



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

FRANCISCO IRANILDO QUEIROZ DA SILVA

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DE UMA EMPRESA ESTADUAL DE
SANEAMENTO

FORTALEZA

2018

FRANCISCO IRANILDO QUEIROZ DA SILVA

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DE UMA EMPRESA ESTADUAL DE
SANEAMENTO

Monografia apresentada ao Curso de Administração, da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ponte Barbosa

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S58a Silva, Francisco Iranildo Queiroz da.
ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DE UMA EMPRESA ESTADUAL DE SANEAMENTO /
Francisco Iranildo Queiroz da Silva. – 2018.
53 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,
Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Administração, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo Ponte Barbosa.

1. Data Envelopment Analysis. 2. Eficiência. 3. Saneamento. I. Título.

CDD 658

FRANCISCO IRANILDO QUEIROZ DA SILVA

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DE UMA EMPRESA ESTADUAL DE
SANEAMENTO

Monografia apresentada ao Curso de Administração, da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Administração.

Aprovado em: 29 / 06 / 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Ponte Barbosa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Daniel Barboza Guimarães
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra.^a Alane Siqueira Rocha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, minha esposa e meus filhos.

AGRADECIMENTOS

Concluir essa graduação não foi fácil, momentos de muita indecisão, e por alguns motivos acabei adiando esse projeto e agora me sinto aliviado por ter concluído mais essa etapa na minha vida.

Agradeço principalmente a Deus, pois vários foram os momentos em que pensei desistir, e somente ele que conhece todas as coisas me permitiu continuar.

Aos meus pais, Airton e Iolanda, que mesmo diante de pouca instrução sempre me apoiaram e me incentivaram a estudar.

À minha esposa Elisabete, amiga, companheira e mãe dedicada, meu muito obrigado pelo apoio e compreensão.

Aos meus filhos Isaac, Israel e Emanuel, que esperamos ansiosos a sua chegada, estive ausente por alguns momentos, mas vocês foram minha maior motivação para dar continuidade a esse projeto e buscar o melhor para nossa família.

A todos os meus parentes e amigos que me incentivaram.

À Cagece e aos colegas de trabalho pelo apoio e incentivo.

À UFC, pela oportunidade de um ensino de qualidade e pelo acompanhamento de tantos profissionais qualificados.

Ao Prof. Dr. Marcelo Ponte Barbosa, obrigado pela paciência, pelo apoio e pela excelente orientação.

Aos professores Daniel e Alane, obrigado pela participação na banca examinadora.

“ Nunca desistir pode não ser o caminho mais fácil, mas certamente, é o mais eficiente.”

Marcelo Silva.

RESUMO

Através da metodologia DEA - Análise Envoltória de Dados, que se baseia em procedimentos de programação matemática e possibilita à obtenção de uma fronteira não paramétrica de eficiência, este trabalho tem como objetivo principal propor um indicador geral de eficiência técnica das unidades de negócio da Cagece e identificar os seus possíveis determinantes. Como variáveis para essa análise, foram escolhidas quatro insumos (*inputs*) e cinco produtos (*outputs*). A pesquisa verificou a aplicabilidade da metodologia DEA e conseguiu mensurar a eficiência técnica geral de treze unidades de negócio da Cagece, a partir dos escores de eficiência. Apresentou-se uma análise comparativa da eficiência técnica das unidades de negócio, sendo possível identificar as unidades mais eficientes que estariam conseguindo a melhor transformação dos seus insumos em produtos, denotando assim a sua eficiência. Conforme pesquisa, oito unidades foram consideradas eficientes e cinco unidades consideradas ineficientes. Também se observou que a ineficiência técnica foi tão expressiva quanto à ineficiência de escala.

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

ABSTRACT

Through DEA methodology - Data Envelopment Analysis, which is based on mathematical programming procedures and allows the attainment of a nonparametric frontier of efficiency, this work has as main objective to propose a general indicator of technical efficiency of a group of Cagece business units and identify its possibly determines. As a variable for this analysis, four inputs and five outputs were chosen. The research noticed the applicability of DEA methodology and was able to measure the general technical efficiency of thirteen business units, from the efficiency scores. An comparative analyze of technical efficiency of Cagece business units was presented, being possible to identify the most efficient ones that would be reaching the best level of transformation of their inputs into outputs, denoting their efficiency. In accordance with the research eight of this units were considered efficient and five of them inefficient. It was also observed that the technical inefficiency was more expressive than the inefficiency of scale.

Palavras-Chaves: Data Envelopment Analysis. Efficiency. Sanitation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa estratégico da Cagece.....	26
Figura 2	– Indicadores estratégicos da Cagece.....	27
Figura 3	– Unidades de Negócio da Capital.....	41
Figura 4	– Unidades de Negócio do Interior.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de atendimento com água e esgoto dos municípios cujos prestadores de serviços são participantes do SNIS em 2015, segundo região geográfica e Brasil.....	22
Quadro 2 – Indicadores de Desempenho das Unidades de Negócio Capital e Interior.....	28
Quadro 3 – Unidades de Negócio avaliadas na pesquisa.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de domicílios com acesso à rede de esgotamento sanitário e taxa de crescimento do número de economias residenciais, segundo as Grandes Regiões – 2000/2008.....	20
Gráfico 2 – Função de produção e retornos de escala.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentual de municípios do país, total de domicílios, economias residenciais e economias abastecidas em relação ao número de domicílios, segundo as grandes regiões 2008.....	20
Tabela 2 – Indicadores normalizados <i>inputs</i>	44
Tabela 3 – Indicadores normalizados <i>outputs</i>	46
Tabela 4 – Escore estimado de eficiência.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMR	Avaliação Mensal de Resultados
BSC	Balanced Scorecard
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CRS	Retorno Constante de Escala
DEA	Análise Envoltória de Dados
DMU	Decision Making Units
GDEMP	Gerência de Desenvolvimento Empresarial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IRS	Increasing returns to scale
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PMSS	Programa de Modernização do Setor de saneamento
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PRAX	Sistema Comercial da Cagece
SEI	Sistema Empresarial da Informação
SGR	Sistema de Gerenciamento de Resultados
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UM	Unidade de Negócio
UNBAC	Unidade de Negócio Bacia do Acaraú e Coreau
UNBAJ	Unidade de Negócio Bacia do Alto Jaguaribe
UNBBA	Unidade de Negócio Bacia do Banabuiú
UNBBJ	Unidade de Negócio Bacia do Baixo e Médio Jaguaribe
UNBCL	Unidade de Negócio Bacia do Curu e Litoral
UNBME	Unidade de Negócio Bacia Metropolitana
UNBPA	Unidade de Negócio Bacia do Parnaíba
UNBSA	Unidade de Negócio Bacia do Salgado
UNBSI	Unidade de Negócio Bacia da Serra da Ibiapaba
UNMTL	Unidade de Negócio Metropolitana Leste
UNMTN	Unidade de Negócio Metropolitana Norte
UNMTO	Unidade de Negócio Metropolitana Oeste
UNMTS	Unidade de Negócio Metropolitana Sul
VRS	Retorno Variável de Escala

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Justificativa.....	16
1.2	Problema de pesquisa.....	17
1.3	Objetivos.....	17
<i>1.3.1</i>	<i>Objetivo geral.....</i>	<i>17</i>
<i>1.3.2</i>	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>17</i>
2	CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	19
2.1	O Saneamento no Brasil.....	19
2.2	Estudo de caso.....	23
<i>2.2.1</i>	<i>O caso da Cagece.....</i>	<i>23</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Objetivos estratégicos e seus indicadores.....</i>	<i>25</i>
<i>2.2.3</i>	<i>Sistema de Gerenciamento de Resultados.....</i>	<i>28</i>
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	31
3.1	Análise da eficiência e desempenho das organizações.....	31
3.2	Estudos com aplicação do DEA.....	32
4	METODOLOGIA DEA.....	36
4.1	Análise Envoltória de Dados - DEA.....	36
4.2	Base de Dados.....	40
4.3	Seleção dos Inputs e Outputs.....	43
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	47
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
	REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Ter saneamento básico é um fator essencial para um país poder ser chamado de desenvolvido. Os serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos levam à melhoria da qualidade de vida das pessoas, sobretudo na saúde infantil, com redução da mortalidade, melhorias na educação, na expansão do turismo, na valorização dos imóveis, na renda do trabalhador, e na preservação dos recursos hídricos (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

É justamente no contexto do saneamento básico que se introduz este trabalho. A partir da análise de um estudo de caso em uma companhia estadual de saneamento, será utilizada a metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*) – Análise Envoltória de Dados, de modo a mensurar a eficiência técnica geral de um grupo de unidades de negócio da Cagece.

Na determinação do grau de eficiência das unidades de negócio da Cagece utilizando o método DEA, a estimação da fronteira de eficiência será obtida por meios de técnicas de programação linear. Neste modelo cada unidade de negócio será considerada como unidade tomadora de decisão, as chamadas DMU's (*Decision Making Units*) as quais serão avaliadas por sua eficiência relativa. Assim as DMU's eficientes farão parte da fronteira e as demais terão o grau de eficiência medido em relação à fronteira.

Após a comparação relativa entre as diferentes unidades da empresa, com base em variáveis distintas divididas em *inputs e outputs*, será possível obter uma classificação das unidades quanto a sua eficiência, e indicar algumas ações para que uma unidade classificada como ineficiente torne-se eficiente. Melhorando assim o seu desempenho e conseqüentemente o desempenho da instituição.

1.1 Justificativa

A relevância do estudo aqui desenvolvido está ligada diretamente à importância do setor de saneamento para a sociedade. Segundo a Fundação Nacional de Saúde, os investimentos aplicados em saneamento resultam diretamente em menores gastos para a saúde, melhorando a qualidade de vida da população, principalmente a mais carente (FUNASA, 2017).

São muitos os investimentos necessários em saneamento em todo o Brasil, e é de extrema importância a sua correta aplicação. Os recursos existentes devem ser gastos de maneira mais eficiente, e devem ser transformados em serviços de qualidade para as pessoas.

Desta forma, o DEA apresenta-se como uma ferramenta que poderá ser muito útil na análise da eficiência e na melhoria do desempenho das organizações.

1.2 Problema de pesquisa

Como estabelecer uma medida agregada de desempenho operacional das unidades de negócio da Cagece que considere os diversos insumos utilizados e serviços executados?

1.3 Objetivos

O estudo apresenta os seguintes objetivos:

1.3.1 Objetivo geral

Propor um indicador geral de eficiência técnica das Unidades de Negócio da Cagece e identificar os seus possíveis determinantes.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar quais são os instrumentos atuais de medição e monitoramento da eficiência das unidades de negócio;
- b) Calcular o indicador de eficiência a partir da metodologia DEA;
- c) Apresentar uma análise comparativa da eficiência técnica das unidades de negócio da Cagece.

