

Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**

**Fundação Oswaldo Cruz**



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA  
SERGIO AROUCA  
ENSP

***“Avaliação dos componentes da tarifa média e da estrutura de custos dos prestadores regionais de água e de esgoto do Sudeste brasileiro: um estudo baseado no SNIS 2010”***

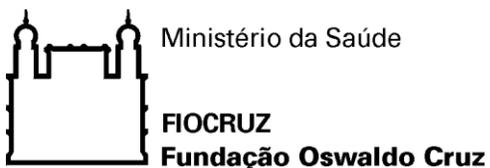
*por*

***Samuel Alves Barbi Costa***

*Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre Modalidade Profissional em Saúde Pública.*

*Orientador: Prof. Dr. Pierre Mazzega Ciamp*

*Brasília, outubro de 2013.*



*Esta dissertação, intitulada*

***“Avaliação dos componentes da tarifa média e da estrutura de custos dos prestadores regionais de água e de esgoto do Sudeste brasileiro: um estudo baseado no SNIS 2010”***

*apresentada por*

***Samuel Alves Barbi Costa***

*foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:*

Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Clarice Melamed

Prof. Dr. Pierre Mazzega Ciamp – Orientador

*Dissertação defendida e aprovada em 07 de outubro de 2013.*

Catálogo na fonte  
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica  
Biblioteca de Saúde Pública

C837 Costa, Samuel Alves Barbi  
Avaliação dos componentes da tarifa média e da estrutura de custos dos prestadores regionais de água e de esgoto do Sudeste brasileiro: um estudo baseado no SNIS 2010. / Samuel Alves Barbi Costa. -- 2013.  
127 f. : tab. ; graf.

Orientador: Ciamp, Pierre Mazzega  
Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2013.

1. Abastecimento de Água. 2. Redes de Esgoto Sanitário. 3. Saneamento - economia. 4. Tratamento de Águas Residuárias. 5. Tarifas (Serviços de Saneamento). 6. Cobertura do Serviço de Esgoto. 7. Coleta de Resíduos Sólidos. I. Título.

CDD - 22.ed. – 363.72

*Aos companheiros da ARSAE*

*e ao Estado de Minas Gerais.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade, força, saúde e direcionamento.

Aos meus pais, pela criação cuidadosa e por terem se sacrificado para investir em minha educação.

À minha namorada, Bianca, pelo carinho e atenção.

Ao meu orientador, Dr. Pierre Mazzega, pela disponibilidade e auxílio em todos os momentos na execução do trabalho.

À Dra. Clarice Melamed, por acreditar em mim e me incentivar na elaboração desta dissertação.

Aos Drs. Rui Cunha e Pedro Simões, por terem me ajudado a conceber a ideia do projeto, me recebido de forma tão calorosa em Portugal e me encorajado durante esta caminhada.

Aos Diretores da ARSAE, Drs. Antonio Caram Filho, Hubert Brant, Maurício Fortini e Teodoro Lamounier, que tanto apoiaram minha participação neste curso.

Ao meu grande exemplo profissional, Bruno Carrara, que conseguiu me motivar no trabalho e fazer com que eu me apaixonasse ainda mais pelo tema da Regulação.

A todos os companheiros da ARSAE, em especial atenção à Larissa Côrtes, que tanto me auxiliou na parte prática do trabalho, à Aline Buccini, que me ensinou muito sobre o SNIS e compartilhou do meu desespero e stress. À Marina Guedes, pela amizade, companheirismo e alegria demonstrada a cada dia. Ao Raphael Castanheira, braço direito, fiel escudeiro desde os tempos de faculdade. Ao Henry Lee, pelo cuidado na revisão e importantes contribuições na reta final.

Aos colegas de curso, principalmente ao Renato Monteiro, que teve que suportar minha louca paixão pelo Clube Atlético Mineiro e meu excessivo uso de *gadgets* eletrônicos. Nossas conversas foram essenciais para o meu amadurecimento profissional e acadêmico.

Aos amigos do Colégio Batista Mineiro, presentes em todas as fases da minha vida.

Por fim, agradeço a todos que colaboraram direta ou indiretamente na conclusão deste trabalho.

