

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
CAMPINAS**

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE
TECNOLOGIA**

MARIA PAULA MINORIN BABONI

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS
DE ÁGUA E ESGOTO DA REGIÃO
METROPOLITANA DE CAMPINAS**

**CAMPINAS
2018**

MARIA PAULA MINORIN BABONI

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS
DE ÁGUA E ESGOTO DA REGIÃO
METROPOLITANA DE CAMPINAS**

Dissertação apresentada como exigência para obtenção do Título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana, ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, do Centro De Ciências Exatas, Ambientais E De Tecnologia, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Orientador: Prof. Dr. Marcius F. H. de Carvalho

Ficha catalográfica elaborada por Marluce Barbosa – CRB 8/7313
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

t628.1 Minorin Baboni, Maria Paula.
M666a Avaliação do desempenho dos sistemas de água e esgoto da Região Metropolitana de Campinas / Maria Paula Minorin Baboni. - Campinas: PUC-Campinas, 2018.
209f.

Orientador: Marcius Fabius Henrique de Carvalho.
Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana.
Inclui anexo e bibliografia.

1. Abastecimento de água. 2. Esgotos - Campinas, Região Metropolitana de (SP). 3. Análise envoltória de dados. 4. Política urbana. I. Carvalho, Marcius Fabius Henrique de. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. III. Título.

CDD – 22. ed. t628.1

MARIA PAULA MINORIN BABONI

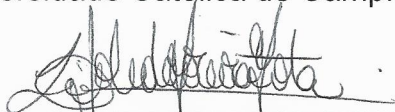
**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE
ÁGUA E ESGOTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE
CAMPINAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana.
Área de Concentração: Sistemas de Infraestrutura Urbana.
Orientador (a): Prof. (a). Dr. (a). Marcius Fabius Henriques de Carvalho.

Dissertação defendida e aprovada em 28 de junho de 2018 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



Prof. Dr. Marcius Fabius Henriques de Carvalho
Orientador da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Profa. Dra. Lia Toledo Moreira Mota
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Paulo Augusto Valente Ferreira
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Para minha mãe, que jamais deixou de acreditar.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcius F. H. de Carvalho
Por sempre me dar as palavras.

Ao Kaine
Por jamais deixar-me esquecer dos prazos.

Às bibliotecárias da PUC-Campinas
Pela agilidade e prestação.

RESUMO

MINORIN BABONI, Maria Paula. *Avaliação do desempenho dos sistemas de água e esgoto da Região Metropolitana de Campinas*. 2018. 209f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2018.

A questão dos objetivos conflitantes deve ser resolvida para universalizar os serviços do saneamento, foco estratégico do setor. Para tanto, propõe-se avaliar o desempenho dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário da Região Metropolitana de Campinas – RMC sob a ótica de *stakeholders* que têm objetivos conflitantes: a População Usuária – PU e o Prestador de Serviços – PS. Os serviços de água e esgoto foram classificados a partir da visão da PU e do PS durante os anos de 2014 e 2015, segundo suas relações de eficiência, para verificar como os municípios colocavam-se em cada perspectiva e na visão conjunta. Utilizaram-se a Análise Envoltória de Dados – DEA para avaliar a eficiência municipal, considerando o modelo CCR orientado para Saída e os dados públicos disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS e pelo produto Informações dos Municípios Paulistas – IMP da Fundação Sistema Estadual da Análise de Dados - SEADE, e o Índice de Malmquist – IM para avaliar o comportamento dos municípios no período. Verificou-se que a maioria das políticas municipais privilegiavam o PS em detrimento de melhores serviços para a PU nos dois anos e que os municípios que atingiram o Equilíbrio Ótimo foram Engenheiro Coelho e Americana, em 2014 e 2015, e Cosmópolis em 2014. No sentido do PS, o avanço ocorreu devido ao Deslocamento da Fronteira – EFC e o retrocesso de Cosmópolis e Santo Antônio de Posse ocorreu devido ao Emparelhamento – TEC. No sentido da PU, o avanço ocorreu tanto por causa do TEC quanto do EFC. O retrocesso de Holambra ocorreu tanto por conta do TEC quanto do EFC. A Abrangência do prestador de serviço, se comparada à Natureza Jurídica e ao Direito, foi decisiva na visão do *stakeholder*, já que os municípios operados pelo prestador regional foram ineficientes para a PU e eficientes para o PS, em 2014 e 2015.

Palavras-chave: Eficiência. Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. *Data Envelopment Analysis*.

ABSTRACT

MINORIN BABONI, Maria Paula. *Performance Evaluation of Metropolitan Region of Campinas water and sewerage systems*. 2018. 209f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2018.

To maximize basic sanitation benefits, it's necessary to solve the challenge of conflicting objectives. As the performance depends on the value of the one who evaluates, this research proposes to evaluate the sanitation from the perspective of different stakeholders that have conflicting objectives: the User Population - PU and the Service Provider - PS. In order to verify how the municipalities placed themselves in each perspective and in the joint vision, this research proposed to classify the Services of Water Supply and Sanitary Sewage of the municipalities of the Metropolitan Region of Campinas, from the vision of the PU and the PS, during the years of 2014 and 2015, according to the relations of efficiencies. Data Envelopment Analysis was used to evaluate the efficiencies of the municipalities in the two views, considering the CCR model oriented to Output and the data provided by the SNIS and IMP, and the Malmquist Index in order to evaluate the movement of the municipalities. It was verified that the majority of the municipal policies favored the PS in detriment of better services for the PU. The municipalities that reached the Great Balance were Engenheiro Coelho and Americana in 2014 and 2015 and Cosmópolis in 2015. In addition, the dominant force of advancement towards the PS occurred due to Technological Progress rather than to the improvement of municipal relative efficiency in the period, while the forces advancing towards the PU were results of the progress of the Frontier and relative municipal efficiency. As regards the characterization of the service providers, it was concluded that the Scope is decisive in the view of the stakeholder when compared to the Legal Nature and the Property, since the municipalities operated by the Regional provider were considered efficient in the view of the PS but inefficient in the vision of the PU, obtaining the last positions in the Ranking of the User Population.

Descriptors: Performance Evaluation. Water and sewerage system. Data Envelopment Analysis.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAR	=	Associação Brasileira das Agências de Regulação
AE	=	Anos de estudos para maiores de 25 anos de idade
AGEPISA	=	Águas e Esgotos do Piauí S/A
ARSESP	=	Agência Reguladora de Serviços de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo
ART	=	Arrecadação Total
CA	=	Cobertura por redes de abastecimento de Água
CABES	=	Catálogos Brasileiros e de Engenharia Sanitária Ambiental
CAEMA	=	Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão
CAER	=	Companhia de Águas e Esgotos de Roraima
CAERD	=	Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia
CAERN	=	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAESA	=	Companhia de Água e Esgoto do Amapá
CAESB	=	Companhia de Saneamento de Brasília
CAGECE	=	Companhia de Águas e Esgotos do Ceará
CAGEPA	=	Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba
CASAN	=	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CE	=	Cobertura por redes coletoras de esgoto
CEDAE	=	Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CESAN	=	Companhia Espírito Santense de Saneamento
CESB	=	Companhias Estaduais de Saneamento Básico
COMPESA	=	Companhia Pernambucana de Saneamento
		Relação entre população dos municípios sob o domínio das
CONT	=	Companhias Estaduais de Saneamento Básico e a população Total do Estado
COPASA	=	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CORSAN	=	Companhia Rio Grandense de Saneamento
COSAMA	=	Companhia de Saneamento do Amazonas
COSANPA	=	Companhia de Saneamento do Pará
CRS ou CCR	=	<i>Constant Return to Scale</i>
DAAE	=	Diagnóstico Anual de Água e Esgotos
DEA	=	<i>Data Envelopment Analysis</i> ou Análise Envolvória de Dados
DEAS	=	Departamento Estadual de Água e Saneamento
DEX	=	Despesas de Exploração
DHCP	=	Disponibilidade Hídrica <i>per capita</i>
DMU	=	<i>Decision Making Unit(s)</i>
DP	=	Densidade populacional
DTS	=	Despesa Total com os Serviços
EFC	=	Deslocamento de Fronteira
EMBASA	=	Empresa Baiana de Águas e Saneamento
EP	=	Empresas Privadas
ESP	=	Estado de São Paulo
ETL	=	Eficiência Técnica Local
ETP	=	Eficiência Técnica Pura

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EXTE	=	Extensão da Rede de Esgoto
FTP	=	Fator de Produtividade Total
GEE	=	Gases de Efeito Estufa
GU	=	Grau de Urbanização
ID	=	Indicadores de Desempenho
IDH	=	Índice de Desenvolvimento Humano
IM	=	Índice de Malmquist
IMP	=	Informações dos Municípios Paulistas
IPF	=	Índice de Perda de Faturamento
LNSB	=	Lei Nacional do Saneamento Básico
MPH	=	Número de Médicos por grupo de 1000 habitantes
PIBPC	=	Produto Interno Bruto <i>per capita</i>
PLANASA	=	Plano Nacional do Saneamento Básico
PLANSAB	=	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSS	=	Programa de Modernização do Setor Saneamento
PNQS	=	Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento
PNS	=	Política Nacional de Saneamento
PNSB	=	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PS	=	Prestador de Serviço
PU	=	População Usuária
QRS	=	Quantidade de Reclamações e Solicitações de Serviços
RMC	=	Região Metropolitana de Campinas
SAA	=	Sistemas de Abastecimento de Água
SABESP	=	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANEAGO	=	Saneamento de Goiás
SANEATINS	=	Companhia de Saneamento do Tocantins
SANEPAR	=	Companhia de Saneamento do Paraná
SANESUL	=	Companhia de Saneamento do Estado do Mato Grosso do Sul
SAU	=	Sistema de Águas Urbanas
SEMAP	=	Sociedades de Economia Mista com Administração Pública
SES	=	Sistemas de Esgotamento Sanitário
SFA	=	Análise de Fronteira Estocástica
SINISA	=	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
SNIS	=	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TEC	=	Emparelhamento
TMP	=	Tarifa Média Praticada
UD	=	Unidade(s) de Decisão
VRS ou BCC	=	<i>Variable Return to Scale</i>

SUMÁRIO

1. MOTIVAÇÃO.....	11
2. OJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. Temática 1 – O Saneamento Básico no Brasil	16
3.1.1. Evolução do setor	16
3.1.2. Lei n. 11 445/2007 – Lei Nacional do Saneamento Básico	24
3.1.3. A abordagem Tecnocêntrica.....	25
3.2. Temática 2 – Data Envelopment Analysis	26
3.2.1. Conceitos Preliminares: Eficiência, Eficácia, Produtividade e Desempenho	26
3.2.1.1. Eficiência e Eficácia	27
3.2.1.2. Desempenho	29
3.2.1.3. Produtividade	32
3.2.2. DEA, seus modelos e orientações.....	34
3.2.3. Análise de Séries Temporais com a DEA: Índice de Malmquist e Análise de Janela	44
3.2.3.1. Análise de Janela	44
3.2.3.2. Índice de Malmquist	45
3.2.4. Softwares para resolução da DEA.....	49
3.2.5. Metodologia para utilização da DEA	51
3.2.5.1. Fase 1: Definição dos Objetivos de Estudo	51
3.2.5.2. Fase 2: Seleção e Definição das Unidades de Decisão	52
3.2.5.3. Fase 3: Definição das variáveis de Entrada e Saída	55
3.2.5.4. Fase 4: Seleção e Formulação do modelo DEA	58
3.2.5.5. Fase 5: Aplicação do Modelo	59
3.2.5.6. Fase 6: Validação do Modelo	59
3.2.5.7. Fase 7: Geração de Cenários e Análises de Resultados	60
3.2.5.8. Fase 8: Avaliação das UD's no tempo	60
3.3. Temática 3 – O Desempenho nos SAA e SES.....	61
3.3.1. Desafios dos SAA e SES no séc. XXI.....	61
3.3.1.1. Desafio 1: Pressão da Urbanização e Rápido crescimento populacional	61
3.3.1.2. Desafio 2: Impactos das mudanças climáticas.....	63
3.3.1.3. Desafio 3: Conflitos com outros setores e uso múltiplo	65

SUMÁRIO

3.3.1.4.	Desafio 4: Infraestrutura desatualizada	69
3.3.2.	Tendências de Pesquisa em Desempenho de SAA e SES	70
3.4.	Revisão de Trabalhos	71
3.4.1.	1ª Etapa: Trabalhos comentados	71
3.4.2.	2ª Etapa: Análise dos Trabalhos	98
3.5.	Indicadores de Desempenho no Setor de Saneamento	112
3.6.	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS	115
3.6.1.	Histórico – SNIS	115
3.6.2.	Dados e tipologia dos prestadores de serviços	117
3.6.3.	Análise Crítica	122
4.	ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	123
3.7.	Caracterização do Objeto de Pesquisa	123
3.8.	Caracterização quanto às variáveis utilizadas	125
5.	METODOLOGIA	132
5.1.	Aplicação da “Metodologia para utilização da DEA”	133
5.1.1.	Fase 1 – Definição dos Objetivos de Estudo	133
5.1.2.	Fase 2 – Seleção e Definição das Unidades de Decisão	133
5.1.3.	Fase 3 – Definição das Variáveis de Entrada e Saída	134
5.1.3.1.	Fase 3 – Preparação das variáveis: DEA PS.	139
5.1.3.2.	Fase 3 – Preparação das variáveis da DEA PU.	140
5.1.4.	Fase 4 – Seleção e Formulação do modelo DEA	143
5.1.5.	Fase 5 – Aplicação do Modelo	144
5.1.6.	Fase 6 – Validação do Modelo	144
5.1.7.	Fase 7 e 8 – Análises e Avaliação das UDs no tempo.	144
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	145
6.1.	Seção 1 – Eficiência Estática	145
6.2.	Seção 2 – Índice de Malmquist	150
6.3.	Seção 3 – Caracterização	154
7.	CONCLUSÃO	162
	REFERÊNCIAS	166
	APÊNDICES	176

1. MOTIVAÇÃO

O setor do saneamento no Brasil é orientado pela lei n. 11 445/2007 (Lei Nacional do Saneamento Básico – LNSB), que define saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de quatro dimensões: o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a drenagem e o manejo de águas pluviais e a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos.

A referida lei estabelece que os serviços de saneamento devem ser prestados considerando treze princípios fundamentais, dentre os quais destacam-se: a universalização do acesso, definida como a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico, e o controle social, definido como o conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem participação da população nos processos de planejamento, formulação de políticas e avaliação relacionados ao saneamento básico.

Heller e Castro (2012) comentam que o setor deve ser encarado por meio de enfoques interdisciplinares e não somente pelo enfoque tecnocêntrico¹. A lei n. 11 445/2007, ao inserir novos atores sociais e a premissa da participação e do controle social, tornou a tomada de decisão no setor mais complexa. (ROSSETO; LERÍPIO, 2012). A participação social visa garantir diversidade e evidenciar os interesses contraditórios dos diferentes *stakeholders* – ou partes interessadas e envolvidas nos processos – da cadeia do saneamento (MORAES; OLIVEIRA FILHO, 2000 *apud* MORAES; BORJA, 2005, p.99) e o controle social implica em equilibrar o controle dos grupos que têm mais acessos e/ou influências, garantindo que o Estado aja orientado para o interesse da coletividade. (CORREIA, 2000).

O dilema dos objetivos conflitantes é complexo em sistemas operados em regimes de monopólio, casos dos sistemas de saneamento básico brasileiros, em que o usuário cativo não tem possibilidade de escolha e a melhoria da qualidade do serviço é gerada por conta do interesse coletivo e não por conta da competição de livre mercado. (MENEZES; SIMAS, 2012).

Ao tomar decisões, os gestores devem pensar conjuntamente os interesses de cada *stakeholder* do setor do saneamento e resolver o dilema dos objetivos conflitantes, que naturalmente levam à decisão de “melhor acordo” e não à “solução ótima”, daí a importância de utilizarem métodos de apoio à decisão.

(LIMA, 2017). Nesse sentido, mediar as relações e conhecer o objetivo de cada *stakeholder* é fundamental para universalizar os serviços de saneamento. (BRITTO, 2011 *apud* CARVALHO, 2014, p.19).

Dessa forma, é importante verificar o desempenho do setor do saneamento considerando as perspectivas dos diferentes *stakeholders* da cadeia (e.g: poder público, população usuária e prestadores de serviço). Vale considerar o conceito de desempenho, que depende do juízo de valor do avaliador, e que todos os *stakeholders* têm mesmo nível de importância na visão do tomador de decisão, ou seja: é importante pensar cada *stakeholder* como sujeito ativo da cadeia do saneamento e não como uma forma de avaliar o desempenho de outro *stakeholder* ou visto pela perspectiva de outro *stakeholder*. (CARVALHO, 2013).

Considerando o exposto, este trabalho propõe-se a olhar o desempenho dos sistemas de água e esgoto pelas perspectivas de dois *stakeholders* da cadeia simultaneamente: a População Usuária (PU) do serviço, entendida como ator político-social para qual se desenvolve o saneamento e que tem direito à melhoria de qualidade de vida e à cidadania, e o Prestador de Serviço (PS), elemento fundamental que operacionaliza e fornece o bem usado, o ambiente em que ocorre o serviço e o serviço em si.

Para analisar o desempenho sob as duas perspectivas, utiliza-se o método da Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*) tendo como base os dados públicos disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e pelo produto Informações dos Municípios Paulistas (IMP) da Fundação Sistema Estadual da Análise de Dados (SEADE), considerando o período de 2014 e 2015.

Espera-se que o resultado deste trabalho possa auxiliar na maximização dos benefícios do saneamento, na medida em que oferece informações para: (I) reguladores definirem políticas públicas assertivas, em especial políticas de financiamento, mecanismos de controle e acompanhamento da evolução da eficiência dos Prestadores de Serviço; (II) os titulares dos serviços de saneamento desenvolverem os Planos Municipais de Saneamento Básico, de acordo com a lei n. 11 445/2007; (III) os prestadores de serviço ineficientes, para reverem suas estratégias e propor melhorias práticas; e (IV) os usuários cativos, afim de ajustarem conscientemente seu comportamento contribuindo com o equilíbrio do sistema.

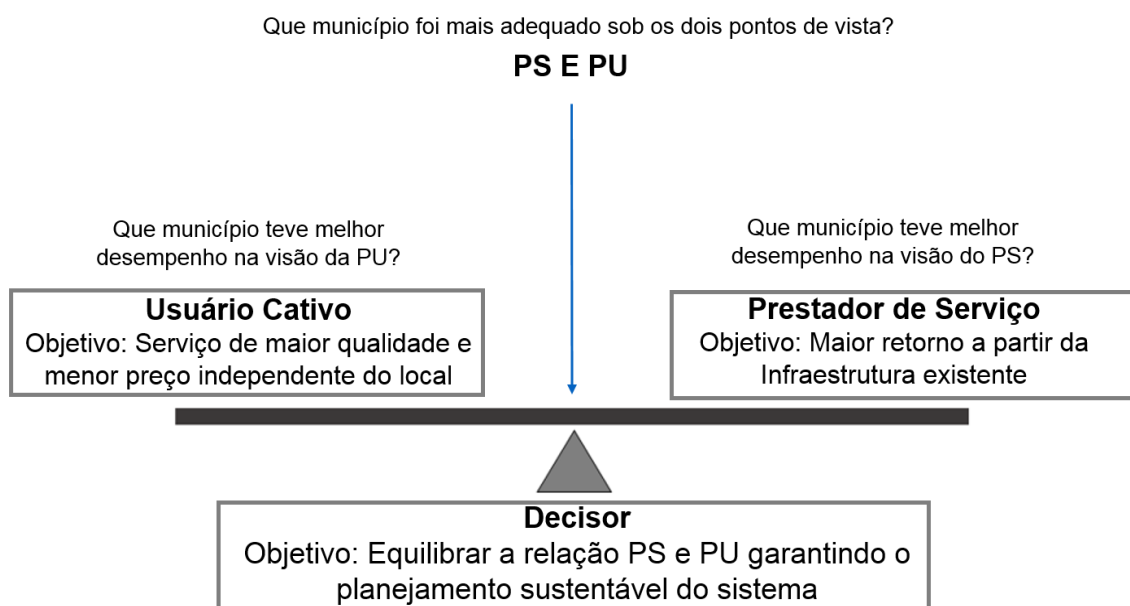
2. OJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

As três questões orientadoras da pesquisa, afim de abordar o tema considerando os principais interessados (Prestador de Serviço, o Usuário residencial e o Setor Público), foram:

- ✓ Questão 1 (Q1): “Que município foi mais eficiente na prestação dos serviços, considerando a perspectiva do usuário residencial?”. Representa a perspectiva da População Usuária (PU).
- ✓ Questão 2 (Q2): “Que município foi mais eficiente na prestação dos serviços, considerando a perspectiva do prestador de serviço?”. Representa a perspectiva do Prestador de Serviço (PS).
- ✓ Questão 3 (Q3): “Qual o equilíbrio existente com relação à eficiência sob os dois pontos de vista, ou seja, como o município se coloca sob a perspectiva do usuário residencial e a perspectiva do prestador de serviço?”. Representa a perspectiva do Poder Público

Cada questão orientadora representa a perspectiva de um *stakeholder* da cadeia do saneamento sendo que cada um deles possui objetivos diferentes. (FIGURA 1).

Figura 1. Equilíbrio do sistema vinculado às questões orientadoras 1, 2 e 3.



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 1 mostra como os objetivos do Prestador de Serviço e da População Usuária podem ser conflitantes. O Prestador de Serviço deseja obter o maior lucro considerando sempre a infraestrutura já existente. A População Usuária deseja sempre o serviço de maior qualidade e menor preço. O conflito de interesses deve ser equilibrado pelo titular do serviço ao planejar o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e pelo poder público na figura do Regulador que, conforme Farina, Azevedo e Picchetti (1997), atua como juiz em casos de disputa entre as partes e interfere na alocação de recursos atuando paralelo ao setor privado, estabelecendo a produção ótima de bens e serviços que satisfaçam a sociedade. Melhorias no setor podem ser obtidas mediante a compatibilização de objetivos conflitantes de diferentes *stakeholders*, como a PU e os PS de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Para responder as questões orientadoras, propõe-se os objetivos descritos a seguir.

Objetivo geral

Classificar, segundo a relação da eficiência, os Serviços de Abastecimento de Água (SAA) e Esgotamento Sanitário (SES) dos municípios da Região Metropolitana de Campinas (RMC) a partir de duas perspectivas (Usuário Residencial e do Prestador de Serviços), durante o período de 2014 e 2015.

Objetivos específicos

- ✓ 1º objetivo: Avaliar a eficiência, nos anos de 2014 e 2015, dos SAA e SES da amostra considerando duas perspectivas (Usuário Residencial e do Prestador de Serviços) utilizando o método DEA.
- ✓ 2º objetivo: Verificar a eficiência bienal dos SAA e SES da amostra através das duas perspectivas aplicando os resultados do 1º objetivo ao Índice de Malmquist.
- ✓ 3º objetivo: Estabelecer uma escala para a perspectiva do usuário; para a perspectiva do prestador de serviço e para perspectiva conjunta do usuário e do prestador de serviço, para cada ano.

- ✓ 4º objetivo: Avaliar comparativamente a colocação de cada município com relação à eficiência a partir da qual pode-se estabelecer políticas públicas de melhoria.

- ✓ 5º objetivo: Discutir como a análise da eficiência pode contribuir para uma melhor gestão dos SAA e SES na amostra analisada.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta os conteúdos que auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa. A revisão bibliográfica subsidia as decisões relativas às fases da dissertação, aos objetivos propostos e às respostas aos questionamentos iniciais. Ela está organizada em três temáticas: (1) Saneamento Básico no Brasil; (2) *Data Envelopment Analysis* e (3) Desempenho nos SAA e SES.

A primeira temática expõe um breve histórico do saneamento básico brasileiro; a lei n. 11 445/2007 com foco na questão dos objetivos conflitantes e a insuficiência da abordagem tecnocêntrica no setor.

A segunda introduz os conceitos de eficiência, eficácia, produtividade e desempenho e a relação entre eles; a DEA e seus principais modelos (CCR e BCC) e suas orientações (para Entrada e para Saída), o Índice de Malmquist, *softwares* para resolução dos problemas DEA e uma metodologia de trabalho.

A terceira aborda a questão da eficiência nos SAA e SES no mundo, alguns Indicadores de Desempenho (ID) utilizados no setor do Saneamento, uma descrição e análise crítica do SNIS e os trabalhos nacionais, comentados, que utilizam a DEA no contexto dos SAA e SES.

3.1. *Temática 1 – O Saneamento Básico no Brasil*

3.1.1. *Evolução do setor*

Este item apresenta, brevemente, os principais marcos do processo de construção do setor do saneamento brasileiro. O panorama histórico é organizado em sete grandes períodos e se inicia em meados do séc. XIX, data em que o Poder Público começou a atuar nas questões sanitárias e os primeiros SAA começaram a ser implantados. (REZENDE; HELLER, 2002; SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O primeiro período compreende meados do séc. XIX até a década de 1920. No contexto brasileiro, ocorre a transição da Monarquia para a República. (LOUREIRO, 2009). Neste período, o Estado concedeu os serviços de água e esgoto à iniciativa privada, que, embora tenha construído os sistemas de infraestrutura em diversas cidades, enfatizou apenas os SAA dos núcleos dos

grandes centros urbanos, locais que garantiam lucro ao prestador de serviço. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O crescimento urbano, a restrição de atendimento à demanda, as pressões populares devido à má qualidade dos serviços e o desinteresse das empresas privadas devido ao aumento dos investimentos face ao baixo lucro da operação dos sistemas levaram o Estado a intervir diretamente no setor e a atuar em ações de caráter coletivo, dando os primeiros passos do Movimento Sanitarista; buscando autonomia dos serviços constituindo autarquias e criando mecanismos para financiar sistemas de abastecimento de água. (REZENDE; HELLER, 2002; SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003; LOUREIRO, 2009).

São marcos importantes do período: a implementação dos SAA e SES das cidades de São Paulo, Recife, Rio de Janeiro e Santos e intervenções pontuais em áreas vitais para a economias, como as cidades portuárias. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O segundo período ocorre da década de 1930 até a década de 1940. Destaca-se a crise política e econômica da década de 30, que colaborou para o caráter centralizador e maior autonomia do Estado, dando espaço para política sociais de âmbito nacional aplicadas às áreas urbanas. O Estado era altamente dependente de recursos orçamentários apesar de intervir na economia, daí alguns sistemas complementarem recursos estaduais e municipais com os da União. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O Estado, agora responsável pelas ações de saneamento, passou a distribuir recursos para obras públicas a fundo perdido, atendendo à pouco municípios. As empresas privadas e de maioria estrangeira, prestadoras dos serviços de água e esgoto, foram nacionalizadas, estatizadas e assumidas por municípios, que não tinham capacidade técnico-financeira para gerir a tarefa. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

São marcos importantes do período: a criação do Código das Águas, em 1934; do Departamento Nacional de Obras e Saneamento, em 1940, e do Serviço Especial de Saúde Pública, vinculado ao Ministério da Saúde, em 1942. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O terceiro período começa na década de 1950 e termina no início da década de 1960. A década de 50 é caracterizada pela ideia de que o Estado deveria prover as condições estratégicas de desenvolvimento, priorizando o fornecimento

de infraestrutura econômica e fortalecendo o projeto nacional de desenvolvimento. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

A partir de 1952, o Serviço Social de Saúde Pública, transformado posteriormente em Fundação – FSESP, realiza convênios com municípios para construir, financiar e operar sistemas de saneamento e realizar capacitação técnica. Os recursos provinham do dinheiro público e os retornos por meio das tarifas ou das receitas municipais. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003). Alguns convênios são extintos após crises financeiras e um novo modelo de prestação de serviços de saneamento é criado, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE. (LOUREIRO, 2009).

Na década de 60, os empréstimos estrangeiros tornaram-se a fonte mais importante de recursos. Um novo conceito de eficiência é adotado, em que o interesse financeiro de recuperar investimentos prevalece sobre os interesses sociais, daí a criação das primeiras companhias estaduais de saneamento. (COSTA, 1994 *apud* SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003, p. 85). Vale destacar que o Banco Interamericano de Desenvolvimento passou a conceder empréstimos e a estimular outro modelo de prestação de serviços de saneamento, o CEAE, sociedades de economia mista em que o Estado era o acionista majoritário, por meio de cláusulas contratuais. (REZENDE, HELLER, 2002).

São marcos importantes do período: a criação, em âmbito nacional, do Plano de Financiamento de Serviços Municipais de Abastecimento de Água, em 1953 e as ações de saneamento executadas pela FSESP. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O quarto período se inicia em 1964 e termina no final da década de 60. No Brasil, instaura-se o Regime Militar de governo, que concentra os recursos e centraliza as decisões na esfera federal, desestabilizando as instituições criadas anteriormente. Neste período, 45% da população urbana era atendida por SAA e 24% por rede coletora de esgoto. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

São marcos importantes do período: o Plano de Desenvolvimento Econômico, que estabelece metas para os sistemas de água e esgoto, em 1966; a criação do Banco Nacional de Habitação - BNH, em 1967, e a do Sistema Financeiro de Saneamento, gerido pelo BNH. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003; LOUREIRO, 2009).

Entre 1969 e 1973, ocorreu o “Milagre Econômico”, época de rápido crescimento econômico durante o regime militar devido ao aporte de capital estrangeiro no país. A vertente social foi afastada e o foco colocado no processo de acumulação de capital de uma política voltada para grandes obras, que gerou elevação dos custos dos sistemas; baixa produtividade e crescimento das dívidas das companhias estaduais. (JORGE, 1987 *apud* LOUREIRO, 2009, p.62).

O quinto período compreende a década de 70. Para reverter os *déficits* no saneamento, decorrentes do crescimento da população urbana e do modelo de intervenção estatal consolidado pela ditadura, o governo instituiu o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, última tentativa econômica e institucional de desenvolvimento do setor do saneamento. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O PLANASA era coordenado pelo BNH e objetivava atender, até 1980, 80% da população urbana com água e 50% com esgoto, sendo que o financiamento originava de recursos do FGTS e de empréstimos externos concedidos pelo BID. (LOUREIRO, 2009).

Os municípios, para participar e terem acesso aos financiamentos do PLANASA, deveriam repassar seu patrimônio e suas instalações existentes para as companhias estaduais de saneamento, a partir das quais o plano era operado. A companhia estadual habilitava-se ao empréstimos do BNH, que obtinha recursos do FGTS e do BID. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003; LOUREIRO, 2009). Vale destacar que o BID preconizava que as companhias estaduais eram as mais capacitadas para administrar os recursos, conseguir autonomia tarifária e operar sistemas eficientes de saneamento. (REZENDE; HELLER, 2002).

Cerca de 75% dos municípios cederam seus serviços de saneamento às companhias estaduais por meios de contratos de concessão. Os resultados do PLANASA foram relevantes quanto à cobertura do abastecimento de água na área urbana, que foi de 45,7%, em 1971, para 86%, em 1991. Os resultados quanto ao esgoto em área urbana não foi tão positivo, passando de 24% para 49% em 1991. Os investimentos em água foram priorizados pois tinham menor custo e proporcionavam benefícios mais imediatos na percepção da população. (FARIAS, 2011).

Os municípios que não aderiram ao PLANASA, autônomos ou ainda ligados a FSESP, constituíram o grupo que criticava o caráter centralizador do Plano e defendia a autonomia municipal das ações de saneamento. Alguns municípios conseguiram elevar os níveis de atendimento em volume igual ou superior ao PLANASA, mesmo custeando os investimento com recursos de outras fontes. Os melhores desempenhos eram das regiões Sul e Sudeste, que compreendiam 94% dos serviços independentes de saneamento. A renda *per capita*, sua capacidade de arrecadação e uma maior capacidade de mobilização política da população seriam os fatores responsáveis pelos maiores índices de cobertura. (JUSTO; SILVA, 1998 *apud* SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003, p.85).

O PLANASA estabelecia, por meio de seu regime tarifário, que as tarifas dos serviços de saneamento eram suficientes para cobrir a totalidade dos custos de serviço e garantiam remuneração adequada e equilíbrio econômico-financeiro para as companhias estaduais eficientes de operação. Este modelo de gestão tinha foco na economia de escala e na maior eficiência na gestão das empresas, já que o BNH condicionada aprovar os projetos à sua viabilidade econômica e financeira. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O paradigma principal do modelo era o mecanismo do subsídio cruzado. Previa-se que os municípios deficitários seriam subsidiados pelos municípios superavitários, já que grande parte dos municípios era financeiramente incapaz de sustentar-se via tarifa. O subsídio cruzado, ao fixar cota única para todo Estado, viabilizava somente para as companhias estaduais. (COSTA, 1983 *apud* SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003, p.87).

Os problemas cruciais desta estrutura de financiamento, ainda em vigor, eram: (1) a inviabilidade do investimento necessário, já que os consumidores dos municípios economicamente equilibrados sustentavam os dos municípios deficitários; (2) a não quantificação das transferências, o que encobria as ineficiências; e (3) indução a desperdícios, pois não sinalizaria o valor real dos serviços. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

Algumas distorções decorrentes do modelo de serviço prestado pelas companhias estaduais foram: (1) superestimação do desenvolvimento urbano, especialmente em áreas altamente adensadas, o que levou a sistemas de abastecimento de água com capacidade ociosa; (2) tarifas insuficientes à cobertura

dos custos operacionais e encargos financeiros; (3) custos operacionais excessivos, originando tarifas superiores a capacidade de pagamento de usuários por conta de ampliações sem avaliação de perdas ou de execuções de grandes sistemas, que poderiam ser feitos em etapas. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O ambiente favorável para implantação de uma modalidade única na oferta de serviços em território nacional era viabilizado por conta do Estado brasileiro ser, na prática, um estado unitário e do governo federal ter um banco de fomento, o BNH, que contava com recursos abundantes provenientes da arrecadação do FGTS. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

São marcos importantes do período: a formulação do PLANASA, em 1971 e a evolução dos índices de atendimento por sistemas de água, que passou de 51% para 77%, e de esgotos, que passou de 26% para 31%, em áreas urbanas. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O sexto período compreende a década de 1980. Neste período, iniciou-se um movimento voltado para a descentralização das políticas públicas e o fim dos regimes centralizados, daí o final do Regime Militar em 1985. A nova ótica de descentralização de poder e maior participação fazia com que o PLANASA não tivesse condições de sobrevivência. (LOUREIRO, 2009; SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

A crise econômico-financeira do início dos anos 80 levou a extinção do BNH, incorporado pela Caixa Econômica Federal em 1986, e a consequente extinção do PLANASA, reduzindo drasticamente os investimentos e deixando um vazio institucional na área do saneamento. (JORGE, 1987 *apud* LOUREIRO, 2009, p.63).

Os Estados e municípios passaram a assumir a descentralização dos investimentos, lidando com o desequilíbrio entre oferta e demanda em meio à escassez de recursos. (JORGE, 1987 *apud* LOUREIRO, 2009, p.63; SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003). A lacuna deixada pelo PLANASA pulverizou a política de saneamento, gerida por diferentes órgãos e ministérios.

São marcos importantes do período: a instituição da política Nacional de Meio Ambiente, em 1981, e a extinção do BNH sem a consolidação de um órgão nacional para formular as políticas do setor do saneamento. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

O sétimo e último período estende-se da década de 90 até o início do séc. XXI. Neste período, destacam-se: a indefinição de obtenção de novos recursos; a ausência de um arcabouço jurídico-institucional para a área do saneamento; a constatação técnica de que o modelo institucional e financeiro do saneamento estava esgotado; o vencimento de concessões feitos pelos municípios às companhias estaduais na época do PLANSA e o início de discussões e propostas de regulamentação do setor. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

Em 1991, iniciou-se um processo de discussão e formulação de uma política de saneamento. No mesmo ano, o governo e a Caixa Econômica Federal contrataram empréstimos superiores às possibilidades de pagamento do FGTS, que foi obrigado a sustar novas contratações e a reescalonar a liberação de recursos para obras de saneamento. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

São marcos importantes do período: declínios nos índices de abastecimento de água e permanência de baixíssimos índices nacionais de tratamento de esgoto; instituição da Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em 1997; e a criação da Agência Nacional das Águas, em 2000. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

A ausência de mecanismos de financiamento do setor teve como consequência a alavancagem de recursos de terceiros para a realização de investimentos, causando impacto na dívida pública e no impedimento ao acesso à novos financiamentos para expansão e melhorias nos serviços de água e esgoto. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

A proposta neoliberal de governo da época desejava proporcionar o início do processo de privatização da área do saneamento com apoio financeiro internacional, instituindo o Programa de Modernização do Setor do Saneamento - PMSS, que preparava as companhias estaduais para a privatização. Legitimava-se o discurso da privatização com a incapacidade de investimento; a geração de excedentes para ampliação dos serviços e os baixos índices de cobertura dos serviços de saneamento. (LOUREIRO, 2009).

Os prestadores públicos, tais como empresas estatais e autarquias, passaram a ter dificuldades para obter recursos, pois estes eram destinados a outras finalidades. Vale destacar que os recursos do FGTS para financiar obras de

saneamento foram suspensos em 1998. (SOARES; CORDEIRO NETTO; BERNARDES, 2003).

Para lançar as bases da política de saneamento, o governo propõe o Projeto de Lei – PL n. 4 147/2001, que propunha diretrizes nacionais para o setor e previa a participação política da Agência Nacional das Águas – ANA. Uma questão importante era a titularidade do serviço, pois o município era incapaz de legislar quando os serviços eram prestados por companhias estaduais. (FARIA; FARIA, 2004).

Caso o município desejasse retomar a titularidade dos serviços, deveria pagar pela infraestrutura implementada para o Estado ou o Estado, por livre iniciativa, transferiria o capital instalado para o município. (FARIA; FARIA, 2004). Pode-se argumentar que este PL era mais flexível quanto à titularidade dos serviços, o que induzia a privatização dos serviços de água e esgoto. (LOUREIRO, 2009).

Quanto à regulação e as normas contratuais dos prestadores de serviços, o PL propunha um sistema descentralizado e não previa uma agência de regulação específica para o setor em âmbito nacional, estabelecendo que a Agência Nacional das Águas deveria colaborar com a Secretaria Nacional de Saneamento e ser responsável pela coordenação das atividades de regulação. Vale destacar que caberia ao titular dos serviços definir a entidade reguladora, salvo quando os serviços eram prestados diretamente por órgão ou entidade de direito público do próprio titular. (FARIA; FARIA, 2004).

A aprovação do Projeto de Lei n. 4 147/2001 foi barrada pela Frente Nacional pelo Saneamento Ambiental, movimento que reuniu vários *stakeholders*: prestadores públicos municipais; sindicatos, movimentos populares, entre outros. (CARVALHO, 2014).

Em 2005, o PL n. 5 296/2005, em que verificou-se a possibilidade dos sistemas de saneamento básico serem facultados ao governo federal diminuindo a autonomia municipal, motivou o surgimento do novo marco disciplinador do saneamento básico, a Lei Federal n. 11 445/2007 - Lei de Diretrizes Nacionais do Saneamento Básico ou LNSB. (SOUZA, 2010 *apud* MAIA; BATISTA; LIMA, 2016).

Em seguida a promulgação da LNSB, o governo federal propõe o Programa de Aceleração do Crescimento, plano estratégico para retomada de investimentos em setores estruturantes do Brasil com foco no planejamento e

execução de grandes obras de infraestrutura. Vale destacar que o saneamento, entre os setores de infraestrutura, é o que registra o menor avanço quanto à cobertura e qualidade de serviço prestado no Brasil. (FREITAS; ALTAFIN, 2016). Apesar de R\$ 67 bilhões investidos de 2007 a 2015, o setor do saneamento enfrenta enormes desafios: 50% da população não possuiu acesso à coleta de esgoto; 17% não tem acesso à rede de água e o índice médio de perdas é de 37%. (FREITAS; ALTAFIN, 2016; BRASILb).

3.1.2. Lei n. 11 445/2007 – Lei Nacional do Saneamento Básico

Apresentam-se breves comentários sobre a LNSB quanto ao tema dos objetivos conflitantes. O marco regulatório inaugura um novo período para o setor do saneamento e rompe com o paradigma do PLANASA. Pressupõe, entre outros aspectos, a participação dos *stakeholders* nas discussões do setor do saneamento.

O objetivo principal de considerar a participação da população é envolver a comunidade nos processos decisórios que vão configurar a infraestrutura de saneamento básico municipal. Destaca-se que a participação social é instrumento de convergência de propósito, resolução de conflito e de transparência nos processos de tomada de decisão e caminho para o desenvolvimento sustentável do município (LIMA NETO; SANTOS, 2012), aspectos que suportam a proposição da visão do usuário.

A efetiva participação implica no envolvimento de atores sociais e segmentos intervenientes afim de que se consiga convergência dos múltiplos objetivos em torno dos interesses da sociedade. São exemplos de atores e segmentos envolvidos na participação popular: a população residente do município e vizinha a área afetada pelos planos; organizações sociais, econômicas, profissionais, políticas e culturais; prestadores de serviço; poder público local, regional e estadual. (LIMA NETO; SANTOS, 2012).

O controle social, um dos treze princípios fundamentais da prestação de serviços de saneamento básico definidos pela LNSB, é definido como o conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participação nos processos de formulação de políticas, planejamento e avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento. (BRASILa).

Pode ser exercido por órgãos colegiados de caráter consultivo, assegurada a representação: dos titulares dos serviços; dos órgãos governamentais relacionados ao setor do saneamento; dos prestadores de serviços; dos usuários de serviços de saneamento básico e de entidades técnicas, organizações da sociedade civil e defesa do consumidor relacionadas ao setor. (BRASILa).

No que tange ao planejamento, a LNSB estipula que os titulares devem editar os Planos Municipais de Saneamento Básico, prevendo, entre outros aspectos, mecanismos e procedimentos para avaliar a eficiência e eficácia das ações programadas. Além disso, as propostas e os fundamentos dos Planos de Saneamento Básico devem ser divulgados por meio de audiência ou consulta pública, de modo que os mecanismos de controle social sejam considerados nas fases de elaboração, avaliação e revisão dos Planos. (BRASILa; LIMA NETO; SANTOS, 2012).

Quanto à regulação, a LNSB consolidou o tema. A regulação deve atender à quatro objetivos: (i) estabelecer padrões e normas para prestação de serviços e satisfação dos usuários; (ii) garantir que condições e metas sejam cumpridas; (iii) prevenir e reprimir o abuso do poder econômico e (iv) definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico-financeiros dos contratos como a modicidade tarifária, por meio de mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade. (BRASILa).

Conforme discutido anteriormente, os conceitos de Eficiência e Eficácia dependem das perspectivas envolvidas, daí análises multidimensionais serem propícias para lidar com as dificuldades.

3.1.3. A abordagem Tecnocêntrica

É importante conhecer os *stakeholders* e mediar suas relações para alcançar os objetivos estratégicos do setor do saneamento, principalmente no que tange à universalização dos serviços (BRITTO, 2011 *apud* CARVALHO, 2014, p. 19).

A compatibilização de objetivos de *stakeholders* é uma questão complexa de tomada de decisão uma vez que envolve múltiplos critérios, muitas

vezes contraditórios entre si e em que a contribuição de um implica em prejuízo de outro. Atualmente, a tomada de decisão se caracteriza por um número crescente de alternativas e requer esforço para resolver a complexidade dos objetivos conflitantes, que geralmente leva a “solução de melhor acordo” e não a “solução ótima”. Esta complexidade justifica a utilização de métodos de apoio à decisão, comumente aplicados nas áreas de engenharia e que auxiliam na resolução de objetivos conflitantes. (LIMA *et al*, 2014).

A abordagem tecnocêntrica, tendência brasileira e mundial, é necessária porém insuficiente para enfrentar os problemas do saneamento, daí a necessidade de mudança de enfoque. O Brasil aborda o saneamento por meio de uma visão notadamente ‘tecnocêntrica’: como uma área de hegemonia de técnicos, de tecnologias, de um campo disciplinar, com foco nos aspectos quantitativos. É necessário modificar esta abordagem para atender à população com soluções que promovam a qualidade de vida e proteção ambiental: de um campo disciplinar, o da engenharia sanitária, para uma abordagem interdisciplinar e intersetorial, que articula diferentes saberes, disciplinas e políticas públicas e é aberta ao entendimento dos problemas pelos usuários e usuários excluídos dos seus serviços. (HELLER; CASTRO, 2012).

Não existe um modelo pronto para orientar normativamente a tomada de decisões no setor do saneamento. A escolha por um ou outro caminho ou teoria não é neutra e pode ser aplicada às escolhas por modelos de prestação de serviços no Brasil: estadual, municipal, participação privada e consórcio. Estes modelos não são equivalentes, daí a demanda por compará-los por meio de indicadores de desempenho e avaliações qualitativas que apreendam a percepção da população, por suas motivações e por suas potencialidades. (HELLER; CASTRO, 2012).

3.2. Temática 2 – Data Envelopment Analysis

3.2.1. Conceitos Preliminares: Eficiência, Eficácia, Produtividade e Desempenho

Esta seção apresenta os conceitos de Eficiência, Eficácia, Produtividade e Desempenho, uma vez que são essenciais no gerenciamento de sistemas complexos e no desenvolvimento desta dissertação. Vale destacar que a DEA, além de ser usada para estimar eficiências produtivas, examina desempenhos no

contexto de tomada de decisão multicritério e ajuda as Unidades de Decisão a testar suas suposições de *performance*, produtividade e eficiência. (COOK; TONE; ZHU, 2014).

3.2.1.1. *Eficiência e Eficácia*

Define-se Eficiência como a relação entre os recursos consumidos e os disponíveis (LOVELL, 1993) conforme mostrado na Equação 1. Ela incide sobre o grau em que um sistema atinge nível de máxima Saída a partir de determinada Entrada. Um sistema ou organização é tecnicamente eficiente quando opera na sua fronteira de produção e tecnicamente ineficiente quando opera dentro das suas possibilidades e fora da fronteira de Eficiência.

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Recurso utilizado}}{\text{Recurso disponível}} \quad (1)$$

A Eficiência não é uma medida de sucesso de mercado mas sim de excelência operacional da organização. (DRUCKER, 1977). Isso significa que ela é um conceito relativo, tradutor da relação entre os recursos utilizados e os disponíveis para produzir os resultados alcançados. (FIGUEIREDO; MELLO, 2009).

As medidas de eficiência que são foco dos pesquisadores dos SAA e SES, que objetivam avaliar a eficiência e produtividade do setor, são: a eficiência técnica, a eficiência alocativa e a eficiência econômica total. (WORTHINGTON, 2010).

A eficiência técnica refere-se ao uso de recursos da maneira mais eficiente possível: ela implica no máximo de Saídas para um conjunto de Entradas ou no mínimo de Entradas de um conjunto de Saídas. (WORTHINGTON, 2010). No contexto dos SAA e SES, a eficiência técnica se refere a relação física entre as Entradas, ou recursos utilizados (*e.g.*: Extensão da Rede de Água ou Extensão da Rede de Esgoto; Quantidade total de empregados próprios) e as Saídas, ou serviços prestados (*e.g.*: o volume de água produzida e consumida, o volume de esgoto coletado, os índices de atendimento).

A eficiência alocativa preocupa-se em alocar os fatores de forma ótima dados seus preços relativos e tecnologias de produção disponíveis: ela implica em escolher entre as combinações de Entradas para produzir o máximo de Saídas. No contexto dos SAA e SES, um exemplo seria a substituição dos hidrômetros por um novo sistema de medição. Este último necessitaria de menos Entradas de trabalho para medição porém necessitaria de outro recurso na forma de tecnologia. Como diferentes combinações de Entradas são utilizadas, a escolha do sistema de medição é baseada nos custos relativos destas Entradas. (WORTHINGTON, 2010).

A eficiência econômica total é a combinação entre a eficiência técnica e a eficiência alocativa. A medida da eficiência econômica total determina a extensão da eficiência técnica e as possibilidades da eficiência alocativa numa organização. No contexto dos SAA e SES, uma UD (e.g.: prestador de serviço ou município) que utiliza seus recursos com eficiência alocativa e eficiência técnica atinge eficiência econômica total. Uma UD que possua ineficiência técnica e/ou alocativa, opera com menor eficiência econômica total. (WORTHINGTON, 2010).

A Eficácia relaciona o realizado com as metas internas, projetadas pela própria organização, ou com as metas externas, determinadas por ambientes externos, sem levar em conta os recursos utilizados. (FIGUEIREDO; MELLO, 2009). (EQUAÇÃO 2).

$$\text{Eficácia} = \frac{\text{Realizado}}{\text{Projetado}} \quad (2)$$

Em relação às metas internas, a Eficácia pode se dirigir à oferta de serviços, como aumentar ou diminuir em 5% o número de veículos por quilômetro, ou à demanda, como aumentar em 10% o número de pessoas atendidas. Quanto às metas externas e no caso do saneamento básico, a Eficácia é dirigida por parâmetros regulados, tais como a pressão dinâmica e estática máximas disponíveis na rede de distribuição ou a qualidade da água, por meio de parâmetros físico-químicos (cor, turbidez, pH, metais) e bacteriológicos da água distribuída. (GALVÃO JÚNIOR; PAGANINI, 2009).

Argumenta-se que a Eficácia não é um bom indicador econômico, uma vez que é possível conceber objetivos eficientes e atingi-los a custos extremamente

elevados, sem a devida Eficácia, ou propor melhorias incrementais que atinjam as metas internas/externas estabelecidas mas possuem valores insignificantes para tornar o sistema eficiente. (KERSTENS; BORGER, 2007).

Além disso, a Eficácia está relacionada à definição de objetivos, que podem ser diferentes para *stakeholders* diferentes. Do ponto de vista gerencial, é importante destacar que um serviço pode atingir plenamente a sua meta de desempenho objetivo e ser considerado insatisfatório por aquele que de fato recebe o serviço. (MENEZES; SIMAS, 2012). Assim é possível um sistema ser eficaz e ineficiente ou ser ineficaz e eficiente. (OZCAN, 2008).

Em relação à Eficiência e Eficácia, observa-se que ambas podem assumir diferentes dimensões dentro de um sistema conforme a perspectiva dos diferentes agentes ou atores envolvidos e que realizar uma análise multidimensional, ou seja, considerando várias perspectivas, é interessante para lidar com as dificuldades.

Importante destacar que esta dissertação não considera a Eficácia, uma vez que os dados internos dos PS não são disponibilizados, ou seja, somente se tem acesso aos dados públicos do SNIS.

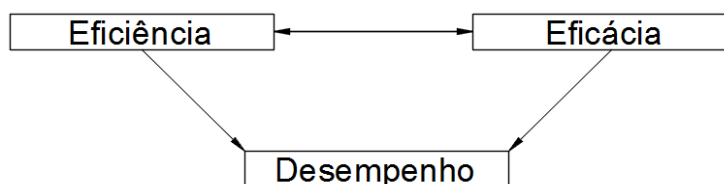
3.2.1.2. *Desempenho*

A literatura referente à avaliação de Desempenho estabelece que deve-se entender “Desempenho”, simultaneamente, em termos de Eficiência, ao utilizar recursos, e Eficácia no atendimento às metas pré-estabelecidas. (ASMILD *et al.*, 2007; KUMAR; GULATI, 2010; MOUZAS, 2006). Desempenho é, então, definido como um produto da Eficiência e da Eficácia. (RAPHAEL, 2013; KUMAR; GULATI, 2010). (EQUAÇÃO 3).

$$\text{Desempenho geral} = \text{Eficiência estimada} \times \text{Eficácia estimada} \quad (3)$$

Kumar e Gulati (2010) comentam que a Eficiência e a Eficácia são componentes que podem influenciar e/ou excluir um ao outro. (FIGURA 2).

Figura 2.Componentes do desempenho e suas relações.

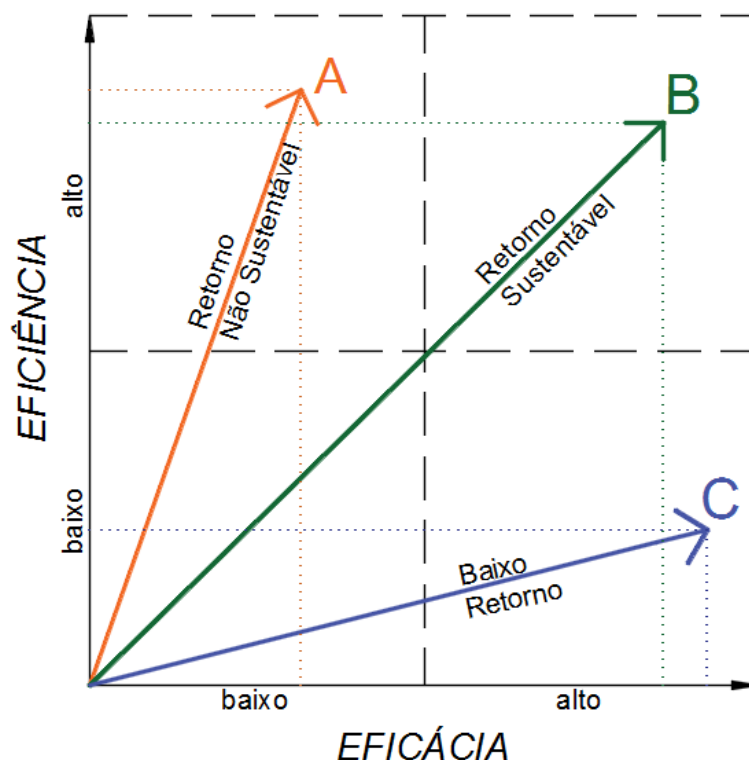


Fonte: Adaptado de Ozcan (2008).

A Figura 2 mostra que Eficiência e Eficácia se influenciam e impactam no Desempenho: a maior Eficiência pode interferir com a Eficácia ou o aumento da Eficácia pode restringir a Eficiência. O posicionamento da organização se relaciona com sua estratégia competitiva. Por exemplo: se o objetivo da Performance é o menor custo, uma maior Eficiência contribui com o objetivo de serviço de menor custo, estando a Eficácia diretamente relacionada à efetividade deste serviço.

Os efeitos dos níveis de Eficiência e Eficácia no desempenho foram ilustrados por Mouzas (2006). O autor comenta que privilegiar a Eficiência em detrimento da Eficácia leva ao Retorno Insustentável enquanto que privilegiar a Eficácia em detrimento da Eficiência leva ao Baixo Retorno e apenas a abordagem equilibrada entre os componentes garante Retorno Sustentável. (FIGURA 3).

Figura 3.Efeitos dos níveis de Eficiência e Eficácia no Desempenho.



Fonte: Adaptado de Mouzas (2006).

Na Figura 3, o ponto A é um exemplo de alta Eficiência e Baixa Eficácia, resultando em Rentabilidade Efêmera ou Retorno Não Sustentável; o ponto B tem Alta Eficiência e Alta Eficácia, resultando no equilíbrio dos componentes e Retorno Sustentável e o Ponto C é um exemplo de Baixa Eficiência e Alta Eficácia, em que o custo capital é superior ao lucro resultante, resultando em Baixo Retorno.

O Desempenho pode ser entendido sob a ótica da Manufatura e do Setor de Serviços (MOREIRA, 1996). Na Manufatura, o Desempenho é visto através das organizações por meio de suas metas internas e externas. Normalmente é regulado pelas Leis de Livre Mercado com o objetivo de mínimo custo e máximo lucro e envolve duas perspectivas principais: a do fornecedor do produto e a do consumidor. De maneira simplificada, o fornecedor lança um produto no mercado e o consumidor procura o máximo de qualidade que consegue obter em relação ao preço disponibilizado, escolhendo aquele produto que satisfará as suas necessidades dentro da faixa de preço que pretende pagar.

No Setor de Serviços, o Desempenho se relaciona com a conexão entre as perspectivas do prestador de serviço e do usuário. As atividades do Setor de Serviços são variadas, de interação pessoal e podem ser de grande intensidade de trabalho, como um atendimento médico, até automatizadas, como a retirada de dinheiro em um caixa eletrônico. Moreira (1996) comenta que a percepção do serviço é afetada pelo que é fornecido e pela forma com que o usuário é tratado no fornecimento do serviço. Os três elementos que formam a completude do serviço são os bens usados, objetos físicos utilizados dentro do sistema de prestação de serviço ou removido dele; o ambiente em que acontece o serviço e o serviço fornecido, que é o tratamento do cliente ou das coisas pertencentes à ele. (FITZGERALD; JOHNSTON; BRIGNALL, 1993 *apud* MOREIRA, 1996, p.59).

Uma particularidade do Setor de Serviços ocorre na esfera pública, em que existem três perspectivas principais: a do Prestador de Serviços, que assume a visão econômica do setor privado e é afetado pela regulação; a do Gestor público, que deve medir a eficácia do serviço em relação as metas estabelecidas e a do Beneficiário do Serviço, sensível ao serviço recebido ou com expectativa do serviço disponibilizado.

É importante destacar que, nos serviços públicos, os Beneficiários são classificados como comprador direto; usuário e usuário cativo. Os compradores diretos são aqueles que pagam preços de mercado pelo serviço recebido, sendo

que mesmos os serviços prestados por organizações estatais são obtidos no mercado. Neste caso, a competição é consequência direta do interesse da organização em satisfazer os compradores diretos. (MENEZES; SIMAS, 2012).

Os usuários são caracterizados pelo pequeno poder de escolha quanto aos serviços que têm de utilizar, em decorrência da sua falta de recursos. Um exemplo seria o uso dos sistemas públicos por parte de usuários com baixo poder aquisitivo e que não têm recursos financeiros para escolher um sistema privado. Os usuários tem muito pouco poder de pressão nos serviços escolhidos quanto à exigência por melhorias. (MENEZES; SIMAS, 2012).

Os usuários cativos são aqueles que não têm escolhas para obter o mesmo serviço. Estão submetidos ao monopólio legal do estado ou de uma empresa privada. Podem exercer pressão indireta, de natureza política, para a melhoria de prestação de serviço, mas como usuários diretos do serviço, têm pouco poder de pressão. (MENEZES; SIMAS, 2012).

No setor privado, a busca do lucro e a competição formam um “mecanismo virtuoso” que orienta a organização para a satisfação do cliente. Assim, quando os compradores diretos não estão satisfeitos, trocam o serviço por um fornecedor de melhor desempenho. Esta alternativa é fraca para os usuários e inexistente para os usuários cativos. Como no setor público ou em serviços de utilidade pública não ocorre competição, o “mecanismo virtuoso” é formado pelo interesse coletivo, que deve fomentar a melhoria da qualidade do serviço. (MENEZES; SIMAS, 2012).

Vale ressaltar que a finalidade básica da medida de Desempenho é indicar se a organização ou sistema está no caminho correto, por isso ela não necessita ser tão precisa para ser útil. Daí pequenos desvios não interferirem nessa finalidade. (MOREIRA, 1996).

3.2.1.3. *Produtividade*

O estudo da Produtividade e da Eficiência é importante por ser o principal caminho que direciona a economia substancial de recursos (FARREL, 1957), o que é essencial para: instituições públicas e privadas (LOVELL, 1993); desenhos de mecanismos de incentivos em setores regulados e comparações descritivas de estados de segmentos de atividades. (MOREIRA; FONSECA, 2005).

A produtividade de uma unidade é entendida como a relação entre os produtos ou saídas, que são os resultados obtidos do processo de produção e podem ser um bem; um serviço ou ambos, e os insumos ou entradas, que são os recursos utilizados no processo de produção, tais como mão de obra, energia, matéria prima. (TUPY; YAMAGUCHI, 1998). (FÓRMULA 4).

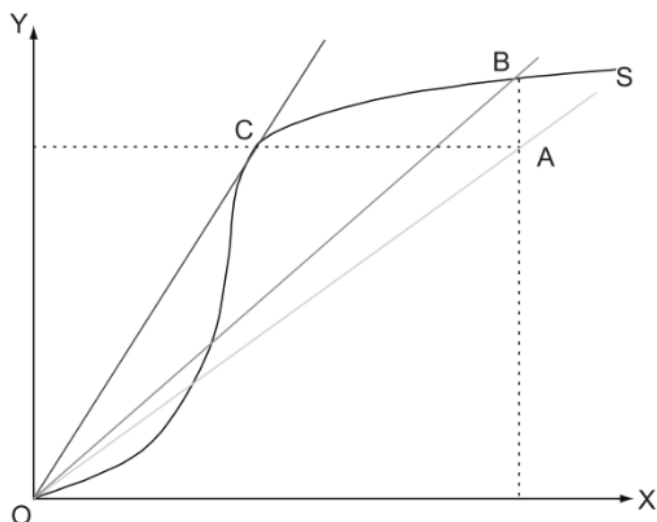
$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Resultado obtido}}{\text{Recurso consumido}} \quad (4)$$

A Produtividade Parcial é aquela que considera apenas uma Entrada em relação à produção obtida, sendo que a mais utilizada é a Produtividade de Mão de Obra. (MOREIRA, 1996).

Deve-se entender a Produtividade ao longo do tempo ou da comparação de processos semelhantes em diferentes unidades. Aumentar a Produtividade ao longo do tempo significa que uma unidade consegue produzir mais saídas com as mesmas entradas, ou seja, para determinados valores de insumos conseguem-se produtos a custos mais baixos em períodos sucessivos de tempo. Dessa maneira, o crescimento da Produtividade implica em menores custos. (KERSTENS; BORGER, 2006).

O crescimento da Produtividade deriva-se do Progresso Técnico e de mudanças na Eficiência. O Progresso Técnico pode resultar de inovações tecnológicas, tais como melhorias nos combustíveis e informações, ou de melhorias nos processos, aumentando os resultados utilizando os mesmos recursos. As mudanças na Eficiência estão relacionadas com mudanças nos processos produtivos das organizações ou sistemas. (KERSTENS; BORGER, 2016; TUPY; YAMAGUCHI, 1998).