Este trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1 - Introdução, onde se fornece uma visão geral do tema, a justificativa para a pesquisa, o problema identificado e os objetivos do estudo;
- Capítulo 2 - Contextualização do estudo, com algumas informações do setor de saneamento brasileiro, e o estudo de caso da Cagece, com informações gerais da empresa, dos seus objetivos estratégico, indicadores, e o seu sistema de gerenciamento de resultados;
- Capítulo 3 - Revisão bibliográfica, com a definição de eficiência e a importância de sua análise, e informações de estudos com aplicação do

DEA;

- Capítulo 4 - Metodologia DEA, onde se descreve a Análise Envoltória de Dados, com informações do que é o DEA, a base de dados que foi utilizada na pesquisa e como ocorreu a seleção desses dados;
- Capítulo 5 - Análise dos Resultados, onde são apresentados os resultados encontrados na pesquisa e o detalhamento dos escores de eficiência obtidos através no modelo DEA;
- Capítulo 6 - Considerações Finais, onde são apresentadas as considerações finais do estudo e algumas sugestões.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

2.1 O Saneamento no Brasil

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2012, p. 6), “saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e à produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica.”

O saneamento básico é um serviço público prioritário, é essencial à saúde das pessoas e à manutenção do meio ambiente, porém os investimentos em saneamento não acompanharam a rapidez do crescimento das zonas urbanas das grandes cidades, e o que se vê hoje é um acúmulo do déficit da infraestrutura de esgotamento sanitário no Brasil.

Conforme dados do Censo Demográfico de 2000 e da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do ano de 2008, o Brasil dispunha de 47,8 milhões de domicílios particulares permanentes, em 2000, e de 57,7 milhões de domicílios particulares permanentes, em 2008. Porém, de acordo com a análise segundo as grandes regiões, conforme mostra a Tabela 1 abaixo, a abrangência desse serviço continua se caracterizando por grandes desequilíbrios. O cruzamento das informações sobre o número de domicílios no País, obtidas pela PNAD, com aquelas referentes ao número de economias ativas residenciais abastecidas por rede geral, obtidas pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), mostra que a Região Sudeste apresentou, em 2008, uma cobertura de 87,5% dos domicílios abastecidos por rede geral. Entretanto, na Região Norte apenas 45,3%, menos da metade dos domicílios foi abastecido por rede geral. Portanto, deve-se salientar que o déficit na prestação do serviço de abastecimento de água continuou elevado, com aproximadamente 12 milhões de residências no País sem acesso à rede geral.

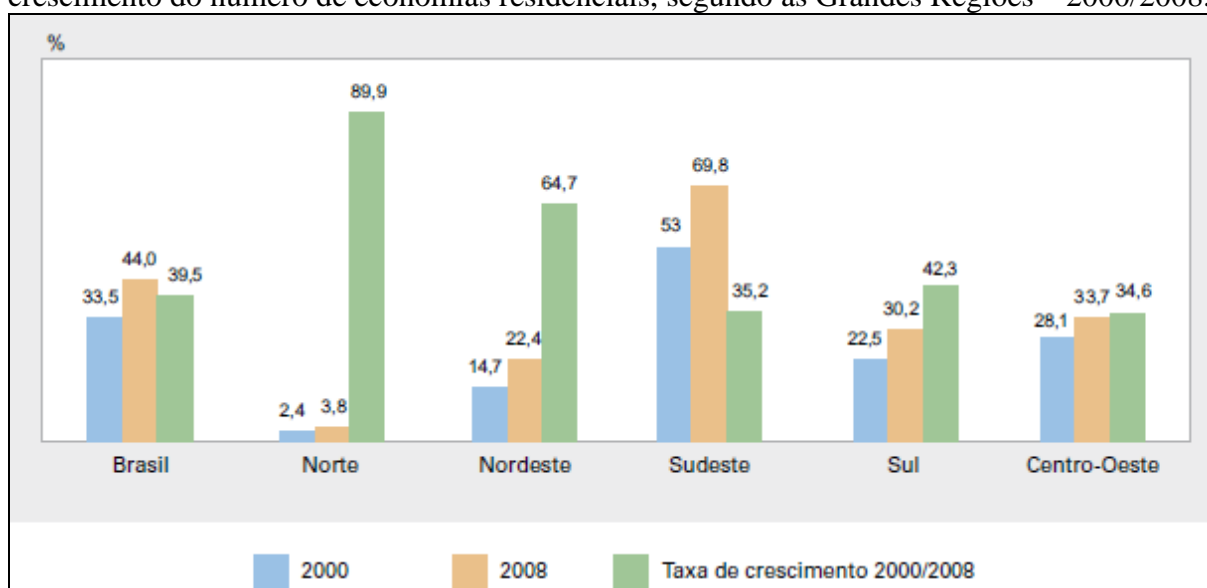
Tabela 1 – Percentual de municípios do país, total de domicílios, economias residenciais e economias abastecidas em relação ao número de domicílios, segundo as grandes regiões 2008.

Grandes Regiões	Percentual de municípios do País	Domicílios		Economias abastecidas	
		Total (em 1 000 domicílios)	Distribuição percentual (%)	Total (em 1 000 economias)	Percentual em relação ao número de domicílios (%)
Brasil	100,0	57 656	100,0	45 343	78,6
Norte	8,1	4 035	7,0	1 829	45,3
Nordeste	32,2	15 011	26,0	10 254	68,3
Sudeste	30,0	25 341	43,9	22 183	87,5
Sul	21,3	9 004	15,6	7 582	84,2
Centro-Oeste	8,4	4 264	7,4	3 495	82,0

Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008, p. 36).

Segundo o atlas do saneamento (2011, p. 11), “dentre os serviços de saneamento é o esgotamento sanitário que apresenta a menor abrangência municipal conforme os resultados da PNSB de 2008”. Essa situação revela-se preocupante, pois se verifica a falta de rede coletora de esgoto em 2.495 municípios, distribuídos por todo o Brasil. Conforme se pode verificar no Gráfico 1, apesar dos avanços ocorridos no sistema de esgotamento sanitário, com o aumento na proporção de domicílios com acesso à rede de esgoto no Brasil, de 33,5% em 2000, para 44% em 2008, porém, a cobertura do serviço na região Norte do país ainda é muito pior, somente 3,8% dos domicílios tem acesso à rede coletora de esgoto.

Gráfico 1 – Percentual de domicílios com acesso à rede de esgotamento sanitário e taxa de crescimento do número de economias residenciais, segundo as Grandes Regiões – 2000/2008.



Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008, p. 41).

A lei nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, tendo como um dos seus princípios fundamentais a universalização de seu acesso, e considera o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e drenagem. Dessa forma, devem ser elaborados com horizonte de 20 anos, os planos regionais de saneamento básico, executados com a articulação dos estados e municípios, buscando o alcance de níveis crescentes de saneamento básico no território nacional (BRASIL, 2018).

Assim os municípios, de posse de seus Planos municipais de saneamento básico (PMSB), terão um instrumento de definição de estratégias e diretrizes para a política de saneamento de suas cidades. O referido plano deverá conter objetivo e metas de curto, médio e longo prazo, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos, sempre identificando a fonte de financiamento, como também estabelecer procedimentos de avaliação contínua da eficiência das ações executadas.

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades divulga anualmente o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto com base em dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, sistema esse que foi concebido e vem sendo desenvolvido pelo Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS. O SNIS consiste em um banco de dados, com informações disponibilizadas por diversos prestadores de serviço na área do saneamento em todo o país, de caráter operacional, gerencial, financeiro, e sobre a qualidade dos serviços prestados. Essas informações são importantes para o planejamento e execução das políticas públicas para o setor, como também para a orientação da aplicação dos investimentos de forma mais eficiente, por parte do poder público.

Segundo o SNIS (2017), que traz o diagnóstico dos serviços de água e esgoto do ano de 2015, conforme o Quadro 1 a seguir, verifica-se que o índice de atendimento total com rede de água, na média do país, foi igual a 83,3%. Já o índice de atendimento total com rede de esgoto, na média do país, ficou em apenas 50,3%. Com isso, percebe-se que se está muito longe da universalização do acesso ao serviço de saneamento básico, conforme princípio fundamental da lei. E isso fica ainda mais evidente quando se analisa os números da região norte do Brasil, onde apresentam uma situação muito pior, com o índice de atendimento total com rede de água igual a 56,9%, e o índice de atendimento total com rede de coleta de esgoto com apenas 8,7%.

Quadro 1 – Níveis de atendimento com água e esgoto dos municípios cujos prestadores de serviços são participantes do SNIS em 2015, segundo região geográfica e Brasil.

Região	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
	(IN ₀₅₅)	(IN ₀₂₃)	(IN ₀₅₆)	(IN ₀₂₄)	(IN ₀₄₆)	(IN ₀₁₆)
Norte	56,9	69,2	8,7	11,2	16,4	83,9
Nordeste	73,4	89,6	24,7	32,2	32,1	78,5
Sudeste	91,2	96,1	77,2	81,9	47,4	67,8
Sul	89,4	98,1	41,0	47,5	41,4	94,3
Centro-Oeste	89,6	97,4	49,6	54,7	50,2	92,6
Brasil	83,3	93,1	50,3	58,0	42,7	74,0

Fonte: SNIS (2017, p. 37).

Ainda analisando o Quadro 1, verifica-se agora o índice de tratamento dos esgotos, que nos mostra que apenas 74% de todos os esgotos coletados possuem algum tipo de tratamento, e que na média do país somente 42,7% de todo o esgoto gerado no Brasil possui um tratamento adequado.

Esses dados revelam que o sistema de tratamento de esgoto sanitário é insuficiente para atender à demanda do setor, uma vez que somente a metade dos municípios brasileiros fazem coleta de esgoto e que grande parte do esgoto coletado não recebe tratamento adequado antes de serem lançados no meio ambiente.

O Instituto Trata Brasil realizou um estudo no ano de 2015 buscando levantar informações quanto à ociosidade das redes coletoras de esgoto nas 100 maiores cidades brasileiras. Segundo a pesquisa, nesses municípios cerca de 3,6 milhões de pessoas possuem a infraestrutura do serviço de esgotamento sanitário, mas não a utiliza, tornando-a ociosa. Se não existisse esse déficit de utilização a arrecadação com tal serviço poderia ter um incremento variando entre 890 milhões e 1,5 bilhões de reais, quantia que poderia ser investida na própria rede e traria muitos benefícios, como o aumento dos índices de cobertura e o aumento no tratamento dos esgotos, além de contribuir para o meio ambiente à medida que se aumenta a quantidade de esgoto que é tratado.

Mesmo diante da diminuição dos recursos públicos para investimento em saneamento básico, e a possibilidade de atendimento a novas comunidades com esses serviços essenciais, infelizmente ainda depara-se com essa situação no país, de parcela da população

com serviços de água e esgoto disponíveis aos seus domicílios, porém sem a devida interligação ao sistema. Também podemos verificar em diversas regiões do país, grande quantidade de perdas na rede de distribuição de água, principalmente decorrente de ramais clandestinos, vazamentos e fraudes nas ligações, mesmo com a escassez de recursos hídricos que se enfrenta atualmente no semiárido brasileiro.