## Sumário

Resumo.....	9
Abstract .....	9
Introdução .....	10
Capítulo 1: Contextualização Histórica e Econômica do Setor de Saneamento no Brasil .....	12
A Economia Brasileira.....	12
Fases Iniciais do Desenvolvimento do Saneamento no Brasil .....	17
O Modelo PLANASA.....	20
O Novo Arcabouço Institucional: Lei nº 11.445/2007.....	25
Capítulo 2: Fundamentação Econômica da Regulação .....	30
A Concorrência Perfeita e seus Benefícios aos Consumidores .....	32
Monopólio Normal.....	33
Monopólio Natural.....	37
Formas de Regulação Econômica.....	40
Regulação por Taxa de Retorno .....	41
Regulação por Desempenho .....	43
Capítulo 3: Metodologia.....	51
Fonte de dados.....	53
Tratamento dos Dados.....	55
Variáveis Seleccionadas .....	57
Análise descritiva dos dados .....	70
Modelagem Econométrica .....	81
Capítulo 4: Resultados.....	88
Modelos de Tarifa Média de Água .....	89
Modelos de Tarifa Média de Esgoto .....	95
Modelo de Despesa de Energia Elétrica.....	102
Modelo de Despesa de Pessoal Total.....	107
Conclusões .....	113
Referências Bibliográficas .....	119
ANEXO I – Matrizes de Correlação .....	124
ANEXO II – Cálculo dos Pontos Críticos .....	125

## Lista de Tabelas:

Tabela 1: PLANASA, Finalidades, Metas e Resultados .....	21
Tabela 2: Número de Municípios por Prestador .....	57
Tabela 3: Variáveis Chave Seleccionadas.....	69
Tabela 4: Médias e Desvios-Padrão das Variáveis Seleccionadas .....	71
Tabela 5: Resultado do Modelo A - Tarifa Média de Água.....	90
Tabela 6: Resumindo o Modelo A - Tarifa Média de Água.....	94
Tabela 7: Resultados do Modelos B - Tarifa Média de Esgoto .....	96
Tabela 8: Resumindo os Resultados do Modelo de Tarifa Média de Esgoto .....	101
Tabela 9: Resultados do Modelo de Despesa de Energia Elétrica .....	104
Tabela 10: Resumindo os Resultados do Modelo de Despesa com Energia Elétrica.....	106
Tabela 11: Resultados do Modelo de Despesa de Pessoal Total .....	110
Tabela 12: Resumindo os Resultados do Modelo de Despesa de Pessoal Total.....	112

## Lista de Gráficos:

Gráfico 1: Médias de Tarifa Média de Água ( $Y_1$ ), Tarifa Média de Esgoto ( $Y_2$ ) e Despesa Total com os Serviços ( $X_8$ ) por Município e Prestador.....	72
Gráfico 2: Tarifa Média de Água – Categoria Residencial – Apenas Serviços de Água – Ano-Base 2010 ....	73
Gráfico 3: Tarifa Média de Esgoto – Categoria Residencial – Serviços de Tratamento de Esgoto (EDT)– Ano-Base 2010 .....	74
Gráfico 4: Tarifa Média – Categoria Residencial –Serviços de Água e de Tratamento de Esgoto (EDT)– Ano-Base 2010 .....	75
Gráfico 5: Diagramas de Dispersão das Tarifas Médias e Despesas Totais.....	76
Gráfico 6: Média Municipal de Despesas Operacionais e Investimentos por Município e Prestador .....	77
Gráfico 7: Quantidade Média de Pessoal Próprio por mil Ligações Ativas de Água por Município e Prestador.....	78
Gráfico 8: Médias de Despesa e Consumo Médio de Energia Elétrica por Município e Prestador .....	79
Gráfico 9: Médias de Consumo, Perdas e Extensão de Rede por Município e Prestador .....	80

**Lista de Figuras:**

Figura 1: Monopólio Simples.....	35
Figura 2: A Condição de Subaditividade.....	37
Figura 3: Monopólio Natural.....	38
Figura 4: Ciclo de Revisão Tarifária - Price Cap .....	44
Figura 5: Metodologias de Benchmarking .....	49
Figura 6: Proposta de Procedimentos de Auditoria e Certificação do SNIS pelas Agências Reguladoras de Saneamento .....	54

## Resumo

Esta dissertação analisa as tarifas médias e os custos dos Prestadores Regionais de Água e de Esgoto do Sudeste do Brasil. Foram aplicadas regressões múltiplas a variáveis selecionadas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referentes ao ano de 2010. Foi detectado o descolamento entre as tarifas e os custos dos serviços de esgotamento. Em média, as tarifas de esgoto foram identificadas como inferiores às dos serviços de água, apesar de apresentarem custos maiores. Adicionalmente, a diferenciação percebida entre os preços dos serviços de coleta e tratamento de efluentes foi ínfima, o que desincentiva o investimento neste último procedimento, essencial para a saúde da população e para a redução de impactos ambientais.

### Palavras Chave

Tarifa-Média, Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Estrutura de Custos em Saneamento, CESB, SNIS, Coleta de Esgotos, Tratamento de Esgotos.

## Abstract

This dissertation made an evaluation of the average tariff and the cost structure of South-Eastern Brazil's Water and Sewage Regional Companies (CESBs). Multiple regression models were applied, using Ordinary Least Squares (OLS) in sets of key variables selected from the Brazilian National System of Information in Sanitation (SNIS). The database refers to 2010. A gap was detected between sewage services' tariffs and costs. On average, sewage tariffs were identified as lower than those of water services, even though their costs were perceived as higher. Additionally, the differentiation between the prices of the collection and the treatment of wastewater services was minimal, which discourages investment in the latter procedure, essential to the population's health and to reduce environmental impacts.

