

EFICIÊNCIA NA GESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO E SEUS IMPACTOS SOBRE A PROMOÇÃO DA SAÚDE: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS – DEA

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz (UFPE)
Francisco de Sousa Ramos (UFPE)

RESUMO

Neste trabalho analisa-se a eficiência da gestão pública no que se refere à atenuação da mortalidade infantil. Em muitas regiões brasileiras há uma baixa cobertura dos sistemas de saneamento básico. Esse déficit na oferta *per se* está diretamente associada à mortalidade infantil para menores de cinco anos, contudo a oferta de má qualidade do serviço também causa efeito semelhante. Desse modo, neste trabalho, se considerou como objetivo primordial do saneamento básico melhorar o bem-estar da população, o que se traduz na elevação do número de crianças acima de cinco anos sobreviventes para cada mil nascidos. Como resultado, verificou-se que todos os Estados da região Sul são eficientes, enquanto que os do Sudeste não são tão bem quanto estes, mas apresentam um *score* próximo a 100%, com exceção de Rio de Janeiro e Minas Gerais. Os Estados do Nordeste apresentam uma baixa eficiência. No Norte, a maioria das unidades foi ineficiente, porém melhores que as unidades nordestinas. Ao se comparar esses resultados com o indicador de mortalidade infantil, percebe-se no Nordeste a escassez de infraestrutura complementa-se com a ineficiência e produz um efeito perverso que faz a região apresentar a mais alta TMI nacional.

PALAVRAS-CHAVE: saneamento básico, mortalidade infantil, eficiência, DEA.

ABSTRACT

This paper analyzes the public administration efficiency regarding the attenuation the attenuation of infant mortality. In many brazilian regions there is a low coverage of sanitation systems. This deficit in supply *per se* is directly associated with infant mortality for children under five years, however the poor quality supply of service also causes a similar effect. Thus, in this work, we applied the methodology Data Envelopment Analysis - DEA to analyze the efficiency of companies. However, it was considered as the primary objective of sanitation to improve the population welfare, which is translated by the elevation in the number of over-five-year children who were born survivors for each thousand. As a result, it was found that all the states in the South region are efficient, while the South East are not as good as these, but have a score close to 100%, with the exception of Rio de Janeiro and Minas Gerais. In the North, most units were inefficient, but better than the Northeast. When comparing these results with the indicator of infant mortality, it is perceived in the Northeast scarcity of infrastructure is complemented by the inefficiency and produces a perverse effect that makes the region have the highest IMR nationally.

KEYWORDS: sanitation, infant mortality, efficiency, DEA.

1. INTRODUÇÃO

Os Serviços de Abastecimento de Água e de Coleta de Esgoto – SAACE, em muitos países em desenvolvimento, apresentam-se bastante depreciados e muito distantes de atingir a universalização do atendimento (TUROLLA, 2002; RIVERA, 1996). Mais de 2,6 bilhões de pessoas no mundo não possuem acesso a um sistema sanitário adequado e aproximadamente 900 milhões de habitantes não utilizam água potável (WHO, 2010).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, o uso inapropriado do saneamento básico e de água constitui um dos maiores riscos de mortalidade. Além disso, possui um efeito perverso adicional por estar mais ligado às regiões de baixo poder aquisitivo – 99% de sua ocorrência são em países em desenvolvimento. Ele está associado a um grupo de cinco fatores de risco¹ que, conjuntamente, são responsáveis por 25% da mortalidade mundial e 84% dessas mortes associadas a crianças (WHO, 2009). Ademais, ele está diretamente associado à diarreia, a qual é uma das principais causas de mortalidade de crianças menores de 5 anos (BLACK et al., 2003).

A *United Nations Children's Fund* – UNICEF elabora um *ranking* dos países de acordo com o número de crianças abaixo de 5 anos que morrem para cada 1.000 nascidas no ano, denominado de *Under five Mortality Rate* - U5MR. Em outras palavras, ele mede a probabilidade que uma criança tem de morrer antes do quinto aniversário. Este indicador é do tipo “quanto menor melhor”. Na lista de 2007, o Brasil tem um U5MR de 22 crianças, o que o coloca numa posição intermediária, 107^a. Esta situação é pior que a do Peru (com U5MR de 20 crianças), da Colômbia (20), da Argentina (16) e do Uruguai (14) (UNICEF, 2009), todos esses países pertencentes à América Latina.

Uma das possíveis causas para esse resultado é o baixo percentual da população que é atendida pelos serviços essenciais de saneamento básico: segundo informações da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada em 2008, o País possui apenas 44% dos domicílios com acesso à rede geral de esgoto e tem 78,6% das residências com acesso à rede geral de abastecimento de água, o que representa mais de 12 milhões de domicílios sem acesso (BRASIL, 2008).

Além disso, segundo essa pesquisa, em 2008, no que se refere à qualidade da água, 18% dos municípios brasileiros distribuíam a água sem tratamento algum (floculação, decantação, filtração e desinfecção), em que a região que possuía o maior número de municípios nesta situação era o Norte (20,8%) seguido do Nordeste (7,9%). Em 23,4% dos municípios ocorreu racionamento de água, sendo o Nordeste a região com o maior percentual de água racionada, com 40,5% dos seus municípios em racionamento.

No tocante à eficiência, em média 40% das águas injetadas na rede se perdem – não são faturadas (SNIS, 2008). Esse indicador é reflexo da quantidade de vazamentos ocorridos no país, do baixo índice de micromedição e do subfaturamento. Ele é um indício de alta ineficiência no setor (WHO; UNICEF, 2000 p. 25), que pode ser decorrente da estrutura institucional vigente, dos conflitos federativos e do subsídio cruzado.

Do ponto de vista institucional, o caso brasileiro apresenta certa heterogeneidade. A maioria das empresas é controlada pelos governos – estaduais ou municipais. As Companhias Estaduais de Saneamento Básico - CESBs abrangem mais de 70% da população brasileira e existem em todos os Estados brasileiros e o Distrito Federal, com exceção de Mato Grosso (SNIS, 2008).

Existem alguns conflitos decorrentes dessa estrutura atual, na qual os Estados detentores de CESBs se opõem à desvinculação de alguns municípios que possuem uma considerável lucratividade e desejam um Sistema de Abastecimento de Água e de Coleta de

¹ Os cinco fatores de risco são: (1) crianças abaixo do peso, (2) sexo sem prevenção, (3) uso de álcool, (4) uso de água e esgotamento sanitário inadequados e (5) pressão sanguínea alta (WHO, 2009 p. v)

Esgoto - SAACE autônomo municipal (SANEAR, 2010). Um dos motivos para este conflito reside na prática do subsídio cruzado, situação na qual uma parcela da população paga além do preço real dos serviços para manter a prática de tarifas abaixo do custo para a outra parte da população.

Segundo Estache (2003), na questão dos subsídios cruzados, em geral, pode ocorrer que indivíduos bem acima da linha de pobreza apropriem-se deste benefício em detrimento de muitos cidadãos que não se apresentam tão bem quanto aqueles e, mesmo assim, o subsidiam.

Essa questão está relacionada também com a capacidade de pagamento do consumidor – *affordability*. Segundo Carvalho et al. (2010), se os custos incorridos da captação, tratamento e conservação da água, bem como os investimentos, são inclusos no valor tarifário, pode ocorrer que muitos consumidores se tornem inadimplentes. No Brasil, 11 das empresas de abrangência regional possuem mais de 10% de inadimplência, dentre as quais 10 estão localizadas no Norte e Nordeste (BRASIL, 2009).