2.2 Estudo de Caso

2.2.1 O Caso da Cagece

A Cagece, companhia de água e esgoto do estado do Ceará, é uma sociedade de economia mista, vinculada à Secretaria das Cidades, e tem o Governo do Estado do Ceará como o seu principal acionista. Foi criada pela Lei Nº 9.499, de 20 de julho de 1971, e alterada pela Lei 15.348, de 02 de maio de 2013, que ampliou o seu escopo de atuação, autorizando-a a atuar na prestação de serviços de saneamento básico, tanto os de natureza pública quanto os de natureza privada, e em quaisquer atividades que guardem relação direta ou indireta com o setor e seus processos de operação e gestão em todo o território do estado do Ceará, assim como em outros estados da Federação e no exterior. Com atuação na prestação dos serviços de tratamento e distribuição de água e coleta e tratamento do esgoto, a companhia atende pessoas físicas, entidades comerciais e industriais, organizações não governamentais e órgãos públicos.

Atuando há mais de 46 anos no mercado, a Cagece tem como negócio “Prover soluções em saneamento básico” visando cumprir com sua missão de “Contribuir para a melhoria da saúde e da qualidade de vida, promovendo soluções em saneamento básico, com sustentabilidade econômica, social e ambiental”. Tem seu projeto institucional sustentado em valores como: Respeito às Pessoas, Ética e Transparência, Valorização Profissional, Satisfação do Cliente, Compromisso com a Sustentabilidade, Inovação e Orgulho de Ser Cagece. Destaca-se como uma empresa de saúde pública, tendo forte conotação social e ambiental, mas mantendo o seu caráter empresarial.

A Cagece está presente em 151 dos 184 municípios do Ceará com serviços de abastecimento de água. São atendidas 306 localidades no total, o que representa 5,67 milhões de habitantes beneficiados, cobrindo 98,26% da população urbana. Na capital, são 2,65 milhões de pessoas atendidas pelo serviço de abastecimento de água, alcançando um índice de

98,64% de cobertura. No interior, são 3,01 milhões de pessoas atendidas, representando 97,95% da população (CAGECE, 2017).

Já com os serviços de esgotamento sanitário, a Cagece atende a 74 municípios cearenses, em 87 localidades, beneficiando cerca de 2,41 milhões de habitantes, o que representa 40,94% de cobertura da população atendida pela Cagece. Na capital, o índice de cobertura de esgoto é de 58,47%, equivalente a 1,57 milhões de habitantes, e no interior, o percentual de cobertura dos serviços de esgoto é de 26,83%, sendo cerca de 843 mil habitantes beneficiados com sistema de esgotamento sanitário na área de atuação da Cagece. (CAGECE, 2017).

Com o passar dos anos, a companhia vem se destacando como uma empresa cidadã que contribui efetivamente para a saúde pública e qualidade de vida da população cearense, sendo considerada, nacionalmente, como uma das maiores empresas no ramo de abastecimento de água e tratamento de esgoto, tendo em vista sua atuação ao longo dos anos.

A Empresa é atualmente uma referência nacional no segmento de saneamento básico. Hoje tem certificação ISO 9001 em 04 processos finalísticos da Companhia, os quais receberam em 2017 a recertificação ISO 9001. O Órgão Certificador foi a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A Cagece trabalha atualmente para desenvolver sua estrutura funcional com as bases da Governança Corporativa. Acredita que, para aprimorar a gestão, suas melhores práticas devem ser identificadas e constantemente revisadas, para que não se afastem dos princípios da transparência, justiça e responsabilidade.

A estrutura organizacional da Cagece é composta, atualmente, por Assembléia Geral de Acionistas, o Conselho Fiscal, o Conselho de Administração, a Auditoria Interna e a Diretoria Executiva: Diretoria da Presidência, Diretoria de Gestão Corporativa, Diretoria de Operações, Diretoria de Engenharia, Diretoria de Planejamento e Captação de Recursos, Diretoria de Unidade de Negócio do Interior, Diretoria de Mercado e Unidade de Negócio da Capital e Diretoria Jurídica.

Uma estrutura descentralizada em que, nos quatro pontos cardeais da cidade de Fortaleza e em nove bacias hidrográficas no interior do estado do Ceará, é possível encontrar uma sede de Unidade de Negócio da Cagece. Cada unidade composta de suas coordenadorias Técnica, Administrativa e Comercial, atuando nas áreas de manutenção das redes de água e esgoto, serviços, apoio administrativo, ações de cobrança e combate à fraude. A nova arquitetura organizacional implementada foi parte do processo de reestruturação e

modernização. A multifuncionalidade é uma das principais características da estrutura e visa aproximar a Empresa dos seus clientes, tornando-a mais ágil e eficiente.

Além das Unidades de Negócio, a Cagece também é composta de Unidades de Serviço (US), setores especialistas em suas respectivas áreas e cuja missão é servir as Unidades de negócio (UN) e as outras US's, dando um apoio técnico dentro das atribuições de cada especialidade. São exemplos de US, as que cuidam da parte financeira, de pessoas, faturamento e arrecadação, contábil, logística, transportes, meio ambiente, obras, jurídica, dentre outras. Em toda a Cagece, contam-se cinquenta e sete unidades administrativas entre UN's e US's. A descentralização permitiu a melhoria dos processos, agilizando as atividades do dia a dia da empresa. Desta forma, o redesenho das unidades refletiu numa melhor qualidade dos serviços prestados.

2.2.2 Objetivos estratégicos e seus indicadores

O processo de Planejamento Estratégico da Cagece teve início no ano de 2002, porém sofreu uma parada e somente no ano de 2005 esse trabalho foi reiniciado, quando a Diretoria Colegiada aprovou a proposta de retomada do Planejamento Estratégico. Nesse momento, também houve a definição da utilização Balanced Scorecard (BSC) como instrumento de gestão estratégica focada na ação, que permite orientar a organização para alcançar estratégias, contemplando alguns indicadores de desempenho (CAGECE, 2018).

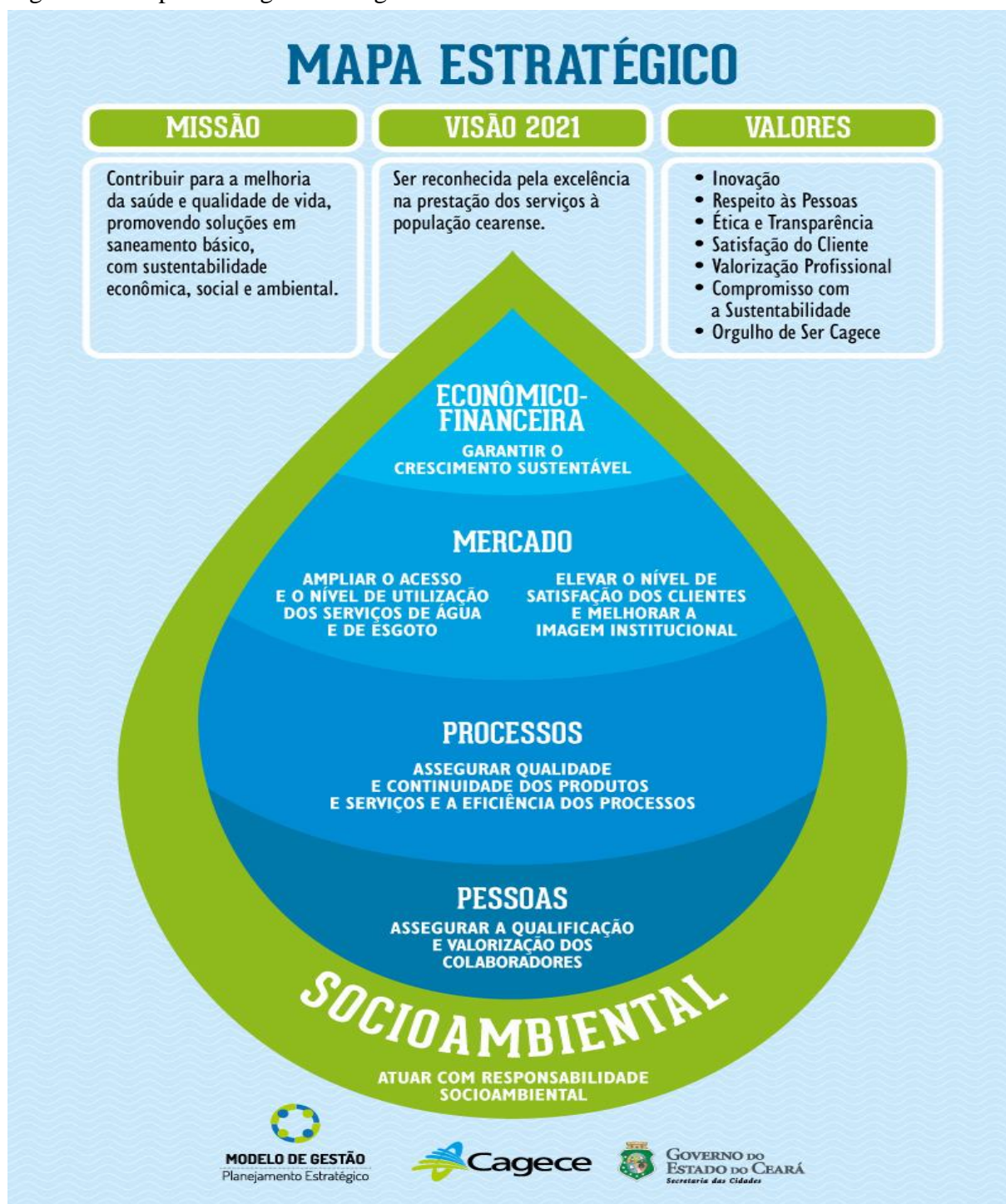
Buscando a implantação do BSC, nesse mesmo ano de 2005 a Cagece contratou uma consultoria externa especializada para acompanhar e facilitar todo o trabalho de revisão do direcionamento estratégico, análise SWOT, e construção dos objetivos, metas, indicadores e ações corporativas e setoriais. Na oportunidade foi criado um grupo de trabalho multidisciplinar com funcionários da companhia para ajudar na elaboração do plano e posteriormente algumas reuniões e *workshops* com todo o corpo gerencial para a apreciação e validação do planejamento (CAGECE, 2018).

A Cagece tem como visão de futuro até 2021 ser reconhecida pela excelência na prestação dos serviços à população cearense. Para verificar o atendimento à sua visão de futuro, será realizada uma pesquisa anualmente junto aos seus clientes para verificar o grau de satisfação com a prestação dos serviços.

Tendo como base sua missão, visão e valores e a realidade atual do país, a Cagece definiu sua estratégia baseada no desenvolvimento e crescimento de mercado, com excelência operacional, inovação, sustentabilidade econômico-financeira, social e ambiental. Sua

estratégia, por sua vez, foi desdobrada em objetivos estratégicos definidos em cinco perspectivas: econômico-financeira, mercado, processos, pessoas e socioambiental, que conforme Figura 1, encontra-se graficamente representada no mapa estratégico da companhia.

