


EDVALDO MOTA FRAZÃO



**AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO
NA REGIÃO CENTRO OESTE**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título de Especialista em Economia e Meio Ambiente no curso de Pós-graduação do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Anadalvo Juazeiro dos Santos
Co – Orientador (a): Ms. Isabele S. Mendonça

**CURITIBA
2016**



FRAZÃO, Edvaldo Mota

AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO
NA REGIÃO CENTRO OESTE– Utilizando a metodologia DEA. Edvaldo Mota
Frazão. 2016.

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (Pós-Graduação em Economia e Meio
Ambiente) – Universidade Federal do Paraná. Dezembro de 2016.

Orientação: Professor Dr. Anadaldo Juazeiro dos Santos

Co – Orientador (a): Ms. Isabele S. Mendonça



Trabalho de Conclusão de Curso de autoria de Edvaldo Mota Frazão, intitulada **“AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO NA REGIÃO CENTRO OESTE – UTILIZANDO A METODOLOGIA DEA”**, apresentada como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas. Defendida, apresentada e aprovada em dezembro de 2016, pela banca examinadora constituída por:

Professor Dr. Anadaldo Juazeiro, dos Santos- Orientador
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Professora Ms. - Isabele Sena Mendonça – Co - Orientadora
Universidade Federal do Paraná – UFPR

CURITIBA
2016

DEDICATÓRIA

Dedico este TCC a Deus, pela força e coragem durante toda minha vida.

Aos meus pais, José R. Frazão e Bibiana Frazão, pelo exemplo de vida, pelo amor e pelo apoio incondicional em todos os momentos.

À minha amada esposa Nádia Frazão e ao meu amado filho Rudson Frazão, por ser as pessoas com quem amo partilhar a vida.

A todos que contribuíram para a minha formação acadêmica e como pessoa, e estarão para sempre dentro do meu coração. A todos, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTO

A Deus, à minha família, à minha esposa, ao meu filho, todas as pessoas que me ajudaram, de alguma forma, a realizar este trabalho.

Ao Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

Meus sinceros agradecimentos a todos os docentes, tutores e colegas de turma.

Ao meu orientador, Professor Dr. Anadaldo Juazeiro dos Santos.

À minha Co-orientador, a Professora Isabele S. Mendonça, pelas orientações ocorridas no decorrer da finalização desse trabalho

Às amigas criadas no decorrer do curso, que ficarão para sempre marcadas.

O coração do homem traça o seu caminho,
mas o Senhor lhe dirige os passos.

Provérbios 16:9

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal verificar a aplicabilidade da metodologia de análise de envoltória de dados - DEA (*Data Envelopment Analysis*) - ao setor de saneamento, avaliando a eficiência nos serviços prestados de água e esgoto nos 03 Estados do Centro Oeste, mais o Distrito Federal, segundo as Despesa de Exploração, Volume de Água Consumido, Extensão de Rede de Água e Esgoto e Quantidade de Ligações Ativa de Água e Esgoto. Esse trabalho determina o grau de eficiência técnica das prestadoras de serviços de saneamento básico dessa região, através da metodologia DEA - Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*), cuja metodologia baseia-se em procedimentos de programação matemática e possibilita a obtenção de uma fronteira não paramétrica de eficiência. Nesse sentido, é apresentada uma visão geral do tema e objetivos seguidos por um estudo do setor de saneamento brasileiro e das fronteiras de produção e eficiência produtiva. Para isso, foram escolhidos os modelos a serem utilizados, a amostra, os *inputs* (insumo) e *output* (produto) para aplicação no setor de saneamento. Finalmente, são apresentados e analisados os *scores* de eficiência obtidos nos modelos DEA. Usando essa metodologia, foi levada em consideração a quantidade de inputs/outputs e a quantidade de DMU's. A partir de uma análise comparativa entre os modelos, observamos que os *scores* (eficiência) no modelo BCC orientado aos resultados. A DEA foi aplicada aos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Concluiu-se que a metodologia pode ser adequadamente empregada para análise do setor e auxiliar as políticas de concessão de financiamentos, oferecendo indicações iniciais para o estabelecimento de metas para melhorias. As companhias estaduais de saneamento básico, de um modo geral, necessitam implantar um modelo de gestão, modernizando e qualificando ainda mais as empresas, atendendo com equilíbrio e competência o interesse público. E, assim, no médio e longo prazo, atingir a meta de universalização desse serviço.

Palavras-chave: Eficiência do Saneamento. Análise Envoltória de Dados.

ABSTRACT

This work has as main objective to verify the applicability of data envelopment analysis methodology - DEA (Data Envelopment Analysis) - the sanitation sector, evaluating the efficiency of the provided water and sewage services in 03 states in the Midwest, plus the District Federal, according to Operating Expenses, Consumed water volume, Water Network Extension and Sewerage and Number of Active links Water and Sewage. This work determines the degree of technical efficiency of the providers of sanitation services in this region, through the DEA - Data envelopment analysis (Data Envelopment Analysis), whose methodology is based on mathematical programming procedures and enables the achievement of a border nonparametric efficiency. Therefore, it is presented an overview of the theme and objectives followed by a study of the Brazilian sanitation sector and the boundaries of production and productive efficiency. For this, the models to be used were chosen, the sample inputs (input) and output (product) for use in the sanitation sector. Finally, they are presented and analyzed the efficiency scores obtained in the DEA models. Using this methodology, it was taken into consideration the amount of inputs / outputs and the number of DMUs. From a comparative analysis of the models, we observe that the scores (efficiency) in the BCC model oriented to results. The DEA was applied to the National Sanitation Information System data. It was concluded that the methodology can be properly used for industry analysis and assist the financing granting policies, providing early indications for setting targets for improvement. State basic sanitation companies, in general, need to implement a management model, modernizing and further qualifying companies, meeting with balance and competence of the public interest. And so in the medium and long term, achieve the goal of universalization that service.

Keywords: Sanitation efficiency. Data envelopment analysis.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral.....	12
2.2	Objetivos Específico.....	13
3.	METODOLOGIA E MÉTODOS	13
3.1	Análise Envoltória de Dados - DEA.....	13
3.2	Exemplos de Aplicação.....	18
3.3	História do Saneamento Básico.....	21
3.4	Saneamento Básico no Brasil.....	24
3.5	Saneamento Básico na Região Centro Oeste.....	26
3.5.1	Saneamento Básico do Distrito Federal (CAESB).....	27
3.5.2	Saneamento Básico do Goiás (SANEAGO).....	28
3.5.3	Saneamento Básico de Mato Grosso do Sul (SANESUL).....	29
3.5.4	Saneamento Básico de Mato Grosso.....	29
4.	MODELO DEA UTILIZADO	30
5.	RESULTADOS E DISCURSÃO	32
5.1	Output Volume de Água Consumido.....	35
5.2	Output Extensão da Rede de Água.....	36
5.3	Output Extensão da Rede de Esgoto.....	37
5.4	Output Quantidade de Ligações Ativa de Água.....	38
5.5	Output Quantidade de Ligações Ativa de Esgoto.....	38
6.	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS	41

1 – INTRODUÇÃO

A água constitui fator indispensável à vida, saúde pública e desenvolvimento socioeconômico que se torna cada dia mais disputado. Não somente pela poluição, mas principalmente pela crescente demanda, ineficiência e desperdício. Desse modo, tanto o abastecimento de água potável quanto o esgotamento sanitário devem ser vistos como direito e necessidade fundamentais à manutenção da vida humana na Terra (VARGAS, 2005).

O acesso à água deve proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas, sendo considerada potável quando apta a ser usada para alimentação, higiene e prevenção de doenças. Bem como o destino dos efluentes de esgotamento sanitário tem como objetivo fundamental a prevenção de doenças, além de evitar a contaminação do solo e de mananciais de água (FUNASA, 2006).

O tema saneamento básico tem sido alvo de crescentes debates, num contexto em que o País retoma o crescimento e o desenvolvimento econômico. Infraestrutura adequada e universalidade do atendimento dos serviços de saneamento básico são fatores importantes para o desenvolvimento sustentável de um país.

No Brasil as doenças resultantes da falta ou inadequação do saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico. Males como a cólera, dengue, esquistossomose, diarreia e leptospirose são exemplos disso.

Investir em saneamento é a única forma de reverter tal quadro. O Ministério da Saúde afirma que para cada R\$ 1,00 (um real) investido no setor de saneamento, R\$ 4,00 (quatro reais) são economizados na área de medicina curativa (FUNASA,2006). Assim, é notório o efeito benéfico dos serviços de saneamento sobre a saúde pública, mostrando-se necessários o planejamento e a execução de políticas de saúde a partir do saneamento.

A quantidade de trabalhos que demonstram essa correlação é tão grande que se criou na sociedade brasileira uma consciência da sua vantagem. Esse discurso é quase uniforme, contudo os debates públicos relativos ao tema pouco têm aprofundado sobre a qualidade desses serviços.

Isso é bastante claro quando se observa os discursos dos políticos em defesa da universalização das redes de água e esgoto, bem como a aplicação de recursos para esse fim.

O conceito de saneamento tem evoluído ao longo da história, principalmente, ao contexto político e social de cada estágio de desenvolvimento da sociedade. Originalmente, sua característica fundamenta-se na promoção de ações que busquem a melhoria das condições de saúde. Mais recentemente, com os rápidos processos de urbanização das cidades brasileiras, a noção de saneamento passa a incorporar questões que vão além dos aspectos sanitários, agregando, com maior ênfase, a dimensão ambiental, com destaque à importância das intervenções para a preservação e a conservação do meio ambiente. A partir de então fica fortalecido, também, o papel essencial do saneamento na indução do desenvolvimento sustentável e, por conseguinte, na melhoria da qualidade de vida da população brasileira e na garantia da preservação dos recursos naturais para as gerações futuras (Ministério da Integração -PPA 2012 a 2016).