Desse modo, é fato que o índice de cobertura do SAACE nacional está muito aquém do desejado. No entanto, este não é o único problema do setor: a qualidade da oferta deste serviço é outro problema, pois ela não tem se mostrado satisfatória, visto que o percentual de municípios que não tratam a água ofertada é considerável – ou mesmo os que trabalham sob o regime de racionamento – e que o índice de perdas de faturamento está elevado.

Isso torna evidente que o problema do setor não reside apenas no déficit do serviço, mas também na eficiência da gestão do saneamento básico. Portanto, esse nível de eficiência precisa ser mensurado, para que os agentes públicos possam interferir no setor de forma a garantir que os recursos sejam utilizados da melhor maneira possível e mais vidas possam ser poupadas.

Alguns trabalhos já analisaram a eficiência do setor. Contudo, eles sempre consideraram as empresas de saneamento básico sob a ótica do atendimento ao maior número de domicílios dada a quantidade de recursos disponíveis. No entanto, nessas análises, se considerou como homogêneos os serviços de água e de esgoto ofertados no país, o que, conforme os dados já apresentados, não procede.

Dentre os trabalhos com aquela abordagem, está o de Carmo e Távora Jr. (2003), que utilizaram a metodologia *Data Envelopment Analysis* – DEA para analisar a eficiência das companhias de saneamento nacional do tipo CESB no ano de 2000, as quais tinham como produto os volumes de água e de esgoto faturados e as quantidades de economias ativas de água e esgoto. Eles identificaram que 18 das 26 empresas analisadas possuíam 100% de eficiência, sendo que a CESAN-ES foi considerada referência de eficiência e a CAEMA-MA como o pior dos casos, com 68,87%.

Tupper e Resende (2004) utilizaram a mesma metodologia e produtos semelhantes ao modelo proposto por aqueles autores, contudo consideraram haver uma heterogeneidade na função de produção entre as regiões, a qual foi tratada e corrigida. Eles obtiveram dados de 20 CESBs para os anos de 1996 a 2000. Como resultado, a CAEMA alcançou uma alta eficiência e, contrariamente ao estudo anterior, a CESAN ficou com um *score* de eficiência bem abaixo.

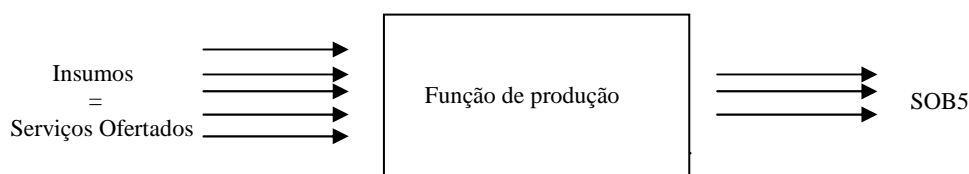
Sabbioni (2007) analisou as companhias regionais e municipais do SAACE nacional no período compreendido entre 2000 e 2004. Ele utilizou, para isso, metodologias paramétricas, como a estimação da função custo e a regressão por dados em painel. Como resultado, ele identificou haver economias de escala no setor ao ponto de sugerir que as empresas do setor ao nível estadual são mais eficientes que as municipais.

A essência do serviço de saneamento básico é promover o bem-estar da população, o que está intrinsecamente associado à redução da mortalidade ocasionada pela oferta de má qualidade, ou mesmo pela ausência deste serviço. O Governo possui instrumentos que, associados ao SAACE, combatem esta mortandade, que ocorre principalmente em menores de 5 anos de idade.

Sendo assim, o principal objetivo do Estado com o saneamento básico é reduzir a Taxa de Mortalidade de Menores 5 anos de idade – TMM5. Essa meta é obtida à medida que recursos estejam disponíveis e que sejam administrados de um modo eficiente – qualidade na oferta do serviço. Aquele já é um problema amplamente abordado em literatura e jornais, enquanto a eficiência precisa ser mais explorada.

As atividades do governo, no que se refere ao saneamento básico, podem ser resumidas em uma função de produção, na qual os insumos são os serviços oferecidos que objetivam um resultado, que é o de redução da mortalidade de menores de cinco anos, ou, de modo inverso, a elevação do número de menores de 5 anos sobreviventes – SOB5. O Gráfico 1 representa um esquema dessa função, em que o governo é o administrador do processo que define a proporção dos insumos e a tecnologia a ser utilizada e obtém produto almejado.

Gráfico 1 – Função de Produção do Governo



Desse modo, o tipo de tecnologia escolhida pelo Estado – forma de gestão do saneamento, parcerias público-privadas, etc. – e a proporção dos insumos – grau de cobertura por redes de abastecimento de água, o grau de cobertura por redes coletoras de esgoto, etc. – interferem no resultado final. O Governo, então, pode adotar uma gestão em que, dados os insumos, obtém-se a maior produção possível, o que se traduz em eficiência técnica.

O objetivo deste trabalho é o de mensurar o quão eficientes estão sendo os governos estaduais brasileiros na gestão do saneamento básico para melhorar o bem-estar da população com a redução da mortalidade infantil para os menores de cinco anos de idade. A metodologia escolhida para isso foi a DEA.

Além desta introdução, este trabalho tem uma revisão da literatura, na qual é realizada uma explanação sobre a metodologia escolhida e sobre os principais trabalhos que utilizam a DEA com fins semelhantes ao objetivado. Na seção 3, é descrita a forma da pesquisa e os dados a serem utilizados. Na seção 5, são apresentados os resultados e discussão e, por fim, há uma conclusão.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Formas de mensurar eficiência

Segundo Marques (2005), os métodos de mensuração do nível de eficiência subdividem-se em paramétricos e não-paramétricos. O primeiro necessita de um conhecimento da função de produção para a sua definição, enquanto o outro não carece dessa informação.

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*) – DEA é uma técnica não paramétrica que utiliza programação matemática para construir uma fronteira eficiente. Esta é formada por um conjunto de Decision Making Units – DMU, que são entidades capazes de converter múltiplas entradas em múltiplas saídas. (RAMANATHAN, 2003).

A eficiência relativa é obtida por meio da atribuição de pesos aos *inputs* e aos *outputs* das DMUs, tal que a relação entre a soma das médias ponderadas dos produtos e a soma das médias ponderadas dos insumos seja maximizada, com a restrição de nenhuma outra DMU de características similares ser capaz de atingir eficiência superior a unitária, dado o mesmo conjunto de pesos.

O primeiro modelo de programação proposto que aceitava os múltiplos insumos e produtos foi o modelo CCR, que foi descrito no trabalho seminal *Measuring the efficiency of*

decision making units elaborado por Charnes et al. (1978), cujo objetivo inicial era o de utilizar a ferramenta para avaliar a evolução de programas públicos.

Ao se resolver o problema de programação linear proposto para cada uma das empresas, aquela cujo plano de produção não pode ser suplantado por nenhum outro plano de qualquer outra empresa, dados os pesos determinados para suas quantidades de produtos e insumos, é dita eficiente e torna-se referência para as demais. Ao se resolver o problema para todas as empresas, as eficientes são determinadas.

O modelo CCR supõe retornos constantes de escala (*Constant Return Scale* - CRS), o que nem sempre condiz com a realidade, visto que em muitas indústrias, a depender dos insumos e do nível de produção, é possível a existência de retornos não lineares de escala (*Variable Return Scale* - VRS). Esse problema foi solucionado por Banker et al. (1984), que propuseram uma modificação que permite identificar os ganhos de escala, originando o modelo BCC.

Segundo Cooper et al. (2000), enquanto o modelo CCR assume o retorno constante de escala da possibilidade de produção, o que caracteriza a Eficiência Técnica Global - ETG, o modelo BCC assume a possibilidade de combinações convexas, o que caracteriza a Eficiência Técnica Local - ETL. Desse modo, o modelo BCC pode aceitar retorno constante, crescente ou decrescente de escala - os dois últimos não atuam simultaneamente no mesmo conjunto.