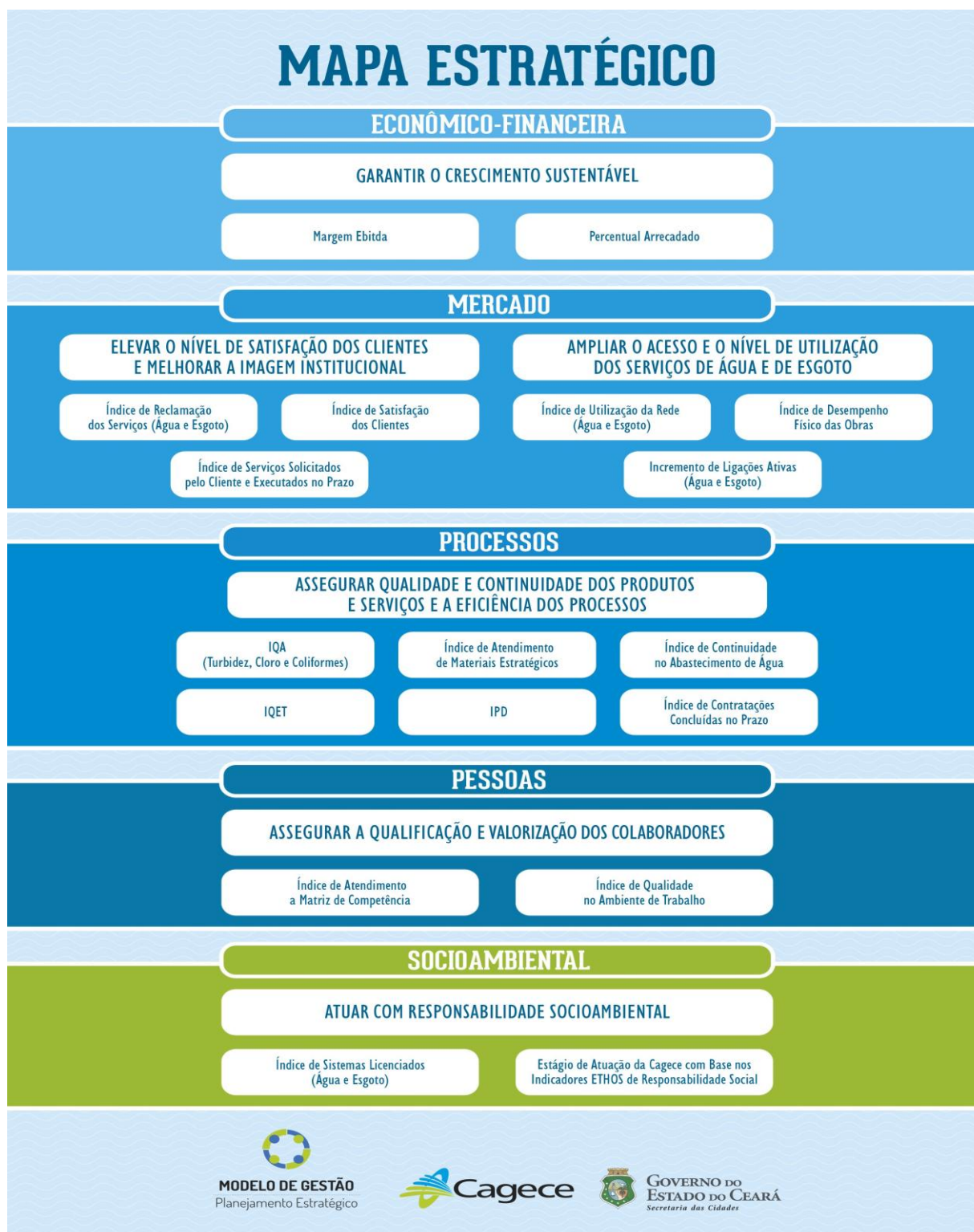
Figura 1 – Mapa estratégico da Cagece



Fonte: Cagece (2017).

O Mapa Estratégico da companhia tem como base objetivos estratégicos, que serão medidos por indicadores corporativos. Para o quinquênio de 2017 a 2021, serão considerados os indicadores apresentados, conforme Figura 2 indicada a seguir:

Figura 2 – Indicadores estratégicos da Cagece



Fonte: Cagece (2018).

A cagece possui 403 indicadores, dos quais 139 são acompanhados no seu planejamento estratégico, distribuídos em suas 57 unidades administrativas. Destes, 20 indicadores são acompanhados nas unidades de negócio da capital e interior, conforme Quadro 2 indicado abaixo:

Quadro 2 – Indicadores de Desempenho das Unidades de Negócio Capital e Interior

*	Indicadores Estratégicos
1	Incremento de ligações ativas de água
2	Incremento de ligações ativas de esgoto
3	Índice de água não faturada
4	Índice de continuidade no abastecimento de água
5	Índice de eficiência na arrecadação
6	Índice de perdas na distribuição
7	Índice de qualidade da água – IQA Cloro
8	Índice de qualidade da água – IQA Coliformes
9	Índice de qualidade da água – IQA Turbidez
10	Índice de reclamação de água
11	Índice de reclamação de esgoto
12	Índice de utilização da rede de água
13	Índice de utilização da rede de esgoto
14	Margem ebitda
15	Percentual arrecadado
16	Índice de serviços solicitados pelo cliente e executados no prazo
17	Volume faturado líquido de água
18	Volume faturado líquido de esgoto
19	Índice de perdas na produção de água
20	Percentual de qualidade do esgoto tratado

Fonte: Cagece. Elaboração própria.

2.2.3 Sistema de Gerenciamento de Resultados

A Cagece adota o SGR, Sistema de Gerenciamento de Resultados, que é o sistema oficial da Companhia que realiza o monitoramento e a gestão do desempenho da Organização.

Esse sistema foi desenvolvido para dar suporte ao gerenciamento estratégico da Cagece, está disponível na intranet e permite acesso a qualquer colaborador, tornando-se a principal ferramenta gerencial da empresa. Esta ferramenta permite o cadastramento das perspectivas, objetivos, indicadores, unidades de medida, variáveis e as fórmulas desses indicadores. Também são cadastradas as metas setoriais, as ações estratégicas e os projetos estruturadores, com os seus devidos responsáveis, prazos e recursos.

O SGR é um sistema passível de ser integrado a outros sistemas da Cagece, o que possibilita a automação da apuração dos indicadores de desempenho acompanhados pela Companhia. Esse sistema foi desenvolvido e é mantido por equipe própria da Cagece, sendo a Gdemp, Gerência de Desenvolvimento Empresarial, a área responsável pela gestão do mesmo.

A análise do indicador é feita através da apuração e acompanhamento do resultado obtido, do mesmo, em um determinado período. O seu cadastro é de responsabilidade dos gestores de cada unidade, que periodicamente, conforme a sua data de análise, deverão acessar o sistema e fazer a apuração dos resultados alcançados, e realizar o acompanhamento do desempenho do mesmo.

Na Cagece, a análise requerida é a do tipo FCA, fatos, causas e ações. Os fatos são os acontecimentos que contribuíram para o atingimento ou não da meta, as causas são os motivos ou as razões que ocasionaram os fatos, já as ações são as medidas a serem implementadas para a melhoria do desempenho do indicador.

A avaliação setorial dos resultados, que é registrada mensalmente no SGR pelos gestores, deverá ser compartilhada com toda a equipe da unidade de negócio na reunião de AMR, que é a avaliação mensal dos resultados. A metodologia adotada, prevê que pelo menos uma vez por mês, cada gerente se reunirá com suas equipes para a avaliação dos resultados mensais da sua Unidade e que o SGR será o instrumento a ser utilizado para o acompanhamento e registro dessas avaliações. A avaliação setorial, quando possível, deve ser iniciada com apresentação do mapa estratégico, enfatizando as relações de causa e efeito, deverá iniciar dos resultados mais críticos aos mais favoráveis. A partir desta análise, cada gestor avalia o andamento das ações estratégicas e os motivos que levaram a obtenção ou não dos resultados previstos, propondo, se for o caso, inclusão de novas ações corretivas e/ou preventivas. O processo de avaliação setorial é finalizado com a reunião de avaliação dos resultados entre os gerentes e seus respectivos diretores, cuja metodologia é similar a da avaliação entre gerentes e equipes (CAGECE, 2017).

A avaliação corporativa subdivide-se em duas partes. A primeira corresponde à análise técnica dos resultados setoriais e corporativos pelo Comitê de Assessoramento Estratégico (composto pelos Assessores dos Diretores e representantes das áreas de Controladoria, Desenvolvimento Empresarial e Estudos Econômico-financeiros). A análise do Comitê será apreciada pela Diretoria Colegiada, instância onde serão tomadas as decisões de ratificação e correções de rumos e, a segunda, onde o resultado do gerenciamento estratégico será avaliado pelo Conselho de Administração que fará suas considerações, realinhando todo o processo.

A cada quatro meses a Diretoria Colegiada reúne-se com todo o corpo gerencial para compartilhamento do andamento dos projetos estruturadores e dos resultados obtidos. Esse momento é chamado de evento de compartilhamento estratégico, onde são realizados, quando necessário, ajustes no modelo devido às mudanças ambientais e/ou mercadológicas, recomendações do Conselho de Administração, sugestões do Comitê de Assessoramento do Planejamento Estratégico e/ou considerações do corpo gerencial. Posteriormente todas essas informações são repassadas aos demais colaboradores da companhia.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Análise da eficiência e desempenho das organizações

Como visto anteriormente, a situação atual do saneamento básico no Brasil é muito deficiente, e vem enfrentando grandes dificuldades tanto nos serviços de água como nos serviços de esgoto. Diante dos problemas encontrados atualmente como falta de recursos financeiros para investimentos nas companhias de saneamento, escassez de recursos hídricos, gestão ineficiente nas empresas públicas, elevadas perdas na distribuição de água, ociosidade das redes de água e esgoto, etc., percebe-se que se precisa cada vez mais de uma atuação eficiente nesse setor. Com políticas públicas bem mais definidas, controle nos gastos públicos, investimentos para melhoria operacional, melhor gestão dos recursos hídricos e uma legislação ambiental mais rigorosa, que atue de forma a evitar a ociosidade dos sistemas e que busque a manutenção da saúde pública de nossa população e a preservação do meio ambiente.

Em seu artigo Farrell (1957, apud GRIGOLIN, 2007, p. 33) que foi o autor precursor no estudo de eficiências econômicas das firmas, define eficiência como “[...] um critério econômico, utilitário, que revela a capacidade administrativa de produzir o máximo de resultados com o mínimo de recursos, energia e tempo”.

De acordo com o Atlas do saneamento (2011), um aspecto importante que indica a qualidade e eficiência do sistema de abastecimento de água é o volume de água tratada que se perde entre a estação de tratamento e o consumidor. O índice de perdas de água faturada indica a diferença entre o volume disponibilizado para consumo e o volume faturado. O conhecimento e o controle das perdas no serviço de abastecimento de água constituem aspectos relevantes levados em conta na administração desse serviço. Analisando os dados apresentados pela pesquisa para o conjunto do País, percebe-se que nos municípios menores o índice de perda também é menor. A maioria dos municípios com população de até 100 mil habitantes, 45% aproximadamente, apresenta perdas da ordem de 20%, já a maior parte dos municípios com população acima de 100 mil habitantes, cerca de 60%, apresenta perdas na faixa de 20% a 50%.