O Programa de Monitoramento Conjunto para Fornecimento de Água e Saneamento (WHO; UNICEF, 2012) define saneamento básico como a tecnologia de custo mínimo que garanta o controle de fatores do meio físico que possam exercer efeitos deletérios sobre a saúde do ser humano, incluindo o esgotamento sanitário higiênico e o descarte de resíduos de esgoto de maneira que o ambiente em que vivem tanto o indivíduo quanto sua vizinhança seja conservado limpo e saudável.

Já a Fundação Nacional da Saúde define saneamento ambiental como “o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhoraras condições de vida urbana e rural” (FUNASA, 2006).

De acordo com MOTA (2012) o saneamento é uma meta comum diante de sua essencialidade à vida humana e à preservação do meio ambiente, evidenciando seu caráter público e o dever do governo em promovê-lo, sendo um bem social que integra políticas públicas e sociais.

Em 2007 foi sancionada a Lei nº 11.445, que “estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico” e define o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Ademais, a moradia provida de serviços de saneamento básico é um dos direitos sociais previstos no Art. 6º da Constituição Federal de 1988, bem como na Lei nº. 10.257/011, o Estatuto da Cidade, que estabelece diretrizes gerais da política urbana (Art. 2º, I).

A Lei define, entre outros, os princípios da universalização do acesso, da integralidade, da articulação com outras políticas públicas, da eficiência e sustentabilidade econômica, da transparência das ações e do controle social, da segurança, da qualidade e regularidade e da integração das infraestruturas e serviços com gestão eficiente dos recursos hídricos. Estabelece, ainda, as Diretrizes da Política Federal de Saneamento Básico e prevê o Plano Nacional de Saneamento Básico.

2 – OBJETIVOS

2.1 – Objetivo Geral

Em termos gerais, este trabalho tem por finalidade analisar como a relação input/output que uma empresa reflete em sua performance. O objetivo principal é avaliar a eficiência das 04 empresas prestadora de serviços de saneamento básico na Região Centro Oeste do Brasil, através da aplicabilidade da metodologia de análise de envoltória de dados - DEA (Data Envelopment Analysis) - mensurando o excesso, caso exista, de outputs por DMU (Decision Marker Unit), dado o nível de input.

O objetivo geral tem como proposito identificar as empresas mais eficientes, que estariam conseguindo a melhor transformação dos custos em produtos, denotando sua eficiência como a correta aplicação de seus recursos para geração dos serviços.

2.2 – Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a. Fazer uma comparação da eficiência das empresas de saneamento básico;
- b. Avaliar os insumos (input) utilizados pelas empresas, analisando-se as 04 empresas de saneamento (DMU). Após a comparação relativa entre essas empresas, será possível obter um ranking de eficiência;
- c. Indicar quanto de cada output é necessário aumentar, ou diminuir, para que uma empresa classificada como ineficiente torne-se eficiente;

3 – METODOLOGIA E MÉTODOS

3.1 – Análise Envoltória de Dados - DEA

A preocupação com a eficiência e como mensurá-la sempre foi uma busca constante, principalmente na teoria da produção. Tarefas como conceituação e a busca por medidas mais eficientes envolvem o estabelecimento de critérios para determinar a melhor situação possível a ser obtida pelos agentes econômicos.

A busca pela utilização do insumo com um nível de produção mais adequado, gerando assim menos custos, logo, maior receita, é dos elementos mais importantes nas estratégias de competitividades.

Ferreira e Gomes (2009) relatam que as formulações originais da Análise Envoltória de Dados – DEA (*Data Envelopment Analysis*) surgiram na década de 1950, têm como predecessores as contribuições da teoria da produção, que ocorre com reflexões sobre métodos matemáticos de programação com objetivo de alocar mais eficientemente recursos na economia.

Conforme Lins e Meza (2000), a aplicação do método de Análise Envoltória de Dados teve início com a tese de doutoramento de Eduardo Rhodes, apresentada à Carnegia Mellow University, em 1978, sob orientação de W.W. Cooper, baseado nos trabalhos de Debreu e Farrel na década de 50.

O objetivo da pesquisa era avaliar os resultados de programa de acompanhamento de estudantes carentes, instituído em escolas públicas americanas, com o apoio do governo federal. A ideia central era comparar o desempenho de um conjunto de alunos de escolas participantes, com o de alunos de escolas que não aderiram ao programa.

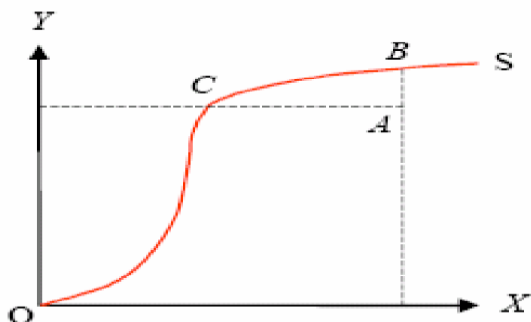
Essa tentativa de estimação da eficiência técnica de escolas, com base em múltiplos insumos e múltiplos produtos, resultou na formulação de modelo CCR (abreviatura de Charnes, Cooper e Rhodes, sobre nome de seus autores) de Análise de Envoltória de Dados e com publicação do primeiro artigo na *European Journal of Operations Research* em 1978.

A Análise Envoltória de Dados baseia-se em modelos matemáticos não paramétricos, ou seja, não utiliza inferências estatísticas como teste de coeficientes ou formalização de análise de regressão (Ferreira e Gomes, 2009).

O DEA avalia a eficiência de Unidades Tomadoras de Decisão- DMU (*Decision Maker Units*), comparando entidades que realizam tarefas similares e se diferenciam pela quantidade de recurso utilizado (*inputs*) e bens produzidos (*outputs*). É também uma ferramenta adequada tanto para avaliar a eficiência relativa das DMU quanto para o estabelecimento de metas para DMU's consideradas ineficientes.

Para Ferreira e Gomes (2012), existe relação com como os recursos são utilizados para realizar a produção, sendo expressa pelo quociente da produção (*outputs*) pelo insumo empregado (*inputs*), sugerindo que o insumo é usado sem excessos. Em DEA, tais excessos, bem como a escassez, são denominados folgas.

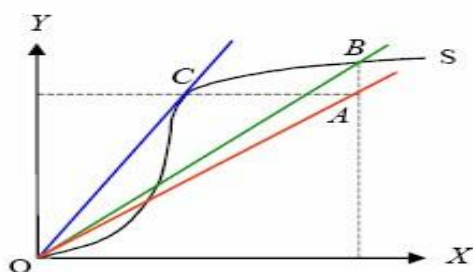
A Análise Envoltória de Dados permite analisar a eficiência produtiva (DMU) com múltiplos insumos (*inputs*) e múltiplos produtos (*outputs*) através da construção de uma fronteira de produção, a qual associa à produção física a quantidade de recursos empregada. A função de produção indica o máximo de produto que se pode obter a partir de uma quantidade de inputs, também denominada de fronteira eficiente, de tal forma que as empresas que possuírem a melhor relação produto/insumo serão consideradas mais eficientes e estarão situadas numa região inferior à fronteira, conhecida como envoltória.



A curva do gráfico é denominada Fronteira de Eficiência e indica a produção máxima para cada tipo de recurso. A região abaixo dela é denominada Conjunto Viável de Produção (MELLO *et al.*, 2005). Desse modo, os pontos B e C sobre a função de produção são tecnicamente eficientes, referindo-se às produções máximas que podem ser atingidas com o uso dos insumos disponíveis (FERREIRA; GOMES, 2012).

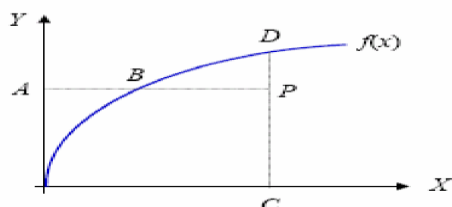
Ou seja, a fronteira de eficiência definida pela curva “S”, indica o máximo que se produz para cada nível de recurso, onde X representa os recursos; Y representa a produção. A região abaixo da curva é chamada de conjunto viável de produção.

A diferença entre os conceitos de produtividade e eficiência. Na figura abaixo as unidades B e C são eficientes (uma vez que estão localizadas na fronteira de eficiência), apenas a unidade C é a mais produtiva. Podemos observar este fato comparando-se os coeficientes angulares das retas OC e OB. Assim, a unidade mais produtiva é aquela cuja reta que a liga a origem tem o maior coeficiente angular possível. Ou seja, sendo C a unidade mais produtiva, a reta OC tem por coeficiente angular a derivada da função que relaciona produção com recursos, caso esta derivada exista. A unidade A é simultaneamente uma unidade não produtiva e não eficiente.



Basicamente, existem duas formas de tornar eficiente uma unidade não eficiente. Uma é reduzindo os recursos, mantendo constantes os produtos (orientação a *inputs*). A outra é fazendo o inverso (orientação a *outputs*).

Nesta outra Figura abaixo apresentamos essas duas formas. Seja a fronteira de eficiência definida por $f(x)$. A DMU ineficiente P precisa desloca-se até o Ponto B para tornar-se eficiente, reduzindo recursos. No entanto, se preferir aumentar os produtos, tem que se deslocar até o Ponto D.