### Key Words

Average Tariff, Water, Sewage, Cost Structure, Regional Companies, Southeast, Brazil

## Introdução

Desde 1971, com a instituição do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), os cálculos tarifários das Companhias Estaduais de Saneamento (CESBs) têm seguido o modelo de Regulação por Taxa de Retorno. Também conhecido como Custo de Serviço, este modelo tinha como objetivo garantir aos prestadores a cobertura dos custos operacionais referentes aos sistemas de água e esgotos, além de assegurar-lhes uma remuneração limitada legalmente em 12% ao ano sobre o investimento reconhecido.

A Regulação por Taxa de Retorno é utilizada primordialmente em momentos que se pretende ampliar o atendimento dos serviços para a população, uma vez que reduz os riscos do ambiente institucional e estimula os investimentos. No entanto, esta metodologia tende a gerar inchaço sobre os custos operacionais, o que provocaria seguidas elevações nos valores das tarifas.

Desde o fim do PLANASA, em 1986, não havia sido incorporado um novo marco regulatório para o setor de saneamento. Somente com a promulgação da Lei Federal Nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 essa situação foi alterada. A denominada Lei Nacional do Saneamento Básico (LNSB) passou a exigir que a regulação dos serviços fosse efetuada por agências dotadas de independência decisória, autonomia administrativa, orçamentária e financeira. Tais entidades seriam responsáveis por estabelecer normas para a adequada prestação dos serviços e reprimir o abuso do poder econômico dos prestadores.

De acordo com a LNSB, as agências reguladoras ficam responsáveis por definir tarifas que assegurem o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos, induzam a eficiência e permitam o compartilhamento dos ganhos de produtividade com a sociedade. Estes conceitos são os mesmos empregados pela Regulação por Incentivos, em que o elemento principal do processo regulatório é combater o inchaço de custos operacionais.

A fim de que os procedimentos de regulação sejam capazes de desenvolver instrumentos tarifários que atendam aos princípios legais, é necessária uma série de estudos que verifiquem as

relações entre as tarifas, os custos e seus determinantes. Esta dissertação se propõe a mensurar tais relações para as CESBs do sudeste do Brasil. Foram aplicados modelos de regressão múltipla pelo Método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) a partir de conjuntos de variáveis-chave selecionadas do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS), para o ano de 2010.

Esta dissertação está organizada em quatro capítulos, além desta introdução e da conclusão: 1) Contexto Histórico e Econômico do Setor do Saneamento no Brasil; 2) Fundamentação Econômica da Regulação; 3) Metodologia; 4) Resultados.

No capítulo 1 é apresentado o contexto histórico e econômico do Brasil e apresentada brevemente a história do setor saneamento nacional. Entender como foi desencadeado o processo de evolução do setor é essencial para que se contextualizem as análises a serem desenvolvidas ao longo deste trabalho.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação econômica da regulação, demonstrando a contraposição entre os conceitos de concorrência perfeita e monopólio natural, além de evidenciar as diferenças entre as principais metodologias regulatórias para estabelecimento de preços.

O capítulo 3 detalha a base de dados, as variáveis utilizadas, além de apresentar a metodologia de estimação empregada. Os resultados são apresentados no capítulo 4, sendo discutidas as suas implicações nas Conclusões.

## Capítulo 1: Contextualização Histórica e Econômica do Setor de Saneamento no Brasil

### A Economia Brasileira

O Brasil, até meados dos anos 1990, contava com uma economia bastante fechada e estatizada. As chamadas utilidades públicas, tais como serviços de fornecimento de energia elétrica, telecomunicações e saneamento eram prestados por monopólios, controlados pelos estados da Federação ou pela União.

Ao controlar tais indústrias, o Estado desempenhava um papel ativo na economia, participando não somente da sua organização, mas também da produção de bens e serviços. Era o Estado que planejava, estruturava, captava e efetivava os investimentos. No entanto, este modelo começou a dar sinais de enfraquecimento na década de 1970.

Em “A Ordem do Progresso”, livro organizado por Marcelo de Paiva Abreu, este quadro é narrado da seguinte maneira:

O quadro de desequilíbrio macroeconômico com que a economia brasileira defrontou-se na década de 80, caracterizado por elevado endividamento externo, desestruturação do setor público, inflação explosiva e perda de dinamismo, teve sua origem em grande medida em erros de diagnósticos bem como na timidez que caracterizou o uso de instrumentos de política após o primeiro choque do petróleo. (ABREU et al., 1990, p.300).

