mensurar a eficiência técnica é a Análise Envoltória de Dados. Os resultados apontam quase 1/3 das firmas como ineficientes, em 2008, apesar do aumento do número de firmas eficientes no período. As firmas com menores escores de eficiência técnica concentram-se, majoritariamente, nos estados mais deficitários no serviço. Com ressalvas, o impacto da eficiência técnica das firmas sugere ser positivo para a mortalidade infantil.

Palavras-chave: eficiência técnica, esgotamento, Análise Envoltória de Dados – DEA.

Abstract. This study investigates the association between the technical efficiency of companies collecting and treating sewage in North and Northeast Brazil – which are the poorest ones in terms of the service – in 2003 and 2008 and public health indicators. It also discusses the evolution of technical efficiency in the period and checks whether there were economies of scale in firms that operate at a regional level. The methodology used to measure the technical efficiency is the Data Envelopment Analysis. The results indicate that nearly one third of the companies were inefficient in 2008, although there was an increase of the number of efficient firms in the period. Firms with lower technical efficiency scores are mostly concentrated in the states most deficient in terms of this service. With caveats, the impact of technical efficiency of companies seems to be positive for infant mortality.

Key words: technical efficiency, sewage, Data Envelopment Analysis – DEA.

JEL: L25, L95, I30

¹ Universidade Federal de Viçosa. Av. P.H. Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil.

1 Introdução

Há muito é de conhecimento público a associação entre saneamento básico inadequado, pobreza e saúde pública. A ausência de saneamento básico é identificada com condições de pobreza, e a superação desta carência é uma prioridade para sua mitigação.

Várias são as dimensões que relacionam água e pobreza, dentre as quais duas merecem destaque: a água como necessidade básica de sobrevivência e como recurso produtivo. Essencial para atividades de subsistência de muitas famílias pobres, o acesso sustentável pode melhorar a capacidade de trabalho, principalmente nas áreas rurais, onde a água é elemento primordial para a agropecuária, fazendo com que saiam da condição de pobreza (Calaguas e O'Connell, 2002). A justaposição das relativas demografias de microrregiões é reveladora: quanto mais pobre a família, maior sua presença no universo de não cobertos pelo serviço de saneamento.

Por outro lado, a relação entre saneamento básico e saúde pública é ainda mais premente. Muitas são as doenças que podem ser contraídas por falta de saneamento básico, tais como hepatite tipo A, cólera, ascaridíase, teníase, esquistossomose e diarreia, a principal delas, correspondendo a mais de 50% do total de casos. Em 2008, no Brasil, foram registradas mais de 67 mil internações por diarreia de crianças com até 5 anos de idade, as principais vítimas da falta de saneamento básico (Kronemberger e Clevelario Junior, 2011). No mundo, é a segunda maior causa de morte de crianças nesta faixa etária, segundo relatório conjunto da Organização Mundial da Saúde – OMS e do Fundo das Nações Unidas para a Infância – Unicef. A associação é corroborada ainda por estudo controlado de Ludwig *et al.* (1999), que conclui pela relação inversa entre a prevalência de exames positivos para parasitoses intestinais e a população atendida por ligações de água e esgoto.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB - do IBGE, em 2008, o percentual de municípios brasileiros que detinham rede geral de abastecimento de água, em pelo menos um distrito, era de 99,4%. Porém, apenas 44% dos domicílios possuíam rede de esgoto e menos de 1/3 dos municípios o tratavam. A pior situação era verificada na

região Norte do país, onde a rede de esgoto não atingia sequer 4% dos municípios. É, no entanto, na região Nordeste que se localizavam os estados com pior desempenho, quando avaliados segundo o tratamento do esgoto: a proporção de municípios com tratamento no Piauí era de 2,2%, enquanto no Maranhão de apenas 1,4%, os estados mais pobres do país, ao lado de Alagoas.

Advirta-se que o conceito de saneamento básico contempla mais do que simplesmente o fornecimento de água potável e esgotamento sanitário, foco do presente trabalho. A definição, dada pela Lei nº 11.445/07, inclui ainda limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, um conceito assemelhado com o de saneamento ambiental (Carvalho e Naves, 2008). Neste sentido, entende-se por esgotamento inadequado a definição utilizada por Kronemberger e Clevelario Junior (2011), em que esse é caracterizado por domicílios sem banheiro e sanitário, com fossa rudimentar, com destino do esgoto para vala, rio/lago/mar.

As causas de saneamento básico inadequado estão associadas fundamentalmente a ausência de investimentos substanciais em decorrência de aspectos distintivos desta indústria, a principal delas relacionando-se com a presença de custos fixos elevados em capital altamente específico. O fulcro desta configuração é a decorrência do *trade-off* entre eficiência produtiva e eficiência alocativa (Turolla, 2002). Como é comum neste cenário, a iniciativa governamental assume a gestão da prestação desse serviço, dada a característica do mercado e os efeitos positivos gerados². Esse é precisamente o caso brasileiro, onde quase a totalidade dos prestadores de serviços é de natureza pública, em consonância com o verificado na maioria dos países.

Estudos aplicados à indústria nacional (Ohira, 2005; Tupper e Resende, 2004; Carmo e Távora Jr., 2003; Motta e Moreira, 2004; Faria *et al.*, 2005) revelam que a gestão do processo produtivo dos prestadores de serviços de saneamento básico é diversa. Geralmente, essa constatação vem da consideração de um número limitado de variáveis de controle: se administração pública ou privada; possui dificuldades na implantação de redes de água e esgoto por causas topográficas ou geológicas; há efetiva fiscalização do uso dos recursos

² Estima-se que os efeitos sobre a saúde que exercem os programas de esgotamento sanitário tenham, provavelmente, potencialidade mais de tipo “multiplicativo” do que simplesmente “substitutivo”, ou seja, sustentáveis no longo prazo (Briscoe, 1987 in Barreto *et al.*, 1997).

orçamentários; a gestão operacional evita desperdícios; a regulação é eficaz, caso haja; há incertezas quanto à titularidade. Assim, verificam-se firmas com características produtivas semelhantes gerirem seu processo de diferentes formas, algumas satisfatoriamente do ponto de vista técnico, outras não.