Se uma empresa apresenta uma ETG unitária, isso significa que ela é eficiente para todo o conjunto de possibilidades de produção apresentado independente de escala. Se, ao contrário, uma empresa apresenta ETL unitária, significa que, naquela escala de insumos, ela é eficiente.

Se uma DMU apresenta 100% de ETL e 100% de ETG, ela está operando na escala mais produtiva. Se, no entanto, a companhia apresenta 100% de ETG, mas o valor de ETL é inferior à unidade, os ganhos ou perdas de escalas a impedem de atingir a produção máxima. Surge, então, a definição de Eficiência de Escala, que é a relação entre a ETL e a ETG, conforme é apresentado na equação 1.

$$EE = \frac{ETG}{ETL} \quad (01)$$

Ambos os modelos apresentados podem ter dois tipos de orientação, quando se fala em otimização voltada à produção e voltada aos insumos. Na primeira, objetiva-se maximizar a produção considerando-se os planos observados, enquanto na segunda objetiva-se a maior redução dos *inputs* dado o produto observado.

O Problema de Programação Linear - PPL apresentado na equação (2) representa uma mensuração de eficiência do tipo DEA, com orientação ao produto e com retornos variáveis de escala. Ele possui a variável y como os *outputs* da função de produção e a x como os *inputs*, que são dados na definição do problema. As variáveis de escolha são os vetores de peso v e u . O insumo individual é representado pelo subscrito "i" que pode variar de 1 a n . O produto individual é representado pelo subscrito "r", que pode variar de 1 a m . As DMUs são representadas pelos índices j e k . No entanto, j varia na PPL em análise de 1 a N , enquanto k varia entre as PPLs. Ademais, o número de PPLs resolvida é equivalente ao número de DMU. A variável que permite as combinações convexas é denominada de v_k .

$$\min \left(\sum_{i=1}^n v_i x_{ki} + v_k \right) \quad (02)$$

sujeito a

$$\sum_{r=1}^m (u_r y_{rk}) = 1$$

$$\sum_{r=1}^m (u_r y_{rj}) - \sum_{i=1}^n (v_i x_{ij}) - v_k \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Neste estudo, objetiva-se mensurar a eficiência, com a orientação ao produto. Isso porque se admite que o objetivo do Estado não é o de diminuir o volume de serviços ofertados, mas o de se obter o máximo de produção com eles, o que é feito ao se definir a soma ponderada dos produtos igual à unidade - o máximo que se pode obter. Os vetores de pesos obtidos, v e u , devem ser aplicáveis a todas as demais DMUs. Essa restrição está na terceira linha. Os pesos não podem ser negativos. Assim, o problema é resolvido ao se identificarem esses pesos para cada DMUs.

2.2 Mensuração da eficiência no setor de saneamento

Abbott e Cohen (2009) pesquisaram 69 trabalhos que analisam a eficiência ou a produtividade das empresas de saneamento. Segundo eles, a DEA tem sido muito utilizada para mensurar a eficiência e a produtividade das empresas do setor. De acordo com os autores, o primeiro trabalho que trata do assunto no setor foi feito por Byrnes et al. (1986), que analisaram as empresas, tanto privadas quanto públicas, nos Estados Unidos.

Desde então, diversos estudos têm sido apresentados pelo mundo com o uso da metodologia. Norma e Stoker (1991) analisaram 28 empresas do setor na Inglaterra no período compreendido entre 1987 e 1988. Lambert (1993) aplicou a técnica para 238 empresas públicas e 33 empresas privadas nos Estados Unidos para o ano de 1989. Sawkins e Accam (1994) verificaram a eficiência de empresas escocesas. Coelli e Walding (2005) realizaram a pesquisa em 18 empresas do setor na Austrália. Garcia-Sanchez (2006) analisou a eficiência de 28 cidades espanholas. Anwandter e Ozuna (1995) compararam 110 empresas do setor no México em 1995.

No Brasil, Carmo e Távora Jr. (2003) analisaram a eficiência das empresas de saneamento de abrangência estadual, que são 26, das quais se exclui o Estado de Mato Grosso, que não possui companhia deste nível e se adiciona ao Distrito Federal. Para mensurar a eficiência técnica e econômica, eles aplicaram ambos os métodos: o de retornos constante de escala (CCR) e o de retornos variáveis de escala (BCC).

O modelo utiliza, como insumos, a mão-de-obra, o volume de água produzido, o volume de esgoto coletado, a extensão da rede de água e a extensão da rede de esgoto e, como produtos, o volume de água faturado, o volume de esgoto faturado, a quantidade de economias ativas de água e a quantidade de economias ativas de esgoto. Não foram apresentadas outras justificativas para o uso deles, senão a de que foram selecionados de um conjunto de variáveis.

Os dados foram obtidos do Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento – SNIS para o ano de 2000, e como resultado foi identificado que 15 das 26 empresas apresentavam eficiência relativa máxima. A empresa que se encontrava em pior situação era a CAEMA, com 67,7% de eficiência, e em melhor situação a CESAN.

De igual modo, Tupper e Resende (2004) analisaram as empresas estaduais do setor de saneamento nacional e consideraram apenas 20 das 26 empresas. Os dados foram obtidos do SNIS para o período entre 1996 e 2000. Numa primeira análise, foi aplicada a metodologia BCC, em que os insumos utilizados foram despesas com mão-de-obra e custos operacionais e os produtos foram similares ao modelo anterior.

Eles verificaram que existiam heterogeneidades regionais entre as empresas que afetavam a mensuração da eficiência. De fato, após a combinação da DEA com instrumentos econométricos, foi possível corrigir essas diferenças e se obteve como resultado a CAER

como a empresa mais eficiente e a CORSAN como a menos eficiente, com um *score* de 50,9% em 2000.

Esses estudos são importantes no sentido de indicar qual empresa está sendo eficiente e, num processo regulatório, estabelecer regras que induzam ao melhor aproveitamento dos recursos pelas demais. Num mercado competitivo, isso ocorreria naturalmente, contudo essas companhias normalmente operam em um monopólio natural e necessitam de uma regulação para atingir a eficiência.

Ao se analisarem esses trabalhos, a visão que se tem é a de que a empresa eficiente é a que presta os serviços de abastecimento de água e esgoto com o mínimo de recursos possíveis, contudo não se pode descartar que há uma heterogeneidade na função de produção das companhias do setor, pois a topologia e a geologia, conforme afirmam Ohira e Shirota (2005), além de outras variáveis, afetam o custo do processo produtivo. Em outras palavras: o custo para a obtenção da água bruta e seu tratamento varia de região para região.

Ademais, a qualidade do serviço de água e esgoto não é verdadeiramente avaliada nessa análise, pois o saneamento básico é constituído por um conjunto de elementos importantes para a promoção da saúde (BRASIL, 2007) e ele pode ser visto tanto neste âmbito como na visão de um instrumento que impede a transmissão de doenças e assegura a salubridade ambiental (SOUZA; FREITAS, 2010). Desse modo, a ineficiência do setor não está apenas na quantidade de água ou esgoto ofertado, ou na quantidade de domicílios com acesso ao serviço, mas também na qualidade desses serviços, que tem um impacto direto na saúde da população.

Desse modo, ao invés de analisar se uma empresa está desperdiçando menos recursos ou se poderia produzir mais, outro resultado interessante seria verificar o quão eficiente está sendo o Estado na utilização do saneamento básico como elemento de promoção da saúde. Em posse da gestão dos insumos utilizados para isso, como serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto, ele pode estar sendo ineficiente.