Embora várias formas da fronteira possam ser determinadas, existem dois modelos que são considerados clássicos: o CCR e o BCC.

O modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes), também conhecido como CRS (Constant Returns to Scale), tem como propriedade principal a proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* na fronteira, ou seja, o aumento na quantidade dos *inputs* provocará acréscimo (redução) proporcional no valor dos *outputs*. Por exemplo, aumentando-se a utilização dos fatores em 10%, o produto também aumenta em 10%. No DEA, com rendimentos constantes de escala (CCR), com um insumo e um produto, a medida de eficiência técnica de uma DMU é dada pela relação entre produto/insumo:

$$\Theta_i = \frac{\text{Produto obtido}}{\text{Insumo utilizado}}$$

Já no caso de múltiplos insumos e produtos pode-se calcular índices virtuais de utilização e de produção:

$$IVP_i = u_1 y_{1i} + u_2 y_{2i} + \dots + u_s y_{si}$$

$$IVL_i = v_1 X_{1i} + v_2 X_{2i} + \dots + v_m X_{mi}$$

Obtém-se então o índice agregado de eficiência:

$$\Theta_i = \frac{IVP_i}{IVL_i} = \frac{u_1 y_{1i} + u_2 y_{2i} + \dots + u_s y_{si}}{v_1 X_{1i} + v_2 X_{2i} + \dots + v_m X_{mi}}$$

O modelo permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável (entrada ou saída) de forma que lhe for mais benevolente, desde que esses pesos aplicados às outras não gerem razão superior a 1 (um) e inferior a 0 (zero).

$$\text{Max : } \Theta_i = \frac{u_{1i}y_{1i} + u_{2i}y_{2i} + \dots + u_{si}y_{si}}{\{v,u\} \quad v_{1i}X_{1i} + v_{2i}X_{2i} + \dots + v_{mi}X_{mi}}$$

Sujeito a:

$$\frac{u_{1i}y_{1j} + u_{2i}y_{2j} + \dots + u_{si}y_{sj}}{v_{1i}X_{1j} + v_{2i}X_{2j} + \dots + v_{mi}X_{mj}} \leq 1, \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_{1i}, u_{2i}, \dots, u_{si} \geq 0 \text{ e } u \neq 0$$

$$v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{mi} \geq 0 \text{ e } v \neq 0$$

O problema apresentado visa maximizar o índice de eficiência para cada uma das DMU's, escolhendo para tanto os vetores de pesos u e v apropriados. Para tal, obriga-se que o denominador da função objetivo deva ser igual à unidade.

A estrutura matemática desses modelos permite que uma DMU seja considerada eficiente com vários conjuntos de pesos. Podem ser atribuídos pesos zeros a alguma *input* ou *output*, o que significa que essa variável foi desconsiderada na avaliação.

O modelo BCC (BANKER, CHARNES e COOPER, 1984), também conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale*). Ao obrigar que a fronteira seja convexa, o modelo BCC permite que DMU's que operam com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. Esse modelo permite a projeção de cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira (envoltória) determinada pelas DMU's eficientes (Lins e Meza, 2000).

$$\text{Max : } \Theta_i = \frac{u_{1i}y_{1i} + u_{2i}y_{2i} + \dots + u_{si}y_{si} - u_0}{\{v,u,u_0\} \quad v_{1i}X_{1i} + v_{2i}X_{2i} + \dots + v_{mi}X_{mi}}$$

Sujeito a:

$$\frac{u_{1i}y_{1j} + u_{2i}y_{2j} + \dots + u_{si}y_{sj} - u_0}{v_{1i}X_{1j} + v_{2i}X_{2j} + \dots + v_{mi}X_{mj}} \leq 1, \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_{1i}, u_{2i}, \dots, u_{si} \geq 0 \text{ e } u \neq 0 \quad v_{1i},$$

$$v_{2i}, \dots, v_{mi} \geq 0 \text{ e } v \neq 0$$

A escolha pela utilização da metodologia DEA para análise de eficiência das empresas de saneamento básico é justificada pelas vantagens apresentadas. E os modelos DEA podem, por exemplo, contribuir para que as empresas entendam melhor o impacto real de seus investimentos em melhorias de produto e processos e introduzir

inovações tecnológicas de forma mais eficientes e eficazes, particularmente quando é necessário considerar múltiplos insumos e produtos.

Ao analisar empresas de saneamento que desenvolvem atividades semelhantes, pode-se, assim, comparar as suas produtividades e investigar por que razão umas são mais produtivas do que as outras. De forma genérica, uma empresa é mais produtiva do que outra porque tomou decisões que lhe permite aproveitar melhor os recursos. Essas decisões podem ser o uso de uma tecnologia mais avançada, a contratação de mão-de-obra mais qualificada, melhores técnicas gerenciais, ou outras. O importante é que a maior produtividade é, via de regra, decorrente de alguma decisão tomada. Portanto, do ponto de vista deste tipo de análise, as unidades produtoras tomaram decisões e, por isso, serão daqui para frente denominadas por “Unidades que Tomam Decisões”. As unidades produtivas passam a ser chamadas de DMU's, mesmo nos casos em que não tomam decisão alguma. Mas como nosso intuito é analisar a eficiência dessas empresas, então devemos comparar o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos.

3.2 - Exemplos de Aplicação

Estudos já realizados para o Brasil apontam vários trabalhos utilizando a análise envoltória de dados (DEA) nas mais diversas áreas: hospitais, correios, bancos, energia elétrica, agricultura, mineração, transporte, educação, supermercado, entre outras.

Na área de energia elétrica, Macedo et al (2009), escreveram artigo tendo como objetivo analisar o desempenho contábil-financeiro relativo às empresas sócias ambientalmente responsáveis, no período de 2005 a 2007, utilizando a análise envoltória de dados. E concluíram que as empresas socioambientalmente responsáveis tiveram desempenho superior no período analisado.

Moraes (2007) desenvolveu dissertação de mestrado com o objetivo, entre outros, de analisar a eficiência dos investimentos realizados em tecnologia da informação por lojas e supermercados de cooperativas do Rio Grande do Sul, através da análise envoltória de dados, no período de 2003 a 2005. E obteve resultados que indicam a existência de impactos positivos e significativos em termos de desempenho

organizacional, embora haja uma lacuna entre as empresas e os controles financeiros relacionados à tecnologia da informação.

Carvalho et al (2009) produziram trabalho visando analisar o desempenho das bibliotecas integradas a uma IFES (Instituição Federal de Ensino Superior), do Rio de Janeiro, aplicando a análise envoltória de dados entre 2006 e 2007, e obtiveram como principal conclusão ser a análise envoltória de dados eficaz para a gestão da eficiência sistêmica em organizações públicas.

As empresas de comércio eletrônico também foram foco de pesquisa utilizando a análise envoltória de dados (DEA). Guerreiro et al (2007) estudaram a eficiência de empresas brasileiras de comércio eletrônico com o uso da metodologia DEA. E concluíram que entre as empresas analisadas a Americanas.com e a Submarino.com são eficientes em relação a sua escala de produção, e a Som livre foi considerada ineficiente, sugerindo que o seu sistema logístico seja o responsável por grande parte da ineficiência.

Na área da educação, destaca-se o trabalho de Alencastro & Fochegatto (2006), que realizaram uma pesquisa buscando avaliar a eficiência técnica dos cursos de graduação de uma universidade privada, com o uso da análise envoltória de dados. A pesquisa permitiu a elaboração de uma curva de eficiência relativa e, por meio dela, foi construído um ranking entre os cursos, possibilitando sugerir alternativas para aumentar a eficiência do sistema educacional.

Ainda na área da educação, Azevedo (2009) analisou a eficiência das escolas de ensino médio públicos e privado do Distrito Federal a partir de um modelo paramétrico e outro não-paramétrico. No primeiro caso utilizou-se o modelo Análise Envoltória de Dados (DEA), para o cálculo da eficiência. A nota da prova do Enem de 2007 foi adotada como produto/resultado. Os resultados demonstram que a classificação das escolas públicas melhorou quando se utiliza o índice de eficiência em vez de apenas as notas do Enem. As variáveis exógenas de renda per capita, tipo de dependência administrativa (pública ou privada), quantidade de alunos e adoção de programa TV Escola demonstra ter correlação positiva com a eficiência.

Marinho (2003) buscou avaliar os serviços ambulatoriais e hospitalares nos municípios do Rio de Janeiro, utilizando a análise envoltória de dados e conseguiu explicitar com essa técnica o desempenho dos serviços de saúde nos municípios sob investigação e também os níveis ótimos de produção e consumo.

Vilela et al (2007) aplicou a análise envoltória de dados para a avaliação do desempenho de cooperativas de crédito rural e concluíram que esta pode ser uma alternativa interessante para avaliação de desempenho organizacional.

Adelino & Paula (2007) verificaram se as aquisições e fusões ocorridas no setor bancário brasileiro melhoraram a eficiência do setor bancário, utilizando análise envoltória de dados – DEA. Segundo os autores, os resultados obtidos mostram que houve melhora na eficiência de intermediação dos seis bancos analisados.

Neves Junior (2007) elaborou um ranking dos 50 maiores bancos brasileiros tendo por critério a eficiência operacional, utilizando a ferramenta da análise envoltória de dados. O trabalho contribuiu para que os bancos possam avaliar e estimar sua eficiência operacional.