O problema de avaliação da gestão, segundo a variável escolhida, pode ser identificado com o da eficiência produtiva ou técnica da firma, entendida como a habilidade de produzir o máximo, dado um conjunto de insumos (Gomes e Baptista, 2004). Quanto maior a eficiência, melhor uso a firma faz dos seus recursos produtivos disponíveis e, portanto, melhor a gestão.

A justificativa para uma firma operar eficientemente reside no fato desta desenvolver sua potencialidade por completo no mercado em que está inserida, na medida em que se faz o melhor que pode ser feito. No caso da indústria de saneamento básico, assim como em outras indústrias de infraestrutura, a eficiência é ainda mais desejável, visto a geração de externalidades para outros setores e o impacto positivo em indicadores socioeconômicos.

A associação entre a presença de companhias de saneamento básico que operem mais eficientemente e regiões pobres com elevado déficit deste serviço, como as regiões Norte/Nordeste do país, sugere uma tendência a minorar as condições de pobreza e possibilitar melhor qualidade de vida à população, principalmente via diminuição de doenças; sob esta hipótese segue-se que se há espaço para aumentos de eficiência das firmas, então é possível uma elevação do bem-estar da população nessas regiões.

Estudo de Carmo e Távora Jr. (2003) sugere uma correspondência entre prestadores de serviço de saneamento básico com ineficiência técnica e regiões pobres ao identificar que, do total de firmas ineficientes, 81,8% pertenciam às regiões Norte/Nordeste, onde se localizam alguns dos estados mais pobres do Brasil. Os referidos autores realizam a análise de eficiência do setor tomando em consideração tanto o serviço de coleta e abastecimento de água quanto de esgoto. Entretanto, avaliar a eficiência técnica separadamente para a prestação de serviço de água e de esgoto é desejável, apesar da presença de economias de escopo. A justificativa reside na extensão do impacto de cada variável sobre condições de pobreza e saúde pública.

Como estratégia de análise da associação, no presente trabalho, objetiva-se analisar a

eficiência técnica de todas as companhias de coleta e tratamento de esgoto das regiões Norte/Nordeste do Brasil em 2003 e 2008. A análise centra-se no serviço de coleta e tratamento de esgoto com vistas a verificar a correspondência entre a eficiência técnica das firmas e indicadores de saúde pública. Especificamente, pretende-se ainda verificar se os prestadores de serviços de abrangência regional auferem ganhos de escala e determinar a evolução da eficiência técnica no período.

Duas suposições geralmente norteiam a análise da indústria de saneamento básico no país e devem orientar a investigação da eficiência técnica das firmas: (i) a não participação da iniciativa privada na gestão do serviço de saneamento básico e (ii) a ausência de regulação por incentivos a ganhos de produtividade não levam as firmas a operarem de forma eficiente. A razão dessas suposições se dá em virtude do marco regulatório do setor, instituído por Lei nº 11.445/2007, ser recente. Antes desta data, a incerteza sobre titularidade predominava, e a política tarifária do setor seguia geralmente o modelo de regulação por taxa interna de retorno, não incentivando eficiência, ainda que a firma regulada maximizasse seu lucro (Faria *et al.*, 2005).

O estudo está estruturado em cinco seções, adicionalmente a esta introdução. Na seção 2, a indústria de saneamento básico é caracterizada economicamente e uma breve introdução ao conceito de eficiência é feita. Na seção 3, expõe-se a metodologia empregada, bem como base de dados e seleção de amostra. A quarta seção apresenta os resultados e sua respectiva análise. Na última seção, encontram-se as principais conclusões e alguns apontamentos.

2 Características econômicas da indústria de saneamento e eficiência

2.1 Monopólio natural

Conforme antecipado, a principal característica da indústria de saneamento básico, assim como de outros serviços públicos de infraestrutura, é a presença de custos fixos elevados em capital altamente específico relativamente aos custos variáveis. Esta configuração qualifica a indústria em questão, segundo a teoria econômica, como um monopólio natural, sendo a situação na qual o conjunto de vetores de produção relevantes recai sobre uma faixa em

que o custo médio é declinante (Turolla, 2002). Dito de outro modo, pode-se dizer que uma indústria possui características de um monopólio natural quando o intercepto da curva de demanda com a do custo marginal se encontra abaixo da curva de custo médio; ou, ainda, que decorre da existência de economias de escala e, ou, escopo, típica da maioria dos serviços públicos de infraestrutura (Galvão Jr. e Paganini, 2009). Em caso de economia de escala, o custo unitário cai à medida que se aumenta a produção; na economia de escopo, o custo de produzir produtos conjuntamente é menor do que produzi-los separadamente.

Nesta situação, dada a estrutura de custos e que os ganhos de escala só podem advir com o aumento do mercado, não é eficiente economicamente a presença de mais de uma firma. Uma única firma pode produzir o produto inteiro de uma indústria a um custo menor do que seria se várias firmas estivessem produzindo. O mesmo acontece no caso da presença de economia de escopo, caso da indústria de saneamento.

O dilema entre deixar que o monopolista da indústria estabeleça seu preço, gerando ineficiência econômica e, portanto, distorções alocativas, ou forçá-lo a praticar preço competitivo, o que seria inviável já que incorreria em lucros negativos, geralmente é resolvido através da introdução de mecanismo de controle do monopolista, a regulação. Quando o setor público não opera diretamente a prestação do serviço de saneamento básico, dada sua importância, a regulação da empresa monopolista assegura que esta não aufera lucros exorbitantes ou não restrinja a qualidade e quantidade do serviço (Ohira e Turolla, 2005).

De acordo com Possas *et al.* (1997), a regulação de serviços de infraestrutura, em que o saneamento básico está inserido, pode ser vista como ativa, em oposição àquelas que buscam prevenir práticas anticompetitivas, na medida em que ela estipula uma meta a ser cumprida, em vez de estimular a concorrência, ao mesmo tempo em que reconhece as externalidades para outros setores, contribuindo para o desenvolvimento da economia. Carrera-Fernandez (1999) chega mesmo a afirmar que o serviço de esgotamento sanitário no Brasil vem se configurando como um caso clássico de bem público, 'visto que esse serviço não tem sido fruto de transações em um mercado plenamente definido em termos de preços (ou tarifas) e quantidades', e, em vários municípios, a oferta ocorre sem nenhum ônus direto para os usuários.