Os conceitos de Produtividade e Eficiência são diferentes, apesar de serem frequentemente utilizados como sinônimos. Uma unidade pode ser tecnicamente eficiente, ou seja, operar dentro da sua fronteira de eficiência, apesar de não ser a mais produtiva, podendo inclusive apresentar a menor produtividade do conjunto analisado, incluindo as unidades mais ineficientes. (FIGUEIREDO; MELLO, 2009). (FIGURA 4).

Figura 4. Produtividade x Eficiência

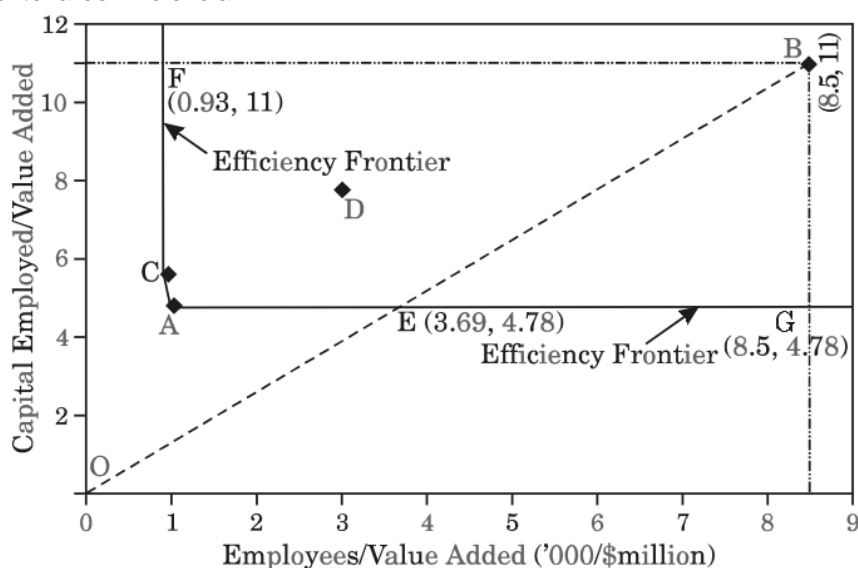
Fonte: Biondi (2001) *apud* Figueiredo e Mello (2009), p.288.

A Figura 4 apresenta uma Curva de Produção (S) de uma única Entrada (X) e uma única Saída (Y). A área abaixo da curva apresenta todas as combinações possíveis de Entradas e Saídas. Todas as unidades que operam na linha da Curva de Produção são tecnicamente eficientes e as que operam fora são tecnicamente ineficientes. A Produtividade das unidades operantes em A, B e C é obtida por meio da inclinação (Y/X) das retas radiais que passam pelos respectivos pontos. Assim, a unidade C é a mais Produtiva dentre as três analisadas, mesmo considerando a unidade B, que representa o ponto mais Eficiente porém não é o mais Produtivo. A reta radial que passa pelo ponto C é tangente e a que passa pelo ponto B é secante à Fronteira de Produção, o que faz a unidade C ser eficiente e de escala econômica ótima.

Ressalta-se que esta dissertação não trabalha com a Produtividade, já que é uma medida de interesse direto do PS para uso interno da empresa.

3.2.2. DEA, seus modelos e orientações

Apresentam-se os conceitos de Fronteira de Eficiência e Análise de Fronteira Para subsidiar este tópico. A Fronteira de Eficiência é a linha formada pela conexão das UD eficientes e das linhas verticais e horizontais que às conectam aos eixos. Ela representa um padrão de desempenho que as UD ineficientes devem alcançar. (RAMANATHAN, 2003). (FIGURA 5).

Figura 5. Fronteira de Eficiência

Fonte: Ramanathan (2003).

A Figura 5 mostra exemplo considerando duas Entradas e uma única Saída. As Unidades que formam a Fronteira de Eficiência são as Unidades de Decisão Eficientes, ou seja, que são 100% eficientes: “A” e “C”. As Unidades “D” e “B” não são eficientes pois não formam a Fronteira de Eficiência, daí denominadas de Unidades Ineficientes. A Fronteira de Eficiência é o referencial que as Unidades “D” e “B” devem alcançar. É importante destacar que as unidades “A” e “C” possuem o melhor atingível considerando as Entradas e Saída especificadas, daí dizer que o resultado de todos os desempenhos são relativos ao que foi considerado como melhor desempenho. Assim, as eficiências são relativas e não absolutas.

As análises que utilizam a fronteira de eficiência são denominadas “Análise de Fronteira”. (FARREL, 1957). No campo da economia, a Análise de Fronteira é explicada pelo conceito de Fronteira de Possibilidade de Produção, que mostra as diferentes possibilidades de combinações que podem ser atingidas com as Entradas e as Saídas consideradas. (RAMANATHAN, 2003).

A Análise de Fronteira “envelopa” o dado, daí o nome da DEA: *Data Envelopment Analysis*. (RAMANATHAN, 2003). Apesar do forte vínculo com a Teoria de Produção no campo da economia, a DEA é uma ferramenta também utilizada para realizar *Benchmarkings* de operações de serviços e de manufatura. (COOK; TONE; ZHOU, 2014).

O *Benchmarking* é um procedimento de pesquisa em que se compara os objetos de estudo criando-se um padrão de referência. O resultado apresenta

as unidades de melhor desempenho, que podem ser utilizadas como referência para melhorias no desempenho das unidades menos eficientes, indicando o que precisa ser melhorado nas Entradas e nas Saídas para transformar as unidades ineficientes em eficientes. (GARIBA JUNIOR, 2005). No contexto do *Benchmarking*, a DEA pode formar tanto uma Fronteira de Produção quanto uma “Fronteira de Boas Práticas”. (COOK; TONE; ZHOU, 2014).

A DEA é uma técnica não-paramétrica, uma vez que não requer forma funcional para a tecnologia de produção, baseada em problemas de programação linear, que constrói fronteiras de eficiência para obter uma visão global das eficiências relativas de organizações homogêneas, definidas como unidades tomadoras de decisão. A DEA resume o valor da eficiência em uma medida simples, de 0 a 1, utilizando múltiplas Entradas e múltiplas Saídas. (CARVALHO, 2014; CHARNES; COOPER; RHODES, 1978; GOLANY; ROLL, 1989; COOK; TONE; ZHU, 2014).

Os principais produtos gerados com a aplicação da DEA são: (1) *rankings* de eficiência; (2) mensuração da ineficiência e identificação das possíveis causas e (3) comparação entre os pares e análise de possíveis diferenças entre o resultado geral e por grupo. (CASTRO, 2003).

Utilizar a DEA é interessante para: (I) avaliar programas ou políticas públicas, que estão fora do controle da UD; (II) criar uma base quantitativa para alocação de recursos entre as UD avaliadas com o propósito de direcioná-los para serem utilizados de melhor maneira; (III) ranquear as Unidades de Decisão; (IV) identificar as fontes ineficientes em cada UD e as relações entre Entradas e Saídas e (V) avaliar ações gerenciais das Unidades de Decisão. (GOLANY; ROLL, 1989).

O Quadro 1 apresenta as principais vantagens e desvantagens da DEA.

Quadro 1. Vantagens e Desvantagens da DEA

Vantagens	Desvantagens
A maior vantagem da DEA é a sua objetividade. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).	Assume que os dados não contém ruídos. (COELLI <i>et al</i> , 2003).
A DEA é simples de calcular e interpretar em diagramas, daí ser mais utilizada na regulação. (COELLI <i>et al</i> , 2003).	Como a DEA é uma técnica pontual extrema, erros nas variáveis podem resultar em problemas significativos. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).
Não necessita da especificação, a priori, dos pesos (ou multiplicadores) das variáveis. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009; COOK; SEIFORD, 2009).	A definição e seleção das Entradas e Saídas é fundamental para o sucesso da aplicação da DEA (COOK; TONE; ZHU, 2014).

Quadro 1. Vantagens e Desvantagens da DEA.		(continuação)
Vantagens	Desvantagens	
<p>Pode lidar com múltiplas Entradas e múltiplas Saídas, que podem estar em unidades diferentes. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009; COOK; SEIFORD, 2009).</p> <p>Pode ser usada sem os preços das Entradas e Saídas, o que é interessante no setor de água e esgoto, que pode estar distorcido pelas forças de mercado ou decisões políticas (ABBOT; COHEN, 2009; CARVALHO, 2014).</p> <p>Existência de <i>softwares</i> que trabalham com a DEA. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).</p> <p>A DEA identifica as unidades eficientes que compõem a Fronteira de Eficiência; quantifica as ineficiências e aponta melhorias; e realiza a análise dos pares. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).</p> <p>Considera as diferenças na escala de operação. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).</p> <p>A DEA pode lidar com fatores externos aos processos e não controlados pelo tomador de decisão, o que garante uma comparação justa já que fatores externos podem afetar o desempenho da UD. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).</p> <p>A DEA foca na formação de fronteiras de eficiência e não foca na descoberta de medidas de tendência central, tais como moda, média e mediana. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).</p>	<p>A programação linear da DEA é flexível ao determinar os pesos das variáveis, o que pode resultar em Unidades de Decisão ineficientes consideradas como eficientes quando muitas UD's são analisadas. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).</p> <p>O poder discriminatório da DEA é enfraquecido se não existe relação entre os fatores explicativos (RAMANATHAN, 2003).</p> <p>Ao aplicar a DEA, o pesquisador necessita resolver um problema de programação linear para cada UD. Esta ação pode se tornar cansativa se o número de Unidades de Decisão é grande. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).</p> <p>Testes de hipóteses tradicionais são difíceis de implementar, dado que a DEA é um método não-paramétrico. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009)</p> <p>Explicar a eficiência da DEA para audiências sem conhecimento de programação linear pode ser difícil. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).</p>	
<p>Fonte: Elaborado pela autora com base em Carvalho (2014); Herrala, Huotari e Haapasalo (2012); Coelli et al. (2003) e Ozbek, de la Garza e Triantis (2009).</p>		

A DEA foi escolhida neste trabalho devido à sua objetividade, à capacidade de lidar com entradas e saídas em unidades diferentes e à pouca interferência do tomador de decisão, lembrando que a tomada de decisão é um processo político e não é neutra. (ROSSETO; LERÍPIO).

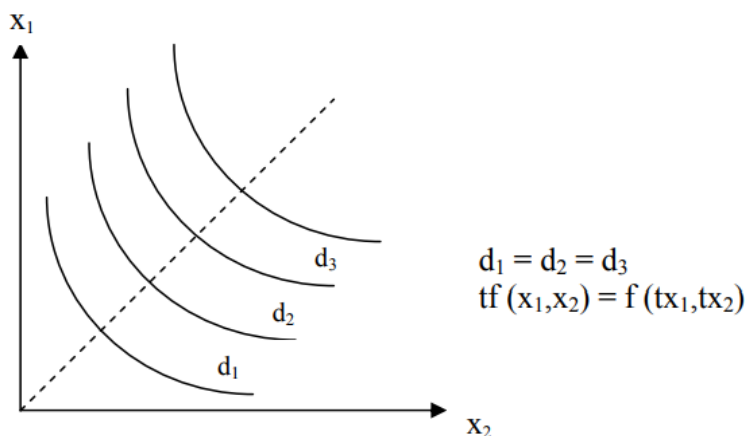
A DEA deve ser definida quanto ao tipo de Orientação e quanto ao Modelo. A DEA tem duas orientações: uma com foco na Saída, em que o objetivo é a UD maximizar sua Saída por unidade de Entrada, e a outra com foco na Entrada, em que o objetivo é a UD reduzir a quantidade de Entrada gasta por unidade de Saída. O papel do tomador de decisão é o de articular e identificar o que deve ser atingido ou verificado na análise com a DEA. Do ponto de vista da

DEA, as duas orientações formarão a mesma Fronteira de Eficiência para o Modelo assumido. (COOK; TONE; ZHU, 2014).

O Modelo se relaciona à Função de Produção. A Produção é a atividade que converte um conjunto de Entradas (ou Recursos), transformadas ou de transformação, em um conjunto de Saídas (Serviços e/ou bens). Por sua vez, a Função de Produção (ou Função Produção) descreve a relação entre a quantidade de Saída que se consegue obter a partir de certa quantidade de Entrada. (SLACK; CHAMBERS, JONHSTON, 2002). Todas as combinações possíveis de Entradas e Saídas são representadas pela Fronteira do Conjunto de Produção.

A produção final, obtida por meio da variação da utilização das Entradas, é denominada “Rendimentos” ou “Retornos de Escala”, que podem ser: (1) Constante de Escala ou (2) Variável de Escala. Na DEA, o Modelo de Retorno Constante de Escala (*Constant Returns to Scale – CRS*) também é denominado CCR, referenciando seus autores: Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Ocorre quando a variação da Saída é proporcional à variação das Entradas. (CASTRO, 2003). (FIGURA 6).

Figura 6. Representação Gráfica do Retorno Constante de Escala



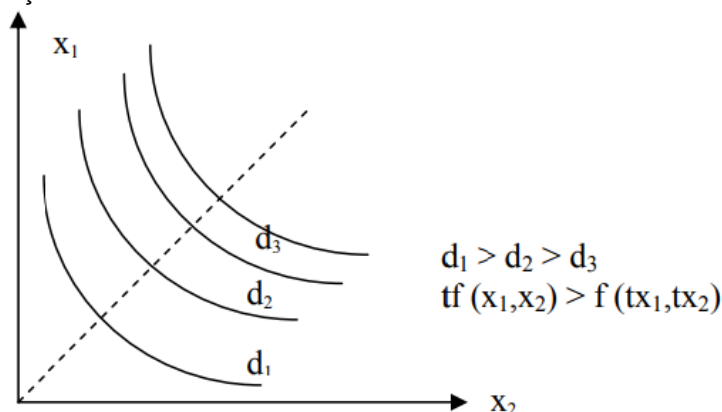
Fonte: Vidal (2002) *apud* Carmo (2003), p. 23. Legenda: d = distância entre Isoquantas; t = escalar.

Na Figura 6, as isoquantas estão igualmente distantes, ou seja, se a escala das Entradas aumentar em t, se obtém t vezes mais Saídas. Neste caso, o tamanho da organização não influencia a produtividade.

O Retorno Variável de Escala, que na DEA também é denominado VRS (*Variable Return to Scale*) ou BCC em referência a seus autores: Banker, Charnes e Cooper (1984), ocorre quando a variação da Saída é desproporcional à variação

das Entradas, sendo: (1) Crescente à Escala ou (2) Decrescente à Escala. No Retorno Crescente à escala, a variação de Saída é mais que proporcional a variação de Entrada. (CASTRO, 2003). (FIGURA 7).

Figura 7. Representação Gráfica do Retorno Crescente à Escala.

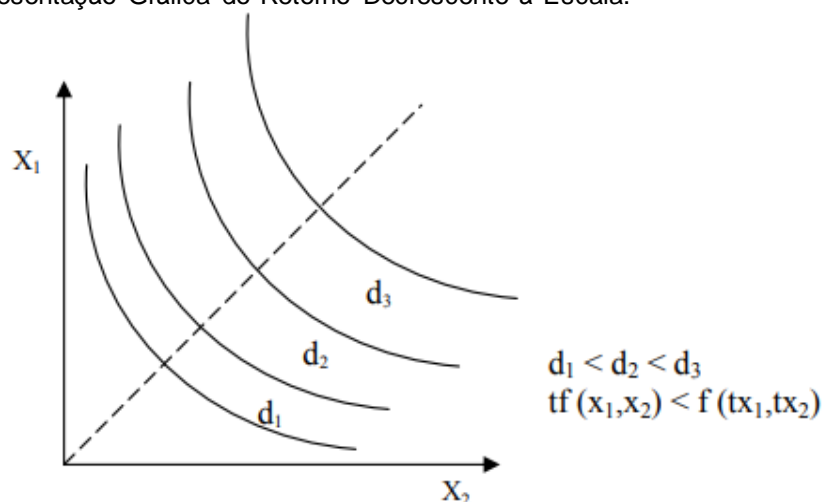


Fonte: Vidal (2002) *apud* Carmo (2003), p. 24. Legenda: d = distância entre Isoquantas; t = escalar.

Na Figura 7, as isoquantas se tornam mais próximas proporcionalmente ao aumento das Entradas, ou seja, ao multiplicar as Entradas por um fator t, se obtém mais de t vezes a Saída anterior. Neste caso, se necessita de menos Entradas.

No Retorno Decrescente à Escala, a variação da Saída é menos que proporcional à variação das Entradas. (CASTRO, 2003). (FIGURA 8).

Figura 8. Representação Gráfica do Retorno Decrescente à Escala.



Fonte: Vidal (2002) *apud* Carmo (2003), p. 24. Legenda: d = distância entre Isoquantas; t = escalar

Na Figura 8, as isoquantas se tornam mais afastadas proporcionalmente ao aumento das Entradas, ou seja, ao multiplicar as Entradas por um fator t, se

obtem menos de t vezes a Saída anterior. Neste caso, se necessita de mais Entradas.

Cook e Seiford (2009) propuseram exemplos para se compreender a origem dos modelo CCR e BCC, descritos a seguir. Para o modelo CCR, considere que: Eff_o = Eficiência da UD o em análise; v_i = peso de Entrada i , $i = 1, \dots, r$; x_{ik} = Entrada i ; u_j = peso da Saída j , $j = 1, \dots, s$; y_{jo} = Saída j . Assumido que os pesos (ou multiplicadores) v_i e u_j são conhecidos, a Eficiência (Eff_o) pode ser expressada pela razão entre a soma ponderada das Saídas e da soma ponderada das Entradas. (EQUAÇÃO 5).

$$Eff_o = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}} \quad (5)$$

Na ausência de multiplicadores conhecidos, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) derivaram multiplicadores apropriados para cada UD por meio da resolução de um problema particular de programação não-linear (fracionária), conforme apresentado por Ozbek, de la Graza e Triantis (2009, p.2). (EQUAÇÃO 6).

$$\begin{aligned} \text{Max } Eff_o &= \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}} \quad (6) \\ \text{Sujeito a:} \\ &\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, \forall k \\ &v_i, u_j, \geq 0, \forall i, j \end{aligned}$$

A solução dessa programação matemática resulta valores para as incógnitas v_i e u_j , maximizadoras da Eficiência Técnica da Unidade de Decisão, restritas à condição de que todas as medidas de eficiência de todas as UD's sejam menores ou iguais a unidade: a UD é 100% eficiente se sua Eficiência for igual à 1 e ineficiente se sua Eficiência for menor que 1; maior ou igual à zero. (FERREIRA; GOMES, 2012).

O problema da formulação baseada em proporções é o número infinito de soluções. As restrições de não-negatividade impostas aos pesos u_j e v_i na

formulação matemática fracionária não são suficientes para garantir uma única solução ótima para a Eficiência Técnica, já que, se u_r e v_i são soluções possíveis, então δu_r e δv_i também são. (FERREIRA; GOMES, 2012).

A Equação 6 apresenta um modelo de programação não-linear estendida de um problema de programação fracionária. Os dois procedimentos para transformar a programação matemática em uma Programação Matemática Linear – PML em que se obtém uma única solução para a Eficiência Técnica, medida por um escalar são (FERREIRA; GOMES, 2012):

1. Tornar o denominador da Função Objetivo igual a uma constante, geralmente igual à unidade, eliminando-o (EQUAÇÃO 7):

$$\sum_{i=1}^r v_i * x_{io} = 1 \quad (7)$$

2. Tornar a restrição uma diferença entre o numerador e o denominador que seja menor do que ou igual a zero, estabelecendo que a Eficiência deve variar entre 0 e 1.

Ao converter o problema de programação não-linear em um problema de programação linear, surge o Primal do modelo CCR. (COOK; SEIFORD, 2009, p. 2). A formulação do modelo é composta pela Função Objetivo e respectivas restrições. (QUADRO 2).

Quadro 2. Modelo CCR Primal com orientação para Entrada e Saída

Orientado para Entrada	Orientado para Saída
$\text{MAX Eff}_o = \sum_{j=1}^s u_j * y_{jo}$	$\text{MIN Eff}_o = \sum_{i=1}^r v_i * x_{io}$
Sujeito a: $\sum_{i=1}^r v_i * x_{io} = 1$	Sujeito a: $\sum_{j=1}^s u_j * y_{jo} = 1$
$\sum_{j=1}^s u_j * y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i * x_{ik} \leq 0, \forall k$	$\sum_{j=1}^s u_j * y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i * x_{ik} \leq 0, \forall k$
$u_j, v_i \geq 0, \forall i, j$	$u_j, v_i \geq 0, \forall i, j$

Fonte: Mello *et al.* (2005). Legenda: Eff_o = Eficiência da UD o em análise; v_i = peso de Entrada i , $i = 1, \dots, r$; x_{ik} = Entrada i ; u_j = peso da Saída j , $j = 1, \dots, s$; y_{jo} = Saída j .

A estrutura matemática apresentada no Quadro 2 permite que a Unidade de Decisão escolha os pesos das Entradas e Saídas da forma que lhe for mais

conveniente, desde que os pesos aplicados às outras UD's não gerem razão superior a 1. Vale destacar que a variável é desconsiderada na avaliação quando tem peso zero atribuído. (MELLO *et al.*, 2005).

O Primal do modelo BCC, também composto pela Função Objetivo, respectivas restrições e suas orientações, é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3. Modelo BCC Primal com orientação para Entrada e Saída

Orientado para Entrada	Orientado para Saída
$\text{MAX Eff}_o = \sum_{j=1}^s u_j * y_{jo} + u$	$\text{MIN Eff}_o = \sum_{i=1}^r v_i * x_{io} + v$
<p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^r v_i * x_{io} = 1$	<p>Sujeito a:</p> $\sum_{j=1}^s u_j * y_{jo} = 1$
$-\sum_{i=1}^r v_i * x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j * y_{jk} + u \leq 0, \forall k$	$-\sum_{i=1}^r v_i * x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j * y_{jk} - v \leq 0 \forall k$
$u_j, v_i \geq 0, u \in \Re$	$u_j, v_i \geq 0, u \in \Re$

Fonte: Mello *et al.* (2005). Em que: Eff_o = Eficiência da UD *o* em análise; *v_i* = peso de Entrada *i*, *i* = 1, ..., *r*; *x_{ik}* = Entrada *i*; *u_j* = peso da Saída *j*, *j* = 1, ..., *s*; *y_{jo}* = Saída *j*; *u* e *v* = fatores de escala.

O modelo BCC primal adiciona duas variáveis, *u* e *v*, interpretadas como fatores de escala. Na orientação para Entrada, tem-se: retorno crescente de escala quando o fator de escala é positivo; retorno decrescente de escala quando o fator de escala é negativo e retorno constante de escala quando o fator de escala é nulo. Já na orientação para Saída, é o inverso: há retorno decrescente de escala quando o fator de escala é positivo; retorno crescente de escala quando o fator de escala é negativo e retorno constante de escala quando o fator de escala for nulo, da mesma forma que na orientação para Entrada. (MELLO *et al.*, 2005).

Para cada modelo de Programação linear corresponde um outro modelo, formado pelos mesmos coeficientes que são dispostos de maneira diferente: para cada modelo Primal existe seu equivalente Dual. Esta dissertação não objetiva discutir profundamente o princípio da Dualidade e sim evidenciar que, na DEA, o modelo Primal tem foco nas variáveis, uma vez que mostra a importância de cada variável no desempenho da UD, e o modelo Dual tem foco nos Pares de Referência - *Benchmarking*, uma vez que indica as importâncias das Unidades de Decisão para a UD referência.

Vale destacar que a denominação de orientação da DEA, se para Entrada ou para Saída, é visualizada mais facilmente pelo modelo Dual. (MELLO *et al.*, 2005).

O Dual do modelo CCR é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4. Modelo CCR Dual com orientação para Entrada e Saída

Orientado para Entrada	Orientado para Saída
<p>Sujeito a:</p> $\text{MIN } h_o$ $\sum_{k=1}^n y_{jk} * \lambda_k - y_{j_o} \geq 0, \forall j$ $h_o * x_{j_o} - \sum_{k=1}^n x_{ik} * \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$	<p>Sujeito a:</p> $\text{MAX } h_o$ $x_{j_o} - \sum_{k=1}^n x_{ik} * \lambda_k \geq 0, \forall i$ $- h_o * y_{i_o} + \sum_{k=1}^n y_{ik} * \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$

Fonte: Mello *et al.* (2005). Legenda: h_o = Eficiência ($h_o = 1/\text{Eff}_o$); v_i = peso de Entrada i , $i = 1, \dots, r$; x_{ik} = Entrada i ; u_j = peso da Saída j , $j = 1, \dots, s$; y_{j_o} = Saída j .

No Dual, o modelo BCC adiciona uma restrição de convexidade ($\sum \lambda = 1$), a que se associam as variáveis u e v do modelo BBC primal, que não está presente no modelo CCR Dual. O modelo BCC Dual é apresentado no Quadro 5.

Quadro 5. Modelo BCC Dual com orientação para Entrada e Saída

Orientado para Entrada	Orientado para Saída
<p>Sujeito a:</p> $\text{MIN } h_o$ $\sum_{k=1}^n y_{jk} * \lambda_k - y_{j_o} \geq 0, \forall j$ $h_o * x_{j_o} - \sum_{k=1}^n x_{ik} * \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$	<p>Sujeito a:</p> $\text{MAX } h_o$ $x_{j_o} - \sum_{k=1}^n x_{ik} * \lambda_k \geq 0, \forall i$ $- h_o * y_{i_o} + \sum_{k=1}^n y_{ik} * \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$

Fonte: Mello *et al.* (2005). h_o = Eficiência ($h_o = 1/\text{Eff}_o$); v_i = peso de Entrada i , $i = 1, \dots, r$; x_{ik} = Entrada i ; u_j = peso da Saída j , $j = 1, \dots, s$; y_{j_o} = Saída j .

Por serem duais, os modelos BCC apresentados no Quadro 3 e no Quadro 5 têm o mesmo valor para a função objetivo conforme cada orientação. Da

O mesmo vale para os modelos CCR apresentados no Quadro 2 e Quadro 4 (MELLO *et al.*, 2005).

Os modelos DEA apresentados permitem que as Unidades de Decisão sejam analisadas em um determinado instante de tempo. Na perspectiva do tempo, esta análise é denominada “Transversal” ou “*Cross-section*”. Também é possível comparar as Unidades de Decisão através do tempo, análise que é conhecida como Análise de Séries Temporais. Quanto ao tempo, esta análise é denominada Longitudinal.

Na prática, observar as Unidades de Decisão e as suas variações de eficiência, produtividade e desempenho, ajuda o tomador de decisão a concluir de maneira mais assertiva ao identificar a variabilidade dos dados. As duas maneiras de usar a DEA no tempo são: a Análise de Janela e o Índice de Malmquist. (RAMANATHAN, 2003; COOK; SEIFORD, 2009).

3.2.3. Análise de Séries Temporais com a DEA: Índice de Malmquist e Análise de Janela

3.2.3.1. Análise de Janela

A Análise de Janela foi introduzida por Charnes *et al.* (1984). É um modelo em que cada Unidade de Decisão é tratada como uma UD diferente em cada período, de modo que pode ser comparada com seus outros resultados e com os resultados das outras Unidades de Decisão do conjunto no mesmo período. (RAMANATHAN, 2003; COOK; SEIFORD, 2009).

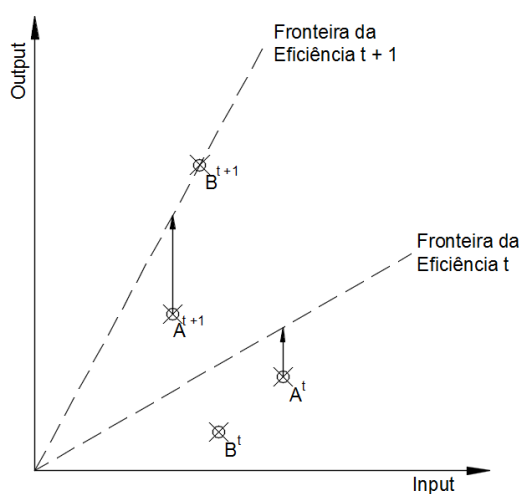
Para entender a Análise de Janela, propõe-se escolher uma “Janela” de k observações para cada UD e tratar como se ela representasse k Unidades de Decisão diferentes. Considerando n Unidades de Decisão, um total de “ $n \times k$ ” Unidades de Decisão seriam avaliadas e k scores para cada UD seriam criados. Este procedimento deve ser repetido, individualmente, para cada unidade de tempo selecionada. (COOK; SEIFORD, 2009).

Uma das desvantagens da Análise de Janela é que a primeira e a última unidade de tempo, em comparação com as unidades de tempo intermediárias, não são tão frequentemente testadas. (COOPER; SEIFORD; TONE, 2006 *apud* COOK; SEIFORD, 2009, p.13).

3.2.3.2. Índice de Malmquist

Conforme citado anteriormente, a DEA não identifica as razões que conduzem uma UD a mudar seu posicionamento ao longo do tempo. Exemplificando: a DEA, aplicada em um conjunto de municípios, determina que o município “A” é mais eficiente que o município “B” no tempo “i”, contudo, considerando o tempo “i + 1”, as posições podem ser diferentes (FIGURA 9).

Figura 9. Representação da posição das Unidades de Decisão no tempo.



Fonte: Adaptado de Melo Júnior (2005).

A Figura 9 mostra que as Unidades A e B aumentaram sua produtividade do tempo “t” para “t+1”, já que reduziram a relação Saída/ Entrada, porém, o esforço feito por A é menor no tempo “t” e no tempo “t+1”, talvez porque B aumentou muito mais que A. Algumas suposições seriam: (1) A e B melhoraram, mas B melhorou mais que A; (2) B melhorou mas A manteve-se no mesmo estágio; (3) A piorou enquanto que B continuou no mesmo estágio e (4) A e B pioraram, mas A piorou mais que B.

No intuito de analisar a dinâmica da Produtividade no tempo, Färe *et al.* (1994) desenvolveram um Índice de Malmquist baseado na DEA para avaliar mudanças de Produtividade de uma Unidade de Decisão entre dois períodos de tempo e que poderia ser decomposto em dois componentes: o Emparelhamento (ou efeito *catch-up*), que mede o grau em que uma UD melhora ou piora sua eficiência produtiva e se aproxima da fronteira, e o Deslocamento da Fronteira (ou

efeito *frontier-shift*), que reflete a mudança nas fronteiras eficientes em dois períodos de tempo. (CARVALHO, 2014).

Originalmente, o Índice de Malmquist (MALMQUIST, 1953) calcula as mudanças na Produtividade entre dois períodos de tempo baseado no indicador conhecido como Fator de Produtividade Total (FTP). Melo Júnior (2005) supõe uma única Entrada produzindo uma única Saída em dois períodos de tempo consecutivos, "t" e "t+1": a Entrada x^t produz a Saída y^t e a Entrada x^{t+1} produz a Saída y^{t+1} , o FTP seria calculado conforme a Equação 8.

$$FTP = \theta \frac{\frac{y^{t+1}}{x^{t+1}}}{\frac{y^t}{x^t}} \quad (8)$$

No caso de múltiplas Entradas produzindo múltiplas Saídas, o FTP seria calculado segundo a Equação 9, em que $\Theta_0^t(o)$ é a eficiência relativa da tecnologia no tempo t.

$$FTP = \frac{\Theta_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{\Theta_0^t(x^t, y^t)} \quad (9)$$

Da mesma forma, o Índice em t+1 seria calculado conforme a Equação 10.

$$FTP = \frac{\Theta_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{\Theta_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (10)$$

Färe *et. al* (1994) propôs um Índice baseado na média geométrica de (9) e (10) conforme descrito na Equação 11.

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left(\frac{\Theta_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{\Theta_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{\Theta_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{\Theta_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right)^{1/2} \quad (11)$$

Färe *et. al* (1994) mostram que a Fórmula 11 pode ser decomposta nos componentes: Emparelhamento - TEC e Deslocamento da Fronteira - EFC. (EQUAÇÃO 12).

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \text{TEC} \times \text{EFC} \quad (12)$$

O termo que mede o TEC é a relação das funções de distância entre os períodos t e $t+1$. (EQUAÇÃO 13).

$$\text{TEC} = \frac{\Theta_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{\Theta_0^t(x^t, y^t)} \quad (13)$$

O Emparelhamento tem três interpretações: se Emparelhamento > 1 , houve progresso da eficiência relativa entre período t e $t+1$; se Emparelhamento $= 1$, não houve alteração entre os dois períodos e se Emparelhamento < 1 , houve diminuição da eficiência relativa entre o período t e $t+1$. (CARVALHO, 2014).

O Deslocamento de Fronteira mede a mudança da fronteira de Eficiência. É a média geométrica do FPT nos períodos t e $t+1$ e pode ser calculado conforme a Equação 14.

$$\text{EFC} = \left(\frac{\Theta_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{\Theta_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{\Theta_0^t(x^t, y^t)}{\Theta_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right)^{1/2} \quad (14)$$

O numerador da fórmula do EFC representa a performance de uma UD com suas Entradas e Saídas no tempo $t+1$ e as Entradas e Saídas das outras Unidades de Decisão no tempo t . O denominador representa a performance de uma Unidade de Decisão que não evoluiu do tempo t para o $t+1$ em comparação com as outras UDs no tempo $t+1$.

O Deslocamento de Fronteira tem três interpretações: se EFC > 1 , houve progresso da fronteira tecnológica em torno da UD entre os períodos t e $t+1$; se EFC $= 1$, não houve alteração entre os períodos t e $t+1$ e se EFC < 1 , houve retrocesso da fronteira tecnológica em torno da UD entre os períodos t e $t+1$. (CARVALHO, 2014).

Segue o Índice de Malmquist. (EQUAÇÃO 15).

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{\Theta_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{\Theta_0^t(x^t, y^t)} \sqrt{\left(\frac{\Theta_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{\Theta_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{\Theta_0^t(x^t, y^t)}{\Theta_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right)} \quad (15)$$

O Índice de Malmquist mede a mudança de produtividade no período de tempo t e t+1 e é determinado resolvendo os quatro subproblemas de programação linear apresentados no Quadro 6.

Quadro 6. Subproblemas de Malmquist.

$\Theta_k^t(x_k^t, y_k^t) = \text{MAX} \sum_{r=1}^s u_{r,k} y_{r,k,t}$ <p>Sujeito à:</p> $\sum_{i=1}^m v_i^k x_{i,k,t} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r^k y_{r,j,t} - \sum_{i=1}^m v_i^k x_{r,j,t} \leq 0$ <p>$u_r^k \geq 0 \quad v_i^k \geq 0$</p> <p>$j = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$</p>	$\Theta_k^{t+1}(x_k^{t+1}, y_k^{t+1}) = \text{MAX} \sum_{r=1}^s u_{r,k} y_{r,k,t+1}$ <p>Sujeito à:</p> $\sum_{i=1}^m v_i^k x_{i,k,t+1} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r^k y_{r,j,t+1} - \sum_{i=1}^m v_i^k x_{r,j,t+1} \leq 0$ <p>$u_r^k \geq 0 \quad v_i^k \geq 0$</p> <p>$j = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$</p>
$\Theta_k^t(x_k^{t+1}, y_k^{t+1}) = \text{MAX} \sum_{r=1}^s u_{r,k} y_{r,k,t+1}$ <p>Sujeito à:</p> $\sum_{i=1}^m v_i^k x_{i,k,t+1} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r^k y_{r,j,t} - \sum_{i=1}^m v_i^k x_{r,j,t+1} \leq 0$ <p>$u_r^k \geq 0 \quad v_i^k \geq 0$</p> <p>$j = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$</p>	$\Theta_k^{t+1}(x_k^t, y_k^t) = \text{MAX} \sum_{r=1}^s u_{r,k} y_{r,k,t}$ <p>Sujeito à:</p> $\sum_{i=1}^m v_i^k x_{i,k,t} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r^k y_{r,j,t+1} - \sum_{i=1}^m v_i^k x_{r,j,t} \leq 0$ <p>$u_r^k \geq 0 \quad v_i^k \geq 0$</p> <p>$j = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$</p>

Fonte: Melo Júnior (2005).

O Índice de Malmquist tem três interpretações: Se $M_0 > 1$, houve progresso do FPT; se $M_0 = 1$, não houve alteração entre os dois períodos e se $M_0 < 1$, houve diminuição do FPT da UD_0 entre os períodos de t e t+1. (CARVALHO, 2014).

3.2.4. Softwares para resolução da DEA

Para resolver os problemas DEA, utilizam-se *softwares* baseados em programação linear. Esta tecnologia é resultado do florescimento do campo de pesquisa da DEA, que se iniciou no meio acadêmico e avançou para área de Produção, e foi acompanhado de expectativas referentes à modelagem avançada e implementações profissionais que exigiam interfaces para usuários, rápido poder de avaliação de grandes amostras e interoperabilidade com outros aplicativos. (BARR,2004).

Uma característica particular da DEA é requerer uma solução de programação linear separada para cada UD da amostra, ou seja, se existem N UD's na seleção, deve-se utilizar o *software* N vezes modificando a Função Objetivo e as Restrições. Em relação ao *Excel MS*, o problema pode ser resolvido utilizando uma Macro. (RAMANATHAN,2003, p.128).

Barr (2004) comparou oito *softwares* comerciais e não comerciais para trabalhar com o DEA. O autor identificou 70 critérios e os distribuiu em oito categorias:

- ✓ Categoria A - Disponibilidade de modelos: Apresenta os modelos disponíveis em cada *software*. Os modelos clássicos CCR e BCC são universalmente incluídos. Destacam-se o *DEA Solver Pro 4.0* (uso comercial) e o *DEA Solver Excel 1.0* (uso não-comercial).
- ✓ Categoria B – Capacidades e Recursos Chave: Variações dos modelos da Categoria A. Possibilidade de outros tipos de análise, tais como capacidade de avaliação de períodos; comparação de cenários, substituição de Zeros prioridade em Variáveis de Entrada e Saída; análises de sensibilidade e a Análise de *Bechmarking*. Destaque para *DEA Solver Excel 1.0*, software de uso não-comercial que possuiu o maior número de itens e para o *OnFront 2 02* e para o *DEA Solver Pro 4.0*, que possuem o maior número de itens comparados aos *softwares* comerciais.
- ✓ Categoria C – Plataforma e Interoperabilidade: Indica o sistema operacional e o tipo de código utilizado para as variáveis de Entrada e Saída. Destacam-se o *DEA Solver Pro 4.0* (uso comercial) e o *Pioneer 2.0* (uso não-comercial) como os *softwares* suportados por mais plataformas e o *Microsoft Windows* como a plataforma mais recorrente. Os *softwares* que mais aceitam formatos são o

Frontier Analyst 3.1.5 (comercial) e, de uso não-comercial, o *DEA Solver Excel 1.0* e o *EMS 1.3.0*. O formato mais recorrente para as variáveis de Entrada e Saída é o *.txt (Text File)*.

- ✓ Categoria D – Interface do Usuário: Caracteriza as Interfaces Gráficas dos Usuários (GUI). Destaca que o *DEA Solver Pro 4.0* e o *DEA Solver Excel 1.0* utilizam o *Microsoft Excel* como GUI para entrada de dados e a ferramenta *Excel Solver* para otimizar a programação linear. As vantagens de produtos que utilizam o *Microsoft Excel* são a simplificação das variáveis de Entrada e Saída; a facilidade de adição de relatórios e gráficos; interoperabilidade com outros produtos da *Microsoft* e possibilidade de conexão com bases de dados de empresas via *Open Database Connectivity (ODBC)*. As desvantagens de utilizar a ferramenta *Excel Solver* são: a aplicação limitada a pequenas populações e a velocidade de execução é mais lenta que a compilada.
- ✓ Categoria E – Relatórios: Inclui a disponibilidade, o número e o nível de customização de relatórios e gráficos gerados. Destacam-se, em relação às *softwares* comerciais, o *DEA Solver Pro 4.0*, com o maior número de Relatórios Padrão disponível e o *Frontier Analyst 3.1.5* com o maior número de Gráficos Padrão disponível e, em relação às *softwares* não-comerciais, destaca-se o *DEA Solver Excel 1.0*, que possui Customização de Relatórios e Gráficos como diferencial dos outros *softwares*.
- ✓ Categoria F – Documentação e Suporte: Reporta a existência de tutoriais para novos usuários; de Guia de Usuário para a operação do *software*; de manual técnico com detalhes de modelagem; de centros de instalações; de suporte técnico por telefone ou correio eletrônico e de informação de suporte técnico no site do fornecedor. Em relação às *softwares* comerciais, destaque para o *Frontier Analyst 3.1.5* que possui todos os itens excluindo manual técnico com detalhes de modelagem e, em relação às *softwares* não-comerciais, destaca-se o *DEA Solver Excel 1.0*, que conta com Guia de Usuário para a operação do *software*; manual de referência e informação de suporte técnico no site do fornecedor.
- ✓ Categoria G – Performance: Comparação das velocidades de processamento dos *softwares* descrita em segundos. Destaque para o *Frontier Analyst 3.1.5*, que obteve o melhor tempo no Teste 1 para os *softwares* comerciais e para o *Pioneer 2.0*, que obteve o melhor tempo em relação aos *softwares* comerciais e não-comerciais no Teste 1 e Teste 2.

- ✓ Categoria H – Custo: Inclui a existência de versão de demonstração do *software*; o custo de licença comercial de um usuário; custo de licença acadêmica e disponibilidade de contrato anual de manutenção de *software*. Destaque para o *software* comercial *Warwick DEA 1.0*, que possuiu os menores custos comerciais e para o *Frontier Analyst 3.1.5*, que possuiu os menores custos acadêmicos.

Uma análise por meio do número de critérios mostra que o *software* comercial *DEA Solver Pro 4.0*, desenvolvido pela *SAITECH*, e o não-comercial *DEA Excel Solver 1.0*, desenvolvido por Zhu, são os que atendem a maioria dos critérios estabelecidos. O *DEA Solver Pro 4.0* preenche 48 de 70 critérios, com destaque para as Categorias D (atende 6 em 7) e E (atende 10 em 11) enquanto que o *DEA Excel Solver 1.0* atende 52 de 70 critérios, com destaque para as Categorias A (preenche 20 de 24) e D (preenche 6 de 7).

3.2.5. Metodologia para utilização da DEA

Esta seção apresenta os procedimentos utilizados para a implementação da DEA na avaliação do desempenho de um conjunto de UDs em determinado instante e sua evolução em um horizonte de tempo. Golany e Roll (1989), ao comentar que o método é apropriado para trabalhar em repertórios heterogêneos e diversificados, propuseram um procedimento geral de três fases para implementar a DEA: definição e seleção das UDs para análise; seleção das variáveis (*inputs* e *outputs*) relevantes para estabelecer a fronteira de eficiência e a aplicação dos modelos DEA e análise dos resultados. Dyson *et al.* (2001) e Ozbek; de La Garza e Triantis (2009) estenderam a versão proposta por Golany e Roll (1989) e propuseram sete fases. Este trabalho insere a Fase “Definição dos Objetivos de Estudo” e complementa a versão estendida propondo um total de oito fases, descritas e comentadas a seguir.

3.2.5.1. Fase 1: Definição dos Objetivos de Estudo

O objetivo de estudo é identificar o quanto uma Unidade de Decisão que utilize recursos para gerar um conjunto de saídas é eficiente em relação a seus pares. Nesta fase, identificam-se as perspectivas com as quais se deseja trabalhar.

A eficiência de cada UD é definida como a razão da soma ponderada de seus produtos (saídas) pela soma ponderada dos insumos necessários para gerarlos (entradas). A análise de eficiência requer a definição: das Unidades de Decisão (Fase 2), das Variáveis de Entrada e Saída (Fase 3) e do Modelo DEA e sua orientação (Fase 4).

3.2.5.2. Fase 2: Seleção e Definição das Unidades de Decisão

Os dois fatores que influenciam a seleção das UDs de um estudo são a homogeneidade e o número de Unidades de Decisão. (RAMANATHAN, 2003). Quanto à homogeneidade, existem duas considerações contraditórias, que acompanham a aplicação do método e são mais acentuadas durante a fase de Seleção das Unidades de Decisão: de um lado o grupo de UDs deve ser homogêneo para a comparação fazer sentido, do outro, devem ser identificadas diferenças entre as UDs para que as diferenças de desempenhos sejam comparadas. (GOLANY; ROLL, 1989). Para dirimir o contraditório é necessário definir o que é grupo homogêneo de UDs. Esta dissertação segue os Critérios de Homogeneidade propostos por Dyson *et al.*(2001), Golany e Roll (1989) e Ozbek; de La Garza e Triantis(2009):

- A. As UDs devem realizar as mesmas atividades e ter objetivos semelhantes além de produzir serviços ou produtos comuns.(GOLANY; ROLL, 1989). Charnes; Cooper e Rhodes (1978) explicam que, apesar de assumir-se que as UDs devam operar sob as mesmas condições tecnológicas, a DEA pode ser utilizada para comparar diferentes tecnologias.
- B. O conjunto de dados de Entradas e Saídas que caracteriza os processos deve ser idêntico, com exceção de diferenças em intensidade e magnitude. Além disso, um conjunto comum de recursos deve estar disponível para todas as UDs. (GOLANY; ROLL, 1989).
- C. Utilizar variáveis ambientais que suplementam o conjunto de Entradas e Saídas é interessante pois assumir que as UDs operam em ambientes externos similares, que impactam no desempenho, é difícil de ser feito em segurança. (DYSON *et al.*, 2001).

Os critérios descritos procuram garantir a confiabilidade dos indicadores das UD's e que as variações extremas sejam concretas e não erros de avaliação, daí a importância da Análise Exploratória de Dados antes da aplicação do método.

A definição do número de UD's também esbarra em duas considerações conflitantes. Por um lado, quanto maior o número de UD's, maior a probabilidade de encontrar UD's referências para formar a fronteira de eficiência e maior o número de variáveis incorporadas na análise; por outro, quanto maior o número de UD's, maior o risco de heterogeneidade na amostra. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS; 2009; GOLANY, ROLL, 1989).

Não existe consenso em relação ao número mínimo de UD's que garanta o poder discriminatório da DEA. Considerando seis variáveis de Entrada e seis variáveis de saída, Boussofiane, Dyson e Thanassoulis (1991) estipulam um valor maior que 36 UD's; Golany e Roll (1989) e Bowlin William (1987) sugerem maior que 24; Dyson *et al.* (2001) propõe maior que 72; e Tone e Tsutsui (2009), Cooper; Seiford e Tone, (2007) e Friedman e Sinuany-Stern(1998) estabelecem maior que 36. Vale ressaltar que Friedman e Sinuany-Stern(1998) orientam que o número total de variáveis de Entrada e Saída seja inferior a 1/3 do número de UD's, portanto, o número de UD's deve ser no mínimo três vezes maior que o total de variáveis de Entrada e Saída. (QUADRO 7).

Quadro 7. Comparação das regras para determinação do número de UD's encontrados na literatura considerando seis variáveis de Entrada ($m=6$) e seis variáveis de Saída ($n=6$).

Autores	Regras	Nº de UD
Boussofiane, Dyson e Thanassoulis (1991)	$n > m * s$	36
Golany e Roll (1989); Bowlin William (1987)	$n > 2 * (m + s)$	24
Dyson <i>et al.</i> (2001)	$n > 2 * (m * s)$	72
Tone e Tsutsui (2009); Cooper; Seiford e Tone, (2007) e Friedman e Sinuany-Stern(1998).	$n > 3 * (m + s)$	36

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: m = Número de Variáveis de Entrada; s = Número de Variáveis de Saída; n = Número de UD's.

As regras do Quadro 7 tentam garantir o poder discriminatório do método. O tomador de decisão pode reduzir o número de variáveis de Entrada e de Saída ou buscar um modelo diferente de maior poder discriminatório se achar que este se perdeu devido ao pequeno número de UD's.

Golany e Roll (1989) sugerem dois níveis de seleção de UD's: unidades ou organizações diferentes avaliadas em um mesmo intervalo de tempo ou aquelas que representam diferentes períodos de tempo para uma mesma unidade ou

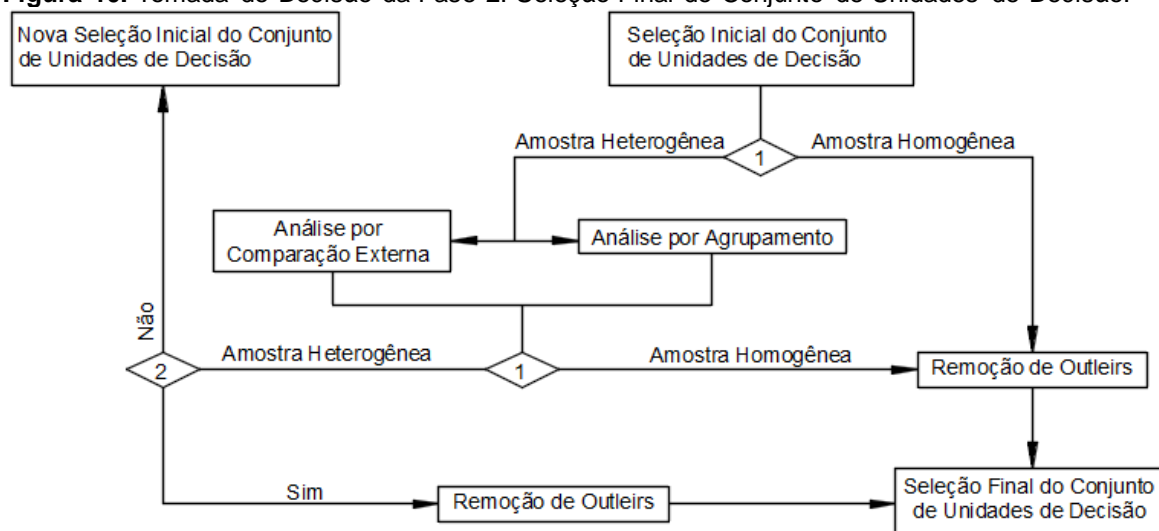
organização. Em relação a esta última, orientam escolher períodos de tempo “naturais”, correspondentes a ciclos fiscais ou de autorias, considerando que um período muito longo encobre mudanças importantes e um período muito curto não oferece uma visão completa das atividades das UD.

A etapa final na determinação de UD é retirar aquelas consideradas *Outliers* (ou Pontos Fora da Curva), unidades ou períodos de tempo que se desviam da característica geral do grupo analisado. (GOLANY; ROLL, 1989).

Para lidar com a heterogeneidade da amostra, Dyson *et al.* (2001) propõem duas abordagens: a primeira é realizar a Análise por Comparação Externa, que consiste em procurar por referências externas e depois comparar internamente as Unidades de Decisão, e a segunda é realizar a Análise por Agrupamentos (ou *Cluster Analysis*). A Análise por Agrupamento agrupa as UD de acordo com a sua proximidade e homogeneidade. É uma abordagem exploratória de dados que forma grupos semelhantes e evidencia a estrutura da informação dos dados, classificando os semelhantes no mesmo *cluster* e os não-selhantes em *clusters* diferentes. (PO; GUH; YANG, 2009).

Caso estes procedimentos não forem possíveis, deve-se questionar a validade da comparação. (FIGURA 10).

Figura 10. Tomada de Decisão da Fase 2: Seleção Final do Conjunto de Unidades de Decisão.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Dyson *et. al* (2001) e Golany e Roll (1989). Legenda:
 ◊1 = Decisão 1; ◊2 = Decisão 2.

A Figura 10 mostra um fluxograma para selecionar o Conjunto de UD. Quanto à Decisão 1, o tomador de decisão deve avaliar a Homogeneidade e o

Número de Unidades de Decisão. Quanto à Homogeneidade, deve responder os seguintes questionamentos: “As UD’s realizam a mesma atividade? As UD’s possuem o mesmo objetivo? O conjunto de dados é idêntico? Que variáveis ambientais suplementam as variáveis de Entrada e Saída?”. Quanto ao Número de UD’s, deve-se responder: “Que regra de determinação deverá ser escolhida?”.

Se Amostra Homogênea, deve-se partir para a “Remoção de Outliers” e depois para a “Seleção Final do Conjunto de Unidades de Decisão”. Se Amostra Heterogênea, deve-se realizar a “Análise por Comparação Externa” e/ou “Análise por Agrupamento” para homogeneizar a amostra. Caso Amostra Homogênea, deve-se partir para “Remoção de Outliers” e em seguida para “Seleção Final do Conjunto de Unidades de Decisão”. Se Amostra Heterogênea (Decisão 2), o tomador de decisão deve avaliar se a comparação entre as UD’s é válida respondendo se “A comparação das UD’s é válida?”. Se “Não”, ou seja: se o tomador de decisão verificar que a comparação é inviável, deve-se selecionar um novo conjunto de UD’s e iniciar o processo novamente, a partir de um outro conjunto de UD’s propondo a “Nova Seleção Inicial do Conjunto de Unidades de Decisão”. Se “Sim”, ou seja, se o tomador de decisão julgar que a comparação é válida, deve-se partir para a “Remoção de Outliers” e em seguida para “Seleção Final do Conjunto de Unidades de Decisão”. A “Lista Final do Conjunto de UD’s” será utilizada na Fase 5.

3.2.5.3. Fase 3: Definição das variáveis de Entrada e Saída

O que se deseja avaliar nesta fase é a relação entre as variáveis de Entrada e de Saída. Os conceitos de Entrada e Saída são claramente definidos nos setores bancários, de serviços e de produção mas não nos serviços públicos, daí a necessidade de garantir que as variáveis selecionadas reflitam, da maneira mais extensa possível, o processo estudado. É impossível ter certeza de que todas as variáveis relevantes foram incluídas, porém, na medida do possível, é necessário atentar-se para incluir aquelas que caracterizam o processo em foco. (COOK; TONE; ZHU, 2014).

Cook, Tone e Zhu (2014) propõem uma regra para classificar uma variável em Entrada ou Saída: a Entrada pode ser identificada como um conjunto (ou variável) que deve ser minimizado e Saída como um conjunto (ou variável) que

deve ser maximizado. A DEA considera como “melhor desempenho” níveis menores de Entradas e níveis maiores de Saídas. Exceções à regra, em que um nível maior de Saídas é considerado “pior desempenho” (e.g: poluentes de um determinado processo), podem ser estudadas com modelos específicos de DEA que lidam com Saídas indesejáveis.

A DEA é fortemente dependente do conjunto de variáveis escolhidas devido à duas características. A primeira é não requerer equação de produção na forma paramétrica, tornando desnecessário estabelecer prioridades entre as variáveis de Entrada e Saída e permitindo que qualquer variável de qualquer dimensão possa ser facilmente incluída no modelo DEA escolhido. A segunda é que o método não faz distinção da importância relativa entre as variáveis, ou seja, todas as variáveis inclusas no modelo tem a mesma oportunidade de influenciar o cálculo da eficiência. (EPSTEIN; HENDERSON, 1989 *apud* OZBEK; DE LA GARZA; TRIANTIS, 2009, p.828).

Ozbek, de la Garza e Triantis (2009) propõem uma Lista Inicial que deve conter as variáveis de Entradas e Saídas que afetam os desempenhos e eficiências das UD's e são fortemente relacionadas com a função objetivo de cada uma delas. Dyson *et al.*(2001) e Ozbek, de la Garza e Triantis (2009) orientam que as variáveis devem cobrir todos os recursos utilizados; capturar os níveis de atividades e desempenho; serem comuns a todas as UD's; controladas por todas as UD's ou serem variáveis ambientais.

A Lista Inicial é geralmente muito extensa: qualquer recurso utilizado deve ser tratado como potencial variável de Entrada. A variável ambiental é uma variável externa que pode influenciar a disponibilidade ou capacidade de adquirir recursos. (KLIMBERG; PUDDICOMBE, 1995 *apud* WAGNER; SHIMSHAK, 2007, p.58). Deve ser tratada como variável de Entrada quando adiciona recursos e variável de Saída quando requer recursos. (BOUSSOFIANE; DYSON; THANASSOULIS, 1991).

O desafio na DEA é utilizar o mínimo possível da quantidade necessária de variáveis de Entrada e Saída. (WAGNER; SHIMSHAK, 2007). Ao utilizar um grande número de variáveis, o modelo DEA desloca uma grande quantidade de UD's para a fronteira da eficiência já que o nível de discriminação diminui conforme aumenta o número de variáveis na análise. Assim, a DEA faz a UD alocar todos os

seus pesos para uma relação eficiente de Entrada e Saída, daí tornando-se eficiente. (OZBEK; DE LA GARZA; TRIANTIS, 2009; GOLANY; ROLL, 1989).

Os três caminhos propostos por Golany e Roll (1989) para refinar a Lista Inicial e incluir somente as variáveis mais importantes são descritos a seguir:

A. Análise Qualitativa: Compreende uma análise crítica feita por especialistas da área que conseguem estabelecer quanto uma variável é crucial. Golany e Roll (1989) mencionam alguns procedimentos possíveis para estruturar este processo, tais como variações da técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*); o Método Delphi; formação de um painel de especialistas e comitês oficiais. Cometam ainda que um problema comum encontrado neste estágio é a distinção entre as variáveis de Entrada, que determinam a eficiência, e as variáveis “Explicativas”, já que estas, quando incluídas nas seleções iniciais de variáveis, reduzem o poder de comparação entre as UD's e obscurecem o entendimento dos fatores que afetam o desempenho. Para ajudar a aumentar o poder de julgamento, propõem quatro questões:

- A variável está relacionada a quais objetivos de produção?
- A variável processa informações importantes que não estão inclusas em outras variáveis?
- A variável contém elementos que podem interferir na eficiência técnica? (Farrel, 1957)
- Os dados da variável estão disponíveis e são confiáveis?

B. Análise Quantitativa: Compreende métodos quantitativos para refinar a Lista Inicial. Como discutido anteriormente, o nível de discriminação do modelo diminui conforme aumenta o número de variáveis incluídas na análise. Para reduzir o número de variáveis, Golany e Roll (1989) sugerem algumas opções. Uma primeira opção seria agregar possíveis variáveis numa única variável. Assim, variáveis como “Número de pessoas atendidas”, “Galões de combustível” ou “KWH de eletricidade” podem ser medidas em termos de “Custo”, reduzindo o número de variáveis. Uma segunda opção seria utilizar Análises de Regressão e Correlação. Estas abordagens sugerem que as variáveis altamente correlacionadas são redundantes e devem ser excluídas da análise. (WAGNER; SHIMSHAK, 2007). A terceira opção seria utilizar variáveis de referências e escalar outras variáveis, também reduzindo o número total de variáveis. Ressaltam ainda que o DEA assume um princípio de “Isotonicidade”

entre as relações das variáveis, ou seja, um aumento em qualquer variável de Entrada não pode resultar na diminuição de qualquer variável de Saída, sendo necessário inverter os valores das variáveis antes de considerá-los no modelo DEA.

- C. Sensibilidade dos resultados: As variáveis resultantes das Análises anteriores devem ser consideradas no modelo DEA escolhido. As variáveis que apresentarem seguidamente pesos pequenos devem ser removidas da Lista já que tem pouco impacto nos índices de eficiência. A fim de testar o poder discriminatório das diferentes variáveis, recomenda-se rodar o modelo DEA com uma série de combinações das variáveis e depois agrupá-las conforme o resultado das eficiências, para depois identificar e remover aquelas que possuem pouco poder discriminatório. Segue exemplo de análise de Sensibilidade proposto por Ramanathan (2003). Para testar a robustez do Modelo DEA escolhido, o autor apresenta um exemplo em que faz várias análises omitindo as variáveis de Entrada e Saída e depois estudando cada resultado das omissões e excluindo as Variáveis de pouco poder discriminatório. Ao comparar o desempenho de 46 escolas holandesas, distribuídas nas regiões de The Hague, Leiden, Delf e Zoetermeer, concluiu que três escolas eram eficientes (L16, H52 e H53) dada a excelência nas variáveis “EXTRA-SUBJ”; “AVG-GRADE” e “NO-DELAY”. Após realizar a Análise de Sensibilidade, o autor concluiu que não houve mudança significativa na eficiência ao retirar a variável de Saída “NO-DELAY”: a retirada influenciou a UD “H53” que teve o melhor desempenho nesta variável, porém a eficiência das outras UDs não teve variação significativa.

3.2.5.4. Fase 4: Seleção e Formulação do modelo DEA

Para escolher o Modelo DEA mais adequado, deve-se considerar: (1) quanto à Orientação, utilizar um Modelo orientado para Saída se a situação envolver Entradas inflexíveis ou um Modelo orientado para Entrada se a situação envolver Saídas inflexíveis, definidas por metas de gerenciamento (GOLANY; ROLL, 1989; RAMANATHAN, 2003); (2) quanto ao Comportamento, utilizar Retorno Constante de Escala quando o desempenho da Unidade de Decisão não depender da escala de operação (e.g.: comparação de desempenho de

monopólios) e Retorno Variável de Escala nas outras situações. (RAMANATHAN, 2003, p.175).

É importante responder à duas questões orientadoras para selecionar o Modelo DEA adequado, sendo que a primeira norteia a escolha entre os modelos BCC e CCR e a segunda a orientação do modelo escolhido (RAMANATHAN, 2003):

- ✓ O conjunto de UD's experimenta Retorno Constante de Escala ou Retorno Variável de Escala?
- ✓ As UD's estão mais interessadas em Minimizar/Reduzir suas Entradas ou em Maximizar/Aumentar suas Saídas?

3.2.5.5. Fase 5: Aplicação do Modelo

Nesta fase, roda-se o Modelo DEA definido na Fase 4 incluindo as Variáveis de Entrada e Saída elegidas na Fase 3 e as UD's escolhidas na Fase 2. Recomenda-se utilizar *Softwares* baseados em programação linear para resolver os problemas DEA.