Quanto à eficiência no setor de saneamento, há também vários trabalhos no país, com abrangência e metodologia bastante variadas. Moreira, Faria, Nunes e Abreu apresentaram em 2007 artigo publicado pela Revista Econômica do Nordeste, no qual os autores comparam o desempenho de companhias de saneamento brasileiras nos níveis regional, microrregional e local nos anos de 1998, 1999 e 2001, mediante a utilização de quatro indicadores: produtividade do capital, produtividade do trabalho, performance financeira e de qualidade. Os resultados demonstram que, em média, as empresas regionais apresentam melhor desempenho em termos de produtividade de capital e de trabalho para os sistemas de água e esgoto. As empresas microrregionais apresentam melhores indicadores financeiros, embora no sistema de água essa diferença não seja significativa. As empresas locais, por sua vez, apresentaram os melhores indicadores de atendimento.

Carmo e Távora (2003) avaliam a eficiência das empresas de saneamento referente ao ano 2000 através da metodologia não-paramétrica, DEA, para obter a fronteira de eficiência, avaliada com retornos constantes e com retornos variáveis de escala. A escolha do fator de produção e dos produtos analisados influencia diretamente no alcance da eficiência. Os autores analisam as empresas como produtoras de um único produto e constata-se que elas apresentam retornos crescentes à escala, justificados pelo grau de diferença na produção de cada companhia. Breno Sampaio e Yony Sampaio analisaram 36 empresas de saneamento brasileiras, com atuação entre os anos de 1998 e 2003. Os autores adotaram o modelo DEA com Retornos Variáveis de Escala orientados para produto (DEA-BCC-O), de forma a aperfeiçoar o uso de recursos, a partir da redução das despesas totais com

serviço e do quadro de funcionários, mantendo o mesmo nível de serviço, com vistas a maximizar a produção, por exemplo, aumentando o porcentual de tratamento de esgoto e/ou água.

Ohira e Shirota (2005) utilizaram modelo de fronteira estocástica para analisar a eficiência das empresas do setor de saneamento no Estado de São Paulo, utilizando dados do SNIS para o ano de 2002. Concluíram que há alto grau de ineficiência entre as empresas e que, para os custos apresentados, seria possível expandir significativamente o nível do serviço prestado.

Ainda Oliveira e Carrera-Fernandez (2004) analisaram comparativamente a eficiência das empresas de saneamento brasileiras de propriedade pública e privada, com base em modelo de maximização de lucro. Concluíram que as empresas operadas pelo Estado utilizam mais capital por unidade de trabalho e apresentam maiores níveis de emprego de recursos (capital e trabalho) por unidade de produto. Isso acarreta aumento significativo dos custos das empresas estatais em relação às empresas privadas.

Portanto, como se pôde notar, a metodologia análise envoltória de dados tem sido amplamente utilizada nos mais diversos campos. E logrado sucesso como ferramenta útil, capaz de auxiliar a gestão do desempenho organizacional por meio de mensuração de eficiência.

3.3 - História do Saneamento Básico

O homem, desde a antiguidade, aprendeu pela própria experiência que a água suja, o lixo e outros resíduos podiam transmitir doenças e começou a adotar medidas para dispor de água limpa e livrar-se dos detritos. Assim nasce o saneamento básico (BUFF, 2009).

O que é saneamento? Sanear vem do latim *sanu*: tornar saudável, tornar habitável, higienizar, limpar. Saneamento é um conjunto de medidas para preservar as condições do meio ambiente, prevenir doenças e melhorar as condições da saúde pública (A HISTÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO NA IDADE ANTIGA).

As principais atividades do saneamento estão ligadas à coleta e ao tratamento dos resíduos produzido pelo homem, como esgoto e lixo, tornando-os

inofensivos à saúde. Atua também no fornecimento de água que abastece as populações (BUFF, 2009)

De acordo com, A História do Saneamento Básico – Sonia Rosalie Buff. 2009, os grupos humanos na pré-história utilizavam métodos simples para recolher as águas das chuvas, dos rios e dos lagos. Como se mudavam constantemente deixavam restos de alimentos e dejetos acumulando-se em seus abrigos temporários, consumiam apenas o essencial para a sobrevivência e a população era pequena, a quantidade de detritos produzidos era insuficiente para produzir alterações ambientais significantes.

Tem-se notícia de que existiam coletores de esgoto em Nipur (Babilônia) desde 3.750 A.C. O primeiro sistema público de abastecimento de água, o aqueduto de Jerwan, foi construído na Assíria em 691 A.C. Os grandes aquedutos romanos foram construídos em várias partes do mundo, a partir de 312 A.C. No ano 70 A.C., Sextus Julius Frontinus foi nomeado Superintendente de Águas de Roma (BUFF, 2009)

No período neolítico, com o desenvolvimento da agricultura surgiram as primeiras aldeias, a produção de lixo e água servida favoreceu a proliferação de ratos e insetos e o início das poluições dos rios, os primeiros gatos domesticados eram muitos úteis para caçar os ratos que atacavam os celeiros dos grãos. Com o surgimento das cidades, na Idade Antiga, e o crescimento da população foi necessário desenvolver projeto de engenharia para condução e armazenamento de água. Procurando fontes de água no subsolo, foram cavados poços que, inicialmente rasos, chegaram a até 450m de profundidade, como os construídos pelos chineses (BUFF, 2009)

No período da Idade Moderna as preocupações com a saúde pública como conhecemos hoje tiveram maior desenvolvimento. Entre o século XVI e meados do século XVIII generalizou-se a pavimentação das ruas e construção de obras de canais de drenagem onde escoavam os refugos indesejáveis das ruas em direção aos rios e lagos. O uso desse método produzia maus odores, além do que as provisões de água se tornavam perigosamente poluídas (BUFF, 2009)

Com o desenvolvimento industrial, a partir de meados do século XVIII, houve grande êxodo rural e as populações de países como Inglaterra, França, Bélgica e Alemanha concentraram-se nas cidades, onde as condições de vida eram terríveis.

As moradias eram bastante precárias e sem as mínimas condições de higiene. Os detritos eram acumulados em recipientes, de onde eram transferidos para reservatórios públicos mensalmente (BUFF, 2009)

No início do século XIX, as condições de vida urbana começaram a melhorar, houve a introdução gradual de bombas a vapor e canos de ferro. A generalização do sistema de drenagem por carregamento pela água logo originou mais problemas: as fossas raramente eram limpas e seu conteúdo se infiltrava pelo solo, saturando grandes áreas do terreno e poluindo fontes e poços usados para o suprimento de água (BUFF, 2009)

O suprimento de água e a limpeza de ruas não acompanharam a expansão urbana, e, ao mesmo tempo, a proliferação das indústrias que lançavam seus resíduos nas águas agravava a poluição ambiental. Houve a volta, então, de graves epidemias, sobretudo da cólera (Londres, 1831-32, 1948-49, 1954 e 1957) e febre tifoide, transmitidas pela água contaminada (BUFF, 2009)

Diante da gravidade da situação, os governos passaram a investir muito em pesquisa e na área médica. Pasteur e outros cientistas descobriram que doenças infecciosas eram causadas por micro-organismos patogênicos. A partir daí foi possível entender os processos de transmissão de doenças através de água e de outros meios contaminados (BUFF, 2009)

Com o progresso no saneamento no século XIX, as autoridades perceberam uma clara correlação entre as sujeiras e as doenças nas cidades. Os engenheiros hidráulicos propuseram, então, a reforma radical do sistema sanitário, separando rigorosamente a água potável da água servida, as valas de esgoto a céu aberto seriam substituídas por encanamentos subterrâneos construídos com manilhas de cerâmica cozida (BUFF, 2009)

É importante ressaltar que, em todas as épocas e em todos os lugares, o saneamento básico concentrou-se nas zonas urbanas e no atendimento das classes privilegiadas. A democratização do acesso ao saneamento é fenômeno recente e restrito geograficamente. No século XX o desenvolvimento da ciência e da tecnologia permitiu que fontes contaminadas se tornassem potáveis ao tratamento (BUFF, 2009).

3.4 - Saneamento Básico no Brasil

As comunidades indígenas já se preocupavam com o saneamento. Para o próprio consumo, os indígenas armazenavam a água em talhas de barro e argila ou até mesmo em caçambas de pedras. Com os dejetos, também havia um cuidado especial, haja vista que delimitavam áreas usadas para as necessidades fisiológicas e para deposição de detritos.

Como lembra Moreira, 1998, no Brasil, a história do saneamento básico também se confunde com aparecimento e a formação das cidades. No início do século XIX (período colonial), o abastecimento de água era feito através de coleta em bicas e fontes, nos povoados que então se formavam. Com a chegada da família real no Brasil, deu-se início à implantação de uma infraestrutura mínima, com a execução de obras tais como pontes, estradas e abastecimento de água à população.

A pressão por abastecimento de água começa a surgir nos aglomerados urbanos em meados da década de 30 do século passado, quando já existiam os chafarizes que abasteciam a corte real e os habitantes da vila real, surgindo ainda naquele período os chamados pipeiros, que coletavam a água nas bicas e fontes e a revendiam aos moradores.

Na segunda metade do século XIX verifica-se um crescimento das cidades e o aumento dos fluxos imigratórios, o que promoveu o agravamento dos problemas de saneamento, com as epidemias se reproduzindo periodicamente. Nessa fase se conhecem as primeiras concessões de serviços públicos de saneamento, como ocorreu na cidade de Campinas, Estado de São Paulo, no ano de 1875.