Dois são os métodos elementares mais empregados nos países para estes serviços: a regulação por taxa interna de retorno e a regulação por incentivos. No primeiro caso, o mecanismo garante preços que assegurem uma margem de lucro compatível com a prestação do serviço, a principal vantagem da firma na sua utilização, já que acarreta baixos custos de capital (Freitas e Barbosa, 2008). O lado negativo deste método diz respeito à dimensão do capital investido, determinação da taxa interna de retorno, assimetria de informação, correta estimativa da demanda e não incentivo à eficiência produtiva (Saintive e Chacur, 2006, *in* Freitas e Barbosa, 2008).

Na regulação por incentivos, por outro lado, eficiência, inovação e minimização de assimetria de informação são os objetivos principais dos operadores. Algumas das desvantagens deste método são os riscos e custos de capital assumidos pelos investidores, a dificuldade de se fazer prognósticos e o alto custo regulatório.

No Brasil, em geral, quando presente, a regulação tem se dado via taxa interna de retorno, entretanto, esforços têm sido empreendidos para a adoção da regulação via incentivos, atingindo assim uma maior parcela da população. A definição de um mecanismo de mercado bem estruturado com preços sinalizadores representa o principal desafio desta indústria no país, desafio este que exige a articulação de empresas públicas e privadas.

Diante do exposto, fica patente a existência de um *trade-off* entre eficiência produtiva e eficiência alocativa, dadas as características da indústria de saneamento. O monopólio natural constitui uma falha de mercado, gerando ineficiências, e, portanto, é susceptível de intervenções governamentais, ainda que transitórias, para sua solução.

2.2 Eficiência econômica

A eficiência, segundo Farrell (1957), pode ser vista como uma medida de rendimento global de um sistema. Compara o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos. Se os recursos utilizados são otimizados na obtenção de resultados planejados, o processo produtivo é dito eficiente. Ao primeiro componente do conceito de eficiência, o produto potencial, chama-se eficiência técnica, ao segundo, a escolha de recursos ótimos, eficiência alocativa. Ambas coexistem no processo produtivo e,

quando combinadas, tais medidas fornecem a eficiência econômica total.

As medidas de eficiência são, de acordo com Ferreira (2005), estimadas baseadas em uma função de fronteira. Essa fronteira geralmente não é conhecida na prática e precisa ser estimada para se mensurar a eficiência da firma. Os pontos da função de fronteira indicam a máxima eficiência sujeito às restrições, o que leva à constatação de que a distância entre qualquer ponto no plano e a função de fronteira dá a medida de eficiência do processo produtivo da firma.

Note-se, entretanto, que a estimação da eficiência só é possível, após escolhida a variável, se há uma padronização para que se possa comparar o que ocorre de fato e um cenário ideal dentro de um sistema.

De acordo com Soares de Mello *et al.* (2005), há duas formas de uma unidade não eficiente tornar-se eficiente: (i) reduzindo os recursos, mantendo constantes os produtos (orientação a *inputs*); e (ii) ajustando os produtos, dados os recursos (orientação a *outputs*). Para ilustrar essas formas, tome-se um exemplo simples, a função de fronteira (de eficiência) definida por $f(x)$ na Figura 1.

Neste exemplo, o processo produtivo dado pelo ponto P é ineficiente, já que se pode produzir mais ao mesmo nível de insumo ou a mesma quantidade com menos recursos. Para se tornar eficiente ou se reduzem recursos produtivos (insumos) pela distância (P - B) ou se aumenta o produto, mantido o nível de insumos C, pela distância (D - P). No primeiro caso, a eficiência é definida pelo quociente AB/AP , no último, por CP/CD . Em ambos os casos, o valor encontrado está entre 0 e 1. A eficiência econômica é dada pelo produto das eficiências técnicas e alocativas.

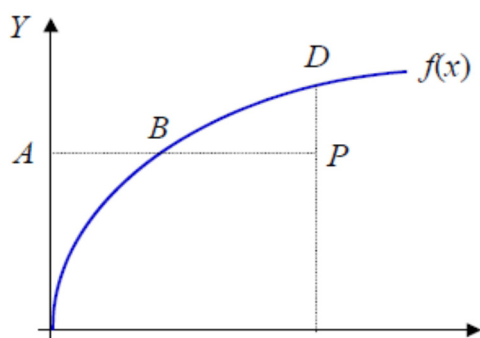


Figura 1. Fronteira de eficiência.

Figure 1. Efficiency frontier.

Fonte: Soares de Mello *et al.* (2005).

Ferreira (2005) e Ohira (2005) chamam atenção para o fato de que, enquanto a eficiência técnica é uma noção puramente técnica, a eficiência econômica requer informações de preços, quantidades e a imposição de um comportamento objetivo do agente. Entretanto, a primeira é condição indispensável da segunda, na medida em que ambas se ocupam do aspecto físico da produção.

Uma relação importante da eficiência é dada pela produtividade, visto que o conceito de produtividade é definido pela razão entre produtos e insumos do processo produtivo. Assim, é possível que pontos na curva de fronteira de eficiência assumam diferentes valores de produtividade (Soares de Mello *et al.*, 2005).

3 Metodologia

3.1 Análise envoltória dos dados

A metodologia empregada para mensurar a eficiência técnica das companhias de saneamento das regiões Norte/Nordeste do Brasil é a Análise Envoltória de Dados, conhecida como DEA. Seu objetivo é quantificar a eficiência técnica das unidades tomadoras de decisão, denominadas DMUs, na presença de insumos e produtos comuns. A eficiência relativa das DMUs é baseada em fronteira de eficiência construída, obtida por programação matemática.

Desenvolvida na década de 1970, a técnica DEA possui algumas características desejáveis, tais como: uma única medida resumo de eficiência caracteriza cada unidade como eficiente ou ineficiente; prescindir de (mas não rejeitar) sistemas de preços; dispensar (mas pode acatar) funções de produção pré-especificadas; permitir a incorporação, na análise, de insumos e de produtos avaliados em unidades de medidas diferentes; e basear-se em valores individuais e não em valores médios (Gomes e Baptista, 2004).