3.2.5.6. Fase 6: Validação do Modelo

A construção de um modelo é um processo iterativo cujo resultado deve ser validado a fim de se tornar confiável. Na DEA, o processo de modelagem se inicia com a Seleção das UD's (Fase 1) e com a Seleção das Variáveis (Fase 2), sendo que não há garantias de que a escolha inicial é a mais adequada para atingir o objetivo desejado. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).

Uma das características principais do DEA é que a Fronteira de Eficiência é formada pelas UD's que possuem o melhor desempenho, o que permite uma UD ser eficiente por alcançar um desempenho excepcional em uma variável embora apresentando desempenho abaixo da média em outras. (RAMANATHAN, 2003).

Golany e Roll (1989) recomendam obter mais de um conjunto de resultados derivados de diferentes seleções de UD's, variáveis, modelos e formulações enquanto que Ramanathan (2003) recomenda realizar a Análise de Sensibilidade dos resultados do DEA por meio de dois procedimentos não simultâneos: a Análise dos Pares, que identifica UD's eficientes que não são

referência para UD's ineficientes, e a Remoção de Variáveis, que retira as variáveis que não tem impacto na eficiência.

A Análise dos Pares tem foco nas Unidades de Decisão. Ela realiza o *benchmarking* entre as UD's e verifica se uma UD é realmente eficiente ao identificar a quantidade de UD's ineficientes que são seus pares. Se a UD referência não é um par para qualquer UD ineficiente, se deve questionar sua superioridade. A Remoção das Variáveis tem foco nas variáveis e faz uma análise ao retirar variáveis de Entrada e/ou variáveis de Saída e depois estuda os impactos dessas retiradas. (RAMANATHAN, 2003).

3.2.5.7. Fase 7: Geração de Cenários e Análises de Resultados

A DEA é uma técnica que não identifica diretamente as causas subjacentes das ineficiências das UD's, porém é capaz de indicar caminhos de melhoria que podem ser tomados como metas ou como entradas para um processo de decisão mais complexo. Ela pode ajudar os tomadores de decisão a encontrar os fatores-chaves nas diferenças das eficiências das UD's e a determinar e implementar as mudanças necessárias para as UD's ineficientes atingirem a eficiência. Isto significa que é possível utilizar os resultados da DEA para gerenciar decisões e desenvolver políticas públicas, uma vez que os valores calculados das variáveis de Entrada e Saída indicam o desempenho potencial e o aumento da eficiência das UD's ineficientes. (OZBEK; DE LA GRAZA; TRIANTIS, 2009).

As decisões tomadas a partir dos resultados iniciais devem ser incorporadas ao Modelo DEA escolhido para avaliar novamente a posição de cada UD da amostra, gerando cenários que devem ser analisados quanto à adequação à proposta do problema. O número de cenários avaliados depende do objetivo de estudo e das características do sistema a ser analisado. Assim, esta fase fornece o posicionamento de cada UD em um intervalo de tempo pontual, ou seja, de um único período, em relação ao conjunto de UD's analisadas.

3.2.5.8. Fase 8: Avaliação das UD's no tempo

A variabilidade de dados pode ser encontrada quando os dados ou informações estão disponíveis em vários períodos, o que permite avaliar o

comportamento das UD's ao longo do tempo. Especificamente no caso do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do SNIS, os dados estão disponíveis para cada ano desde 1995.

A Fase 8 acompanha a evolução da UD ao longo de um intervalo de tempo para avaliar os efeitos das consequências da implantação de novas ações. Esta evolução pode ser feita pela determinação dos Índices de Malmquist.

3.3. Temática 3 – O Desempenho nos SAA e SES

3.3.1. Desafios dos SAA e SES no séc. XXI

O interesse em avaliar o desempenho do setor de águas urbanas aumentou no séc. XXI. O mundo desenvolveu diferentes abordagens para lidar com os monopólios naturais dos SAA e SES, escolhendo entidades de natureza jurídica diferentes e avançando nas questões da regulação e intervenção governamental, especialmente definindo padrões de qualidade e preços. Este desenvolvimento hoje enfrenta novos desafios como (1) a pressão crescente da urbanização e do rápido crescimento populacional; (2) os impactos causados pelas mudanças climáticas; (3) os conflitos com outros setores (rural e de infraestrutura urbana) pelo uso da água e (4) a desatualização da infraestrutura física das redes dos SAA e SES. (WORTHINGTON, 2010). Os desafios são discutidos a seguir.

3.3.1.1. Desafio 1: Pressão da Urbanização e Rápido crescimento populacional

Uma das grandes transformações estruturais econômicas e sociais do séc. XX é o surgimento dos grandes centros urbanos: em 1950, a população urbana era de 30%; estima-se que em 2050 ela chegue em 70%. Esta mudança demográfica se concentra em países em desenvolvimento, que combinam fluxos migratórios da área rural para a área urbana com altas taxas de crescimento populacional. (PEREIMA NETO, 2014).

A rápida migração rural-urbana, orientada por forças econômicas, combinada com altas taxas de natalidade e baixas taxas de mortalidade originam metrópoles num curto período de tempo. Daí dizer que a urbanização, que reflete

grandes cidades com altas taxas de densidade populacional, é tendência mundial orientada por razões econômicas. (PEREIMA NETO, 2014).

Os residentes rurais tem boas razões para migrar para áreas urbanas na busca por maiores chances de acesso e de aproveitar melhor os sistemas urbanos (água potável, esgotamento sanitário, emprego, oportunidade educacional; de saúde etc.). Mesmo que os benefícios não se estendam a grupos urbanos excluídos, as chances de obter acesso são geralmente melhores do que nas áreas rurais. (CASSARA *et al.*, 2002).

A rapidez com que esta migração ocorreu nos países em desenvolvimento originou centros urbanos desorganizados que possuem sistemas urbanos com deficiências estruturais, tais como: sistema de transporte caóticos; moradias precárias; problemas relacionados à destinação de resíduos sólidos e consequências da poluição; abastecimento de água e esgotamento sanitário insuficientes. (PEREIMA NETO, 2014).

No Brasil, as áreas urbanas têm elevado índice de atendimento de água, cuja média é 93,1%, com destaque para a região Sul (98,1%), Centro-Oeste (97,4%) e Sudeste (96,1%). O índice médio de atendimento por rede de esgoto é de 58%, com destaque para a região Sudeste (81,9%). Quanto ao tratamento dos esgotos, estima-se média de 40,8% para estimativa de esgoto gerado e 70,9% para esgoto coletado, com destaque para a região Centro-Oeste (46,4% de esgoto gerado e 91,1% de esgoto coletado). (BRASILd). O déficit do setor do saneamento básico é alto principalmente por conta do esgotamento sanitário, com maior carência nas áreas periféricas dos centros urbanos e zonas rurais. (GALVÃO JÚNIOR; PAGANINI, 2009).

Destaca-se que no Brasil, a pressão demográfica nas grandes cidades continuará alta devido ao processo migratório urbano-urbano, apesar do esgotamento da migração rural-urbana, o que constitui ainda um grande desafio para restaurar a qualidade de vida e alta produtividade dos centros urbanos, especialmente naqueles com mais de um milhão de habitantes. (PEREIMA NETO, 2014).

Este crescimento urbano amplia a demanda pelos recursos hídricos e serviços dos SAA e SES por conta do aumento da população, da urbanização e da política de universalização do abastecimento de água. (BRASILd). Para suprir a demanda crescente por recursos hídricos, as cidades necessitam expandir a

capacidade das fontes existentes e/ou buscar novas fontes que suplementem o abastecimento (e.g.: água subterrânea, processos de dessalinização, transporte de outras áreas). (DANILENKO; DICKSON; JACOBSEN, 2010).

Em relação ao abastecimento de água do Brasil, a demanda no ano de 2015 era de 570,2 m³/s e a demanda prevista para ano de 2025 é de 630,4 m³/s (+11%). Do total de 5565 municípios, 3069 requerem investimento (55,15%) para ampliação do sistema ou para novo manancial de abastecimento, o que representa investimentos na ordem de R\$ 22,3 bilhões. O Estado de São Paulo - ESP é o que possui maior demanda, tanto em 2015 (141,2 m³/s) como em 2025 (151,8 m³/s), e do total de 645 municípios, 235 (36%) necessitam de investimentos da ordem de R\$5,5 bilhões para ampliação do sistema ou para novo manancial. (BRASILe).

Além disso, o crescimento da população pressiona a infraestrutura existente de SAA e SES e demanda investimentos para garantir sua expansão. Em países em desenvolvimento, a situação é mais desafiadora, pois para cidades limitadas financeiramente, ocorre diminuição da capacidade dos prestadores de serviço de aumentar a oferta de serviço e de garantir a universalização. (DANILENKO; DICKSON; JACOBSEN, 2010).

No Paquistão, a cidade de Fawalpindi possui apenas 35% de coleta de esgoto e nenhum tratamento e enfrenta um crescimento populacional de 4.29%a.a. Conectar toda a população às redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário está além da capacidade técnica e financeira do prestador de serviço. (PINTZ; JONHSON, 2006).

3.3.1.2. *Desafio 2: Impactos das mudanças climáticas*

As mudanças climáticas e o aquecimento global são considerados o maior desafio do séc. XXI. (MARTINS; FERREIRA, 2011). O rápido crescimento demográfico mundial, além de causar pressão significativa sobre a demanda de recursos hídricos, altera as condições ambientais. Um exemplo dessa pressão é o aumento do efeito estufa, originando alterações climáticas diferentes em diferentes regiões do planeta e aumentando a temperatura média do globo. (BRASILd).

A maior parte das atividades humanas que contribuem para o aquecimento global, e consequente mudança climática, origina-se de processos locais de acentuada emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) presentes, por

exemplo, na produção e queima de combustíveis fósseis (e.g.: transporte e produção de energia elétrica); no desmatamento e na produção de madeira; na agricultura, caso das pastagens, rebanhos de animais e uso de fertilizantes; na eliminação de resíduos sólidos em aterros sanitários e incineração; na destruição da camada de ozônio por meio da emissão de CFCs. (MARTINS; FERREIRA, 2011).

As áreas urbanas são centros de consumo de energia e emissão de GEE e produzem grande quantidade de resíduos sólidos, além de serem força motriz das economias mundiais por concentrarem indústrias, infraestrutura e contingente populacional. (MARTINS; FERREIRA, 2011).

Especificamente para os recursos hídricos, as mudanças climáticas poderão afetar as águas superficiais e subterrâneas. Em relação a primeira, mudarão o ciclo hidrológico, aumentando a intensidade e a variabilidade dos padrões de precipitação, e poderão afetar a disponibilidade e a distribuição temporal da vazão dos rios. Em relação a segunda, afetarão as taxas de recargas de águas subterrâneas renováveis e os níveis dos aquíferos. Estas mudanças podem alterar a demanda hídrica dos diversos setores usuários, considerando a expectativa de crescimento populacional e desenvolvimento do país. (BRASILd).

Ao afetar a base de recursos hídricos, as mudanças climáticas também afetarão o Setor de Águas Urbanas. Os impactos das mudanças climáticas são fundamentais para desenvolver programas de investimento nos sistemas de infraestrutura de saneamento, na medida em que os SAA e SES poderão enfrentar possíveis danos causados por inundações, tempestades e secas. Ao mesmo tempo, os recursos hídricos mudarão em qualidade e quantidade, alterando os custos dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. (DANILENKO; DICKSON; JACOBSEN, 2010).

Além disso, temperaturas mais altas e redução dos níveis de precipitação podem causar interrupções no suprimento devido a recarga mais lenta das águas subterrâneas e/ou a indisponibilidade de água superficial. Nas últimas décadas, várias regiões se tornaram mais secas (e.g.: Sevilha, Windhoek e Melbourne, Ankara, Mumbai). Em 2009, a Índia experimentou flutuações no regime de monções, o que fez com que as autoridades em Mumbai fossem obrigadas a diminuir em 30% o abastecimento de água quando o município experimentou a

maior seca da sua história, afetando cidadãos, hotéis e hospitais. (DANILENKO; DICKSON; JACOBSEN, 2010).

As regiões áridas e semiáridas, com pouco acesso a água superficial, são altamente dependentes das águas subterrâneas para abastecer as suas demandas, incluindo as populações que não possuem acesso aos serviços municipais de água e esgoto. A redução das recargas dos aquíferos aumenta os desafios no gerenciamento sustentável do recurso, cuja superexploração leva ao aumento do total de sólidos dissolvidos, que resulta no aumento de custos de bombeamento, tratamento e deterioração da qualidade da água e na diminuição do recurso. Nos Estados Unidos, oito estados extraem água subterrânea do aquífero Ogalla, que abastece 82% de água potável e 30% da água utilizada na irrigação das plantações. Este recurso não pode ser substituído, uma vez que é geologicamente selado. Estima-se que o aquífero esteja completamente vazio em 25 anos. (DANILENKO; DICKSON; JACOBSEN, 2010).

O aumento da precipitação contribui para inundações e acúmulo de água da chuva em regiões com pouca drenagem, aumentando o risco em áreas que já experimentam estes eventos e impactando em termos de interrupções dos serviços, danos as infraestruturas urbanas e a saúde das populações. Em 2005, choveu o equivalente a 940mm num único dia em Mumbai, causando uma inundação sem precedentes que afetou 20 milhões de pessoas, resultou em mil mortes e em um prejuízo estimado em um bilhão de dólares. Uma das principais razões do desastre foi porque as ondas que acompanharam a chuva bloquearam o sistema de drenagem urbana. (DANILENKO; DICKSON; JACOBSEN, 2010).

No Brasil, o excedente de precipitação gerou inundações generalizadas no Sul do país, principalmente nas bacias dos Rios Jacuí e Itajaí. Em Porto Alegre/RS, o nível do rio Guaíba subiu 2,80m, fato inédito desde 1967, enquanto que em Rio do Sul/SC o rio Itajaí-Açu subiu mais de dez metros, três metros acima da cota de emergência estimada. (BRASILE).

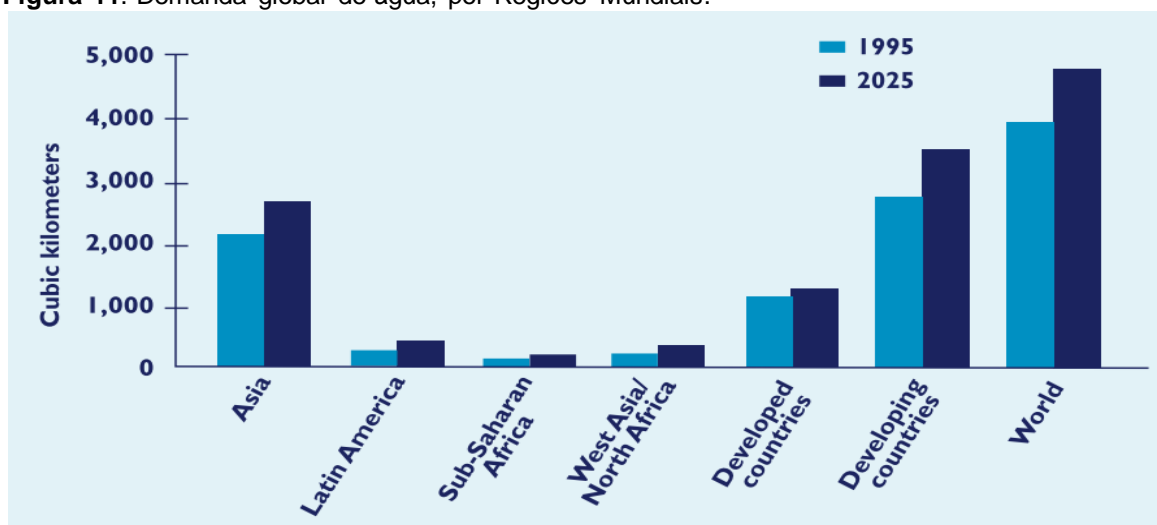
3.3.1.3. *Desafio 3: Conflitos com outros setores e uso múltiplo*

O aumento pela competição dos recursos hídricos ocorre porque as mudanças do clima impactam a disponibilidade hídrica fazendo com que os *stakeholders* (e.g.: abastecimento urbano; agricultura; indústria; energia) disputem

os recursos para suprir suas demandas, que alteram devido ao desenvolvimento do país e do crescimento populacional. (BRASILd).

Estima-se que a retirada mundial de água em 2025 seja de 4775 km³, o que representa aumento de cerca de 22% em relação a 1995, que era de 3906 km³. Nos países em desenvolvimento, projeta-se crescimento de 27%, em um período de 30 anos, enquanto que nos países desenvolvidos, projeta-se 11%. (ROSEGRANT; CAI; CLINE, 2002). (FIGURA 11).

Figura 11. Demanda global de água, por Regiões Mundiais.



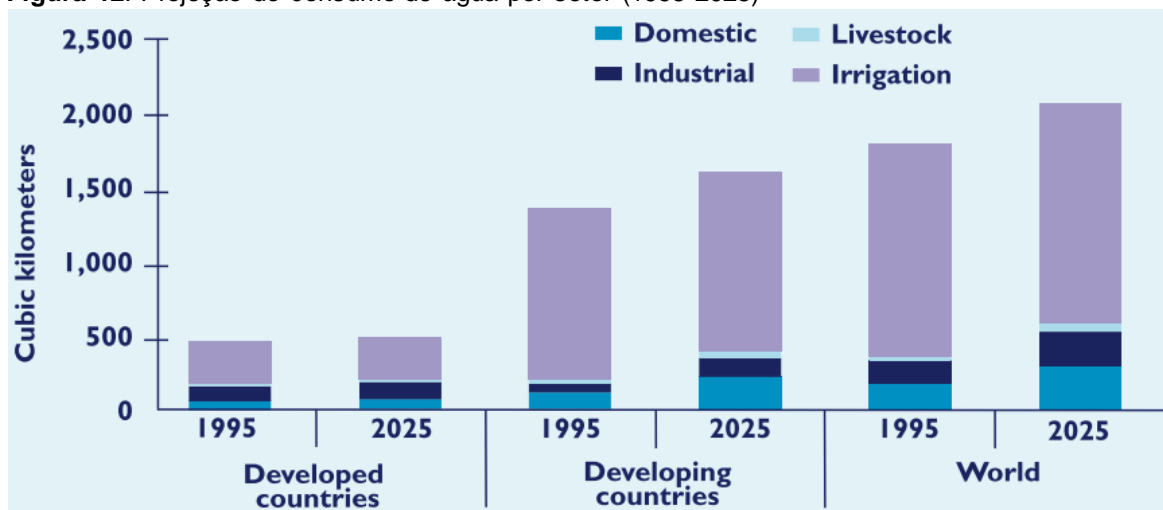
Fonte: Rosegrant, Cai e Cline (2002).

Considerando a Figura 11, espera-se que os *stakeholders* aumentem seu recrutamento hídrico, para projeções de 1995 a 2025. O rápido crescimento populacional e o aumento do consumo de água *per capita* faz aumentar o consumo doméstico em 71%, sendo que os países em desenvolvimento representam 90% deste total. O uso de água pela indústria também crescerá mais rápido nos países em desenvolvimento, mesmo considerando que em 1995 as indústrias dos países desenvolvidos consumiam mais que as dos países em desenvolvimento.

Espera-se que o uso de água das indústrias dos países em desenvolvimento alcance 121 km³, o que é 7 km³ maior que o consumo dos países desenvolvidos. O uso da água para criação de animais é pequeno se comparado aos outros usos mas deve crescer em 71%, sendo que a projeção é de 19% para os países desenvolvidos e mais que o dobro para os países em desenvolvimento (22 para 45 km³). O setor que mais utiliza água é a irrigação, mesmo considerando

projeção de crescimento inferior a outros setores. (ROSEGRANT; CAI; CLINE, 2002). (FIGURA 12).

Figura 12. Projeção do consumo de água por setor (1995-2025)



Fonte: Rosegrant, Cai e Cline (2002). A agricultura ainda se mantém como o maior consumidor de recursos hídricos no mundo.

No Brasil, a demanda hídrica é obtida por meio do cálculo da vazão de retirada, que é o volume de água retirado de um corpo d'água para atender uso específico. A demanda pode ser consuntiva (abastecimento público ou rural, indústria, irrigação ou dessedentação animal) ou não-consuntiva (lazer, navegação, geração hidrelétrica). Em relação aos usos consuntivos, parte da vazão de retirada volta ao ambiente depois do uso. Esta vazão é multiplicada por coeficientes de retorno para cada uso, obtendo a "vazão de retorno". A "vazão de consumo" é a diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno. (BRASILE).

A demanda consuntiva total para o Brasil em 2015 foi de 2.275,07 m³/s sendo que a vazão de consumo foi de 1.209,64 m³/s. A irrigação foi responsável pela maior parte da vazão de retirada (1.252,73 m³/s ou 55%), seguida das vazões para fins de abastecimento humano urbano (503,27 m³/s ou 22%), industrial (346,28 m³/s ou 15%), animal (135,38 m³/s ou 6%) e abastecimento humano rural (37,61 m³/s ou 2%). (BRASILE).

A seguir, apresentam-se alguns exemplos de impactos que podem afetar significativamente as demandas dos setores usuários nacionais. Os *stakeholders* considerados são: a irrigação, o abastecimento urbano, o setor de energia e a indústria.

No Brasil, a irrigação também é o setor que mais utiliza os recursos hídricos: ela corresponde a 75% da vazão efetivamente consumida (912,63 m³/s). A área irrigada, em 2014, foi projetada de 6,11 milhões de hectares, o que corresponde a 21% do total nacional (29,6 milhões de hectares). A tendência é de expansão da agricultura irrigada, sendo que a área irrigada se expande em taxa superior a área plantada total. (BRASILf).

A alteração do padrão de precipitação pode levar ao aumento da necessidade de irrigação complementar. No caso de regiões com escassez ou limitação de retirada de água pode ocorrer a redução da demanda por meio de substituição de tecnologias/culturas devido a cobrança e a racionalização do recurso ou o aumento de conflitos com outros setores (e.g.: abastecimento urbano e geração de energia) sendo que num cenário crítico de disponibilidade hídrica, a tendência é o conflito. (BRASILf).

O abastecimento urbano tem vazão consumida correspondente a 8% (ou 100,65 m³/s) do total da vazão consumida. Ele depende diretamente da quantidade e da qualidade da água disponíveis e enfrenta o aumento da demanda por parte do abastecimento urbano, da urbanização, da universalização do acesso ao abastecimento de água e por consumos relacionados ao aumento da temperatura global. (BRASILf).

Os baixos investimentos ao longo dos anos agravam a condição do setor e aumentam a sua vulnerabilidade diante dos efeitos das mudanças climáticas. Alterações na qualidade e na quantidade de água disponível podem aumentar os custos de tratamento de águas destinadas a abastecimento doméstico, impactando o fornecimento de água para a população urbana. O PLANSAB estima que a demanda de investimentos para universalizar o acesso aos quatro serviços de saneamento (água, esgoto, resíduos e drenagem) seja da ordem de R\$508 bilhões. (BRASILf).

Em relação ao setor energético, a hidroeletricidade ainda representa 62,5% da matriz elétrica brasileira. Esse sistema é altamente dependente da disponibilidade hídrica e do escoamento para produção de energia e assim garantir o atendimento do sistema. A tendência é de redução da disponibilidade hídrica e do escoamento nas regiões Norte, para onde está prevista sua expansão, e Nordeste do país. Em áreas importantes para a geração hidrelétrica no Brasil, como a região Sudeste e a bacia do Rio Tocantins não existe concordância sobre a

modificação do escoamento. Há potencial de aumento na região Sul do país em decorrência da previsão de elevação da precipitação. (BRASILf).

O setor hidroelétrico brasileiro optou por expandir sua produção por meio de reservatórios sem capacidade de regularização (longevidade dos reservatórios para complementar a vazão em caso de seca) afim de reduzir os impactos ambientais. Em cenários extremos de seca, estas usinas são mais vulneráveis por depender exclusivamente do escoamento dos rios. As hidrelétricas com reservatórios tem mais capacidade para enfrentar vulnerabilidades, porém dependendo da capacidade instalada, devem buscar outras fontes de energia nos meses de deficiência hídrica. (BRASILf).

O setor industrial respondeu por 20,7% do PIB Nacional e pela ocupação de 8,78 milhões de posições de trabalho em 2012. Os impactos mais relevantes dependem do tipo de indústria e sua localização geográfica. Em situações extremas, o setor industrial pode ter suas atividades de produção impactadas pela falta do recurso e seu desabastecimento (e.g.: indústria alimentícia). O setor também deve alocar recursos financeiros para criar planos de adaptação, pois em períodos de escassez, os usos prioritários estabelecidos por lei podem exigir medidas de reservação, reuso e até mesmo modificações nos processos produtivos para diminuir a dependência de água. (BRASILf).

Dessa forma, a competitividade pelos recursos hídricos é acirrada em cenários de maior criticidade, especialmente entre o setor de águas urbanas e a agricultura, que desde o século passado cresceu cinco vezes para satisfazer a crescente demanda por alimentação. (DANILENKO; DICKSON; JACOBSEN, 2010). O desafio principal é convergir políticas de adaptação dos setores usuários sem que um agrave a situação do outro e conciliar interesses locais com as necessidades nacionais. (BRASILf).

3.3.1.4. Desafio 4: Infraestrutura desatualizada

Em relação a infraestrutura física, vale destacar que os SAA e SES demandam manutenção e reabilitação constantes. Se não implantadas rotineiramente, estas medidas excedem a vida operacional da infraestrutura, causando um ciclo perpétuo de custos de manutenção. Considerando que a maioria dos prestadores de serviço não tem capacidade financeira para investir na

substituição das redes de abastecimento e esgotamento sanitário, o resultado é que a infraestrutura opera depreciada durante décadas. Uma complicação adicional vem da crescente urbanização e da falta de coordenação e planejamento governamental, que demandam novas ligações de água e esgoto de uma rede de infraestrutura já desatualizada que não consegue suportar novas expansões. (DANILENKO; DICKSON; JACOBSEN, 2010).

No caso do Brasil, preferiu-se ampliar a infraestrutura de SAA no lugar de se promover ações estruturantes dos prestadores de serviços (e.g.: modernização institucional com foco em redução de perdas de água; modernização e reposição permanente dos sistemas de infraestrutura; desenvolvimento da capacidade de mobilização e comunicação interna e externa) dada a percepção equivocada de disponibilidade hídrica permanente, levando a um cenário em que a média nacional do Índice de Perdas na Distribuição é de 37%. (BRASILc). Em termos econômicos, para cada R\$100 em água produzida apenas R\$63 são faturados pelas companhias.

3.3.2. *Tendências de Pesquisa em Desempenho de SAA e SES*

Em resposta aos desafios discutidos anteriormente, os países focam em melhorar o gerenciamento e o atendimento dos serviços de águas urbanas: a preocupação atual é sobre a habilidade do setor de atingir produtividade e eficiência e ainda garantir para seus *stakeholders*, especialmente setores usuários (e.g.: população urbana; agricultura; indústria), a própria sustentabilidade e a sustentabilidade dos recursos hídricos. (WORTHINGTON, 2010; MONTENEGRO; SATO; TIMÓTEO, 2012).

O número de estudos que avaliam os SAA e SES aumentou especialmente a partir da década de 90. O acréscimo é relacionado tanto ao avanço da regulação datada dos anos 90, quando os reguladores aplicavam ferramentas de *benchmarking* na área de abastecimento de água e esgotamento sanitário, quanto a tendência inovadora de gerenciamento público da época, que inseriu aspectos mercadológicos nos setores públicos e, conseqüentemente, em melhores eficiências de custos para as organizações públicas. Alguns exemplos da aplicação da nova tendência no *benchmarking* nos setores de água e esgoto seriam a

transparência, as rigorosas avaliações de performance organizacional e a atenção especial na adoção de incentivos. (BERG; MARQUES, 2011).

Além disso, o aumento das demandas acadêmica (necessidade de publicação e visibilidade dos pesquisadores), institucional (instituições regulatórias) e o desenvolvimento de técnicas quantitativas e *softwares* que facilitavam computar os dados para análises de *benchmarking* suportaram o avanço acadêmico da área. (BERG; MARQUES, 2011).

As pesquisas avaliam a eficiência e a produtividade dos SAA e SES através do destaque das principais deficiências de gerenciamento dos prestadores de serviço; do reconhecimento e quantificação dos impactos da regulação; da distinção das barreiras da produtividade e do desenvolvimento de novos indicadores nos processos de reformas. (WORTHINGTON, 2010).

3.4. Revisão de Trabalhos

A Revisão desta dissertação é embasada em 12 trabalhos nacionais que utilizam a DEA no contexto dos SAA e SES e dividida em duas partes: Trabalhos comentados e Análise dos Trabalhos. Quanto à primeira parte, todos os trabalhos são comentados em relação aos principais objetivos, etapas e resultados obtidos. Quanto à segunda parte, as informações são analisadas segundo seis categorias, que compreendem os elementos fundamentais da DEA. Importante destacar que os trabalhos, apesar de possuírem diferentes objetivos de pesquisa, avaliam sob o ponto de vista do Prestador de Serviço.

3.4.1. 1ª Etapa: Trabalhos comentados

Carmo (2003) avaliou a eficiência técnica de 26 companhias estaduais no ano 2000 por meio dos modelos DEA CCR e BBC orientados para Entrada considerando cinco variáveis de Entrada: (1) Número de funcionários; (2) Volume de Água produzido; (3) Volume de Esgoto coletado; (4) Extensão da rede de Água e (5) Extensão da rede de Esgoto, e quatro variáveis de Saída: (1) Volume de Água faturado; (2) Volume de Esgoto Faturado; (3) Quantidade de Economias Ativas de Água e (4) Quantidade de Economias Ativas de Esgoto. O *software* utilizado foi o *Frontier Analyst*.

Os resultados foram organizados em quatro etapas. Na primeira etapa, a autora apresenta: (1) a eficiência técnica, a eficiência de escala e a Análise dos Pares; (2) os melhoramentos potenciais para cada variável e específicos da Companhia de Saneamento do Amazonas – COSAMA/AM, a mais eficiente, e da Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA/MA, mais ineficiente, nos dois modelos e (3) as contribuições do Conjunto de Referência e das Entradas e das Saídas; na segunda, apresenta a correlação das eficiências de cada modelo com seis indicadores técnicos; na terceira etapa, apresenta o tipo de retorno de escala e as eficiências médias; e na quarta etapa, os resultados quanto à localização geográfica das companhias.

Em relação a eficiência técnica da primeira etapa, a autora expôs que 15 empresas (ou 57,69%) foram eficientes no modelo CCR (COSAMA/AM; Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia - CAERD/ RO; Companhia de Saneamento do Tocantins -SANEATINS/TO; Aguas e Esgotos do Piauí - AGESPISA/PI; Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA/PE; Companhia de Águas e Esgotos do Ceará - CAGECE/CE; Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN/ES; Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba - CAGEPA/PB; Saneamento de Goiás - SANEAGO/GO; Companhia de Saneamento de Brasília - CAESB/DF; Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN/SC; Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR/PR; Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA/MG; Companhia Estadual de Águas e Esgotos - CEDAE/RJ e Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP/SP) e 21 empresas (ou 80,77%) foram eficientes no modelo BCC: as 15 eficientes do modelo CCR e mais seis empresas (Companhia de Saneamento do Pará - COSANPA/AM; Companhia de Saneamento do Estado do Mato Grosso do Sul - SANESUL/MS; Empresa Baiana de Águas e Saneamento - EMBASA/BA; Companhia Rio Grandense de Saneamento - CORSAN/RN; Companhia de Água e Esgoto do Amapá - CAESA/AP e Departamento Estadual de Água e Saneamento - DEAS/AC). Expôs ainda que a maior parte das companhias operava próximo à eficiência máxima: a eficiência média no modelo CCR foi de 93,88% e a mínima foi de 67,07% enquanto que a eficiência média no modelo BCC foi de 97,48% e a mínima foi de 68,87%.

Quanto à eficiência de escala, que é a razão entre a eficiência do modelo CCR pela eficiência do modelo BCC, 57,69% da amostra apresentou eficiência de escala; 30,77% das UD ineficientes apresentou valores superiores ou iguais a 0,94

e três companhias (CAESA/AP; Companhia de Águas e Esgotos de Roraima - CAER/RR e DEAS/AC) registraram valores entre 0,78 a 0,69.

Quanto a Análise dos Pares, a empresa mais referenciada no modelo CCR foi a CESAN/ES (referenciada 15 vezes) e a menos referenciada foi a CAGECE/CE (referenciada uma vez). No modelo BCC, a mais referenciada também foi a CESAN/ES (referenciada 9 vezes) e as menos referenciadas foram a CAERD/RO e a COPASA/MG, ambas referenciadas apenas uma vez.

Quanto aos melhoramentos potenciais médios, apesar dos valores serem próximos nos dois modelos, houve discrepância em duas Saídas: “Volume de Esgoto Faturado” e “Quantidade de Economias Ativas de Esgoto”. Na primeira, o modelo CCR indicava aumento de 1,21% enquanto que o modelo BCC indicava aumento de 74,24%. Na segunda, o modelo CCR indicava aumento de 98,35% enquanto que o modelo BCC indicava aumento de 6,65%.

Quanto aos melhoramentos da COSAMA/AM, empresa mais eficiente em ambos os modelos, a autora concluiu que não havia necessidade de estudo imediato para melhorar o desempenho.

A empresa mais ineficiente, em ambos os modelos, foi a CAEMA/MA. Quanto aos melhoramentos no modelo CCR, a autora concluiu que a redução média das Entradas seria de 33% sendo que a maior redução era da variável “Volume de Água Produzido” (36,6%) e a menor seria das variáveis “Extensão da Rede de Água”; “Extensão da rede de Esgoto” e “Volume de Esgoto coletado”. O aumento médio das Saídas seria de 9,56%, sendo o maior aumento da variável “Volume Faturado de Água” (14,56%). As variáveis “Quantidade de Economias Ativas de Água” e “Volume de Esgoto Faturado” não necessitavam de melhoramentos.

Quanto aos melhoramentos no modelo BCC, todas as variáveis de Entrada apresentaram redução de 31% enquanto que o aumento médio das Saídas seria de 7,54%, sendo o maior aumento da variável “Volume de Água Faturado” (12,88%). As variáveis “Volume Faturado de Água” e “Volume Faturado de Esgoto” não necessitavam de melhoramentos.

Quanto às contribuições das variáveis nos modelos, as Entradas que mais contribuíram no modelo CCR foram “Volume Coletado de Esgoto” (43%) e “Extensão da Rede de Esgoto” (40%) enquanto que as Saídas foram “Volume

Faturado de Esgoto” (84%) e “Quantidade de Economias Ativas de Água” (16%). As outras variáveis não influenciaram a eficiência.

No modelo BCC, todas as Entradas influenciaram a eficiência, sendo que as mais influentes foram “Extensão da rede Água” (25%) e Mão-de-Obra (24%) enquanto que as Saídas mais influentes foram “Volume faturado de Esgoto” (44%) e “Quantidade de Economias Ativas de Água” (56%). As outras variáveis de Saída não influenciaram a eficiência. A autora concluiu que a Entrada “Extensão da Rede de Água” e a Saída “Quantidade de Economias Ativas de Água” contribuíram menos no modelo CCR e mais no modelo BCC.

Em relação à segunda etapa, a autora correlacionou os resultados das eficiências do modelo CCR e BCC com seis indicadores técnicos do SNIS: (1) Perdas de Faturamento; (2) Perdas na Distribuição; (3) Perdas por Ligação; (4) Economias Ativas por Pessoal Total; (5) Pessoal Próprio p/ 1000 ligações e (6) Esgoto Tratado por Água Consumida.

A autora concluiu que a correlação entre os Índices e os resultados das eficiências dos modelos foi insignificante. As maiores correlações foram entre os indicadores “Perdas de Faturamento” e “Perdas na Distribuição” (0,96) e entre os indicadores “Perdas na Distribuição” e “Perdas por Ligação” (0,83). Dessa maneira, as perdas eram inversamente proporcionais ao Volume de Água Faturado.

Em relação à terceira etapa, após classificar as empresas conforme o volume de água faturado, concluiu que a eficiência técnica média e a eficiência de escala são crescentes exceto na faixa compreendida entre 200.000,00 e 500.000,00 (1000m³/ano) e que o setor do saneamento funcionava com retornos crescentes de escala.

Em relação à quarta etapa, concluiu que as empresas mais eficientes eram da região Sudeste, que representava 56,78% da Saída “Volume de água faturado” e 70,97% da Saída “Volume Faturado de Esgoto”.

Castro (2003), com o intuito de verificar se era possível utilizar a DEA e os dados do SNIS para avaliar o setor de saneamento brasileiro, mediu a eficiência, no ano 2000, de 71 prestadores de serviço que possuíam o mínimo de 30 mil ligações ativas de água. O estudo teve foco na abrangência.

O autor rodou o modelo BCC orientado para Saída. A única Entrada selecionada foi a DEX – Despesas de Exploração e as quatro Saídas selecionadas foram: (1) Volume de água consumido; (2) Extensão da Rede de Água; (3)

Quantidade de Ligações Ativas de Água e (4) Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto. O *software* utilizado foi o *Frontier Analyst Profissional 2.0*.

Apresentou os resultados em duas grandes etapas: uma análise global e outra complementar. Na primeira etapa, focou três assuntos: (1) o estudo de caso do universo de pesquisa; (2) a Análise dos Pares e (3) as melhorias das Saídas. Na segunda etapa, analisou dois aspectos: (1) a influência da remoção de Variáveis e Unidades de Decisão e (2) a abrangência dos prestadores de serviço.

Em relação aos resultados globais da primeira etapa, verificou 11 UD eficientes, sendo quatro de abrangência Regional e sete de abrangência Local. Ressaltou que 19 empresas obtiveram eficiência menor ou igual a 50%, destacando cinco empresas que ficaram abaixo dos 40%. Em relação à Análise dos Pares, as UD mais referenciadas foram: a C27, com 61 referências e a C03, com 20 referências. As menos referenciadas foram: a C48; a C69 e a C71.

Em relação às melhorias das Saídas, fez os seguintes apontamentos.

Quanto à Saída (1) – Volume de Água Consumido, o autor avaliou que era de difícil expansão e fugia do controle gerencial dos prestadores de serviços. 12 empresas tinham aumentos inferiores a 10%; 35 empresas tinham aumento de 100% e três empresas tinham aumento de 300%.

Para explicar as necessidades de melhorias, o autor propôs três hipóteses: a primeira era revisar a DEX, já que as empresas gastavam mais do que deveriam para produzir o volume necessário; a segunda era considerar outras Saídas pouco eficientes e não apenas a “Volume de Água Consumido”; e a terceira era a existência de um alto Índice de Perdas. A DEX seria justificada pelo volume produzido e não pelo volume entregue dado a existência de uma perda muito grande entre as etapas de produção, entrega e consumo efetivo pelo usuário. O autor informou os Índices de Perda das UD C35 (36%); C44 (52%) e C62 (56%), reforçando a terceira hipótese.

Quanto à Saída (2) - Extensão da Rede de Água, o autor concluiu que as 11 UD eficientes apresentavam melhorias de até 10% e que oito empresas deveriam ampliar suas redes de distribuição em mais de 300%, ou seja, quadruplicar a rede de água existente.

Ao analisar a DEX por extensão de rede, concluiu que as oito piores gastavam três vezes mais por km de rede do que as 11 eficientes. Ao analisar a relação entre despesa de pessoal e extensão de rede, concluiu que as UD

ineficientes gastavam o dobro das eficientes com salário de pessoal por km de rede. A hipótese de que a baixa densidade de rede justificaria altas despesas de pessoal por km foi desmistificada pelo autor, já que a densidade média do grupo ineficiente era 25% maior que a do grupo eficiente.

Quanto à Saída (3) – Quantidade de Ligações Ativas de Água, os baixos valores de melhorias ocorrem devido aos programas de financiamento para ampliação dos sistemas de água. O autor julgou que os aumentos sugeridos eram inviáveis devido a finitude do universo, ou seja, a população usuária das cidades atendidas pelos prestadores de serviço. Este fato reforça que diante da Entrada DEX, a produção da Saída (3) deveria ser muito maior. Destacou a UD mais ineficiente (C50), que necessitaria aumentar a Saída (3) em 215%.

Quanto à Saída (4) – Quantidade de ligações Ativas de Esgoto, o autor concluiu que 39 empresas (ou 55% da amostra) deveriam aumentar em mais de 100% a quantidade de ligações ativas de esgoto para atingir a eficiência. Argumentou que as companhias regionais, que prestavam serviços para municípios de pequeno e médio porte, detinham a concessão dos sistemas de água enquanto que as prefeituras, que possuíam baixa capacidade de investimento, detinham a dos sistemas de esgoto. Ao comparar as médias da relação entre a quantidade de ligações de esgoto e água, concluiu que o valor médio das 71 empresas foi de 0,61 e o menor valor foi a da C40, de 0,02.

Quanto à Remoção de Unidades de Decisão da segunda etapa, o autor avaliou o impacto da retirada das duas UD mais eficientes, a C27 e a C1, em quatro grupos: do das mais eficientes; do das mais ineficientes; no ranqueamento das posições e na frequência dos Pares de Referência.

Ao retirar a C27, que foi referência 61 vezes, o autor concluiu que não era possível refutar ou confirmar sua influência no grupo das mais eficientes pois não havia mudança significativa: a ingressante C4 já estava com índice de eficiência próximo a 100%. Considerando as dez mais ineficientes, seis continuaram na mesma posição. Em relação ao ordenamento, 95% das UD trocaram de posição. Houve aumento na frequência dos pares de referência das UD eficientes depois da retirada da C27: C48 não era referência e após a retirada, foi referência 45 vezes; C57 era seis vezes referência e após a retirada foi referência 25 vezes e a C03, que foi referência 38 vezes.

Ao retirar a C1, que foi referência 22 vezes, 37% das UD trocaram de posição. O autor concluiu que a força de C1 para influenciar o ordenamento do grupo era inferior ao de C27. Ao retirar as duas UD simultaneamente, os resultados foram próximos da situação de retirada de C27, daí o autor concluir que a C27 é uma UD interessante de ser estudada mais profundamente a fim de identificar os padrões que podem ser seguidos e difundidos para outras unidades.

Em relação à Retirada das variáveis, o autor optou pela Saída (4) - Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto. Concluiu que houve redução do número de UD eficientes, que passou de 11 para dez. Além disso, das dez mais ineficientes do *ranking* com quatro Saídas, nove permaneceram na mesma posição sendo que as seis últimas colocadas foram as mesmas em ambos os casos, sem alteração em suas posições. O grupo das empresas mais eficientes permaneceu estável quando o autor fez a análise retirando a Saída (4) e mantendo as demais.

Para finalizar a análise, o autor comparou a eficiência quanto à abrangência das empresas. Quanto ao âmbito Regional, concluiu que o conjunto eficiente das 22 empresas era composto das sete UD: C1; C2; C3; C10; C13; C43 e C54 sendo que C1, C2, C3 e C10 também eram eficientes na Análise Global. Além disso, nenhuma empresa Regional teve índice de eficiência inferior a 50%, sendo que 18 (ou 80%) das 22 empresas tiveram índice maior ou igual a 71%. Em relação a frequência de referência, a UD C54 não era referência para nenhuma das 22 UD. As UD mais referentes foram a C3 e a C10, ambas referência para 13 das 15 ineficientes.

Quanto ao âmbito Local, identificou que o conjunto eficiente das 49 companhias era composto pelas 11 UD: C27; C65; C61; C22; C57; C21; C23; C48; C71 e C69, sendo que sete também eram eficientes na Análise Global. Em relação a frequência de referência, concluiu que as UD C71 e C69 não foram referência para nenhuma das 49 UD. As UD mais referentes foram a C27, referência para 37 das 49; a C65, referência para 16 das 49 e a C61, referência para 15 das 49. As UD C27; C1; C3; C10; C61; C65; C57; C2; C48; C71 e C69 foram eficientes tanto quando o autor analisou as empresas Regionais como as Locais.

Vale destacar que o autor comparou várias técnicas para selecionar as variáveis de Entrada e Saída, sempre gerando os resultados com a DEA BCC orientada para Saída e complementando com análises de regressão e/ou correlação. As técnicas utilizadas foram: (1) a Técnica *Stepwise* (NORMAN;

STOCKER, 1991); (2) a Proposta de Novaes (2001); (3) a Proposta de Aidaa *et. al* (1998) e (4) a proposta por Thanassoulis (2000). O autor escolheu a proposta de Thanassoulis (2000) para montar a Lista Inicial de Variáveis.

Motta e Moreira (2004) mostraram que o debate sobre o saneamento estava orientado de maneira equivocada: em vez das discussões sobre a controvérsia do poder concedente (se municipal ou estadual) e da operação do setor privado ferindo os objetivos sociais, o debate deveria ser sobre identificar as ineficiências do setor, causadas pela ausência de regulação, e criar mecanismos que induzissem ganhos de eficiência e que estes fossem efetivamente compartilhados com os usuários.

Os autores avaliaram a produtividade de 104 operadores de serviços de água e esgoto durante o período de 1998 a 2002, com foco em comparar as suas naturezas administrativas (Estadual *versus* Municipal) e de capital (Público *versus* Privado) e mostrar que a ausência de regulação tarifária dissipava os ganhos de eficiência, permitindo práticas de tarifas monopolistas. Realizaram duas grandes etapas: (1) estimar os níveis de produtividade dos operadores utilizando a DEA e o Índice e Malmquist e (2) avaliar como os efeitos das tarifas se relacionavam com os níveis de eficiência utilizando modelos econométricos.

Classificaram os operadores em (a) Regionais, empresas de propriedade estadual que atuavam em vários municípios; (b) Autárquicos, de serviços gerenciados pelas prefeituras municipais, tais como as autarquias, departamentos, fundações e microrregionais; e (c) Privados, empresas privadas que forneciam os serviços em um ou mais municípios mediante concessão.

Em seguida, definiram as seguintes hipóteses:

1. Principal: inexistência de mecanismos de mercado e incentivos em vigor de regulação de preços, coberturas de serviço e investimentos nas atividades executadas pelos operadores Regionais e Autárquicos;
2. Movimentos em direção à fronteira prevalecem em relação aos movimentos acima e sob a fronteira;
3. Efeitos tipo “salto” são mais frequentes nos operadores Privados pois os serviços são concedidos por mecanismos de licitação no critério de menor tarifa;
4. Operadores Regionais usufruem de maior economia de escala e maior grau de capacidade de investimento mas são mais insensíveis às pressões dos usuários devido a ampla administração;

5. Operadores Autárquicos enfrentam pressão política mais forte e têm custos menores de insumos, daí serem mais eficientes com níveis mais baixos de tarifas;
6. A ausência de regulação induz ganhos de eficiência, capturados majoritariamente pelos operadores e não pelos usuários

Quanto à primeira etapa, os autores utilizaram o modelo DEA BCC orientado para Entrada, aplicando “rotinas” obtidas do *site* www.une.edu.au/econometrics/cepa. A Entrada selecionada foi o Custo Operacional Total e as Saídas selecionadas foram: (1) Produção de água; (2) Fornecimento de Água (nº de conexões); (3) Fornecimento de Água (volume); (4) Coleta de esgotos (volume); (5) Coleta de esgotos (nº de conexões) e (6) Tratamento de esgoto.

Após calcularem a medida de produtividade, concluíram que o grande número de operadores Regionais nos níveis mais baixos de produtividade, com os maiores efeitos de escala e maior tarifa média, indicava que os efeitos de escala não melhoravam a eficiência ou diminuía as tarifas, oposto aos operadores municipais (Autarquias e Privados), que possuíam os níveis mais altos de produtividade e as tarifas mais baixas; as autarquias mostravam os menores efeitos de escala. Dessa forma, consideraram que se existissem incentivos que promovessem níveis mais altos de escala para os operadores municipais e que permitissem que os ganhos de eficiência fossem internalizados, a produtividade geral do setor melhoraria e os operadores municipais poderiam oferecer serviços com tarifas ainda mais baixas.

Os autores utilizaram o Índice de Malmquist para calcular as mudanças em relação à fronteira (efeitos de emparelhamento e deslocamento de fronteira) e analisar a produtividade ao longo do tempo. Os autores confirmaram que os operadores municipais (autarquias e privados) têm mesmo nível de variação de produtividade total no período (variação = 1,09); que os efeitos de emparelhamento dominam mudanças de fronteira de 1998 à 2001 e são liderados pelos operadores privados em 2001 e movimentos de deslocamento de fronteira são importantes para todos os operadores.

Quanto à segunda etapa, os autores utilizaram dois modelos econométricos, o primeiro para correlacionar os níveis de tarifas e a produtividade para todo o período e o segundo para correlacionar as variações anuais ao longo

do período, afim de verificar a relação entre as tarifas e os níveis de eficiência; a passagem dos ganhos de eficiência para as tarifas e se a passagem é afetada pelo tipo de operador.

Para ambos os modelos, os autores consideraram *dummies* representando o tipo de operador e a existência ou não de serviços de coleta de esgoto, uma vez que alguns operadores da amostra não ofereciam o serviço, e variáveis descritivas da demanda por serviços de esgoto: (1) renda *per capita*; (2) taxa de analfabetismo; (3) participação da população urbana na população total e (4) quantidade de municipalidades atendidas.

Quanto ao primeiro modelo, concluíram que as economias de escala nos operadores regionais não moderavam as tarifas conforme esperado. Além disso, operar serviços de esgoto afetava a relação para cima. Quanto às variáveis de demanda, concluíram que a única significativa era a variável (4) quantidade de municipalidades atendidas.

Quanto ao segundo modelo, concluíram que este era insuficiente para explicar a relação das variações de produtividade e de tarifas: a produtividade anual dos últimos anos não tinha poder explicativo sobre as variações anuais das tarifas, daí dizerem que os ajustamentos tarifários dos ganhos de eficiência não obedeciam efeitos temporais e resultavam da vontade do operador. Por fim, mostraram que os operadores regionais eram menos propensos a passar os ganhos de eficiência para os usuários do que os operadores locais.

Tupper e Resende (2004), no contexto da ausência de regulação do setor, discutiram a viabilidade da regulação por comparação no setor do saneamento básico brasileiro. Os autores propuseram três etapas: (1) calcular a eficiência técnica de 20 CESB, no período de 1996 à 2000; (2) considerar heterogeneidades regionais utilizando um modelo econométrico para facilitar a implementação da regulação por comparação e (2) propor um cenário hipotético de regulação considerando regras de reembolso.

Quanto à primeira etapa, os autores utilizaram Análise de Janela. Rodaram o modelo DEA BCC orientado para Saída. Selecionaram as Entradas: (1) Custos Operacionais; (2) Outros Custos Operacionais e (3) Despesas com pessoal próprio e as Saídas: (1) Volume de Água produzida; (2) Volume de Esgoto Tratado; (3) População com abastecimento de água e (4) População com esgotamento sanitário.

Concluíram, em relação às UD's ineficientes, que a presença de empresas com desempenho subótimo motivaria a introdução de esquemas regulatórios para o setor e, em relação as UD's eficientes, que os pares referência mudaram durante o período. Analisando a tabela disponibilizada pelos autores, se verificou que a SABESP foi eficiente todo o período.

Quanto à segunda etapa, os autores utilizaram um modelo econométrico considerando três indicadores representativos das heterogeneidades regionais: (1) Densidade da rede de água; (2) Densidade da rede de esgoto e (3) Perda de água. Em seguida, incorporaram os resultados do modelo econométrico nos resultados da eficiência técnica da DEA, obtendo valores ajustados de eficiência. De acordo com os autores, este procedimento facilitaria a implementação da regulação por comparação. Vale destacar que a SABESP, após o procedimento de ajuste, não obteve eficiência ajustada máxima.

Quanto à terceira etapa, os autores utilizaram uma regra de reembolso que permitia a UD eficiente se apropriar das economias de custo e que considerava um parâmetro (p) representativo do poder do esquema regulatório, negociado entre o regulador e a empresa. Em seguida, propuseram um cenário hipotético de regulação em que compararam os custos atuais com os possíveis reembolsos considerando quatro valores de influência regulatória ($p = 0; 0,25; 0,50$ e $0,75$).

Concluíram que existe economia de custo relevante mesmo com baixo poder da entidade regulatória ($p=0,25$). Analisando a tabela dos autores, se verifica que a SABESP poderia reembolsar cerca de R\$ 1,2 bilhão/ano no cenário hipotético de regulação.

Sampaio e Sampaio (2007) verificaram se os ciclos políticos influenciaram a eficiência de 36 empresas brasileiras de saneamento entre 1998 a 2003. Os autores propuseram duas etapas: (1) calcular a eficiência global das empresas utilizando a DEA e (2) relacionar eficiência global com variáveis explicativas e variáveis *dummy* utilizando um modelo econométrico.

Quanto à primeira etapa, os autores utilizaram a Análise de Janela para avaliar o período. Rodaram e compararam três modelos DEA - BCC orientados para Saída a fim de verificar a eficiência global, a eficiência quanto ao abastecimento de água e a eficiência quanto à coleta de esgoto das empresas de saneamento.

O primeiro modelo, denominado global, contemplava todas as variáveis, sendo que as Entradas selecionadas foram: (1) Despesas Totais com Serviço; (2)

Número de Empregados; (3) Extensão da Rede de Água e (4) Extensão da Rede de Esgoto. As variáveis de Saída selecionadas foram: (1) População Total Atendida com Água; (2) Quantidade de Ligações Ativas de Água; (3) Porcentual de Água tratada; (4) Receita Operacional Direta – Água; (5) População Total Atendida com Esgoto; (6) Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto; (7) Porcentual de Esgoto tratado e (8) Receita Operacional Direta – Esgoto.

O segundo modelo, de eficiência quanto ao abastecimento de água, contemplava as três variáveis de Entrada: (1) Despesas totais com serviço; (2) Número de empregados e (3) Extensão da rede de Água e as quatro variáveis de Saída: (1) População total atendida com água; (2) Quantidade de Ligações Ativas de Água; (3) Porcentual de Água tratada; (4) Receita Operacional Direta – Água.

O terceiro modelo, de eficiência quanto à coleta de esgoto, contemplava as três variáveis de Entrada: (1) Despesas totais com serviço; (2) Número de empregados e a (4) Extensão da Rede de Esgoto e as quatro variáveis de Saída: (5) População Total Atendida com Esgoto; (6) Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto; (7) Porcentual de Esgoto tratado e (8) Receita Operacional Direta – Esgoto.

Em relação à primeira etapa, concluíram que a eficiência média global manteve-se constante em relação ao período analisado (*score* de eficiência média = 0,947). A eficiência média do sistema de abastecimento de água (*score* de eficiência média = 0,876) teve comportamento semelhante ao da eficiência média global enquanto que a eficiência média do sistema de coleta de esgoto foi a mais baixa (*score* de eficiência média = 0,736), daí o setor de esgotamento sanitário necessitar de mais investimentos.

Além disso, para todas as eficiências médias, concluíram que houve aumento entre os anos de 1998 e 1999 e queda nos anos de 2001 e 2002. Quanto ao primeiro período, houve queda de 13% na produção média de Saídas e queda de 19% na produção média de Entradas, significando que a relação Entrada-Saída se tornou maior, daí o aumento da eficiência média.

O crescimento da eficiência média foi maior nos sistemas de esgoto do que nos sistemas de água devido a menor queda nas suas Saídas: a Receita Operacional Direta dos sistemas de abastecimento de água teve queda 24% maior que a Receita Operacional Direta dos sistemas de esgoto, assim como a População Total Atendida e a Quantidade de Ligações ativas apresentaram quedas maiores.

Quanto à eficiência global das regiões brasileiras, concluíram que a mais eficiente foi a região Sudeste (0,989), seguida de Sul (0,981), Nordeste (0,967), Centro-Oeste (0,848) e Norte (0,729). Os autores comentaram que os fatores relevantes para o melhor posicionamento da região Sudeste e Sul foram o índice de escolaridade e a renda *per capita* dos estados, altamente correlacionadas, conforme expectativas levantadas do modelo econométrico.

Em relação à eficiência média do sistema de água, a região mais eficiente foi a Sul (0,932), seguida da Sudeste (0,926), Nordeste (0,910), Centro-Oeste (0,717) e Norte (0,631). Já quanto à eficiência média do sistema de esgoto, a região mais eficiente foi a Sudeste (0,889), seguida de Nordeste (0,770), Centro-Oeste (0,569), Sul (0,497) e Norte (0,489).

Os autores verificaram a relação Entradas-Saídas para identificar os fatores que contribuíram com a queda de posicionamento da região Sul: o valor médio das Entradas da região Sudeste é 19% maior que a da Sul e o valor médio das Saídas da região Sudeste é 107% maior que a da Sul, ou seja, a relação Entrada-Saída da região Sul é muito inferior à da região Sudeste. As Saídas que contribuíram foram: (5) População total atendida com esgoto (diferença de 131%); (6) Quantidade de ligações ativas de Esgoto (diferença de 127%), (7) Porcentual de Esgoto tratado (76%) e a (8) Receita Operacional Direta – Esgoto (diferença de 214%).

Já quanto ao retorno, verificaram que existe retorno crescente à escala uma vez que as empresas que atendem a maior população tendem a ser mais eficientes.

Quanto à análise dos pares, no sistema global, concluíram que as Unidades de Decisão referências para as ineficientes foram: em primeiro, a CAJ/Araruama (RJ) - 2001, empresa de pequeno porte que atende 200 mil habitantes e a segunda colocada; e em segundo a EMBASA/BA – 1999, empresa de grande porte que atende aproximadamente 7,3 milhões, com sede em Salvador. No sistema de abastecimento de água, as referências foram: novamente, em primeiro, a CAJ/Araruama (RJ) – 2001, e em segundo a CESAN/ES – 2003. No sistema de coleta de esgoto, a que obteve primeiro lugar foi a APSA/Paranaguá – 2001 e a segundo lugar foi a CEDAE/RJ – 1998.

Em relação à segunda etapa, os autores utilizaram o método dos Mínimos Quadrados. As variáveis utilizadas foram: Eficiência do Sistema de

Abastecimento de Água e Eficiência do Sistema de Coleta de esgoto, que afetariam positivamente a eficiência global; *dummy* para região em que se localiza o município em que a empresa opera, sendo que a Região Sul e Sudeste afetariam positivamente a eficiência global; cinco variáveis *dummy* para identificar o comportamento da eficiência no período; Índice de Evasão de Receitas e Índice de Perdas na Distribuição que deveriam afetar negativamente a eficiência global; *dummy* para identificar a existência de concordância entre o partido político Estadual e municipal e variável de identificação dos anos que o mesmo partido está na gestão municipal, sendo que ambas afetariam positivamente a eficiência global.

Concluíram que a Eficiência do Sistema de Abastecimento de Água e Eficiência do Sistema de Coleta de esgoto afetavam positivamente a eficiência global, sendo que a influência da Eficiência do Sistema de Abastecimento de água é o dobro da Eficiência do Sistema de Coleta de Esgoto devido a carência dos serviços de tratamento de esgoto (metade da população atendida com água possuiu serviço de coleta de esgoto) e a menor participação na receita das empresas que prestam os dois serviços.

Quanto ao efeito da localização, concluíram que as empresas localizadas na região Sul e Sudeste são as mais eficientes, assim como as localizadas na região Nordeste, o que não era esperado pelos autores, que acreditavam que a região, por ser mais pobre, possuía menor eficiência. A região Centro-Oeste e Norte têm menores eficiências.

Constataram que o Índice de Perdas na Distribuição e o Índice de Evasão de Receitas não eram significantes. Em relação ao Ano, concluíram que a eficiência média crescia entre 1998 e 2001 e caía em 2002 e 2003, sem explicação clara para o fato. As variáveis políticas eram positivamente correlacionadas com a eficiência global: a continuidade administrativa mostra que quanto maior o número de anos de gestão de partido, com reforço de reeleição, maior a eficiência da empresa, já a coincidência de partidos na gestão estadual e municipal é positiva e tem influência maior que a continuidade administrativa.

Concluíram que os aspectos positivos prevalecem sobre o oportunismo eleitoral de curto prazo em caso de reeleição ou continuidade de partido e comentaram que a ausência de um marco regulatório poderia ampliar um ciclo de ineficiência, conforme queda observada em 2002 e 2003, e reforçar distorções nas

desigualdades de atendimento entre regiões e estratos sociais mesmo a privatização dos serviços atenuando as influências políticas.

Grigolin (2007) avaliou 57 empresas prestadoras de serviços, durante os anos de 1995 a 2004, para medir a eficiência das firmas de saneamento do Estado de São Paulo e identificar as economias de escala. O autor realizou três etapas: (1) calculou a eficiência da amostra considerando os modelos CCR e BCC; (2) calculou a eficiência de Escala; e (3) realizou uma análise de Correlação das eficiências com Indicadores de Análise. Os resultados foram discutidos quanto à administração dos prestadores de serviço (municipal, regional ou privada) e à correlação com os Indicadores de Análise.

Quanto à primeira etapa, o autor optou por trabalhar com a Análise de Janela e obteve 379 UD's. Considerou os modelos CCR e BCC orientados para Saída empregando as variáveis de Entradas: (1) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água; (2) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos; (3) Despesa com pessoal próprio; (4) Despesa com energia elétrica; (5) Despesa com produtos químicos; (6) Despesa com serviços de terceiros e (7) Quantidade total de empregados próprios e as variáveis de Saída: (1) Volume de água produzido e (2) Volume de esgoto tratado. O autor utilizou o *software* DEAP v.2.1.