Diante das desigualdades na oferta dos serviços, percebe-se que os conceitos de eficácia e eficiência são importantes para entender a situação atual, visto que o fato de um Estado estar sendo mais eficaz na promoção da saúde, ou seja, tendo um baixo TMM5 em relação aos demais, não significa que ele é mais eficiente em relação a estes, pois pode estar alcançando o objetivo a um custo maior, ou seja, sua produtividade em relação à infraestrutura pode estar sendo inferior às demais.

2.3. Mensuração da eficiência sob a ótica da promoção da saúde

Ferro et al. (2011) analisaram a relação existente entre a cobertura por redes de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto e a elevação da quantidade de crianças salvas como uma *proxy* para a redução da mortalidade infantil.

Eles partiram da hipótese de que a evolução da cobertura do saneamento básico implica uma atenuação da mortalidade infantil e que, com os mesmos recursos, os países podem ter um resultado melhor ou pior na promoção da saúde a depender da eficiência com que os recursos são utilizados.

Os dados utilizados foram de 20 países da América Latina e se considerou que eles possuíam uma função de produção cujo produto era o número de crianças sobreviventes abaixo de 5 anos para cada 1.000 nascimentos (SOB5). Como insumos desta função de produção, foi utilizada a cobertura por rede de água (CA), a cobertura por rede de esgoto (CE), a renda *per capita* (PIBPC), leitos por 1.000 habitantes (LPH), médicos por 1.000 habitantes (MPH) e o grau de urbanização (GU).

Os autores consideraram seis possíveis modelos para, por meio de testes econométricos e de análise descritiva, escolherem três para mensurar a eficiência. Os modelos

escolhidos tinham como produto a variável SOB5, mas, como insumos, o primeiro utilizou CA, o segundo CA e MPH e o terceiro CA, MPH e PIBPC.

Para a aplicação da metodologia DEA, o autor considerou que havia retornos constantes de escala, a CCR. O resultado foi que Belize, Chile, Cuba, Nicarágua, Paraguai, Peru e Haiti eram os mais eficientes. Dos 20 países analisados, o Brasil foi o segundo pior, ganhando apenas da Venezuela. Essas análises consideram o primeiro e o terceiro modelo, cujos resultados foram semelhantes.

Como justificativa para os países que se encontravam na fronteira de produção, foi apresentado Cuba como um caso particular, pois a relação entre o número de médicos e o PIBPC deste país é muito abaixo dos demais. No caso de Haiti e Nicarágua, os autores mostram que o problema é muito mais oriundo de um nível absoluto de recursos do que da capacidade administrativa destes.

3 METODOLOGIA E DADOS

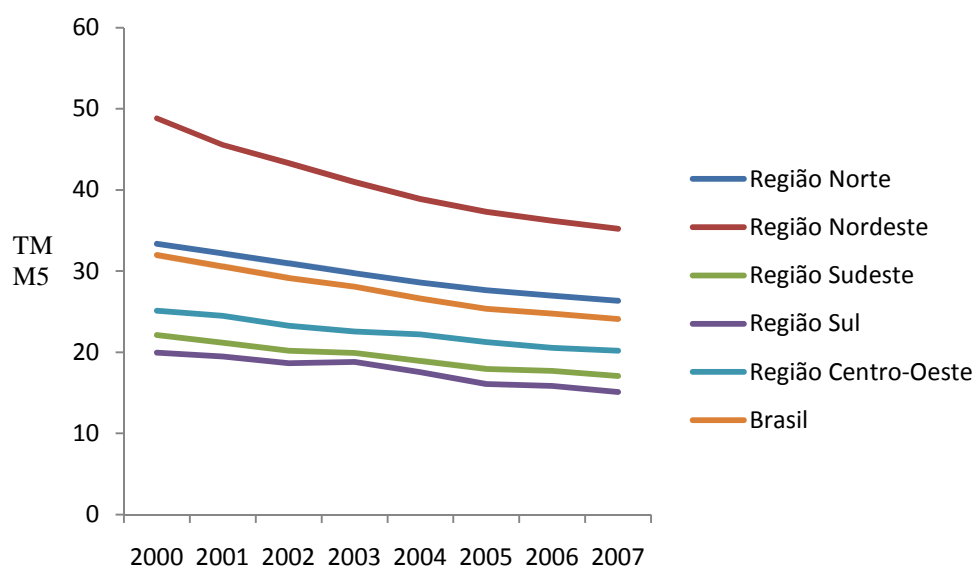
No caso do Brasil, o valor do TMM5 é elevado e desigual entre as regiões geográficas. De acordo com dados do DATASUS, em 2007, morreram 24 crianças de cada 1.000 nascidas. Este indicador ocorre de forma mais acentuada nas regiões mais carentes do país, Norte e Nordeste. É fato que esta taxa tem diminuído ao longo dos anos – principalmente na década de 2000 –, conforme é apresentado no Gráfico 2. No entanto, essa desigualdade inter-regional não é necessariamente uma questão gerencial, talvez ela exista devido aos recursos escassos, dado que as mesmas regiões são as que apresentam os piores indicadores de Cobertura por redes de abastecimento de Água – CA e Cobertura por redes coletoras de Esgoto – CE.

Os Estados brasileiros, como unidades tomadoras de decisão (DMU), utilizam a infraestrutura existente para combater a mortalidade de menores de 5 anos. O mecanismo segundo o qual tais recursos são geridos pode ser descrito por uma função de produção, mesmo que desconhecida. No entanto, o produto desta função é, por definição, não decrescente em relação aos insumos. Desse modo, a Taxa de Mortalidade em Menores de 5 anos – TM5 não será utilizada como o *output*, mas como o número de crianças que sobrevivem – SOB5, definido pela equação 3.

$$SOB5 = 1.000 - TMM5. \quad (03)$$

Uma vez definido o indicador SOB5 como *output*, resta definir os possíveis *inputs*. O saneamento básico é um destes, pois há uma considerável associação entre a qualidade dele e o produto. Segundo a Lei 11.445, de 2007, ele é composto de quatro elementos: (1) abastecimento de água, (2) coleta e tratamento de esgoto, (3) gestão dos resíduos sólidos e (4) drenagem pluvial. Os indicadores CA e CE serão insumos da função de produção, dado que representam os itens 1 e 2. Para os itens 3 e 4, será utilizado o indicador Grau de Urbanização - GU como uma *proxy* para eles, visto que, em regiões urbanas, se espera que estes serviços sejam executados.

Gráfico 2 – Evolução da taxa de mortalidade infantil



Fonte: elaborado pelo autor por meio de dados extraído do DATASUS (2007)

O objetivo do trabalho é o de analisar a eficiência do saneamento básico, contudo outros indicadores podem ser importantes para essa análise, visto que o produto é um indicador que envolve fatores econômico-sociais. Desse modo, dois possíveis insumos são o número de Médicos Por grupo de 1.000 habitantes – MPH, como uma *proxy* para a infraestrutura hospitalar, já que a redução da mortalidade infantil depende do acompanhamento médico nos dias iniciais de vida e mesmo de vacinações e medicamentos, e o Produto Interno Bruto *per capita* – PIBPC, por se acreditar que Estados mais ricos podem utilizar mais recursos em saúde e pessoas mais ricas podem ter acesso à melhores condições para seus filhos.

Na Tabela 1, é apresentado um resumo descritivo das variáveis, no qual é possível verificar que a média de crianças sobreviventes é de 974,02 e, com a referência dos dados utilizados, identifica-se que a unidade com o melhor resultado é o Distrito Federal, com 986,69, seguido pelo Estado de São Paulo, com 984,8. O que está com o pior resultado é o de Alagoas, com 950,79, seguido da Paraíba, com 963,03.