O governo brasileiro, ao tratar o setor público como motor de seu crescimento, pautava suas políticas em gastos crescentes, financiados por empréstimos no exterior e emissão de moeda. Dessa forma, são caracterizados dois problemas que iriam assolar a economia brasileira por quase 20 anos: 1) Inflação: é sabido que uma política monetária expansionista, com emissões de moeda para financiamento de gastos do governo, gera inflação. Como há uma maior disponibilidade de recursos, a demanda é crescente. Caso a oferta não seja capaz de acompanhar este crescimento de demanda, o resultado será a elevação dos preços; 2) Dívida Externa: os empréstimos externos

eram realizados com base em taxas de juros flutuantes. Quando o governo brasileiro tomou os recursos emprestados, as taxas de juros eram relativamente pequenas, pois havia um excesso de dólares disponíveis no mercado. Mas, a qualquer momento, poderia haver uma reversão nesse quadro vantajoso, tornando a dívida externa uma questão delicada.

As taxas médias de crescimento do PIB entre 1968 e 1973 ultrapassavam 10% ao ano. Os resultados do modelo de crescimento nacional, neste período, foram expressivos, e coroados com o nome de “Milagre Econômico”.

Toda essa conjuntura começou a ser alterada logo no primeiro choque do petróleo, em 1973. Um déficit na oferta do produto, gerado pela retaliação dos países árabes ao apoio dos Estados Unidos a Israel durante a guerra do Yom Kippur, fez com que o barril de petróleo registrasse aumentos de até 300%. O petróleo é um bem essencial para geração de energia em todas as nações industrializadas, o que fez com que muitas delas tivessem que queimar parte de suas reservas em dólares para financiar a importação do produto. Com isso, foi elevada a demanda por dólares, resultando em um aumento nas taxas de juros globais.

Uma leitura incorreta da crise pelo governo militar (1964-1985), fez com que este tentasse permanecer com as políticas do milagre, desprezando a escassez de recursos no exterior e as altas nas taxas de juros. A inflação já começava a incomodar a população e as autoridades, no entanto, as tentativas para contê-la não passavam de um clássico *stop and go*, sempre tratadas como um tema secundário. Com o segundo choque do petróleo entre 1979 e 1980, durante a crise política do Irã e a deposição do Xá Reza Pahlevi, o Brasil experimentou sua última chance de ignorar a crise. Isso não ocorreu, o que elevou de forma vertiginosa o custo do endividamento externo.

A dívida externa brasileira cresceu US\$ 10 bilhões entre 1974 e 1977, outros US\$ 10 bilhões nos dois anos seguintes. No início do governo Geisel, o país pagava anualmente US\$ 500 milhões de juros e em 1978 a conta de juros líquidos subira para US\$ 2,7 bilhões que a alta das taxas de juros internacionais elevaria para US\$ 4,2 bilhões no primeiro ano do Governo Figueiredo. (ABREU et al., 1990, p.310)

A não realização de uma reforma adequada, visando a real compatibilização entre equacionamento das finanças públicas e a promoção da expansão da economia brasileira, gerou problemas que se tornariam centrais na política econômica dos anos 1980.

Ao contrário do que se seguiu ao primeiro choque, em meados de 1980 foram sentidos os primeiros sinais de escassez de financiamento externo. A dificuldade de renovação de empréstimos evidenciava que já não havia disposição dos credores internacionais para financiar um ajuste sem pesados custos internos no curto prazo. (ABREU et al., 1990, p.323)

No período da redemocratização, o Fundo Monetário Internacional (FMI) foi procurado para auxiliar no ajuste nacional. Entre outras propostas objetivava-se a redução do investimento público, aceleração de desvalorizações cambiais e taxas de juros mais elevadas. A estabilização da inflação começou a ser procurada de uma maneira mais incisiva, com os planos Cruzado (1986), Bresser (1987) e Verão (1989), porém sem sucesso. A década de 1980 chegou ao fim sem as soluções almejadas para os dois problemas capitais: inflação e dívida externa.

Entre o início da Nova República (1985-1989) até meados dos anos 1990, as empresas estatais dos setores de utilidades públicas, por conta da conjuntura econômica e política, padeciam de certo sucateamento em função da falta de investimentos compatíveis à velocidade de expansão das suas operações. Muitas vezes, essas empresas eram utilizadas como instrumentos das sucessivas administrações federais por meio de promoção de incentivos fiscais, subsídios creditícios e de controle de preços para segurar o avanço inflacionário (ALMEIDA, 2001, p.117). Desta forma, essas firmas, foram muitas vezes impedidas de praticar políticas de equilíbrio e sustentabilidade econômico-financeira.

Na primeira metade da década de 1990, baseado nas reformas propostas pelo Consenso de Washington, o governo brasileiro iniciou o movimento de abertura comercial e financeira, encontrando na privatização dos serviços de utilidades públicas uma das possíveis saídas para a escassez de fontes de financiamento. Com a participação da iniciativa privada, seria possível

liberar recursos para um processo mais direcionado de universalização e melhoria de qualidade dos serviços de interesse público<sup>1</sup>.