Já no início do século até a década de 30, os serviços foram prestados em vários lugares por empresas estrangeiras que obtiveram a concessão para tal, bem como por organismos nacionais. Muitas das concessões tiveram que ser canceladas e as companhias encampadas pelo governo por absoluta falta de capacidade de investimento por parte das empresas concessionárias. Em 1940, como medida concreta do governo federal, foi criado o DNOS - Departamento Nacional de Obras de Saneamento.

O SESP - Serviço Especial de Saúde Pública foi criado em 1942, como do governo norte-americano para atuar principalmente nas regiões dos rios Amazonas e Doce, regiões produtoras de matérias-primas estratégicas para a época (borracha,

quartzo e mica). Após o ano de 1952, o SESP passa a apoiar os municípios, ampliando sua atuação e transformando-se em fundação no ano de 1960.

Em 1964, com o regime autoritário estabelecido, centralizam-se as decisões em nível federal e cria-se o BNH - Banco Nacional da Habitação, que passa a ser o gestor dos recursos do FGTS, principal fonte de recursos para o setor. Em 1965 o Brasil assina acordo com o Governo dos Estados Unidos, através do DNOS e USAID, criando o "Fundo Nacional de Financiamento para Abastecimento de Água" e o "GEF - Grupo Executivo de Financiamento", que no período de 1965/1967 atendeu apenas a 21 cidades em todo o País com obras de abastecimento de água.

O SFS - Sistema Financeiro do Saneamento foi criado em 1968, gerido pelo BNH, o qual foi o amparo para o PLANASA- Plano Nacional de Saneamento, instituído em 1971, que se elevou com a criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico e que tinha como meta alcançar até o ano de 1980 no mínimo 80% da população urbana com água potável e 50% dessa população com os serviços de coleta e tratamento de esgoto. Foram criadas, neste contexto, as 27 companhias estaduais de saneamento básico (CESB's), que passaram a operar na maioria dos municípios através de contratos de concessão firmados por prazos de 20 a 25 anos de validade.

Tanto na zona rural quanto urbana, a situação geral do saneamento continua precária para as populações de baixa renda, apesar das melhorias realizadas nos últimos 40 anos. A implantação de obras de saneamento nunca acompanhou o ritmo de saneamento das áreas urbanas.

Estudo do Instituto Trata Brasil (2012), mostra um levantamento que aponta apenas 45% da população brasileira possuindo serviços de rede de esgotos. E do esgoto coletado, apenas 37% é tratado. Logo, apenas 16% da população brasileira têm seu esgoto totalmente tratado. E apenas metade dos brasileiros possuem água considerada em bom nível para uso pessoal. É um número considerado alarmante.

Foi realizada a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), onde 2.495 (44,8% no total) cidades brasileiras não contavam com rede coletora de esgoto. E, ao todo, 33 municípios não tinham rede geral de abastecimento de água (IBGE2008). Também em 2011, dados do Ministério das Cidades mostravam que 36 milhões de brasileiros não tinham água tratada e que menos da metade da

população, 48,1%, contava com coleta de esgoto. Já o déficit de moradias sem acesso a esgoto, de acordo com o Trata Brasil, era de 26,9 milhões, em 2012.

Temos um problema histórico, mas é hora de entender que a falta de saneamento traz ônus econômico e social. O acesso à água deve proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas, sendo considerada potável quando apta a ser usada para alimentação, higiene e prevenção de doenças. Bem como o destino dos efluentes de esgotamento sanitário tem como objetivo fundamental a prevenção de doenças, além de evitar a contaminação do solo e de mananciais de água (FUNASA, 2006).

Assim, o direito ao saneamento e à água se confunde ao direito ao meio ambiente e à qualidade de vida, em busca ao acesso à própria cidadania e a diminuição das desigualdades na sociedade (IBGE, 2011).

Uma vez que o objetivo principal dos serviços de saneamento básico é a manutenção da vida, tais serviços devem ser considerados um direito de todos, conforme rege a Constituição de 1988. Se o Estado se omitir diante desta responsabilidade, falhará no cumprimento da constituição que visa reger e proteger a sociedade brasileira (OLIVEIRA, 2007).

3.5 - Saneamento Básico na Região Centro Oeste

A região Centro-Oeste é formada por três estados mais o Distrito Federal, sendo eles Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. A região possui uma área de 1.606.371,505 km². É formada por 466 municípios e conta com uma população estimada em 15.442.232 habitantes (estimativa 2015 – IBGE).

No Mato Grosso do Sul 85,28% da população apresenta rede de água tratada, 36,67% de coleta de esgoto e 98,93% de esgoto tratado (SNIS 2014).

No Mato Grosso a rede água tratada atende 88,32% da população, 29,90% com coleta de esgoto e 71,10% apresenta tratamento de esgoto.

No Goiás 86,81% da população apresenta rede de água tratada, 52,04% de coleta de esgoto e 85,50% da população apresenta tratamento de esgoto (SNIS 2014).

No Distrito Federal 97,46% da população apresenta rede de água, 70,61% de coleta de esgoto, 100% apresenta tratamento de esgoto (SNIS 2014).

Em relação as quatro capitais do Centro-Oeste 30% do tratamento de esgoto não são tratados, sendo o melhor nível das regiões brasileiras. Nos quais foram lançados cerca de 88 milhões de m³ de esgotos sem tratamento, segundo estudos do Trata Brasil com base no SNIS de 2013.

3.5.1 - Saneamento Básico do Distrito Federal (CAESB)

A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), é uma empresa estatal na categoria de Sociedade de Economia Mista, responsável pelo tratamento, distribuição de água e saneamento do Distrito Federal. Atua em Brasília, regiões administrativas e cidades do entorno, atende a 2,77 milhões de pessoas com serviços de abastecimento de água e 2,34 milhões com serviços de esgotamento sanitário, o que corresponde, respectivamente, a 99% e 93% da população regularmente instalada no Distrito Federal (SNIS,2014)

Para atender a população com abastecimento de água, a CAESB dispõe de cinco sistemas produtores, dez estações de tratamento e 56 unidades de tratamento simplificado ou de cloração de poço.

A companhia tem um pouco 7 mil km de redes de distribuição de água e produz, por dia, 604,8 milhões de litros de água tratada. A cada mês, são realizadas 7 mil análises de qualidade nas saídas das estações de tratamento de água e nas redes de distribuição.

O sistema de esgotamento sanitário conta com 17 estações de tratamento e 38 de bombeamento, além de 5 mil km de redes coletoras. Todo o esgoto coletado é tratado. Mensalmente, nas ETE's, são realizadas cercas de quatro mil análises do esgoto coletado. Os índices de eficiência das unidades de tratamento estão estáveis na faixa de 93% a 96% e os índices de continuidade e regularidade variam de 98% a 99%. A companhia destaca que o custo operacional do tratamento de esgoto passou de R\$ 0,65/m³ em 2007 para R\$ 0,57/m³ em 2008, representando uma redução de 12% por m³ de esgoto tratado.

A CAESB dispõe também de moderno laboratório de análise de água que controla a qualidade de água distribuída em todo o Distrito Federal. Além disso, a empresa desenvolve amplo programa de redução de perdas, bem como de eliminação de ligações clandestinas.

3.5.2 - Saneamento Básico do Goiás (SANEAGO)

O Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO) está presente com serviços de abastecimento de água em 223 dos 246 municípios goianos e em mais de 43 localidades. Em 37 desses municípios, a empresa oferece também serviços de coleta e transporte de esgoto. Além de tudo isso, a SANEAGO ainda conta com 47 estações de Esgoto que estão em pleno funcionamento.

Constituída como empresa de economia mista, a companhia atende a 4,7 milhões de pessoas com abastecimento de água e 2,1 milhões de habitantes com coleta de esgoto, respectivamente 78,28% e 34,98% da população. Goiânia tem o índice de 92% de atendimento com o abastecimento de água e de 80% com a coleta de esgoto. A capital conta com duas Estações de Tratamento de Água: ETA Jaime Câmara e ETA Meia Ponte.

O sistema de esgotamento sanitário de Goiânia dispõe de 2,6 milhões de metros de rede coletora, que descarrega os esgotos e interruptores implantados às margens dos principais cursos de água das cidades. São dotados de interceptores o ribeirão Anicuns e João Leite, e os córregos Macambira, Vaca Brava, Cascavel, Capim Puba, Botafogo, Palmito, Água Branca e Barreiro.

Existem três Estações de Tratamento de Esgoto em operação na capital que recebem contribuição de cerca de 800 mil habitantes. Na região leste de Goiânia, estão situadas a ETE Aruanã e a ETE Parque Atheneu. A ETE Dr. Hélio Seixo de Britto, inaugurada em 2004, tem capacidade para tratar 75% do esgoto coletado em Goiânia e abrange a bacias dos ribeirões Anicuns e João Leite, e dos córregos Caveirinha e Fundo. O objetivo final é devolver a vida ao rio Meia Ponte, que drena 37 municípios goianos, inclusive a capital, de onde recebe grande carga poluidora.

Para o controle de qualidade e o monitoramento do processo produtivo, a SANEAGO tem dois laboratórios: um em Goiânia e o outro em Anápolis. São responsáveis pelas análises físico-químicas de processo e pelas determinações microbiológicas (bacteriologia, hidrobiologia e parasitologia).

3.5.3 - Saneamento Básico de Mato Grosso do Sul (SANESUL)

Fundada em 26 de janeiro de 1979 por meio do Decreto Estadual nº 071/79, a Sanesul - Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul - é uma empresa pública, com autonomia administrativa e financeira, que compõe a administração indireta e está vinculada ao Governo do Estado de Mato Grosso do Sul.