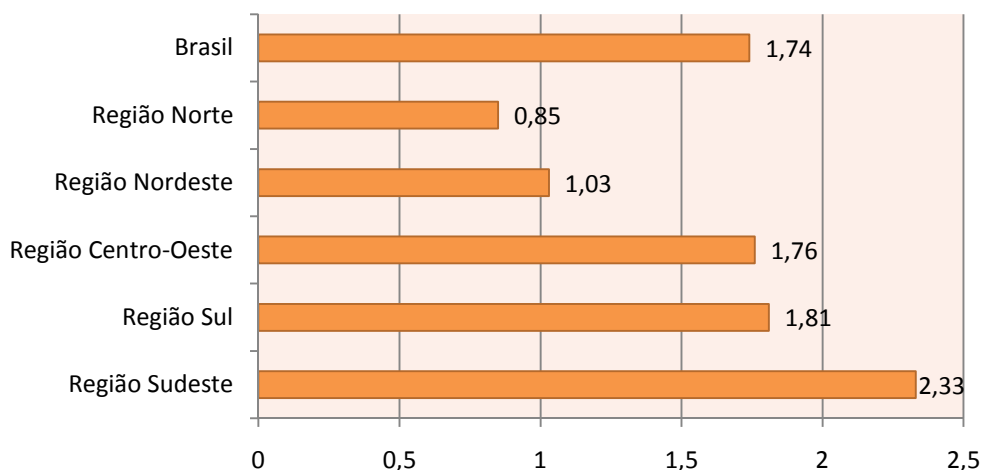
Tabela 1 – Resumo descritivo da amostra

| INDICADOR | Média | Mediana | Máximo | Mínimo | Desvio-padrão | OBS |
|--|---------|---------|---------|---------|---------------|-----|
| SOB5 | | | | | | |
| Sobreviventes menores de 5 anos | 974,02 | 975,07 | 986,69 | 950,79 | 8,95 | 27 |
| CA | | | | | | |
| Cobertura por redes de abastecimento de água | 75,51 | 78,17 | 96,51 | 39,37 | 13,68 | 27 |
| CE | | | | | | |
| Cobertura por redes coletoras de esgoto | 60,07 | 56,9 | 94,95 | 25,21 | 20,89 | 27 |
| GU | | | | | | |
| Grau de Urbanização | 81,19 | 81,24 | 96,59 | 67,68 | 8,4 | 27 |
| MPH | | | | | | |
| Médicos por grupo de mil habitantes | 1,41 | 1,17 | 3,57 | 0,59 | 0,72 | 27 |
| PIBPC | | | | | | |
| PIB <i>per capita</i> | 11863,1 | 9458,86 | 41061,9 | 4611,34 | 7426,66 | 27 |

Fonte: elaborado pelo autor com dados obtidos do DATASUS (2007), com exceção do PIBPC que foi obtido no IPEADATA para o ano de 2007, com valores de 2000.

O indicador Médicos por 1.000 habitantes – MPH tem uma média de 1,41, sendo que o Distrito Federal possui o maior número, 3,57, e o Maranhão possui o pior caso, 0,59. Quando se analisa este indicador em relação às grandes regiões, verifica-se uma considerável diferença entre as regiões Norte e Nordeste e as demais, estando bem distantes da média nacional, como se pode observar no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Distribuição do MPH por grandes regiões



Fonte: elaborado pelo autor com dados obtidos do DATASUS (2007)

No caso dos indicadores CE, a mediana está abaixo da média. A esse resultado, adiciona-se o fato de as Unidades da Federação que apresentaram os piores indicadores serem Mato Grosso, 25,21, Rondônia, 28,01, e Mato Grosso do Sul, com 29,09.

Para verificar a importância de cada uma das variáveis, foi feita uma análise de correlação entre elas, que é apresentada na Tabela 2. Pela tabela, há uma associação positiva entre o indicador SOB5 e as demais variáveis.

Tabela 2 – Análise de correlação entre as variáveis

| | SOB5 | CA | CE | GU | MPH | PIBPC |
|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|---------------|--------------|
| SOB5 | 1,0000 | | | | | |
| CA | 0,3911 | 1,0000 | | | | |
| CE | 0,5667 | 0,5656 | 1,0000 | | | |
| GU | 0,7156 | 0,6527 | 0,4622 | 1,0000 | | |
| MPH | 0,6121 | 0,6443 | 0,6652 | 0,7563 | 1,0000 | |
| PIBPC | 0,7228 | 0,4882 | 0,6009 | 0,6961 | 0,8607 | 1,0000 |

Fonte: elaborado pelo autor por meio *software* Eviews 7.0.

Há uma forte correlação entre os indicadores GU e MPH. Isso talvez ocorra devido a regiões mais urbanizadas deterem um poder atrativo maior e, portanto, é natural que haja uma maior concentração de médicos nestas áreas. Também se verifica uma forte correlação entre MPH e PIBPC, que talvez ocorra pelo mesmo motivo: regiões mais ricas podem atrair mais médicos, tanto no âmbito privado quanto público.

Por outro lado, segundo informações da UNICEF (2010, p. 14), há uma relação considerável entre GU e subpeso, de modo que, nos países em desenvolvimento, há uma concentração duas vezes maior de crianças abaixo do peso em áreas rurais em comparação a áreas urbanas. O peso abaixo do normal está diretamente associado a quatro fatores: déficit

alimentar em termos de qualidade e quantidade; saneamento básico e serviços de saúde inadequados; falta de cuidados e práticas alimentares (*feeding practices*).

Observa-se também, pela tabela, que a correlação entre CA e SOB5 é baixa, apesar de ser significativa. Isso pode indicar que a cobertura por sistemas de abastecimento de água não apresenta efeito importante sobre a mortalidade infantil, ou que esses sistemas estão operando de forma ineficiente em muitos Estados, o que possivelmente atenua o efeito positivo. A segunda opção é mais provável e, por isso, o indicador será mantido no modelo.

O principal objeto de estudo é a eficiência do saneamento na promoção da saúde, de forma que o modelo utilizado na pesquisa será denominado de Modelo 1 e terá como insumos CA, CE e GU. O método utilizado foi o BCC. Como orientação para a otimização, foi considerada uma maximização do produto, dados os níveis dos insumos disponíveis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da programação linear para o modelo escolhido é apresentado na Tabela 3, na qual a Eficiência Técnica Local - ETL é apresentada pelo modelo BCC.

Tabela 3 – Eficiência Técnica Local dos Estados na Gestão do Saneamento Básico

| Rank | Estado | BCC (%) | SOB5 | Perda |
|-------------|---------------------|----------------|-------------|--------------|
| 01 | Distrito Federal | 100,00 | 986,69 | 0,00 |
| 01 | Rondônia | 100,00 | 975,07 | 0,00 |
| 01 | Paraná | 100,00 | 984,49 | 0,00 |
| 01 | Santa Catarina | 100,00 | 985,43 | 0,00 |
| 01 | Mato Grosso | 100,00 | 977,62 | 0,00 |
| 02 | Rio Grande do Sul | 99,98 | 985,00 | 0,20 |
| 03 | Espírito Santo | 99,89 | 983,22 | 1,08 |
| 04 | Goiás | 99,87 | 979,12 | 1,27 |
| 05 | Mato Grosso do Sul | 99,85 | 976,72 | 1,47 |
| 06 | São Paulo | 99,84 | 984,84 | 1,58 |
| 07 | Rio de Janeiro | 99,67 | 982,85 | 3,24 |
| 08 | Roraima | 99,59 | 979,64 | 4,02 |
| 09 | Pará | 99,57 | 973,32 | 4,19 |
| 10 | Tocantins | 99,46 | 973,06 | 5,25 |
| 11 | Amapá | 99,43 | 975,38 | 5,56 |
| 12 | Minas Gerais | 99,41 | 979,28 | 5,78 |
| 13 | Amazonas | 99,31 | 974,08 | 6,72 |
| 14 | Acre | 99,02 | 966,51 | 9,47 |
| 15 | Ceará | 98,97 | 969,17 | 9,98 |
| 16 | Piauí | 98,97 | 966,49 | 9,95 |
| 17 | Bahia | 98,70 | 965,62 | 12,55 |
| 18 | Maranhão | 98,68 | 965,25 | 12,74 |
| 19 | Sergipe | 98,58 | 965,16 | 13,71 |
| 20 | Rio Grande do Norte | 98,52 | 965,62 | 14,29 |
| 21 | Pernambuco | 98,41 | 965,20 | 15,35 |
| 22 | Paraíba | 98,25 | 963,03 | 16,85 |
| 23 | Alagoas | 97,34 | 950,79 | 25,29 |