A utilização da técnica DEA exige três estágios: (i) seleção das DMUs; (ii) determinação das variáveis (insumos e produtos); e (iii) aplicação do modelo e análise dos resultados. Essas escolhas não são arbitrárias, devendo-se atentar para questões relativas ao número de unidades, importância, correlação, tempo, entre outras (Carmo e Távora Jr., 2003).

A pressuposição de tecnologia com retornos constantes à escala, denominada CCR, constitui uma abordagem da técnica DEA; outra abordagem, a BCC, assume tecnologia com retornos variáveis à escala. A razão das distintas

abordagens é que medidas de eficiência de escala influenciam as medidas de eficiência técnica em virtude de a abordagem CCR considerar que as firmas operam em escala ótima, o que, na prática, pode não ser verdade.

A seguir, apresenta-se a construção matemática das duas abordagens. Na CCR, esta assume a seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{Sujeito a: } & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

em que θ é um escalar, cujo valor será a medida de eficiência da i -ésima DMU. A DMU somente será eficiente se $\theta = 1$, caso contrário é dita ineficiente. O parâmetro λ é um vetor de constantes ($n \times 1$), em que os valores são calculados para obter a solução ótima. Se eficiente, a DMU terá $\lambda = 0$ para todos λ ; se ineficiente, os valores de λ serão os pesos utilizados na combinação linear de outras DMUs eficientes que influenciam a projeção da DMU ineficiente sobre a fronteira calculada; y_i é um vetor ($m \times 1$) de quantidade de produtos da i -ésima DMU; x_i é um vetor ($k \times 1$) de insumos da i -ésima DMU; Y é uma matriz de produtos, de dimensão ($n \times m$); X é uma matriz de insumos, de dimensão ($n \times k$). O problema de programação linear deve ser resolvido n vezes, um para cada DMU, já que θ deve ser calculado para cada unidade produtiva (Coelli *et al.*, 1998 in Santos *et al.*, 2009).

Conforme exposto, o uso da abordagem BCC permite o cálculo das eficiências técnicas livres desses efeitos de escala, ao contrário da abordagem CCR. Para tanto se inclui na formulação matemática uma restrição de convexidade.

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{Sujeito a: } & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & N'_1 \lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

em que N'_1 é a forma transposta de um vetor $n \times 1$ de algoritmos unitários.

Uma hipótese intrínseca à técnica DEA é a homogeneidade das unidades analisadas. Assume-se que as atividades das unidades são semelhantes e o produto ou serviço gerado são

comparáveis. Se assim não for, incorre-se em erros de avaliação. Entretanto, este problema pode ser contornado³. Para o problema aqui considerado, os insumos e produtos utilizados pelas empresas são os mesmos, de modo que isso não representa um impedimento à análise. A principal restrição à comparação entre firmas são características ambientais, como área de abrangência, população, fatores climáticos e outros, problema este contornado apenas por Tupper e Resende (2004). Apesar desta limitação, o cálculo dos escores para todas as firmas agregadas representa um importante indicativo de desempenho.

Se os resultados das abordagens CCR e BCC são iguais diz-se que a DMU possui eficiência de escala, opera de forma ótima. Se os valores de eficiência técnica encontrados em cada modelo são diferentes para uma dada DMU, diz-se ineficiente à escala. A eficiência/ineficiência de escala é dada pela razão dos valores encontrados para eficiência técnica em cada abordagem.

Segundo Carmo e Távora Jr. (2003), far-se-á uso de ambas as abordagens, sendo aplicadas com orientação a insumos, visto que o serviço de saneamento constitui elemento vital e seu fornecimento uma obrigatoriedade constitucional. Assim, a dado nível de produto busca-se otimizar os recursos produtivos.

3.2 Fonte de dados e variáveis em análise

Os dados correspondentes às variáveis consideradas neste estudo são de origem do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), referentes ao período de 2003 e 2008. Desenvolvido pelo Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), o SNIS constitui um banco de dados com informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de água e de esgoto e sobre os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos. Os dados são atualizados anualmente para uma amostra de prestadores de serviços de saneamento básico do Brasil.

Segundo o SNIS, em 2008, o país possuía ao menos 905 prestadores de serviços de abastecimento de água e, ou, esgoto; destes, 661 integravam o Sistema, perfazendo um banco com quase 700 mil dados agregados. Dentre os que faziam parte do SNIS, 95% eram de abrangência local e 88% de natureza pública. As regiões

³ Dyson *et al.* (2001) listam sete armadilhas e protocolos na utilização da técnica DEA, entre elas o não respeito à hipótese de homogeneidade das unidades.

Norte/Nordeste, as mais pobres do Brasil, contavam com 167 prestadores de serviços de rede de saneamento, 59 dos quais realizavam prestação de serviço de esgotamento sanitário.

A escolha das variáveis de produto e insumo é crucial para a consecução dos objetivos propostos. Como o interesse repousa sobre os impactos potenciais da eficiência técnica das firmas sobre saúde pública, construiu-se um cenário ligeiramente diferente do estudo de Carmo e Távora Jr. (2003), mantendo inalterados os pesos atribuídos, 1:1. Em vez de considerar a extensão da rede de esgoto de cada firma em quilômetros e o número total de pessoas empregadas, optou-se pelo dimensionamento dessas variáveis ao tamanho da firma. Assim, adotou-se como insumo a extensão da rede de esgoto por ligações, o volume de esgoto coletado e um índice de produtividade dado pelo razão entre a quantidade de economias ativas (o número de domicílios atendidos) e o número total de empregados. Do lado do produto, em vez de utilizar o volume de esgoto faturado, optou-se pelo volume de esgoto tratado, como referência imediata de indicador de saúde pública. Deste modo, os produtos considerados no estudo são volume de esgoto tratado e número de domicílios (economias ativas) atendidos por rede de esgoto.

Os pares de comparação são as próprias firmas das regiões Norte/Nordeste que realizam a prestação de serviço de esgotamento sanitário. Assume-se que se, sob tal comparação, nessas regiões, onde o déficit deste serviço é grande, há elevado número de firmas com baixa eficiência técnica, maior seria o número de firmas ineficientes caso os pares fossem as de regiões com boa cobertura do serviço.