Com esse movimento, paulatinamente, o Estado deixaria de ser produtor para assumir um papel de regulador. Isto é, anteriormente, o Estado mantinha o controle direto dos preços, qualidade e dos investimentos nos setores em que ele era o produtor. Para viabilizar a privatização, o governo teria que abrir mão da influência direta sobre essas variáveis, assumindo seu controle por uma via indireta: a regulação.

A regulação visa estabelecer as regras do jogo da iniciativa privada sobre os bens e serviços que são de interesse coletivo. Um de seus principais objetivos é estabelecer limites e garantias para que a iniciativa privada adquira confiança para realizar investimentos.

No Brasil, as agências reguladoras estruturam-se como entidades de controle dos setores privados atuantes nas atividades econômicas de interesse público, sob a forma de autarquias de regime especial. Essa organização funciona para conferir às agências maior autonomia em relação à administração direta, dotando-as de poderes para normatizar a atividade regulada e mediar conflitos entre os *stakeholders*. Tudo isso com base em critérios eminentemente técnicos, desvinculados de interesses políticos e econômicos que possam ameaçar a plena realização dos interesses públicos, a segurança jurídica dos investimentos e a concretização das políticas traçadas com objetivos legítimos de governo. (LIMA IN GALVÃO et al., 2013, p. 17).

Bons procedimentos de regulação devem fornecer os corretos incentivos para que os entes privados busquem a elevação de sua produtividade, de forma a alcançar redução de custos e

---

<sup>1</sup> Existe uma ampla literatura no campo das Ciências Sociais que aborda uma concepção divergente sobre esse tema. Nilson do Rosário Costa e Ana Cristina Sousa (2013, p.589), por exemplo, enquadram o entendimento neoinstitucionalista no conceito de dependência de trajetória (*path dependence*). Isto é, escolhas tomadas no passado determinariam as decisões futuras, por meio de seus legados irreversíveis. Costa (2002, p.20) descreve que os efeitos do processo de internacionalização da economia brasileira sobre o sistema de proteção social do país foram negativos. Conclui que as restrições impostas aos gastos públicos podem ter limitado severamente a capacidade de promover políticas sociais abrangentes. Além disso, considera que a análise neoinstitucional desafia a capacidade da teoria política de pensar novas saídas para os processos estruturais de mudança na ordem capitalista.

melhoria da qualidade dos serviços prestados, fatores que beneficiariam também os consumidores.

## **Fases Iniciais do Desenvolvimento do Saneamento no Brasil**

O saneamento no Brasil tem uma história muito particular. Entender como foi desencadeado o processo de evolução do setor é essencial para que se contextualizem as análises a serem desenvolvidas ao longo deste trabalho.

A história do saneamento no Brasil tem origens muito anteriores ao PLANASA. Até o século XVIII, ainda no período colonial, as soluções de saneamento eram predominantemente individuais. A população buscava sua água em córregos e rios mais próximos e, em algumas poucas cidades, havia a adução para fontes e chafarizes. Os escravos levavam a água em cântaros, potes e barricas até as casas. Algumas câmaras municipais, como as de Recife e Rio de Janeiro, chegaram a emitir atos obrigando as pessoas a gritarem a expressão “água vai!”, antes de lançarem os dejetos pela janela para não atingirem aos desavisados. (SILVA, 1998b IN COSTA, 1994, p.215).

Já no século XIX, o Estado brasileiro realizou as primeiras concessões dos serviços de água e esgotos para a iniciativa privada. Empresas inglesas conquistaram a maior parte das concessões, uma vez que a Inglaterra era um dos poucos países no mundo que detinha alto nível de tecnologias em engenharia sanitária, além de contar também com grande disponibilidade de capital e hegemonia política. Naquele momento, era extremamente necessária a implementação de medidas de saneamento nas cidades, a fim de viabilizar o desenvolvimento industrial que já começava no Brasil. (COSTA, 1994, p. 217).

Entre o final do século XIX até meados do século XX, ocorreram diversos rompimentos dessas concessões privadas. Os serviços prestados apresentavam baixa qualidade, altas tarifas e as empresas estrangeiras tentavam interferir constantemente nos assuntos internos do país. Sendo assim, o Estado passou a encampar paulatinamente os serviços de saneamento, constituindo-os, em sua grande maioria, sob a forma de administração direta de âmbito municipal, estadual ou federal. (COSTA E SILVA, 1993 IN COSTA, 1994, p.217)

A maior parte dessas administrações diretas, no entanto, não conseguia realizar planejamento e estruturação de suas atuações. Isso porque não contavam com arrecadação própria, dependendo de recursos de órgãos externos. Esse mecanismo gerava uma imensa lentidão na expansão do setor.