Conforme Scaratti, Michelon e Scaratti (2013, p. 334), “entre as principais funções das organizações de saneamento básico estão as de garantir a eficiência dos serviços demandados pela sociedade e de atender os requisitos legais exigidos pela legislação pertinente”. Contudo, atualmente ainda verifica-se muito desperdício no que se refere à eficiência nos serviços prestados no setor de saneamento: como grandes perdas de água na

distribuição, elevadas perdas de faturamento, alto consumo de energia elétrica, elevada folha de pagamento de seus colaboradores e demais despesas referentes à gestão e operacionalização desses serviços (SCARATTI *et al.*, 2013).

Desta forma, verifica-se ser de extrema importância à análise da eficiência das empresas de saneamento básico no Brasil, buscando identificar as suas principais deficiências e a partir de condutas mais precisas, melhorar a operacionalização de seu negócio, controlar as despesas, as perdas, aumentando a sua produtividade e assim melhorar a sua eficiência. Maior eficiência conduz também a menores índices de poluição, diminuição dos impactos ambientais aos ecossistemas e na melhoria da qualidade de vida da população, em especial a de baixa renda, que é a mais afetada.

Essa análise da eficiência pode ser feita através de uma abordagem não paramétrica, conhecida como DEA – *Data Envelopment Analysis* (Análise Envoltória de Dados), para mensuração comparativa da eficiência de unidades tomadoras de decisão – DMUs (*Decision Making Units*), utilizando métodos de programação matemática para estimar modelos de fronteira de produção e obter escores de eficiência. Essa técnica é muito bem aplicável em empresas do ramo de saneamento básico, vide os diversos estudos existentes e que serão apresentados a seguir.

3.2 Estudos com aplicação do DEA

Carmo (2003) em sua pesquisa apresentou um estudo sobre o setor de saneamento brasileiro, com a finalidade de avaliar a eficiência das companhias estaduais de saneamento básico. Foi realizado um estudo utilizando uma base de dados do SNIS do ano 2000, sendo determinado o grau de eficiência técnica das vinte e seis companhias estaduais através da metodologia DEA. Foi feita uma análise comparativa entre os modelos DEA, obtendo-se um maior número de empresas eficientes pelo modelo de retorno variável de escala, assim como o escore médio nesse mesmo modelo também foi maior. Além de uma grande quantidade de empresas eficientes, também se notou um relevante número de empresas ineficientes nesse modelo. Segundo o estudo, a justificativa para maior ou menor eficiência de uma empresa pode depender do tipo de administração atuante.

Ainda conforme Carmo (2003), os modelos DEA foram analisados segundo os critérios de localização, retornos de escalas e indicadores técnicos, onde as companhias estaduais de saneamento, 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. Analisando a eficiência de acordo com a localização, observou-se que a região mais eficiente foi a sudeste. 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. A pesquisa concluiu que o modelo de retorno variável de escala seria o mais adequado para aplicações no setor de saneamento (CARMO, 2003).

No estudo de Castro (2003), também se utilizou da metodologia DEA considerando as unidades operando sob retorno variáveis de escala, sendo avaliada a eficiência de setenta e uma empresas concessionárias de serviços de água e esgoto em todo o país, através dos dados do SNIS do ano 2000. A utilização do modelo DEA mostrou-se adequada e apontou pontos com potencial de melhoria nas empresas.

[...] o DEA mostrou-se útil e robusto para identificação das empresas eficientes, principalmente devido ao poder discriminatório, uma vez que os dados para as variáveis utilizadas mostraram-se altamente correlacionados. [...] Outra vantagem que pode ser apontada é sua facilidade de uso relativamente à análise econométrica, além de ser baseada em princípios compreensíveis para o leigo. É possível analisar uma grande quantidade de variáveis mesmo na presença de elevadas correlações e, a partir daí, fazer comentários ricos, capazes de ajudar na busca da eficiência por parte das empresas. Possivelmente o desenvolvimento de modelos econométricos seria mais complicado, não tão ágil e nem tão rico nas possibilidades de interpretação (CASTRO, 2003, p. 94).

Quanto aos Resultados, esse mesmo estudo apresentou onze empresas eficientes, sendo quatro delas de abrangência regional, onde possivelmente essas empresas também operem as áreas metropolitanas de suas capitais e tendem a se beneficiar equilibrando o seu desempenho e nível de eficiência. Foi possível identificar as empresas mais eficientes, que estariam conseguindo a melhor transformação dos custos em produtos, denotando sua eficiência. Essa transformação pode ser vista como a correta aplicação de seus recursos para geração dos serviços, apesar de outros fatores de natureza técnica estar envolvidos (CASTRO, 2003).

Já o estudo de Ohira e Shiota (2005) tem uma diferença, estimou-se a eficiência das empresas do setor de saneamento básico no estado de São Paulo, utilizando o método da fronteira estocástica. Entre os modelos alternativos aplicados, são considerados: diferentes definições de produtos, dois tipos de distribuições do erro sistêmico e duas esferas de abrangência deste setor, uma englobando as empresas com atuação local e outra regional. A base de dados é do SNIS referente ao ano de 2002. Os modelos de fronteiras estocásticas foram aplicados na função custo indiretos, para cada tipo de produto utilizado como variável

dependente. Quatro modelos apresentaram resultados significativos. Os resultados obtidos indicam que existe uma grande variação nos níveis de eficiência entre as empresas analisadas. Segundo Ohira e Shirota (2005, p. 1), “isso permite inferir que é possível reduzir os custos médios dessas empresas, mantendo os níveis atuais de serviços. Ou, alternativamente, seria possível melhorar os serviços mantendo os custos atuais”.

De acordo com Scaratti *et al.* (2013), em artigo de avaliação da eficiência da gestão dos serviços municipais de abastecimento de água e esgotamento sanitário utilizando a abordagem DEA, foram avaliados cinquenta e três municípios através de dados do SNIS 2012 e do IBGE, sendo analisados trinta e três indicadores de desempenho. Na amostra total da pesquisa, nove serviços de abastecimento de água potável e três de esgotamento sanitário foram avaliados como eficientes. Porém, na avaliação agregada da gestão do saneamento básico (abastecimento de água potável e esgotamento sanitário), somente um município foi considerado eficiente.

[...] os resultados finais indicam que os municípios, na sua grande maioria, têm importantes ineficiências associadas à gestão econômico-financeira, na conformidade dos produtos e serviços prestados e no atendimento ao mercado e aos clientes. Parte destas ineficiências pode ser creditada ao descaso político-governamental e ao baixo investimento no setor de saneamento básico que perdurou nas últimas décadas. [...] o estudo foi de fundamental importância para demonstrar a ineficiência da gestão dos serviços municipais de saneamento, principalmente porque eles, no Brasil, não têm concorrência direta, o que credita à ineficiência uma das principais ameaças para o desempenho das organizações do setor (SCARATTI *et al.*, 2013, p. 7).

O estudo de Barbosa (2014) utilizou-se do modelo DEA com retornos variáveis de escala para avaliar a eficiência relativa de vinte e quatro prestadoras de serviços de água e esgoto de abrangência regional, usando a base de dados do SNIS do ano de 2010. O intuito foi identificar e analisar as empresas com as melhores práticas operacionais, segundo os insumos empregados e os produtos gerados, sugerindo um plano de medidas para a otimização do desempenho das operadoras ineficientes. Como resultado, verificou-se a existência de sete prestadores tecnicamente eficientes, destacando-se duas companhias com participação do capital privado como principais parceiros de excelência para as unidades ineficientes.

Conforme Da Hora *et al.* (2015) que analisaram a eficiência dos serviços de saneamento básico no estado do Rio de Janeiro, verificando as hipóteses sobre a correlação da eficiência com a renda dos municípios, a concentração da população em zona urbana ou rural e a proximidade das cidades com a capital Rio de Janeiro, utilizando dados públicos do SNIS

de 2011 e dados do Censo demográfico de 2010 do IBGE, verificou conforme aplicação do DEA, que por conta da ausência de serviço de esgotamento sanitário, vários municípios apresentaram-se ineficientes.

Essa pesquisa considerou os retornos variáveis de escala e apontou que municípios pequenos não são eficientes. Dos oitenta e nove municípios pesquisados, apenas quinze foram considerados eficientes. Segundo Da Hora *et al.* (2015, p.78), “grande parte deste resultado negativo deve-se à negligência dos gestores em não fornecer serviços de esgoto à população, mas somente explorando o fornecimento de água da concessão”. Os resultados apontam que nem sempre a proximidade com a capital é relevante para a eficiência dos serviços de água e esgoto, e que estatisticamente comprova-se que a população urbana possui melhores serviços de água e esgoto do que a população rural e que a renda do município, expressa pelo indicador do PIB per capita, de nenhum modo influencia a eficiência dos serviços avaliados (DA HORA *et al.*, 2015).

Pode-se verificar que todos os estudos avaliaram a eficiência entre as empresas de um mesmo ramo de atividades, nesse caso empresas de saneamento básico, porém, nenhuma das pesquisas tratou da análise de eficiência dentro de uma mesma organização. Na pesquisa atual, o mesmo método DEA vai estudar unidades relativamente homogêneas dentro de uma mesma empresa. Neste estudo, que fará uma análise da eficiência técnica das treze unidades de negócio da Cagece, espera-se identificar aspectos relevantes para melhorar a produtividade da Companhia, e identificar as unidades eficientes e ineficientes, conforme análise que será apresentada a seguir.

4 METODOLOGIA

4.1 Análise Envoltória de Dados – DEA

A elevação da produtividade pode se dar através da introdução de tecnologias e do uso eficiente de recursos disponíveis. Assim, aumentar a eficiência na produção assume maior significância na obtenção de resultados potenciais. Além disso, o exame do fosso existente entre o potencial e a produção real, dada a tecnologia e a dotação de recursos das unidades de produção, proporcionaria uma melhor compreensão da diferença de rendimento junto com os fatores causais. Assim, a eficiência técnica diz respeito à capacidade dos produtores de utilizar a tecnologia existente em todo seu potencial. A partir da análise da eficiência técnica das Unidades de Negócio da CAGECE, espera-se identificar aspectos relevantes para melhorar a produtividade da Companhia.

A eficiência técnica pode ser entendida como a capacidade das unidades de produção, em produzir certa quantidade de produtos (*outputs*) com o mínimo de recursos/insumos possíveis (*inputs*). A estimação de uma medida de eficiência técnica pode ser realizada a partir de métodos paramétricos ou de métodos não paramétricos. Dentre os primeiros destacam-se os modelos de fronteira estocástica, que parte da especificação *a priori* da forma da função de produção do conjunto de unidades de produção, permitindo que se possam testar hipóteses sobre a qualidade do ajuste do modelo. Já a Análise Envoltória de Dados (DEA) é um método não paramétrico para estimação da fronteira de eficiência, que não requer a definição de forma exata da função de produção e da distribuição do termo de erro. Ambas as abordagens têm suas vantagens e desvantagens: enquanto o método de fronteira estocástica requer especificação de tecnologia (função de produção), o que pode ser restritivo na maior parte dos casos, o método DEA não permite que se testem hipóteses acerca do ajuste do modelo. No presente estudo, utiliza-se o método DEA para estimar a eficiência técnica e de escala das Unidades de Negócio da CAGECE, como explicado a seguir.