Por insuficiência de informações, 11 prestadores de serviço de esgotamento foram excluídos do exercício, de modo que a amostra é composta por 48 firmas.

4 Resultados e discussão

Escolhida as variáveis, sob os critérios expostos, foi calculada a eficiência técnica nas abordagens CCR (retornos constantes à escala) e BCC (retornos variáveis à escala) para todas as firmas prestadoras do serviço de esgotamento sanitário nas regiões Norte e Nordeste do Brasil no ano de 2008. Os resultados dos cálculos em cada abordagem estão indicados na Tabela 1. Na última coluna, está a eficiência de escala (EE) de cada firma.

Uma firma é dita eficiente se não existem folgas (desperdício) de insumos e produtos, isto é, se se encontram na função fronteira gerada. Se a eficiência técnica é igual a um a firma é eficiente; caso contrário, há espaço para melhoria ajustando a quantidade de um ou mais insumos e, ou, produtos.

Do total de prestadores de serviços de esgotamento sanitário naquelas regiões, apenas 68,75% deles operavam com eficiência técnica, em 2008. Os estados do Ceará, Pernambuco, Tocantins, Amapá, Piauí, Roraima e Sergipe não apresentaram nenhuma firma ineficiente no ano de 2008, em que pese o fato dos quatro últimos possuírem apenas uma companhia sob análise; destaque para o Ceará, que obteve resultado positivo para todas as dez firmas analisadas, sendo apenas uma de abrangência regional (CAGECE).

Ressalve-se que parcela das firmas consideradas eficientes na Tabela 1 pode ser consequência de impossibilidade de comparação da firma com as demais (*default*), e não por ser superior. Por outro lado, como se excluíram da amostra aquelas com informação incompleta e o número de variáveis de insumos e produtos é pequeno, esta possibilidade é reduzida.

O número de vezes que cada firma considerada eficiente aparece como referência àquelas tidas como ineficientes fornece um indicativo de desempenho. Quanto maior a frequência no grupo de referência, mais provável ser considerada líder global (*benchmark*), modelo de comparação, na medida em que consegue gerir o processo produtivo de forma mais eficiente, comparativamente aos seus pares. O Gráfico 1 ilustra as firmas com maiores frequências no grupo de referência nas abordagens CCR e BCC para o ano de 2008.

O prestador de serviço de esgotamento sanitário do município de Iati, Pernambuco, de administração pública direta e abrangência local, foi o que mais vezes apareceu no grupo, em ambas as abordagens, e é, portanto, líder global, a firma modelo. A firma de abrangência regional melhor posicionada no grupo de referência foi a CAERN/RN, ao lado da HIDROFORTE/TO.

Passando à análise das firmas mais ineficientes, tem-se que estas se concentram em seis estados, quatro na região Norte (Roraima, Pará, Acre e Amazonas) e dois na região Nordeste (Maranhão e Bahia). As firmas CAERD/RO, CAEMA/MA e COSANPA/PA atingiram os menores escores de eficiência, respectivamente, 35,4%, 51,3% e 52,5% pela

Tabela 1. Escores de eficiência das firmas de esgotamento sanitário nas regiões Norte e Nordeste do Brasil em 2008*.

Table 1. Efficiency scores of sewage firms in the North and Northeast of Brazil in 2008.

UF	Empresa	CCR (%)	BCC (%)	EE
AC	SAERB	57,0	62,3	0,92
AL	CASAL	96,0	96,0	1,00
	SAAE_SMiguelC	96,4	97,0	0,99
AM	ADA	79,9	79,9	1,00
	SAAE_PreFig	33,1	76,9	0,43
AP	CAESA	100	100	1,00
BA	EMASA	55,6	58,9	0,94
	EMBASA	100	100	1,00
	SAAE_BA (5)	100	100	1,00
	SAAE_Alagoinh	75,8	75,8	1,00
	SAAE_Itapeti	52,6	60,6	0,87
CE	CAGECE	100	100	1,00
	SAAE_CE (9)	100	100	1,00
MA	CAEMA	37,7	51,3	0,73
	SAAE_Bacabal	80,0	80,0	1,00
PA	COSANPA	50,4	52,5	0,96
	SAAEB	100	100	1,00
PB	CAGEPA	97,1	97,2	1,00
	PMPJM	100	100	1,00
PE	COMPESA	100	100	1,00
	PM_Iati	100	100	1,00
PI	AGESPISA	100	100	1,00
RN	CAERN	100	100	1,00
	PM_SerraNegra	100	100	1,00
	SAAE_RN (2)	100	100	1,00
	SAAE_CE-Mirim	98,9	98,9	1,00
	SAAE_StaCruz	93,0	93,0	1,00
RO	SAAE_ADOeste	100	100	1,00
	SAAEC	100	100	1,00
	CAERD	33,3	35,4	0,94
RR	CAER	100	100	1,00
SE	DESO	100	100	1,00
TO	HIDROFORTE	100	100	1,00
	SAAE_Ananás	100	100	1,00
	SANEATINS	100	100	1,00

Nota: (*) Os prestadores de serviços locais denominados SAAE foram agregados. O número de SAAE eficientes de cada estado está indicado entre parênteses.

Fonte: Resultado de pesquisa.

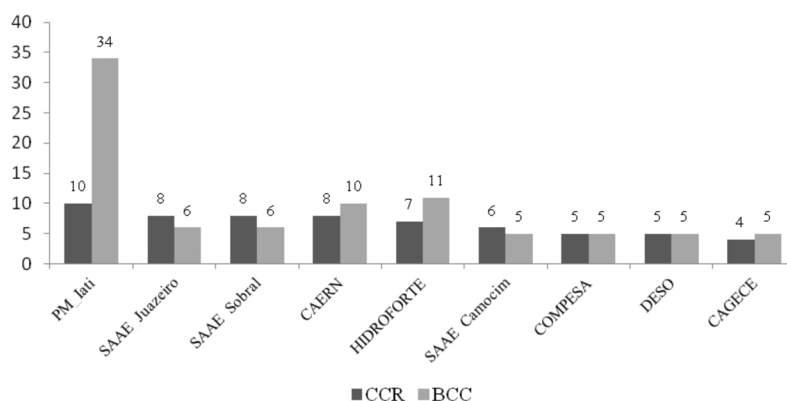


Gráfico 1. Frequência no grupo de firmas de referências nas abordagens CCR e BBC, em 2008.