É indispensável que os serviços de abastecimento de água e esgotos sejam planejados, executados e operados por intermédio de órgãos de 'natureza autárquica', que lhes proporcionarão a indispensável autonomia de que carecem, para executar sua missão de interesse coletivo. (WHITAKER, 1952 IN COSTA, 1994, p. 219)

A busca da autonomia dos serviços frente à administração direta foi alcançada entre as décadas de 1940-1950 com a instituição de autarquias. Estas deveriam apresentar independência administrativa e financeira, podendo cobrar tarifas para sua sustentabilidade e realização de investimentos. No entanto, por se tratarem de entes públicos, não apresentariam finalidade lucrativa.

As autarquias, no entanto, permaneciam com elevado nível de interferência política e financeira. Após a década de 1950, uma autonomia ainda maior começou a ser almejada, focada na conformação de uma nova personalidade empresarial: As Sociedades de Economia Mista (SEM). Neste modelo de gestão as empresas permaneciam com o Estado, não sendo repassadas ao setor privado. A busca principal era pela independência financeira, que seria garantida através de receitas tarifárias, desenvolvendo-se a noção de sustentabilidade do serviço. Isto é, tal concepção possibilitava a formação de uma estrutura tarifária que, por meio de uma equação financeira que considerasse diferentes tipos de consumidores e faixas de consumo, viabilizasse os serviços de uma forma socialmente justa. (COSTA, 1994, p. 220)

A transformação das empresas em Sociedades de Economia Mista era quase que uma exigência para a obtenção de empréstimos junto ao Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e outros órgãos nacionais e internacionais.

O BID exigia autonomia total para a contratação de empréstimos, além do estudo de viabilidade econômica que previa a amortização destes, via tarifas. Estes aspectos, levaram a

que, a partir de 1961, quando o BID começa a financiar sistemas de água e esgotos, alguns órgãos transformassem sua forma jurídica, para estarem aptos a acessarem estes empréstimos. (COSTA, 1994, p. 222)

Foi nesse contexto que as empresas estaduais de saneamento começaram se estruturar, ainda antes do PLANASA. Até 1971 a maioria dos estados brasileiros já dispunha de uma Companhia Estadual de Saneamento Básico (CESB). A gestão estadual do saneamento, ao contrário do que é usualmente afirmado, já tinha participação importante no setor. (COSTA, 1994, p. 222).

## O Modelo PLANASA

A partir de março de 1964, o Brasil ficou sob um regime ditatorial de caráter militar, com amplos poderes para centralizar a tomada de decisões, reduzindo a pulverização do setor e as dificuldades atreladas às municipalidades. Nesse mesmo ano foi criado o Banco Nacional de Habitação (BNH) que seria o órgão gestor do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), de 1966, principal fonte de recursos do Sistema Financeiro do Saneamento (SFS), instituído em 1968. Este sistema seria a principal origem dos financiamentos para o plano que estava por vir. (REZENDE, 2002, p.11). Dessa maneira, as estruturas financeiras e institucionais para a construção do PLANASA já estavam completas ao fim da década de 1960.

O PLANASA [criado em 1971] incorporou os valores que estavam se consolidando desde a década de 50, como a autonomia dos serviços, a autossustentação tarifária, o financiamento com recursos retornáveis, e a gestão através das companhias estaduais de saneamento. (COSTA, 1994, p. 224)

O PLANASA (1971) caracterizou-se pela canalização de recursos financeiros do FGTS, forte elevação nas coberturas dos serviços de abastecimento de água, reduzido investimento em esgotamento sanitário, exclusão das outras ações de saneamento (como drenagem urbana e resíduos sólidos) e centralização autoritária nas companhias estaduais, refutando a presença do poder local de participação no processo decisório. (COSTA, 1991, p.31-32).

As administrações municipais ficaram reféns desse processo. O governo militar realizou em 1965 a Reforma Tributária, que concentrou na União a maior parte da arrecadação nacional. O PLANASA restringiu o acesso aos financiamentos do SFS, tornando-os exclusivos às Companhias Estaduais de Saneamento Básico. Vários municípios, financeiramente comprometidos, foram forçados a aderir ao Plano e conceder os serviços às companhias estaduais, perdendo sua autonomia. (FAGANI, 1997, p. 207).

As CESBs, apesar de antecederem o PLANASA, foram encorpadas e fortalecidas durante os anos 1970, incorporando novamente ao setor de saneamento a noção de lucratividade na operação dos serviços, desaparecida desde a encampação dos serviços privados. (COSTA, 1994, p. 224)

Para serem lucrativos, os serviços precisam dispor de sustentabilidade econômico-financeira. O diagnóstico do PLANASA partia do pressuposto de que havia municípios superavitários e deficitários, dessa forma, seria necessário estabelecer tarifas para as companhias estaduais que mantivessem subsídios cruzados. Esta noção promoveu direcionamento dos investimentos para os municípios e serviços mais rentáveis. (BARBI & CÔRTEZ, 2013, p.4).