Iniciou suas operações atendendo 17 localidades, com um total de 52.200 ligações de água e esgoto e, atualmente, atende 123 localidades com abastecimento de água tratada e esgotamento sanitário, sendo 68 municípios e 55 distritos.

Para atender a demanda, a Sanesul produz (capta, trata e distribui), anualmente, 9,2 bilhões de litros de água para abastecer 1.352.352 sul-mato-grossenses. Ao todo, são mais de 450 mil ligações de água e 142 mil ligações de esgoto, perfazendo um índice de 99,5% de cobertura de água e 43% de cobertura de esgoto.

3.5.4 - Saneamento Básico no Estado de Mato Grosso

Em Mato Grosso, a AGER, criada como uma Agência de Regulação multissetorial, pela Lei nº 7.101, de 14 de janeiro de 1999, e alterada pela Lei Complementar nº 66, de 22 de dezembro de 1999, em seu artigo 3º, inciso I e Parágrafo único, tem competência para exercer as funções que lhe sejam delegadas por legislação específica, em especial na área de Saneamento, entre outras atividades, a competência para controlar, fiscalizar e regular, bem como normatizar e padronizar os serviços públicos delegados, cuja organização e prestação é de competência dos Municípios.

Em 13 de dezembro de 2000, através da Lei 7.358, o Governo Estadual autorizou a extinção da Companhia de Saneamento do Estado de Mato Grosso.

O Governo do Estado de Mato Grosso, aprova a Lei 7.359 de 13 de dezembro de 2.000, alterada pela Lei nº 7.535 de 06 de novembro de 2001, que autoriza o Estado a conceder incentivos à municipalização dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, em função da população urbana do município, número de ligações domiciliares de água e valor do faturamento mensal.

Os municípios que aderiram ao Plano de Incentivos assinaram o Termo de Rescisão do Contrato de Concessão e Confissão de Dívida com a SANEMAT com a interveniência do Governo de Estado e assinaram o Termo de Confissão e Assunção de Dívida com o Estado.

Em janeiro de 2002, o Governo do Estado aprova Lei 7.638 de 16 de janeiro de 2002, que institui a Política Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.

O artigo 22 da Lei 7.638/2002 dispõe que todas as formas de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e todos os seus agentes executores serão submetidos às atividades de regulação e controle. Nessa mesma Legislação, conforme o artigo 33, a AGER definirá as condições mínimas de cobertura e qualidade para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, no Estado de Mato Grosso.

Hoje, no Estado de Mato Grosso, devido a municipalização do Setor de Saneamento, cada Município faz opção pela gestão dos seus sistemas, muitos concedendo à iniciativa privada, outros criando Autarquias, Companhia Municipal de Saneamento ou Departamento Autônomos.

4 – MODELO DEA UTILIZADO

O SNIS fornece mais de uma centena de indicadores, sobre água, esgoto, resíduos sólidos, financeiros, qualidade, entre outros. Este trabalho considera apenas os dados de fornecimento de água e saneamento (aqui entendido somente como esgotamento sanitário), não abrangendo os dados de manejos de resíduos sólidos ou de águas pluviais.

Castro (2003) explora a base do SNIS em busca dos indicadores mais significativos, utilizando técnicas de correlação entre os indicadores, regressão múltipla e teste de hipóteses, chegando ao conjunto dos seguintes indicadores que servirão de critérios em nosso estudo para a análise envoltória de dados: volume de água consumida dada a utilização da extensão de rede água e a quantidade de ligações ativas de água e quantidade de ligações ativas de esgoto, e como insumo, despesa de exploração. Tendo como base o ano de 2014 (último dado disponível por ocasião desta pesquisa). A base de dados consultada foi extraída do Sistema

Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), divulgado pelo Ministério das Cidades (Quadro 1).

Quadro 1 - Conjunto de indicadores utilizados na análise.

<i>Outputs</i>	<i>Inputs</i>
Volume de Água Consumido – VI _{AgCs} (1.000m ³ /ano) Extensão da Rede de Água – Ex _{ReAg} (km) Extensão da rede de esgoto – Ex _{ReEs} (km) Quantidade de Ligações Ativas de Água – Qt _{LiAg} (nº ligação) Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto – Qt _{LiAtEs} (nº ligação)	Despesas de Exploração (R\$/ano) - Des _{Exp}

Elaboração Própria

Foram definidos como despesa de exploração o somatório das despesas com pessoal próprio (R\$/Ano), produtos químicos (R\$/Ano), energia elétrica (R\$/Ano), serviços de terceiros (R\$/Ano), serviços de terceiros (R\$/Ano), água importada (R\$/Ano), esgoto bruto exportado, despesas fiscais ou tributárias incidente na DEX, além de outras despesas de exploração.

Para executar os procedimentos da análise envoltória de dados foi utilizado o *software* SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), disponibilizado gratuitamente em <http://www.uff.br/decisao/> (ANGULO MEZA *et al.*, 2005).

Um dos pontos importantes da técnica DEA é que os índices de eficiência são medidos comparativas entre as DMU's analisadas. Golany & Roll (1989) ressaltam a importância e o cuidado em determinar o tamanho da amostra antes da definição das variáveis. Logo, se o tamanho da amostra for menor que a quantidade de *inputs* e *outputs*, a análise pode resultar em todas as DMU's serem eficientes. Alguns autores recomendam que o número de unidades tomadoras de decisão (DMU's) deve ser no mínimo duas vezes o número de *inputs* e *outputs* considerados.

Como no Centro Oeste são três Estados mais o Distrito Federal, foi necessário incluir os 26 Estados brasileiros, mais o Distrito Federal na análise. Sendo assim, podem-se identificar as causas da ineficiência de cada unidade, bem como obter o índice de eficiência. Além disso, as unidades de melhor desempenho, as eficientes, passam a formar o conjunto de referências para as demais unidades em análise.

Neste trabalho é utilizado o modelo DEA BCC, devido à heterogeneidade dos dados, e os cálculos são feitos orientados ao produto, verificando-se que é possível

ser mais eficiente de forma a otimizar o uso de recursos, mantendo o mesmo nível de despesa, com vistas a maximizar a produção, por exemplo, aumentando a extensão da rede de esgoto.

A opção por maximizar os outputs vem, principalmente, da dificuldade em definir ações gerenciais para atender a possíveis melhorias no único input, uma vez que apenas os custos dos inputs que compõem essa DEX são informados, mas não seus valores físicos.

A base de dados consultada foi extraída do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), divulgado pelo Ministério das Cidades, e que reúne informações dos serviços de água e esgoto. A série se encerra em 2014, sendo a última e mais atualizada informação oficial de que o País dispõe.

5 - RESULTADOS E DISCURSÃO

O Quadro 02, abaixo, apresenta os resultados do modelo gerado, com os índices de eficiência e a posição em ordem decrescente. Cabe lembrar, que o ranking não é uma medida absoluta e deve ser interpretado de forma cautelosa. No caso em questão, modelo BCC orientado para output, o índice de eficiência pode ser visto como o percentual da eficiência da DMU em estudo, calculado com os pesos que lhe são mais favoráveis, em relação à maior eficiência que alguma DMU da amostra pode atingir com os mesmos pesos. É claro que quando os pesos mais favoráveis para uma DMU a tornam mais eficiente do que as demais o índice se torna 100%.

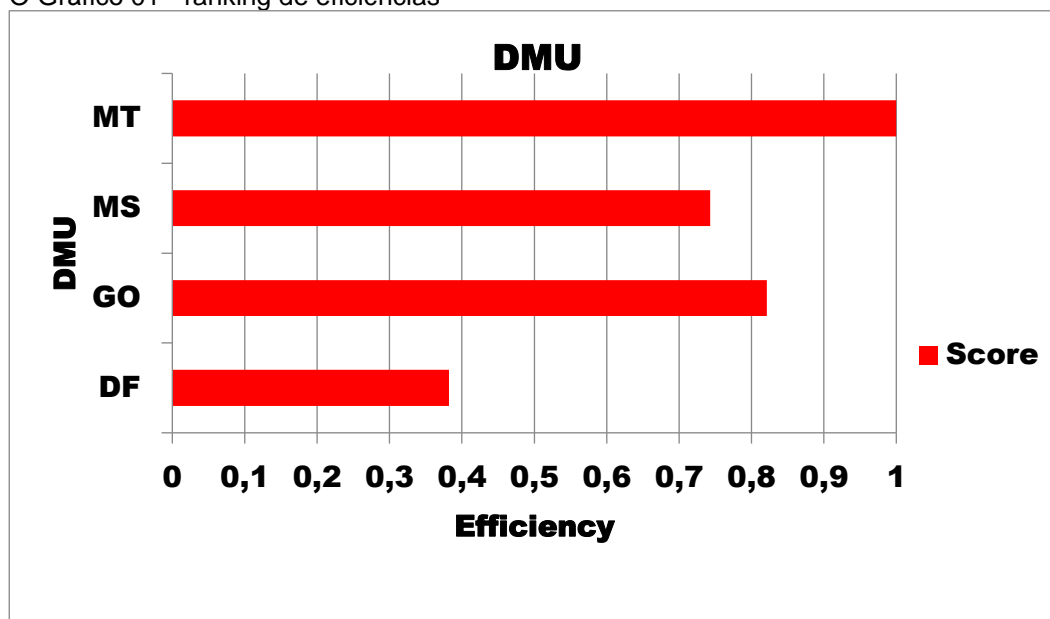
Portanto, o ranking nacional é apenas uma indicação aproximada e não totalmente confiável, já que as eficiências são medidas com base em pesos diferentes atribuídos ao input e aos outputs de cada DMU.