Como detalhado em Charnes *et al* (1978), o método DEA usa programação linear para construir uma “fronteira de eficiência” a partir das unidades de melhor desempenho da amostra, sendo que as distâncias das demais unidades em relação à fronteira fornecem medidas de eficiência relativamente às primeiras. O DEA também permite identificar a região da fronteira de produção em que cada unidade se encontra, ou seja, se cada unidade opera com retornos constantes, crescentes ou decrescentes de escala.

Segundo Banker *et al* (1984), o cálculo da eficiência sob o pressuposto de retornos constantes de escala (CRS) dá o resultado de "eficiência técnica geral", ao passo que assumir retornos variáveis de escala (VRS) permite calcular a "eficiência técnica pura", que captura as diferenças entre as práticas de gestão das unidades de produção. Assim, a "eficiência técnica geral" pode ser decomposta entre a "eficiência técnica pura" e a denominada "eficiência de escala", a qual mede o efeito unicamente da escala de produção sobre a produtividade da unidade. Diz-se que uma indústria opera com retornos constantes de escala quando é possível produzir quantidades cada vez maiores de *output* de forma eficiente, sem qualquer limitação, bastando para isso elevar a quantidade dos *inputs* numa mesma proporção.

Seguindo a especificação de Coelli *et al* (2005), sob o pressuposto de retornos constantes à escala, o seguinte modelo de programação linear orientado a entrada foi usado para medir a eficiência técnica geral das unidades de negócio da Cagece:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta \\
 & \text{sujeito a } -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

onde: y_i é o vetor coluna de *outputs* da i -ésima unidade de negócio, de dimensão $m \times 1$; Y é a matriz de *outputs* das n unidades de negócio, de dimensão $m \times n$; x_i é o vetor coluna de insumos da i -ésima unidade de negócio, de dimensão $k \times 1$; X é a matriz de *inputs* das n unidades de negócio, de dimensão $k \times n$; θ é um escalar que mede a eficiência da i -ésima unidade de negócio, denominado "escore de eficiência", cujo valor varia de 0 a 1, sendo $\theta = 1$ caso a unidade seja eficiente; e λ é o vetor coluna de solução do problema, de dimensão $n \times 1$, cujos valores são utilizados como pesos na combinação linear de outras unidades eficientes para a unidade ineficiente, ou seja, que define a projeção das unidades eficientes sobre a fronteira calculada.

Este modelo é aplicável somente quando se supõe que todas as unidades estão operando sob a hipótese de retornos constantes de escala, de modo que o indicador de eficiência pode confundir eficiência técnica com eficiência da escala. O uso da especificação VRS permite obter um indicador de eficiência técnica pura, ou seja, sem agregar os efeitos de escala.

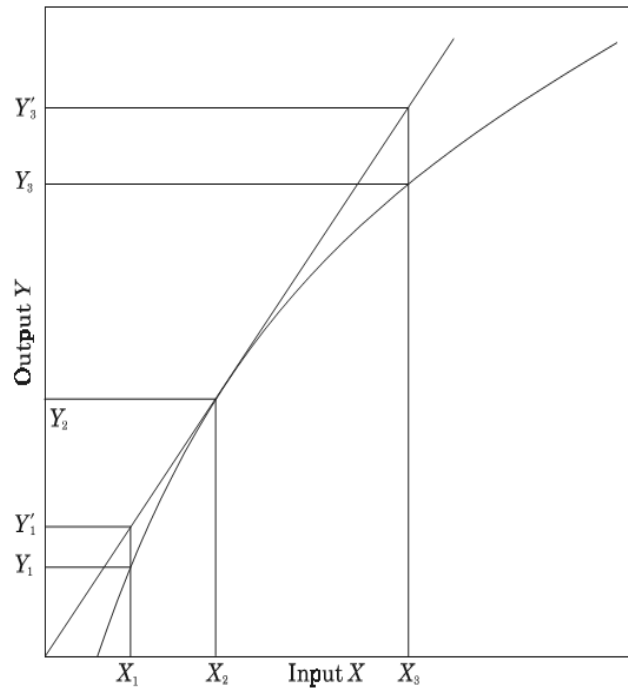
Ramanathan (2003) define rendimento crescente de escala ou *increasing returns to scale* (IRS), como sendo a propriedade de uma função de produção, de tal modo que alterar todos os insumos na mesma proporção altera a produção em uma extensão maior que o valor proporcional. Entretanto, após certo ponto, o IRS não se sustenta. Se uma empresa necessitar produzir bilhões de amortecedores, ela poderá encontrar dificuldade de produzir essa quantidade devido a problemas de armazenamento e limitação no fornecimento de matérias-primas. Neste caso, diz-se que ele está operando com rendimentos decrescentes de escala ou *decreasing returns to scale* (DRS).

A combinação dos dois extremos, no caso rendimento crescente de escala (IRS) e rendimento decrescente de escala (DRS), exigiria o retorno variável de escala (VRS). Esta propriedade significa que, em um processo de produção, as operações seguirão IRS ou DRS para diferentes intervalos de produção. O mesmo conceito pode ser estendido a outras áreas além do processo de produção, como escolas, bancos, hospitais e outras categorias de DMUs.

Observe que o IRS muda para DRS em um ponto específico da produção, representado por (X_2, Y_2) , conforme Gráfico 2 abaixo. Neste ponto, diz-se que uma DMU está operando em seu Tamanho de Escala Mais Produtiva (MPSS), porque goza da máxima economia de escala possível.

Outra variante das economias de escala é o Retorno Constante de Escala (CRS). Esta propriedade significa que a empresa é capaz de dimensionar os insumos e produtos linearmente sem aumentar ou diminuir a eficiência. Em tal caso, ele é capaz de obter saída Y'_1 consumindo X_1 de entrada, Y_2 consumindo X_2 e Y'_3 consumindo X_3 . Essa é uma suposição significativa porque pode ser válida em intervalos limitados. Assim, se a suposição do CRS for empregada para um caso particular, seu uso deve ser justificado mostrando evidências para a existência do CRS.

Gráfico 2 – Função de produção e retornos de escala



Fonte: Ramanathan 2003

O modelo VRS é especificado com o seguinte modelo de programação linear (Coelli *et al*, 2005):

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta \\
 & \text{sujeito a} \quad -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & \quad \quad \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & \quad \quad \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{2}$$

onde e é um vetor unitário de dimensão $n \times 1$.

Como se vê, a eficiência técnica obtida a partir do modelo CRS, denominada “eficiência técnica geral”, pode ser decomposta em dois componentes: a “eficiência técnica pura”, medida pelos escores obtidos pelo modelo VRS, e a “eficiência de escala”, medida como a razão entre os escores dos modelos CRS e VRS. Os modelos DEA expressos em (1) e (2) foram resolvidos para todas as 13 Unidades de Negócio da CAGECE, considerando quatro *inputs*, relativos aos gastos com pessoal, material, transporte e manutenção, e cinco *outputs*, relativos às quantidades de serviços prestados. A definição e análise descritiva dos *inputs* e *outputs* e os resultados da aplicação do modelo DEA são apresentados na próxima seção.

4.2 Base de Dados

Para a mensuração comparativa da eficiência das unidades, cada uma delas será chamada de DMU (*Decision Making Unit*), que seria Unidade Tomadora de Decisão, e assim serão utilizados métodos de programação matemática para estimar os modelos de fronteira de produção e obter os escores de eficiência.

Na seleção de cada DMU, elas devem ter os mesmos *inputs e output*, entretanto para que se possam avaliar as características peculiares referentes a cada uma delas é preciso que elas possuam certo grau de diferenciamento (CARMO, 2003).

Ainda segundo Carmo (2003), o método DEA permite a consideração de múltiplos *inputs e outputs*. As DMUs realizam tarefas similares e se diferenciam pelas quantidades dos *inputs* que consomem e dos *outputs* que resultam. Também este método analisa individualmente cada unidade produtiva, medindo sua eficiência em relação a todo o conjunto que está sendo avaliado, não exigindo considerações sobre a forma analítica da função de produção o que o torna superior em relação aos demais.

O tempo de avaliação das DMU's nessa pesquisa foi de 01(um) ano, período compreendido entre os meses de Setembro de 2016 a Agosto de 2017. As informações foram colhidas a partir do Sistema Prax de Gestão Comercial e do Sistema Empresarial de Informações (SEI), ambos os sistemas internos da Cagece. O pesquisador gozou de certa facilidade na obtenção do material de pesquisa dada a sua situação de funcionário da Companhia.

A amostra do trabalho será composta por treze unidades de negócio, sendo quatro unidades da capital e nove unidades do interior do estado. Cada Unidade de Negócio têm o papel de operar e gerenciar as atividades fim da CAGECE, sendo responsáveis pela execução de praticamente todos os serviços solicitados pelos clientes da Companhia. A criação das Unidades de Negócios representa um esforço de descentralização e delegação de responsabilidades, com o objetivo de estar mais próximo dos clientes e de promover a prestação dos serviços com maior agilidade e qualidade, promovendo também uma saudável competição entre as unidades.

As Unidades de Negócio da Região Metropolitana de Fortaleza estão subordinadas à Diretoria de Mercado e Unidades de Negócio da Capital, e estão divididas em 04 (quatro) unidades. Cada unidade da capital é formada por um conjunto de bairros. Segue

abaixo, conforme Figura 3, o mapa das unidades que estão sediadas em Fortaleza nos bairros Floresta, José Walter, Aldeota e Conjunto Ceará.