As finalidades básicas do PLANASA poderiam ser expressas em seis tópicos e as suas metas em três, evidenciadas na Tabela 1:

**Tabela 1: PLANASA, Finalidades, Metas e Resultados**

<b>PLANASA</b>	
<b>FINALIDADES</b>	
1) Eliminação do déficit do setor de saneamento;	
2) Manutenção do equilíbrio entre oferta e demanda, de forma permanente;	
3) Atendimento a todas as cidades brasileiras, mesmo os núcleos urbanos mais pobres;	
4) Política tarifária conforme capacidade de pagamento dos usuários;	
5) Política de redução de custos operacionais, em função das economias de escala;	
6) Desenvolvimento de programas de pesquisas, treinamento e assistência técnica.	
<b>METAS</b>	
1) Cobertura de 80% da população urbana com água até 1980;	
2) Cobertura de 50% da população urbana com redes de esgotos até 1980;	
3) Atendimento de todas as sedes municipais e todas as vilas com população superior a cinco mil habitantes até 1985.	
<b>RESULTADOS</b>	
1) De 54,4% de atendimento urbano de água em 1971 para 76% em 1980.	
2) De 22,3% de redes de esgotos em 1971 para 36% em 1980.	
<b>INVESTIMENTOS REALIZADOS EM PERCENTUAL DO PIB</b>	
1970:	0,15%
1981:	0,55%
Média do fim da década de 1980:	0,40%

Nenhuma das metas foi alcançada dentro de seus respectivos prazos, no entanto, segundo Rezende (2002, p. 12) houve um esforço considerável a fim de que fossem cumpridas, como maneira de legitimar o projeto do regime burocrático-autoritário junto à população através de políticas de desenvolvimento social. Existia, também, um grande interesse no reforço e capitalização das empresas de construção pesada. Assim, era necessário tornarem viáveis as gestões das companhias estaduais, buscando incorporar o maior número possível de municípios a elas.

Para Fagani (1997, p. 193), o PLANASA conseguiu ampliar de forma significativa a participação do saneamento no PIB brasileiro, privilegiando as iniciativas em abastecimento de água às populações urbanas. Em termos de esgotamento sanitário, os resultados teriam sido considerados insatisfatórios em função dos limites impostos pela lógica de autossustentação financeira, uma vez que os investimentos em esgoto foram concentrados no Sudeste do Brasil, com maior preponderância no Estado de São Paulo.

Durante a vigência do PLANASA, o governo federal por intermédio do Ministério do Interior, era responsável por estabelecer as condições de operação dos serviços públicos de saneamento básico. A legislação referente ao Plano estabelecia um mecanismo de atualização tarifária pelo custo de serviço. A remuneração das prestadoras seria limitada a 12%, sendo os estudos para atualização das tarifas realizados pelas próprias companhias e submetidas para a aprovação do Conselho Interministerial de Preços (CIP). A Lei nº 6.528/78 dispõe:

Art . 2º - Os Estados, através das companhias estaduais de saneamento básico, realizarão estudos para fixação de tarifas, de acordo com as normas que forem expedidas pelo Ministério do Interior.

(...)

§ 2º - As tarifas obedecerão ao regime do serviço pelo custo, garantindo ao responsável pela execução dos serviços a remuneração de até 12% (doze por cento) ao ano sobre o investimento reconhecido.

Art . 3º - Os estudos de que trata o artigo anterior serão encaminhados pelo Ministério do Interior, através do Banco Nacional da Habitação, ao Conselho Interministerial de Preços, ao qual competirá a aprovação dos reajustes de tarifas.

Art . 4º - A fixação tarifária levará em conta a viabilidade do equilíbrio econômico-financeiro das companhias estaduais de saneamento básico e a preservação dos aspectos sociais dos

respectivos serviços, de forma a assegurar o adequado atendimento dos usuários de menor consumo, com base em tarifa mínima.

O decreto de nº 82.587/78 regulamentava a Lei nº 6.528/78 e estabelecia a forma de cobertura dos custos das prestadoras:

Art . 21 - As tarifas obedecerão ao regime do serviço pelo custo, garantido às companhias estaduais de saneamento básico, em condições eficientes de operação, a remuneração de até 12% (doze por cento) ao ano sobre o investimento reconhecido.

§ 1º - O custo dos serviços, a ser computado na determinação da tarifa, deve ser o mínimo necessário à adequada exploração dos sistemas pelas companhias estaduais de saneamento básico e à sua viabilização econômico-financeira.

§ 2º - O custo dos serviços compreende:

- a) - as despesas de exploração;
- b) - as quotas de depreciação, provisão para devedores e amortizações de despesas;
- c) - a remuneração do investimento reconhecido.