Considerando o modelo CCR, o autor verificou que a média anual de eficiência técnica caiu ao longo do período analisado (0,62 em 1995 e 0,22 em 2004) devido a performance negativa de empresas como a DAAE Araraquara; DAE Engenheiro Coelho; DAE Santa Bárbara do Oeste; SAAE Jacareí; SAEMA Araras; SANASA Campinas; SEMAE Moji das Cruzes; SEMAE São José do Rio Preto e SEMASA Santo André, e devido à baixa eficiência dos prestadores que entraram na amostra após o ano de 1995. As empresas que apresentaram eficiência constante foram: (1) PM Ouro Verde; (2) DAE-SCS São Caetano do Sul e (3) DAE Paulicéia e (4) Guará.

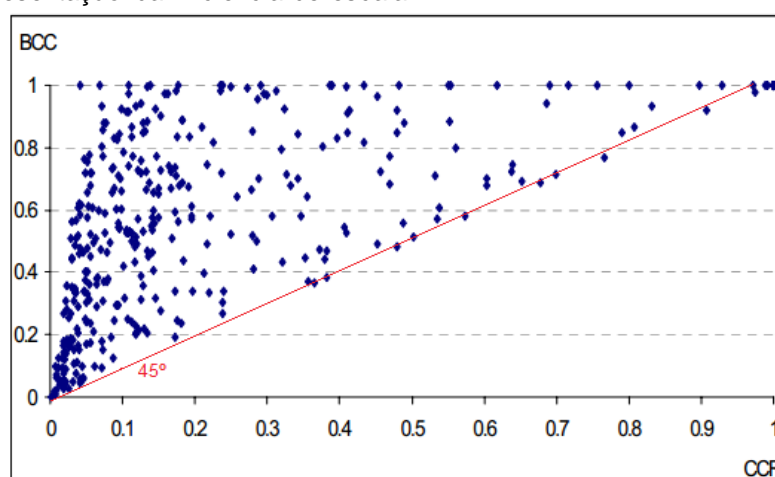
Considerando o modelo BCC, o autor verificou que a média anual de eficiência caiu de 1995 (0,88) até 1999 (0,50), depois se manteve constante. Os prestadores de serviço que tiveram diminuição da eficiência no modelo CCR também diminuíram a eficiência no modelo BCC, excluindo: SABESP e SEMAE Moji das Cruzes, que tiveram queda e aumento de eficiência, e a ADL Limeira, que teve declínio ao longo do período. As mais eficientes foram, além das citadas no

modelo CCR: DAE Bauru; DAE Rio Claro; DAEM Marília; SABESP e SEMASA Santo André. O autor justificou a entrada da SABESP no modelo BCC porque a operadora é regional e tem ganhos de escala.

Quanto à segunda etapa, o autor calculou a eficiência de escala dos 57 prestadores de serviço. Concluiu que em 1995 as empresas eram mais eficientes em escala do que nos anos posteriores. As que apresentaram bons índices de eficiência de escala foram: (1) DAE Bauru; (2) DAE Engenheiro Coelho; (3) DAE Paulicéia; (4) DAE São Bernardo do Campo; (5) DAE-SCS São Caetano do Sul; (6) Guará; (7) PM Ouro Verde; (8) PM São João do Pau d'Alho; (9) PM Tupi Paulista; (10) DAE Santa Isabel; (11) DAE Sorocaba; (12) SAEV Votuporanga; (13) SAMA Mauá e (14) SANASA Campinas. As ineficientes (índice médio inferior ou igual a 0,20) foram: (1) CAEMA Matão; (2) ADL Limeira; (3) DAE Artur Nogueira; (4) DAE Pedreira; (5) DAEP Penápolis; (6) DMAE Santo Antônio de Posse; (7) EMDAEP Dracena; (8) PM/Monte Castelo; (9) SAAE Moji-Mirim; (10) SAAE Palmital; (11) SAE Ourinhos; (12) SAE/Vinhedo; (13) SAAE Garça; (14) SAEP Pirassununga; (15) DAE Catanduva; (16) SAAE Itu; (17) SMSB Jaguariúna.

Além disso o autor concluiu que houve retorno decrescente de escala, e não retorno crescente de escala, o que se espera tradicionalmente em casos de monopólio natural. (FIGURA 13).

Figura 13. Representação da Eficiência de escala.



Fonte: Grigolin (2007). O autor realizou simulações variando os insumos, os produtos e os anos analisados e concluiu que as firmas apresentaram retorno decrescente de escala. O autor explicou que o gráfico gerado apresentaria pontos em torno de uma reta de 45° se houvesse eficiência de escala. Os valores de eficiência de escala seriam iguais ou próximos de 1 e indicariam igualdade entre a eficiência do modelo CCR e a eficiência do modelo BCC, o que acontece com 12,4% da amostra.

Quanto à terceira etapa, o autor considerou como Indicadores de Análise: (1) Quantidade de paralisações no sistema de distribuição; (2) Duração das paralisações; (3) Quantidade de interrupções sistemáticas; (4) Quantidade de reclamações e solicitações de serviços; (5) Tarifa média praticada; (6) Tarifa média de água e (7) Tarifa média de esgoto.

Em relação aos Indicadores de Análise (5), (6) e (7), o autor discutiu os resultados quanto à administração dos prestadores de serviço: municipal, regional e privada. Das 57 empresas da amostra, uma é regional (SABESP), quatro são privadas (Guará, ADL Limeira, CIÁGUA Mairinque, ECOSAMA Mauá) e o restante é municipal. O autor concluiu que as empresas privadas são mais eficientes se considerado o modelo CCR enquanto que a empresa regional é mais eficiente se considerado o modelo BCC, impulsionada pela alta eficiência de escala. As empresas municipais são mais eficientes se considerada a eficiência de escala. As empresas privadas atuam mais vezes como referência para as demais.

Em seguida, o autor comparou os Indicadores de Análise (6) Tarifa média de água e (7) Tarifa Média de Esgoto de cada administração e verificou que os operadores municipais e privados possuem tarifa média semelhante enquanto que a regional é superior as demais. Depois correlacionou o Indicador (5) Tarifa Média Praticada com a eficiência técnica calculada pelo modelo CCR, encontrou correlação negativa fraca e concluiu que não existe padrão claro entre o preço médio do produto das operadoras e o grau das suas eficiências.

O autor correlacionou os Indicadores de Análise (1) Quantidade de paralisações no sistema de distribuição; (2) Duração das paralisações; (3) Quantidade de interrupções sistemáticas; (4) Quantidade de reclamações e solicitações de serviços com as Eficiências do modelo CCR, BCC e de Escala. Concluiu que as paralisações e interrupções sistemáticas tem impacto negativo baixo sobre as eficiências das operadoras e que a quantidade de reclamações e solicitações têm impacto positivo na Eficiência de Escala e na Eficiência técnica Pura, ambas do modelo BCC.

Vale destacar que este trabalho utiliza, pela primeira vez no contexto desta revisão de literatura, indicadores que podem ser *proxy* da perspectiva da População Usuária. São os Indicadores de Análise: (1) Quantidade de paralisações no sistema de distribuição; (2) Duração das paralisações; (3) Quantidade de

interrupções sistemáticas; (4) Quantidade de reclamações e solicitações de serviços.

Périco, Santana e Rebellato (2008) avaliaram a evolução da eficiência no fornecimento de água da SABESP durante o período de 1995 a 2007 por meio da DEA. As autoras utilizaram a Análise de Janela, daí um universo de pesquisa de 13 UD's. As autoras utilizaram o *software Frontier Analyst Professional*.

Quanto às variáveis de Entrada, selecionaram: (1) Ligações de Água e Esgoto; (2) Volume consumido, (3) Índice de Perdas e (4) Funcionários. Quanto as variáveis de Saídas, selecionaram: (1) População atendida. Rodaram o modelo CCR orientada para Entrada e concluíram que a variável Volume Consumido, ao ser inserida no modelo inicial, promoveu o maior crescimento da eficiência se comparada com a inserção das outras variáveis. Dessa maneira, pode ser compreendida como a que mais contribuiu para o resultado da eficiência encontrado anualmente.

Concluíram também que o período analisado foi positivo, uma vez que a eficiência da SABESP oscilou de 88% e 100%, porém houve instabilidade na evolução da eficiência: de 1996 a 1999, houve decréscimo na eficiência; em 2000 houve alta; em 2001 e 2002 houve queda e a partir de 2003, alcançou eficiência máxima. Além disso, as autoras completaram que é necessário que a SABESP reduza suas Entradas, sendo que, em todos os anos, as principais reduções são das variáveis Índice de Perdas e Volume Consumido. Este cenário indica que há consumo excessivo de água considerando as populações atendidas, sendo superior que o necessário. Consideraram que estas são variáveis discricionárias, ou seja, a redução das mesmas não está sob o controle da SABESP, que só pode controlar as variáveis Número de Ligações e Funcionários para se tornar eficiente.

Vale destacar que as autoras apresentaram etapas detalhadas de aplicação dos modelos DEA. Quanto à seleção de variáveis, seguiram o procedimento proposto por Norman e Stoker (1991), inspirados no método *Stepwise* para selecionar variáveis. Em seguida, para definição dos pesos atribuídos as variáveis, utilizaram modelo de regressão linear e o método dos Mínimos Quadrados. Cada um dos resultados médios encontrados, do modelo inicial ao final, é relativo a inclusão de mais uma variável no cálculo da eficiência. O par inicial de variáveis (Entrada x Saída) considerado pelas autoras foi Ligações de Água e Esgoto x População atendida.

Sato (2011) avaliou 26 empresas de saneamento sediadas em capitais de estados, no período de 2005 a 2008, afim de verificar as eficiências e ineficiências das Regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste). Para isto, comparou os resultados da aplicação dos modelos CCR e BCC, analisando-os por meio de abordagem quantitativa e qualitativa e discutiu os resultados considerando as regiões e as capitais.

O autor realizou o cálculo das eficiências em etapa única utilizando a Análise de Janela. As duas variáveis de Entrada utilizadas foram: (1) Receita Operacional Direta Total – F01 e (2) Quantidade Total de Empregados Próprios – FN026 e as quatro variáveis de Saída utilizadas foram: (1) Volume de Água Tratado em ETA (s) – AG007; (2) Quantidade de ligações totais de água – AG021; (3) Volume de Esgoto Tratado – ES006 e (4) Quantidade de ligações ativas de esgoto – ES002. O autor utilizou o *software* DEAP v.2.1.

Em ambos os modelos, a análise qualitativa mostrou que as capitais permanentemente eficientes foram: Porto Velho, São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Salvador e Campo Grande. No modelo BCC, Belém também foi considerada eficiente. A análise quantitativa mostrou que os anos 2006 e 2007 apresentaram mais UD's eficientes (46,2% ou 12 empresas) enquanto que os anos 2005 e 2008 apresentaram menos UD's eficientes (38,5% ou 10 empresas).

Quanto à análise por capitais, o autor concluiu que a região Sudeste foi a que apresentou maior número de capitais eficientes nos dois modelos, atingindo 100% de eficiência nos anos de 2007 e 2008. A região Centro-Oeste teve disparidade regional: Campo Grande (MS) e Goiânia (GO) foram eficientes em todo o período considerando os dois modelos enquanto que Brasília (DF) foi ineficiente em todo período considerando os dois modelos. Na região Norte, Boa Vista (RR), Macapá (AP) e Palmas (TO) não atingiram a eficiência. Na região Nordeste, com exceção de Salvador, que foi eficiente em todos os anos considerando os dois modelos, todas as capitais foram ineficientes.

Dentre todas as capitais, a que apresentou maior diferença de ranqueamento entre os dois modelos foi Vitória (diferença de *score* de 50%), pressupondo que existe diferença em função da escala dos insumos. Além disso, houve pouca constância nas capitais Brasília (DF) e Aracaju e alternância na classificação de Manaus (AM) e Rio Branco (AC), pois possuíam poucas informações no banco de dados do SNIS.

Quanto à análise por regiões, considerando apenas as UD's eficientes, o autor concluiu que a região Sul tem eficiência relativamente baixa (média varia de 33% a 67%). A região Sudeste foi a que obteve maior eficiência em todos os períodos considerando os dois modelos, sendo que em 2007 e 2008 obteve eficiência máxima, assim como no ano de 2006, modelo BCC. A Região Norte vem lentamente melhorando seus índices. A região Nordeste foi a mais ineficiente.

Barbosa e Bastos (2013) compararam, para o ano de 2010, o desempenho de 42 prestadores de serviço de duas naturezas jurídicas diferentes: Empresas Privadas - EP e Sociedades de Economia Mista com Administração Pública - SEMAP.

Os autores realizaram três etapas: (1) calcularam a eficiência da amostra; (2) realizaram uma análise de *benchmarking*; e (3) apresentaram as melhorias globais das Saídas das UD's ineficientes. Pré-selecionaram prestadores de serviço de água e esgoto que atendessem no mínimo 30 mil ligações ativas de água e dez mil ligações ativas de esgoto uma vez que prestadores deste porte atendem mais de 150 mil habitantes, número considerado ideal para viabilidade de exploração de um sistema de abastecimento público de água e coleta de esgotos.

Quanto à primeira etapa, os autores rodaram o modelo DEA BCC orientado para Saída, tomando como Entrada: (1) Despesas de Exploração – DEX e como Saída: (1) Ligações Ativas de Água; (2) Extensão da Rede de Água; (3) Ligações Ativas de Esgoto; (4) Extensão da Rede de Esgoto e (5) Receita Operacional Total. Consideraram que o número mínimo de UD's deve ser de três a quatro vezes o número de variáveis. Utilizaram o *software* SIAD.

Concluíram que, dos 42 prestadores de serviço da amostra, 15 (ou 35,7%) são tecnicamente eficientes ou seja, alcançam maiores Saídas em relação a Entrada (DEX) considerada. Deste conjunto, nove (ou 60%) são SEMAP e seis (ou 40%) são EP. Em termos percentuais totais, 31,03% das SEMAP e 46,15% das EP são eficientes. Em relação desempenho médio, as EP apresentaram vantagem maior de aproximadamente 6,71% em relação as SEMAPS.

Quanto à segunda etapa, ao realizar o *benchmarking*, os autores constataram que os prestadores eficientes que mais contribuíram como referências para as Unidades de Decisão ineficientes foram a CAGECE-CE e a Prolagos/RJ,

sendo que ambas são referência para 15 UD's cada. A CORSAN-RS, apesar de eficiente, não foi referência para nenhuma UD.

Quanto à terceira etapa, calcularam as Saídas ideais para que as UD ineficientes se tornassem eficientes. Em relação aos potenciais globais, estimaram melhorias de 12,82% para a Saída (1) - Ligações Ativas de Água, que passaria de 28.849.912 para 32.549.157 ligações; 13,17% para a Saída (2) - Extensão da Rede de Água, que passaria de 337.929 km para 382.431 km; 20,80% para a Saída (3) - Ligações Ativas de Esgoto, que passaria de 12.892.340 para 15.574.401 ligações; 19,92% para a Saída (4) - Extensão da Rede de Esgoto, que passaria de 119.464 para 143.263 km e 8,76% para a Saída (5) - Receita Operacional Total, que passaria de R\$25.420.756,23 para R\$27.647.435,64.

Em seguida, apresentaram o detalhamento das possibilidades das 27 UD ineficientes quanto à natureza jurídica do operadores. De maneira geral, concluíram que as sete EP poderiam aumentar seus produtos em 61,75% enquanto que as SEMAP em 65,47%. Quanto à natureza jurídica, as EP tiveram desempenho inferior e possuíam maior capacidade ociosa em três das cinco Saídas analisadas: Ligações Ativas de Água (melhorias de 49,14%); Extensão da rede de água (melhorias de 47,12%) e Extensão da rede de esgoto (melhorias de 96,68%). As SEMAPS apresentaram desempenho inferior em duas de cinco Saídas: Ligações Ativas de Esgoto (melhorias de 120,39%) e Receita Operacional Total (melhorias de 34,21%).

Quanto às EPs, os autores explicaram que a entrada da iniciativa privada no setor implica em investimentos para a criação de novas estações e expansão das redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Os recursos aportados durante a vigência da PLANASA consolidaram e expandiram a infraestrutura básica dos serviços a partir das Companhias Estaduais, daí as SEMAPs atenderem maior quantidade de economias e apresentarem custos distintos das EPs, com maior gasto na manutenção das redes do que em criação e expansão de malhas.

Quanto às SEMAPs, os autores comentaram que a propriedade pública enfraquece a relação entre utilidade gerencial e lucro. Esclareceram que a politização de serviços públicos de massa e de grande carácter social compromete o equilíbrio financeiro do setor já que os governos, por motivações políticas,

interferem no ajuste tarifário e fixam valores incompatíveis com os custos das atividades pois o aumento de tarifas é um fator negativo à atração de votos.

Além disso, comentaram que o setor de esgotamento sanitário é o grande gargalo das SEMAPs, consequência da priorização de investimentos de produção e distribuição de água da PLANASA, em detrimento aos de coleta e tratamento de esgoto. Por fim, concluíram que as EPs possuíam ligeira vantagem sobre as SEMAPs, apesar da sua maior capacidade arrecadadora e cobertura de serviços de esgotos.

Scaratti, Michelin e Scaratti (2013) avaliaram, para o ano de 2010, a gestão do saneamento básico de 53 municípios prestadores dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário com população residente entre 50 mil e 100 mil habitantes.

Os autores empregaram um algoritmo matemático conjuntamente com a DEA, que produziu medidas relativas de serviços municipais. O algoritmo delineado para agregar as medidas das diferentes perspectivas (Clientes, Mercado, Conformidade dos produtos, Econômico-financeira) foi aplicado no software Lingo. Os valores foram apresentados para cada perspectiva e em cada dimensão (Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário), assim, cada resultado da análise apresenta a eficiência de cada perspectiva.

Concluíram que apenas um sistema municipal foi eficiente em relação ao indicador sintético de abastecimento de água e ao indicador sintético de esgotamento sanitário; além de nove municípios com gestão de abastecimento de água potável e três municípios com gestão de esgotamento sanitário. Os autores ressaltaram que 13,2% dos municípios da amostra apresentaram desempenho superior a 90%.

Vale destacar que este trabalho, ao avaliar a gestão do saneamento, considera que existem diferentes perspectivas para o setor e que cada um dos 33 indicadores de desempenho utilizados representam diferentes perspectivas. Quanto à perspectiva “Clientes”, que seria a mais próxima da “População Usuária” desta dissertação, os indicadores considerados da dimensão “Abastecimento de água potável” foram: Índice de Macromedição; Índice de Hidromedição; Consumo médio de água por economia; Consumo médio de água faturado por economia; Consumo médio *per capita* de água; Índice de Perdas na Distribuição. O indicador

considerado para a dimensão “Esgotamento Sanitário” foi: Índice de esgoto tratado referido a água consumida.

Cruz e Ramos (2012) avaliaram a eficiência da gestão pública estadual quanto à atenuação da mortalidade infantil para menores de cinco anos de idade, verificando quão eficiente são os Estados brasileiros ao utilizar o saneamento básico como ferramenta de promoção da saúde.

Os autores realizaram três etapas: a primeira era calcular a Eficiência Técnica de 23 Estados e Distrito Federal utilizando a DEA; a segunda era verificar as variáveis que impactavam a eficiência dos Estados por meio de modelo de regressão linear e a terceira era verificar associação entre o Índice de Perda de Faturamento – IPF das CESBs com a Eficiência Técnica Estadual. Neste trabalho, os autores consideraram as quatro dimensões do saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial e gestão de resíduos sólidos.

Quanto a primeira etapa, os autores rodaram o modelo BCC orientado para Saída, pois assumiram que o objetivo do Estado não é diminuir o volume de serviços e sim obter o máximo de produção com eles, para verificar a Eficiência Técnica dos 23 Estados brasileiros e do Distrito Federal. Os autores utilizaram o *software Frontier Analyst*.

Em relação as variáveis de Entrada, consideraram: (1) Cobertura por redes de abastecimento de Água – CA, *proxy* para a dimensão Abastecimento de Água; (2) Cobertura por redes coletoras de esgoto – CE, *proxy* para a dimensão Esgotamento Sanitário; (3) Grau de Urbanização – GU, *proxy* para as dimensões Drenagem Pluvial e Gestão de Resíduos sólidos, pois se espera que estes serviços sejam executados em áreas urbanas; (4) Número de Médicos por grupo de 1000 habitantes - MPH, *proxy* para infraestrutura hospitalar e (5) Produto Interno Bruto *per capita* – PIBPC, já que Estados mais ricos podem utilizar mais recursos em saúde e pessoas mais ricas tem acesso à melhores condições de vida para seus filhos. Quanto a variável de Saída, consideraram a Elevação do número de crianças menores de cinco anos sobreviventes, que é o inverso da Taxa de Mortalidade de menores de cinco anos. Após a análise de correlação, excluíram as variáveis PIBPC e MPH.

Concluíram que as Unidades de Decisão mais eficientes foram Rondônia (Norte); Mato Grosso e Distrito Federal (Centro-Oeste), Paraná e Santa Catarina

(Sul). Menos eficientes foram Alagoas, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe, Maranhão, Bahia e Piauí (Nordeste). Concluíram também que há necessidade de melhoria na qualidade dos serviços de saneamento básico no Nordeste uma vez que os estados nordestinos não aproveitam bem a infraestrutura existente.

Quanto a segunda etapa, para verificar os elementos que afetavam a eficiência, os autores utilizaram o modelo de regressão linear em que a variável dependente é a Eficiência Técnica e as variáveis independentes são: (1) Anos de estudos para maiores de 25 anos de idade – AE; (2) relação entre população dos municípios sob o domínio das Companhias Estaduais de Saneamento Básico e a população Total do Estado - CONT; (3) Densidade populacional – DP; (4) Disponibilidade Hídrica *per capita* – DHCP, (5) Produto Interno Bruto *per capita* e (6) Número de Médicos por grupo de 1000 habitantes – MPH.

Concluíram que o Indicador (1) AE não apresentou efeito significativo sobre o modelo nem sobre o Indicador (4) DHCP, daí não se pode associar a ineficiência do modelo e a educação da população com questões de disponibilidade hídrica. O Indicador (6) MPH apresenta efeito positivo sobre a Eficiência Técnica, o que indica a necessidade de investir em saneamento básico e também em melhorias de infraestrutura hospitalar para políticas sanitárias eficientes. O Indicador (3) DP tem relação negativa com a Eficiência Técnica, o que indica que uma concentração de habitantes em excesso pode dificultar os trabalhos de equipes de saúde e esgotamento sanitário, indicando interferências no trabalhos das empresas. O Indicador (5) PIBPC tem efeito positivo sobre a Eficiência Técnica, o que aponta que Estados mais ricos obtêm maior eficiência na gestão do saneamento básico, sendo que maior riqueza pode implicar em medidas paliativas ou que poder aquisitivo maior permite que as pessoas se protejam das ineficiências.

Quanto a terceira etapa, os autores compararam a Eficiência Técnica com o Índice de Perda de Faturamento - IPF, que é o percentual de água produzida não faturada e *proxy* da ineficiência das empresas, das CESBs. O coeficiente de correlação de Pearson encontrado foi de -0.57 (moderado). Os autores concluíram que há estados ineficientes com baixo IPF (e.g.: Acre, Eficiência = 98,68 e IPF= 58,69), daí o IPF não pode ser considerado uma regra geral.

Carvalho (2014) tinha como objetivo verificar se as entidades reguladoras aumentavam a eficiência e a produtividade de 29 prestadores de

serviço de água e esgoto sediados em capitais brasileiras nos anos de 2006 e 2011. Para isso, a autora definiu três objetivos de pesquisa: (1) avaliar a eficiência dos PS utilizando três modelos DEA (I, II e III) orientados para Entrada; (2) aplicar o Índice de Malmquist para verificar a produtividade dos prestadores de serviço ao longo do tempo considerando os anos de 2006 e de 2011 e (3) realizar análise documental das 23 entidades reguladoras atuantes no ambiente dos prestadores de serviço da amostra.

Em relação aos resultados, a autora discute conforme a Abrangência (local ou regional), a Propriedade (pública ou privada), a Localização geográfica (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste) e a Regulação (Regulados ou Não Regulados). Os procedimentos e resultados mais significativos para esta dissertação são apresentados a seguir.

Quanto ao primeiro objetivo, afim de realizar análises de sensibilidade, a autora rodou o modelo DEA I considerando variáveis que encontrou por meio de revisão de literatura; baseou o modelo DEA II no modelo da Agência Reguladora de Serviços de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP) no contexto da revisão tarifária da SABESP e que incluiu a variável “Índice de Perdas na Distribuição” e não incluiu variáveis de “Volumes”, e contemplou o DEA III com todas as variáveis.

Utilizou duas variáveis de Entrada, (1) Despesas de Exploração – DEX e (2) Índice de Perdas na Distribuição, e quatro variáveis de Saída, (1) Quantidade de Economias Ativas de Água; (2) Quantidade de Economias Ativas de Esgoto; (3) Volume de Água Faturado e (4) Volume de Esgoto Faturado. A autora considerou os modelos CCR e BCC orientados para Entrada para todos os DEA e escolheu o DEA III (BCC orientado para Entrada) como seu modelo principal.

A autora concluiu que 27,5% dos prestadores de serviço analisados tinham desempenho fraco ou razoável; que 24,1% tinham desempenho bom e que 48,2% tinham desempenho muito bom ou excelente para todos os modelos DEA e para todos os anos. Além disso, para todos os modelos DEA e para os dois anos analisados, quatro prestadores de serviço se mantiveram em faixas de desempenho fraco e razoável e nove, dentre as quais a SABESP, se mantiveram nas faixas de desempenho muito bom e excelente.

No que tange à Localização geográfica, a região Sudeste teve maior desempenho e a região Nordeste menor desempenho, tanto em 2006 quanto em

2011. Em relação a Abrangência, os prestadores Locais foram mais eficientes que os prestadores Regionais tanto em 2006 quanto em 2011. Quanto à Propriedade, os prestadores Privados tiveram maior desempenho que os Públicos, tanto em 2006 quanto em 2011. Considerando a Abrangência e a Propriedade, houve queda no nível médio de Eficiência Técnica Pura tanto para os prestadores Regionais como para os prestadores Públicos.

Em relação a situação da regulação, os prestadores “Não-regulados” tiveram o melhor desempenho que os Regulados tanto em 2006 quanto 2011. Quanto à Abrangência da entidade reguladora em 2006, o grupo dos “Não-Regulados” ainda apresentava melhor desempenho que os regulados, no entanto, o grupo regulado por agência Municipal apresentou melhor desempenho que o regulado por agência Estadual. Em 2011, o grupo que obteve maior desempenho foi o regulado por agência Consorciada.

Quanto ao segundo objetivo, a autora examinou a produtividade dos prestadores de serviço entre 2006 e 2011 calculando o Índice de Malmquist, considerando o modelo DEA III. Em seguida, decompôs o Índice de Malmquist para captar efeitos do Emparelhamento e do Deslocamento da fronteira e analisou conforme as características dos prestadores de serviços e entidades reguladoras.

Em relação ao Índice de Malmquist, a autora concluiu que houve queda na produtividade total de 23 prestadores de serviço (ou 79,31%) e aumento na de seis (ou 20,69%). De maneira geral, houve queda de produtividade dos prestadores de serviço entre 2006 e 2011 (Índice de Malmquist médio= 0,898). Quanto ao Emparelhamento, houve avanço em dez prestadores de serviço (ou 34,48%); queda em 11 (ou 37,94%) e estabilidade em oito (ou 27,58%). De maneira geral, houve pequeno avanço no Emparelhamento (Índice Médio de Emparelhamento = 1,018) no período. Quanto ao Deslocamento de Fronteira, houve aumento em três (ou 10,34%) e queda em 26 prestadores de serviço (ou 89,65%). De maneira geral, houve queda no Deslocamento da Fronteira no período (Índice Médio de Deslocamento de Fronteira = 0,883).

O cenário mostrou que o Deslocamento da Fronteira reprime e anula os ganhos do Emparelhamento, diminuindo a Produtividade Total. Este comportamento é esperado porque o setor não está tecnologicamente orientado, então os movimentos em direção à fronteira (Emparelhamento) prevalecem em relação aos movimentos de fronteira (Deslocamento da Fronteira).

Quanto à Localização geográfica, considerando o Índice de Malmquist, a Região Centro-Oeste foi a única a apresentar aumento da Produtividade Total enquanto que a maior queda foi da Região Norte. O maior Emparelhamento foi o da Região Centro-Oeste e o menor da Região Nordeste. Apesar de existir retrocesso na fronteira tecnológica, o maior Deslocamento da fronteira foi o da região Sul e o menor da região Norte.

Quanto à Abrangência, houve queda da Produtividade Total. Os prestadores Regionais tiveram maior queda que os Locais. Houve aumento da Eficiência Relativa, sendo que os prestadores Locais tiveram maior Emparelhamento que os Regionais. Houve retrocesso da Fronteira Tecnológica, porém os Prestadores Regionais tiveram maior Deslocamento da fronteira que os Locais.

Quanto à Propriedade, também houve queda da Produtividade Total. Os prestadores Públicos tiveram maior queda que os Privados. Houve aumento da Eficiência Relativa, sendo que os prestadores Privados tiveram maior emparelhamento que os Públicos. Também houve retrocesso da Fronteira tecnológica, porém os prestadores Públicos tiveram maior Deslocamento que os Privados. O Emparelhamento foi maior para o os prestadores Locais Privados que os Públicos Regionais enquanto que o Deslocamento de fronteira foi maior para os Públicos Regionais que para os Locais Privados.

Quanto à Regulação, a autora concluiu que os prestadores regulados após a aprovação do marco regulatório apresentaram menor queda da Produtividade Total e um maior efeito do Emparelhamento, indicando que os prestadores de serviços Regulados pós-2007 estão alcançando maior Eficiência Relativa e se aproximando da fronteira.

Quanto ao terceiro objetivo, a autora realizou uma análise documental das normas propostas pelas entidades reguladoras para verificar se estas induziam os prestadores de serviço à eficiência. A autora levantou as normas publicadas até 2011 pelas entidades reguladoras e as analisou sob a ótica da indução da Eficiência Alocativa, observando mecanismos tarifários de indução à eficiência econômica, e da indução da Eficiência Prestacional, observando as condições de prestação de serviços, o uso de novas tecnologias e a avaliação da eficiência técnica dos prestadores de serviços.

Dividiu a análise dos resultados em dois grupos: o de prestadores com regulação instituídas antes de 2007 e o de prestadores com regulação instituída depois de 2007. Concluiu que a atividade da normatização não tem sido suficientemente efetiva na melhoria da eficiência e na evolução da produtividade dos prestadores de serviço da amostra.

Quanto às normas que induzem à Eficiência Prestacional, ressaltou o pouco tempo transcorrido desde a definição do marco regulatório e que a implementação fática de uma norma é lenta. Quanto às normas que induzem a eficiência alocativa, ressaltou o pequeno número de revisões tarifárias promovidas pelas entidades reguladoras e que não foi possível verificar o fim de um ciclo completo de revisão tarifária no período considerado.

3.4.2. 2ª Etapa: Análise dos Trabalhos

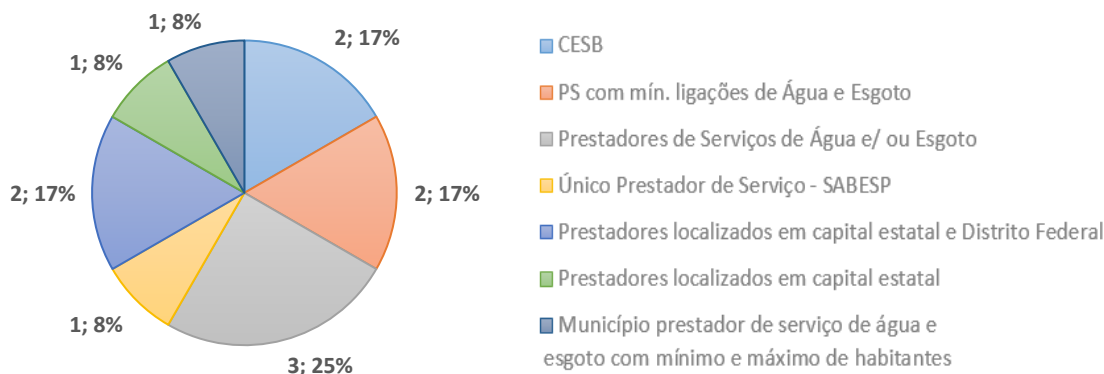
As categorias propostas para analisar as informações dos trabalhos são: (1) Unidades de Decisão; (2) Variáveis Utilizadas; (3) DEA: Modelos e Orientações; (4) Tempo com a DEA e (5) DEA: Tempo.

As categorias de (1) a (3) consideram as informações quanto aos três elementos fundamentais da DEA: as Unidades de Decisão; as variáveis de Entrada e Saída e os Modelos e Orientações e as categorias (4) e (5) analisam como o tempo pode ser avaliado com a DEA, focando no Índice de Malmquist, na Análise de Janela e nos anos avaliados.

A “Categoria 1 - Unidades de Decisão” avalia a população das pesquisas. Sete tipos de UD foram identificadas: (1) CESB, que abrange as Companhias Estaduais de Saneamento Básico; (2) Prestadores com mínimo de ligações de água e esgoto, que abrange PS com mínimo de trinta mil ligações ativas de água e municípios com cerca de 150 mil habitantes ; (3) Prestadores de Serviços de Água e Esgoto ; (4) Único Prestador de Serviço, que abrange a SABESP; (5) Prestadores localizados em capital estatal e Distrito Federal, abrange PS de serviço de água e esgoto e o Distrito Federal ; (6) Prestadores localizados em capital estatal, que abrange Prestadores de Serviço de Água e Esgoto em capitais estatais e (7) Município prestador de serviço de água e esgoto com mínimo e máximo de habitantes, que abrange municípios com mínimo de trinta mil e máximo de 150 mil habitantes.

O tipo predominante de UD foi “(3) Prestadores de Serviços de Água e Esgoto”, avaliado por três autores (MOTTA; MOREIRA, 2004; SAMPAIO; SAMPAIO, 2007; GRIGOLIN, 2007), com 25% de ocorrência. (GRÁFICO 1).

Gráfico 1. Nº de ocorrências das Unidades de Decisão utilizadas na Revisão de Literatura.



Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme o Gráfico 1, a UD “Prestadores de Serviço de Água e/ou Esgoto” foi analisada por três autores e teve 25% de ocorrência. As UD analisadas por um único autor foram: “Único Prestador de Serviço – SABESP” (8%) por Périco, Santana e Rebellato (2008); “Município prestador de serviço de água e esgoto com mínimo e máximo de habitantes” (8%) por Scaratti, Michelin e Scarati (2013) e “Prestadores localizados em capital estatal” (8%), por Carvalho (2014). As UD analisadas por dois autores (17%) foram: “PS com mín. ligações de Água e Esgoto” por Castro (2003) e Barbosa e Bastos (2013) e “Prestadores localizados em capital estatal e Distrito Federal”, por Sato (2011) e Cruz e Ramos (2012).

A “Categoria 2 - Variáveis Utilizadas” analisa três tipos de variáveis: Entrada, Saída e Análise. Para subsidiar esta categoria, vale lembrar os conceitos de “Entrada” e “Saída”. “Entrada” é todo o recurso (ou insumo) utilizado para prover/ adquirir a “Saída”, que é o serviço (ou o produto) oferecido/ adquirido. As variáveis de Análise complementam os resultados da DEA. No contexto desta Revisão de Literatura, são encontradas em trabalhos que utilizam Modelos Econométricos (TUPPER; RESENDE, 2004; CRUZ; RAMOS, 2012) e/ou Análises de Regressão. (CARMO, 2003; GRIGOLIN, 2007).

No total, foram identificadas 59 variáveis. (TABELA 1).

Tabela 1. Variáveis encontradas na Revisão de Literatura.

<i>Variável</i>	<i>E</i>	<i>S</i>	<i>A</i>
1. Cobertura por redes coletoras de Esgoto	1		
2. Cobertura por redes de abastecimento de Água	1		
3. Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água (1000 kWh/ano)	1		
4. Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgoto (1000 kWh/ano)	1		
5. Custo Operacional Total (R\$/ano)	2		
6. Despesa com energia elétrica (R\$/ano)	1		
7. Despesa com produtos químicos (R\$/ano)	1		
8. Despesa com serviços de terceiros (R\$/ano)	1		
9. Despesas com pessoal próprio (R\$/ano)	2		
10. DTS – Despesas Totais com Serviço (R\$/ano)	1		
11. DEX – Despesas de Exploração (R\$/ano)	3		
12. Extensão da rede de água (km)	2	2	
13. Extensão da rede de esgoto (km)	2	1	
14. Grau de Urbanização (%)	1		
15. Índice de Perdas	1		1
16. Índice de Perdas (Distribuição)	1		1
17. Nº de Funcionários (Empregados)	3		
18. Outros Custos Operacionais (R\$)	1		
19. Quantidade de Ligações de Água	1		
20. Quantidade de Ligações de Esgoto	1		
21. Quantidade total de empregados próprios (empregado ou p/1000 ligações)	2		1
22. Receita Operacional Direta Total (R\$/ano)	1		
23. Volume de Água Consumido (m ³)	1	1	
24. Volume de Água Produzido (m ³)	1	3	
25. Volume de Água Faturado (1000m ³ /ano)		2	
26. Volume de Água fornecido		1	
27. Água Tratada (% ou volume)		2	
28. Volume de Esgoto Coletado (m ³)	1	1	
29. Volume de Esgoto Faturado (1000m ³ /ano)		2	
30. Volume de Esgoto Tratado (% ou 1000m³/ano ou 1000m³/dia)	5		
31. Quantidade de Economias Ativas de Água (economia ou economias por pessoal total)	2	1	
32. Quantidade de Economias Ativas de Esgoto (economia)		2	
33. Quantidade de Ligações Ativas de Água (n ^a ligações)		3	
34. Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto (n^a ligações)	4		
35. Quantidade de ligações totais (ativas e inativas) de água		1	
36. Quantidade de Conexões - Água		1	
37. Quantidade de Conexões - Esgoto		1	
38. Número de crianças < 5 anos sobreviventes		1	
39. População atendida		1	
40. População com abastecimento de água		2	
41. População com esgotamento sanitário		2	
42. Índice de Perdas (por Ligação)			1
43. Índice de Perdas (Faturamento)			2
44. Tarifa média praticada;			1
45. Tarifa média de água			1
46. Tarifa média de esgoto.			1
47. Anos de estudos para maiores de 25 anos de idade			1
48. População Contida no domínio da CESB/ População Estado			1
49. Densidade populacional			1
50. Disponibilidade Hídrica per capita			1
51. Produto Interno Bruto per capita			1
52. Número de Médicos (1000 hab)			1

Tabela 1. Variáveis encontradas na Revisão de Literatura. (continuação)

<i>Variável</i>	<i>E</i>	<i>S</i>	<i>A</i>
53. Quantidade de paralisações no sistema de distribuição			1
54. Duração das paralisações			1
55. Quantidade de interrupções sistemáticas			1
56. Quantidade de reclamações e solicitações de serviços;			1
57. Esgoto Tratado por Água Consumida.			1
58. Densidade da rede de água			1
59. Densidade da rede de esgoto			1

Fonte: Elaborado pela autora com base em Carvalho (2014).

Na Tabela 1, destaque para as variáveis mais utilizadas: como Entrada, a nº11 – DEX – Despesas de Exploração e a nº17 – Nº de Empregados; como Saída, a nº30 – Volume de Esgoto Tratado e a nº34 – Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto; e como de Análise, a nº43 – Índice de Perdas (Faturamento). Cinco variáveis foram consideradas como Entrada e como Saída por autores diferentes: a nº12 – Extensão da rede de água; a nº13 – Extensão da rede de esgoto; a nº 23 – Volume de água consumido; a nº 24 – Volume de Água Produzida e a nº 28 – Volume de Esgoto Coletado. Três variáveis foram consideradas como Entrada e de Análise: a nº15 – Índice de Perdas; a nº 16 – Índice de Perdas (Distribuição) e a nº 21 – Quantidade total de empregados próprios. Uma variável foi considerada como Saída e de Análise: a nº 31 – Quantidade de Economias Ativas de Água.

Interessante destacar que nove variáveis foram consideradas como Entrada e/ou Saída e/ou de Análise. Definir a perspectiva é fundamental para dois aspectos: (I) a Escolha da variável (se Entrada ou se Saída) e (II) a definição da sua Orientação (se maximizar ou minimizar). (COOK; TONE; ZHU, 2014, p. 4).

Segue exemplo considerando as variáveis nº 12 – Extensão da Rede de Água e nº13 – Extensão da Rede de Esgoto. Sob a perspectiva do PS, uma rede menor é mais interessante já que existe uso eficiente de infraestrutura; facilidade de acesso aos consumidores; maior geração de receitas e economias de escala. Sob a perspectiva da PU, uma malha de distribuição ou de coleta extensa é mais interessante porque o usuário tem mais chances de ser atendido onde estiver, demandando a alocação de recursos para expandir as redes. O objetivo do PS seria o de minimizar enquanto que o objetivo da PU seria o de maximizar as Extensões das Redes.

No contexto desta Revisão de Literatura, os trabalhos, apesar de diferentes objetivos, avaliaram sob a perspectiva do PS.

Quanto às Entradas, foram encontradas 25 variáveis. (TABELA 2).

Tabela 2. Revisão de Literatura - Variáveis de Entrada e respectivos autores.

Variáveis de Entrada	Carmo (2003)	Castro (2003)	Motta e Moreira (2004)	Tupper Resende (2004)	Sampaio Sampaio (2007)	Périco, Santana e Rehellato (2007)	Grigolin (2007)	Sato (2011)	Cruz e Ramos (2012)	Barbosa Bastos (2013)	Carvalho (2014)	Oc	9
1. Nº de Funcionários (Empreg.)	X				X	X						3	9
2. Volume d'água produzido (m³)	X											1	3
3. Volume de esgoto coletado (m³)	X											1	3
4. Extensão da rede de água (km)	X				X							2	6
5. Extensão da rede de esgoto (KM)	X				X							2	6
6. DEX – Despesas de Exploração (R\$/ano)		X								X	X	3	9
7. Custo Operacional Total (R\$/ano)			X	X								2	6
8. Outros Custos Operacionais (R\$)				X								1	3
9. Despesas com pessoal próprio (R\$/ano)				X			X					2	6
10. Despesas Totais com Serviço (R\$/ano) - DTS					X							1	3
11. Quantidade de Ligações de Água						X						1	3
12. Quantidade de Ligações de Esgoto						X						1	3
13. Volume consumido de água (m³)						X						1	3
14. Índice de Perdas						X						1	3
15. Índice de Perdas (Distribuição)											X	1	3
16. Consumo total de energia (1000 kWh/ano) elétrica nos sistemas de água							X					1	3
17. Consumo total de energia (1000 kWh/ano) elétrica nos sistemas de esgoto							X					1	3
18. Despesa com energia elétrica (R\$/ano)							X					1	3
19. Despesa com produtos químicos (R\$/ano)							X					1	3
20. Despesa com serviços de terceiros (R\$/ano)							X					1	3
21. Quantidade total de empregados próprios (nº)							X	X				2	6
22. Receita Operacional Direta Total (R\$/ano)								X				1	3
23. Cobertura por redes de abastecimento de Água									X			1	3
24. Cobertura por redes coletoras de Esgoto									X			1	3
25. Grau de Urbanização (%)									X			1	3
Total	5	1	1	3	4	5	7	2	3	1	2	34	0

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: Oc = Número de Ocorrências.

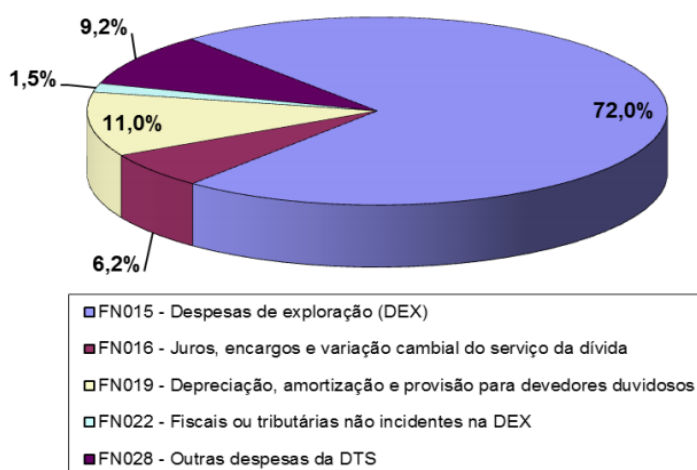
Conforme a Tabela 2, as variáveis mais utilizadas como Entrada foram: a nº1 - Nº de funcionários” (CARMO, 2003; SAMPAIO; SAMPAIO, 2007; PÉRICO; SANTANA; REBELLATO, 2008) e a nº 6 - DEX – Despesas de Exploração” (CASTRO, 2003; BARBOSA; BASTOS, 2013; CARVALHO, 2014).

A variável “Nº de funcionários” é uma medida relacionada à mão-de-obra. É uma maneira de acompanhar a evolução da remuneração, encargos e benefícios dos empregados. Ela é importante porque alerta quedas de produtividade, uma vez que mantém a relação entre mão-de-obra e nível de produção. Geralmente é diferenciada conforme a categoria do funcionário. (MOREIRA, 1996).

O “Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto”, publicado pelo SNIS, distingue entre o pessoal próprio do prestador de serviço e o terceirizado. Esta distinção é representada pelas variáveis “Despesa com Serviços de Terceiros”; “Despesa com pessoal próprio” e “Quantidade total de empregados próprios”, encontradas na Revisão de Literatura.

O SNIS divide as despesas em duas categorias: a “DEX – Despesas de Exploração” e a “DTS – Despesas Totais com os Serviços”. A DEX, juntamente com mais quatro despesas, a saber: (1) com Juros, encargos e variação cambial do serviço da dívida; (2) com Depreciação, amortização e provisão para devedores duvidosos; (3) Fiscais ou tributárias não incidentes na DEX e (4) com Outras despesas da DTS, compõe a DTS. (FIGURA 14).

Figura 14. Composição média da despesa total com os serviços – DTS dos Prestadores de Serviços participantes do SNIS em 2015, segundo componente das despesas.

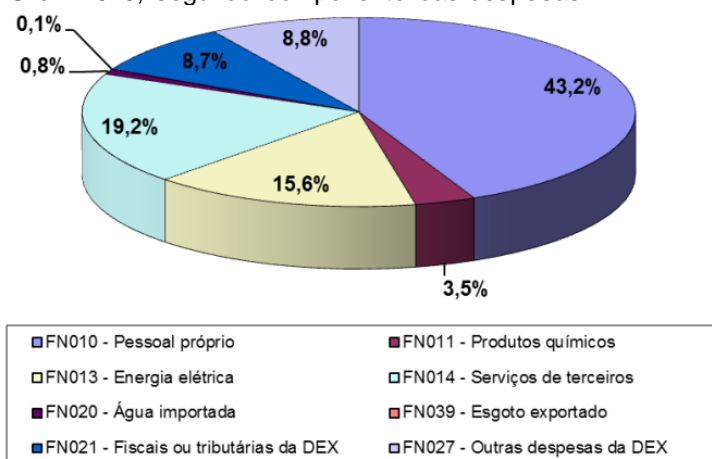


Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, 2015.

Conforme a Figura 14, em 2015, a DEX – Despesas de Exploração correspondeu a 72% da composição da DTS, o que mostra sua importância. Em seguida apareceram: Depreciação, amortização e provisão para devedores duvidosos, com 11%; Outras despesas da DTS, com 9,2%; Juros, encargos e variação cambial do serviço da dívida, com 6,2% e Despesas Fiscais ou tributárias não incidentes na DEX, com 1,5%.

A variável “DEX – Despesas de Exploração” corresponde às despesas correntes (ou de custeio) dos Prestadores de Serviço, englobando oito componentes de Despesas: (1) com Pessoal Próprio; (2) com Energia Elétrica; (3) com Água importada; (4) Fiscais ou tributárias da DEX; (5) com Produtos Químicos; (6) com Serviços de Terceiros; (7) com Esgoto Exportado e (8) com Outras Despesas da DEX. (FIGURA 15).

Figura 15. Composição média da DEX – Despesas de Exploração dos Prestadores de Serviço participantes do SNIS em 2015, segundo componente das despesas.



Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, 2015.

Na Figura 15, destaca-se a importância da variável “Despesa com Pessoal Próprio”, que, em 2015 correspondeu a 43,2% do total da Despesa de Exploração, ou seja, 43,2% das despesas dos Prestadores de Serviço decorreram da própria mão-de-obra.

A DEX - Despesas de Exploração e a DTS – Despesas totais com os Serviços mostram como os Prestadores de Serviço utilizam seus recursos. As duas variáveis foram encontradas na Revisão de Literatura. Outras variáveis encontradas na Revisão de Literatura representativas das despesas dos PS são: “Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água (1000 kWh/ano)” e “Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgoto (1000 kWh/ano)”. Vale

destacar que outras duas variáveis, “Custo Operacional Total” e a “Outros Custos Operacionais”, utilizadas por Tupper e Resende (2004) e Motta e Moreira (2004) contém componentes encontrados na DEX e na DTS, respectivamente.

Toda a empresa utiliza recursos importantes (capital, mão-de-obra, energia e matéria-prima) para produzir objetos materiais ou prestar serviços. Considerando sempre padrões de qualidade, as empresas procuram sempre a máxima economia possível do recurso que lhe é mais importante do ponto de vista do custo, da disponibilidade e da importância técnica, daí o custo e o preço serem determinantes no sucesso competitivo das empresas. (MOREIRA, 1996).

Interessante destacar o conjunto de forças entre esclarecimento do consumidor, a concorrência global e redução de custos: enquanto os consumidores com maior conhecimento estão vendo outros fatores para escolher produtos além do custo inicial (e.g: projetos, qualidades, prazos de entrega), a concorrência global força a preocupação com a redução de custo na maior parte dos setores da indústria e dos serviços. (MOREIRA, 1996).

Quanto às Saídas, foram identificadas 24 variáveis. (TABELA 3)

Tabela 3. Revisão de Literatura - Variáveis de Saída.

Variáveis de Saída	Carmo (2003)	Castro (2003)	Motta e Moreira	Tupper e Resende (2004)	Sampaio e Sampaio (2007)	Périco, Santana e Rebellato	Grigolin (2007)	Sato (2011)	Cruz e Barbosa e Bastos	Carvalho (2014)	Oc.	%
1. Volume de água faturado (1000m³/ano)	X									X	2	5
2. Volume de esgoto faturado (1000m³/ano)	X									X	2	5
3. Quantidade de Economias Ativas de Água (economia)	X									X	2	5
4. Quantidade de Economias Ativas de Esgoto (economia)	X									X	2	5
5. Volume de água consumido (1000m³/ano)		X									1	2
6. Extensão da Rede de Água (km)		X							X		2	5
7. Quantidade de Ligações Ativas de Água (nª ligações)		X			X				X		3	7
8. Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto (nª ligações)		X			X			X	X		4	9
9. Volume de Água Produzida (1000m³/ano ou 1000m³/dia)			X	X			X				3	7
10. Nº de Conexões - Água			X								1	2
11. Volume de Água fornecido			X								1	2
12. Volume de Esgoto Coletado (1000m³/ano)			X								1	2
13. Número de Conexões - Esgoto			X								1	2
14. Volume de Esgoto Tratado (1000m³/ano ou 1000m³/dia)			X	X	X		X	X			5	12
15. População com abastecimento de água				X	X						2	5
16. População com esgotamento sanitário				X	X						2	5
17. Água tratada (% ou volume)					X			X			2	5
18. Receita Operacional Direta – Água (R\$/ano)					X						1	2

Tabela 3. Revisão de Literatura - Variáveis de Saída. (continuação)

Variáveis de Saída	Carmo (2003)	Castro (2003)	Motta e Moreira	Tupper e Resende (2004)	Sampaio e Sampaio (2007)	Périco, Santana e Rebellato (2008)	Grigolin (2007)	Sato (2011)	Cruz e Barbosa e Bastos Carvalho (2014)	Oc.	%
19. Receita Operacional Direta – Esgoto (R\$/ano)					X					1	2
20. População atendida						X				1	2
21. Quantidade de ligações totais (ativas e inativas) de água								X		1	2
22. Receita Operacional Direta Total (R\$/ano)									X	1	2
23. Número de crianças < 5 anos sobreviventes								X		1	2
24. Extensão da Rede de Esgoto (km)									X	1	2
Total										43	100

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: Oc = Número de Ocorrências.

As duas variáveis mais utilizadas como Saída foram: a nº8 – Quantidade de Ligações Ativas de Esgotos (CASTRO, 2003; SAMPAIO; SAMPAIO, 2007; SATO, 2011; BARBOSA; BASTOS, 2013), com quatro ocorrências e a nº14 – Volume de Esgoto Tratado (MOTTA; MOREIRA, 2004; TUPPER; RESENDE, 2004; GRIGOLIN, 2007; SATO, 2011), com cinco ocorrências. Vale destacar que Périco, Santana e Rebellato (2008) consideraram a variável nº14 – Volume de Esgoto Tratado como Entrada e não como Saída.

A variável “Volume de Esgoto Tratado” é definida como o volume anual de esgoto coletado na área de atuação do PS, medido ou estimado na entrada da ETE, e que foi submetido à tratamento, excluindo os volumes de esgoto bruto importado e exportado, tratados pelo importador. (BRASILf).

A variável “Volume de Esgoto Tratado” é significativa porque representa uma parcela importante do SES (coleta, afastamento e tratamento). A relação entre coleta e tratamento de esgoto subsidia a definição e continuidade de investimentos na implantação e operação de novas Estações de Tratamento de Esgoto, universalizando os serviços de saneamento e melhorando a qualidade dos recursos hídricos.

A ausência/ inadequação de coleta e tratamento de esgoto pode contaminar os recursos hídricos, já insuficientes em cenários de escassez hídrica, o que aumenta os custos do tratamento de água para alcançar o padrão de potabilidade exigido pelo Ministério da Saúde por meio da Portaria nº 2.914/2011 (BRASILg), repassados aos usuários de alguma forma. (GALVÃO JÚNIOR; CUSTÓDIO; MONTEIRO, 2015).

A variável “Volume de Esgoto Tratado”, associada à outras quatro variáveis, a saber: (1) Volume de esgotos coletado; (2) Volume de esgoto bruto importado; (3) Volume de esgoto tratado nas instalações do importador e (5) Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador, compõe o Índice Médio de Tratamento de Esgoto Coletado - IN016, que representa a parcela do volume de esgoto tratado em relação ao volume de esgoto coletado. (BRASILb).

Deve-se utilizar o IN016 com cuidado: ele pode mascarar a realidade do tratamento de esgoto da localidade uma vez que não considera o volume de esgoto gerado não coletado. Um município que gera 100 m³/ano de esgoto, coleta 10m³/ano e trata os mesmos 10m³, terá Índice Médio de Tratamento de Esgoto Coletado = 100%, uma vez que tratou todo o esgoto que coletou. (BRASILb).

A variável “Quantidade de Ligações Ativas de Esgotos” representa a quantidade de ligações ativas de esgotos à rede pública, em pleno funcionamento no último dia do ano de referência. (BRASILb).

Junto com outras variáveis, compõe dois índices de produtividade, que são indicadores econômico financeiros e administrativos dos prestadores de serviços: o Índice de Produtividade (empregados próprios/ mil ligações de água e esgoto) – IN048, que não contempla trabalho terceirizado, e o Índice de Produtividade de pessoal total (equivalente) – IN102, que contempla trabalho terceirizado. (BRASILb).

O Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos diferencia as ligações, ramais prediais conectados às redes de distribuição de água ou coletoras de esgotos, em “Ativas” ou “Inativas”. As ligações “Ativas” são aquelas que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência, contribuindo com o faturamento do prestador de serviço e as ligações “Inativas” são aquelas que não estavam em pleno funcionamento, embora cadastradas como usuárias dos serviços, não contribuindo com o faturamento do prestador de serviço. (BRASILb; GALVÃO JÚNIOR; CUSTÓDIO; MONTEIRO, 2015).

Quanto às variáveis de Análise, foram encontradas 22 variáveis. (TABELA 4).

Tabela 4. Revisão de Literatura - Variáveis de Análise.

Variáveis de Análise	Carmo (2003)	Tupper e Resende (2004)	Grigolin (2007)	Cruz e Ramos (2012)	Oc.	%
1. Perdas de Faturamento;	x			x	2	9%
2. Perdas na Distribuição;	x				1	4%
3. Perdas por Ligação;	x				1	4%
4. Economias Ativas por Pessoal Total;	x				1	4%
5. Pessoal Próprio p/ 1000 ligações	x				1	4%
6. Esgoto Tratado por Água Consumida.	x				1	4%
7. Densidade da rede de água		x			1	4%
8. Densidade da rede de esgoto		x			1	4%
9. Perda de água		x			1	4%
10. Quantidade de paralisações no sistema de distribuição			x		1	4%
11. Duração das paralisações			x		1	4%
12. Quantidade de interrupções sistemáticas			x		1	4%
13. Quantidade de reclamações e solicitações de serviços;			x		1	4%
14. Tarifa média praticada;			x		1	4%
15. Tarifa média de água			x		1	4%
16. Tarifa média de esgoto.			x		1	4%
17. Anos de estudos para maiores de 25 anos de idade				x	1	4%
18. População Contida no domínio da CESB/ População Estado				x	1	4%
19. Densidade populacional				x	1	4%
20. Disponibilidade Hídrica per capita				x	1	4%
21. Produto Interno Bruto per capita				x	1	4%
22. Número de Médicos (1000 hab)				x	1	4%
Total					23	100%

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: Oc = Número de Ocorrências.

A variável de Análise mais utilizada foi a nº1 - Índice de Perdas por faturamento, sendo utilizada duas vezes (CARMO, 2003; CRUZ; RAMOS, 2012). Todas as outras variáveis de Análise foram utilizadas uma vez.

O Índice de Perda de Faturamento – IN013 avalia, em termos percentuais, o nível de água não faturada sem o volume de serviço. Tem quatro componentes: (1) Volume de água produzido; (2) Volume de água faturado; (3) Volume importado de água tratada e (4) Volume de Serviço. (BRASILb). Ele é importante porque apresenta um panorama sobre a produção não faturada e os prejuízos do Prestador de Serviço. (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015).

A “Categoria 3 – DEA: Modelos e Orientações” avalia as pesquisas quanto aos Modelos adotados e às respectivas orientações. (TABELA 5).

Tabela 5. Revisão de Literatura. Modelos e Orientações da DEA.

DEA	E	S	CCR	BCC	Autor
	x		x	x	Carmo (2003)
		x		x	Castro (2003)
	x		x	x	Motta e Moreira (2004)
		x		x	Tupper e Resende (2004)
		x		x	Sampaio e Sampaio (2007)
	x		x		Périco, Santana e Rebellato (2008)
		x	x	x	Grigolin (2007)
	-		x	x	Sato (2011)
		x		x	Cruz e Ramos (2012)
		x		x	Barbosa e Bastos (2013)
	x		x	x	Carvalho (2014)
Total	4	6	6	10	
%	40%	60%	37%	63%	

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: Mod = Modelo; Or. = Orientação; E = Entrada; S = Saída.

De acordo com a Tabela 5, o modelo mais utilizado foi o BCC (CARMO, 2003; CASTRO, 2003; MOTTA; MOREIRA, 2003; TUPPER; RESENDE, 2004; SAMPAIO; SAMPAIO, 2007; GRIGOLIN, 2007; SATO, 2001; CRUZ; RAMOS, 2012; BARBOSA; BASTOS, 2013; CARVALHO, 2014) e a orientação mais utilizada foi para Saída (CASTRO, 2003; TUPPER; RESENDE, 2004; SAMPAIO; SAMPAIO, 2007; GRIGOLIN, 2007; CRUZ; RAMOS, 2012; BARBOSA; BASTOS, 2013).

Quanto ao modelo escolhido (CCR ou BCC), 37% (ou 6 trabalhos) utilizaram o modelo CCR e 63% (ou 10 trabalhos) utilizaram o modelo BCC. Quanto à orientação do modelo, 40% (ou 4 pesquisas) utilizaram orientação para Entrada e 60% (ou 6 pesquisas) utilizaram orientação para Saída. Os autores que combinaram os dois modelos analisaram efeitos e eficiência de escala, que é a razão entre os resultados das eficiências do modelo CCR e BCC. (CARMO, 2003; MOTTA; MOREIRA, 2004; GRIGOLIN, 2007; CARVALHO, 2014), além da Eficiência Técnica Total, obtida do CCR; da Eficiência Técnica Pura, obtida do BCC. Vale destacar que Carvalho (2014) utilizou os dois modelos porém considerou o BCC orientado para Saída como seu modelo principal.

Escolher o modelo DEA BCC – Retorno Variável de Escala significa considerar que as especificidades do setor dos SAA e SES, a saber: a heterogeneidade do tamanho dos prestadores de serviço e as diferentes tecnologias empregadas, são fatores chave para determinar o desempenho dos prestadores de serviço. (CASTRO, 2003; BARBOSA; BASTOS, 2013).

Orientar para a Saída é ser coerente com a necessidade de expansão do setor, maximizando o atendimento e a cobertura dos SAA e SES e universalizando o saneamento. Vale destacar que a maioria das pesquisas desta Revisão de Literatura representa o Brasil como um todo, em que a realidade é: metade dos brasileiros não tem acesso à coleta de esgoto; apenas metade do esgoto coletado é tratado e o índice de perdas na distribuição é da ordem de 37%. (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015).

A “Categoria 4 – Tempo com a DEA” analisa os trabalhos quanto aos anos avaliados. Ela é dividida em duas categorias: (1) Tipo de Avaliação, se o trabalho realiza avaliação “Anual” ou de “Período” e (2) Quantidade de vezes que o ano foi avaliado. (TABELA 6).