No.	DMU	Score	Ranking Nacional	1/Score
01	MT	1	1	1
02	GO	0,821023	14	1,217993
03	MS	0,743063	20	1,34578
04	DF	0,382019	27	2,617673

Quadro 02 - Ranking de Eficiência – DEA-BCC Orientação para Output

O Gráfico 01, baseado no ranking de eficiências, apresenta a distribuição dos 04 (quatro) Estados avaliados.

O Gráfico 01 - ranking de eficiências



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho com os dados coletados

Logo, dentre dos Estados em estudo, tendo como resultado 100% eficientes nos quesitos analisados, apenas o Estado do Mato Grosso. O curioso é que neste Estado houve uma alteração em sua política pública, sendo o único Estado do país ao processo de municipalização plena de gestão do saneamento básico, com a extinção da companhia de saneamento estadual.

Segundo estudo sobre, Municipalização Plena dos Serviços de Saneamento Básico em Mato Grosso: Efeitos e Condições de Desempenho, apresentado no 43º Encontro Nacional de Economia promovido pela Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação de Economia (ANPEC) que ocorreu em Florianópolis-SC em 2015, apontam indícios de que a municipalização plena dos serviços de saneamento básico em MT foi uma política acertada, pois o crescimento do volume de água consumido em 1.000 m³ para a população do Estado foi na ordem de 9,3% a partir da implantação da Lei estadual nº 7.358/00-MT. Destacando-se que nem todos os municípios do MT prestam as informações pertinentes, podendo-se considerar a existência de um viés de informação, o que limitaria conclusões mais abrangentes (ANPEC, 2015).

O quadro 03, apresenta as projeções dos valores que tornarias as DMU's eficientes, a diferença desses valores, bem como percentual de melhoria necessário.

Quadro 03 - Possibilidade de Melhoria no Output

DMU	1/Score			
I/O	Data	Projection	Difference	%
DF				
DesExP	1.202.474.626,00	1.202.474.626,00	0	0,00%
VIAGCs	182.959,00	478.926,85	295.967,85	161,77%
ExReAg	9.072,85	30.395,55	21.322,70	235,02%
ExReEs	6.148,67	16.095,21	9.946,54	161,77%
QtLiAtAg	615.776,00	2.281.445,23	1.665.669,23	270,50%
QtLiAtEs	493.429,00	1.485.175,71	991.746,71	200,99%
GO				
DesExP	1.208.526.261,12	1.208.526.261,12	0	0,00%
VIAGCs	318.341,48	431.095,47	112.753,99	35,42%
ExReAg	26.005,21	31.674,16	5.668,95	21,80%
ExReEs	10.591,13	17.257,28	6.666,15	62,94%
QtLiAtAg	2.003.997,00	2.440.854,01	436.857,01	21,80%
QtLiAtEs	930.699,00	1.575.861,39	645.162,39	69,32%
MS				
DesExP	454.228.534,01	454.228.534,01	0	0,00%
VIAGCs	124.601,66	196.040,20	71.438,54	57,33%
ExReAg	12.135,00	16.331,05	4.196,05	34,58%
ExReEs	3.530,97	5.569,17	2.038,20	57,72%
QtLiAtAg	749.839,00	1.028.548,08	278.709,08	37,17%
QtLiAtEs	277.540,00	373.507,92	95.967,92	34,58%
MT				
DesExP	276.832.378,09	276.832.378,09	0	0,00%
VIAGCs	151.736,78	151.736,78	0	0,00%
ExReAg	12.105,57	12.105,57	0	0,00%
ExReEs	2.477,11	2.477,11	0	0,00%
QtLiAtAg	755.812,00	755.812,00	0	0,00%
QtLiAtEs	166.880,00	166.880,00	0	0,00%

Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

É de extrema importância destacar que, como a eficiência aqui medida é relativa, se as informações a respeito de determinada DMU não forem verdadeiras, ou mesmo se os critérios adotados para o fornecimento das informações não tiverem sido respeitados por todas as empresas, pode-se estar indicando como eficiente um conjunto que na verdade não é. Por outro lado, as análises de sensibilidade realizadas neste trabalho indicam a robustez do modelo na identificação das empresas eficientes.

Como já foi mencionado anteriormente, o objetivo primário de DEA consiste em comparar certo número de DMU's que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades dos recursos consumidos e das saídas produzidas. Identificar as

DMU's eficientes, medir e localizar a ineficiência. As unidades ineficientes são determinadas pela projeção na fronteira de eficiência.

Nesse contexto, as empresas CAESB, SANEAGO e SANESUL se posicionaram abaixo da eficiência, o que representa uma baixa eficiência na prestação de serviços.

A seguir são apresentadas, as melhorias em cada um dos outputs que, isoladamente, seriam necessárias para que a DMU se tornasse eficiente. Com exceção do Mato Grosso, pois este apresentou-se eficiente, ou seja, a quantidade produzida está de acordo com o insumo utilizado

5.1 - Output Volume de Água Consumido

Para o DF que é ineficiente, teria que ter um aumento do volume de água consumido em um total de 161%, ou seja, passando dos atuais 18.295,00 m³/ano, para 478.926,84 m³/ano para que se tornasse eficiente.

Lembrando que, para o desenvolvimento deste estudo foi utilizado para as DMU's os 26 Estados da Federação, mais o Distrito Federal.

Este resultado deve-se ao fato de que as estruturas operacionais das empresas de pequeno porte são muito diferentes daquelas prevalecentes nas empresas de grande porte, que é o caso do DF, o que afeta a consistência dos resultados do DEA.

O Estado do Goiás, que também apresentou um grau de ineficiência, ainda que satisfatório, para se tornar eficiente teria que aumentar o seu volume de água consumida dos atuais 318.341,48 m³/ano para 431.095,47 m³/ano, ou seja, teria que ter um aumento de 112.753,99 m³/ano, que equivale a 35,42%.

Já o MS para deixar de ser ineficiente, teria que ter um aumento de 57,33% em seu volume de água consumida para se tornar eficiente, para isso, teria que passar de 124.601,66 m³/ano para 196.040,19 m³/ano.

Chama a atenção, porém, o quanto que essas unidades da federação deveriam aumentar em seu um volume de água consumida. Considerando que o volume de água consumido é um produto de difícil expansão e, a partir de certo ponto, fora do alcance de medidas gerenciais, esse fato sugere que, para produzir o volume

necessário, atualmente essas empresas estão gastando muito mais do que deveriam, indicando uma necessidade de revisão em suas despesas. Outra possível indicação é que existem outros aspectos muito pouco eficientes a ponto de não ser possível obter eficiência apenas com o aumento do volume de água consumido.

Outra hipótese que pode ser analisada é que essa discrepância de valores indicaria que há uma perda muito grande entre o que é produzido e o que é entregue e consumido pelos usuários, necessitando de ações corretivas para minimizar essa situação de perda.

5.2 - Output Extensão da Rede de Água

Constata-se que os Estados do Goiás e Mato Grosso do Sul, mais o Distrito Federal, necessitariam de ampliar sua malha de distribuição de água.

Analisando a relação Despesa de exploração por Extensão de Rede de Água (R\$/Km), em especial os valores do MT, que é eficiente e o Distrito Federal, que está em pior colocação, conclui-se que o valor médio é 4 vezes maior.

Especificamente sobre a participação da despesa com pessoal próprio nas despesas de exploração, o Distrito Federal gasta o 08 vezes mais que a eficiente (MT). Já considerando a despesa média anual por empregado, o DF gasta 07 vezes mais que a eficiente (MT). Todavia, a razão entre as extensões de redes de água, não justifica uma alta na despesa com pessoal por Km, tendo em vista que, o MT tem uma extensão de rede 1,33 maior que a DF.

Porém, para que o DF se torne eficiente, a CAESB teria que aumentar sua extensão de rede de água das atuais 9.072,85 ligações, para um total de 478.926,85 ligações, que equivale a 235,02%, conforme quadro 03. No entanto, o DF atende 97,46% de sua população com água. Logo, não há necessidade de aumentar a extensão da rede água nesta proporção.

A SANEAGO, que presta serviço do Estado do Goiás, teria que aumentar seu número de ligações em 5.668,95, ou seja, passando de 26.005,21, para 31.674,16, que seria um aumento de 35,42%.

O Mato Grosso do Sul, para se torna eficiente teria que aumentar sua extensão de rede água equivalente a 34,58%, passando de 12.135,00 para 16.331,05 ligações.

5.3 - Output Extensão da Rede de Esgoto

Dentro das potenciais melhorias para os *outputs*, esperava-se que esse caso realmente apresentasse os maiores percentuais de crescimento. É sabido da necessidade de ampliação desses serviços, o que inclusive tem merecido atenção especial dos organismos governamentais no que diz respeito à concessão de financiamentos específicos para esse fim.

O DF mais uma vez apresentou-se ineficiente neste quesito, embora o nível de cobertura de coleta de esgoto é de 70,61%, enquanto que Índice de tratamento de esgoto é de 100%. Dando ao Distrito Federal o título de unidade da Federação com o menor percentual de domicílios com saneamento inadequado.

Vale lembrar que o DF é uma área predominantemente urbana e que o território do DF é muito pequeno. Esses dois fatores contribuem para que o Distrito Federal seja a unidade da Federação com o menor índice de domicílios com saneamento inadequado. A maior dificuldade é levar saneamento para áreas não urbanizadas, e a maioria da população do DF está na zona urbana. Por isso, quase todos os domicílios têm saneamento.