Fonte: elaborada pelo autor com dados obtidos do Software Frontier Analyst

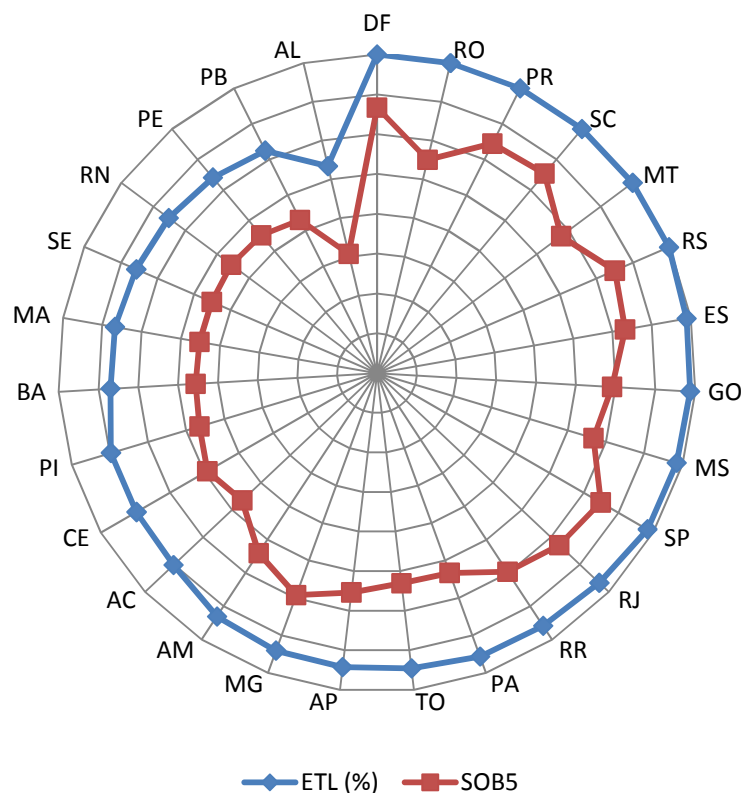
São cinco os Estados com 100% de eficiência técnica local, dos quais um é representante do Norte (Rondônia), dois do Centro-Oeste (Mato Grosso e Distrito Federal) e dois do Sul (Paraná e Santa Catarina). Como os menos eficientes, pode-se verificar que os nove últimos são representantes do Nordeste (Alagoas, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe, Maranhão, Bahia, Piauí e Ceará).

Essa ineficiência pode ser traduzida em vidas perdidas. Se os Estados fossem mais eficientes, possivelmente menos crianças teriam morrido. Este resultado, que é obtido do produto do déficit de eficiência pelo indicador SOB5, é apresentado na coluna Perda. Devido à ineficiência, o Estado de Alagoas deixa de salvar 25 crianças abaixo de cinco anos para cada 1.000 nascidos, Paraíba 16, Pernambuco 15, e Rio Grande do Norte 14.

Desse modo, pode-se supor que há uma evidente necessidade de melhoria na qualidade dos serviços de saneamento básico nos Estados nordestinos, pois estes não têm aproveitado bem a infraestrutura existente.

Para uma melhor visualização dessas informações, os indicadores BCC e SOB5 são plotados no Gráfico 4. Por efeito de escala, o indicador SOB5 é apresentado em um valor dividido por 10. Nele, se observa que há uma relação considerável entre o *score* de eficiência e aquela variável. Contudo, percebe-se que, para os Estados do Sul e Sudeste, o índice de crianças sobreviventes supera o de Estados em situação semelhante, mas que não fazem parte destas regiões. Isso possivelmente pode estar acontecendo devido ao volume de recursos diferenciados, ou mesmo a fatores exógenos ao modelo.

Gráfico 4 – Diagrama da relação entre a Eficiência Produtiva e o indicador SOB5



Fonte: elaborado pelo autor

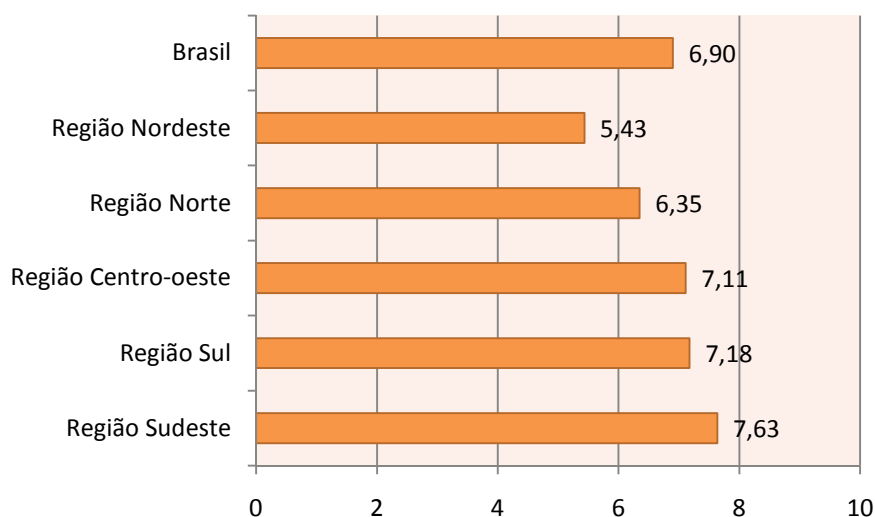
Possivelmente, deve haver elementos que afetam a eficiência, mas que não foram considerados no modelo. O MPH, que é uma *proxy* para a infraestrutura hospitalar e foi desprezado no Modelo 1, pode estar afetando a eficiência estadual. Do mesmo modo, o PIBPC, também, de uma forma exógena, pode estar afetando a eficiência dos Estados.

Para essa análise dos efeitos da eficiência do Estado na gestão de serviços de saneamento básico, ressalta-se o trabalho apresentado por Bezerra Filho et al. (2007), em que os autores identificam, no Estado do Ceará, por meio de análise multivariada, a existência de uma relação causal entre a TMM5 e a Proporção de Mulheres com menos de oito anos de estudo e a Proporção dos Chefes de Domicílios com Rendimento Inferior a um Salário Mínimo

Um fator a ser considerado é que a disponibilidade hídrica no Nordeste dista de um modo considerável das demais regiões do Brasil. Este elemento também pode influenciar a eficiência do estado em fornecer os elementos essenciais para a redução da mortalidade infantil.

Os Anos de Estudos para maiores de 25 anos – que, como uma *proxy*, podem ser interpretados como o nível de conhecimento de educação sanitária e de conhecimento dos direitos e deveres – apresentam uma grande desigualdade entre as regiões geográficas, de forma que as regiões Norte e Nordeste estão abaixo da média, conforme pode ser visualizado na Gráfico 3.5.