Tabela 6. Revisão de Literatura: Tempo com DEA.

Autor	Carmo (2003)		Castro (2003)	Motta e Moreira (2004)	Tupper e Resende (2004)	Sampaio e Sampaio (2007)	Périco, Santana e Rebellato (2008)	Grigolin (2007)	Sato (2011)	Barbosa e Bastos (2013)	Scaratti, Michelon e Scaratti (2013)	Carvalho (2014)	Oc.	%
	A	A	P=5	P=5	P=6	P=13	P=10	P=4	A	A	P=2			
Pré MC	1995						X	X					2	4
	1996				X		X	X					3	6
	1997				X		X	X					3	6
	1998			X	X	X	X	X					5	10
	1999			X	X	X	X	X					5	10
	2000	X	X	X	X	X	X	X					7	14
	2001			X		X	X	X					4	8
	2002			X		X	X	X					4	8
	2003					X	X	X					3	6
	2004						X	X					2	4
	2005						X		X				2	4
	2006						X		X			X	3	6
	Pós MC	2007						X		X				2

Tabela 6. Revisão de Literatura: Tempo com DEA. (continuação)

Autor	Carmo (2003)	Castro (2003)	Motta e Moreira (2004)	Tupper e Resende (2004)	Sampaio e Sampaio (2007)	Périco, Santana e Rebellato (2008)	Grigolin (2007)	Sato (2011)	Barbosa e Bastos (2013)	Scaratti, Michelon e Scaratti (2013)	Carvalho (2014)	Oc.	%
Tipo	A	A	P = 5	P = 5	P = 6	P = 13	P = 10	P = 4	A	A	P = 2		
Pós MR													
2008								X				1	2
2009												0	0
2010									X	X		2	4
2011											X	1	2
Total												49	100

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: MR = Marco Regulatório; A = Avaliação Anual; P = Avaliação de Período, em anos; Oc = Ocorrências (em número).

Conforme a Tabela 6, o tipo de avaliação mais utilizado foi o Período. Quatro (ou 37%) dos trabalhos realizaram o tipo Anual (CARMO, 2003; CASTRO, 2003; BARBOSA; BASTOS, 2013; SCARATTI; MICHELON; SCARATTI, 2013) e sete (ou 63%) dos trabalhos realizaram o tipo Período (MOTTA; MOREIRA, 2004; TUPPER; RESENDE, 2004; SAMPAIO; SAMPAIO, 2007; PÉRICO; SANTANA; REBELLATO, 2008; GRIGOLIN, 2007; SATO, 2011; CARVALHO, 2014).

Destaque para: o ano 2000, que foi o mais avaliado, com sete avaliações (CARMO, 2003; CASTRO, 2003; MOTTA; MOREIRA, 2004; TUPPER; RESENDE, 2004; SAMPAIO; SAMPAIO, 2007; GRIGOLIN, 2007; PÉRICO; SANTANA; REBELLATO, 2008); os anos 2008 e 2011, avaliados apenas uma vez (SATO, 2011; CARVALHO, 2014). O ano de 2009 não foi avaliado. A linha em negrito indica a promulgação do marco regulatório do setor do saneamento, ocorrido em 2007. Cinco anos foram avaliados pós marco regulatório.

Os trabalhos que realizaram avaliação tipo Período são discutidos na “Categoria 5 – DEA: Tempo”. Ela analisa os trabalhos quanto à dois aspectos: (1) ao método de análise do tempo (Índice de Malmquist ou Análise de Janela) e (2) ao período avaliado (quantidade de anos e se consecutivos ou não). Dos 12 trabalhos da Revisão de Literatura, sete (ou 58%) avaliam no tempo. O método de análise do tempo mais utilizado foi o Janela de Análise (71% ou 5 trabalhos). Considerando anos consecutivos, o período mais longo tem treze anos e o mais curto tem quatro anos. Um trabalho avaliou anos não-consecutivos. (TABELA 7).

Tabela 7. Revisão de Literatura: DEA: Tempo

Método	Índice de Malmquist	Análise de Janela	Autor
Método da Pesquisa	x		Motta e Moreira (2004) = Período 5 anos consecutivos
		x	Tupper e Resende (2004) = Período 5 anos consecutivos
		x	Sampaio e Sampaio (2007) = 6 anos consecutivos
		x	Grigolin (2007) = Período 10 anos consecutivos
		x	Périco, Santana e Rebellato (2008) = Período 13 anos consecutivos
		x	Sato (2011) = Período 4 anos consecutivos
	x		Carvalho (2014) = Período 2 anos não consecutivos
Total	2	5	
%	29%	71%	

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme a Tabela 7, o método mais utilizado foi o Análise de Janela. Considerando sete trabalhos, o Índice de Malmquist foi utilizado em dois (ou 29%) (MOTTA; MOREIRA, 2004; CARVALHO, 2014) e a Análise de Janela foi utilizada em cinco (ou 71%) (TUPPER; RESENDE, 2004; SAMPAIO; SAMPAIO, 2007; PÉRICO; SANTANA; REBELLATO, 2008; GRIGOLIN, 2007; SATO, 2011). Considerando anos consecutivos, o período mais curto tem quatro anos (SATO, 2011) e os mais longos tem dez (GRIGOLIN, 2007) e treze anos (PÉRICO; SANTANA; REBELLATO, 2008). Anos não consecutivos foram avaliados por um trabalho (CARVALHO, 2014), que considerou dois anos de análise.

3.5. Indicadores de Desempenho no Setor de Saneamento

Indicadores de Desempenho são medidas relativas às atividades e comportamentos dos *stakeholders* dos SAA e SES. Expressam o nível de performance numa certa área durante um certo período de tempo, permitindo comparações precisas com unidades semelhantes e simplificando análises complexas. (ALEGRE, 1999).

A importância do uso de IDs para os SAA e SES vem crescendo pois avalia a eficiência do prestador de serviço como um todo e/ou suas unidades de gerenciamento, traçando o desempenho ao longo de um período e comparando unidades semelhantes. A aplicação dos Indicadores de Desempenho se dá em

diferentes níveis: do regional, ao nacional, permitindo comparações com outras regiões do mundo. (ALEGRE, 1999).

A necessidade de aumentar a eficiência e eficácia dos SAA e SES não é nova e não explica por si só o interesse em avaliar os ID. Assim, as vantagens do uso de ID para alguns *stakeholders* do setor estão relacionadas no Quadro 8.

Quadro 8. Motivações do uso de ID para os diferentes *stakeholders* do SAU

<i>Stakeholders</i>	<i>Vantagens</i>
Prestador de Serviços	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O processo de tomada de decisão é baseado nas informações disponíveis. O uso de ID confiáveis aumenta o tempo e a qualidade da resposta dos gerentes ao mesmo tempo que facilita o monitoramento dos efeitos das decisões; ✓ Oferecimento de informações chaves, permitindo reforço de abordagens proativas de gerenciamento, em oposição à tradicional abordagem reativa; ✓ Evidencia as forças e fraquezas dos departamentos dos prestadores de serviço, incentivando a adoção de medidas corretivas, realocação de recursos humanos para aumentar a produtividade e modernizar procedimentos de rotina ✓ Possibilita implementar rotinas de <i>benchmarking</i>, tanto internamente, comparando o desempenho em diferentes áreas, tanto externamente, comparando-se com outros prestadores; a prática de <i>benchmarking</i> cria competição saudável e naturalmente promove o aumento da performance; ✓ Facilita o processo de auditoria, uma vez que é linguagem técnica comum entre os auditores e os prestadores de serviço
Poder público	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ter visão global e comparativa da performance dos prestadores de SAA e SES, identificando fraquezas e promovendo políticas corretivas, tais como alocação de fundos em situações normais e de crises ou proposição de novas regulações; ✓ Suportar a formulação de políticas setoriais para o setor de águas com a integração do gerenciamento dos recursos hídricos, o que é particularmente importante no escopo do planejamento de alocação de recursos hídricos, investimentos e novas ferramentas de regulação.
Regulador	<p>O setor atua em monopólio natural e impacta na qualidade da saúde pública e na qualidade de vida da população. Além disso:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento da eficiência e eficácia da atividade de regulação para ampliar o controle da prestação de serviço sem prejudicar usuários e contribuintes do setor público; ✓ Acompanhamento e verificação do cumprimento dos contratos de concessão através da assistência do atendimento de metas operacionais e avaliação do equilíbrio econômico e financeiro da prestação dos serviços do saneamento; ✓ Redução das assimetrias de informação entre agentes envolvidos e aumenta a transparência das ações dos PS públicos e entidades gestoras.
Consumidor	<p>Os Indicadores de Desempenho traduzem processos complexos em informações de fácil entendimento. Eles são o meio adequado de transmitir aos consumidores a medida de qualidade de serviço que lhes é oferecida.</p>

Fonte: Elaborado pela autora com base em Alegre (1999) e Silva e Basílio Sobrinho (2006)

Menezes e Simas (2012) comentam que a utilização de IDs pode ter duas abordagens distintas, originadas de definições diferentes de “qualidade” entre os *stakeholders*. A primeira abordagem é feita através de indicadores objetivos de desempenho e mostra a visão do PS sobre a qualidade de serviço que ofereceu;

portanto, o PS define o que é “qualidade”. A segunda é realizada através da percepção do usuário sobre o serviço recebido, com foco na sua expectativa quanto ao serviço ofertado; dessa forma, a PU define o que é “qualidade”. Evidenciam ainda que, em relação ao ponto de vista gerencial, é importante diferenciar as duas abordagens pois é comum que determinado aspecto de serviço alcance sua meta de desempenho objetivo porém seja insatisfatório pelo ponto de vista do usuário que de fato recebeu o serviço.

De acordo com Von Sperling e Von Sperling (2012), os dois grandes impedimentos para implementar e utilizar IDs na avaliação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário são a confiabilidade dos dados primários e a clareza nas definições.

Em relação ao primeiro entrave, Von Sperling e Von Sperling (2012) e Molinari (2006) concordam que a qualidade das variáveis que compõem os indicadores é determinante para a interpretação correta dos resultados e que os dados devem ser os mais exatos possíveis para que os IDs representem fielmente a realidade. Assim, padronizar procedimentos para coletar informações, avaliar ID e reportar os resultados tem sido cada vez mais aceitos como aspectos importantes para aumentar a qualidade dos serviços fornecidos aos usuários. (ALEGRE, 1999).

O segundo entrave refere-se à definição dos IDs. Os resultados das avaliações de desempenho e sua aplicação em análises comparativas só fazem sentido quando os indicadores possuem definição clara; significado conciso; interpretação única e processamento e cálculos detalhados, especificando tanto as variáveis utilizadas quanto o período de tempo considerado. (ALEGRE *et. al*, 2004; VON SPERLING; VON SPERLING, 2012).

Dessa forma, Von Sperling e Von Sperling (2012) relatam que a falta de consenso em relação ao acordo dos conjuntos comuns de indicadores; suas respectivas definições e as diferentes metodologias de obtenção dos dados primários fazem com que os resultados das iniciativas internacionais de desempenho não sejam, em geral, comparáveis.

Os principais sistemas de IDs para avaliação da prestação de serviço de SAA e SES, utilizados no Brasil e no mundo, foram apresentados por Carvalho (2013) e Von Sperling (2010). Apesar de existirem outros sistemas de ID utilizados no Brasil, tais como os apresentados pelos autores, a saber: o PNQS (Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento), a ABAR (Associação Brasileira das

Agências de Regulação) e a PNSB (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico), o sistema escolhido para esta dissertação foi o SNIS.

Justifica-se a escolha porque o SNIS é um banco de dados propício para ser avaliado pelo DEA. Além de ser o maior e mais importante banco de dados do setor do saneamento no Brasil (MIRANDA,2007) e estar presente em todos os trabalhos da revisão bibliográfica nacional, o SNIS é compatível com os critérios de Homogeneidade propostos por Dyson *et al.* (2001), Golany e Roll (1989) e Ozbek; de La Garza e Triantis(2009), já que fornece dados de municípios que produzem serviços comuns; informações e indicadores que podem ser interpretados como variáveis de Entrada, de Saída e de Análise; com o critério de Seleção do número de UDs, uma vez que disponibiliza dados sobre abastecimento de água de 5088 municípios e esgotamento sanitário de 3799 municípios (SNIS,2015) e com os níveis de seleção de UDs propostos por Golany e Roll (1989), uma vez que o sistema coleta dados anualmente dos PS desde 1995 permitindo avaliar os municípios num mesmo período de tempo ou um único município em diferentes períodos de tempo.

Ademais, o fato do SNIS considerar que a base das informações deve ser o município e não o PS, já que dados de pequenos sistemas são mascarados quando agregados para o PS como um todo (SNIS, 2015), é compatível com a essência desta dissertação, que avalia o SAA e SES através de diferentes perspectivas.

3.6. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS

3.6.1. Histórico – SNIS

Os sistemas de informação são entendidos como instrumento primordial do setor público e da iniciativa privada, preocupados com a eficiência, qualidade de serviços e eficácia, por isso o gerenciamento da informação (obtenção, tratamento, armazenamento e recuperação) exige um trabalho minucioso e constante. (MIRANDA, 2007).

No contexto do PLANASA, institui-se um sistema de avaliação de desempenho com foco em indicadores de eficiência gerencial e operacional dos serviços operados pelas Companhias Estaduais de Saneamento Básico no sentido

de verificar a conformidade de cada prestador com relação ao cumprimento das metas de eficiência. (VON SPERLING, 2010).

Os relatórios eram publicados nos Catálogos Brasileiros e de Engenharia Sanitária Ambiental (CABES) durante o período de 1977 a 1995. A principal contribuição não foi a de verificar a eficiência dos prestadores, mas sim a de formar uma base informacional organizada para o setor. (SILVA; BASÍLIO SOBRINHO, 2006).

Criar e operar um sistema de informações sobre saneamento era fundamental para a execução dos objetivos propostos pela Política Nacional de Saneamento. Assim, em 1996, o Governo Federal criou o SNIS por meio do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS). (MIRANDA, 2007).

Em 2007, a LNSB estabeleceu que o Ministério das Cidades deveria criar e administrar o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), que incorporará o atual SNIS. O SNIS é vinculado ao Governo Federal por meio do Ministério das Cidades e dentro do Ministério das Cidades é vinculado à Secretaria Nacional do Saneamento Ambiental (SNSA). A SNSA e o Ministério das Cidades iniciaram o Projeto de Desenvolvimento e Implantação do SINISA em 2015, no intuito de cumprir o art. 53 da LNSB e que instituiu o SINISA e seus objetivos, já que SNIS cumpria parcialmente aos objetivos estabelecidos pela legislação. (BRASILb).

O SNIS é, portanto, amparado por um banco de dados gerenciado pela esfera federal, que contém informações de cunho operacional, gerencial, financeiro e de qualidade, sobre a prestação de serviços de água, esgoto, manejo de resíduos sólidos urbanos (MIRANDA, 2007). Atualmente coleta informações referentes aos sistemas de água pluviais, fechando as quatro dimensões do Saneamento Básico, conforme estipulado na LNSB. (BRASILb).

Os dados de água e esgoto são atualizados, anualmente e de maneira consecutiva, pelos prestadores de serviços do Brasil, desde o ano-base de 1995, por meio do Diagnóstico Anual de Água e Esgotos. Já os dados do manejo de resíduos sólidos são atualizados pelo “Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos” desde o ano 2002. (BRASILb).

Os diagnósticos fornecem as informações coletadas; indicadores calculados a partir delas; sínteses das metodologias aplicadas; glossários de termos e relações de indicadores. São produtos do SNIS: a série “Visão Geral da

Prestação de Serviços de Água e Esgotos”; o “Aplicativo da Série Histórica do SNIS”; o “Glossário”, com termos e grandezas das informações e a “Relação de Indicadores”, com os cálculos e fórmulas dos indicadores utilizados. (MIRANDA, 2007).

No âmbito federal, a informação é utilizada para planejar e executar políticas públicas, orientar investimentos, avaliar desempenho de serviços, acompanhar programas e formular estratégia. Nos âmbitos estadual e municipal, a informação é utilizada para regular, fiscalizar e elevar níveis de eficiência e eficácia dos PS por meio do conhecimento da sua realidade, incentivar a participação da sociedade no controle social ao monitorar e avaliar políticas públicas e orientar investimentos e tarifas. (MIRANDA, 2007).

Miranda (2007) afirma ainda que os principais objetivos do SNIS são: planejar e executar políticas públicas; orientar a aplicação de recursos; avaliar o desempenho dos serviços; aperfeiçoar a gestão aumentando a eficiência e eficácia; orientar a regulação e fazer *benchmarks* para aferir desempenhos. A base de dados do SNIS contribui para estabelecer uma linguagem única para o setor do saneamento, possibilitando integrar bancos de dados diferentes e realizar *benchmarking* entre os PS.

Miranda (2007) propõe, designando o DAAE, aplicar o SNIS para avaliar o desempenho dos prestadores de serviço ao longo do tempo, comparando-os com outros prestadores; cobrar, por parte do poder municipal e estadual, melhoria de desempenho dos prestadores de serviços; verificar se o prestador de serviço é transparente, ou seja, verificar se a sociedade (ONGs, população, políticos, imprensa) conhece a situação do prestador de serviço e priorizar investimentos, por parte do poder público federal.

3.6.2. *Dados e tipologia dos prestadores de serviços*

A adimplência com o fornecimento dos dados ao SNIS é condição para acessar os recursos de investimento do Ministério das Cidades. Apesar da participação do prestador de serviço ser voluntária, os programas de investimentos do Ministério das Cidades, incluindo o Programa de Aceleração do Crescimento, exigem o envio regular de dados aos SNIS como critério de seleção, hierarquização e de liberação de recursos financeiros. (BRASILb).

A adimplência é concedida ao prestador de serviço e extensiva ao município em que o prestador opera. Ela ocorre separadamente para água e esgoto, assim uma Companhia Estadual que é responsável pelos serviços de água no município pode enviar os dados mas a prefeitura, que responde pelos serviços de esgoto, pode não enviar. Dessa forma, o município se torna adimplente para água e não para esgotos. (BRASILb).

As informações são coletadas exclusivamente via *web* por meio do sistema SNISWeb. Este sistema possui mecanismos de análise de consistência dos dados, o que alerta o prestador de serviço sobre inconsistências no preenchimento dos formulários. Quando as inconsistências são desvios dos dados na comparação de parâmetros de referências ou com as informações históricas do prestador de serviço, o SNISWeb indica um “Aviso”, o que não impede o prestador de Serviço de continuar preenchendo o formulário. Quando a análise identifica “Erro”, o sistema impede a finalização do preenchimento dos formulários até que a questão seja resolvida. (BRASILb).

O SNIS utiliza dois formulários para coletar dados: os Completos e os Simplificados. No primeiro momento do preenchimento dos dados no SNISWeb, o prestador de serviço indica se o município possuiu sistema público, de água ou esgoto. Se sim, o SNISWeb direciona para o preenchimento dos formulários Completos. Se não, o SNISWeb direciona para o preenchimento dos formulários simplificados. (BRASILb).

Para cada formulário, o sistema exige o preenchimento mínimo de 75% dos campos das Informações Cadastrais; Financeiras; Operacionais de Água; Operacionais de Esgoto; Qualidade dos Serviços; Plano Municipal de Saneamento Básico e Tarifas, sendo que existem 79 informações obrigatórias, ou seja, que necessariamente devem ser fornecidas pelos prestadores de serviços para todos os municípios em que opera. Além disso, o sistema exige o preenchimento de 100% dos formulários de Informações Gerais e de Balanço. Dessa forma, o SNIS exige 113 informações obrigatórias, sendo que o não preenchimento impossibilita a finalização da coleta dos dados. (BRASILb).

As informações primárias, dados primários coletados ou resultados de contagens ou medições, são organizadas conforme sua natureza constituindo “famílias”, identificadas por letras e números. Em relação as Informações, o DAAE apresenta as seguintes famílias (BRASILb):

1. Informações Gerais – GE: Informações de caráter geral sobre a prestação dos serviços (e.g.: população total e urbana; quantidade de empregado do prestador de serviços; situação dos contratos de delegação formal);
2. Informações Operacionais Água – AG: Informações Operacionais dos sistemas de abastecimento de Água (e.g.: quantidade de ligações, de economias, volumes; extensão da rede);
3. Informações Operacionais Esgoto – ES: Informações Operacionais dos sistemas de Esgotamento Sanitário (e.g.: quantidade de ligações, de economias, volumes; extensão da rede);
4. Informações Financeiras – FN: Informações de receitas, despesas e investimentos efetivamente realizados no ano compatível com a legislação contábil que rege os tipos de prestadores de serviço;
5. Informações Econômico-financeiras dos balanços contábeis – BL: Informações extraídas do balanço patrimonial das empresas regidas pela Lei das S/A (Lei nº 6.404/76). Diferem das Informações Financeiras pois se tratam de valores efetivamente contabilizados.

Os Indicadores, informações obtidas pelo cruzamento de duas ou mais informações primárias para processo de análise, constituem as seguintes “famílias” (BRASILc):

- ✓ Indicadores Econômico-financeiros e Administrativos, tais como a “Despesa média anual por empregado” (I008) e o “Índice de Evasão de receitas” (I029)
- ✓ Indicadores Operacionais – Água, como por exemplo o “Índice de faturamento de Água” (I028) e o “Índice de consumo de água” (I052)
- ✓ Indicadores Operacionais – Esgoto, tais como o “Índice de coleta de esgotos” (I015) e o “Índice de esgoto tratado referente a água consumida” (I046)
- ✓ Indicadores de Balanço Contábil, como por exemplo a “Margem Operacional com depreciação” (I065) e o “Grau de Endividamento” (I063).
- ✓ Indicadores sobre Qualidade dos Serviços, tais como a “Incidência das análises de cloro residual fora do padrão” (I075) e o “Índice de conformidade da quantidade de amostras” (I080).

A análise de consistência das informações enviadas é realizada em duas etapas distintas: a primeira é durante o preenchimento dos formulários do SNISWeb, que analisa a informação considerando o próprio ano e anos anteriores

e a segunda é feita pela equipe técnica do SNIS, que realiza outra análise de consistências. (BRASILb).

Os prestadores de serviço são organizados quanto à sua tipologia, que considera três aspectos: (1) a Abrangência da sua atuação, que os diferencia em relação à quantidade e complexidade dos seus sistemas físicos, político/institucionais e espaciais/geográficos; (2) a sua Natureza jurídico-administrativa, que os diferencia do ponto de vista legal e administrativo e (3) as modalidades de serviços de saneamento, que os diferencia quanto aos serviços oferecidos: abastecimento de água e/ou esgotamento sanitário. (BRASILb).

Em relação à Abrangência, os prestadores de serviço são divididos em três categorias: (1) de Abrangência Regional, entidades constituídas a fim de operar e administrar sistemas, que atendem vários municípios com sistemas isolados ou integrados. Compreendem as companhias estaduais; (2) de Abrangência Microrregional, entidades constituídas a fim de operar e administrar sistemas, que atendem a mais de um município, com sistema integrado e/ou isolado, normalmente adjacentes e agrupados em pequena quantidade. Compreendem os consórcios intermunicipais e (3) de Abrangência Local, entidades legais constituídas a fim de operar e administrar sistemas no município em que está sediada. Eventualmente e na maioria das vezes em caráter não oficial, atendem a frações de municípios adjacentes. Compreendem os serviços municipais públicos ou privados. (BRASILb).

Quanto à Natureza jurídico-administrativa, os prestadores de serviço são organizados em sete categorias: (1) Administração Pública Direta Centralizada, que são secretarias, departamentos ou outros órgãos da administração pública direta centralizada; (2) Autarquias, entidades de personalidade jurídica de direito público, criada por lei específica, com patrimônio próprio, atribuições públicas específicas e autonomia administrativa sob controle estadual ou municipal; (3) Empresa pública, entidade paraestatal, criada por lei, com personalidade jurídica de direito privado, com capital exclusivamente público, composta de uma ou várias entidades de capital público; (4) Sociedade de Economia Mista com Gestão Pública, entidade paraestatal, criada por lei, com capital público e privado, maioria pública nas ações com direito a voto, de gestão exclusivamente pública com todos os dirigentes indicados pelo poder público; (5) Sociedade de Economia Mista, entidades paraestatais, criadas por lei, com capital público e privado, participação dos sócios

privados na gestão dos negócios, em que um ou mais dirigentes são escolhidos e designados por sócios privados; (6) Empresa Privada, empresa de capital predominantemente ou integralmente privado, administrada exclusivamente por particulares e (7) Organização Social: entidade da sociedade civil organizada, sem fins lucrativos, para qual a administração dos serviços tenha sido delegada, tais como as associação de moradores. (BRASILb).

Para divulgar os dados, o SNIS trabalha com dois grupos: as entidades de direito público e as de direito privado. As de direito público são entidades de administração direta centralizada e descentralizada. As primeira são as da categoria (1) – Administração Direta Centralizada, enquanto que as segundas são as da categoria (2) – Autarquias. As de direito privado são as entidades das outras cinco categorias: (3) Empresas públicas; (4) Sociedade de Economia Mista com Gestão Pública e (5) Sociedade de Economia Mista com Gestão Privada; (6) Empresas privadas e as (7) Organizações Sociais. Vale destacar que todas as companhias estaduais de saneamento e os serviços municipais constituídos sob forma de empresa são entidades de direito privado, mesmo que administrados pelo poder público. (BRASILb).

O SNIS divulga os dados em cinco categorias: (1) Prestadores de Serviço de Abrangência Regional, que são todos de direito privado, excluindo as Autarquias Departamento Estadual de Pavimentação e Saneamento - DEPASA/AC e Agência Tocantinense de Saneamento - ATS/TO; a Empresa Privada SANEATINS/TO e a Empresa Pública Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais - COPANOR/MG; (2) Prestadores de Serviço de Abrangência Microrregional, de direito público ou privado; (3) Prestadores de Serviço de Abrangência Local de Direito Público, que são as Autarquias e as Entidades de Administração Direta; (4) Prestadores de Serviço de Abrangência Local de Direito Privado, Empresas Públicas municipais e Sociedades de Economia Mista municipal e (5) Prestadores de Serviço de Abrangência Local Privados, empresas privadas com atuação no nível municipal. (BRASILb).

Quanto à modalidade, o SNIS enquadra os prestadores de serviço em três categorias: (1) presta somente serviços de água, em que o prestador opera somente sistemas de abastecimento de água; (2) presta somente serviços de esgoto, em que o prestador opera somente sistemas de esgotamento sanitário e

(3) presta serviços de água e esgoto, em que o prestador opera serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. (BRASILb).

3.6.3. Análise Crítica

Quatro considerações são importantes quando se trabalha com o SNIS: (1) o envio das informações; (2) a confiabilidade dos dados enviados; (3) a quantidade dos dados enviados e (4) Foco implícito. (VON SPERLING; VON SPERLING, 2012; CARVALHO, 2013).

Quanto à primeira consideração, é importante entender que o SNIS contribui para a formação de um banco único de informação para comparações de âmbito nacional, auxilia à formulação de políticas públicas e será parte integrante do SINISA. (VON SPERLING; VON SPERLING, 2012).

Em relação à segunda consideração, é interessante o Prestador de Serviço avaliar a exatidão e a confiabilidade das informações a serem enviadas para o SNISWeb. A Matriz dos Níveis de Confiança, proposta pela *Office of Water Services* e recomendada pela ABNT NBR ISO 24510, pode ser utilizada para minimizar os desvios dos dados gerados pelos próprios prestadores de serviço. (VON SPERLING; VON SPERLING, 2012). Vale destacar que o próprio *software* disponibilizado pelo SNIS tem formas de indicar inconsistências nos dados quando o Prestador de Serviço preenche os formulários. (BRASILb).

Quanto à terceira consideração, se percebe claramente a predominância dos indicadores relacionados aos serviços de abastecimento de água em detrimento aos serviços de esgotamento sanitário. Ela ocorre devido a extensa cobertura dos serviços de abastecimento de água no Brasil e a influência da PLANASA, que na época priorizava o abastecimento de água. (VON SPERLING; VON SPERLING, 2012).

Em relação à quarta e última consideração, se percebe que o SNIS tem foco implícito nos Prestadores de Serviço em detrimento dos outros interessados da cadeia, em especial usuários dos sistemas. (CARVALHO, 2013).

4. ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

Incluem-se no Universo de Pesquisa 19 dos 20 municípios que compõem a Região Metropolitana de Campinas – RMC: Americana, Artur Nogueira, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Morungaba, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara d'Oeste, Santo Antônio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo. Exclui-se o município de Campinas por ser um *outlier*. Vale destacar que os prestadores de serviços atuam com abastecimento de água e com esgotamento sanitário.

As variáveis foram coletadas do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – ano referência 2015; do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – ano referência 2014, ambos documentos públicos disponibilizados pelo Ministério das Cidades por meio do SNIS, e também da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – Fundação SEADE por meio do produto Informações dos Municípios Paulistas – IMP.

Quanto ao período analisado, esta pesquisa abrange os anos de 2014 e 2015. Esta limitação é decorrente da publicação dos relatórios “Diagnósticos do Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2014” e “Diagnósticos do Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2015”, últimos disponíveis até a data da coleta de dados estipulada no cronograma desta pesquisa.

3.7. Caracterização do Objeto de Pesquisa

O Universo de Pesquisa possui área de 2997,25 km², representativos de 1,2% da área do ESP e 79,05% da área da RMC, com destaque para os municípios de Itatiba, que tem a maior – 322,28 km², e de Hortolândia, que tem a menor área – 62,42 km²; uma população urbana de 1,9 milhão de habitantes, representativa de 4,5% do ESP e 62,20% da RMC, com destaque para os municípios de Sumaré, com a maior população urbana – 271 mil habitantes, e de Holambra, com a menor população urbana – 11 mil habitantes. (IMP, 2018).

A densidade demográfica do Universo de Pesquisa é de 763,12 hab/km², o que é quatro vezes maior que a de 177,23 hab/km² do ESP e inferior a de 823,66 hab/km² da RMC, com destaque para os municípios de Hortolândia, que possui a

maior densidade demográfica da RMC – 3566,95 hab/km², e Morungaba, que possui a menor densidade demográfica – 88,30 hab/km². (IMP, 2018).

A Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População Urbana (2010/2018) – TGCA é de 1,98% a.a, maior que a TGCA média do ESP, que é de 0,88% a.a, e da RMC, que é 1,38% a.a. Destacam-se os municípios de Holambra, com o maior TGCA – 4,40% a.a, e Santa Bárbara d'Oeste, com o menor TGCA – 0,49% a.a. A distância média até a cidade de São Paulo, capital do ESP, é de 119 km. (IMP, 2018).

O Grau de Urbanização é de 94,34%, inferior ao da RMC, que é de 97,57%, e do ESP, que é de 96,42%. Destacam-se os municípios de Hortolândia, com maior Grau de Urbanização – 100%, e de Engenheiro Coelho, com menor Grau de Urbanização – 75,58%. (IMP, 2018).

Em 2015, gerou um PIB de R\$ 116 bilhões, equivalente a 6% do PIB do ESP e a 67% do PIB da RMC. Destacam-se os municípios de Paulínia, com maior PIB – R\$ 27 bilhões, e de Engenheiro Coelho, com menor PIB – R\$ 373 milhões. (IMP, 2018). Quanto à tipologia, o PIB municipal é dividido em seis categorias. No Universo de Pesquisa predominam: Perfil Industrial com relevância no Estado – 36,84% e Perfil Industrial – 31,57%. (TABELA 8).

Tabela 8. Tipologia do PIB dos Municípios Paulistas - Ano 2008.

Tipo	Nº Municípios	%
Perfil Industrial	6	31,58%
Perfil industrial com relevância no Estado	7	36,84%
Perfil de serviços	4	21,05%
Perfil multissetorial	1	5,26%
Perfil agropecuário com relevância no Estado	1	5,26%

Fonte: Informações dos Municípios Paulistas. (SÃO PAULO, 2018).

Os dados que caracterizam os municípios do Universo de Pesquisa estão no Apêndice A.

Quanto ao atendimento dos serviços, houve aumento de 0,46% no atendimento de água e 1,57% no atendimento de esgoto do ano 2014 para o 2015. (TABELA 9).

Tabela 9. Comparação do Atendimento de Água e Esgoto dos anos 2014 e 2015.

Ano	Água				Esgoto			
	Pop. Urb (hab)	Pop. Atd. (hab)	Pop. Não.Atd. (hab)	Atd. (%)	Pop. Urb (hab)	Pop. Atd. (hab)	Pop. Não.Atd. (hab)	Atd. (%)
2014	1 840 338	1 805 292	35 046	98,10%	1 840 338	1 713 571	126 767	93,11%

Tabela 9. Comparação do Atendimento de Água e Esgoto dos anos 2014 e 2015. (continuação)

Ano	Água				Esgoto			
	Pop. Urb (hab)	Pop. Atd. (hab)	Pop. Não Atd. (hab).	Atd (%)	Pop. Urb (hab)	Pop. Atd. (hab)	Pop. Não.Atd. (hab)	Atd. (%)
2015	1 868 006	1 841 114	26 892	98,56%	1 868 006	1 768 723	99 283	94,69%

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015 (BRASILc) e Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014 (BRASILb). Legenda: Pop. Urb = População Urbana; Pop Atd. = População Atendida; Atd. = Atendimento; Pop. Não. Atd. = População Não Atendida.

Conforme a Tabela 9, a População Urbana aumentou em 27 668 habitantes, de 2014 para 2015. 35 822 habitantes passaram a ser atendidos com água e 55 152 com esgoto, de 2014 para 2015. No ano de 2015, ainda 26 892 pessoas não tinham atendimento com água e 99 283 não tinham com esgoto.

O Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano 2015 separa os Prestadores de Serviço quanto à sua: Abrangência, Natureza Jurídica e Direito. Predomina no universo de pesquisa: Abrangência tipo Local, Natureza Jurídica tipo Autarquia e Direito tipo Público. (TABELA 10).

Tabela 10. Tipologia dos PS do universo de pesquisa.

Ano	Abrangência		Natureza Jurídica			Direito			
	Tipo	Uni.	Tipo	Uni.	Tipo	Uni.			
2014	Local	14	73,68%	AT	10	52,63%	Público	13	68,42%
	Regional	5	26,32%	ADP	3	15,79%	Privado	6	31,58%
2015	Local	14	73,68%	SEMAP	6	31,58%	Público	13	68,42%
				AT	9	47,37%			
	Regional	5	26,32%	ADP	3	15,79%	Privado	6	31,58%
				EP	1	5,26%			

Fonte: Adaptado pela autora com dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015 (BRASILc) e Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014 (BRASILb). Legenda: ADP=Administração Pública Direta; SEMAP= Sociedade de Economia Mista com Administração Pública; AT= Autarquia; EP = Empresa Privada. A diferença quanto à Natureza Jurídica se dá porque o município de Sumaré era uma Autarquia em 2014 e os serviços passaram para uma Empresa Privada (Odebrecht Ambiental) em 2015.

As informações dos PS e níveis de atendimento estão no Apêndice B.

3.8. Caracterização quanto às variáveis utilizadas

As variáveis utilizadas nesta pesquisa foram: PIBC; DTS; EXTE; QRS; TMP e ART. (QUADRO 9).

Quadro 9. Descrição das Variáveis Utilizadas.

Nome	Sigla	Código SNIS	Descrição
Despesas Totais com os Serviços (em R\$/ano)	DTS	FN017	Valor anual total do conjunto das despesas realizadas para a prestação dos serviços, compreendendo Despesas de Exploração (DEX), Despesas com Juros e Encargos das Dívidas (incluindo as despesas decorrentes de variações monetárias e cambiais), Despesas com Depreciação, Amortização do Ativo Diferido e Provisão para Devedores Duvidosos, Despesas Fiscais ou Tributárias não Computadas na DEX, mas que compõem a DTS, além de Outras Despesas com os Serviços.
Arrecadação Total (em R\$/ano)	ART	FN006	Valor anual efetivamente arrecadado de todas as receitas operacionais, diretamente nos caixas do prestador de serviços ou por meio de terceiros autorizados (bancos e outros).
PIB per capita (R\$1000 correntes)	PIBC	X	Total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtoras, ou seja, a soma dos valores adicionados acrescida dos impostos, dividido pela população da respectiva agregação geográfica.
Tarifa Média Praticada (R\$/m ³)	TMP	IN004	$\frac{FN001}{AG011+ES007} \times \frac{1}{1000}$
Extensão da Rede de Esgoto (em km)	EXTE	ES004	Comprimento total da malha de coleta de esgoto, incluindo redes de coleta, coletores tronco e interceptores e excluindo ramais prediais e emissários de recalque, operada pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência.
Quantidade de Reclamações e Solicitações de Serviços (em Reclamações/ano)	QRS	QD023	Quantidade total anual de reclamações ou solicitações de serviços, que são as queixas de clientes e pedidos de serviços dirigidos de qualquer forma ao PS, referentes ao(s) sistema(s) de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Incluem-se aquelas de iniciativa do próprio prestador de serviços.

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015 e Informações dos Municípios Paulistas (SÃO PAULO, 2018).

Vale destacar que o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto (BRASILc, p.73) considera que a análise da QRS é mais expressiva que às demais informações de qualidade, a saber: paralizações no sistema; intermitência nos sistemas de água; extravasamentos nos sistemas de esgoto; qualidade da água distribuída e quantidade de serviços executados, pois o PS tem maior controle operacional.

No universo de pesquisa, o PIBC cresceu R\$ 180 mil ou 14,96%, de 2014 para 2015. Houve queda em sete municípios (ou 36,84% do Universo de Pesquisa) e aumento em 12 (ou 63,16% do Universo de Pesquisa). (TABELA 11).

Tabela 11. Variável PIBC - Anos 2014 e 2015.

Município	PIBC (em mil reais correntes) 2015	PIBC (em mil reais correntes) 2014	Variação	%
Americana	R\$ 45 266,76	R\$ 48 642,54	-R\$ 3 375,78	6,94%
Artur Nogueira	R\$ 19 635,76	R\$ 20 081,54	-R\$ 445,78	2,22%
Cosmópolis	R\$ 19 645,19	R\$ 19 191,29	R\$ 453,90	2,37%
Engenheiro Coelho	R\$ 20 340,01	R\$ 20 439,39	-R\$ 99,38	0,49%
Holambra	R\$ 61 226,50	R\$ 53 688,80	R\$ 7 537,70	14,04%
Hortolândia	R\$ 50 959,27	R\$ 48 981,85	R\$ 1 977,42	4,04%
Indaiatuba	R\$ 53 806,64	R\$ 54 622,78	-R\$ 816,14	1,49%
Itatiba	R\$ 48 487,80	R\$ 47 449,70	R\$ 1 038,10	2,19%
Jaguariúna	R\$ 176 708,23	R\$ 139 003,28	R\$ 37 704,95	27,13%
Monte Mor	R\$ 54 610,76	R\$ 55 506,92	-R\$ 896,16	1,61%
Morungaba	R\$ 31 505,93	R\$ 34 826,23	-R\$ 3 320,30	9,53%
Nova Odessa	R\$ 50 123,72	R\$ 45 808,11	R\$ 4 315,61	9,42%
Paulínia	R\$ 284 750,89	R\$ 158 898,68	R\$ 125 852,21	79,20%
Pedreira	R\$ 24 285,96	R\$ 23 471,89	R\$ 814,07	3,47%
Santa Bárbara d'Oeste	R\$ 28 593,84	R\$ 28 318,79	R\$ 275,05	0,97%
Santo Antônio de Posse	R\$ 37 307,35	R\$ 30 091,87	R\$ 7 215,48	23,98%
Sumaré	R\$ 48 061,85	R\$ 46 251,23	R\$ 1 810,62	3,91%
Valinhos	R\$ 44 597,72	R\$ 46 319,12	-R\$ 1 721,40	3,72%
Vinhedo	R\$ 107 493,74	R\$ 105 206,55	R\$ 2 287,19	2,17%
Total	R\$ 1 207 407,92	R\$ 1 026 800,56	R\$ 180 607,36	17,59%

Fonte: Adaptado pela autora com dados do IMP. Destacam-se os municípios de Morungaba, que teve a maior queda e Paulínia, que teve o maior aumento. Em que: PIBC = Produto Interno Bruto per capita.

Quanto à DTS, predominou aumento das despesas dos Prestadores de Serviço. De 2014 para 2015, a DTS cresceu 7,63%. Três municípios (ou 15,79% do Universo de Pesquisa) reduziram suas despesas enquanto que 16 (ou 84,21% do Universo de Pesquisa) aumentaram. (TABELA 12).

Tabela 12. Variável DTS - Anos 2014 e 2015.

Município	DTS (em mil reais) 2015	DTS (em mil reais) 2014	Variação	%
Americana	R\$ 44 494 883,29	R\$ 50 418 809,37	-R\$ 5 923 926,08	-11,75%
Artur Nogueira	R\$ 9 101 073,83	R\$ 8 109 542,61	R\$ 991 531,22	12,23%
Cosmópolis	R\$ 5 850 000,00	R\$ 4 000 000,00	R\$ 1 850 000,00	46,25%
Engenheiro Coelho	R\$ 1 517 534,95	R\$ 1 302 481,51	R\$ 215 053,44	16,51%
Holambra	R\$ 2 636 208,57	R\$ 1 581 345,37	R\$ 1 054 863,20	66,71%
Hortolândia	R\$ 62 586 364,25	R\$ 56 338 432,11	R\$ 6 247 932,14	11,09%
Indaiatuba	R\$ 68 386 181,37	R\$ 61 386 412,59	R\$ 6 999 768,78	11,40%
Itatiba	R\$ 43 351 549,09	R\$ 34 511 680,44	R\$ 8 839 868,65	25,61%
Jaguariúna	R\$ 13 238 720,52	R\$ 12 771 461,45	R\$ 467 259,07	3,66%
Monte Mor	R\$ 23 600 633,10	R\$ 16 169 498,63	R\$ 7 431 134,47	45,96%
Morungaba	R\$ 4 093 509,48	R\$ 4 065 562,78	R\$ 27 946,70	0,69%
Nova Odessa	R\$ 20 321 918,03	R\$ 18 383 324,64	R\$ 1 938 593,39	10,55%

Tabela 12. Variável DTS - Anos 2014 e 2015. (continuação)

Município	DTS (em mil reais) 2015	DTS (em mil reais) 2014	Variação	%
Paulínia	R\$ 36 367 095,91	R\$ 33 912 449,03	R\$ 2 454 646,88	7,24%
Pedreira	R\$ 9 713 198,10	R\$ 9 278 386,68	R\$ 434 811,42	4,69%
Santa Bárbara d'Oeste	R\$ 55 920 558,22	R\$ 48 106 720,24	R\$ 7 813 837,98	16,24%
Santo Antônio de Posse	R\$ 2 805 124,57	R\$ 2 233 740,76	R\$ 571 383,81	25,58%
Sumaré	R\$ 45 336 239,00	R\$ 48 624 283,78	-R\$ 3 288 044,78	-6,76%
Valinhos	R\$ 33 524 239,14	R\$ 35 850 416,66	-R\$ 2 326 177,52	-6,49%
Vinhedo	R\$ 23 516 906,91	R\$ 23 402 566,51	R\$ 114 340,40	0,49%
Total	R\$ 506 361 938,33	R\$ 470 447 115,16	R\$ 35 914 823,17	7,63%

Fonte: Adaptado pela autora com dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015 (BRASILc) e Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014 (BRASILb). Destacam-se os municípios de Americana, que obteve a maior redução e de Holambra, que obteve o maior aumento. Em que: DTS – Despesas Totais com os Serviços.

No que tange à EXTE, houve aumento de 2% ou 127km da malha coletora, de 2014 para 2015. Um município (5,26% do UP) 11 municípios (ou 57,89% do UP) expandiram a malha coletora e sete (ou 36,84%) permaneceram estáveis. (TABELA 13).

Tabela 13. Variável EXTE - Anos 2014 e 2015.

Município	EXTE (em km) 2015	EXTE (em km) 2014	Variação	%
Americana	1353,95	1323,2	30,75	2,32%
Artur Nogueira	160,31	154,88	5,43	3,51%
Cosmópolis	182	180	2	1,11%
Engenheiro Coelho	44	38	6	15,79%
Holambra	44	44	0	0,00%
Hortolândia	278,53	278,53	0	0,00%
Indaiatuba	793,62	737,51	56,11	7,61%
Itatiba	148,84	148,84	0	0,00%
Jaguariúna	185	185	0	0,00%
Monte Mor	71,69	71,69	0	0,00%
Morungaba	33,58	33,58	0	0,00%
Nova Odessa	252,28	243,74	8,54	3,50%
Paulínia	190,2	190,2	0	0,00%
Pedreira	266,11	266,07	0,04	0,02%
Santa Bárbara d'Oeste	676,58	665,71	10,87	1,63%
Santo Antônio de Posse	78	75	3	4,00%
Sumaré	708	774,49	-66,49	-8,59%
Valinhos	612,3	608,28	4,02	0,66%
Vinhedo	339	272	67	24,63%
Total	6417,99	6290,72	127,27	2,02%

Fonte: Adaptado pela autora com dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015 (BRASILc) e Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014 (BRASILb). Destaque para o

município de Sumaré, que reduziu 66km (ou -8,59%) de malha coletora de 2014 para 2015 e para o município de Vinhedo, cuja malha coletora cresceu 67km (ou 24,63%).

Quanto à QRS, o número de reclamações/ solicitações de serviços aumentou em 82,79%, passando de 283 mil em 2014 para 518 mil em 2015. Sete municípios (ou 36,84% do UP) e 12 municípios (ou 63,16% do UP) aumentaram a QRS. (TABELA 14).

Tabela 14. Variável QRS - Anos 2014 e 2015.

Município	QRS (em nº) 2015	QRS (em nº) 2014	Variação	%
Americana	44 812	44 011	801	1,82%
Artur Nogueira	1 829	7 263	-5434	-74,82%
Cosmópolis	2 500	3 000	-500	-16,67%
Engenheiro Coelho	582	534	48	8,99%
Holambra	2 555	360	2195	609,72%
Hortolândia	46 152	23 065	23087	100,10%
Indaiatuba	45 603	56 121	-10518	-18,74%
Itatiba	23 682	11 148	12534	112,43%
Jaguariúna	8 837	6 227	2610	41,91%
Monte Mor	16 405	7 382	9023	122,23%
Morungaba	2 383	1 246	1137	91,25%
Nova Odessa	230	380	-150	-39,47%
Paulínia	20 433	10 202	10231	100,28%
Pedreira	6 957	5 559	1398	25,15%
Santa Bárbara d'Oeste	86 608	64 669	21939	33,93%
Santo Antônio de Posse	642	824	-182	-22,09%
Sumaré	194 557	16 025	178532	1114,08%
Valinhos	11 254	22 328	-11074	-49,60%
Vinhedo	2 197	3 163	-966	-30,54%
Total	518218	283507	234711	82,79%

Fonte: Adaptado pela autora com dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015 (BRASILc) e Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014 (BRASILb). Destaque para o município de Artur Nogueira, que conseguiu a maior redução; para o município de Sumaré, que teve o maior aumento e para o de Americana, que teve o menor aumento. Em que: QRS – Quantidade de Reclamações e Solicitações de Serviços.

Predominou aumento da TMP de 2014 para 2015. Três municípios (ou 15,79% do UP) reduziram o valor da TMP enquanto que 16 (ou 84,21% do UP) aumentaram o preço da Tarifa Média Praticada. (TABELA 15).

Tabela 15. Variável TMP - Anos 2014 e 2015.

Município	TMP (em R\$) 2015	TMP (em R\$) 2014	Variação (em R\$)	%
Americana	1,62	1,47	0,15	10,20%

Tabela 15. Variável TMP - Anos 2014 e 2015.

(continuação)

Município	TMP (em R\$) 2015	TMP (em R\$) 2014	Variação (em R\$)	%
Artur Nogueira	1,81	1,31	0,50	38,17%
Cosmópolis	0,99	0,75	0,24	32,00%
Engenheiro Coelho	1,10	0,84	0,26	30,95%
Holambra	1,43	0,91	0,52	57,14%
Hortolândia	2,36	1,99	0,37	18,59%
Indaiatuba	2,29	2,24	0,05	2,23%
Itatiba	2,52	2,12	0,40	18,87%
Jaguariúna	1,88	1,80	0,08	4,44%
Monte Mor	2,37	1,99	0,38	19,10%
Morungaba	2,30	1,95	0,35	17,95%
Nova Odessa	2,62	2,84	-0,22	-7,75%
Paulínia	2,70	2,36	0,34	14,41%
Pedreira	1,58	1,47	0,11	7,48%
Santa Bárbara D'Oeste	1,95	2,39	-0,44	-18,41%
Santo Antônio de Posse	0,76	0,99	-0,23	-23,23%
Sumaré	2,05	1,98	0,07	3,54%
Valinhos	2,52	2,18	0,34	15,60%
Vinhedo	2,80	2,58	0,22	8,53%
Média	1,98	1,80	0,18	10,22%

Fonte: Adaptado pela autora com dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015 (BRASILc) e Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014 (BRASILb). Destaque para os municípios: de Vinhedo, que tem a maior tarifa de 2015 (R\$ 2,80); de Santo Antônio de Posse, que tem a menor tarifa de 2015 (R\$ 0,76); de Nova Odessa, que tem a maior tarifa de 2014 (R\$2,84) e de Cosmópolis, que tem a menor tarifa de 2014 (R\$0,75). A maior redução foi do município de Santo Antônio de Posse (-23,23% ou R\$0,23) e o maior aumento foi do município de Holambra (+57,14% ou R\$0,52). Em que: TMP = Tarifa Média Praticada.

Apesar de 63,16% dos municípios aumentarem a Arrecadação Total no período, a ART média passou de R\$ 29 940 498,56, em 2014, para R\$ 27 103 744,23, em 2015, variação de -9,47% ou R\$ 2 836 754,33. (TABELA 16).

Tabela 16. Variável ART - Anos 2014 e 2015.

Município	ART (em R\$) 2015	ART (em R\$) 2014	Variação (em R\$)	%
Americana	84.657.680,00	96.265.267,32	-11.607.587,32	-12,06%
Artur Nogueira	9.681.974,52	7.735.003,76	1.946.970,76	25,17%
Cosmópolis	9.801.169,38	9.787.575,84	13.593,54	0,14%
Engenheiro Coelho	1.857.611,65	1.500.814,00	356.797,65	23,77%
Holambra	1.782.545,26	1.264.932,89	517.612,37	40,92%
Hortolândia	59.274.224,57	59.263.682,98	10.541,59	0,02%
Indaiatuba	97.243.935,36	108.411.815,32	-11.167.879,96	-10,30%
Itatiba	30.523.521,20	29.692.671,74	830.849,46	2,80%
Jaguariúna	13.196.514,19	12.388.608,86	807.905,33	6,52%
Monte Mor	13.031.623,46	12.423.094,76	608.528,70	4,90%
Morungaba	3.353.987,45	3.175.284,64	178.702,81	5,63%
Nova Odessa	17.129.750,49	17.854.467,85	-724.717,36	-4,06%

Tabela 16. Variável ART - Anos 2014 e 2015.

(continuação)

Município	ART (em R\$) 2015	ART (em R\$) 2014	Varição (em R\$)	%
Paulínia	35.537.245,31	33.661.750,01	1.875.495,30	5,57%
Pedreira	10.921.414,14	10.417.810,21	503.603,93	4,83%
Santa Bárbara D'Oeste	41.188.011,59	47.950.074,00	-6.762.062,41	-14,10%
Santo Antônio de Posse	2.960.084,10	2.880.720,77	79.363,33	2,75%
Sumaré	19.316.562,57	48.312.629,17	-28.996.066,60	-60,02%
Valinhos	38.680.862,59	39.624.226,68	-943.364,09	-2,38%
Vinhedo	24.832.422,51	26.259.041,78	-1.426.619,27	-5,43%
Média	27.103.744,23	29.940.498,56	-2.836.754,33	-9,47%

Fonte: Adaptado pela autora com dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015 (BRASILc) e Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014 (BRASILb). Sete municípios (ou 36,84%) reduziram a Arrecadação Total, com destaque para Sumaré, cuja arrecadação caiu 60,02% (ou R\$28,9 milhões). Doze municípios aumentaram a Arrecadação Total, com destaque para Holambra, que arrecadou +40,92% (ou R\$ 517 612,37). A variação negativa acontece porque os sete municípios deixaram de arrecadar R\$ 61,6 milhões enquanto que os outros 12 municípios arrecadaram R\$7,7 milhões.

Destaca-se que a análise individual das variáveis possibilita conclusões específicas, porém não permite identificar *benchmarks*.

5. METODOLOGIA

Esta seção apresenta a metodologia utilizada nesta pesquisa. (FIGURA 16).

Figura 16. Esquema da dissertação.

CONTEXTUALIZAÇÃO			
Desafio da Universalização e Desafio dos Objetivos Conflitantes.			
Objetivo Geral			
Classificar, segundo a eficiência dos SAA e SES, os municípios da Região Metropolitana de Campinas, nos anos de 2014 e 2015, sob as perspectivas da População Usuária e do Prestador de Serviço			
Objetivos Específicos			
	<i>Fase</i>	<i>Prestador de Serviço – DEA PS</i>	<i>População Usuária – DEA PU</i>
1º DEA	1 e 2	Definir Objetivo do PS Seleção das Unidades de Decisão	Definir Objetivo da PU Seleção das Unidades de Decisão
	3	Definição das Entradas e Saídas	Definição das Entradas e Saídas
	4	Seleção Modelo e Orientação	Seleção Modelo e Orientação
	5	Aplicação do Modelo	Aplicação do Modelo
	6	Validação do Modelo: Análise de Sensibilidade (DEA Dual e DEA primal)	Validação do Modelo: Análise de Sensibilidade (DEA Dual e DEA primal)
	7	Análise dos Resultados	Análise dos Resultados
	2º IM	Verificar a eficiência dos SAA e SES da amostra através das duas perspectivas aplicando os resultados da 1º Etapa ao Índice de Malmquist.	
3º Ranking	1	Estabelecer uma escala para a perspectiva da População Usuária; para a perspectiva do Prestador de Serviço e para perspectiva conjunta de usuário e prestador de serviço para cada ano.	
	2	Avaliar comparativamente a colocação de cada município com relação à eficiência a partir da qual pode-se estabelecer políticas públicas de melhoria.	
4º Análise	Discutir como a análise da eficiência pode contribuir para uma melhor gestão dos SAA e SES na amostra.		

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: IM = Índice de Malmquist.

Aspectos importantes devem ser esclarecidos quanto à relação entre as duas DEA, denominadas “DEA PU”, que é a DEA utilizada para a População Usuária, e “DEA PS”, que é a DEA utilizada para o Prestador de Serviço. No primeiro momento, as duas DEA são independentes, daí cada uma delas requerer a definição das UD, das Entradas e Saídas e do Modelo/ Orientação (Fases 1 e 2 do 1º Objetivo Específico).

O relacionamento entre as DEA ocorre quando os resultados de cada uma são plotados no gráfico e analisados. (3º e 4º Objetivos Específicos). Quanto à definição das Unidades de Decisão, é fundamental que as duas DEA considerem as mesmas UD. Em relação à definição das Variáveis de Entrada e Saída e do Modelo/Orientação, destaca-se que não há necessidade de assumir que as

Variáveis e o Modelo/ Orientação para as duas DEA sejam os mesmos dada a independência no primeiro momento.

Vale lembrar os questionamentos iniciais desta pesquisa: (1) Que município foi mais eficiente da perspectiva do usuário residencial? (2) Que município foi mais eficiente da perspectiva do prestador de serviço? e (3) Que município foi, simultaneamente, mais efetivo da perspectiva do usuário residencial e mais eficiente da perspectiva do prestador de serviço?

5.1. Aplicação da “Metodologia para utilização da DEA”

5.1.1. Fase 1 – Definição dos Objetivos de Estudo

Esta dissertação deseja analisar o Saneamento Básico a partir de três visões diferentes: a visão da População Usuária; a visão do Prestador de Serviço e a visão conjunta da População Usuária e a do Prestador de Serviço. Motivado pela dificuldade de representar perspectivas diferentes - e muitas vezes conflitantes - num único modelo, este estudo propõe analisar a eficiência das Unidades de Decisão sob o ponto de vista da PU e do PS e colocar os resultados num espaço cartesiano em que cada eixo represente um *stakeholder*, como representado na seção “7. Resultados e Discussões”.

5.1.2. Fase 2 – Seleção e Definição das Unidades de Decisão

Os dois fatores importantes na seleção das UD são: o número de Unidades de Decisão e a Homogeneidade. (RAMANATHAN, 2003). Como não existe consenso em relação ao número de Unidades de Decisão, escolheu-se a regra proposta por Golany e Roll (1989) e Bowlin William (1987), em que o número de Unidades de Decisão é maior que duas vezes a soma do número de Entradas com o de Saídas. Conforme a comparação das regras de determinação do número de UDs, esta regra possibilita o uso de um menor número de Unidades de Decisão frente ao número de variáveis.

Quanto à Homogeneidade e conforme os três Critérios de Homogeneidade, definiu-se que um grupo homogêneo de Unidades de Decisão seria o composto por municípios localizados na região de governo da Região Metropolitana de Campinas. A RMC é composta por vinte municípios (Americana;

Artur Nogueira; Campinas; Cosmópolis; Engenheiro Coelho; Holambra; Hortolândia; Indaiatuba; Monte Mor; Morungaba; Nova Odessa; Paulínia; Pedreira; Santa Bárbara D'Oeste; Santo Antônio de Posse; Sumaré; Valinhos e Vinhedo) daí um conjunto total de vinte Unidades de Decisão, já que cada município corresponde à uma UD. Considerando a regra escolhida, o número máximo de variáveis deve ser nove.

Conforme sugerido por Golany e Roll (1989), este nível de seleção abrange organizações diferentes avaliadas num mesmo período de tempo.

5.1.3. Fase 3 – Definição das Variáveis de Entrada e Saída

Para compor a Lista Inicial de Variáveis, sugerida por Ozbek, de la Graza e Triantis (2009), analisou-se a Revisão de Literatura para estudar as Entradas e Saídas escolhidas pelos autores, conforme mostrado no item “Revisão de Literatura – 2ª Etapa: Análise dos Trabalhos”. A Lista Inicial de Variáveis está no Apêndice C.

A Lista Inicial foi composta pelas seguintes variáveis de Entrada: (I) Produto Interno Bruto *per capita*, em R\$1000 correntes; (II) DTS – Despesas Totais com os Serviços (FN017) em R\$/ano; (III) Extensão da Rede de Água (AG005) em km e (IV) Extensão da Rede de Esgoto em km. Quanto às Saídas, selecionaram-se: (I) Quantidade de serviços executados (QD024) em Serviços/ano; (II) Quantidade de reclamações e solicitações de serviços (QD023) em Reclamações/ano; (III) Tarifa Média Praticada (IN004) em R\$/ano; (IV) Tarifa Média Água (IN005) em R\$/ano e (V) Tarifa Média de Esgoto (IN006) em R\$/ano e (VI) Arrecadação Total (FN006) em R\$/ano. As variáveis Extensão da Rede de Água (AG005), em km, e Extensão da Rede de Esgoto (ES004), em km, foram consideradas como Entradas na DEA PS e Saídas na DEA PU. (QUADRO 10).

Quadro 10. Lista Inicial de Variáveis.

Perspectiva	Entrada	Saída
PS	1. PIBC	1. Quantidade de Serviços executados (QD024)
	2. DTS (FN017)	2. Quantidade de reclamações e solicitações de serviços (QD023)
	3. Extensão da Rede de Água (AG005)	3. Tarifa Média Praticada (IN004)
	4. Extensão da Rede de Esgoto (ES004)	4. Tarifa Média de Água (IN005)
PU		5. Tarifa Média de Esgoto (IN006)
		6. Arrecadação Total (FN006)
	1. PIBC	1. Quantidade de Serviços executados (QD024)
	2. DTS (FN017)	2. Quantidade de reclamações e solicitações de serviços (QD023)

Quadro 10. Lista Inicial de Variáveis. (continuação)

Perspectiva	Entrada	Saída
PU	1. PIBC 2. DTS (FN017)	2. Quantidade de reclamações e solicitações de serviços (QD023) 3. Tarifa Média Praticada (IN004) 4. Tarifa Média de Água (IN005) 5. Tarifa Média de Esgoto (IN006) 6. Extensão da Rede de Água (AG005) 7. Extensão da Rede de Esgoto (ES004)

Fonte: Elaborado pela autora. Os códigos entre parênteses são retirados do Diagnostico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2015. (BRASILc). Em que: PIBC = Produto Interno Bruto per Capita; DTS = Despesas Totais com os Serviços.

Importante justificar a seleção de variáveis.

O PIBC foi considerado como a capacidade de aquisição da População Usuária. Ele foi colocado como Entrada tanto para a PU quanto para o PS porque é importante o PS perceber qual a capacidade disponível da População Usuária para pagamentos do serviço.

A DTS – Despesas Totais com os Serviços foi uma variável encontrada na Revisão de Literatura. Ela foi considerada como Entrada tanto para PS como para PU pois é importante a População Usuária internalizar que o Prestador de Serviço tem custos para manutenção e fornecimento dos serviços.

As variáveis Extensão da Rede de Água (AG005) e Extensão da Rede de Esgoto (ES004) também foram encontradas na Revisão de Literatura. Elas foram consideradas como Entrada para o PS pois são componentes da sua infraestrutura. O PS deseja o adensamento da rede, daí menor interesse na sua extensão. Quanto à PU, as variáveis foram consideradas como Saída pois a extensão da malha permite atendimento a usuários situados a maior distância, daí a PU interessar-se na maximização destas variáveis.

