



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
*PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*

RESUMO EMPRESARIAL DA DISSERTAÇÃO:

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DAS EMPRESAS  
DE SANEAMENTO BRASILEIRAS UTILIZANDO A  
METODOLOGIA DEA**

CINTHYA MELO DO CARMO

Orientador: Prof. José Lamartine Távora Júnior, Doutor

RECIFE, MARÇO / 2003

Dados da mestrandia:

Cinthya Melo do Carmo, nascida em 05 de Outubro de 1976, Recife, Pernambuco. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco, no segundo semestre de 1999. Mestre em Engenharia de Produção pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, em 2003. Bolsista desde mesmo programa durante o período de Outubro de 2001 a Maio de 2002. Professora substituta (concurada) da graduação do curso de Engenharia de Produção - UFPE (período 2002). Atualmente aluna bolsista do curso de Doutorado em Economia na UFPE (início em Março de 2003).

Dados do Orientador

José Lamartine Távora Júnior, graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Doutor em Engenharia de Produção pela mesma universidade.

Professor da Universidade Federal de Pernambuco, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) e no Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES), atua nas áreas de pesquisa, orientação e ensino. Sendo também coordenador do PIMES. Suas linhas de pesquisa são Finanças, Automação da Produção e Economia do Meio Ambiente, onde desenvolve projetos de pesquisa ligados a essa mesma área. É também professor no curso de Graduação em Economia da UFPE, onde ministra disciplinas ligadas à área de Projetos, Engenharia Econômica e Matemática Financeira.

Comissão Examinadora:

- Prof. José Lamartine Távora Júnior (Doutor, UFPE)
- Prof. Francisco de Sousa Ramos (Docteur, UFPE)
- Prof. Antonio Lisboa Teles da Rosa (Doutor, UFC)

## **I. CONTEXTO E TEMA**

Atualmente o Brasil enfrenta dificuldades no setor de saneamento, tendo como consequência custo elevado per capita para tratamento hospitalar devido as doenças transmissíveis pela água e esgoto não tratados. Portanto, quanto mais eficiente for o setor de saneamento melhor será a qualidade de vida da população.

Com o propósito de elevar a qualidade de vida, a Política Nacional de Saneamento estabelecida pelo governo tem como objetivos centrais a universalização do atendimento em abastecimento de água, esgotamento sanitário e a prestação desses serviços com qualidade e preços adequados.

Nessa tendência de identificar soluções para tornar as empresas mais produtivas, o estudo da eficiência é de extrema importância, para ajudar na escolha de uma conduta ótima para as empresas e oferecer ao governo meios de regulamentar o setor.

Quanto aos ganhos de eficiência, sabemos que é primordial aumentar a produtividade através da eliminação de desperdícios, entretanto no Brasil o combate ao desperdício na maioria das vezes, é voltado para os consumidores, na tentativa de reduzir o consumo e evitar perdas.

A escolha pelo setor de saneamento brasileiro foi em virtude da grande importância do mesmo para população em geral e pela discussão sobre a eficiência operacional causada principalmente pela má administração dos recursos hídricos, da conservação da água, dos custos e da qualidade no atendimento aos consumidores. Diante de tal fato, torna-se urgente investimentos no setor e correção da ineficiência, com a finalidade de melhor atender a comunidade em geral.

## **II. PROBLEMÁTICA**

A quantidade de água existente no Planeta Terra é de 1,6 bilhões de  $\text{Km}^3$ , sendo que 1.350.000.000  $\text{Km}^3$  é de água salgada, 29.000.000  $\text{Km}^3$  é de água doce congelada nas geleiras e calotas, 8.600.000  $\text{Km}^3$  de água doce nos continentes e sob eles 13.000  $\text{Km}^3$  na forma de vapor de água na atmosfera.(Vidágua,2002).

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística),2000 no Brasil o desperdício de água pode chegar a 45% do volume ofertado à população. Na área

urbana, 51% dos domicílios não contam com rede coletora de esgotos e pouco mais de 10% têm os esgotos tratados. Enquanto isso, na área rural, 80% das residências não são atendidas por rede geral de água, e 85% não têm esgotamento sanitário através de fossas ou redes coletoras.

Segundo Silva & Alves (2002), para tentar reduzir o desperdício e melhorar o sistema de abastecimento, foi criado o PNCD (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água) cujo objetivo central é promover o uso racional da água para abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços.