Gráfico 3.5 – Anos médios de estudos para maiores de 25 anos de idade



Fonte: elaborado pelo autor por meio de dados oriundos do IPEA

Para uma análise dos elementos que possivelmente estão impactando a eficiência dos Estados, foi considerado o modelo de regressão linear, que tem como variável dependente a ETL e, como variáveis independentes, a média de Anos de Estudos para os maiores de 25 anos de idade – AE, obtida no IPEA; a relação entre a população dos municípios sob o domínio da CESB e a população total do Estado – CONT, com as informações de populações obtidas no SNIS (2007) e IBGE; a Densidade Populacional – DP, obtida no IBGE; a Disponibilidade Hídrica *Per Capita*– DHPC (m³/habitante.ano), obtida em Lima (2001); e o PIBPC. O modelo é apresentado na equação 4.

$$ETL = c + \beta_1 \underbrace{AE}_{+} + \beta_2 \underbrace{CONT}_{+} + \beta_3 \underbrace{DP}_{+} + \beta_4 \underbrace{DHPC}_{+} + \beta_5 \underbrace{PIBPC}_{+} + \beta_6 \underbrace{MPH}_{+} \quad (04)$$

De acordo com o modelo apresentado na equação 4, espera-se uma associação positiva do indicador AE com a eficiência, pois pessoas mais instruídas têm um melhor conhecimento de seus direitos e podem cobrar por melhores serviços, como também espera-se que elas tenham um melhor conhecimento sobre educação sanitária e aceitem com mais facilidade as políticas de saúde.

Espera-se um coeficiente linear positivo da variável CONT, porque, se o governo tem um controle maior sobre as empresas de saneamento, ele pode unificar as políticas sanitárias e assim obter um melhor resultado. De igual modo, para a variável DP supõe-se haver uma relação positiva com a variável dependente, pois quanto mais próximos os consumidores menor é o custo em atender um cliente adicional. A DHPC tem o mesmo sentido das demais, pois a dificuldade em se obter água em determinadas regiões pode afetar a eficiência na gestão do saneamento estadual.

O PIBPC pode indicar que estados mais ricos podem investir em benesses que favoreçam à população. De igual modo, pessoas com maior poder aquisitivo podem investir em infraestruturas para se proteger das falhas do saneamento, como construção de fossas sépticas e aquisição de água potável.

O resultado da regressão² é apresentado na Tabela 4, na qual é possível verificar que o indicador AE não apresentou um efeito significativo sobre o modelo, nem sobre o indicador DHPC. Desse modo, não se pode associar às questões de disponibilidade hídrica a ineficiência do modelo nem a educação da população.

Tabela 4 – Regressão linear da ETL com relação aos indicadores socioeconômicos

| Indicador | Coeficiente | Teste-t | Valor-p |
|------------------|--------------------|----------------|----------------|
| PIBPC | 0,0001 | 2,9580 | 0,0075 |
| MPH | 0,7105 | 2,1013 | 0,0479 |
| DP | -0,0079 | -4,2991 | 0,0003 |
| DHPC | 0,0000 | 0,4214 | 0,6777 |
| AE | 0,0051 | 0,1298 | 0,8980 |
| C | 97,9028 | 347,2115 | 0,0000 |

Fonte: elaborado pelo autor com o uso do Eviews 7.0

R² ajustado= 0,6

Vale ressaltar, porém, que a DHPC aqui utilizada talvez não possa mensurar bem a situação, pois a escassez de água é um problema microrregional e, ao agregar por Estados, esta informação pode não ser bem captada pelo indicador.

A atenção dada à saúde pode ser importante para a eficiência dos sistemas de saneamento básico, visto que o indicador MPH apresenta um efeito positivo sobre a variável dependente, o que indica que não basta investir em saneamento básico, mas também é necessário melhorar a infraestrutura hospitalar para que as políticas sanitárias tenham uma maior eficiência.

O indicador densidade populacional apresentou uma relação negativa com a eficiência. Esta informação pode ser um indício de que uma concentração de habitantes em excesso pode dificultar a realização dos trabalhos de esgotamento sanitário e das equipes de saúde, impedindo a empresa de trabalhar da melhor forma.

O PIBPC tem um efeito positivo sobre a eficiência, o que talvez aponte que Estados mais ricos obtêm uma maior eficiência na gestão do saneamento básico. Uma das possibilidades para isso é que uma maior riqueza estadual pode implicar medidas paliativas para o saneamento básico que não foram captadas no modelo, ou que um poder aquisitivo melhor permite às pessoas se protegerem da ineficiência do saneamento básico.

Depois de obtida a eficiência dos Estados brasileiros na gestão do saneamento básico, será verificada a associação da relação do Índice de Perda de Faturamento – IPF (percentual da água produzida que não é faturada) das Companhias Estaduais de Saneamento Básico –

² Foram executados os teste de autocorrelação, heterocedasticidade e normalidade.

CESBs com a eficiência estadual. Na Tabela 5, são apresentados os dados utilizados. Nela, pode-se observar a ausência de Amazonas e Rio Grande do Sul, por possuírem a capital com os serviços de saneamento básico desvinculado da CESB, Mato Grosso, por não possuir CESB, e Amapá e Rondônia, por possuírem IPF elevado: 75 e 67,5, respectivamente.

A correlação de Pearson entre esses dois indicadores é de -0,57. Isso aponta para uma correlação moderada entre eles. Desse modo, o IPF é um indício da ineficiência das empresas. Essa informação, porém, não pode ser considerada uma regra geral, pois há estados que foram considerados ineficientes e tiveram um baixo IPF, como o Ceará, com a CAGECE, e vice-versa.

Tabela 5 – Relação entre ETL e IPF

| ESTADO | CESB | ETL | IPF |
|---------------------|-------------|------------|------------|
| Distrito Federal | CAESB | 100 | 26,19 |
| Paraná | SANEPA | 100 | 21,21 |
| Santa Catarina | CASAN | 100 | 24,73 |
| Espírito Santo | CESAN | 99,89 | 29,54 |
| Goiás | SANEAGO | 99,87 | 35,7 |
| Mato Grosso do Sul | SANESUL | 99,85 | 22,32 |
| São Paulo | SABESP | 99,84 | 29,65 |
| Rio de Janeiro | CEDAE | 99,67 | 49,64 |
| Roraima | CAER | 99,59 | 53,2 |
| Pará | COSANPA | 99,57 | 45,03 |
| Tocantins | SANEATINS | 99,46 | 22,75 |
| Minas Gerais | COPASA | 99,41 | 29,89 |
| Acre | DEPASA | 99,02 | 58,69 |
| Ceará | CAGECE | 98,97 | 23,02 |
| Piauí | AGEPISA | 98,97 | 52,74 |
| Bahia | EMBASA | 98,7 | 31,81 |
| Maranhão | CAEMA | 98,68 | 70,31 |
| Sergipe | DESO | 98,58 | 46,63 |
| Rio Grande do Norte | CAERN | 98,52 | 53,08 |
| Pernambuco | COMPESA | 98,41 | 57,27 |
| Paraíba | CAGEPA | 98,25 | 35,93 |
| Alagoas | CASAL | 97,34 | 54,58 |

Fonte: elaborado pelo autor com o resultado da estimação e dados do SNIS (2008)

5. CONCLUSÃO

A TMM5 brasileira está elevada. Ela supera até países vizinhos, como, por exemplo, Argentina, Uruguai e Peru. Um dos fatores associados a esse indicador é a falta ou o uso inadequado do saneamento básico. O Brasil apresenta um alto índice de perdas na oferta de água, um baixo índice de atendimento nos serviços de esgotamento sanitário e um complexo conjunto de empresas estaduais e municipais que ofertam o serviço. Essa situação pode estar contribuindo para a alta mortalidade.