As variáveis Tarifa Média Praticada (IN004); Tarifa Média de Esgoto (IN006) e Tarifa Média de Água (IN005) foram encontradas na Revisão de Literatura como variáveis de Análise. Ela são consideradas como Saídas para as duas perspectivas, porém o PS deseja maximizar as variáveis, ou seja, aumentar a tarifa para aumentar sua arrecadação, e a PU minimizar as variáveis, ou seja, pagar menos pelo produto/serviço. A tarifa deve cobrir a DTS e é fundamental para sustentabilidade dos serviços.

As variáveis Quantidade de Serviços Executados (QD024) e Quantidade de Reclamações e Solicitações de Serviços (QD023) foram consideradas como

Saídas para as duas perspectivas, sendo que a maximização da Quantidade de Serviços Executados (QD024) e a minimização Quantidade de reclamações e solicitações de serviços (QD023) é interessante tanto para a PU quanto para o PS. Estas variáveis representam a qualidade do serviço prestado.

A variável Arrecadação Total (FN006) foi considerada como Saída para o PS, pois seu objetivo é maximizá-la. Ela representa a capacidade de caixa do PS para pagamento de despesas correntes.

A variável Produto Interno Bruto per Capita foi coletada do IMP (Informações dos Municípios Paulistas) da Fundação SEADE enquanto que as outras variáveis foram coletadas do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, referentes aos anos 2014 e 2015.

Em seguida, as variáveis foram correlacionadas afim de incluir apenas informações relevantes na análise. (APÊNCIDE D). Para verificar a importância de cada UD, realizaram-se novas Análises de Correlação excluindo cada UD do conjunto e comparando com a correlação inicial. Retirou-se a UD M3 (Campinas) por ser considerada um *Outlier*. (APÊNDICE E).

Retirando a UD M3, compôs-se a Seleção Final de UDs, que abrange dezenove Unidades de Decisão (Americana; Artur Nogueira; Cosmópolis; Engenheiro Coelho; Holambra; Hortolândia; Indaiatuba; Monte Mor; Morungaba; Nova Odessa; Paulínia; Pedreira; Santa Bárbara D'Oeste; Santo Antônio de Posse; Sumaré; Valinhos e Vinhedo). As UDs foram renomeadas para considerar a exclusão de M3. O número máximo de variáveis continua sendo nove.

O refinamento da Lista Inicial de Variáveis foi feito por Análise Quantitativa – Análise de Correlação, conforme sugerido por Golany e Roll (1989). Um exemplo de agregação de variáveis em custo seria a variável DTS – Despesas Totais com os Serviços (FN017), que sintetiza outras variáveis. Devido a correlação superior a 85%, excluíram-se as variáveis: Tarifa Média de Água - V8 e Tarifa Média de Esgoto - V9, por serem altamente correlacionadas com Tarifa Média Praticada - V7; Quantidade de Serviços Executados - V5 por ser altamente correlacionada com Quantidade de Reclamações e Solicitações de Serviços - V6 e Extensão da Rede de Água - V3 por ser altamente correlacionada com Extensão da Rede de Esgoto - V4 e Arrecadação Total - V10.

Ao excluir as variáveis altamente correlacionadas, compôs-se a Lista Intermediária das Variáveis. (APÊNDICE F).

Em seguida, as variáveis da Lista Intermediária foram distribuídas conforme a perspectiva cada *stakeholder*. (QUADRO 11).

Quadro 11. Variáveis distribuídas para cada perspectiva.

Perspectiva	Entrada	Saída
PS	V1 – PIBC	V7 - TMP
	V2 – DTS	V10 - ART
	V4 – EXTE	
PU	V1 – PIBC	V6 - QRS
	V2 – DTS	V7 - TMP
		V4 - EXTE

Fonte: Elaboração da autora. Em que: PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; V = Variável; PS = Prestador de Serviço; PU = População Usuária.

Com base na visão do PS (APÊNDICE G), apresentam-se as Análises de Correlação, anos 2015 e 2014, em que as variáveis são separadas em Entradas e Saídas. (TABELA 17).

Tabela 17. Correlação sob perspectiva do PS.
Ano 2015.

		E1	E2	E3	S1	S2
	Cód.	PIBC	DTS	EXTE	TMP	ART
E1	PIBC	1,00000				
E2	DTS	0,10107	1,00000			
E3	EXTE	-0,10279	0,65102	1,00000		
S1	TMP	0,39776	0,51329	0,11233	1,00000	
S2	ART	0,07422	0,85537	0,78906	0,33125	1,00000

Ano 2014.

		E1	E2	E3	S1	S2
	Cód.	PIBC	DTS	EXTE	TMP	ART
E1	PIBC	1,00000				
E2	DTS	0,15227	1,00000			
E3	EXTE	-0,05350	0,74892	1,00000		
S1	TMP	0,42248	0,56031	0,23012	1,00000	
S2	ART	0,08417	0,91496	0,84796	0,37241	1,00000

Fonte: Elaboração da autora. Correlação > 85% em destaque. Em que: PIBC = Produto Interno Bruto per capita; DTS = Despesas Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; E = Entrada e S = Saída. A alta correlação ocorre entre uma Entrada (DTS) e uma Saída (ART), por isso a variável ART não foi excluída.

Com base na visão da PU (APÊNDICE H), apresentam-se as Análises de Correlação, anos 2015 e 2014, em que as variáveis são separadas em Entradas e Saídas. (TABELA 18).

Tabela 18. Correlação sob a perspectiva da PU.
Ano 2015.

		E1	E2	S1	S2	S3
	Cód.	PIBC	DTS	EXTE	QRS	TMP
E1	PIBC	1,00000				
E2	DTS	0,10107	1,00000			
S1	EXTE	-0,10279	0,65102	1,00000		
S2	QRS	-0,06590	0,58576	0,52771	1,00000	
S3	ART	0,39776	0,51329	0,11233	0,11726	1,00000

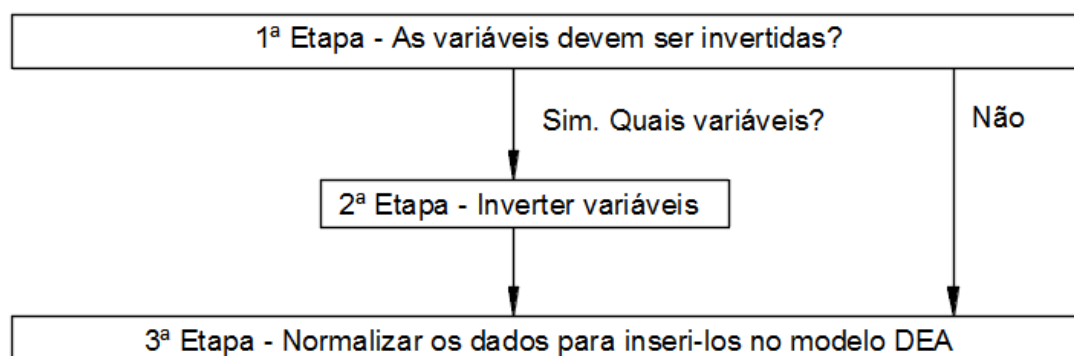
Ano 2014.

		E1	E2	S1	S2	S3
	Cód.	PIBC	DTS	EXTE	QRS	TMP
E1	PIBC	1,00000				
E2	DTS	0,15227	1,00000			
S1	EXTE	-0,05350	0,74892	1,00000		
S2	QRS	-0,08645	0,80387	0,76735	1,00000	
S3	ART	0,42248	0,56031	0,23012	0,31787	1,00000

Fonte: Elaboração da autora. Correlação > 85% em destaque. Em que: PIBC = Produto Interno Bruto per capita; DTS = Despesas Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e Solicitações de Serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; E = Entrada e S = Saída. Todas as correlações são inferiores à 85%.

Devem-se preparar as variáveis para inseri-las no modelo DEA. As etapas para preparar as variáveis são descritas na Figura 17.

Figura 17. Etapas de preparação das variáveis.



Fonte: Elaborado pelo autora.

A 1ª etapa da Figura 17 consiste em confirmar se alguma variável deve ser invertida: é necessário verificar o objetivo do *stakeholder* quanto à variável em questão. No caso do modelo utilizado nesta dissertação, em que as Entradas são fixas e as Saídas flexíveis, se o *stakeholder* deseja minimizar a variável, então ela deve ser invertida. Ao contrário, se o objetivo for maximizar a variável, esta deve ser apenas normalizada. Depois da 3ª Etapa, as variáveis estão prontas para serem utilizadas pela DEA.

5.1.3.1. Fase 3 – Preparação das variáveis: DEA PS.

Os interesses do PS, quanto às Saídas, são mostrados no Quadro 12.

Quadro 12. Interesses do PS.

Perspectiva	Entrada	Saída	Interesse
PS	E1 – PIBC (fixa)	S1 - TMP	MAX.
	E2 – DTS (fixa)	S2 - ART	MAX.
	E3 – EXTE (fixa)		

Fonte: Elaboração da autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; E = Entrada; S = Saída; PS = Prestador de Serviço; MAX = Maximizar.

Conforme o Quadro 12, na DEA PS, as variáveis de Entrada são: PIBC; DTS e EXTE enquanto as Saídas são: TMP e ART. O interesse do Prestador de Serviço é maximizar a TMP e ART. Segue aplicação das etapas de preparação das variáveis. (FIGURA 17).

1ª Etapa - Identificar quais variáveis devem ser invertidas: Nenhuma Saída deve ser invertida porque o objetivo do PS é maximizar a Saída 1 – Tarifa Média Praticada e a Saída 2 – Arrecadação Total.

3ª Etapa – Normalizar os dados. As etapas para normalizar as variáveis da perspectiva do PS 2015 estão descritas na Tabela 19.

Tabela 19. Preparação das Variáveis - 5ª Etapa: Normalização da S1 - TMP e S2 - ART da DEA PS 2015.

	E1	E2	E3	S1	S2
	PIBC	DTS	EXTE	TMP	ART
M1	45266,76	44494883,29	1353,95	1,62	84657680,00
M2	19635,76	9101073,83	160,31	1,81	9681974,52
M3	19645,19	5850000,00	182,00	0,99	9801169,38
M4	20340,01	1517534,95	44,00	1,10	1857611,65
M5	61226,50	2636208,57	44,00	1,43	1782545,26
M6	50959,27	62586364,25	278,53	2,36	59274224,57
M7	53806,64	68386181,37	793,62	2,29	97243935,36
M8	48487,80	43351549,09	148,84	2,52	30523521,20
M9	176708,23	13238720,52	185,00	1,88	13196514,19
M10	54610,76	23600633,10	71,69	2,37	13031623,46
M11	31505,93	4093509,48	33,58	2,30	3353987,45
M12	50123,72	20321918,03	252,28	2,62	17129750,49
M13	284750,89	36367095,91	190,20	2,70	35537245,31
M14	24285,96	9713198,10	266,11	1,58	10921414,14
M15	28593,84	55920558,22	676,58	1,95	41188011,59
M16	37307,35	2805124,57	78,00	0,76	2960084,10
M17	48061,85	45336239,00	708,00	2,05	19316562,57

Tabela 19. Preparação das Variáveis - 5ª Etapa: Normalização da S1 - TMP e S2 - ART da DEA PS 2015. (continuação).

	E1	E2	E3	S1	S2
	<i>PIBC</i>	<i>DTS</i>	<i>EXTE</i>	<i>TMP</i>	<i>ART</i>
M18	44597,72	33524239,14	612,30	2,52	38680862,59
M19	107493,74	23516906,91	339,00	2,80	24832422,51
MÁXIMO	284750,89	68386181,37	1353,95	2,80	97243935,36

Fonte: Elaboração da autora com dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2015. (BRASILc). Legenda: PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; E = Entrada; S = Saída.

As variáveis do PS 2015 estão prontas para serem utilizadas pela DEA. (TABELA 20).

Tabela 22. Variáveis S1 – TMP e S2 – ART do PS 2015 prontas para serem utilizadas na DEA.

	E1	E2	E3	S1	S2
	<i>PIBC</i>	<i>DTS</i>	<i>EXTE</i>	<i>TMP</i>	<i>ART</i>
M1	0,15897	0,65064	1,00000	0,57857	0,87057
M2	0,06896	0,13308	0,11840	0,64643	0,09956
M3	0,06899	0,08554	0,13442	0,35357	0,10079
M4	0,07143	0,02219	0,03250	0,39286	0,01910
M5	0,21502	0,03855	0,03250	0,51071	0,01833
M6	0,17896	0,91519	0,20572	0,84286	0,60954
M7	0,18896	1,00000	0,58615	0,81786	1,00000
M8	0,17028	0,63392	0,10993	0,90000	0,31389
M9	0,62057	0,19359	0,13664	0,67143	0,13571
M10	0,19178	0,34511	0,05295	0,84643	0,13401
M11	0,11064	0,05986	0,02480	0,82143	0,03449
M12	0,17603	0,29716	0,18633	0,93571	0,17615
M13	1,00000	0,53179	0,14048	0,96429	0,36544
M14	0,08529	0,14203	0,19654	0,56429	0,11231
M15	0,10042	0,81772	0,49971	0,69643	0,42355
M16	0,13102	0,04102	0,05761	0,27143	0,03044
M17	0,16879	0,66294	0,52291	0,73214	0,19864
M18	0,15662	0,49022	0,45223	0,90000	0,39777
M19	0,37750	0,34388	0,25038	1,00000	0,25536

Fonte: Elaborado pela autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; S = Saída.

As etapas de preparação das variáveis do PS 2014 são as mesmas do ano 2015. (APÊNDICE I).

5.1.3.2. Fase 3 – Preparação das variáveis da DEA PU.

Os interesses da PU são mostrados no Quadro 13.

Quadro 13. Interesses do PU.

Perspectiva	Entrada	Saída	Interesse
PU	E1 – PIBC (fixa)	S1 - EXTE	MAX.
	E2 – DTS (fixa)	S2 - QRS	MIN.
		S3 - TMP	MIN.

Fonte: Elaboração da autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; V = Variável; PS = Prestador de Serviço; MAX = Maximizar.

Conforme o Quadro 13, na DEA PU, as variáveis de Entrada são: PIBC e DTS enquanto as Saídas são: QRS; EXTE; TMP e QRS. O interesse da PU é minimizar a QRS e a TMP e maximizar EXTE.

Segue aplicação das etapas para PU 2015 conforme a Figura 17.

1ª Etapa - Identificar quais variáveis devem ser invertidas: as Saídas que devem ser invertidas são aquelas que o *stakeholder* deseja minimizar. No caso da DEA PU, as variáveis minimizadas são a Saída 2 – QRS e a Saída 3 – TMP. A PU deseja maximizar a Saída 1 – EXTE, de modo que esta variável deverá ser apenas normalizada na 3ª Etapa.

2ª Etapa - Inverter os valores das variáveis que devem ser minimizadas. Inicia-se pela Saída 2 – QRS, isolando e invertendo os valores. (TABELA 21).

Tabela 21. Inversão da Saída 2 – QRS, ano 2015.

	Valor Original – S2	Inverter	Valor Invertido – S2
M1	44.812		0,00022
M2	1.829		0,000547
M3	2.500		0,000400
M4	582		0,001718
M5	2.555		0,000391
M6	46.152		0,000022
M7	45.603		0,000022
M8	23.682		0,000042
M9	8.837	1	0,000113
M10	16.405	Valor Original	0,000061
M11	2.383		0,000420
M12	230		0,004348
M13	20.433		0,000049
M14	6.957		0,000144
M15	86.608		0,000012
M16	642		0,001558
M17	194.557		0,000005
M18	11.254		0,000089
M19	2.197		0,000455

Fonte: Elaborado pela autora. Os valores foram calculados no *software* Excel. Em que: QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços. S = Saída.

Segue inversão de valores da Saída 3 – TMP. (TABELA 22).

Tabela 22. Inversão da Saída 3 – TMP, ano 2015.

	Valor Original	Procedimento	Valor Invertido
	S3		S3
	TMP	Inverter	TMP
M1	1,62		0,617284
M2	1,81		0,552486
M3	0,99		1,010101
M4	1,10		0,909091
M5	1,43		0,699301
M6	2,36		0,423729
M7	2,29		0,436681
M8	2,52		0,396825
M9	1,88	1	0,531915
M10	2,37	Valor Original	0,421941
M11	2,30		0,434783
M12	2,62		0,381679
M13	2,70		0,370370
M14	1,58		0,632911
M15	1,95		0,512821
M16	0,76		1,315789
M17	2,05		0,487805
M18	2,52		0,396825
M19	2,80		0,357143

Fonte: Elaborado pela autora. Os valores foram calculados no *software* Excel. Em que: TMP = Tarifa Média Praticada; S = Saída.

Substituem-se os valores e identificam-se os valores máximos. Os valores substituídos e a identificação do valor máximo das variáveis da PU 2015, estão descritos na Tabela 23.

Tabela 23. DEA PU 2015: valores invertidos e identificação do valor máximo.

	E1	E2	S1	S2	S3
	<i>PIBC</i>	<i>DTS</i>	<i>EXTE</i>	<i>TMP</i>	<i>QRS</i>
M1	45.266,76	44.494.883,29	1.353,95	0,000022	0,617284
M2	19.635,76	9.101.073,83	160,31	0,000547	0,552486
M3	19.645,19	5.850.000,00	182,00	0,000400	1,010101
M4	20.340,01	1.517.534,95	44,00	0,001718	0,909091
M5	61.226,50	2.636.208,57	44,00	0,000391	0,699301
M6	50.959,27	62.586.364,25	278,53	0,000022	0,423729
M7	53.806,64	68.386.181,37	793,62	0,000022	0,436681
M8	48.487,80	43.351.549,09	148,84	0,000042	0,396825
M9	176.708,23	13.238.720,52	185,00	0,000113	0,531915
M10	54.610,76	23.600.633,10	71,69	0,000061	0,421941
M11	31.505,93	4.093.509,48	33,58	0,000420	0,434783
M12	50.123,72	20.321.918,03	252,28	0,004348	0,381679
M13	284.750,89	36.367.095,91	190,20	0,000049	0,370370
M14	24.285,96	9.713.198,10	266,11	0,000144	0,632911

Tabela 23. DEA PU 2015: valores invertidos e identificação do valor máximo. (continuação)

	E1	E2	S1	S2	S3
	<i>PIBC</i>	<i>DTS</i>	<i>EXTE</i>	<i>TMP</i>	<i>QRS</i>
M15	28.593,84	55.920.558,22	676,58	0,000012	0,512821
M16	37.307,35	2.805.124,57	78,00	0,001558	1,315789
M17	48.061,85	45.336.239,00	708,00	0,000005	0,487805
M18	44.597,72	33.524.239,14	612,30	0,000089	0,396825
M19	107.493,74	23.516.906,91	339,00	0,000455	0,357143
MÁXIMO	284.750,89	68.386.181,37	1.353,95	0,004348	1,315789

Fonte: Elaborado pela autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; S = Saída.

3ª Etapa – Normalizar as variáveis. As variáveis normalizadas e prontas para serem utilizadas pela DEA estão na Tabela 24.

Tabela 24. DEA PU Ano 2015: Variáveis prontas para serem utilizadas na DEA.

	E1	E2	S1	S2	S3
	<i>PIBC</i>	<i>DTS</i>	<i>EXTE</i>	<i>TMP</i>	<i>QRS</i>
M1	0,158970	0,650641	1,000000	0,005133	0,469136
M2	0,068958	0,133084	0,118402	0,125752	0,419890
M3	0,068991	0,085544	0,134422	0,092000	0,767677
M4	0,071431	0,022191	0,032498	0,395189	0,690909
M5	0,215018	0,038549	0,032498	0,090020	0,531469
M6	0,178961	0,915190	0,205717	0,004984	0,322034
M7	0,188960	1,000000	0,586152	0,005044	0,331878
M8	0,170281	0,633923	0,109930	0,009712	0,301587
M9	0,620571	0,193588	0,136637	0,026027	0,404255
M10	0,191784	0,345108	0,052949	0,014020	0,320675
M11	0,110644	0,059859	0,024802	0,096517	0,330435
M12	0,176027	0,297164	0,186329	1,000000	0,290076
M13	1,000000	0,531790	0,140478	0,011256	0,281481
M14	0,085288	0,142035	0,196543	0,033060	0,481013
M15	0,100417	0,817717	0,499708	0,002656	0,389744
M16	0,131018	0,041019	0,057609	0,358255	1,000000
M17	0,168786	0,662944	0,522914	0,001182	0,370732
M18	0,156620	0,490219	0,452232	0,020437	0,301587
M19	0,377501	0,343884	0,250379	0,104688	0,271429

Fonte: Elaborado pela autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; S = Saída.

A preparação das variáveis da PU 2014 encontra-se no Apêndice J.

5.1.4. Fase 4 – Seleção e Formulação do modelo DEA

Seleciona-se o modelo DEA com base na Orientação e Comportamento.

Em relação à Orientação, assumiu-se que as Unidades de Decisão estão interessadas em aumentar suas Saídas. Quanto ao Comportamento, Ramanathan (2003, p.175) recomenda utilizar Retorno Constante de Escala na comparação de desempenho de monopólios, caso dos SAA e SES brasileiros.

O modelo utilizado nas duas DEA foi o CCR orientado para Saída. Neste modelo, as Saídas são flexíveis e as Entradas são fixas, ou seja, pretende-se maximizar a Saída para cada unidade de Entrada.

5.1.5. Fase 5 – Aplicação do Modelo

Utilizou-se o *software* Microsoft Office Excel 2013 - seu suplemento *Solver* - para rodar os modelos. Utilizaram-se as dezenove Unidades de Decisão definidas na fase 2; as variáveis de Entrada e Saída definidas para cada perspectiva e normalizadas na fase 3 e o modelo CCR orientado para a Saída definido na fase 4. Rodaram-se os quatro modelos DEA: DEA PS - Ano 2015; DEA PS - Ano 2014; DEA PU - Ano 2015 e DEA PU – Ano 2014.

5.1.6. Fase 6 – Validação do Modelo

Nesta fase, Ramanathan (2003) sugere dois procedimentos: a Remoção das Variáveis e a Análise dos Pares. Quanto ao primeiro, as variáveis correlatas já foram excluídas na Fase 3 – Definição das variáveis de Entrada e Saída. Quanto ao segundo, rodaram-se modelos DEA dual para as duas perspectivas e para os dois anos.

5.1.7. Fase 7 e 8 – Análises e Avaliação das UDs no tempo.

Os resultados do Modelo Primal estão no Apêndice K e os resultados do Modelo Dual estão no Apêndice L. O *Ranking* dos municípios é apresentado no Apêndice M. Os desempenhos e os resultados do Índice de Malmquist são discutidos no Capítulo 7.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A discussão dos resultados é dividida em três seções. A primeira seção, que tem foco na eficiência estática, apresenta o *Ranking* por município na visão da PU e na visão do PS e os Gráficos de Desempenho de 2014 e de 2015. A segunda seção visa analisar o comportamento dos municípios de Holambra; Monte Mor; Nova Odessa; Pedreira; Santo Antônio de Posse e Sumaré ao longo do tempo pelo Índice de Malmquist. A terceira, por fim, caracteriza os prestadores de serviços municipais quanto à Propriedade, Natureza Jurídica e Abrangência nas visões da PU e do PS.

6.1. Seção 1 – Eficiência Estática

A Tabela 25 apresenta os resultados das eficiências dos municípios quanto à perspectiva do Prestador de Serviço e da População Usuária.

Tabela 25. Tabela das Eficiências da PU e do PS.

Municípios	2014		2015	
	PS	PU	PS	PU
Americana	1,00	1,00	1,00	1,00
Artur Nogueira	1,00	0,63	1,00	0,71
Cosmópolis	1,00	1,00	0,97	1,00
Engenheiro Coelho	1,00	1,00	1,00	1,00
Holambra	0,91	1,00	0,86	0,56
Hortolândia	1,00	0,28	1,00	0,27
Indaiatuba	1,00	0,51	1,00	0,51
Itatiba	1,00	0,20	1,00	0,20
Jaguariúna	0,65	0,32	0,75	0,45
Monte Mor	1,00	0,13	1,00	0,15
Morungaba	1,00	0,28	1,00	0,30
Nova Odessa	1,00	0,78	0,72	1,00
Paulínia	0,93	0,13	1,00	0,17
Pedreira	1,00	0,85	0,85	0,89
Santa Bárbara D'Oeste	1,00	0,89	1,00	0,90
Santo Antônio de Posse	0,85	0,86	0,70	0,94
Sumaré	0,73	0,64	0,50	0,54
Valinhos	0,80	0,61	0,82	0,60
Vinhedo	0,73	0,27	0,77	0,46

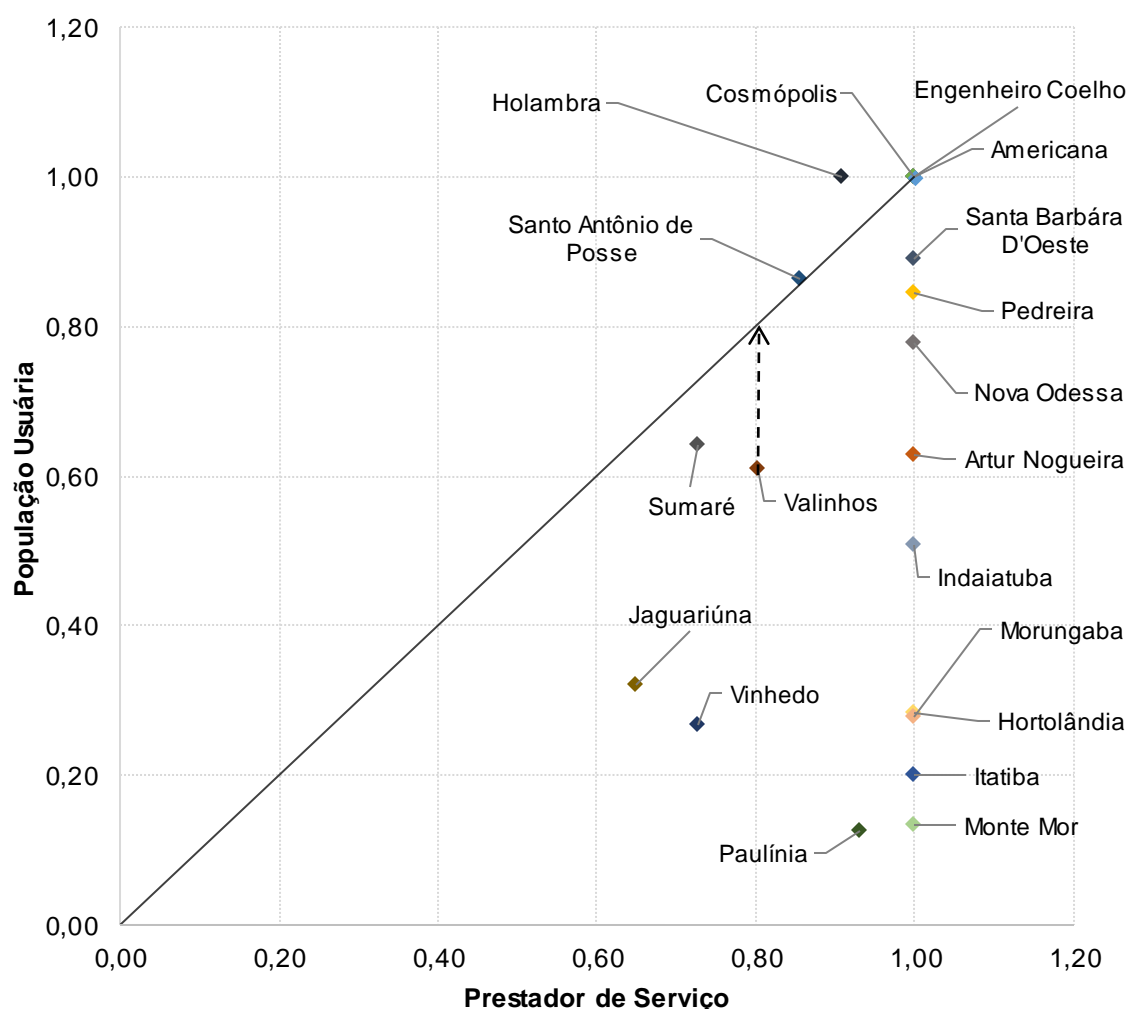
Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se determinar o desempenho de um município por meio da Equação 16.

$$\text{Desempenho}_{\text{município}} = \text{Eficiência}_{\text{PS}_{\text{município}}} * \text{Eficiência}_{\text{PU}_{\text{município}}} \quad (16)$$

Entretanto, a utilização deste procedimento não permite identificar claramente em que o município é melhor, se em PS ou PU. Para tomar ações de melhoria em uma ou outra direção, que venham equilibrar a relação prestador de serviço *versus* população usuária, o tomador de decisão deve avaliar as Figuras 18 e 19. A Figura 18 apresenta a posição de cada UD estudada em relação às duas visões: do Prestado de Serviço e da População Usuária para o ano de 2014.

Figura 18. Desempenho para Ano 2014.



Fonte: Elaborado pela autora.

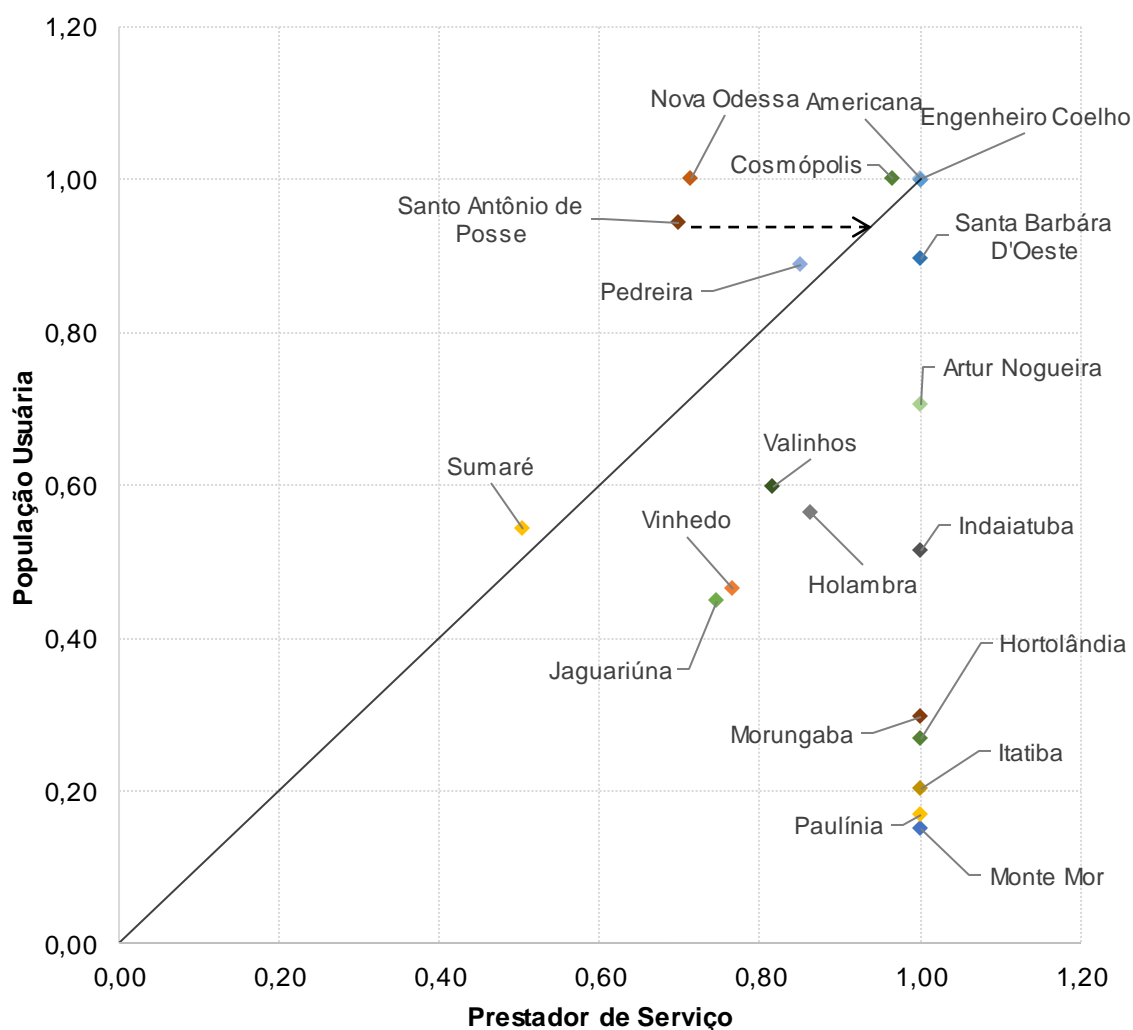
A seta pontilhada, na Figura 18, indica o caminho de melhoria da UD M18 – Valinhos, para melhorar o serviço sob o ponto de vista da PU, até a linha de equilíbrio. Vale destacar que os caminhos de melhoria devem ser sempre no sentido superior direito. Caso o município de Valinhos se deslocasse para a

esquerda, até a linha de equilíbrio, diminuiria sua eficiência para o Prestador de Serviço, o que não é o objetivo do município.

Os municípios que devem evoluir para melhorias do serviço sob o ponto de vista da População Usuária são: Paulínia; Monte Mor; Itatiba; Hortolândia; Vinhedo; Morungaba; Jaguariúna; Indaiatuba; Sumaré; Valinhos; Artur Nogueira; Nova Odessa; Pedreira e Santa Bárbara d'Oeste. Os municípios que devem evoluir para melhorias do serviço sob o ponto de vista do Prestador de Serviço são: Holambra e Santo Antônio de Posse. Os municípios que estão em equilíbrio ótimo são: Americana; Cosmópolis e Engenheiro Coelho.

A Figura 19 mostra a relação das eficiências dos municípios quanto à visão do Prestador de Serviço e da População Usuária para o ano de 2015.

Figura 19. Desempenho Ano 2015.



Fonte: Elaborado pela autora.

A seta pontilhada, na Figura 19, indica o caminho de melhoria de Santo Antônio de Posse, para melhorar o serviço sob o ponto de vista do PS, até a linha de equilíbrio. Vale lembrar que os caminhos de melhoria devem ser sempre no sentido superior direito. Caso o município de Santo Antônio de Posse se deslocasse para baixo, diminuiria sua eficiência para a População Usuária, o que não é o objetivo do município.

Os municípios que devem evoluir para melhorias do serviço sob o ponto de vista da População Usuária são: Monte Mor; Paulínia; Itatiba; Hortolândia; Morungaba; Indaiatuba; Holambra; Vinhedo; Valinhos; Jaguariúna; Artur Nogueira e Santa Bárbara d'Oeste. Os municípios que devem evoluir para melhorias do serviço sob o ponto de vista do Prestador de Serviço são: Sumaré; Pedreira; Santo Antônio de Posse; Cosmópolis e Nova Odessa. Os municípios que estão em equilíbrio ótimo são: Americana e Engenheiro Coelho.

Ao analisar as Figuras 18 e 19, destaca-se que a maioria das políticas municipais privilegiam o Prestador de Serviço em detrimento de um melhor serviço à População Usuária: 14 ou 73,68% dos municípios em 2014 e 12 ou 63% dos municípios em 2015. A População Usuária é beneficiada em dois ou 10,53% dos municípios em 2014 e em cinco ou 26% dos municípios em 2015.

Vale destacar que a situação ótima é o equilíbrio entre as duas visões, encontrado quando a relação de eficiência do Prestador de Serviço e eficiência da População Usuária é igual a unidade. Além disso, o quanto mais próximos estiverem do equilíbrio máximo, melhor. O equilíbrio máximo ocorre para as Unidades de Decisão que se apresentam eficientes tanto do ponto de vista do PS quanto da PU, condição alcançada por três (ou 15,79%) municípios em 2014 e por dois (ou 10,53%) em 2015.

Comparando o posicionamento dos municípios em 2014 e em 2015, identificam-se cinco comportamentos: (1) permanecer na linha de equilíbrio; (2) sair da linha de equilíbrio; (3) permanecer na mesma área de influência, definida pela linha de equilíbrio; (4) sair da área de maior eficiência do PS para a área de maior eficiência da PU, ou seja, deslocar-se do PS para a PU; e (5) sair da área de maior eficiência da PU para a área de maior eficiência do PS, ou seja, deslocar-se da PU para o PS.

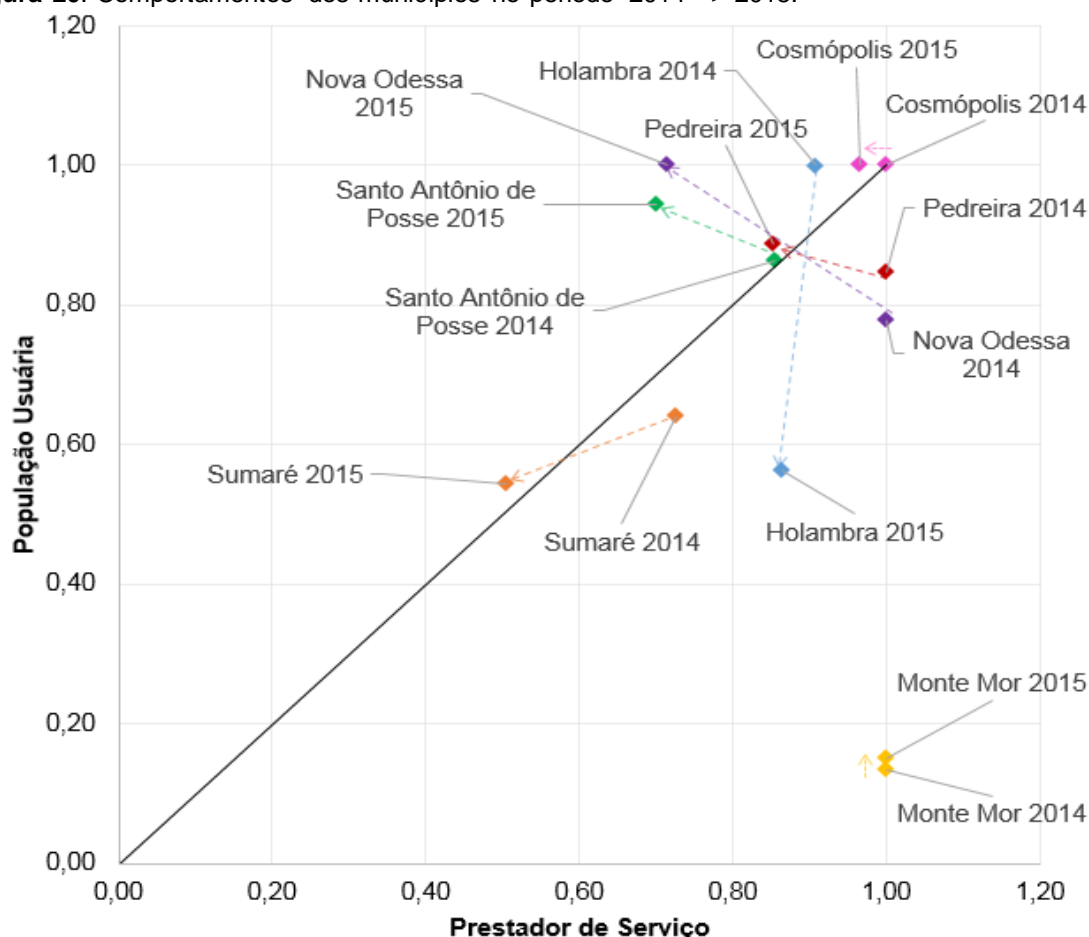
Os municípios que permaneceram na linha de equilíbrio ótimo são Americana e Engenheiro Coelho. Continuaram na área de influência do Prestador

de Serviço: Paulínia; Monte Mor; Itatiba; Hortolândia; Morungaba; Jaguariúna; Vinhedo; Indaiatuba; Valinhos; Artur Nogueira e Santa Bárbara d'Oeste. O município que permaneceu na área de influência da População Usuária foi Santo Antônio de Posse.

Os municípios que saíram da maior influência do PS para a maior influência da PU foram: Sumaré, Pedreira e Nova Odessa. O município que saiu da maior influência da PU para maior influência do PS foi Holambra. O município de Cosmópolis se deslocou da linha de equilíbrio para a área de influência da PU.

Na Figura 20, visualiza-se a movimentação dos municípios de Holambra; Monte Mor; Nova Odessa; Pedreira; Santo Antônio de Posse e Sumaré do ano de 2014 ao ano de 2015.

Figura 20. Comportamentos dos municípios no período 2014 => 2015.



Fonte: Elaborado pela autora. As linhas pontilhadas identificam o posicionamento dos municípios no período de 2014 e 2015.

Os mapas com os comportamentos dos municípios em 2014 e 2015 estão no Apêndice N.

Por conta de variações significativas, destaca-se o município de Holambra, que, devido à queda da eficiência na visão da PU de 2014 para 2015, deslocou-se para a área de maior influência do PS. Vale destacar, conforme as Tabelas 12, 15 e 16, que o aumento de 57,14% da TMP, que passou de R\$0,91 para R\$1,43, e o de 40,92% da ART, que passou de R\$ 1,26 milhão para R\$1,78 milhão, não foram suficientes para compensar o aumento de 66,71% da DTS, que foi passou de R\$1,58 milhão para R\$ 2,63 milhões.

Assim, para entender o comportamento, ao longo do tempo, dos municípios que saíram das suas áreas de influência, propõe-se a aplicação do Índice de Malmquist, descrito a seguir.

6.2. Seção 2 – Índice de Malmquist

No sentido de avaliar a movimentação dos municípios, apresentada anteriormente na Figura 20, por um índice, aplicou-se o Índice de Malmquist, composto do emparelhamento e deslocamento da fronteira, cujo resultado é apresentado na Tabela 26.

Tabela 26. Resultados do Índice de Malmquist para 2014 => 2015.

P	UD	TEC - Emparelhamento	EFC - Deslocamento de Fronteira	IM - Índice de Malmquist
PS	Holambra	0,951400	1,200160	1,141832
	Cosmópolis	0,966118	1,017384	0,982913
	Monte Mor	1,000000	1,077276	1,077276
	Nova Odessa	0,715126	1,499470	1,072310
	Pedreira	0,851347	1,425913	1,213947
	Santo Antônio de Posse	0,818869	1,158941	0,949020
	Sumaré	0,694859	1,583533	1,100332
PU	Holambra	0,563293	0,929702	0,523694
	Cosmópolis	1,000000	1,000000	1,000000
	Monte Mor	1,126879	1,203014	1,355652
	Nova Odessa	1,283621	1,092853	1,402809
	Pedreira	1,049507	1,060872	1,113392
	Santo Antônio de Posse	1,092348	0,956796	1,045154
	Sumaré	0,846615	1,571248	1,330242

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: P = Perspectiva. O maior e menor avanços no período encontram-se na visão da PU: o maior foi do município de Nova Odessa (IM = 1,402809) e o menor foi do município de Holambra (IM = 0,523694).

Vale lembrar que o Deslocamento de Fronteira foca no movimento do conjunto, considerando o progresso da UD em relação ao progresso das outras UDs entre t e $t+1$, e o Emparelhamento foca na relação das eficiências técnicas da UD em t e $t+1$. Assim, é possível conhecer a natureza da mudança e verificar se o comportamento da UD de um período para outro é decorrente da contração da fronteira e/ou do aumento da sua eficiência. Observa-se que o avanço pode ser acompanhado de diminuição em um dos componentes, e vice-versa.

Conforme a Tabela 26, excluindo os municípios de Santo Antônio de Posse e Cosmópolis, que retrocederam na visão do PS ($IM < 1$), de Holambra, que retrocedeu na visão da PU ($IM < 1$), e de Cosmópolis que permaneceu estável na visão da PU ($IM = 1$), todos os municípios avançaram nas visões do PS e da PU.

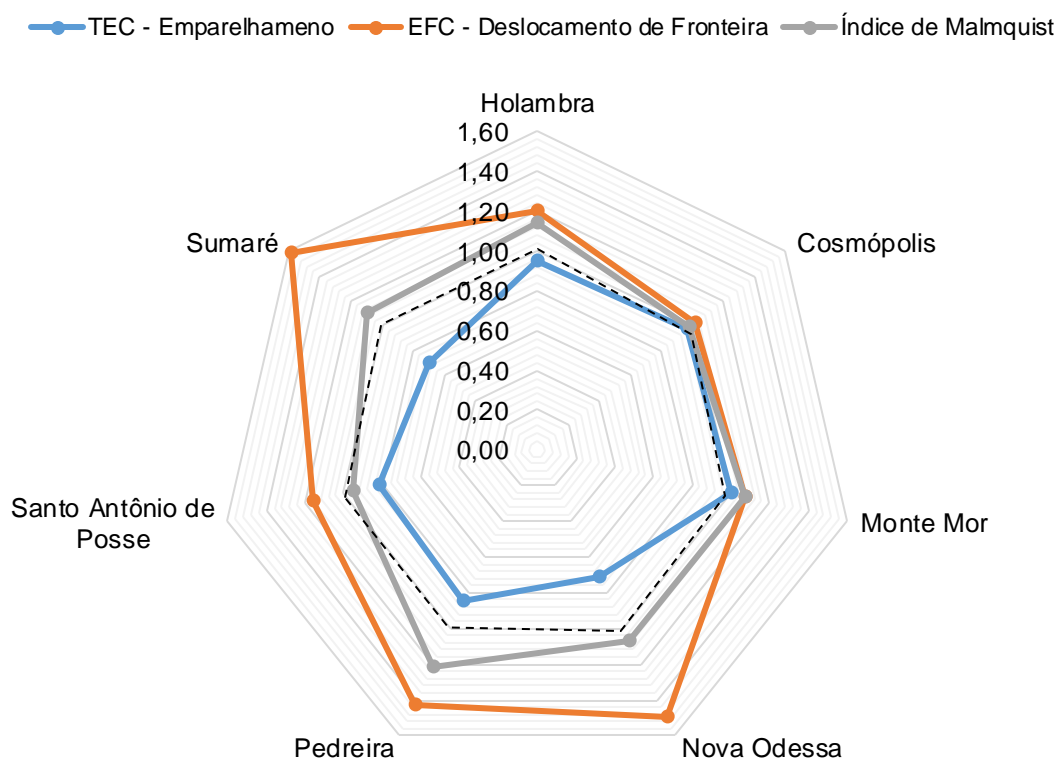
Na visão do PS, analisando o resultado decomposto, os valores de Emparelhamento inferiores à 1 indicam que os municípios pioraram suas eficiências em relação ao conjunto e se afastaram da fronteira, com exceção do município de Monte Mor, cujo posicionamento se manteve constante ($TEC_{MonteMor} = 1$). Em relação ao Deslocamento de Fronteira, os valores maiores que 1 indicam que a fronteira progrediu.

No caso de Holambra; Nova Odessa; Pedreira e Sumaré, municípios que não avançaram nas respectivas eficiências relativas entre 2014 e 2015, o efeito do Emparelhamento contribuiu para queda no avanço para o PS, compensada pelos efeitos do Deslocamento de Fronteira. Assim, a mudança tecnológica (Deslocamento de Fronteira) foi decisiva para que o avanço em sentido à visão do PS não fosse menor.

No caso de Santo Antônio de Posse e de Cosmópolis, o Deslocamento de Fronteira não compensou o efeito do Emparelhamento, resultando no retrocesso do município na visão do PS.

O município de Monte Mor destacou-se do grupo por ter mantido sua eficiência (Emparelhamento = 1). Diferentemente dos outros municípios, seu avanço no PS foi devido ao Deslocamento de Fronteira e ao Emparelhamento, conforme apresentado pelo Gráfico 2.

Gráfico 2. Resultados do Índice de Malmquist (2014 => 2015) - Visão do PS.



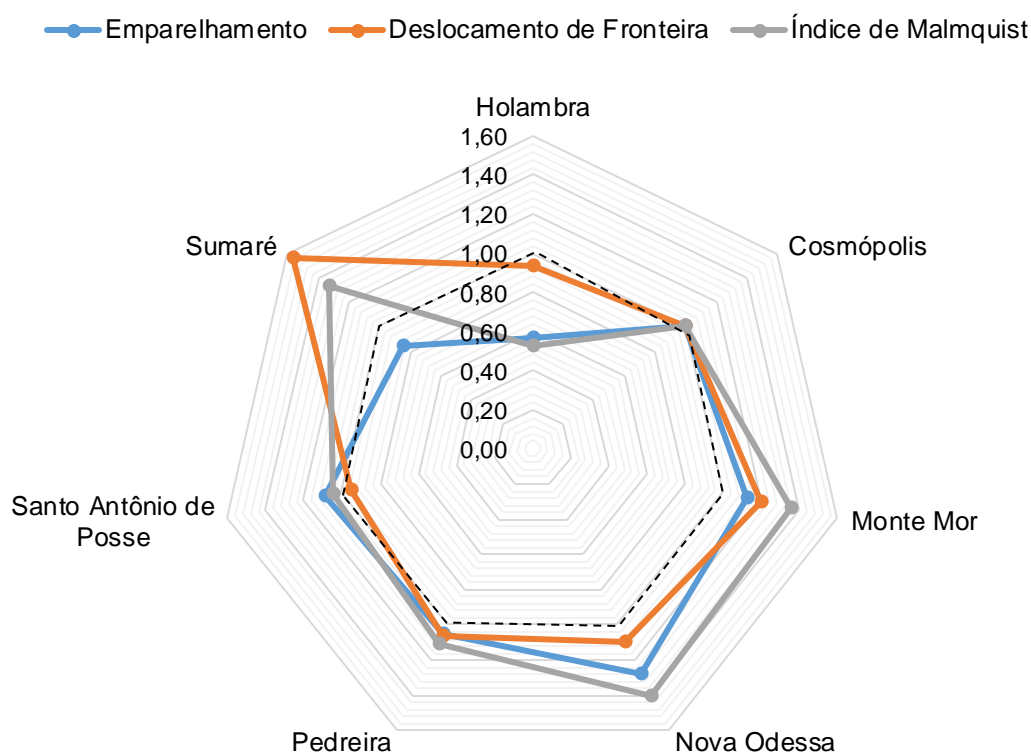
Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com o Gráfico 2, o avanço na visão do PS (Índice de Malmquist ultrapassar a linha pontilhada) acontece por conta dos ganhos do Deslocamento de Fronteira, reprimidos devido aos efeitos do Emparelhamento. Ressalta-se que nos casos de Santo Antônio de Posse e Cosmópolis, os efeitos do Emparelhamento foram decisivos para que o município não avançasse na visão do PS, ou seja, o movimento da fronteira não teve força para compensar a ineficiência do município entre 2014 e 2015. Holambra teve os efeitos do Emparelhamento compensados pelo Deslocamento de Fronteira, daí avançar na visão do PS.

Na visão da PU e analisando os resultados decompostos, todos os municípios, excluindo Holambra; Sumaré e Cosmópolis, melhoraram suas eficiências em relação ao conjunto e se aproximaram da fronteira (Emparelhamento > 1). Quanto à Sumaré, os efeitos do Deslocamento da Fronteira compensam a diminuição da eficiência em relação ao conjunto, daí o avanço na PU não ser menor. Em Santo Antônio de Posse, os efeitos do Emparelhamento compensam o retrocesso do Deslocamento de Fronteira, ou seja, o Emparelhamento é decisivo no avanço da visão da PU. O município de Holambra destaca-se por conta da

diminuição da eficiência relativa e do retrocesso da fronteira, de modo que recua na visão da PU. Quanto à Cosmópolis, tanto o Emparelhamento quanto o Deslocamento de Fronteira são decisivos para o município não avançar ou retroceder na visão da PU. (GRÁFICO 3).

Gráfico 3. Resultados do Índice de Malmquist (2014 => 2015) - Visão da PU.



Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme o Gráfico 3, o avanço na visão da PU (Índice de Malmquist ultrapassa a linha pontilhada) acontece por conta dos ganhos do Deslocamento de Fronteira e do Emparelhamento. No município de Santo Antônio de Posse, o efeito do Deslocamento de Fronteira, compensado pelo Emparelhamento, reprimiu o avanço na visão da PU. Sumaré tem comportamento oposto à Santo Antônio de Posse, já que o responsável por reprimir o avanço na visão da PU foi o Emparelhamento, compensado pelo Deslocamento de Fronteira. Holambra foi o único município que retrocedeu na visão de PU, por conta do Emparelhamento. Cosmópolis manteve-se na mesma posição.

Nesse sentido, percebe-se que o progresso da fronteira (Deslocamento da Fronteira) foi a fonte dominante do avanço no sentido do PS. Já no sentido da

PU, para dois (ou 28,57%) dos municípios, a saber: Santo Antônio de Posse e Nova Odessa, a força dominante foi o progresso da eficiência relativa entre 2014 e 2015 (Emparelhamento), enquanto que para quatro (ou 57,14%) dos municípios, a saber: Holambra; Monte Mor; Pedreira e Sumaré, a força dominante foi o progresso da fronteira (Deslocamento da Fronteira). Para um município, a saber: Cosmópolis, não houve força predominante pois o município manteve-se na mesma posição.

6.3. Seção 3 – Caracterização dos prestadores de serviços

Segue análise das características (Direito, Natureza Jurídica e Abrangência) dos prestadores de serviços.

Em 2014, doze municípios foram eficientes na visão do Prestador de Serviço: Americana; Artur Nogueira; Cosmópolis; Engenheiro Coelho; Hortolândia; Indaiatuba; Itatiba; Monte Mor; Morungaba; Nova Odessa; Pedreira e Santa Bárbara d'Oeste. Quanto às características (APÊNDICE O), prevalecem: Entidades de Direito Público; de Natureza Jurídica tipo Autarquia e de Abrangência tipo Local, conforme apresentado na Tabela 27.

Tabela 27. Caracterização dos prestadores de serviço dos municípios eficientes – PS 2014.

Direito		Natureza Jurídica		Abrangência		
Tipo	Tipo	Nº	%	Tipo	Nº	%
DP	AT	6	50,00%	L	7	58,33%
	APD	1	8,33%			
DPV	SEMAP	5	41,67%	R	5	41,67%
Total		12	100,00%	100,00%		

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: L = Local; R = Regional; AT = Autarquia; SEMAP = Sociedade de Economia Mista com Administração Pública; APD = Administração Pública Direta; DP = Direito Público e DPV = Direito Privado.

De acordo com a Tabela 27, quanto ao Direito, prevalecem as entidades de Direito Público (sete prestadores ou 58,33%) em relação às de Direito Privado (cinco prestadores ou 41,67%).

Quanto à Natureza Jurídica das entidades de Direito Público, seis (ou 50%) são Autarquias (Departamento de Água e Esgoto de Americana; Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira; Prefeitura Municipal de Cosmópolis; Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho; Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Indaiatuba e de Pedreira e Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara

D'Oeste) e uma (ou 8,33%) é Administração Pública Direta (Prefeitura Municipal de Cosmópolis).

Quanto à Natureza Jurídica das entidades de Direito Privado, todas as cinco (ou 41,67%) são Sociedades de Economia Mista com Administração Pública (Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa e a SABESP dos municípios de Morungaba; Monte Mor; Itatiba e Hortolândia). Quanto à Abrangência dos prestadores de serviço, sete (ou 58,33%) são do tipo Local e cinco (ou 41,67%) são do tipo Regional.

Foram considerados ineficientes na visão do PS 2014, em ordem decrescente de eficiência: Paulínia; Holambra; Santo Antônio de Posse; Valinhos; Vinhedo; Sumaré e Jaguariúna. Estes municípios também foram considerados ineficientes por Grigolin (2007) no período de 1995 a 2004, excluindo o município de Paulínia.

Prevalecem, quanto às características dos prestadores de serviço dos municípios ineficientes sob o ponto de vista do PS 2014: Entidades de Direito tipo Público; Natureza Jurídica tipo Autarquia e Abrangência tipo Local, conforme apresentado na Tabela 28.

Tabela 28. Caracterização dos prestadores de serviço dos municípios ineficientes – PS 2014.

Direito		Natureza Jurídica		Abrangência		
Tipo	Tipo	Nº	%	Tipo	Nº	%
DP	AT	4	57,14%	L	6	85,71%
	APD	2	28,57%			
DPV	SEMAP	1	14,29%	R	1	14,29%
Total		7	100,00%	100,00%		

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: L = Local; R = Regional; AT = Autarquia; SEMAP = Sociedade de Economia Mista com Administração Pública; APD = Administração Pública Direta; DP = Direito Público e DPV = Direito Privado.

De acordo com a Tabela 28, quanto ao Direito, seis (ou 85%) são de Direito tipo Público e um (ou 15%) é de Direito Privado. Quanto à Natureza Jurídica das entidade de Direito Público, quatro (ou 57,14%) são Autarquias (Serviço de Água e Esgoto de Holambra; Saneamento Básico Vinhedo; Departamento de Água e Esgoto de Sumaré e Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos) e duas (ou 25,57%) são Administração Pública Direta (Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse e Prefeitura Municipal de Jaguariúna). A Natureza Jurídica da entidade de Direito Privado é a do tipo Sociedade de Economia Mista com Administração

Pública (SABESP Paulínia). Quanto à Abrangência, seis (ou 85,71%) são do tipo Local e uma (ou 14,29%) é do tipo Regional.

É interessante destacar que todos os municípios operados pela SABESP foram considerados eficientes, excluindo o de Paulínia, que apesar de considerado ineficiente, obteve Eficiência_{Paulínia} = 0,93 e 2ª posição no Ranqueamento.

Já em 2015, dez municípios privilegiaram o Prestador de Serviço: todos os eficientes de 2014, excluindo Cosmópolis; Nova Odessa e Pedreira e acrescentando o município de Paulínia. Quanto às características dos prestadores de serviço considerados eficientes pelo PS 2015 (APÊNDICE P), há equilíbrio entre entidades: de Direito Público e de Direito Privado; de Natureza Jurídica tipo Autarquia e tipo Sociedade de Economia Mista com Administração Pública, e de Abrangência tipo Local e tipo Regional, conforme apresentado na Tabela 29.

Tabela 29. Caracterização dos prestadores de serviço dos municípios eficientes – PS 2015.

Direito		Natureza Jurídica		Abrangência		
Tipo	Tipo	Nº	%	Tipo	Nº	%
DP	AT	5	50,00%	L	5	50,00%
DPV	SEMAP	5	50,00%	R	5	50,00%
Total		10	100,00%	10 100,00%		

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: L = Local; R = Regional; AT = Autarquia; SEMAP = Sociedade de Economia Mista com Administração Pública; APD = Administração Pública Direta; DP = Direito Público e DPV = Direito Privado.

Conforme a Tabela 29, cinco (ou 50%) são de Direito tipo Público e cinco (ou 50%) são de Direito Privado. Todas as entidades de Direito Público são Autarquias (Departamento de Água e Esgoto de Americana; Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira; Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Indaiatuba; Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho e Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste).

Todas as Entidades de Direito Privado são Sociedades de Economia Mista com Administração Pública e compreendem todos os municípios operados pela SABESP (Itatiba; Morungaba; Monte Mor; Hortolândia e Paulínia). Quanto à Abrangência, metade é do tipo Local e a outra metade do tipo Regional.

Foram considerados ineficientes na visão do PS em 2015, em ordem decrescente de eficiência: Cosmópolis; Holambra; Pedreira; Valinhos; Vinhedo; Jaguariúna; Nova Odessa; Santo Antônio de Posse e Sumaré. Predominam neste

conjunto: Direito tipo Público; Natureza Jurídica tipo Autarquia e Abrangência tipo Local, conforme apresentado na Tabela 30.

Tabela 30. Caracterização dos prestadores de serviço dos municípios ineficientes – PS 2015.

Direito		Natureza Jurídica		Abrangência		
Tipo	Tipo	Nº	%	Tipo	Nº	%
DP	AT	4	44,44%	L	9	100,00%
	APD	3	33,33%			
DPV	SEMAP	1	11,11%			
	EP	1	11,11%			
Total		9	100,00%	9 100,00%		

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: L = Local; R = Regional; AT = Autarquia; SEMAP = Sociedade de Economia Mista com Administração Pública; APD = Administração Pública Direta; DP = Direito Público e DPV = Direito Privado.

De acordo com a Tabela 30, sete (ou 77,77%) são de Direito tipo Público e dois (ou 22,22%) são de Direito Privado. As entidades de Direito Público dividem-se em quatro (ou 44,44%) Autarquias (Serviço de Água e Esgoto de Holambra; Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Pedreira; Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos e Saneamento Básico Vinhedo) e três (ou 33,33%) Administração Pública Direta (Prefeitura Municipal de Cosmópolis; Prefeitura Municipal de Jaguariúna e Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse). As entidades de Direito Privado são uma (ou 11,11%) Sociedade de Economia Mista com Administração Pública (Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa) e uma (ou 11,11%) Empresa Privada (Odebrecht Ambiental Sumaré).

Comparando as visões do PS em 2014 e 2015, quanto à Natureza Jurídica, o número de SEMAP permaneceu o mesmo, porém, em 2015, houve queda da CODEN – Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa, que passou a ser ineficiente, e elevação da SABESP do município de Paulínia. Assim, a SABESP, na sua totalidade, passa a ser eficiente para o prestador de serviço. Também houve queda da única APD eficiente: a DAE Cosmópolis, operada pela Prefeitura Municipal de Cosmópolis, passa a ser considerada ineficiente e atinge a 2ª posição no Ranking do PS 2015. Uma autarquia, o SAAE do município de Pedreira, passa a ser ineficiente em 2015, caindo para 4ª posição no Ranking do PS 2015.

Quanto à Abrangência, a elevação da SABESP Paulínia, de 2014 para 2015, fez com que todos os prestadores de serviço Regionais (no caso, a SABESP), fossem eficientes na visão do PS. Nesse sentido há equilíbrio, na visão

do PS 2015, entre o número de prestadores eficientes Locais e Regionais. Em 2014, a Abrangência Local predominava em relação à Regional.