A presença do monopólio estatal na captação, tratamento da água bem como, na captação e tratamento do esgoto dispensou preocupações maiores com estudo de eficiência. Somando-se a isso ainda tínhamos a falta de uma política de estatização de tarifas por parte do poder público, fazendo com que os cálculos econômicos nas comparações entre curto e longo prazo tornassem inseguro o investimento no setor.

Entretanto atualmente com a estabilização da moeda estas comparações podem ser melhores avaliadas e acrescentando-se ainda a abertura comercial, temos a diminuição do poder de regulação do estado, aumentando desta forma a competitividade.

O processo de privatização das Companhias de Saneamento no Brasil reflete a necessidade de recursos para sustentar o crescimento da demanda, para isto o setor de serviços públicos é obrigado a aumentar a produtividade e reduzir os custos através do aumento de eficiência.

As CESBs (Companhias Estaduais de Saneamento Básico) operam em um mercado diferenciado onde toda melhora de eficiência pode ser traduzida como expansão ou até mesmo a sobrevivência no mercado. Desta forma, o governo pode fazer um estudo detalhado de cada CESB e com isso, incluir este fator na análise do preço de venda das mesmas.

### **III. METODOLOGIA**

Inicialmente foi feito um estudo sobre o Setor de Saneamento com a finalidade de obter-se dados técnicos e econômicos, tidos como importantes para o desenvolvimento do projeto, bem como definir as necessidades e tendências do setor. Desta forma percebeu-se as necessidades de recursos para sustentar o crescimento da demanda. Posteriormente, apresentou-se a importância da mensuração da eficiência, seu conceito e uma revisão teórica

dos modelos DEA (Data Envelopment Analysis) – Análise Envoltória de Dados utilizados, que estão inseridos no contexto da abordagem não-paramétrica.

O ponto crucial na avaliação da eficiência das CESBs foi a escolha adequada das variáveis, mais precisamente aquelas que representam os *inputs* que resultam na produção dos *output*. Os dados coletados foram processados no *software Analyst Frontier* para a metodologia DEA.

Na determinação do grau de eficiência das CESBs foi utilizado o método DEA, onde a estimação da fronteira de eficiência é obtida por meios de técnicas de programação linear. Neste modelo as CESBs são consideradas como unidades tomadoras de decisão, as chamadas DMU's (Decision Making Units) as quais são avaliadas por sua eficiência relativa.

Em última análise, os escores da eficiência técnica obtidos no modelo DEA foram confrontados com índices técnicos utilizados no setor.

#### **IV. RESULTADOS OBTIDOS**

O propósito deste trabalho foi apresentar um estudo sobre o setor de saneamento brasileiro com a finalidade de avaliar a eficiência das CESBs e assim fornecer pistas para o aumento da produtividade. A ênfase do trabalho é mostrar a necessidade de avaliação das CESBs como maneira de assegurar maior credibilidade para o setor, em virtude de uma tendência de privatização.

Usando a metodologia DEA, foi feita uma análise comparativa entre os modelos, obtendo-se um maior número de empresas eficientes pelo modelo DEA-V que pelo DEA-C, assim como o escore médio do DEA-V foi maior.

No que diz respeito ao conjunto de referência verificou-se que a líder global do grupo de empresas eficientes foi a CESAN/ES, por ter apresentado maior frequência no grupo de referência das empresas avaliadas como ineficientes em ambos os modelos.

No estabelecimento de metas referentes às quantidades de *inputs* e *output*, destacou-se como empresa mais eficiente a COSAMA/AM e a mais ineficiente a CAEMA/MA, em ambos os modelos.

Quanto as variáveis (*input/output*) observou-se que no modelo DEA-C as que mais contribuíram para atingir a eficiência foram o *output* volume faturado de esgoto e o *input* volume coletado de esgoto; entretanto para o DEA-V foram os *output* quantidade de economia ativa d'água e volume faturado de esgoto.

Com relação ao tipo de retorno de escala, percebe-se que são crescentes. A justificativa para tal fato pode ser o grau de diferença na escala de produção de cada companhia.

Analisando a eficiência de acordo com a localização observou-se que a região mais eficiente foi a Sudeste.

## **V. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS**

O principal propósito deste trabalho é avaliar a eficiência das CESBs, com intuito de fornecer uma visão administrativa que disponibilize dados técnicos e operacionais afim de tornar a organização eficiente e potencialmente preparada para responder às necessidades sociais.