Os governos estaduais são responsáveis por uma considerável parcela dessa situação, pois detêm empresas estaduais de saneamento e definem políticas públicas que podem

contribuir para a atenuação deste indicador. Tem-se, portanto, dois fatores a se considerar: a escassez dos recursos disponíveis para os Estados e a capacidade gerencial do estado em administrar estes recursos.

Neste trabalho, se analisou a eficiência técnica dos governos estaduais em administrar o saneamento básico, o qual está diretamente associado à redução da mortalidade infantil. Para essa análise, foi utilizada a metodologia DEA com orientação à maximização do produto. Como resultado, os Estados que possuem 100% de eficiência técnica estão distribuídos em três regiões geográficas do País, perfazendo um total de cinco: dois da região Sul, um do Norte e dois do Centro-Oeste.

A região Sul possui dois de seus Estados eficientes. Ela possui um MPH bem inferior ao Sudeste, contudo, devido a sua eficiência, ela sempre obteve uma TMM5 inferior a esta ao longo dos anos recentes.

Os Estados da região Sudeste não apresentaram 100% de eficiência, contudo eles estiveram próximos a isso. Talvez o elemento que afetou negativamente seja a DP que, de acordo com os estudos, prejudica a eficiência estadual em gerir o saneamento básico ou em impedir a proliferação de doenças.

No Norte, com exceção de Rondônia, os Estados não foram eficientes, mas obtiveram *scores* de eficiência superior aos Estados nordestinos, mesmo possuindo uma infraestrutura inferior a estes, seja por cobertura do saneamento básico, por número de médicos ou por renda *per capita*. Esse resultado claramente aponta a ineficiência dos Estados do NE, o que os fazem possuir as mais elevadas TMM5.

Os Estados do Nordeste apresentaram baixo índice de eficiência técnica, com atenção especial aos governos Estados de Alagoas, Paraíba e Pernambuco, que, juntos, podem estar deixando de salvar aproximadamente 57 crianças para cada 1.000 nascidos em cada um deles, devido às suas ineficiências técnicas na gestão dos recursos.

Desse modo, percebe-se a necessidade de melhoria da qualidade na oferta dos serviços de saneamento básico, pois o seu conjunto não se limita a oferecer água e esgotamento sanitário aos cidadãos. É essencial um melhor controle sobre a qualidade desta oferta, visto que, ao se comparar a eficácia dos serviços entre os Estados, nota-se que há uma desigualdade, principalmente entre as regiões geográficas, o que contribui ainda mais para a desigualdade social existente no País.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, M.; COHEN, B. Productivity and efficiency in the water industry. *Utilities Policy*, n. 17, p. 233-344, 2009.
- ANWANDTER, L., OZUNA, T. Can public sector reform improve the efficiency of public water utilities? *Environment and Development Economics*, n. 7, 687-700, 2002.
- BEZERRA FILHO, J. G.; KERR, L. R. F. S.; MINÁ, D. L.; BARRETO, M. L. Distribuição espacial da taxa de mortalidade infantil e principais determinantes no Ceará, Brasil, no período de 2000-2002. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 5, p. 1173-1185, 2007.
- BITHAS, Kostas. The Sustainable Residential water use: Sustainable, Efficiency and Social Equity. The European Experience. *Ecological Economics*, v. 68 p. 221-229, 2008.
- BLACK, R. E.; MORRIS, S. S.; BRYCE, J. Where and Why are 10 million children dying every year? *The Lancet*. V. 361, p. 2.226-2.234, 2003.
- BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. *Regulamenta a Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007*. 2010.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretária Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento – SNIS. *Diagnóstico dos serviços de água e esgoto*. Brasília, DF, 2009.

- BRASIL. Ministério das Cidades. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*, Brasília, DF. 2008.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. *Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico*. 2007.
- BYRNES, P.; GROSSKOPF, S.; HAYES, K. Efficiency and ownership: further evidence. *Review of Economics and Statistics*, 668, 337–341. 1986.
- CARVALHO, P.; SIMÕES, P.; MARQUES, R. C. Acessibilidade e capacidade para pagar pelos serviços de água e de esgotamento sanitário em Portugal. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. V. 15, n. 4, p. 325-336, 2010.
- CARMO, C. M.; TÁVORA JÚNIOR, J. L. Avaliação da eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando a metodologia DEA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 31, 2003, Porto Seguro - BA. *Anais...* Porto Seguro: XXXI Encontro nacional de economia, 2003, CD-ROM.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, n. 2, p. 429-444, 1978.
- COELLI, T.; WALDING, S. *Performance measurement in the Australian water supply industry*. CEPA Working Paper Series 01/2005. 2005.
- COOPER, W. W.; SEROFRD, L. M.; KORU, T. *Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models applications, references and DEA-Solver Software*. Editora: KUMER ACADEMIC PUBLISHERS, New York, 2000.
- ESTACHE, A. *On Latin America's Infrastructure Privatization and Its Distributional Effects*. World Bank, 2003.
- FERRO, G.; ROMERO, C. A.; IGNACIO, C. *Efficiency in saving lives: the influence of water and sanitation coverage*, Working Papers, HAL, 2011.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro. Trata Brasil. 2010.
- GARCIA-SANCHEZ, I. Efficiency measurement in Spanish local government: the case of municipal water services. *Review of Policy Research*, v. 23, n. 2, p. 355–371, 2006.
- LAMBERT, D.; DICHEV, D.; RAFFIEE, K. Ownership and sources of inefficiency in the provision of water services. *Water Resources Research*, 29, 1573–1578, 1993.
- LIMA, J. E. F. W. Recursos hídricos no Brasil e no Mundo. Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001.
- MARQUES, R. C. *Regulação de Serviços Públicos*. Editora Edições Sílabo. Lisboa, 2005.
- NORMAN, M., STOKER, B. *Data Envelopment Analysis: the Assessment of Performance*. John Wiley & Sons, Chichester, NY, 1991.
- OHIRA, T. H.; SHIROTA, R. Eficiência econômica: uma aplicação do modelo de fronteira estocástica em empresas de saneamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33, 2005, Natal - RN. *Anais...* Natal: XXXIII Encontro nacional de economia, 2005, CD-ROM.
- RAMANATHAN, R. *An introduction to data envelopment analysis: A tool for performance measurement*. Sage Publications, London, 2003.
- RIVERA, D. *Private sector participation in the water supply and wastewater sector, lessons for six developing countries*. World Bank, Washington, DC. 1996.
- SABBIONI, G. Efficiency in the Brazilian sanitation sector. *Utilities Policy*, v. 16, p. 11-20, 2008.
- SANEAR: a revista do saneamento básico. Brasília: Ed. AESBE, n. 9, Março. 2010.
- SAWKINS, J., ACCAM, B. *Comparative efficiency measurement in the Scottish water industry: an application of data envelopment analysis*. Discussion Paper 94-12, University of Aberdeen. 1994.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO – SNIS. *Diagnóstico dos serviços de água e esgoto*. Brasília, 2008.

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M. Discursos de usuários sobre uma intervenção em saneamento: uma análise na ótica da promoção da saúde e da prevenção de doenças. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, n. 1, p. 56-68. 2009.

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

TUROLLA, F. A. *Política de saneamento: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas*. Brasília. Ipea, 2002.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND – UNICEF. *Progress for children: Achieving the MDGs with equity*. UNICEF, New York, 2010.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND – UNICEF. *The States of The World's Children 2009*. UNICEF, New York, 2009b.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. *water global annual assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2010: targeting resources for better results*. WHO Library, Switzerland, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. WHO Library, Switzerland, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO; UNITED CHILDREN'S FUND - UNICEF. *Global Water supply and sanitation assessment 2000 report*. Switzerland, 2000.