Quatro municípios foram considerados eficientes sob o ponto de vista da PU 2014: Americana; Cosmópolis; Engenheiro Coelho e Holambra. Todos os prestadores são de Direito Público e de Abrangência Local (APÊNDICE Q). Predomina a Natureza Jurídica tipo Autarquia, conforme apresentado na Tabela 31.

Tabela 31. Caracterização dos prestadores de serviço dos municípios eficientes – PU 2014.

Direito		Natureza Jurídica		Abrangência		
Tipo	Tipo	Nº	%	Tipo	Nº	%
DP	AT	3	75,00%	L	4	100,00%
	APD	1	25,00%			
Total		4	100,00%			

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: L = Local; AT = Autarquia; APD = Administração Pública Direta; DP = Direito Público.

De acordo com a Tabela 31, todos os prestadores são de Direito Público e Abrangência Local. Quanto à Natureza Jurídica, três (ou 75%) são do tipo Autarquias (Departamento de Água e Esgoto de Americana; Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho e Serviço de Água e Esgoto de Holambra) e um (ou 25%) é do tipo Administração Pública Direta (Prefeitura Municipal de Cosmópolis). Quanto à Abrangência, todos são do tipo Local.

Quinze municípios foram considerados ineficientes pela PU em 2014: Santa Bárbara d'Oeste; Santo Antônio de Posse; Pedreira; Nova Odessa; Sumaré; Artur Nogueira; Valinhos; Indaiatuba; Jaguariúna; Hortolândia; Morungaba; Vinhedo; Itatiba; Monte Morte e Paulínia. Prevaecem: Direito tipo Público; Natureza Jurídica tipo Autarquia e Abrangência tipo Local, conforme mostra a Tabela 32.

Tabela 32. Caracterização dos prestadores de serviço dos municípios ineficientes – PU 2014.

Direito		Natureza Jurídica		Abrangência		
Tipo	Tipo	Nº	%	Tipo	Nº	%
DP	AT	7	46,67%	L	10	66,67%
	APD	2	13,33%			
DPV	SEMAP	6	40,00%	R	5	33,33%
Total		15	100,00%			

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: L = Local; AT = Autarquia; APD = Administração Pública Direta; DP = Direito Público; DPV = Direito Privado; SEMAP = Sociedade de Economia Mista com Administração Pública.

Conforme mostra a Tabela 32, nove prestadores (ou 60%) são de Direito tipo Público e seis (ou 40%) são de Direito Privado. Quanto à Natureza Jurídica, sete (ou 46,67%) são Autarquias (Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste; Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Pedreira; Departamento de Água e Esgoto de Sumaré; Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira; Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos; Serviço Autônomo de Água e Esgotos e Saneamento Básico Vinhedo) e dois são Administração Pública Direta (Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse e Prefeitura Municipal de Jaguariúna). Todos os de Direito Privado são Sociedades de Economia Mista com Administração Pública (Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa e todos os municípios em que a SABESP opera: Paulínia; Monte Mor; Itatiba; Morungaba e Hortolândia). Quanto à Abrangência, dez (ou 66,67%) são Locais e cinco (ou 33,33%) são Regionais.

Em 2015, assim como em 2014, quatro municípios foram considerados eficientes na visão da PU: todos os eficientes de 2014, excluindo Holambra e acrescentando Nova Odessa. Predomina (APÊNDICE R): Direito tipo Público; Abrangência Local e Natureza Jurídica tipo Autarquia, conforme apresentado na Tabela 33.

Tabela 33. Caracterização dos prestadores de serviço dos municípios eficientes – PU 2015.

Direito		Natureza Jurídica		Abrangência		
Tipo	Tipo	Nº	%	Tipo	Nº	%
DP	AT	2	50,00%	L	4	100,00%
	ADP	1	25,00%			
DPV	SEMAP	1	25,00%			
Total		4	100,00%	100,00%		

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: L = Local; AT = Autarquia; APD = Administração Pública Direta; DP = Direito Público; DPV = Direito Privado.

De acordo com a Tabela 33, a PU em 2015 considerou quatro municípios eficientes. Quanto ao Direito, três (ou 75%) são do tipo Público e um (ou 25%) é do tipo Privado. Quanto à Natureza Jurídica, dois (ou 50%) são tipo Autarquias (Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho e Departamento de Água e Esgoto de Americana); um (ou 25%) é tipo Administração Pública Direta (Prefeitura Municipal de Cosmópolis) e um (ou 25%) é tipo SEMAP (Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa). Quanto à Abrangência, todas são tipo Local.

Assim como em 2014, quinze municípios foram considerados ineficientes pela PU 2015: Santo Antônio de Posse; Santa Bárbara d'Oeste; Pedreira; Artur Nogueira; Valinhos; Holambra; Sumaré; Indaiatuba; Vinhedo; Jaguariúna; Morungaba; Hortolândia; Itatiba; Paulínia e Monte Mor. Predominam (APÊNDICE R): Direito tipo Público; Natureza Jurídica tipo Autarquia e Abrangência tipo Local, conforme apresentado na Tabela 34.

Tabela 34. Caracterização dos prestadores de serviço dos municípios ineficientes – PU 2015.

Direito		Natureza Jurídica		Abrangência		
Tipo	Tipo	Nº	%	Tipo	Nº	%
DP	AT	7	46,67%	L	10	66,67%
	ADP	2	13,33%			
DPV	SEMAP	5	33,33%	R	5	33,33%
	EP	1	6,67%			
Total		15	100,00%	100,00%		

Fonte: Elaborado pela autora. Legenda: L = Local; AT = Autarquia; ADP = Administração Pública Direta; DP = Direito Público; DPV = Direito Privado; EP = Empresa Privada.

Conforme a Tabela 34, nove prestadores (ou 60%) são do tipo Público e seis (ou 30%) são do tipo Privado. Quanto à Natureza Jurídica, sete (ou 46,66%) são tipo Autarquias (Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste; Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Pedreira; Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira; Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos; Serviço de Água e Esgoto de Holambra; Serviço Autônomo de Água e Esgotos e Saneamento Básico Vinhedo); dois (ou 13,33%) são do tipo Administração Pública Direta (Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse e a Prefeitura Municipal de Jaguariúna); cinco (ou 33,33%) são do tipo Sociedade de Economia Mista com Administração Pública (compreende os municípios operados pela SABESP: Morungaba; Hortolândia; Itatiba; Paulínia e Monte Mor) e um (ou 6,67%) é do tipo Empresa Privada (município de Sumaré, operado pela Odebrecht Ambiental). Quanto à Abrangência, dez (ou 66,67%) são Locais e cinco (ou 33,33%) são Regionais.

Nas visões da PU em 2014 e 2015, vale destacar que três municípios permaneceram eficientes no período: duas Autarquias (Departamento de Água e Esgoto de Americana e o Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho) e uma Administração Pública Direta (Prefeitura Municipal de Cosmópolis). Comparando os anos de 2014 e 2015, quanto à Natureza Jurídica dos prestadores de serviço, predomina o número de Autarquias. Em 2015, a predominância do modelo Autarquia foi menor que em 2014 por conta da queda de Holambra, que em 2015

caiu para a 7ª posição no Ranking da PU 2015, e da elevação da SEMAP de Nova Odessa. Quanto à Abrangência, tanto em 2014 quanto em 2015, todas as eficientes eram do tipo Local.

Considerando conjuntamente a perspectiva da População Usuária e do Prestador de Serviço, os dois municípios eficientes, tanto em 2014 quanto 2015, foram Americana e Engenheiro Coelho. Ambos prestadores de serviço são de Abrangência Local e de Natureza Jurídica tipo Autarquia.

Comparando a visão da População Usuária com a visão do Prestador de Serviço quanto à propriedade, percebe-se que tanto os municípios de Direito Público quanto o Privado foram considerados eficientes e ineficientes nas duas perspectivas. Ressalva-se que o município de Sumaré mudou a concessão em 2015, passando de uma entidade de Direito Público para uma de Direito Privado, daí ajustes na gestão serem esperados, o que pode impactar nas eficiências.

O mesmo ocorre em relação à Natureza Jurídica, já que todas as naturezas jurídicas, com exceção da do tipo Empresa Privada que não foi eficiente nem na visão da PU nem na visão do PS, foram consideradas eficientes e ineficientes, pelo menos, em uma das visões.

Quanto à Abrangência, percebe-se um resultado invertido: os municípios de abrangência Regional, ou seja: aqueles operados pela SABESP, foram considerados eficientes na visão do PS porém ineficientes na visão da PU, inclusive ocupando os últimos posicionamentos tanto em 2014 quanto em 2015. Pode-se concluir que: (1) os municípios de abrangência Regional privilegiam o PS em detrimento da PU; (2) que os de abrangência Local privilegiam as duas perspectivas; e (3) entre os três aspectos de análise (Abrangência, Propriedade e Natureza Jurídica), a Abrangência é decisiva para a visão do *stakeholder*.

7. CONCLUSÃO

Motivada pela dificuldade de representar as perspectivas num único modelo DEA e no contexto da universalização do saneamento e dos objetivos conflitantes, esta dissertação propõe olhar o desempenho do setor do saneamento considerando diferentes perspectivas: a da População Usuária – PU, que tem como objetivo o serviço de maior qualidade e menor preço, independentemente do local; a do Prestador de Serviço – PS, que deseja o maior retorno a partir da infraestrutura existente, e a do Poder Público, que deve atuar equilibrando a relação entre os *stakeholders* da cadeia e garantindo a sustentabilidade do sistema.

Afim de se verificar como os municípios se colocavam em cada perspectiva e na visão conjunta, definiu-se como objetivo geral classificar os Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitários dos municípios da Região Metropolitana de Campinas, a partir das visões da PU e do PS, durante os anos de 2014 e 2015, segundo as relações de eficiências.

Para desenvolver a pesquisa, utilizou-se a Análise Envoltória de Dados afim de avaliar a eficiência dos municípios nas duas perspectivas. O modelo DEA utilizado foi o CCR – Retorno Constante de Escala orientado para Saída. As variáveis utilizadas para o Prestador de Serviço foram: PIBC, DTS e EXTE, como Entradas, e ART e TMP, como Saídas. As variáveis utilizadas para a População Usuária foram: PIBC e DTS, como Entradas, e EXTE, TMP e QRS, como Saídas. Calculadas as eficiências, geraram-se os *Rankings* para cada uma das perspectivas e desenvolveram-se os Gráficos de Desempenhos, onde foi possível verificar o posicionamento dos municípios quanto às visões da PU, do PS e a conjunta.

Os resultados do *Ranking* mostram que os municípios eficientes foram: para População Usuária - Ano 2014: Americana; Cosmópolis; Engenheiro Coelho e Holambra; para a População Usuária – Ano 2015: Americana; Cosmópolis; Engenheiro Coelho e Nova Odessa. Considerando a visão do Prestador de Serviço – Ano 2014, os eficientes foram: Americana; Artur Nogueira; Cosmópolis; Engenheiro Coelho; Hortolândia; Indaiatuba; Itatiba; Monte Mor; Morungaba; Nova Odessa; Pedreira e Santa Bárbara d'Oeste. Já para o Prestador de Serviço – Ano 2015, os eficientes foram: Americana; Artur Nogueira; Engenheiro Coelho;

Hortolândia; Indaiatuba; Itatiba; Monte Mor; Morungaba; Paulínia e Santa Bárbara d'Oeste.

Quanto aos Gráficos de Desempenho, foi possível verificar que a maioria das políticas municipais privilegia o PS em detrimento de um melhor serviço à PU: 73,68% dos municípios em 2014 e 63% dos municípios em 2015 privilegiam o PS enquanto que 10,53% privilegiam a PU em 2014 e 26% em 2015. O equilíbrio máximo foi atingido por três municípios em 2014, a saber: Americana; Engenheiro Coelho e Cosmópolis, e em 2015 por dois municípios: Americana e Engenheiro Coelho.

Além disso, quanto ao posicionamento dos municípios em 2014 e em 2015, cinco comportamentos foram identificados: manter-se na Linha de Equilíbrio; deslocar-se da Linha de Equilíbrio; permanecer na área de influência definida pela Linha de Equilíbrio, sair da maior influência de PU para maior influência de PS e vice-versa. Os municípios que se movimentaram foram Holambra; Monte Mor; Nova Odessa; Pedreira; Santo Antônio de Posse e Sumaré, analisados pelo Índice de Malmquist.

Depois, a fim de avaliar a movimentação dos municípios de Holambra; Monte Mor; Nova Odessa; Pedreira; Santo Antônio de Posse e Sumaré, do ano de 2014 para o ano de 2015, aplicou-se o Índice de Malmquist, composto do Emparelhamento e do Deslocamento de Fronteira. Por ele, concluiu-se que a força dominante do avanço no sentido do Prestador de Serviço foi o Deslocamento da Fronteira. O avanço no sentido da População Usuária foi tanto por conta do progresso da Fronteira quanto por conta do progresso da eficiência relativa dos municípios entre 2014 e 2015 (Emparelhamento).

Em seguida, considerando cada perspectiva, analisou-se as características dos prestadores de serviço quanto à sua Propriedade, Natureza Jurídica e Abrangência. Na visão do PS 2014, prevalecem Entidades de Direito Público; Natureza Jurídica tipo Autarquia e de Abrangência tipo Local enquanto que em 2015, há equilíbrio entre entidades de Direito Público e Privado; Natureza Jurídica tipo Autarquia e SEMAP; Abrangência tipo Local e tipo Regional. Quanto à PU, 2014 e 2015, também predominavam: Entidades de Direito Público; Natureza Jurídica tipo Autarquia e de Abrangência tipo Local.

Em relação às Características, concluiu-se que a Abrangência é decisiva na visão do *stakeholder* se comparada com a Natureza Jurídica e a Propriedade.

Quanto à primeira, percebeu-se resultado invertido para as perspectivas: os municípios operados pela SABESP, ou seja: de abrangência Regional, foram considerados eficientes pela visão do PS, mas foram considerados ineficientes pela visão da PU, ocupando, inclusive as últimas posições nos *Rankings* da População Usuária. Neste contexto, concluiu-se que a abrangência Regional privilegia o PS em detrimento de um melhor serviço para a PU e que a abrangência Local privilegia as duas perspectivas.

Quanto à inovações, esta dissertação propôs uma nova fase, denominada “Definição dos Objetivos de Estudo”, estendendo a metodologia de utilização da DEA para oito fases; além disso, não só apresentou o tema considerando uma perspectiva não explorada na literatura, a da População Usuária, como também propôs uma metodologia de planejamento em que o Prestador de Serviço e População Usuária são considerados no mesmo nível de importância.

Com base no exposto, esta dissertação procurou agregar informações relevantes para o debate sobre o desempenho do saneamento, evidenciando a questão dos objetivos conflitantes. No contexto da tomada de decisão e proposição de políticas públicas, o entendimento sobre as perspectivas dos *stakeholders* e compatibilização dos seus interesses é fundamental para maximizar e universalizar os benefícios do saneamento.

Apesar de ter alcançado os objetivos propostos, as principais limitações enfrentadas nesta dissertação foram as ausências de dados de prestadores de serviço no SNIS, o que impossibilitou a utilização de outras variáveis quanto a análise para períodos de tempos mais longos. Além disso, apesar do SNIS ser o principal banco de dados brasileiro sobre saneamento, o foco implícito no prestador de serviço dificultou a escolha de variáveis de qualidade para a perspectiva da População Usuária.

Como não se pretende esgotar o tema, sugere-se uma agenda de pesquisa que contribua com caminhos que levem à prestação de serviços de saneamentos baseados no controle social; na eficiência e sustentabilidade econômica e na universalização do acesso, princípios estabelecidos pela LNSB. Para trabalhos futuros, sugere-se: inserir novas perspectivas para englobar novos *stakeholders*; ampliar o Universo de Pesquisa considerando outras Regiões Metropolitanas; estudar, profundamente, as Líderes Globais (Indaiatuba; Morungaba e Cosmópolis) e utilizar outros métodos, tais como o *Preference*

Ranking Organization Method for Enrichment Envaluations (PROMETHEE) para comparação de resultados.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, M.; COHEN, B. Productivity and efficiency in the water industry. *Utilities Policy*, v. 17, n. 3-4, p. 233-244, 2009. Available from: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178709000241>>. Cited: 20 jan 2017.

AIDAA, K.; COOPER W. W.; PASTOR, J. T.; SUEYOSHI, T. Evaluating Water Supply Services in Japan with RAM: a Range-adjusted Measure of Inefficiency. *Omega*. V. 26, n. 2, pp. 207- 232, 1998. Available from: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048397000728>>. Cited: 21 jan 2017.

ALEGRE, H. R. Performance Indicators for water supply services. In: CABRERA, E. GARCÍA-SERRA, J. Drought Management Planning in Water Supply Systems: Proceedings from the UIMP International Course held in Valencia, December 1997. Springer Netherlands, 1999.p.148-178. Available from: <<https://books.google.com.br/books?id=WvJSBgAAQBAJ&pg=PA149&lpg=PA149&dq=keeping+the+customer+happy+allison,+1997&source=bl&ots=dP4kBNUGTn&sig=wrfTrfmeROQoiOOVegrWyJ6bw3c&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwjwzLWCj8fTAhUDQ5AKHYgTChUQ6AEIMjAF#v=onepage&q=keeping%20the%20customer%20happy%20allison%2C%201997&f=false>>. Cited: 27 abr. 2017.

ALEGRE, H.R; HIRNER, W.; BAPTISTA, J. M; PARENA, R. Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil/ Instituto Regulador de Águas e Resíduos, 2004. Disponível em: < <http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Documentos%20de%20acesso%20remoto/INDICADORES%20DE%20DESEMPENHO%20PARA%20SERVI%20C%2087OS%20DE%20ABASTECIMENTO%20DE%20AGUA.pdf>>. Acesso em: 01 abr 2017.

ALMEIDA, M.R. A eficiência dos investimentos do Programa de Inovação Tecnológica em Pequena Empresa (PIPE): uma integração da análise envoltória de dados e índice Malmquist. 2010. 274f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-26112010-144241/pt-br.php>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

ASMILD, M.; PARADI, J. C.; REESE, D. N.; TAM, F. Measuring overall efficiency and effectiveness using DEA. *European Journal of Operational Research*, v. 178, n. 1, p. 305-321, 2007. Available from: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221706000452>>. Cited: 14 nov.2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 24510: Atividades relacionaas aos serivços de água potável e esgoto – Diretrizes para a avaliação e para a melhoria dos serviços prestados aos usuários. Rio de Janeiro. 2012. 68p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 24511: Atividades relacionaas aos serivços de água potável e esgoto – Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de esgoto e para a avaliação dos serviços de esgotos. Rio de Janeiro. 2012. 68p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 24512: Atividades relacionaas aos serivços de água potável e esgoto – Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de água e para a avaliação dos serviços de água potável. Rio de Janeiro. 2012. 61p.

BARBOSA, R. DE P.; BASTOS, A. P. V. A participação privada na provisão dos serviços de água e esgotamento sanitário no brasil: um estudo comparativo da eficiência dos prestadores de serviços. *Revista de Estudos Sociais*, v. 15, n. 30, p. 106-130, 2013. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5017624.pdf>>. Acesso em: 28 mar 2017.

BARR, R.S. DEA Software Tools and Technology: A State-of-the-Art Survey. In: COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; ZHU, J. *Handbook of Data Envelopment Analysis*. Boston: Kluwer Academic, 2004. Available from: <<http://faculty.smu.edu/barr/deahandbook/ch16d.pdf>>. Cited: 18 ago 2017.

BERG, S.; MARQUES, R. C. Quantitative studies of water and sanitation utilities: a literature survey. *Water Policy*, v. 13, n. 5, p. 591–606, 2011. Available from: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1907323>. Cited: 10 mar. 2017

BIONDI, L.N. *Neuro-DEA: Nova Metodologia para determinação da eficiência relativa de Unidades Tomadoras de Decisão*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BOUSSOFIANE, A.; DYSON, R. G.; THANASSOULIS, E. Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, v. 52, n. 1, p. 1–15, 1991. Available from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0377221791903310>>. Cited: 15 jan 2017.

BOWLIN WILLIAM, F. Evaluating The Efficiency Of Us Air Force Real-Property Maintenance Activities. *Journal of the Operational Research Society*, v. 38, n. 2, p. 127–135, 1987. Available from: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0023292259&partnerID=40&md5=0221ca09ebe9a4f288c7f7699160a38f>>. Cited: 20 jan 2017.

BRASILa. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em 15 nov 2016.

BRASILb. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES. 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 10 mar 2016.

BRASILc. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015. Brasília: SNSA/MCIDADES. 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 10 mar 2017.

BRASILd. *Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: Avaliações E Diretrizes Para Adaptação*. Brasília: Agência Nacional. Brasília: Agência Nacional das Águas. 93f. 2016. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Documents/Mudancas%20Climaticas%20e%20Recursos%20H%C3%ADricos%20ANA%202016.PDF>>. Acesso em: 25 abr 2017.

BRASILE. *Atlas do Abastecimento Urbano*. Agência Nacional das Águas. 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/ResultadosEstado.aspx>>. Acesso em: 20 abr 2017.

BRASILf. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2016*. Brasília: Agência Nacional. Brasília: Agência Nacional das Águas. 2016. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>>. Acesso em: 10 abr 2017.

BRASILg. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em 30 jan. 2017.

BRITTO, A.L (Coord). CORDEIRO, B. S.; PEREIRA, T. D.; HUBNER, C. F.; SOUSA, A. C. A. *Panorama do Saneamento Básico no Brasil: Avaliação político-institucional do setor de saneamento*

básico. Brasília: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011. 537 p. (Panorama do Saneamento Básico no Brasil, v.4).

CARMO, C.M. *Avaliação da Eficiência Técnica das Empresas de Saneamento Brasileiras Utilizando a Metodologia DEA*. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003. Disponível em: <http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5836/arquivo7386_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 8 ago 2016.

CARVALHO, A.E.C. *Caminhos para a universalização dos serviços de água e esgotos no Brasil: a atuação das entidades reguladoras para indução da eficiência dos prestadores de serviços*. 2014. 154 f. Dissertação (Mestrado em Política e Gestão Pública) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16905/1/AnneECC_%20DISSERT.pdf. Acesso em: 13 ago. 2016.

CARVALHO, B.E.C.F. *A avaliação de desempenho da prestação de serviços de abastecimento de água independente da perspectiva do avaliador, se usuário ou prestador?*. 2013.153 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em:<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15361/1/2013_BrunoEustaquioFerreiraCastrodeCarvalho.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2017.

CASSARA, A.; LAYKE, C.; RANGANATHAN, J.; TUNSTALL, D.; DOWRING, D.S.; VANASSETT, W. *Tomorrow's Markets: Global Trends and their Implications for Business*. Baltimore: World Resource Institute. 2002. United Nations Environment Program. Available from:<http://www.wri.org/sites/default/files/tomorrows_markets.pdf>. Cited: 10 mar 2017.

CASTRO, C.E.T.C. *Avaliação da Eficiência Gerencial de Empresas de Água e Esgotos Brasileiras por meio da Envoltória de Dados (DEA)*. 2003. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em:<http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/5000065181_03_pretexto.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2016.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y., SEIFORD, L.M. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. New York: Springer Science & Business Media, 1994. 513p.

CHARNES, A.; CLARKE, C.; COOPER, W.W.; GOLANY, B. *A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. air forces*. In: ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH. 1984.

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. Available from:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377221778901388>>. Cited: 19 ago 2016.

COELLI, T.; ESTACHE, A.; PERELMAN, S.; TRUJILLO, L. *A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulators*. The World Bank: Washington, USA. 2003. Available from:<<http://documents.worldbank.org/curated/pt/979041468765575437/pdf/multi0page.pdf>>. Cited: 19 ago 2017.

COOK, W. D.; SEIFORD, L. M. Data envelopment analysis (DEA) - Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, v.192, n.01, p.1–17, 2009. Available from:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221708001586>>. Cited: 12 fev.2017.

COOK, W.D.; TONE, K.; ZHU, J. Data Envelopment Analysis: Prior to choosing a model. *Omega*. n. 44, 2014. Disponível em:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048313000947>>. Cited: 25 jan. 2017.

COOPER, W.; SEIFORD, L.; TONE, K. *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses: With DEA-Solver Software References*. 1 ed. Springer US. 2006. 354p. Available from:< <http://www.springer.com/us/book/9780387285801>>. Cited: 08 jan 2017.

CORREIA, M.V.C. *Que controle social?*. Rio de Janeiro: Instituto Fiocruz, 2000. Disponível em:< http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/d/Controle_Social_-_rec.pdf>. Acesso em 02 jun 2018.

COSTA, A.M. *Análise histórica do saneamento no Brasil*. 1994. 164f. Tese (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1994.

COSTA, S.S; RIBEIRO, W. *Dos porões à luz do dia: um itinerário dos aspectos jurídico-institucionais do saneamento básico no Brasil*. In: HELLER, L; CASTRO, J.E. (Org). *Política Pública e gestão dos serviços de saneamento*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013. P.467 – 482.

CRUZ, K. E. A. DA; RAMOS, F. DE S. *Eficiência na gestões do saneamento básico e seus impactos sobre a promoção da saúde: uma aplicação da análise envoltória de dados - DEA*. , p. 1–18, 2013. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/266222074_EFICIENCIA_NA_GESTAO_DO_SANEAMENTO_BASICO_E_SEUS_IMPACTOS SOBRE_A_PROMOCAO_DA_SAUDE_U_MA_APLICACAO_DA_ANALISE_ENVOLTORIA_DE_DADOS_-_DEA>. Acesso em: 14 jun. 2017.

DANILENKO, A.; DICKSON, E.; JACOBSEN, M. *Climate Change and Urban Water Utilities: Challenges & Opportunities*., n. 24, p. 84, 2010. Available from:< rg/sites/wsp.org/files/publications/climate_crg/sites/wsp.org/files/publications/climate_change_urban_water_challenges.pdf>. Cited: 25 mar 2017.

DANILENKO, A.; VAN DEN BERG, C.; MACHEVE, B.; MOFFITT, L. J. *The IBNET Water Supply and Sanitation Blue Book 2014: The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities Databook*. Washington DC: World Bank. 2014.p.169. Available from:< <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/19811/9781464802768.pdf?sequence=5&isAllowed=y>>. Cited: 27 abr. 2017.

DRUCKER, P. *An introductory view of management*. New York: Haper College, 1977.

DYSON, R. G., ALLEN, R., CAMANHO, A. S., PODINOVSKI, V. V., SARRICO, C. S. & SHALE, E. A. Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Operational Research*. 2001. n. 132, p. 245-259. Available from: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037722170001491>>. Cited: 17 jan 2017.

EPSTEIN, M. K.; HENDERSON, J. C. Data Envelopment Analysis for Managerial Control and Diagnosis. *Decision Sciences*, v. 20, n. 1, p. 90–119, 1989.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*. 1994. n. 1, 84.p. 66-83. Available from: <http://www.jstor.org/stable/2117971>. Cited: 26 mar 2017.

FARIA, S.A.; FARIA, R.C. Cenários e Perspectivas para o setor de saneamento e sua interface com os recursos hídricos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*.v.9, n.3. p.202 – 210, 2004. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/esa/v9n3/v9n3a06.pdf> >. Acesso em: 25 jan. 2017.

FARINA, E. M. M.Q.; AZEVEDO, P.F.; PICCHETTI. *A Reestruturação dos Setores de Infra-Estrutura e a Definição de Marcos Regulatórios: Princípios Gerais, Características e Problemas*. In: SEMINÁRIOS DE PESQUISA ECONÔMICA. 1997. Rio de Janeiro. Fundação de Ensino Getúlio Vargas – Escola de Pós-Graduação em Economia. 1997. p.61. Disponível em:< <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/12303/000086217.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 de jan. 2016.

FARREL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications: Techniques and Applications. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 120, n. 3, p. 253–290, 1957.

FERREIRA, C.M.C; GOMES, A.P. *Introdução à Análise de Envoltória de Dados: Teoria, Modelos e Aplicações*. Viçosa: Editora UFV, 2009. 389p.

FIGUEIREDO, D. S.; MELLO, J. C. C. B. S. Índice Híbrido de Eficácia e Eficiência para lojas de Varejo. *Gestão e Produção*. v.16, n.2, p.286-300. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2009000200011&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 13 ago. 2016.

FITZGERALD, L.; JOHNSTON, R.; BRIGNALL, S. *Performance Measurement in Services Business. Serviços*. Cambridge: CIMA: The Chartered Institute of Management Accountants, 1993.

FREITAS, R. ALTAFIN, I. Os difíceis passos à universalização dos serviços. *Conjuntura Econômica*. Fundação Getúlio Vargas. 2016. v.70, n.06 p. 50 – 51. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumPagelId=4028818B37A00A200137A4099DA13ADA&contentId=8A7C82C55506F84101555EC8ED3651D6>>. Acesso em: 25 out 2017.

FRIEDMAN, L.; SINUANY-STERN, Z. Combining ranking scales and selecting variables in the DEA context: The case of industrial branches. *Computers & Operations Research*, v. 25, n. 9, p. 781–791, 1998. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0305054897001020/1-s2.0-S0305054897001020-main.pdf?_tid=4b19b578-c9fc-11e6-bc47-0000aabb0f26&acdnat=1482599791_1fc3865c57721eed79e6c1dd93163249>. Cited: 23 jan 2017.

FUNDAÇÃO SEADE. Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/>>. Acesso em: 1 out 2017.

GALVÃO JÚNIOR, A. C.; PAGANINI, W. S. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, n. 1, p. 79–88, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n1/v14n1a09.pdf>>. Acesso em 10 dez. 2016.

GALVÃO JUNIOR, A.C.; CUSTÓDIO, A.M.B; MONTEIRO, M.A. Ociosidade das Redes de Esgotamento Sanitário no Brasil. 2015. Instituto Trata Brasil. Disponível em:<<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ociosidade/relatorio-completo.pdf>> Acesso em: 15 jan. 2017.

GARIBA JÚNIOR, M. *Um modelos de avaliação de cursos superiores de tecnologia baseado na ferramenta Benchmarking*. 2006.90F. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102070/221785.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An application procedure for DEA. *Omega*, v. 17, n. 3, p. 237–250, 1989. Available from: <http://ac.els-cdn.com/0305048389900297/1-s2.0-0305048389900297-main.pdf?_tid=2d84b4ec-5159-11e7-b956-0000aacb35e&acdnat=1497483091_d8921877758825315471dcf0e09ef85b>. Cited 19 abr.2017.

GRIGOLIN, R. *Setor de água e de saneamento no Brasil: regulamentação e eficiência*. 2007. 60f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Escola de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Disponível em:<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2028/1_81744.pdf?sequence=6&isAllowed=y>. Acesso em: 10 nov. 2016.

HELLER, L. Prefácio. In: JUNIOR, A.P.; GALVÃO JUNIOR, A.C. *Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário*. Barueri: Editora Manole, 2012. P. XVII-XXII.

HELLER, L.; CASTRO, J. Política pública de saneamento: apontamentos teórico-conceituais. *Engenharia Sanitária Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 284-295, 2007. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522007000300008>. Acesso em: 02 mai 2017.

HERRALA, M. E.; HUOTARI, H.; HAAPASALO, H. J. O. Governance of Finnish waterworks - A DEA comparison of selected models. *Utilities Policy*, v. 20, n. 1, p. 64–70, 2012. Available from: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178711000804?via%3Dihub>>. Cited: 14 jun.2017.

IMP. Informações dos Municípios Paulistas. Disponível em: < <http://www.seade.gov.br/>>. Acesso em: 1 out 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica*. 2015. Disponível em:<<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/perdas-de-agua/Relatorio-Perdas-2013.pdf> >.Acesso em: 15 jan. 2017.

JORGE, W.E *Política nacional de saneamento pós-64*. 1987.259p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

KERSTENS, K.; BORGER, B. The Performance of Bus Transit Operators. In: HENSHER, D.A; BUTTON, K.J. *Handbook of Transport Modelling*. Emerald Group. 2007. Handbooks in Transport,v.1. Available from: < <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/9780857245670-036#>>. Cited: 17 dec. 2016.

KUMAR, S.; GULATI, R. Measuring efficiency, effectiveness and performance of Indian public sector banks. *International Journal of Productivity and Performance Management*. v. 59, n. 1, p. 51–74. 2010.

LIMA NETO, I.E.; SANTOS, A.B. Planos de Saneamento Básico. In: JUNIOR, A.P.; GALVÃO JUNIOR, A.C. *Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário*. Barueri: Editora Manole, 2012. P. 57-79.

LIMA, J. D. DE; JUCA, J. F. T.; REICHERT, G. A.; FIRMO, A. L. B. Uso de modelos de apoio a decisão para análise de alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos na Região Sul do Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 19, n. 1, p. 33–42, 2014. Disponível em:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522014000100033&lng=pt&nr m=iso&tlng=pt. Acesso em: 10 mar 2017.

LOUREIRO, A.L. *Gestão dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Estado da Bahia: Análise de Diferentes Modelos*. 2009.188f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador. Disponível em:< www.ppec.ufba.br/site/system/files/2009_aline_loureiro.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2017.

LOVELL, C. A. K. Production Frontiers and Productive Efficiency. In: FRIED, H.O; LOVELL, C.A.K.; SCHIMIDT, S.S. *Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. New Yor: Oxford University.1993.

MAIA, C.V.A.; BATISTA, L.J.R.; LIMA, J.G.A. Analysis of the provision of municipal services water supply and sewage system in the brazilian northeast cities. *Revista Espacios* .v.8, n.38. p.25 – 210, 2004. Available from :< <http://www.revistaespacios.com/a17v38n08/a17v38n08p27.pdf>>. Cited at: 20 apr. 2017

MARTINS, R. D.; FERREIRA, L. D. C. Uma revisão crítica sobre cidades e mudança climática: vinho velho em garrafa nova ou um novo paradigma de ação para a governança local?.*Revista de Administração Pública*, v. 45, n. 3, p. 611–642, 2011.

MELO JUNIOR, A.M. *Índice de Malmquist aplicado na Avaliação de Produtividade de soja da Região de Guarapuava*. 2005. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MELLO, J.C.C.B.S.; MEZA, L.A.; GOMES, E.G.; NETO, L.B. Curso de Análise de Envoltória de Dados. In: *XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. Gramado, RS. 2005. Disponível em: < http://www.uff.br/decisao/sbpo2005_curso.pdf>. Acesso em: 03 jun 2018.

MENEZES, M.; SIMAS, M.C.C. Conceitos e Medições de Satisfação no Saneamento Básico. In: JUNIOR, A.P.; GALVÃO JUNIOR, A.C. *Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário*. Barueri: Editora Manole, 2012. P. 916-944.

MIRANDA, E.C. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. In: GALVÃO JUNIOR, A.C.; SILVA, A.C. *Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto*. Fortaleza: Expressão Gráfica/Arce, 2006. P.75-97. Disponível em: < http://www.aesabesp.org.br/arquivos/livro_indicadores.pdf>. Acesso em: 01 fev 2017.

MOLINARI, A. Panorama Mundial. In: GALVÃO JUNIOR, A.C.; SILVA, A.C. *Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto*. Fortaleza: Expressão Gráfica/Arce, 2006. P.54-74

MONTENEGRO, M.H.F.; SATO, G.A.; TIMÓTEO, T.F. Normas ISSO 24500 e Avaliação de Desempenho no Saneamento Básico. In: JUNIOR, A.P.; JUNIOR, A.C.G. *Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário*. 1ª edição. Barueri: Editora Manole, 2012. P.1088-1112.

MORAES, L.R.S.; BORJA, P.C. *Política e plano municipal de saneamento ambiental: experiências e recomendações*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde. 2005. Disponível em: < http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_plano_municipal_saneamento.pdf>. Acesso em: 12 jan 2017.

MORAES, L.R.S.; OLIVEIRA FILHO, A. Política e Regulamentação do Saneamento no Brasil: Análise Contemporânea e Perspectivas. In: Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental, IX, 2000, Porto Seguro. *Anais...*Rio de Janeiro: ABES/ APRH, 2000. 1 CD. p. 1848-1859. 2000.

MOREIRA, A.; FONSECA, T. *Comparando medidas de produtividade: DEA, Fronteira de Produção Estocástica*. Texto para Discussão nº 1069. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA .2005. Disponível em: < <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1985> >. Acesso em: 11 out. 2017.

MOREIRA, D.A. *Dimensões do Desempenho em Manufatura e Serviços*. São Paulo: Pioneira Administração e Negócios, 1996. 111p.

MOUZAS, S. Efficiency versus effectiveness in business networks. *Journal of Business Research*, v. 59, n. 10–11, p. 1124–1132, 2006. Available from: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296306001469>>. Cited: 10 jan. 2016.

NORMAN, M.; STOKER, B. *Data Envelopment Analysis: the the assessment of performance*. Chicester: Jon Wiley. 1991.

NOVAES, A. G. N. Rapid-transit Efficiency Analysis with Assurance-region DEA Method. *Pesquisa Operacional*. v. 21, n. 2, pp. 179-197, 2001. Available from: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382001000200004>. Cited: 15 jan 2017.

OZBEK, M. E.; DE LA GARZA, J. M.; TRIANTIS, K. Data Envelopment Analysis as a Decision-Making Tool for Transportation Professionals. *Journal of Transportation Engineering*, v. 135, n. 11, p. 822–831, 2009b. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29TE.1943-5436.0000069>>. Cited: 25 mai. 2017.

OZCAN, Y. A. Performance Measurement Using Data Envelopment Analysis (DEA). In: OZCAN, Y.A. Health Care Benchmarking and performance evaluation. 2008. New York: Springer Science+Business Media. v. 2010. *International Series in Operations Research & Management*

Science. Available from:< https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-7472-3_2>. Cited 15 sep. 2017.

PEREIMA NETO; J.B. *XXI: o século das cidades no Brasil*. In: MONTORO, G.C.F. (Org). *Um olhar territorial para o desenvolvimento*. Sul. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico, 2014. P.271-309.

PÉRICO, A.E.; SANTANTA, N.B.; REBELATTO, D.A.N. *O Uso Racional De Água Na Sabesp: Uma Análise Por Envoltória De Dados*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL.2008, João Pessoa. Disponível em:< <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2008/pdf/arq0055.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

PICAZO-TADEO, A. J.; SÁEZ-FERNÁNDEZ, F. J.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, F. Does service quality matter in measuring the performance of water utilities?. *Utilities Policy*, v. 16, n. 1, p. 30–38, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178707000720>>. Cited: 10 dez. 2016.

PINTZ, P.; JONHSON, J. *Urban Water Supply and Sewerage Reform Strategy*. World Bank. 2006. Available from: <<https://www.developmentaid.org/#!/references/view/30387/urban-water-supply-and-sewerage-reform-strategy>>. Cited: 28 mar 2017.

PO, R.; GUH, Y.; YANG, M. A new clustering approach using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research* . v.199, p. 276–284. 2009. Available from:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221708009582>>. Cited: 20 mar 2017.

RAMANATHAN, R. *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A tool for Performance Measures*. New Deli:Sage Publications, 2003. 203p.

RAPHAEL, G. Measuring efficiency, effectiveness and performance of Tanzanian commercial banks: A two stage analysis. *European Journal of Business and Management*. v. 5, n. 7. p. 196 – 206. 2013. Available from:< [http://pakacademicsearch.com/pdf-files/ech/517/196-206_Vol_5,_No_7_\(2013\).pdf](http://pakacademicsearch.com/pdf-files/ech/517/196-206_Vol_5,_No_7_(2013).pdf)>. Cited: 12 sep. 2016.

REZENDE, S. C; HELLER, L. *O Saneamento no Brasil: políticas e interfaces*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

ROMANO, G.; GUERRINI, A. Measuring and comparing the efficiency of water utility companies: A data envelopment analysis approach. *Utilities Policy*, v. 19, n. 3, p. 202–209, 2011. Available from:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178711000361>>. Cited: 05 dez. 2016.

ROMANO, G.; MOLINOS-SENANTE, M.; GUERRINI, A. Water utility efficiency assessment in Italy by accounting for service quality: An empirical investigation. *Utilities Policy*, v. 45, p. 97–108, 2017. Available from:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178716302041>>. Cited: 09 mai. 2017.

ROSANO-PEÑA, C. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*, v. 12, n. 1, p. 83–106, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v12n1/a05v12n1>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

ROSEGRANT, M. W.; CAI, X.; CLINE, S. A. *Global water outlook to 2025: A 2020 Vision for Food Agriculture and the Environment*. 2002. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/fpr/fpre/po/14.html>>. Cited: 28 mar 2017.

ROSSETO, A.M.; LERÍPIO, A.A. *Gestão de Políticas Públicas de Saneamento Básico*. In: JUNIOR, A.P.; GALVÃO JUNIOR, A.C. *Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário*. Barueri: Editora Manole, 2012. P. 18-41

SAMPAIO, B.; SAMPAIO, Y. Influências políticas na eficiência de empresas de saneamento brasileiras. *Economia Aplicada*, p. 369–386, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-80502007000300003&lang=pt>. Acesso em: 05 jun. 2017.

SÁNCHEZ, L.E. *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos*. 2.ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SATO, J.M. *Utilização da análise envoltória de dados (DEA) no estudo de eficiência do setor de saneamento*. 2011. 43f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-graduação em Economia de Empresas, Universidade Católica de Brasília. Disponível em: <<https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/123456789/461>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

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. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 18, n. 4, p. 333–340, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-1522013000400333&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 14 jun. 2017.

SEROA DA MOTTA, R.; MOREIRA, A. Efficiency and regulation in the sanitation sector in Brazil. *Utilities Policy*, v.14,n. 3, p. 185–195, 2006. Available from: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4975/1/DiscussionPaper_139.pdf>. Cited: 10dez. 016.

SILVA, A.C.; BASÍLIO SOBRINHO, G. Regulação dos Serviços de Água e Esgoto. In: GALVÃO JUNIOR, A.C.; SILVA, A.C. *Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto*. Fortaleza: Expressão Gráfica/Arce, 2006. P.145-159. Disponível em: <http://www.aesabesp.org.br/arquivos/livro_indicadores.pdf>. Acesso em: 01 fev 2017.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 2. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002. Disponível em: <<https://daciane.files.wordpress.com/2015/10/2015-1-administrac3a7c3a3o-da-produc3a7c3a3o-slack.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017

SOARES, S.R.A.; CORDEIRO NETTO, O.M.; BERNARDES, R.S. Avaliação de aspectos político-institucionais e econômico-financeiros do setor de saneamento no Brasil com vistas à definição de elementos para um modelo conceitual. *Engenharia Sanitária e Ambiental*.v.8, n.2. p.84-94, 2003. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes/v8n1/v8n12a04.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

SOUZA; R.P. Planejamento dos serviços de saneamento básico na lei federal n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. In: MOTA, C. (Org). *Saneamento básico no Brasil: aspectos jurídicos da lei federal n 11 445/07*. São Paulo: Quartier Lation, 2010. P.25 – 52.

THANASSOULIS, E. The Use of Data Envelopment Analysis in the Regulation of UK Water Utilities: Water distribution. *European Journal of Operational Research*. V. 126, pp. 436-453, 2000a.

THEYS, J. *L'Environnement à la recherche d'une définition*. Institut Français de l' Environnement, n.1, 1993.

TONE, K.; TSUTSUI, M. Network DEA: A slacks-based measure approach. *European Journal of Operational Research*, v. 197, n. 1, p. 243–252, 2009. Elsevier B.V. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.027>.> Cited: 20 dec 2017.

TUPPER, H. C.; RESENDE, M. Efficiency and regulatory issues in the Brazilian water and sewage sector: An empirical study. *Utilities Policy*, v. 12, n. 1, p. 29–40, 2004. Available from: <http://ac.els-cdn.com/S0957178703000833/1-s2.0-S0957178703000833-main.pdf?_tid=fe907d30-4ad5-11e7-b416-00000aacb360&acdnat=1496767041_5b81ab5db2e83043a272d8d414a993e7>. Cited: 10 jan. 2017.

TUPY, O.; YAMAGUCHI, L. C. T. Eficiência e Produtividade: conceitos e medição. *Agricultura em São Paulo*, v. 45. n.2. p. 39–51.1998. Disponível em:< http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/1998/AS_PII98-3.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2017.

VIDAL, D. *Avaliação da Eficiência técnica das empresas de distribuição de energia elétrica brasileira, utilizando a metodologia DEA*. 2002. 95f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

VON SPERLING, M.; VON SPERLING, T.L. Sistemas de Informações para Gestão do Saneamento Básico. In: JUNIOR, A.P.; GALVÃO JUNIOR, A.C. *Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de água e esgotamento sanitário*. Barueri: Editora Manole, 2012. P.823-858.

VON SPERLING, T.L. *Estudo da utilização de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário*. 2010.134 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em:<<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/ENGD-88QPXC>>. Acesso em 01 mai. 2017.

WAGNER, J. M.; SHIMSHAK, D. G. Stepwise selection of variables in data envelopment analysis: Procedures and managerial perspectives. *European Journal of Operational Research*, v. 180, n. 1, p. 57–67, 2007. Available from:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221706002839>>. Cited: 24 nov 2017.

WORTHINGTON, A. C. A review of frontier approaches to efficiency and productivity measurement in urban water utilities. *Urban Water Journal*, v. 11, n. 1, p. 55–73, 2010. Available from:< https://www.griffith.edu.au/__data/assets/pdf_file/0018/261153/2010-10-review-of-frontier-approaches-to-efficiency-and-productivity-measurement-in-urban-water-utilities.pdf>. Cited: 05 dez. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Caracterização do Universo de Pesquisa.

Municípios	Área (em km ²)	População Urbana (Hab.)	DD (Hab./km ²)	TGCA 2010/2018 (% a.a.)	GU (%)	PIB (em mil reais correntes) - 2015	Tipologia do PIB dos Municípios Paulistas (2008)
Americana	133,91	228 212	1 712,22	1,08	99,53	10 101 729,32	Perfil industrial com relevância no Estado
Artur Nogueira	178,03	46 259	286,99	1,87	90,54	960 169,20	Perfil de serviços
Cosmópolis	154,67	63 931	445,06	2,01	92,87	1 283 380,85	Perfil industrial
Engenheiro Coelho	109,94	14 834	178,53	3,28	75,58	373 096,77	Perfil de serviços
Holambra	65,58	11 508	211,97	4,40	82,79	799 618,04	Perfil agropecuário com relevância no Estado
Hortolândia	62,42	222 649	3 566,95	1,85	100,00	10 787 568,44	Perfil multissetorial
Indaiatuba	311,55	233 592	757,39	2,02	98,99	12 158 900,86	Perfil industrial com relevância no Estado
Itatiba	322,28	99 479	356,32	1,91	86,63	5 351 307,49	Perfil industrial
Jaguariúna	141,39	52 012	374,98	2,44	98,10	8 903 620,63	Perfil industrial
Monte Mor	240,57	54 693	238,70	2,22	95,25	2 964 708,68	Perfil industrial
Morungaba	146,75	11 574	88,30	1,80	89,32	394 926,83	Perfil industrial
Nova Odessa	73,79	55 842	769,30	1,31	98,37	2 752 343,52	Perfil industrial
Paulínia	138,78	100 822	727,16	2,66	99,91	27 060 731,53	Perfil industrial com relevância no Estado
Pedreira	108,82	45 235	419,21	1,19	99,16	1 074 872,17	Perfil de serviços
Santa Bárbara d'Oeste	271,03	185 640	690,36	0,49	99,21	5 280 768,35	Perfil industrial com relevância no Estado
Santo Antônio de Posse	154,13	21 305	145,49	1,57	95,01	813 300,26	Perfil de serviços
Sumaré	153,47	271 908	1 792,84	1,68	98,82	12 663 336,60	Perfil industrial com relevância no Estado
Valinhos	148,54	116 377	820,04	1,74	95,54	5 242 015,46	Perfil industrial com relevância no Estado
Vinhedo	81,60	72 506	917,38	2,09	96,86	7 635 817,73	Perfil industrial com relevância no Estado
UP	2 997,25	1 908 378	763,12	1,98	94,34	116 602 212,73	
RMC	3 791,79	3 047 393	823,66	1,38	97,57	173 002 358,66	
ESP	248 219,63	42 419 766,00	177,23	0,88	96,42	1 939 890 056,24	

Fonte: Informações dos Municípios Paulistas. Em que: DD = Densidade Demográfica; Hab.= Habitantes; TGCA = Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População Urbana; GU = Grau de Urbanização; PIB = Produto Interno Bruto. Os dados do PIB são referentes ao ano de 2015 e os da Tipologia do PIB dos Municípios Paulistas são referentes ao ano de 2008.

APÊNDICE B - População atendida e percentual de atendimento dos Prestadores de Serviço de Água e Esgoto do universo de pesquisa – Ano 2014.

Cód.	Município	PS	Sigla	Abr.	NJ	Pop. Urb. (hab.)	Pop. Atd. (hab.)	Atd. (%)	Pop. urb.		Atd. (%)
									(hab.)	(hab.)	
						Água		Esgoto			
M1	Americana	Departamento de Água e Esgoto de Americana	DAE	L	AT	225.910	225.910	100%	225.910	225.910	100%
M2	Artur Nogueira	Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira	SAEAN	L	AT	44.678	44.678	100%	44.678	43.338	97%
M3	Cosmópolis	Prefeitura Municipal de Cosmópolis	DAE	L	ADP	60.950	58.000	95%	60.950	58.000	95%
M4	Engenheiro Coelho	Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	SAEEC	L	AT	13.277	13.277	100%	13.277	13.062	98%
M5	Holambra	Serviço de Água e Esgoto de Holambra	SAEHOL	L	AT	9.449	9.449	100%	9.449	9.449	100%
M6	Hortolândia	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	212.527	212.527	100%	212.527	179.288	84%
M7	Indaiatuba	Serviço Autônomo de Água e Esgotos	SAAE	L	AT	224.324	214.215	95%	224.324	208.680	93%
M8	Itatiba	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	94.234	94.234	100%	94.234	92.470	98%
M9	Jaguariúna	Prefeitura Municipal de Jaguariúna	PMJ	L	ADP	49.256	49.256	100%	49.256	47.961	97%
M10	Monte Mor	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	51.156	51.156	100%	51.156	31.023	61%
M11	Morungaba	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	10.914	10.892	100%	10.914	10.246	94%
M12	Nova Odessa	Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa	CODEN	L	SEMAP	55.095	55.095	100%	55.095	55.095	100%
M13	Paulínia	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	95.133	95.133	100%	95.133	89.639	94%
M14	Pedreira	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	SAAE	L	AT	44.674	44.674	100%	44.674	43.780	98%
M15	Santa Bárbara D'Oeste	Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste	DAE	L	AT	187.748	187.748	100%	187.748	187.748	100%
M16	Santo Antônio de Posse	Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse	PMSAP	L	ADP	20.226	18.254	90%	20.226	18.254	90%
M17	Sumaré	Departamento de Água e Esgotos de Sumaré	DAE	L	AT	259.220	248.486	96%	259.220	238.714	92%
M18	Valinhos	Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos	DAEV	L	AT	112.588	106.776	95%	112.588	102.280	91%
M19	Vinhedo	Saneamento Básico Vinhedo	SANEBAVI	L	AT	68.979	65.532	95%	68.979	58.634	85%

Fonte: Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2014. (BRASILb). Em que: PS = Prestador de Serviço; Abr = Abrangência; L = Local; R = Regional; NJ = Natureza Jurídica; AT = Autarquia; ADP = Administração Pública Direta; SEMAP = Sociedade de Economia Mista com Administração Pública; EP = Empresa Privada; Pop. Urb = População Urbana; Pop Atd.= População Atendida; Atd.= Atendimento.

APÊNDICE B - População atendida e percentual de atendimento dos Prestadores de Serviço de Água e Esgoto do universo de pesquisa – Ano 2015.

Cód.	Município	PS	Sigla	Abr.	NJ	Pop. urb. (hab.)	Pop. Atd. (hab.)	Atd. (%)	Pop. urb.		Atd. (%)
									(hab.)	(hab.)	
							Água		Esgoto		
M1	Americana	Departamento de Água e Esgoto de Americana	DAE	L	AT	228.251	228.251	100%	228.251	228.251	100%
M2	Artur Nogueira	Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira	SAENA	L	AT	45.493	45.493	100%	45.493	44.129	97%
M3	Cosmópolis	Prefeitura Municipal de Cosmópolis	DAE	L	ADP	62.045	62.045	100%	62.045	62.045	100%
M4	Engenheiro Coelho	Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	SAEEC	L	AT	13.612	13.600	100%	13.612	13.385	98%
M5	Holambra	Serviço de Água e Esgoto de Holambra	SAEHOL	L	AT	9.688	9.688	100%	9.688	9.688	100%
M6	Hortolândia	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	215.819	215.819	100%	215.819	199.500	92%
M7	Indaiatuba	Serviço Autônomo de Água e Esgotos	SAAE	L	AT	228.710	225.516	99%	228.710	219.360	96%
M8	Itatiba	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	95.639	95.639	100%	95.639	92.456	97%
M9	Jaguariúna	Prefeitura Municipal de Jaguariúna	PMJ	L	ADP	50.410	50.410	100%	50.410	47.849	95%
M10	Monte Mor	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	52.046	52.046	100%	52.046	34.355	66%
M11	Morungaba	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	11.046	11.046	100%	11.046	10.659	96%
M12	Nova Odessa	Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa	CODEN	L	SEMAP	55.839	55.839	100%	55.839	55.839	100%
M13	Paulínia	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP	R	SEMAP	97.612	97.612	100%	97.612	97.612	100%
M14	Pedreira	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	SAAE	L	AT	45.196	45.196	100%	45.196	44.667	99%
M15	Santa Bárbara D'Oeste	Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste	DAE	L	AT	188.646	188.646	100%	188.646	186.759	99%
M16	Santo Antônio de Posse	Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse	PMSAP	L	ADP	20.420	19.807	97%	20.420	19.807	97%
M17	Sumaré	Odebrecht Ambiental	OAS	L	EP	262.824	249.169	95%	262.824	238.668	91%
M18	Valinhos	Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos	DAEV	L	AT	114.440	108.534	95%	114.440	103.963	91%
M19	Vinhedo	Saneamento Básico Vinhedo	SANEBAVI	L	AT	70.270	66.758	95%	70.270	59.731	85%

Fonte: Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto - Ano referência 2015. (BRASILc). Em que: PS = Prestador de Serviço; Abr = Abrangência; L = Local; R = Regional; NJ = Natureza Jurídica; AT = Autarquia; ADP = Administração Pública Direta; SEMAP = Sociedade de Economia Mista com Administração Pública; EP = Empresa Privada; Pop. Urb = População Urbana; Pop. Atd.= População Atendida; Atd.=Atendimento.

APÊNDICE C - Ano 2014 - Lista Inicial de Variáveis e UDs.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
Cód.	PIBC	DTS – FN017	EXTA – AG005	EXTE – ES004	QSE – QD024	QRS – QD023	TMP – IN004	TMA – IN005	TME – IN006	ART – FN006
M1	48642,54	50.418.809,37	1.181,55	1.323,20	34.929	44.011	1,47	1,29	1,76	96.265.267,32
M2	20081,54	8.109.542,61	157,91	154,88	7.263	7.263	1,31	1,52	1,09	7.735.003,76
M3	51345,45	669.896.863,74	4.558,00	4.250,76	129.163	205.609	3,42	3,12	3,78	595.946.276,21
M4	19191,29	4.000.000,00	180,00	180,00	2.800	3.000	0,75	0,76	0,74	9.787.575,84
M5	20439,39	1.302.481,51	39,00	38,00	534	534	0,84	0,99	0,69	1.500.814,00
M6	53688,8	1.581.345,37	44,00	44,00	167	360	0,91	0,71	1,12	1.264.932,89
M7	48981,85	56.338.432,11	558,18	278,53	23.065	23.065	1,99	1,93	2,07	59.263.682,98
M8	54622,78	61.386.412,59	892,39	737,51	27.960	56.121	2,24	2,13	2,37	108.411.815,32
M9	47449,7	34.511.680,44	210,26	148,84	11.148	11.148	2,12	2,28	1,94	29.692.671,74
M10	139003,28	12.771.461,45	200,00	185,00	6.227	6.227	1,80	2,27	1,27	12.388.608,86
M11	55506,92	16.169.498,63	239,05	71,69	7.382	7.382	1,99	2,09	1,83	12.423.094,76
M12	34826,23	4.065.562,78	34,19	33,58	1.246	1.246	1,95	2,13	1,76	3.175.284,64
M13	45808,11	18.383.324,64	269,02	243,74	230	380	2,84	2,89	2,78	17.854.467,85
M14	158898,68	33.912.449,03	476,37	190,20	10.202	10.202	2,36	2,67	1,99	33.661.750,01
M15	23471,89	9.278.386,68	317,00	266,07	5.559	5.559	1,47	1,48	1,46	10.417.810,21
M16	28318,79	48.106.720,24	760,61	665,71	28.895	64.669	2,39	1,99	2,99	47.950.074,00
M17	30091,87	2.233.740,76	85,00	75,00	384	824	0,99	1,27	0,65	2.880.720,77
M18	46251,23	48.624.283,78	777,52	774,49	15.997	16.025	1,98	2,23	1,70	48.312.629,17
M19	46319,12	35.850.416,66	642,37	608,28	22.328	22.328	2,18	2,16	2,21	39.624.226,68
M20	105206,55	23.402.566,51	517,00	272,00	2.753	3.163	2,58	2,83	2,27	26.259.041,78

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2014 (BRASILb). Em que: M = Município da RMC; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTA = Extensão da Rede de Água; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QSE = Quantidade de Serviços Executados; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; TMA = Tarifa Média de Água; TME = Tarifa Média de Esgoto ART = Arrecadação Total; V= Variável. Em que: M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos e M19 = Vinhedo.

APÊNDICE C - Ano 2015 - Lista Inicial de Variáveis e UDs.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
Cód.	PIBC	DTS - FN017	EXTA – AG005	EXTE – ES004	QSE – QD024	QRS – QD023	TMP – IN004	TMA – IN005	TME – IN006	ART - FN006
M1	45266,76	44.494.883,29	1.470,50	1.353,95	43.265	44.812	1,62	1,54	1,76	84.657.680,00
M2	19635,76	9.101.073,83	162,05	160,31	1.692	1.829	1,81	1,93	1,68	9.681.974,52
M3	49711,64	733.803.575,61	4.616,52	4.303,25	125.264	195.255	3,83	3,42	4,32	630.122.165,50
M4	19645,19	5.850.000,00	182,00	182,00	2.300	2.500	0,99	1,21	0,72	9.801.169,38
M5	20340,01	1.517.534,95	45,00	44,00	582	582	1,10	1,36	0,83	1.857.611,65
M6	61226,5	2.636.208,57	44,00	44,00	1.460	2.555	1,43	0,97	1,45	1.782.545,26
M7	50959,27	62.586.364,25	558,18	278,53	40.676	46.152	2,36	2,38	2,32	59.274.224,57
M8	53806,64	68.386.181,37	947,02	793,62	27.014	45.603	2,29	2,10	2,51	97.243.935,36
M9	48487,8	43.351.549,09	210,26	148,84	20.084	23.682	2,52	2,73	2,29	30.523.521,20
M10	176708,23	13.238.720,52	200,00	185,00	8.837	8.837	1,88	2,19	1,45	13.196.514,19
M11	54610,76	23.600.633,10	239,05	71,69	14.101	16.405	2,37	2,52	2,11	13.031.623,46
M12	31505,93	4.093.509,48	34,19	33,58	2.190	2.383	2,30	2,52	2,06	3.353.987,45
M13	50123,72	20.321.918,03	275,35	252,28	180	230	2,62	3,05	2,25	17.129.750,49
M14	284750,89	36.367.095,91	476,37	190,20	18.340	20.433	2,70	3,07	2,27	35.537.245,31
M15	24285,96	9.713.198,10	317,03	266,11	6.957	6.957	1,58	1,58	1,58	10.921.414,14
M16	28593,84	55.920.558,22	773,61	676,58	30.392	86.608	1,95	2,05	1,86	41.188.011,59
M17	37307,35	2.805.124,57	89,00	78,00	212	642	0,76	0,94	0,55	2.960.084,10
M18	48061,85	45.336.239,00	790,00	708,00	107.144	194.557	2,05	2,19	1,89	19.316.562,57
M19	44597,72	33.524.239,14	643,93	612,30	11.254	11.254	2,52	2,15	3,02	38.680.862,59
M20	107493,74	23.516.906,91	544,00	339,00	1.891	2.197	2,80	3,06	2,47	24.832.422,51

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2015. (BRASILc). Em que: M = Município da RMC; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTA = Extensão da Rede de Água; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QSE = Quantidade de Serviços Executados; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; TMA = Tarifa Média de Água; TME = Tarifa Média de Esgoto ART = Arrecadação Total; V= Variável. Em que: M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos e M19 = Vinhedo.