Graph 1. Frequency among the benchmark firms on approaches CCR and BCC in 2008.

Fonte: Resultado de pesquisa

abordagem BCC, posição esta quase inalterada na abordagem CCR. A razão da ineficiência nestas firmas é dada, principalmente, por dois elementos (ou folgas)⁴: extensão da rede de esgoto por ligação e volume de esgoto tratado.

Isso significa que, primeiro, a rede de esgoto instalada por ligação é superior ao que seria eficiente na prestação de serviço de esgotamento sanitário aos atuais níveis. Há, portanto, uma folga neste insumo, que deve ser ajustado para as firmas se tornarem eficientes. E, segundo, o volume de esgoto tratado nestas firmas, em 2008, foi inferior aos volumes de seus pares de comparação, relativamente. As firmas CAERD/RO, CAEMA/MA e COSANPA/PA, as que obtiveram os menores escores de eficiência, conforme indicado, trataram, naquele ano, 0%, 20,3% e 10,3%, respectivamente, de todo o esgoto coletado, níveis baixíssimos relativamente aos seus pares, justificando o atributo de ineficientes.

A ineficiência de escala foi menos expressiva que a ineficiência técnica, pois somente 16,6% das firmas foram assim enquadradas, concluindo-se que quase metade das firmas operavam com ineficiência puramente técnica. O resultado indica que, a despeito da sobreutilização de alguns insumos nas firmas ineficientes, estas conseguem auferir retornos de escala. Não é possível verificar nenhuma vantagem se a firma é de abrangência regional ou local.

Uma constatação imediata da análise dos resultados é que a maior parcela das firmas operando com baixa eficiência técnica se

situava nos estados mais deficitários em serviços de saneamento básico, e especialmente de esgotamento. Conforme destacado, segundo PNSB de 2008, naquele ano, as regiões Norte e Nordeste do Brasil possuíam as menores coberturas do serviço de esgotamento – apenas 22,4% dos domicílios tinham acesso à rede de coleta de esgoto na região Nordeste, enquanto na região Norte este percentual não superava 4%. São estas regiões, por consequência, as que apresentavam menor proporção de municípios com tratamento de esgoto.

Três dos quatro estados da região Norte identificados com firmas com baixos escores de eficiência técnica situam-se entre aqueles com menor proporção de municípios com tratamento de esgoto, 3,8%, 4,2%, 4,8%, respectivamente Rondônia, Pará e Amazonas, sugerindo uma relação direta entre a cobertura da prestação de serviço de esgotamento e o nível de eficiência técnica da firma. O mesmo vale para a CAEMA/MA, uma das firmas menos eficientes; o estado do Maranhão, segundo visto, é o que apresenta o pior indicador, 1,4%, no critério sob consideração.

O cálculo dos escores de eficiência para o ano de 2003 permite avaliar a evolução da eficiência técnica das firmas ao longo do período 2003-2008. Naquele ano, apenas dois terços das firmas que disponibilizaram todas as informações no SNIS em 2008 também o fizeram. Assim sendo, a análise da evolução da eficiência técnica foi realizada com 32 prestadores de serviço de esgotamento sanitário.

⁴ A relação completa dos melhoramentos potenciais das firmas ineficientes encontra-se disponível com os autores.

A eficiência técnica nas abordagens CCR e BCC, bem como a eficiência de escala de cada firma das regiões Norte e Nordeste, em 2003, está indicada na Tabela 2.

O resultado para o ano de 2003 revela que 17 das 20 empresas operando com eficiência técnica naquele ano mantiveram sua condição em 2008. Mesmo as três firmas que deixaram de ser eficientes divergiam pouco daquelas na função fronteira de eficiência. Esse resultado comprova a tendência da firma de, uma vez atingida a eficiência técnica, buscar a manutenção dessa condição, gerenciando, assim, da melhor forma o processo produtivo.

As maiores variações nas abordagens CCR e BCC conjuntamente, em mesmo sentido, entre os anos 2003 e 2008, foram registradas por firmas dos estados de Amazona, Amapá, Pará, Maranhão e Bahia, sendo para os estados da região Norte uma variação positiva. A companhia ADA/AM registrou uma elevação no escore de eficiência técnica de até 125%, dependendo da abordagem tomada por referência, enquanto a COSANPA/PA de até 20,82% entre 2003 e 2008. Apesar do aumento, nenhuma delas operava com eficiência técnica em 2008, sendo que a última era uma das menos eficientes das regiões Norte/Nordeste,

Tabela 2. Escores de eficiência das firmas de esgotamento sanitário nas regiões Norte e Nordeste do Brasil em 2003.

Table 2. Efficiency scores of sewage firms in the North and Northeast of Brazil in 2008.

UF	Empresa	CCR (%)	BCC (%)	EE
AC	SAERB	44,82	84,27	0,53
AL	CASAL	100	100	1,00
	SAAE_SMiguelC	80,87	100	0,81
AM	ADA	35,51	53,15	0,67
AP	CAESA	92,31	92,31	1,00
BA	EMASA	91,56	96,38	0,95
	EMBASA	100	100	1,00
	SAAE_BA (3)	100	100	1,00
	SAAE_Juazeiro	83,32	97,21	0,86
CE	CAGECE	100	100	1,00
	SAAE_CE (4)	100	100	1,00
MA	CAEMA	58,24	84,40	0,69
	SAAE_Bacabal	30,60	100	0,31
PA	COSANPA	41,69	50,52	0,83
	SAAEB	100	100	1,00
PB	CAGEPA	100	100	1,00
PE	COMPESA	100	100	1,00
PI	AGESPISA	100	100	1,00
RN	CAERN	95,37	97,48	0,98
	SAAE_RN (2)	100	100	1,00
	SAAE_StaCruz	56,31	97,31	0,58
RO	CAERD	32,54	91,16	0,36
	SAAEC	100	100	1,00
RR	CAER	100	100	1,00
SE	DESO	100	100	1,00
TO	SANEATINS	100	100	1,00

Fonte: Resultado de pesquisa.

conforme visto. Outra que elevou sua eficiência técnica entre o período foi a CAESA/AP, 8,33%, tornando-se eficiente.