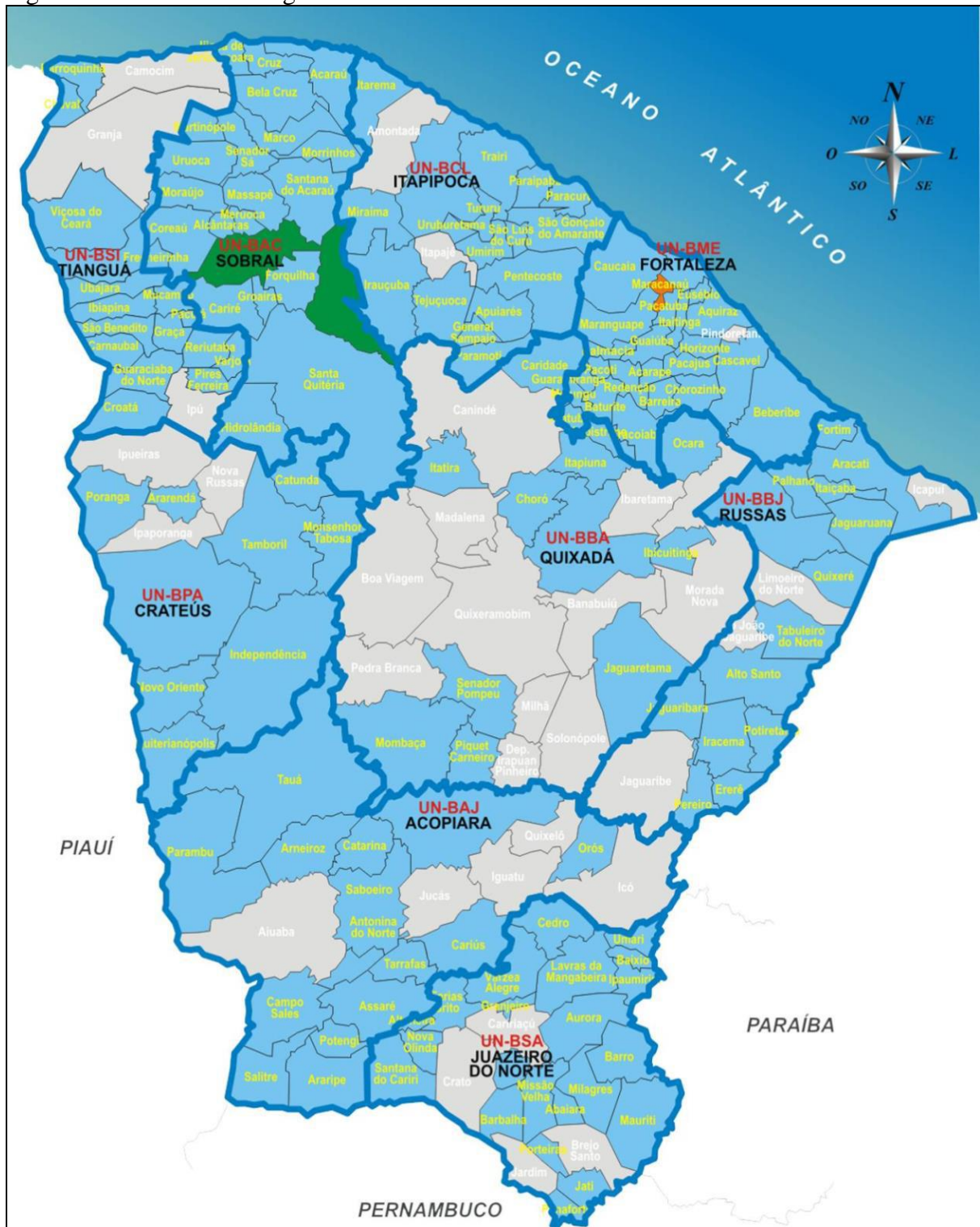
Figura 3 – Unidades de Negócio da Capital



Fonte: Cagece (2018).

Já as Unidades de Negócio do interior estão subordinadas à Diretoria de Unidade de Negócio do Interior, e estão subdivididas por bacias hidrográficas. Cada unidade do interior é composta por um grupo de cidades. Na Figura 4, podem-se verificar as cidades que compõem cada unidade do interior e respectivamente o município onde estão sediados como: Tianguá, Itapipoca, Sobral, Fortaleza, Crateús, Quixadá, Russas, Acopiara e Juazeiro do Norte.

Figura 4 – Unidades de Negócio do Interior



Fonte: Cagece (2018).

Na pesquisa, foram levantadas informações das treze unidades de negócio, que se encontram relacionadas aleatoriamente conforme descrição no Quadro 3. Todas essas unidades listadas apresentam estruturas semelhantes, de acordo com o seu porte de operação,

e também apresentam semelhanças junto às variáveis de insumos e produtos escolhidas para análise.

Quadro 3 – Unidades de Negócio avaliadas na pesquisa

Sigla	Nome da Unidade
UN-MTN	Unidade de Negócio Metropolitana Norte
UN-MTS	Unidade de Negócio Metropolitana Sul
UN-MTL	Unidade de Negócio Metropolitana Leste
UN-MTO	Unidade de Negócio Metropolitana Oeste
UN-BAC	Unidade de Negócio da Bacia do Acaraú e Coreaú
UN-BCL	Unidade de Negócio da Bacia do Curú e Litoral
UN-BME	Unidade de Negócio da Bacia Metropolitana
UN-BPA	Unidade de Negócio da Bacia do Parnaíba
UN-BBA	Unidade de Negócio da Bacia do Banabuiú
UN-BBJ	Unidade de Negócio da Bacia do Baixo e Médio Jaguaribe
UN-BAJ	Unidade de Negócio da Bacia do Alto Jaguaribe
UN-BSA	Unidade de Negócio da Bacia do Salgado
UN-BSI	Unidade de Negócio da Bacia da Serra da Ibiapaba

Fonte: Cagece. Elaboração própria.

4.3 Seleção dos Inputs e Outputs

Um ponto muito importante na avaliação da eficiência das UNs é a escolha adequada das variáveis, mais precisamente aquelas que representarão os *inputs* que resultam na produção dos *outputs*. No presente trabalho, foram selecionados alguns insumos que tem grande influência no desempenho de uma unidade de negócio, como os custos com manutenção dos sistemas, materiais utilizados para a execução dos serviços, e as despesas com a utilização de veículos e mão de obra.

O Sistema Empresarial de Informações - SEI, é o sistema oficial da companhia para o suporte ao processo de tomada de decisão. É um sistema de informações desenvolvido e mantido por equipe própria da Cagece e que consegue consolidar informações que estão distribuídas em um ou mais sistemas da companhia. Esse sistema é acessado internamente

pela intranet da companhia, e através do mesmo foi levantado o custo de todos os insumos relacionados nessa pesquisa.

Os insumos selecionados neste trabalho correspondem aos custos mais relevantes que estão diretamente relacionados à execução dos serviços, e que também são pertinentes e utilizados em todas as unidades de negócio, no período de um ano da pesquisa. Segue o detalhamento dos insumos considerados na análise:

- a) Input Material: Custo com materiais, utilizados na execução dos diversos serviços das unidades de negócio;
- b) Input Manutenção: Custo com os contratos de manutenção, utilizados na execução dos diversos serviços das unidades de negócio;
- c) Input Veículos: Custo com locação, serviços de manutenção e combustível gasto nos diversos veículos que atuam nas unidades de negócio pesquisadas, e que são utilizados na execução dos serviços dessas mesmas unidades;
- d) Input Pessoal: Custo de mão de obra dos colaboradores próprios e terceirizados, lotados em cada uma das unidades de negócio.

A Tabela 2 abaixo mostra os indicadores normalizados, indicando o resultado da quantidade de cada insumo “*input*” gasto por cada unidade, divididos pela quantidade média de gastos por todas as unidades. Os dados receberam o devido tratamento, de maneira a manter o sigilo das informações coletadas e preservar a identidade de cada unidade.

Tabela 2 – Indicadores normalizados *inputs*

Unidade	Material	Manutenção	Veículos	Pessoal
01	1,0678	1,3056	1,6931	1,2056
02	0,9087	3,4816	1,3638	1,1469
03	0,7508	1,1439	1,7524	1,0341
04	1,6683	1,3181	1,6743	0,9905
05	0,4259	0,4067	0,6871	1,1498
06	0,7725	0,2027	0,5626	0,6722
07	0,9274	0,2853	0,5348	0,7750
08	0,9242	0,4546	0,8044	0,9811
09	1,2458	0,4491	0,7391	1,0225
10	1,2087	1,3284	1,0701	1,5620
11	1,0152	1,2918	0,8194	0,6805
12	1,8912	0,9657	0,9602	1,5315
13	0,1934	0,3665	0,3385	0,2482

Fonte: Cagece. Elaboração própria.

As informações relativas aos *outputs* foram geradas a partir do sistema PRAX, que é o sistema responsável pela Gestão Comercial na Cagece. Nessa plataforma ficam registrados todos os serviços realizados nos imóveis atendidos pela companhia.

No sistema PRAX foi levantada a quantidade total de serviços executados em cada uma das unidades de negócio pesquisada, nesse período de 01(um) ano de análise, entre os meses de Setembro de 2016 à Agosto de 2017.

Cada *output* é composto por uma cesta de serviços. A definição dos serviços para a composição de cada cesta foi baseada considerando uma relação entre os serviços mais executados, dentre todas as unidades da Cagece, e os que também apresentassem o maior custo para a sua execução. Por fim, os que guardassem maior semelhança entre si iriam compor a mesma cesta, ou seja, fariam parte do mesmo produto ou “*output*”. Conforme descrição a seguir:

- a) Output A - Serviços relacionados com a ligação de água:
 - 260 - Ligação de água com instalação de hidrômetro para ligação suprimida;
 - 262 - Ligação de água com instalação de hidrômetro.
- b) Output B - Serviços relacionados ao corte e religação do fornecimento de água:
 - 046 - Corte por débito;
 - 083 - Religação urgente;
 - 084 - Religação de água;
 - 284 - Corte solicitado.
- c) Output C - Serviços relacionados ao deslocamento ou transferência da ligação de água:
 - 019 - Transferência da ligação de água;
 - 072 - Deslocamento de hidrômetro ou kit cavalete.
- d) Output D - Serviços relacionados à ligação e desobstrução de esgoto:
 - 065 - Ligação de esgoto;
 - 077 - Desobstrução da rede de esgoto;
 - 098 - Desobstrução da ligação de esgoto.
- e) Output E - Serviços relacionados ao conserto de vazamento de água:
 - 074 - Conserto de vazamento na ligação de água;
 - 075 - Conserto de vazamento na rede de água;
 - 095 - Conserto de vazamento no kit cavalete.

A Tabela 3 abaixo mostra os indicadores normalizados, indicando o resultado da quantidade de cada produto “*output*” produzido por cada unidade, dividido pela quantidade

média produzida por todas as unidades. Foi levado em consideração o custo básico para a execução de cada serviço, valor que foi levantado previamente, e o seu respectivo peso na composição de cada cesta de produtos.

Tabela 3 – Indicadores normalizados *outputs*

Unidade	Output A	Output B	Output C	Output D	Output E
01	0,8905	0,9476	1,0750	1,4637	1,4209
02	1,5016	1,4793	1,4314	2,9237	1,2847
03	1,8448	2,0294	2,1676	2,2673	2,6110
04	1,9269	2,0700	2,4709	3,0576	2,4188
05	0,5352	0,6445	0,5383	0,2980	0,3102
06	0,2532	0,5069	0,3090	0,0811	0,3528
07	0,5477	0,5784	0,6155	0,1490	0,3849
08	0,5093	0,5935	0,5552	0,4753	0,4789
09	0,9578	0,8975	0,5182	0,3282	0,3848
10	1,9393	1,2309	1,0186	0,6149	0,8918
11	0,2371	0,4467	0,3339	0,4999	0,2452
12	1,2757	0,8932	1,3123	0,5583	1,5937
13	0,5809	0,6820	0,6541	0,2829	0,6224

Fonte: Cagece. Elaboração própria.

Para a geração dos referidos dados, também se buscou manter o sigilo das informações coletadas e a preservação da identidade de cada unidade de negócio.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O problema de programação matemática do DEA pressupõe a existência de múltiplos insumos e produtos para cada DMU, de maneira que sejam calculadas as possibilidades de produção da mesma, comparando-as com as demais. Desta forma, é possível obter um índice de eficiência relativa que indica qual a Unidade é a mais eficiente, dentre as unidades da amostra, conforme este índice se aproxima de 1 (um).

O cálculo dos índices de eficiência relativa das Unidades de Negócio da Cagece foi feito utilizando o pacote DEA do software Stata 13. Stata é um software estatístico para análise e manipulação de dados, desenvolvido pela *Stata Corporation*, e que é utilizado principalmente nas áreas de Economia, Sociologia e Ciências Políticas. Nesse caso, o programa foi usado especificamente para análise por envoltória de dados e cálculo dos índices de eficiência técnica e de escala das unidades da Cagece.