Entretanto, deve-se atentar para o fato que as empresas são consideradas eficientes (no modelo DEA) apenas em relação a elas mesmas, assim para que se possa ter uma posição da eficiência de uma empresa, é importante que se tenha condições de compará-las com outros setores.

As recomendações propostas a seguir têm como objetivo dar continuidade a trabalhos de pesquisa na área. São elas:

- A ampliação deste trabalho através da análise de outras metodologias paramétricas e não-paramétricas no estudo da eficiência que torne possível uma comparação maior entre os resultados e uma maior percepção do setor.
- A avaliação no decorrer dos últimos anos é também de extrema importância para que se possa acompanhar o desempenho das empresas e demonstrar as vantagens e desvantagens da metodologia usada, que consiste em estabelecer metas referentes às quantidades de *inputs* e *output* para que uma empresa ineficiente possa se tornar eficiente.
- A análise das empresas municipais de saneamento utilizando a metodologia aplicada nesta dissertação e assim influenciar em decisões governamentais no que diz respeito a obtenção de uma melhor eficiência e conseqüentemente benefícios para a sociedade.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARAZZAI, E. & TAVARES,R., *Uma Agenda Imediata para o Saneamento Básico*. Disponível em < <http://www.abacon.com.br/artsaneamento.doc>. >.Consultado em 20/12/2002.

CHARNES, A.; COOPER, W. W. & RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, p.429-444,1978.

GASPARINI, C. E. Uma análise da eficiência na provisão de serviços públicos e municipais do estado de Pernambuco. Recife, 2000. 103 p. Mestrado (UFPE)

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D. & GREEN, JR. *Microeconomic Theory*. New York, Oxford, Oxford University Press, 1955.

SILVA, H. K. S. & ALVES, R. F. F. *O Saneamento das Águas no Brasil*. Disponível em < <http://www.ana.gov.br/Usuários/saneamento/sanebrasil/>.consultado> > em 23/11/2002

VARIAN, H. R. *Microeconomic analysis*. 3.ed. New York, W. W. Norton & Company, 1992.

VIDÁGUA, Instituto Ambiental, *Organização não Governamental*. Disponível em < <http://www.vidagua.org.br/portalverde/agua.shtm>. >. Consultado em 12/11/2002.

## RESUMO

Atualmente, o setor de saneamento básico brasileiro está passando por estudos para modernização das empresas responsáveis pelos serviços d'água e captação de esgoto nos âmbitos regionais, estaduais e municipais, a fim de mapear, conhecer a qualidade, amplitude e eficiência desses serviços. Essa dissertação determinou o grau de eficiência técnica das 26 companhias estaduais de saneamento básico, 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. O procedimento selecionado para assegurar um resultado satisfatório foi à aplicação do *software Analyst Frontier*, com o propósito de avaliar a eficiência. Nesse sentido, é apresentada uma visão geral do tema e objetivos seguido por um estudo detalhado 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* e *output* para aplicação às empresas do setor de saneamento. Finalmente são apresentados os escores de eficiência obtidos nos modelos DEA, os quais foram analisados segundo os critérios de localização, retornos de escalas e indicadores técnicos. As companhias estaduais de saneamento básico, de um modo geral apresentaram bons resultados nos dois modelos DEA. Entretanto, observou-se que, a ineficiência técnica foi mais expressiva que a ineficiência de escala.

Palavras-Chaves: DEA; Data Envelopment Analysis; Eficiência; Saneamento.



## ABSTRACT

Nowadays, the Brazilian basic sanitation is passing through studies for companies modernization which are responsible for water services and sewerage system of regions, states and cities to map, identify the quality level, magnitude and efficiency of these services. This dissertation have determined the technical efficiency grade of 26 basic sanitation state's companies, through DEA (Data Envelopment Analysis) methodology, which is based in mathematics programming procedures and make possible to get the efficiency non-parametric edge. The chosen procedure, for achieve a satisfactory result, was the application of Analyst Frontier Software, with goal of efficiency evaluation. On this way, it is presented a subject and goals overview followed by a detailed analysis of the Brazilian sanitation division, production edges and productive efficiency. To achieve these targets, it have been chosen the models to be used, the sample, inputs and outputs for application in the sanitation's companies. Finally it is showed the efficiency results got from DEA models, which were analyzed in accordance with placement criteria, scale feedback and technical metrics. In general, the basic sanitation state's companies have presented good results in the two used DEA models, but it could be observed that the non-technical efficiency was higher than non-scale efficiency.

Key-words: DEA; Data Envelopment Analysis; Efficiency; Sanitation.