Em que pese o fato de não serem eficientes, elevar seus escores de eficiência técnica é desejável. A população total atendida pela ADA/AM e COSANPA/PA, em 2008, superava 2,7 milhões de habitantes, figurando as maiores concentrações na região Norte. Uma análise de correspondência sugerida entre a elevação do nível de eficiência das firmas e o impacto gerado pode ser extraída a partir da evolução de indicadores de saúde pública nas regiões atendidas pelas prestadoras de serviço de esgotamento. A taxa de mortalidade por diarreia, gastroenterite de origem infecciosa presumida, infecções intestinais e cólera de crianças com até 4 anos constitui um bom indicador de referência para esse fim.

Segundo o DATASUS, o estado do Amazonas possuía, em 2003, a maior taxa de mortalidade do país de crianças com até 4 anos, vítimas das causas citadas, 2,4 por 100 internações. Em 2008, essa taxa foi reduzida para 0,08, fazendo com que o estado passasse a ter o melhor desempenho da região Norte. Em Manaus, área de atuação da firma avaliada com maior evolução de seu escore de eficiência técnica entre o período 2003 e 2008, essa taxa oscilou de 4,94 para 0,13, uma variação acentuada. Sugere-se, assim, que o aumento de eficiência verificado tenha contribuído para o resultado positivo na saúde pública.

Indicativos similares são oferecidos por empresas que experimentaram aumentos de escores de eficiência técnica significativos, que, conforme visto, não são muitas considerando a tendência à manutenção da eficiência, uma vez atingida. A cidade de Belém, Pará, atendida pela COSANPA, no período sob consideração, conseguiu reduzir a taxa de mortalidade de 0,26 por 100 internações para 0,04.

Contudo, se a correspondência entre eficiência técnica das firmas prestadoras do serviço de esgotamento sanitário e saúde pública é aparentemente imediata, a verdadeira sensibilidade da relação é difícil prever agregadamente. A diversidade de aspectos envolvidos no tocante a questões de política de ocupação territorial, de saúde e fenômenos naturais é complicadora da mensuração do real impacto; se for verdade que firmas que operam com

eficiência técnica proporcionam melhor qualidade de vida via maior volume de esgoto tratado e domicílios atendidos por rede de esgoto, impactando assim positivamente a saúde pública, deve-se levar em consideração também, como é consensual, o poder explicativo de variáveis políticas e naturais. Um indicativo disso é que, apesar de variações negativas no escore de eficiência de algumas firmas de esgotamento sanitário entre 2003 e 2008, caso da CAEMA/MA e da EMASA/BA, não se verificou uma piora nos indicadores de saúde pública⁵, sugerindo melhor investigação.

5 Conclusão

Este estudo teve início expondo a importância do saneamento básico para o desenvolvimento socioeconômico, destacando principalmente sua relação com questões de pobreza e saúde pública. Sinalizou ainda uma tendência de firmas que operam o serviço de saneamento básico com eficiência técnica a contribuir para minorar a pobreza e a mortalidade associada à carência do serviço. Para testar a associação, procedeu-se à investigação da eficiência técnica de todas as companhias de coleta e tratamento de esgoto das regiões Norte e Nordeste do Brasil em 2003 e 2008, as mais carentes da prestação do serviço.

Os resultados mostram que, em 2008, apenas 68,75% das firmas daquelas regiões operavam com eficiência técnica. Em 2003, para uma amostra um pouco reduzida, o número de firmas eficientes era de 62,50%. Apenas cinco estados obtiveram eficiência técnica para todas as suas firmas, em 2008. Os estados de Pernambuco, Ceará, Tocantins, Piauí e Sergipe foram os que mais se destacaram. É do primeiro a firma que mais vezes fez parte do grupo de referência às demais.

As firmas com menores escores de eficiência técnica concentram-se, predominantemente, em estados deficitários em serviços de esgotamento sanitário, como Rondônia, Pará, Maranhão e Amazonas. A razão da ineficiência decorre principalmente de uma sobreutilização da rede de esgoto por ligações e pelo não tratamento do esgoto coletado. Apesar disso, algumas ainda conseguem auferir retornos de escala, indistintamente da área de abrangência.

⁵ A taxa de mortalidade por diarreia, gastroenterite de origem infecciosa presumida, infecções intestinais e cólera de crianças com até 4 anos nas regiões atendidas pela CAEMA/MA e pela EMASA/BA, São Luís e Itabuna, respectivamente, oscilou de 2,47 e 2,45 por 100 internações, em 2003, para 0,49 e 0,39, em 2008.

A evolução dos escores de eficiência entre 2003 e 2008 indica tendência da firma de manter a condição de eficiência técnica, depois de atingida. A melhor evolução no período foi registrada pelas firmas de esgotamento sanitário com atuação em Manaus e Belém, as cidades mais populosas da região Norte do país. No mesmo período, experimentou-se, nestas localidades, expressiva queda da taxa de mortalidade associada a doenças decorrentes de carência de esgotamento sanitário, sugerindo que o aumento de eficiência verificado tenha contribuído positivamente na saúde pública. Embora bastante aceitável, pois verificada para a maioria dos casos, a sensibilidade dessa associação deve ser vista com cautela. Deve-se esperar que o impacto seja diferente para cada caso, na medida em que se admite a influência de outras variáveis, no que tange a questões de política de ocupação territorial, de saúde e fenômenos naturais, principalmente. Seria de grande valor um trabalho que conseguisse captar satisfatoriamente a influência de cada variável. Nesta direção, por exemplo, a consideração de modelos DEA com variáveis ambientais representa um avanço.