Os resultados dos modelos DEA são apresentados abaixo na Tabela 4. Das treze unidades de negócio que foram analisadas, cinco mostraram-se ineficientes conforme o indicador de eficiência técnica geral na coluna 2, tendo a unidade 11 o menor indicador, cuja eficiência correspondeu a apenas 38% da observada pelas unidades de referência, seguida das unidades 01 e 08, ambas com eficiência abaixo de 70%.

Tabela 4 – Escore estimado de eficiência

Unidade	Eficiência técnica geral	Eficiência técnica pura	Eficiência de escala	Retorno de escala
01	0,576	0,620	0,928	Crescente
02	1,000	1,000	1,000	Constante
03	1,000	1,000	1,000	Constante
04	1,000	1,000	1,000	Constante
05	0,824	0,859	0,959	Crescente
06	1,000	1,000	1,000	Constante
07	1,000	1,000	1,000	Constante
08	0,683	0,813	0,839	Crescente
09	1,000	1,000	1,000	Constante
10	1,000	1,000	1,000	Constante
11	0,378	0,516	0,733	Crescente
12	0,934	1,000	0,934	Decrescente
13	1,000	1,000	1,000	Constante
Média	0,876	0,908	0,953	

Fonte: Cagece. Tabela de resultados. Elaboração própria.

As unidades 05 e 12 apresentaram uma menor ineficiência, quando comparadas às unidades anteriores. Este resultado revela que essas unidades poderiam utilizar uma menor quantidade de insumos para obter as mesmas quantidades dos produtos, dada à tecnologia existente. Por exemplo, caso operasse na fronteira de eficiência, a unidade 11 necessitaria de apenas 38% dos insumos atualmente utilizados para atender ao seu nível de produção. Ou seja, tal unidade poderia reduzir seus gastos em 62%, caso replicasse as melhores práticas de gestão das unidades eficientes.

Tomando-se, agora, a eficiência técnica pura (coluna 3), onde se expurga a influência dos retornos de escala, percebe-se uma elevação dos escores de eficiência das unidades ineficientes. Em especial, a unidade 12 passa a ser classificada como eficiente. Isto indica que a ineficiência anteriormente identificada não é causada pela utilização inadequada de insumo, ocasionada por alguns problemas de gestão, mas se deve totalmente ao fato de esta unidade estar operando numa região com retornos decrescentes de escala.

Em relação às demais unidades ineficientes, com escores de eficiência técnica geral menor do que um, percebe-se que o escore de eficiência técnica pura é menor do que o indicador de Eficiência de escala, o que indica que a ineficiência no uso dos recursos nessas unidades é mais devido a questões gerenciais do que à ineficiência de escala. Lembrando que o indicador de eficiência de escala é obtido através da razão entre os escores de eficiência do modelo CRS (retorno constante de escala) e do modelo VRS (retorno variável de escala).

Na média, as treze unidades de negócio apresentaram escore de eficiência técnica geral 0,876, o que implica que se poderia reduzir em 12,4% a utilização de insumos, em média. O escore médio de eficiência técnica pura de 0,908 indica que, desta redução potencial dos insumos em 12,4 pontos percentuais, 9,2 pontos percentuais poderiam ser obtidos através da adoção das melhores práticas de gestão, e o restante através da adequação da escala de produção das unidades ineficientes.

As unidades que estão na região de rendimentos crescentes de escala podem aumentar a sua estrutura e conseqüentemente ganharão eficiência. Pode-se verificar também que temos uma única unidade que se encontra na região de rendimentos decrescentes de escala, onde se pode avaliar uma possibilidade da divisão de suas operações, ou a possibilidade de outra unidade incorporar a sua operação. Não é uma recomendação, pois existem outros fatores, porém no ponto de vista apenas da eficiência técnica, se essa unidade reduzisse a sua escala ela melhoraria, tornando-se mais eficiente.

Dentre as cinco unidades consideradas ineficientes, conforme a análise percebe-se que a unidade 11 que foi apontada como a mais ineficiente possui uma característica que pode explicar esse resultado. A referida unidade apresenta sob sua responsabilidade a menor quantidade de sistemas de água, dentre todas as unidades pesquisadas, porém possui quase o dobro de sistemas de esgotamento sanitário, que requer um volume maior de recursos para a sua manutenção. Portanto, esse resultado pode estar relacionado aos grandes custos de manutenção desses sistemas, e por consequência também elevadas despesas com materiais, transporte e pessoal. Contudo, verifica-se ainda que essa unidade realizou a menor quantidade de serviços executados dentre todas as unidades pesquisadas, cerca de 3,05% dos serviços totais, justificando assim a sua grande ineficiência.

Quanto à unidade 1, também considerada ineficiente, pode-se verificar que é a unidade da capital com a menor quantidade de serviços executados, porém a que apresenta o maior gasto com pessoal, e também está entre as maiores despesas com transporte e materiais, dentre as unidades da capital. Já a unidade 8, que possui apenas 30 sistemas de água e esgoto sob sua responsabilidade, realizou 4,10% dos serviços executados dentre todas as unidades da pesquisa, porém foi responsável por 6,94% dos gastos. Portanto, confirma-se assim a ineficiência de ambas as unidades.

As unidades 5 e 12, que apresentaram uma menor ineficiência, são responsáveis por um grande número de sistemas de água e esgoto em regiões metropolitanas do interior, apresentando assim custos elevados com a manutenção desses sistemas e principalmente despesas com pessoal.

Como se pode verificar, o modelo considerando a eficiência técnica geral apresentou oito unidades eficientes, representando 61,54% do total, mesma quantidade apresentada pelo indicador de eficiência de escala. Já o modelo considerando a eficiência técnica pura apresentou nove unidades consideradas eficientes, representando 69,23% do total.

A utilização da metodologia DEA mostrou-se adequada, pois permitiu a identificação do grupo eficiente de oito unidades de negócio em diversas etapas da pesquisa, também apontando pontos com potencial de melhoria em algumas unidades ineficientes, sugerindo assim que essas busquem as melhores práticas de gestão realizadas pelas unidades consideradas eficientes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho utilizou-se a metodologia DEA com a finalidade de avaliar a eficiência de treze unidades de negócio da Cagece e assim fornecer pistas para buscar a melhoria do desempenho dessas unidades. Foram utilizadas nove variáveis, quatro *inputs* e cinco *outputs*. E esse modelo DEA mostrou-se bastante útil para a identificação das unidades eficientes.

A análise da eficiência das unidades de negócio mostra-se de grande importância para o desenvolvimento da companhia, pois possibilita um maior conhecimento sobre quais fatores a afetam, servindo de auxílio na tomada de decisões da alta direção da empresa, na busca por um crescimento econômico e sustentável, e também desenvolver soluções pensando em melhorias para o meio ambiente e para a qualidade de vida da população.

As unidades de negócio foram relacionadas nas planilhas aleatoriamente com o intuito de preservá-las e evitar exposições desnecessárias. A decisão de manter o anonimato das unidades se prende, principalmente, ao motivo do objetivo primordial do trabalho ser o de propor um indicador geral de eficiência técnica das unidades de negócio da Cagece, não sendo necessária a sua identificação.

A análise foi limitada aos dados disponibilizados para a pesquisa, o significado de eficiência fica também limitado à interpretação desses dados à luz do modelo DEA escolhido, não tendo o significado mais geral de eficiência que só seria possível a partir informações complementares e mais detalhadas.

Na pesquisa pode haver casos de anomalias, resultando em falsa ineficiência ou mesmo falsa eficiência, pois os dados pesquisados não foram auditados e não foram coletados com o objetivo de avaliar as unidades individualmente, servindo apenas como parâmetro de comparação.

Conforme descrito no Capítulo 2, onde trata do Sistema de Gestão de Resultados da Cagece, verificou-se que atualmente o acompanhamento desses indicadores de desempenho da companhia, que são denominados indicadores setoriais e estratégicos, é o principal instrumento de medição e monitoramento da eficiência das unidades de negócio da Cagece. E que diante da análise comparativa da eficiência técnica das unidades apresentada no capítulo anterior, pode-se perceber a aplicabilidade da metodologia DEA nesse setor e a possibilidade dessa metodologia tornar-se também mais um instrumento de medição e monitoramento da eficiência técnica das unidades.

Entende-se que o objetivo geral proposto foi atingido, visto que o indicador geral de eficiência técnica das unidades de negócio da Cagece foi apresentado, sendo possível identificar as unidades ineficientes e as unidades mais eficientes que estariam conseguindo a melhor transformação dos seus insumos em produtos, denotando assim a sua eficiência.

Sugere-se a continuidade da pesquisa, dessa vez fazendo uma relação dos insumos utilizados e dos resultados alcançados por cada unidade, a partir da análise dos indicadores do planejamento estratégico da companhia.

REFERÊNCIAS

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. **Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis.** *Management science*, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BARBOSA, R. P. Utilização da análise por envoltória de dados DEA na mensuração da eficiência das prestadoras de serviços de água e esgotamento sanitário: Um enfoque no desempenho da Companhia de Saneamento do estado do Pará – COSANPA. **Revista Economia & Gestão** – v. 14, n. 35, 2014.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 30 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/-cada-real-gasto-em-saneamento-economiza-nove-em-saude-disse-ministro-da-saude?inheritRedirect=false>. Acesso em: 30 jan. 2018.

CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

CARMO, C. M. **Avaliação da Eficiência Técnica das Empresas de Saneamento Brasileiras Utilizando a Metodologia DEA.** 2003. Dissertação Mestrado Acadêmico, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2003.

CASTRO, C. E. T. **Avaliação da Eficiência Gerencial de Empresas de Água e esgotos Brasileiras por meio da Envoltória de Dados (DEA).** 2003. 108p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European journal of operational research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

COELLI, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. An introduction to efficiency and productivity analysis. **Springer Science & Business Media**, 2005.

DA HORA, A. L. B. et al. **Análise da eficiência dos serviços de saneamento básico nos municípios do estado do Rio de Janeiro.** Pesquisa operacional para o desenvolvimento, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 55-81, dez. 2014. ISSN 1984-3534. Disponível em: <<http://www.podesenvolvimento.org.br>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

GRIGOLIN, R. **Setor de Água e Saneamento no Brasil: Regulamentação e Eficiência.** 2007. 60p. Dissertação de Mestrado, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:
<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>.
Acesso em: 30 jan. 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Disponível em:
<<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>>.
Acesso em: 30 jan. 2018.

OHIRA, T. H.; SHIROTA, R. Eficiência econômica: uma aplicação do modelo de fronteira estocástica em empresas de saneamento. In: Encontro Nacional de, 33. 2005, Natal. **Anais**. Natal: ANPEC, 2005.

RAMANATHAN, R. **An Introduction to Data Envelopment Analysis: a Tool for Performance Measurement**. Sage Publications, New Delhi, 2003.

SCARATTI, D.; MICHELON, W.; SCARATTI, G. Avaliação da eficiência da gestão dos serviços municipais de abastecimento de água e esgotamento sanitário utilizando Data Envelopment Analysis. Artigo técnico, volume 18, número 04, **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2013.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em:
<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>>. Acesso em:
04/01/2018.