No entanto, segundo nosso estudo, considerando as despesas de exploração, o DF poderia ampliar sua extensão de rede de esgoto em quase o dobro dos atuais. Passando de 6.148,67 Km para 16.095,21 Km, um aumento de 161,77%.

Estado do Goiás também apresenta necessidade de melhorias para atingir a eficiência, para isso, seria necessário um aumento de 62,94%, passando dos atuais 10.591,13 Km para um total de 17.257,28 Km, uma diferença de 6.666,15 Km.

Do mesmo modo, o Estado do Mato Grosso do Sul, apresentou uma ineficiência na casa dos 57,72%. Portanto, para atingir a eficiência será necessário aumentar sua extensão de rede de esgoto em 2.038,20 Km, ou seja, passando de 3.530,97 Km, para 5.569,17 Km.

5.4 - Output Quantidade de Ligações Ativa de Água

Embora no DF o índice de atendimento urbano de água é de 97,46%, mas considerando o valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços, o DF poderia elevar essa quantidade de ligações a um patamar de 2.281.445,23, isso equivale a uma diferença de 1.665.669,23 ligações, ou seja, um aumento de 270,50%.

Deve-se esclarecer, mais uma vez, que esse os aumentos percentuais sugeridos não são viáveis, pois não existem condições para aumento superior a 100% dada a finitude do universo em questão, ou seja, a população atendida pela a empresa que presta esses serviços no DF. Todavia, isso reforça que a estrutura existente com relação ao número de ligações de água não condiz com os valores das despesas de exploração atuais, ou seja, frente ao input a produção desse output seria de 2.281.445,23 ligações.

O Estado de Goiás, dado as despesas de exploração atuais, poderia aumentar sua quantidade de ligações ativa de água dos atuais 2.003.997,00, para 2.440.854,01, isso equivale a uma diferença de 436.857,01 ligações, uma diferença de 21,80%.

Quanto ao Estado do Mato Grosso do Sul, para se tornar eficiente, teria que aumentar sua quantidade ativa de ligações de água em 37,17%, passando de 749.839,00 para um total de 1.028.548,08 ligações, isso equivale a uma diferença de 278.708,08 ligações.

5.5 - Output Quantidade de Ligações Ativa de Esgoto

A CAESB, empresa do DF, mais uma vez é a pior dentre todas neste quesito, apresentando a maior necessidade de aumento na quantidade ligações esgoto, levando claro em consideração as suas despesas de exploração. Logo, para se atingir a eficiência, a ligações de esgoto teria que ter um aumento de um pouco mais de 200%, isso equivale a passar de 493.429 ligações para 1.485.175,71 ligações, uma diferença de 991.746,71. Os resultados encontrados para os outputs apresentaram-se coerentes com o desempenho das empresas até então.

A SANEAGO, a empresa que presta serviço de saneamento no Goiás, mais uma vez foi ineficiente neste quesito, no qual teria que aumentar a quantidade de ligações em 645.162,39. Passando de 930.669,00 para 1.575.861,39 ligações, um aumento percentual de 69,32%.

A empresa do MS, SANESUL, que é a terceira do ranking, no centro Oeste, para tornar-se eficiente terá que aumentar sua quantidade ligações água, terá que passar de 277.540,00, para 373.507,92 ligações, um aumento de 34,58%.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como propósito apresentar um breve estudo sobre o setor de saneamento brasileiro, propondo avaliar a eficiência das empresas e assim fornecer um direcionamento para o aumento da produtividade.

Foi utilizada a metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*), que está colocada no contexto da abordagem não paramétrica. Usando essa metodologia, foi levada em consideração a quantidade de inputs/outputs com a quantidade de DMU's, sendo feita análise comparativa entre os modelos.

Analisando-se a eficiência de cada Estado da região centro oeste, observou-se que o Estado do Mato Grosso é eficiente. A partir de uma comparação relativa entre cada Estado, foi possível obter um *ranking* de eficiência e indicar quanto cada output é necessário aumentar para que uma empresa classificada como ineficiente torne-se eficiente.

Com isso podemos perceber que no Estado do Mato Grosso, considerado eficiente, tem os valores da despesa de exploração relacionado às quantidades de insumos empregados. Enquanto que as demais empresas dos demais Estados, consideradas ineficientes, com as mesmas quantidades de inputs, poderiam produzir maiores outputs.

Os resultados indicam que caso todos os prestadores tivessem o mesmo nível de eficiência daquele mais eficiente em termos relativos, a quantidade de serviços disponíveis à população poderia ser fortemente expandida.

A teoria econômica clássica conceitua que a livre concorrência produz maior nível de bem-estar possível em relação a qualquer outra forma de mercado.

Entretanto, existem mercados em que a concorrência não oferece, necessariamente, uma solução superior. Esse é o caso dos serviços públicos de infraestrutura, sujeitos à falha de mercado, conhecida como monopólio natural. Nessa situação, a presença de custos fixos elevados em capital altamente específico implica em um *trade-off* entre eficiência produtiva e eficiência alocativa. Outro fator refere-se à incerteza associada ao longo período de maturação dos projetos e à possibilidade de mudanças de condições ao longo desse período, podendo reduzir os incentivos ao investimento de capitais privados e afetar até mesmo o investimento público no setor. Em função dessas características, o aumento no ritmo da expansão das redes de saneamento básico no Brasil, embora urgente, não é tarefa fácil de ser realizada.

As ineficiências observadas podem ter origem em causas diversas. De um lado, podem refletir razões fora do controle humano, em que altos custos na obtenção de água para abastecimento e/ou dificuldades na implantação das redes de água são exemplos dessa natureza. Por outro lado, as ineficiências podem estar relacionadas a fatores humanos. Deficiências gerenciais na administração das empresas de saneamento, a inexistência de competição no setor e a falta de fiscalização no uso correto dos recursos orçamentários dessas empresas podem resultar em aumento dos custos e aparecimento de ineficiências.

Considerando a escassez de recursos financeiros para investimento e manutenção dos serviços públicos no Brasil, o aumento do nível de eficiência dessas empresas seria extremamente benéfico para a sociedade como um todo.

Certamente, deve-se fazer melhor análise em estudos futuros, utilizando dados mais precisos e detalhados do que os disponíveis para o presente estudo. Finalmente, como sugestão para futuros estudos, seria recomendável testar outras formas funcionais, além de uma função de produção simples, utilizada no presente trabalho. Entre outras, a função Cobb-Douglas seria uma forma alternativa interessante, que apresenta algumas vantagens com vários aspectos teóricos importantes.

REFERÊNCIAS

- A história do saneamento básico na idade antiga.** Disponível em: <<http://www.aegea.com.br/portfolio/a-historia-do-saneamento-basico-na-idade-antiga/>>. Acesso em: 10 de ago. 2016.
- Ângulo-Meza, L.; Biondi Neto, L.; Mello, J.C.C.B.S. de; Gomes, E.G. (2005). ISYDS-Integrated System for Decision Support (SIAD-Sistema Integrado de Apoio à Decisão): **a software package for data envelopment analysis model**. Pesquisa Operacional, v. 25, n. 3, p. 493–503.
- Banker, R. D.; Charnes, A.; Cooper, W. W. (1984). **Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis**. Management Science, v. 30, n. 9, p. 1078–1092.
- Brasil. **Lei Nº 11.445/2007, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 09-09-2016.
- BUFF, Sonia Rosalie. **Saneamento Básico: como tudo começou**. 2009. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/eloambiental/a-histria-do-saneamento-bsico>>. Acesso em 20 ago. 2016.
- Castro, C. E. T. DE. (2003). **Avaliação da Eficiência Gerencial de Empresas de Água e Esgotos Brasileiras por meio da Envoltória de Dados (DEA)**. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Produção) —Rio de Janeiro: PUC-Rio.
- Charnes, A.; Cooper, W. W.; Rhodes, E. (1978). **Measuring the efficiency of decision making units**. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429–444.
- Cooper, W. W.; Seiford, L. M.; Zhu, J. (2011). **Data Envolutory analysis: History, Models and Interpretations**. In: *Handbook on Data Envolutory Analysis*. New York, NY, USA: Springer, p.1–40.
- Eleonora Ribeiro Cardoso/Unemat; Andrea Sales Soares de Azevedo Melo/UFPE; Wylmor Constantino Tives Dalfovo/Unemat. **Municipalização Plena dos Serviços de Saneamento Básico em Mato Grosso: Efeitos e condições de Desempenho**.
- Ferreira, C. M. De C.; Gomes, A. P. (2012). **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. Viçosa, MG: UFV.
- FUNASA. (2006). **Manual de saneamento**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde.
- Ministério das Cidades (2015). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Brasília: Notorium Tecnologia em Software.
- MOREIRA, J. N. M: **Custos e preços como estratégia gerencial em uma empresa de saneamento** – Florianópolis. Santa Catarina, 1998. Tese de Mestrado

Mota, C. N. Da S.; Sampaio Filho, S. A. C.; Santos, V. R. A. dos; Hora, H. R. M. da; Costa, H. G.; Barbosa, A. L. (2012). **A multicriteria approach for the evaluation and classification of Brazilian capitalcities according to the basic sanitation services**. In: IX CONGRESO LATINOAMERICANO IIECIUDADES EN CRECIMIENTO. Bogotá: Institute of Industrial Engineers.

Oliveira, C. F. De. (2007) **A gestão dos serviços de saneamento básico no Brasil**. Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales, v. 9.

Vargas, M. C. (2005) **O negócio da água: riscos e oportunidades das concessões de saneamento à iniciativa privada_ : estudos de caso no sudeste brasileiro**. São Paulo: Annablume.