Uma última nota diz respeito à qualificação do resultado aqui exposto. Dizer que todas as firmas prestadoras do serviço de esgotamento sanitário de determinado estado operam com eficiência técnica não significa dizer que a população do estado não enfrente carência do serviço, mas que, dentre as firmas sob comparação, as firmas conseguem fazer igual ou melhor uso dos recursos disponíveis e, portanto, de suas potencialidades. Embora, entre 2000 e 2008, 79,9% dos municípios tenham ampliado ou melhorado seu sistema de esgotamento, naquele ano, 2008, menos da metade da população brasileira possuía rede coletora de esgoto e menos de 1/3 dos municípios o tratavam. Estão por vir ainda muitos avanços na cobertura de saneamento básico no Brasil, levando à melhoria da qualidade de vida de milhões de pessoas.

Referências

- BARRETO, M.L.; STRINA, A.; PRADO, M.; COSTA, M.C.; TEIXEIRA, M.G.; MARTINS JÚNIOR, D. 1997. Saneamento básico e saúde: fundamentos científicos para avaliação do impacto epidemiológico do programa de saneamento ambiental da Baía de Todos os Santos (Bahia Azul). In: L. HELLER, L.R.S. MORAES, T.C.N. MOINTEIRO (org.), *Saneamento e saúde nos países em desenvolvimento*. Rio de Janeiro, CC&P Editores, p. 9-35.
- CALAGUAS, B.; O'CONNELL, M. 2002. Poverty reduction strategy papers and water: Failing the poor? Water Aid Discussion Paper. London. Water Aid, 8 p. [Mimeo].
- CARMO, C.M.; TÁVORA JR., J.L. 2003. Avaliação da eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando a metodologia DEA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA – ANPEC, 31, 2003, Porto Seguro. *Anais...* Rio de Janeiro, ANPEC, 2003, vol. 1, p. 220-240.
- CARRERA-FERANADEZ, J.; MENEZES, W.F. 1999. A avaliação contingente e a demanda por serviço público de esgotamento sanitário: uma análise a partir da região do Alto Subaé – Bahia In: ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 1999, Recife. *Anais...* Recife, ECOECO, 1999, vol. 1, p. 1-20.
- CARVALHO, A.O.; NAVES, R. 2008. Aspectos técnicos, econômicos e sociais do setor de saneamento: uma visão jurídica. In: A.C. GALVÃO JUNIOR, M.M.A.F. XIMENES (org.), *Regulação: normatização da prestação de serviços de água e esgoto*. Fortaleza, Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará, vol. 1, p. 73-89.
- DYSON, R.G.; ALLEN, R.; CAMANHO, A.S.; PODODINOVSKI, V.V.; SARRICO, C.S.; SHALE, E.A. 2001. Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, **132**(2):245-259. [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00149-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00149-1)
- FARIA, R.C.; SOUZA, G.S.; MOREIRA, T.B. 2005. Public versus private water utilities: empirical evidence for Brazilian companies. *Economics Bulletin*, **8**(2):1-7. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8586.2005.00212.x>
- FARRELL, M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, **120**:253-290. (Series A). <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>
- FERREIRA, M.A.M. 2005. *Eficiência técnica e de escala de cooperativas e sociedades de capital na indústria de laticínios do Brasil*. Viçosa, MG. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 166 p.
- FREITAS, M.A.A.; BARBOSA, A.C. 2008. Normatização tarifária: uma contribuição para as discussões no âmbito das agências reguladoras. In: A.C. GALVÃO JUNIOR, M.M.A.F. XIMENES (org.), *Regulação: normatização da prestação de serviços de água e esgoto*. Fortaleza, Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará, vol. 1, p. 73-89.
- GALVÃO Jr., A.C.; PAGANINI, W.S. 2009. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, **14**:79-88.
- GOMES, A.P.; BAPTISTA, A.J.M.S. 2004. Análise Envolvória de Dados: conceitos e modelos básicos. In: M.L. SANTOS, W.C. VIEIRA (ed.), *Métodos quantitativos em economia*. Viçosa, Editora UFV, p. 121-160.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/default.asp>. Acesso em: 22/04/2011.

- KRONEMBERGER, D.M.P.; CLEVELARIO JUNIOR, J. 2011. Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde: um diagnóstico da situação nos 81 municípios brasileiros com mais de 300.000 habitantes. Disponível em: www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/templates/trata.../esgotamento.pdf. Acesso em: 22/04/2011.
- LUDWIG, K.M.; FREI, F.; ALVARES FILHO, F.; RIBEIRO PAES, J.T. 1999. Correlação entre condições de saneamento básico e parasitoses intestinais na população de Assis, Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, **32**:547-555.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86821999000500013>
- MOTTA, S.R.; MOREIRA, A.R.B. 2004. Efficiency and regulation in the sanitation sector in Brazil. In: JORNADA DE ESTUDOS DE REGULAÇÃO DO IPEA, 1, Rio de Janeiro, 2004. *Anais...* Rio de Janeiro, IPEA, p. 1-19.
- POSSAS, M.L.; PONDÉ, J.L.; FAGUNDES, J. 1997. Regulação da concorrência nos setores de infraestrutura no Brasil: um enfoque alternativo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 22, Recife. *Anais...* Recife, ANPEC, p. 1446-1465.
- OHIRA, T.H. 2005. *Fronteira de eficiência em serviços de saneamento no Estado de São Paulo*. Piracicaba, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 109 p.
- OHIRA, T. H.; TUROLLA, F. A. 2005. Economia e regulação do setor de saneamento básico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMISTAS, 16, 2005, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, p. 1-20.
- SANTOS, V.F.; VIEIRA, W.C.; RUFINO, J.L.S.; LIMA, J.R.F. 2009. Análise da eficiência técnica de talhões de café irrigados e não-irrigados em Minas Gerais: 2004-2006. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, **47**:677-698.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032009000300007>
- SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; ANGULO MEZA, L.; GOMES, E.G.; BIONDI NETO, L. 2005. Curso de Análise de Envoltória de Dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, n. 37, 2005, Gramado. *Anais...* SBPO, p. 2520-2547.
- TUPPER, H.C.; RESENDE, M. 2004. Efficiency and regulatory issues in the Brazilian water and sewage sector: An empirical study. *Utilities Policy*, **12**:29-40.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jup.2003.11.001>
- TUROLLA, F.A. 2002. Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. Brasília, IPEA. (Texto para Discussão n. 922).

Submetido: 31/07/2012
Aceito: 25/02/2013