APÊNDICE D. - Análise de Correlação Ano 2014.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	
Cód.	PIBC	DTS	EXTA	EXTE	QSE	QRS	TMP	TMA	TME	ART	
V1	PIBC	1,00000									
V2	DTS	0,00517	1,00000								
V3	EXTA	0,02105	0,97600	1,00000							
V4	EXTE	-0,03378	0,96325	0,99331	1,00000						
V5	QSE	-0,02545	0,96271	0,98601	0,98056	1,00000					
V6	QRS	-0,04954	0,95065	0,97183	0,96527	0,98674	1,00000				
V7	TMP	0,35333	0,57820	0,60394	0,55332	0,57788	0,58294	1,00000			
V8	TMA	0,50113	0,44896	0,45406	0,39840	0,40960	0,40017	0,94982	1,00000		
V9	TME	0,15331	0,64553	0,69404	0,65632	0,69297	0,71447	0,94052	0,78785	1,00000	
V10	ART	0,00402	0,99268	0,98908	0,97963	0,97898	0,96809	0,57693	0,43523	0,65862	1,00000

Análise de Correlação Ano 2015.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	
Cód.	PIBC	DTS	EXTA	EXTE	QSE	QRS	TMP	TMA	TME	ART	
V1	PIBC	1,00000									
V2	DTS	-0,03516	1,00000								
V3	EXTA	-0,03301	0,95985	1,00000							
V4	EXTE	-0,08208	0,95792	0,99607	1,00000						
V5	QSE	-0,04228	0,74805	0,80733	0,79771	1,00000					
V6	QRS	-0,08195	0,69264	0,74516	0,74066	0,97590	1,00000				
V7	TMP	0,29673	0,62605	0,60867	0,57080	0,49313	0,44115	1,00000			
V8	TMA	0,40220	0,45863	0,42426	0,38112	0,35956	0,32318	0,93689	1,00000		
V9	TME	0,13376	0,71676	0,72901	0,70163	0,57537	0,51397	0,95145	0,79347	1,00000	
V10	ART	-0,03368	0,99434	0,97438	0,97194	0,73580	0,66955	0,61704	0,43880	0,72190	1,00000

Fonte: Elaboração da autora. Em que: M = Município da RMC; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTA = Extensão da Rede de Água; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QSE = Quantidade de Serviços Executados; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; TMA = Tarifa Média de Água; TME = Tarifa Média de Esgoto ART = Arrecadação Total; E = Entrada; S = Saída. Em negrito, destaque para os valores de Correlação > 85%.

APÊNDICE E - Análise de Correlação Ano 2014 sem a UD M3

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	
Cód.	PIBC	DTS	EXTA	EXTE	QSE	QRS	TMP	TMA	TME	ART	
V1	PIBC	1,00000									
V2	DTS	0,15227	1,00000								
V3	EXTA	0,11087	0,88222	1,00000							
V4	EXTE	-0,05350	0,74892	0,94523	1,00000						
V5	QSE	-0,02813	0,89195	0,90092	0,85848	1,00000					
V6	QRS	-0,08645	0,80387	0,81325	0,76735	0,91604	1,00000				
V7	TMP	0,42248	0,56031	0,41261	0,23012	0,30611	0,31787	1,00000			
V8	TMA	0,55421	0,40702	0,24973	0,07038	0,11006	0,08914	0,94681	1,00000		
V9	TME	0,19864	0,67391	0,56396	0,40969	0,51769	0,56983	0,91848	0,74337	1,00000	
V10	ART	0,08417	0,91496	0,91865	0,84796	0,89977	0,83621	0,37241	0,21057	0,52274	1,00000

Análise de Correlação Ano 2015 sem a UD M3.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	
Cód.	PIBC	DTS	EXTA	EXTE	QSE	QRS	TMP	TMA	TME	ART	
V1	PIBC	1,00000									
V2	DTS	-0,03516	1,00000								
V3	EXTA	-0,03301	0,95985	1,00000							
V4	EXTE	-0,08208	0,95792	0,99607	1,00000						
V5	QSE	-0,04228	0,74805	0,80733	0,79771	1,00000					
V6	QRS	-0,08195	0,69264	0,74516	0,74066	0,97590	1,00000				
V7	TMP	0,29673	0,62605	0,60867	0,57080	0,49313	0,44115	1,00000			
V8	TMA	0,40220	0,45863	0,42426	0,38112	0,35956	0,32318	0,93689	1,00000		
V9	TME	0,13376	0,71676	0,72901	0,70163	0,57537	0,51397	0,95145	0,79347	1,00000	
V10	ART	-0,03368	0,99434	0,97438	0,97194	0,73580	0,66955	0,61704	0,43880	0,72190	1,00000

Fonte: Elaboração da autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTA = Extensão da Rede de Água; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QSE = Quantidade de Serviços Executados; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; TMA = Tarifa Média de Água; TME = Tarifa Média de Esgoto ART = Arrecadação Total; V = Variável; E = Entrada; S = Saída. Em negrito, destaque para os valores de Correlação > 85%.

APÊNDICE F - Ano 2014 – Lista Intermediária das Variáveis.

Cód.	V1	V2	V4	V6	V7	V10
	PIBC	DTS – FN017	EXTE – ES004	QRS – QD023	TMP – IN004	ART – FN006
M1	48642,54	50.418.809,37	1.323,20	44.011	1,47	96.265.267,32
M2	20081,54	8.109.542,61	154,88	7.263	1,31	7.735.003,76
M3	19191,29	4.000.000,00	180,00	3.000	0,75	9.787.575,84
M4	20439,39	1.302.481,51	38,00	534	0,84	1.500.814,00
M5	53688,8	1.581.345,37	44,00	360	0,91	1.264.932,89
M6	48981,85	56.338.432,11	278,53	23.065	1,99	59.263.682,98
M7	54622,78	61.386.412,59	737,51	56.121	2,24	108.411.815,32
M8	47449,7	34.511.680,44	148,84	11.148	2,12	29.692.671,74
M9	139003,28	12.771.461,45	185,00	6.227	1,80	12.388.608,86
M10	55506,92	16.169.498,63	71,69	7.382	1,99	12.423.094,76
M11	34826,23	4.065.562,78	33,58	1.246	1,95	3.175.284,64
M12	45808,11	18.383.324,64	243,74	380	2,84	17.854.467,85
M13	158898,68	33.912.449,03	190,20	10.202	2,36	33.661.750,01
M14	23471,89	9.278.386,68	266,07	5.559	1,47	10.417.810,21
M15	28318,79	48.106.720,24	665,71	64.669	2,39	47.950.074,00
M16	30091,87	2.233.740,76	75,00	824	0,99	2.880.720,77
M17	46251,23	48.624.283,78	774,49	16.025	1,98	48.312.629,17
M18	46319,12	35.850.416,66	608,28	22.328	2,18	39.624.226,68
M19	105206,55	23.402.566,51	272,00	3.163	2,58	26.259.041,78

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2014. (BRASILb). Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; V1 = Produto Interno Bruto Per Capita; V2 = DTS (FN017); V3 = Extensão da Rede de Água (AG005); V4 = Extensão da Rede de Esgoto (ES004); V5 = Quantidade de Serviços Executados (QD024); V6 = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços (QD023); V7 = Tarifa Média Praticada (IN004); V8 = Tarifa Média de Água (IN005); V9 = Tarifa Média de Esgoto (IN006); V10 = Arrecadação Total (FN006); E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE F - Ano 2015 – Lista Intermediária das Variáveis.

Cód.	V1	V2	V4	V6	V7	V10
	PIBC	DTS – FN017	EXTE – ES004	QRS – QD023	TMP – IN004	ART – FN006
M1	45266,76	44.494.883,29	1.353,95	44.812	1,62	84.657.680,00
M2	19635,76	9.101.073,83	160,31	1.829	1,81	9.681.974,52
M3	19645,19	5.850.000,00	182,00	2.500	0,99	9.801.169,38
M4	20340,01	1.517.534,95	44,00	582	1,10	1.857.611,65
M5	61226,5	2.636.208,57	44,00	2.555	1,43	1.782.545,26
M6	50959,27	62.586.364,25	278,53	46.152	2,36	59.274.224,57
M7	53806,64	68.386.181,37	793,62	45.603	2,29	97.243.935,36
M8	48487,8	43.351.549,09	148,84	23.682	2,52	30.523.521,20
M9	176708,23	13.238.720,52	185,00	8.837	1,88	13.196.514,19
M10	54610,76	23.600.633,10	71,69	16.405	2,37	13.031.623,46
M11	31505,93	4.093.509,48	33,58	2.383	2,30	3.353.987,45
M12	50123,72	20.321.918,03	252,28	230	2,62	17.129.750,49
M13	284750,89	36.367.095,91	190,20	20.433	2,70	35.537.245,31
M14	24285,96	9.713.198,10	266,11	6.957	1,58	10.921.414,14
M15	28593,84	55.920.558,22	676,58	86.608	1,95	41.188.011,59
M16	37307,35	2.805.124,57	78,00	642	0,76	2.960.084,10
M17	48061,85	45.336.239,00	708,00	194.557	2,05	19.316.562,57
M18	44597,72	33.524.239,14	612,30	11.254	2,52	38.680.862,59
M19	107493,74	23.516.906,91	339,00	2.197	2,80	24.832.422,51

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2015. (BRASILc). Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesas Totais com os Serviços; V4 = Extensão da Rede de Esgoto (ES004); V5 = Quantidade de Serviços Executados (QD024); V6 = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços (QD023); V7 = Tarifa Média Praticada (IN004); V8 = Tarifa Média de Água (IN005); V9 = Tarifa Média de Esgoto (IN006); V10 = Arrecadação Total (FN006); E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE G - Perspectiva Prestador de Serviços. 1ª Etapa: variáveis utilizadas – Ano 2014.

	E1	E2	E3	S1	S2
	PIBC	DTS	EXTE	TMP	ART
M1	48642,54	50.418.809,37	1.323,20	1,47	48642,54
M2	20081,54	8.109.542,61	154,88	1,31	20081,54
M3	19191,29	4.000.000,00	180,00	0,75	19191,29
M4	20439,39	1.302.481,51	38,00	0,84	20439,39
M5	53688,8	1.581.345,37	44,00	0,91	53688,8
M6	48981,85	56.338.432,11	278,53	1,99	48981,85
M7	54622,78	61.386.412,59	737,51	2,24	54622,78
M8	47449,7	34.511.680,44	148,84	2,12	47449,7
M9	139003,28	12.771.461,45	185,00	1,80	139003,28
M10	55506,92	16.169.498,63	71,69	1,99	55506,92
M11	34826,23	4.065.562,78	33,58	1,95	34826,23
M12	45808,11	18.383.324,64	243,74	2,84	45808,11
M13	158898,68	33.912.449,03	190,20	2,36	158898,68
M14	23471,89	9.278.386,68	266,07	1,47	23471,89
M15	28318,79	48.106.720,24	665,71	2,39	28318,79
M16	30091,87	2.233.740,76	75,00	0,99	30091,87
M17	46251,23	48.624.283,78	774,49	1,98	46251,23
M18	46319,12	35.850.416,66	608,28	2,18	46319,12
M19	105206,55	23.402.566,51	272,00	2,58	105206,55

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2014. (BRASILb). Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE G. - Perspectiva Prestador de Serviços. 1ª Etapa: variáveis utilizadas – Ano 2015.

	E1	E2	E3	S1	S2
	PIBC	DTS	EXTE	TMP	ART
M1	45 266,76	44 494 883,29	1353,95	1,62	84657680,00
M2	19 635,76	9 101 073,83	160,31	1,81	9681974,52
M3	19 645,19	5 850 000,00	182,00	0,99	9801169,38
M4	20 340,01	1 517 534,95	44,00	1,10	1857611,65
M5	61 226,50	2636208,57	44,00	1,43	1782545,26
M6	50 959,27	62586364,25	278,53	2,36	59274224,57
M7	53 806,64	68386181,37	793,62	2,29	97243935,36
M8	48 487,80	43351549,09	148,84	2,52	30523521,20
M9	176 708,23	13238720,52	185,00	1,88	13196514,19
M10	54 610,76	23600633,10	71,69	2,37	13031623,46
M11	31 505,93	4093509,48	33,58	2,30	3353987,45
M12	50 123,72	20321918,03	252,28	2,62	17129750,49
M13	28 4750,89	36367095,91	190,20	2,70	35537245,31
M14	24 285,96	9713198,10	266,11	1,58	10921414,14
M15	28 593,84	55920558,22	676,58	1,95	41188011,59
M16	37 307,35	2805124,57	78,00	0,76	2960084,10
M17	48 061,85	45336239,00	708,00	2,05	19316562,57
M18	44 597,72	33524239,14	612,30	2,52	38680862,59
M19	107 493,74	23516906,91	339,00	2,80	24832422,51

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2015. (BRASILc). Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE H - Perspectiva População Usuária. 1ª Etapa: variáveis utilizadas – Ano 2014.

	E1	E2	S1	S2	S3
	PIBC	DTS	EXTE	QRS	TMP
M1	48642,54	50.418.809,37	1.323,20	44.011	1,47
M2	20081,54	8.109.542,61	154,88	7.263	1,31
M3	19191,29	4.000.000,00	180,00	3.000	0,75
M4	20439,39	1.302.481,51	38,00	534	0,84
M5	53688,8	1.581.345,37	44,00	360	0,91
M6	48981,85	56.338.432,11	278,53	23.065	1,99
M7	54622,78	61.386.412,59	737,51	56.121	2,24
M8	47449,7	34.511.680,44	148,84	11.148	2,12
M9	139003,28	12.771.461,45	185,00	6.227	1,80
M10	55506,92	16.169.498,63	71,69	7.382	1,99
M11	34826,23	4.065.562,78	33,58	1.246	1,95
M12	45808,11	18.383.324,64	243,74	380	2,84
M13	158898,68	33.912.449,03	190,20	10.202	2,36
M14	23471,89	9.278.386,68	266,07	5.559	1,47
M15	28318,79	48.106.720,24	665,71	64.669	2,39
M16	30091,87	2.233.740,76	75,00	824	0,99
M17	46251,23	48.624.283,78	774,49	16.025	1,98
M18	46319,12	35.850.416,66	608,28	22.328	2,18
M19	105206,55	23.402.566,51	272,00	3.163	2,58

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2014 (BRASILb). Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE H - Perspectiva População Usuária. 1ª Etapa: variáveis utilizadas – Ano 2015.

	E1	E2	S1	S2	S3
	PIBC	DTS	EXTE	QRS	TMP
M1	45266,76	44.494.883,29	1.353,95	44.812	1,62
M2	19635,76	9.101.073,83	160,31	1.829	1,81
M3	19645,19	5.850.000,00	182,00	2.500	0,99
M4	20340,01	1.517.534,95	44,00	582	1,10
M5	61226,5	2.636.208,57	44,00	2.555	1,43
M6	50959,27	62.586.364,25	278,53	46.152	2,36
M7	53806,64	68.386.181,37	793,62	45.603	2,29
M8	48487,8	43.351.549,09	148,84	23.682	2,52
M9	176708,23	13.238.720,52	185,00	8.837	1,88
M10	54610,76	23.600.633,10	71,69	16.405	2,37
M11	31505,93	4.093.509,48	33,58	2.383	2,30
M12	50123,72	20.321.918,03	252,28	230	2,62
M13	284750,89	36.367.095,91	190,20	20.433	2,70
M14	24285,96	9.713.198,10	266,11	6.957	1,58
M15	28593,84	55.920.558,22	676,58	86.608	1,95
M16	37307,35	2.805.124,57	78,00	642	0,76
M17	48061,85	45.336.239,00	708,00	194.557	2,05
M18	44597,72	33.524.239,14	612,30	11.254	2,52
M19	107493,74	23.516.906,91	339,00	2.197	2,80

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2015 (BRASILc). Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE I - Preparação das Variáveis DEA PS 2014 - 5ª Etapa: Normalização da S1 - TMP e S2 – ART.

	E1	E2	S1	S2	S3
	PIBC	DTS	EXTE	QRS	TMP
M1	48642,54	50.418.809,37	1.323,20	1,47	96.265.267,32
M2	20081,54	8.109.542,61	154,88	1,31	7.735.003,76
M3	19191,29	4.000.000,00	180,00	0,75	9.787.575,84
M4	20439,39	1.302.481,51	38,00	0,84	1.500.814,00
M5	53688,8	1.581.345,37	44,00	0,91	1.264.932,89
M6	48981,85	56.338.432,11	278,53	1,99	59.263.682,98
M7	54622,78	61.386.412,59	737,51	2,24	108.411.815,32
M8	47449,7	34.511.680,44	148,84	2,12	29.692.671,74
M9	139003,28	12.771.461,45	185,00	1,80	12.388.608,86
M10	55506,92	16.169.498,63	71,69	1,99	12.423.094,76
M11	34826,23	4.065.562,78	33,58	1,95	3.175.284,64
M12	45808,11	18.383.324,64	243,74	2,84	17.854.467,85
M13	158898,68	33.912.449,03	190,20	2,36	33.661.750,01
M14	23471,89	9.278.386,68	266,07	1,47	10.417.810,21
M15	28318,79	48.106.720,24	665,71	2,39	47.950.074,00
M16	30091,87	2.233.740,76	75,00	0,99	2.880.720,77
M17	46251,23	48.624.283,78	774,49	1,98	48.312.629,17
M18	46319,12	35.850.416,66	608,28	2,18	39.624.226,68
M19	105206,55	23.402.566,51	272,00	2,58	26.259.041,78
MÁXIMO	158898,68	61386412,59	1323,2	2,84	108411815,3

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2015 (BRASILc). Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE I - Variáveis S1 – TMP e S2 – ART do PS 2014 prontas para serem utilizadas na DEA.

	E1	E2	E3	S1	S2
	PIBC	DTS	EXTE	TMP	ART
M1	0,30612	0,82134	1,00000	0,51761	0,88796
M2	0,12638	0,13211	0,11705	0,46127	0,07135
M3	0,12078	0,06516	0,13603	0,26408	0,09028
M4	0,12863	0,02122	0,02872	0,29577	0,01384
M5	0,33788	0,02576	0,03325	0,32042	0,01167
M6	0,30826	0,91777	0,21050	0,70070	0,54665
M7	0,34376	1,00000	0,55737	0,78873	1,00000
M8	0,29862	0,56220	0,11248	0,74648	0,27389
M9	0,87479	0,20805	0,13981	0,63380	0,11427
M10	0,34932	0,26341	0,05418	0,70070	0,11459
M11	0,21917	0,06623	0,02538	0,68662	0,02929
M12	0,28829	0,29947	0,18420	1,00000	0,16469
M13	1,00000	0,55244	0,14374	0,83099	0,31050
M14	0,14772	0,15115	0,20108	0,51761	0,09609
M15	0,17822	0,78367	0,50311	0,84155	0,44230
M16	0,18938	0,03639	0,05668	0,34859	0,02657
M17	0,29107	0,79210	0,58532	0,69718	0,44564
M18	0,29150	0,58401	0,45970	0,76761	0,36550
M19	0,66210	0,38123	0,20556	0,90845	0,24222

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; TMP = Tarifa Média Praticada; ART = Arrecadação Total; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE J - Perspectiva População Usuária - 2014. 1ª Etapa: variáveis utilizadas – Ano 2014

	E1	E2	S1	S2	S3
	PIBC	DTS	EXTE	QRS	TMP
M1	48642,54	50.418.809,37	1.323,20	44.011	1,47
M2	20081,54	8.109.542,61	154,88	7.263	1,31
M3	19191,29	4.000.000,00	180,00	3.000	0,75
M4	20439,39	1.302.481,51	38,00	534	0,84
M5	53688,8	1.581.345,37	44,00	360	0,91
M6	48981,85	56.338.432,11	278,53	23.065	1,99
M7	54622,78	61.386.412,59	737,51	56.121	2,24
M8	47449,7	34.511.680,44	148,84	11.148	2,12
M9	139003,28	12.771.461,45	185,00	6.227	1,80
M10	55506,92	16.169.498,63	71,69	7.382	1,99
M11	34826,23	4.065.562,78	33,58	1.246	1,95
M12	45808,11	18.383.324,64	243,74	380	2,84
M13	158898,68	33.912.449,03	190,20	10.202	2,36
M14	23471,89	9.278.386,68	266,07	5.559	1,47
M15	28318,79	48.106.720,24	665,71	64.669	2,39
M16	30091,87	2.233.740,76	75,00	824	0,99
M17	46251,23	48.624.283,78	774,49	16.025	1,98
M18	46319,12	35.850.416,66	608,28	22.328	2,18
M19	105206,55	23.402.566,51	272,00	3.163	2,58

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – Ano referência 2014. Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE J - Perspectiva População Usuária - 2014. 2ª Etapa: Inversão de Valores da S2 – QRS e da S3 – TMP.

	E1	E2	S1	S2	S3
	PIBC	DTS	EXTE	QRS	TMP
M1				0,000023	0,680272
M2				0,000138	0,763359
M3				0,000333	1,333333
M4				0,001873	1,190476
M5				0,002778	1,098901
M6				0,000043	0,502513
M7				0,000018	0,446429
M8				0,000090	0,471698
M9				0,000161	0,555556
M10				0,000135	0,502513
M11				0,000803	0,512821
M12				0,002632	0,352113
M13				0,000098	0,423729
M14				0,000180	0,680272
M15				0,000015	0,418410
M16				0,001214	1,010101
M17				0,000062	0,505051
M18				0,000045	0,458716
M19				0,000316	0,387597

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE J - Perspectiva População Usuária - 2014. 3ª e 4ª Etapa: Substituição de Valores da S2 – QRS e da S3 – TMP e identificação do valor Máximo.

	E1	E2	S1	S2	S3
	PIBC	DTS	EXTE	TMP	QRS
M1	48642,54	50 418 809,37	1 323,20	0,000023	0,680272
M2	20081,54	8 109 542,61	154,88	0,000138	0,763359
M3	19191,29	4 000 000,00	180,00	0,000333	1,333333
M4	20439,39	1 302 481,51	38,00	0,001873	1,190476
M5	53688,8	1 581 345,37	44,00	0,002778	1,098901
M6	48981,85	56 338 432,11	278,53	0,000043	0,502513
M7	54622,78	61 386 412,59	737,51	0,000018	0,446429
M8	47449,7	34 511 680,44	148,84	0,000090	0,471698
M9	139003,28	12 771 461,45	185,00	0,000161	0,555556
M10	55506,92	16 169 498,63	71,69	0,000135	0,502513
M11	34826,23	4 065 562,78	33,58	0,000803	0,512821
M12	45808,11	18 383 324,64	243,74	0,002632	0,352113
M13	158898,68	33 912 449,03	190,20	0,000098	0,423729
M14	23471,89	9 278 386,68	266,07	0,000180	0,680272
M15	28318,79	48 106 720,24	665,71	0,000015	0,41841
M16	30091,87	2 233 740,76	75,00	0,001214	1,010101
M17	46251,23	48 624 283,78	774,49	0,000062	0,505051
M18	46319,12	35 850 416,66	608,28	0,000045	0,458716
M19	105206,55	23 402 566,51	272,00	0,000316	0,387597
MÁXIMO	158898,68	61386412,59	1323,2	0,002778	1,333333

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE J - Perspectiva População Usuária - 2014. 5ª Etapa: Normalização das variáveis.

	E1	E2	S1	S2	S3
	PIBC	DTS	EXTE	TMP	QRS
M1	0,306123	0,821335	1,000000	0,008180	0,510204
M2	0,126380	0,132106	0,117050	0,049566	0,572519
M3	0,120777	0,065161	0,136034	0,120000	1,000000
M4	0,128632	0,021218	0,028718	0,674157	0,892857
M5	0,337881	0,025761	0,033253	1,000000	0,824176
M6	0,308258	0,917767	0,210497	0,015608	0,376884
M7	0,343759	1,000000	0,557369	0,006415	0,334821
M8	0,298616	0,562204	0,112485	0,032293	0,353774
M9	0,874792	0,208050	0,139813	0,057813	0,416667
M10	0,349323	0,263405	0,054179	0,048767	0,376884
M11	0,219173	0,066229	0,025378	0,288925	0,384615
M12	0,288285	0,299469	0,184205	0,947368	0,264085
M13	1,000000	0,552442	0,143742	0,035287	0,317797
M14	0,147716	0,151147	0,201081	0,064760	0,510204
M15	0,178219	0,783670	0,503106	0,005567	0,313808
M16	0,189378	0,036388	0,056681	0,436893	0,757576
M17	0,291074	0,792102	0,585316	0,022465	0,378788
M18	0,291501	0,584012	0,459704	0,016123	0,344037
M19	0,662098	0,381234	0,205562	0,113816	0,290698

Fonte: Elaborado pela autora. Em que: M = Município da RMC; M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos; M19 = Vinhedo; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e solicitações de serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE K - Resultado DEA Primal – PS 2014. Influência das variáveis no desempenho dos Municípios.

UD	Eficiência	E1 - PIBC		E2 - DTS		E3 - EXTE		S1 - TMP		S2 - ART	
		Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.
Americana	1,000000	0,154161	6,39%	0,999825	41,46%	0,131617	5,46%	0	0%	1,126178	46,69%
Artur Nogueira	1,000000	6,335855	63,28%	1,508462	15,07%	0	0%	2,167939	21,65%	0	0%
Cosmópolis	1,000000	0	0%	8,165962	37,48%	3,439568	15,79%	0,464991	2,13%	9,716315	44,60%
Engenheiro Coelho	1,000000	4,387292	15,50%	20,532605	72,55%	0	0%	3,380952	11,95%	0	0%
Holambra	0,907308	0	0%	25,361245	65,67%	10,425654	27,00%	2,831599	7,33%	0	0%
Hortolândia	1,000000	0	0%	0,593931	13,01%	2,161117	47,32%	0,062552	1,37%	1,749133	38,30%
Indaiatuba	1,000000	0	0%	0,859587	40,71%	0,251922	11,93%	0	0%	1,000000	47,36%
Itatiba	1,000000	0,560651	5,08%	0	0%	7,401710	67,08%	0,335833	3,04%	2,735821	24,79%
Jaguariúna	0,648231	0	0%	3,605444	35,90%	1,787295	17,80%	0,225111	2,24%	4,424073	44,06%
Monte Mor	1,000000	0,231620	0,98%	0	0%	16,963871	71,74%	0,444662	1,88%	6,007619	25,40%
Morungaba	1,000000	4,256395	63,28%	1,013377	15,07%	0	0%	1,456410	21,65%	0	0%
Nova Odessa	1,000000	3,057232	65,10%	0,008510	0,18%	0,630261	13,42%	1,000000	21,29%	0	0%
Paulínia	0,931628	0	0%	0,929824	13,01%	3,383316	47,32%	0,097928	1,37%	2,738339	38,30%
Pedreira	1,000000	5,007075	48,07%	1,722655	16,54%	0	0%	1,531865	14,71%	2,155143	20,69%
Santa Bárbara D'Oeste	1,000000	2,160208	46,84%	0,784781	17,02%	0	0%	0,658520	14,28%	1,007974	21,86%
Santo Antônio de Posse	0,854394	0	0%	27,481440	61,08%	0	0%	1,208507	2,69%	16,299807	36,23%
Sumaré	0,726406	1,727605	46,84%	0,627621	17,02%	0	0%	0,526645	14,28%	0,806118	21,86%
Valinhos	0,803330	1,977436	46,68%	0,713427	16,84%	0,015065	0,36%	0,607216	14,34%	0,922653	21,78%
Vinhedo	0,732574	0	0%	2,069814	35,90%	1,026051	17,80%	0,129232	2,24%	2,539773	44,06%

Fonte: Elaborado pela autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; ART = Arrecadação total; TMP = Tarifa Média Praticada; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE K - Resultado DEA Primal – PS 2015. Influência das variáveis no desempenho dos Municípios.

UD	E1 - PIBC			E2 - DTS		E3 - EXTE		S1 - TMP		S2 - ART	
	Eficiência	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.
Americana	1,000000	0	0%	0,909307	36,87%	0,408367	16,56%	0	0%	1,148672	46,57%
Artur Nogueira	1,000000	10,309650	73,49%	2,172098	15,48%	0	0%	1,546961	11,03%	0	0%
Cosmópolis	0,966118	3,891614	19,62%	8,551364	43,11%	0	0%	0,873526	4,40%	6,521155	32,87%
Engenheiro Coelho	1,000000	7,393598	23,69%	21,264287	68,15%	0	0%	2,545455	8,16%	0	0%
Holambra	0,863213	0	0%	20,539568	71,72%	6,407362	22,37%	1,690207	5,90%	0	0%
Hortolândia	1,000000	0	0%	0,761352	19,70%	1,473960	38,13%	0,027015	0,70%	1,603222	41,47%
Indaiatuba	1,000000	0	0%	0,791616	36,87%	0,355512	16,56%	0	0%	1,000000	46,57%
Itatiba	1,000000	0,017248	0,16%	0,195884	1,77%	7,940381	71,67%	0,139350	1,26%	2,786314	25,15%
Jaguariúna	0,746865	0	0%	3,879948	36,35%	1,821539	17,07%	0,134615	1,26%	4,837550	45,32%
Monte Mor	1,000000	0,589797	2,58%	0	0%	16,749890	73,35%	0,369970	1,62%	5,125353	22,45%
Morungaba	1,000000	8,681525	75,56%	0	0%	1,590338	13,84%	1,217391	10,60%	0	0%
Nova Odessa	0,715126	3,461935	47,58%	0,477420	6,56%	1,334927	18,35%	0,477435	6,56%	1,523584	20,94%
Paulínia	1,000000	0	0%	1,258674	20,10%	2,353750	37,60%	0,053859	0,86%	2,594279	41,44%
Pedreira	0,851347	5,257027	39,56%	3,883819	29,22%	0	0%	0,852735	6,42%	3,295901	24,80%
Santa Bárbara D'Oeste	1,000000	8,076826	79,20%	0,231069	2,27%	0	0%	0,730532	7,16%	1,159798	11,37%
Santo Antônio de Posse	0,699637	0	0%	15,066496	36,98%	6,630696	16,28%	0,497737	1,22%	18,546011	45,52%
Sumaré	0,504750	5,924676	84,99%	0	0%	0	0%	0,556639	7,99%	0,489381	7,02%
Valinhos	0,815200	1,727641	34,79%	1,086264	21,88%	0,435416	8,77%	0,264045	5,32%	1,451988	29,24%
Vinhedo	0,765191	0	0%	2,167174	36,35%	1,017434	17,07%	0,075190	1,26%	2,702050	45,32%

Fonte: Elaborado pela autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; ART = Arrecadação total; TMP = Tarifa Média Praticada; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE K - Resultado DEA Primal – PU 2014. Influência das variáveis no desempenho dos Municípios.

UD	Eficiência	E1 - PIBC		E2 - DTS		S1 - EXTE		S2 - QRS		S3 - TMP	
		Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.
Americana	1,000000	0,587606	22,72%	0,998521	38,61%	1	38,67%	0	0%	0	0%
Artur Nogueira	0,628566	7,912674	74,20%	0	0%	2,078956	19,49%	0	0%	0,672860	6,31%
Cosmópolis	1,000000	8,279729	89,22%	0	0%	0	0%	0	0%	1	10,78%
Engenheiro Coelho	1,000000	7,774140	86,73%	0	0%	0	0%	0,285114	3,18%	0,904723	10,09%
Holambra	1,000000	0,998874	3,60%	25,717644	92,79%	0	0%	1	3,61%	0	0%
Hortolândia	0,283380	3,244032	74,20%	0	0%	0,852329	19,49%	0	0%	0,275859	6,31%
Indaiatuba	0,508826	2,909019	74,20%	0	0%	0,764308	19,49%	0	0%	0,247370	6,31%
Itatiba	0,199713	3,348782	74,20%	0	0%	0,879850	19,49%	0	0%	0,284766	6,31%
Jaguariúna	0,321898	0	0%	4,806530	67,61%	2,302355	32,39%	0	0%	0	0%
Monte Mor	0,133348	2,862682	70,30%	0	0%	0,765253	18,79%	0,230152	5,65%	0,214027	5,26%
Morungaba	0,277869	3,306920	26,55%	4,155486	33,36%	4,420680	35,49%	0,573442	4,60%	0	0%
Nova Odessa	0,779046	3,468789	67,45%	0	0%	1,056831	20,55%	0,616838	11,99%	0	0%
Paulínia	0,126175	0,515792	22,72%	0,876487	38,61%	0,877785	38,67%	0	0%	0	0%
Pedreira	0,845863	2,471814	22,72%	4,200363	38,61%	4,206585	38,67%	0	0%	0	0%
Santa Bárbara D'Oeste	0,891429	5,611069	74,20%	0	0%	1,474238	19,49%	0	0%	0,477141	6,31%
Santo Antônio de Posse	0,862956	0	0%	27,481440	68,46%	12,351356	30,77%	0,228760	0,57%	0,083064	0,21%
Sumaré	0,641050	3,435556	70,30%	0	0%	0,918393	18,79%	0,276210	5,65%	0,256858	5,26%
Valinhos	0,609334	0,778868	22,72%	1,323533	38,61%	1,325493	38,67%	0	0%	0	0%
Vinhedo	0,267060	0,763399	22,72%	1,297248	38,61%	1,299169	38,67%	0	0%	0	0%

Fonte: Elaborado pela autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e Solicitações de Serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE K - Resultado DEA Primal – PU 2015. Influência das variáveis no desempenho dos Municípios.

UD	E1 - PIBC			E2 - DTS		S1 - EXTE		S2 - QRS		S3 - TMP	
	Eficiência	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.	Peso	Inf.
Americana	1,000000	0,061254	2,37%	1,521979	58,92%	1	38,71%	0	0%	0	0%
Artur Nogueira	0,705763	14,501649	79,56%	0	0%	1,899602	10,42%	0,971589	5,33%	0,854196	4,69%
Cosmópolis	1,000000	0	0%	11,689946	61,64%	7,239816	38,18%	0	0%	0,034927	0,18%
Engenheiro Coelho	1,000000	13,999545	89,59%	0	0%	0	0%	0,418530	2,68%	1,207976	7,73%
Holambra	0,563293	0	0%	25,941112	61,64%	16,065847	38,18%	0	0%	0,077507	0,18%
Hortolândia	0,267907	5,587813	83,69%	0	0%	0,711121	10,65%	0	0%	0,377656	5,66%
Indaiatuba	0,513470	5,292114	83,69%	0	0%	0,673490	10,65%	0	0%	0,357671	5,66%
Itatiba	0,201860	5,872630	83,69%	0	0%	0,747368	10,65%	0	0%	0,396905	5,66%
Jaguariúna	0,449169	0	0%	5,165619	61,11%	3,287313	38,89%	0	0%	0	0%
Monte Mor	0,150267	5,214190	91,75%	0	0%	0	0%	0	0%	0,468597	8,25%
Morungaba	0,297664	8,275036	78,17%	1,410293	13,32%	0	0%	0	0%	0,900825	8,51%
Nova Odessa	1,000000	5,498978	83,23%	0,107799	1,63%	0	0%	1,000000	15,14%	0	0%
Paulínia	0,168107	0	0%	1,880441	61,11%	1,196681	38,89%	0	0%	0	0%
Pedreira	0,887739	0,276670	2,37%	6,874408	58,92%	4,516757	38,71%	0	0%	0	0%
Santa Bárbara D'Oeste	0,895619	9,958470	83,69%	0	0%	1,267343	10,65%	0	0%	0,673050	5,66%
Santo Antônio de Posse	0,942648	0	0%	24,379018	61,64%	15,098411	38,18%	0	0%	0,072840	0,18%
Sumaré	0,542722	5,924676	83,69%	0	0%	0,753991	10,65%	0	0%	0,400423	5,66%
Valinhos	0,598431	0,081056	2,37%	2,014006	58,92%	1,323281	38,71%	0	0%	0	0%
Vinhedo	0,463344	0	0%	2,907958	61,11%	1,850576	38,89%	0	0%	0	0%

Fonte: Elaborado pela autora. Em que; PIBC = Produto Interno Bruto Per Capita; DTS = Despesa Totais com os Serviços; EXTE = Extensão da Rede de Esgoto; QRS = Quantidade de Reclamações e Solicitações de Serviços; TMP = Tarifa Média Praticada; E = Entrada; S = Saída.

APÊNDICE L - Resultado DEA Dual - PS 2014. Análise dos Pares.

UD	Eficiência	Benchmarking (λ)																		
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
M1	1,00000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2	1,00000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	1,00000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M4	1,00000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5	0,90731	0	0	0	1,030428	0	0	0	0	0	0,02279	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M6	1,00000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M7	1,00000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M8	1,00000	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M9	0,64823	0	0	0	1,140502	0	0	0,088827	0	0	0	0,329747	0	0	0	0	0	0	0	0
M10	1,00000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M11	1,00000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
M12	1,00000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
M13	0,93163	0	0	0	0	0	0,481716	0,027028	0	0	0	0,687612	0	0	0	0	0	0	0	0
M14	1,00000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M15	1,00000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
M16	0,85439	0	0	0,131624	1,06105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M17	0,72641	0	0	0	0	0	0	0,266706	0	0	0	0	0	0	0,437224	0,309565	0	0	0	0
M18	0,80333	0	0,145377	0	0	0	0	0,212884	0	0	0	0	0	0	0,782632	0,15156	0	0	0	0
M19	0,73257	0	0	0	0,338741	0	0	0,210118	0	0	0	0,935792	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora. Destaque para as UD's ineficientes. Se $\lambda = 0$, UD não é referência para UD em análise; se $\lambda \neq 0$, UD é referência para UD em análise. Em que: M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos e M19 = Vinhedo. Doze municípios foram considerados eficientes: M1 – Americana; M2 – Artur Nogueira; M3 – Cosmópolis; M4 – Engenheiro Coelho; M6 – Hortolândia; M7 – Indaiatuba; M8 – Itatiba; M10 – Monte Mor; M11 – Morungaba; M12 – Nova Odessa; M14 – Pedreira e M15 – Santa Bárbara d'Oeste. Não são *benchmarkings* para as ineficientes: Americana; Itatiba; Monte Mor e Nova Odessa, daí sua superioridade ser questionada. Quanto à frequência, Artur Nogueira; Cosmópolis e Hortolândia aparecerem uma vez; Pedreira e Santa Bárbara d'Oeste apareceram duas vezes; Engenheiro Coelho e Morungaba apareceram quatro vezes. Indaiatuba foi a Líder Global, pois apareceu cinco vezes. Vale destacar que a líder global não foi referência para Holambra. Sete municípios foram considerados ineficientes: M5 - Holambra; M9 – Jaguariúna; M13 – Paulínia; M16 – Santo Antônio de Posse; M17 – Sumaré; M18 – Valinhos e M19 – Vinhedo. Holambra é referenciada por Engenheiro Coelho e Morungaba; Jaguariúna é referenciada por Engenheiro Coelho; Indaiatuba e Morungaba; Paulínia é referenciada por Hortolândia; Indaiatuba e Morungaba; Santo Antônio de Posse é referenciada por Cosmópolis e Engenheiro Coelho; Sumaré é referenciada por Indaiatuba; Pedreira e Santa Bárbara d'Oeste; Valinhos é referenciada por Artur Nogueira; Indaiatuba; Pedreira e Santa Bárbara d'Oeste e Vinhedo é referenciada por Engenheiro Coelho; Indaiatuba e Morungaba.

APÊNDICE L - Resultado DEA Dual - PS 2015. Análise dos Pares.

UD	Eficiência	Benchmarking																		
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
M1	1,000000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2	1,000000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	0,966118	0,099734	0	0	0,591224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M4	1,000000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5	0,863213	0	0	0	0,612146	0	0	0	0	0	0	0,328973	0	0	0	0	0	0	0	0
M6	1,000000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M7	1,000000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M8	1,000000	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M9	0,746865	0	0	0	1,007651	0	0	0,108616	0	0	0	0,227328	0	0	0	0	0	0	0	0
M10	1,000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M11	1,000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
M12	0,715126	0	0,48087	0	0	0	0,012252	0,098382	0	0	0	0,650181	0	0	0	0	0	0	0	0
M13	1,000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
M14	0,851347	0,064116	0,474393	0	0	0	0	0	0	0	0	0,26847	0	0	0	0	0	0	0	0
M15	1,000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
M16	0,699637	0,01718	0	0	0,659605	0	0	0,002883	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M17	0,504750	0	0,840089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,271507	0	0	0	0
M18	0,815200	0,150355	1,029248	0	0	0	0	0,163827	0	0	0	0,016663	0	0	0	0	0	0	0	0
M19	0,765191	0	0	0	1,952591	0	0	0,21569	0	0	0	0,068791	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora. Se $\lambda = 0$, UD não é referência para UD em análise; se $\lambda \neq 0$, UD é referência para UD em análise. Em que: M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos e M19 = Vinhedo. Dez municípios foram considerados eficientes: M1 – Americana; M2 – Artur Nogueira; M4 – Engenheiro Coelho; M6 – Hortolândia; M7 – Indaiatuba; M8 – Itatiba; M10 – Monte Mor; M11 – Morungaba; M13 – Paulínia e M15 – Santa Bárbara d'Oeste. Não são *benchmarks*: Itatiba; Monte Mor e Paulínia, daí questionar-se sua superioridade. Quanto à frequência, Hortolândia e Santa Bárbara d'Oeste apareceram uma vez; Americana e Artur Nogueira quatro vezes; Engenheiro Coelho e Indaiatuba cinco vezes. Morungaba foi a Líder Global, pois apareceu seis vezes. Destaca-se que a Líder Global não foi referência para Cosmópolis. Nove municípios foram considerados ineficientes: M3 – Cosmópolis; M5 – Holambra; M9 – Jaguariúna; M12 – Nova Odessa; M14 – Pedreira; M16 – Santo Antônio de Posse; M17 – Sumaré; M18 – Valinhos e M19 – Vinhedo. Cosmópolis é referenciada por Americana e Engenheiro Coelho; Holambra por Engenheiro Coelho e Morungaba; Jaguariúna por Engenheiro Coelho; Indaiatuba e Morungaba; Nova Odessa por Artur Nogueira; Hortolândia; Indaiatuba e Morungaba; Pedreira por Americana; Artur Nogueira e Morungaba; Santo Antônio de Posse por Americana; Engenheiro Coelho e Indaiatuba; Sumaré por Artur Nogueira e Santa Bárbara d'Oeste; Valinhos por Americana; Artur Nogueira; Indaiatuba e Morungaba e Vinhedo por Engenheiro Coelho; Indaiatuba e Morungaba.

APÊNDICE L - Resultado DEA Dual - PU 2014. Análise dos Pares.

UD	Eficiência	Benchmarking																		
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
M1	1,000000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2	0,628566	0,042089	0	0,551045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	1,000000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M4	1,000000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5	1,000000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M6	0,283380	0,171104	0	0,289587	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M7	0,508826	0,549994	0	0,054212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M8	0,199713	0,06916	0	0,318488	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M9	0,321898	0	0	1,027778	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M10	0,133348	0,003785	0	0,369061	0,006599	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M11	0,277869	0,009029	0	0,03089	0,422963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M12	0,779046	0,143898	0	0	1,403517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M13	0,126175	0,002486	0	1,038394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M14	0,845863	0,092107	0	0,801075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M15	0,891429	0,494756	0	0,061381	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M16	0,862956	0	0	0,301422	0,373296	0,149062	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M17	0,641050	0,574918	0	0,073642	0,013239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M18	0,609334	0,396279	0	0,466243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M19	0,267060	0,009777	0	1,439242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora. Elaborado pela autora. Se $\lambda = 0$, UD não é referência para UD em análise; se $\lambda \neq 0$, UD é referência para UD em análise. Em que: M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos e M19 = Vinhedo. Quatro municípios foram considerados eficientes: M1 – Americana; M3 – Cosmópolis; M4 – Engenheiro Coelho e M5 – Holambra. Quanto à frequência, Holambra aparece uma vez; Engenheiro Coelho aparece 5 vezes e Americana aparece 13 vezes. A Líder Global foi Cosmópolis, pois foi referência para 14 municípios, excluindo Nova Odessa. 15 municípios foram considerados ineficientes: M2 – Artur Nogueira; M3 – Cosmópolis; M6 – Hortolândia; M7 – Indaiatuba; M8 – Itatiba; M9 – Jaguariúna; M10 – Monte Mor; M11 – Morungaba; M12 – Nova Odessa; M13 – Paulínia; M14 – Pedreira; M15 – Santa Bárbara d'Oeste; M16 – Santo Antônio de Posse; M17 – Sumaré; M18 – Valinhos e M19 – Vinhedo. Artur Nogueira; Hortolândia; Indaiatuba; Itatiba; Paulínia; Pedreira; Santa Bárbara d'Oeste; Valinhos e Vinhedo foram referenciadas por Americana e Cosmópolis; Monte Mor e Morungaba foram referenciadas por Americana; Cosmópolis e Engenheiro Coelho; Jaguariúna foi referenciada por Cosmópolis; Sumaré por Americana; Cosmópolis e Engenheiro Coelho e Santo Antônio de Posse para Cosmópolis; Engenheiro Coelho e Holambra.

APÊNDICE L - Resultado DEA Dual - PU 2015. Análise dos Pares.

UD	Eficiência	Benchmarking																		
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
M1	1,000000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2	0,705763	0,073329	0	0,274037	0,253459	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	1,000000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M4	1,000000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5	0,563293	0	0	0,076281	0,684474	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M6	0,267907	0,162693	0	0,320068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M7	0,513470	0,575298	0	0,080743	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M8	0,201860	0,062234	0	0,354825	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M9	0,449169	0	0	1,016484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M10	0,150267	0	0	0,417722	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M11	0,297664	0	0	0,118331	0,346782	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M12	1,000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
M13	0,168107	0	0	1,045055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M14	0,887739	0,071020	0	0,933803	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M15	0,895619	0,470079	0	0,220422	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M16	0,942648	0	0	0,107548	1,327871	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M17	0,542722	0,498989	0	0,177989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M18	0,598431	0,390599	0	0,458509	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M19	0,463344	0	0	1,862637	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora. Elaborado pela autora. Se $\lambda = 0$, UD não é referência para UD em análise; se $\lambda \neq 0$, UD é referência para UD em análise. Em que: M1 = Americana; M2 = Artur Nogueira; M3 = Cosmópolis; M4 = Engenheiro Coelho; M5 = Holambra; M6 = Hortolândia; M7 = Indaiatuba; M8 = Itatiba; M9 = Jaguariúna; M10 = Monte Mor; M11 = Morungaba; M12 = Nova Odessa; M13 = Paulínia; M14 = Pedreira; M15 = Santa Bárbara d'Oeste; M16 = Santo Antônio de Posse; M17 = Sumaré; M18 = Valinhos e M19 = Vinhedo. Quatro municípios foram considerados eficientes: M1 – Americana; M3 – Cosmópolis; M4 – Engenheiro Coelho e M12 – Nova Odessa. Questiona-se a superioridade de Nova Odessa por não ser referência para os outros municípios. Quanto à frequência, Americana foi referência para oito municípios e Engenheiro Coelho foi referência para quatro municípios. A Líder Global, referência para todas as ineficientes, foi Cosmópolis. Artur Nogueira é referenciado por Americana; Cosmópolis e Engenheiro Coelho; os municípios de Holambra; Morungaba e Santo Antônio de Posse são referenciados por Cosmópolis e Engenheiro Coelho; os municípios de Hortolândia; Indaiatuba; Itatiba; Pedreira; Santa Bárbara d'Oeste; Sumaré e Valinhos são referenciados por Americana e Cosmópolis; os municípios de Jaguariúna; Monte Mor; Paulínia e Vinhedo são referenciados por Cosmópolis.

APÊNDICE M - Ranqueamento do PS e da PU – Anos 2014 e 2015.

Ranking Ano 2014

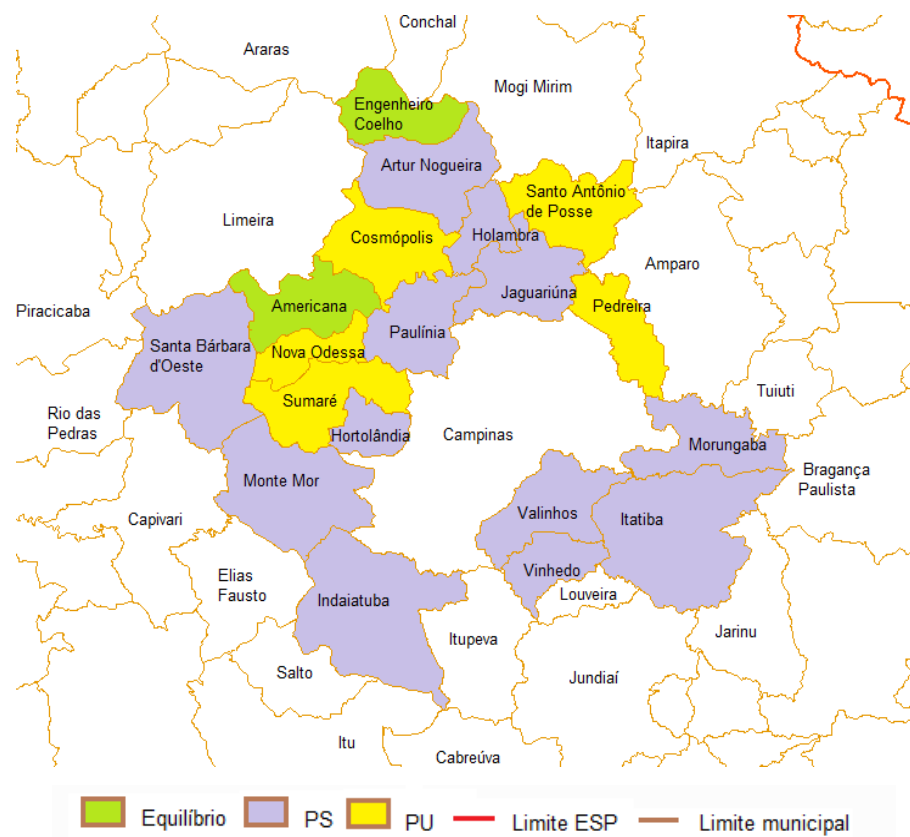
Ranking Ano 2015

População Usuária			Prestador de Serviço		População Usuária			Prestador de Serviço			
P.	Município	Efc.	P.	Município	Efc.	P.	Município	Efc.	P.	Município	Efc.
1º	Americana	1,000000		Americana	1,000000	1º	Americana	1,000000		Americana	1,000000
	Cosmópolis	1,000000		Artur Nogueira	1,000000		Cosmópolis	1,000000		Artur Nogueira	1,000000
	Engenheiro Coelho	1,000000		Cosmópolis	1,000000		Engenheiro Coelho	1,000000		Engenheiro Coelho	1,000000
	Holambra	1,000000		Engenheiro Coelho	1,000000		Nova Odessa	1,000000		Hortolândia	1,000000
2º	Santa Bárbara D'Oeste	0,891429		Hortolândia	1,000000	2º	Santo Antônio de Posse	0,942648		Indaiatuba	1,000000
3º	Santo Antônio de Posse	0,862956		Indaiatuba	1,000000	3º	Santa Bárbara D'Oeste	0,895619	1º	Itatiba	1,000000
4º	Pedreira	0,845863	1º	Itatiba	1,000000	4º	Pedreira	0,887739		Monte Mor	1,000000
5º	Nova Odessa	0,779046		Monte Mor	1,000000	5º	Artur Nogueira	0,705763		Morungaba	1,000000
6º	Sumaré	0,641050		Morungaba	1,000000	6º	Valinhos	0,598431		Paulínia	1,000000
7º	Artur Nogueira	0,628566		Nova Odessa	1,000000	7º	Holambra	0,563293		Santa Bárbara D'Oeste	1,000000
8º	Valinhos	0,609334		Pedreira	1,000000	8º	Sumaré	0,542722	2º	Cosmópolis	0,966118
9º	Indaiatuba	0,508826		Santa Bárbara D'Oeste	1,000000	9º	Indaiatuba	0,513470	3º	Holambra	0,863213
10º	Jaguariúna	0,321898	2º	Paulínia	0,931628	10º	Vinhedo	0,463344	4º	Pedreira	0,851347
11º	Hortolândia	0,283380	3º	Holambra	0,907308	11º	Jaguariúna	0,449169	5º	Valinhos	0,815200
12º	Morungaba	0,277869	4º	Santo Antônio de Posse	0,854394	12º	Morungaba	0,297664	6º	Vinhedo	0,765191
13º	Vinhedo	0,267060	5º	Valinhos	0,803330	13º	Hortolândia	0,267907	7º	Jaguariúna	0,746865
14º	Itatiba	0,199713	6º	Vinhedo	0,732574	14º	Itatiba	0,201860	8º	Nova Odessa	0,715126
15º	Monte Mor	0,133348	7º	Sumaré	0,726406	15º	Paulínia	0,168107	9º	Santo Antônio de Posse	0,699637
16º	Paulínia	0,126175	8º	Jaguariúna	0,648231	16º	Monte Mor	0,150267	10º	Sumaré	0,504750

Fonte: Elaborado pela autora. Em que P = Posição; Efc = Eficiência.

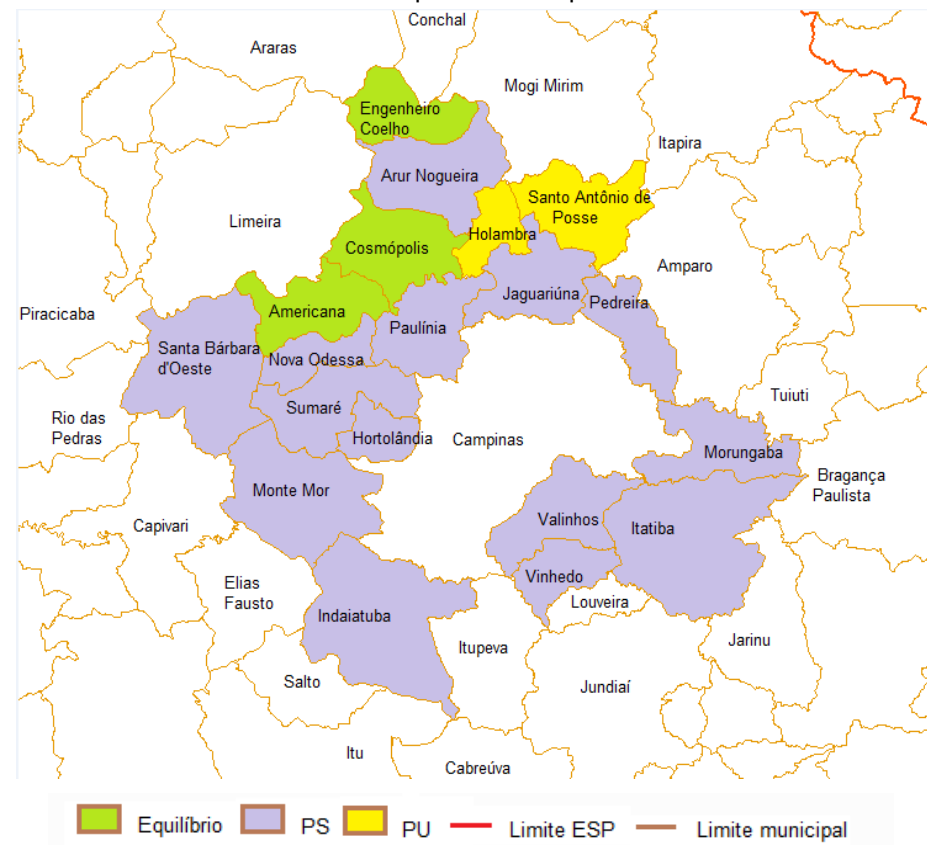
APÊNDICE N – Desempenhos municípios em 2014 e 2015.

Desempenho municipal - Ano 2015.



Fonte: Elaborado pela autora.

Desempenho municipal - Ano 2014.



Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE O - Caracterização dos prestadores de serviço na visão PS 2014.

P.	Município	Efc.	Abrangência	Natureza Jurídica	Nome do Prestador	Sigla
	Americana	1,000000	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Americana	DAE
	Artur Nogueira	1,000000	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira	SAEAN
	Cosmópolis	1,000000	Local	APD	Prefeitura Municipal de Cosmópolis	DAE
	Engenheiro Coelho	1,000000	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	SAEEC
	Hortolândia	1,000000	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
	Indaiatuba	1,000000	Local	Autarquia	Serviço Autônomo de Água e Esgotos	SAAE
1º	Itatiba	1,000000	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
	Monte Mor	1,000000	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
	Morungaba	1,000000	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
	Nova Odessa	1,000000	Local	SEMAP	Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa	CODEN
	Pedreira	1,000000	Local	Autarquia	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	SAAE
	Santa Bárbara D'Oeste	1,000000	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste	DAE
2º	Paulínia	0,931628	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
3º	Holambra	0,907308	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Holambra	SAEHOL
4º	Santo Antônio de Posse	0,854394	Local	APD	Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse	PMSAP
5º	Valinhos	0,803330	Local	Autarquia	Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos	DAEV
6º	Sumaré	0,726406	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Sumaré	DAE
7º	Vinhedo	0,726406	Local	Autarquia	Saneamento Básico Vinhedo	SANEBAVI
8º	Jaguariúna	0,648231	Local	APD	Prefeitura Municipal de Jaguariúna	PMJ

Fonte: Elaborado pela autora. Em que P = Posição; Efc = Eficiência.

APÊNDICE P - Caracterização dos prestadores de serviço na visão PS 2015.

P.	Município	Efc.	Abrangência	Natureza Jurídica	Nome do Prestador	Sigla
1º	Americana	1,000000	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Americana	DAE
	Artur Nogueira	1,000000	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira	SAEAN
	Indaiatuba	1,000000	Local	Autarquia	Serviço Autônomo de Água e Esgotos	SAAE
	Itatiba	1,000000	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
	Morungaba	1,000000	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
	Engenheiro Coelho	1,000000	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	SAEEC
	Monte Mor	1,000000	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
	Santa Bárbara D'Oeste	1,000000	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste	DAE
	Hortolândia	1,000000	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
	Paulínia	1,000000	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
2º	Cosmópolis	0,966118	Local	APD	Prefeitura Municipal de Cosmópolis	DAE
3º	Holambra	0,863213	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Holambra	SAEHOL
4º	Pedreira	0,851347	Local	Autarquia	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	SAAE
5º	Valinhos	0,815200	Local	Autarquia	Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos	DAEV
6º	Vinhedo	0,765191	Local	Autarquia	Saneamento Básico Vinhedo	SANEBAVI
7º	Jaguariúna	0,746865	Local	APD	Prefeitura Municipal de Jaguariúna	PMJ
8º	Nova Odessa	0,715126	Local	SEMAP	Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa	CODEN
9º	Santo Antônio de Posse	0,699637	Local	APD	Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse	PMSAP
10º	Sumaré	0,504750	Local	EP	Odebrecht Ambiental	OAS

Fonte: Elaborado pela autora. Em que P = Posição; Efc = Eficiência; EP = Empresa Privada. A operação dos SAA e SES de Sumaré passa ser concessão da Empresa Privada Odebrecht Ambiental.

APÊNDICE Q - Caracterização dos prestadores de serviço na visão PU 2014.

P.	Município	Efc.	Abrangência	Natureza Jurídica	Nome do Prestador	Sigla
1º	Americana	1,000000	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Americana	DAE
	Cosmópolis	1,000000	Local	ADP	Prefeitura Municipal de Cosmópolis	DAE
	Engenheiro Coelho	1,000000	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	SAEEC
	Holambra	1,000000	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Holambra	SAEHOL
2º	Santa Bárbara D'Oeste	0,891429	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste	DAE
3º	Santo Antônio de Posse	0,862956	Local	ADP	Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse	PMSAP
4º	Pedreira	0,845863	Local	Autarquia	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	SAAE
5º	Nova Odessa	0,779046	Local	SEMAP	Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa	CODEN
6º	Sumaré	0,641050	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Sumaré	DAE
7º	Artur Nogueira	0,628566	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira	SAEAN
8º	Valinhos	0,609334	Local	Autarquia	Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos	DAEV
9º	Indaiatuba	0,508826	Local	Autarquia	Serviço Autônomo de Água e Esgotos	SAAE
10º	Jaguariúna	0,321898	Local	ADP	Prefeitura Municipal de Jaguariúna	PMJ
11º	Hortolândia	0,283380	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
12º	Morungaba	0,277869	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
13º	Vinhedo	0,267060	Local	Autarquia	Saneamento Básico Vinhedo	SANEBAVI
14º	Itatiba	0,199713	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
15º	Monte Mor	0,133348	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
16º	Paulínia	0,126175	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP

Fonte: Elaborado pela autora. Em que P = Posição; Efc = Eficiência.

APÊNDICE R - Caracterização dos prestadores de serviço na visão PU 2015.

P.	Município	Efc.	Abrangência	Natureza Jurídica	Nome do Prestador	Sigla
	Engenheiro Coelho	1,000000	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	SAEEC
1º	Americana	1,000000	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Americana	DAE
	Cosmópolis	1,000000	Local	ADP	Prefeitura Municipal de Cosmópolis	DAE
	Nova Odessa	1,000000	Local	SEMAP	Cia de Desenvolvimento de Nova Odessa	CODEN
2º	Santo Antônio de Posse	0,942648	Local	ADP	Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Posse	PMSAP
3º	Santa Bárbara D'Oeste	0,895619	Local	Autarquia	Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara D'Oeste	DAE
4º	Pedreira	0,887739	Local	Autarquia	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	SAAE
5º	Artur Nogueira	0,705763	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira	SAEAN
6º	Valinhos	0,598431	Local	Autarquia	Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos	DAEV
7º	Holambra	0,563293	Local	Autarquia	Serviço de Água e Esgoto de Holambra	SAEHOL
8º	Sumaré	0,542722	Local	Empresa Privada	Odebrecht Ambiental	OAS
9º	Indaiatuba	0,513470	Local	Autarquia	Serviço Autônomo de Água e Esgotos	SAAE
10º	Vinhedo	0,463344	Local	Autarquia	Saneamento Básico Vinhedo	SANEBAVI
11º	Jaguariúna	0,449169	Local	ADP	Prefeitura Municipal de Jaguariúna	PMJ
12º	Morungaba	0,297664	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
13º	Hortolândia	0,267907	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
14º	Itatiba	0,201860	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
15º	Paulínia	0,168107	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
16º	Monte Mor	0,150267	Regional	SEMAP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP

Fonte: Elaborado pela autora. Em que P = Posição; Efc = Eficiência. A operação dos SAA e SES de Sumaré passa ser concessão da Empresa Privada Odebrecht Ambiental.