A noção de equilíbrio econômico-financeiro dos serviços estava clara e evidente em toda a legislação. Os custos referentes à exploração dos serviços e a remuneração aos prestadores sobre os investimentos realizados seriam repassados às tarifas, pagas pelos usuários. No entanto, mesmo com a menção do Decreto nº 82.587/78 referente a cobertura apenas dos custos mínimos necessários à exploração dos serviços, eram os próprios prestadores que formulavam os estudos relativos à atualização de suas tarifas, portanto, não havia nenhum mecanismo de incentivo para o incremento de eficiência operacional ao longo do tempo.

As tarifas eram revisitadas anualmente pelo Conselho Interministerial de Preços, de forma a reposicionar a receita das companhias face a evolução de seus custos. Essa dinâmica de repasse de custos às tarifas, em muitos casos empregada até hoje, poderia até mesmo gerar incentivos à elevação das despesas totais da prestação dos serviços. Além disso, o estabelecimento de uma taxa fixa de remuneração só permitiria o aumento do lucro se houvesse incremento da base em que ela é aplicada, isto é, por meio da realização de grandes investimentos em capital. Sendo assim, a forma de atualização das tarifas levada a cabo pelo PLANASA pode ter dado incentivos à ineficiência operacional do setor de saneamento, inflando seus custos e conseqüentemente os valores das tarifas das companhias estaduais. (BARBI & CÔRTEZ, 2013, p. 5).

Para Turolla (1999 IN GALVÃO et al., 2009, p.210), a experiência do PLANASA foi bem sucedida ao gerar uma rápida expansão da cobertura dos serviços de saneamento no Brasil, ainda que insuficiente para atender às demandas geradas pelo processo de urbanização do país. Contudo, o modelo engendrado pelo PLANASA foi caracterizado pela ineficiência operacional, fortemente relacionado com a sua ênfase na construção dos sistemas em detrimento da criação de condições adequadas para a operação. O modelo funcionou enquanto as fontes de financiamento da expansão dos sistemas geravam um fluxo líquido positivo. O esgotamento do modelo aconteceu quando este fluxo se reverteu. Assim, as companhias estaduais de água e esgoto viram-se obrigadas a arcar com elevadas despesas financeiras em decorrência das dívidas contraídas na etapa anterior, enquanto operavam sistemas com baixo grau de eficiência operacional.

Em 1985, o BNH é incorporado ao Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (MDU). As metas foram alteradas visando focalizar o atendimento às populações com renda inferior a três salários mínimos e a execução de projetos que se utilizassem de tecnologias adequadas às características locais, com menores custos e maior eficiência. Em 1986 o BNH foi extinto. A dispersão dos organismos fomentadores do PLANASA foi determinante para o declínio do Plano, sem que estas novas metas fossem atingidas. (REZENDE, 2002, p.13).

Para Turolla (2002, p.7), a experiência do PLANASA, baseada na centralização em nível estadual e na gestão absoluta por parte do setor público, foi eficaz na realização da ampliação da cobertura dos serviços de água durante a década de 1970. No período mais recente, o mesmo modelo mostrou-se incapaz de responder aos seus principais desafios. Impunha-se, dessa forma, a busca de um novo modelo.

### **O Novo Arcabouço Institucional: Lei nº 11.445/2007.**

O PLANASA foi o único mecanismo articulado de financiamento e de modernização do setor de saneamento no Brasil. Após o seu colapso, as iniciativas do governo revelaram-se pontuais e desarticuladas, enquanto a Política Nacional de Saneamento permaneceu por toda a década de 1990 sem regulamentação. A falta de avanços na consolidação de um marco legal específico impediu um salto quantitativo e qualitativo o setor. (TUROLLA, 2002, p.13).

As políticas relativas ao saneamento na década de 1990 apresentaram um padrão comum, caracterizado pela ênfase na modernização e na ampliação marginal da cobertura dos serviços. Para Turolla (2002, p.14-16), as iniciativas do governo federal tiveram um relativo sucesso em seus objetivos. O mesmo não pode ser dito das tentativas de regulamentação do setor. A primeira iniciativa ocorreu com o Projeto de Lei Complementar nº 199/93, apresentado no governo Collor em 1991 e aprovado pelo Congresso Nacional. O presidente Fernando Henrique Cardoso vetou o projeto na íntegra assim que tomou posse em 1995. Foram enviados mais dois projetos em substituição ao vetado, um em 1996 e outro em 2001, nenhum deles teve prosseguimento.

Ana Cristina Sousa e Nilson do Rosário Costa (2013) afirmam que os projetos não foram aprovados na década de 1990 em função de uma “precária e fugaz” coalizão de municipalistas e estadualistas, unidos sob a Frente Nacional do Saneamento Ambiental (FNISA). Estes grupos teriam suspenso suas divergências em relação a titularidade dos serviços para conseguir derrubar as propostas de privatização das empresas estaduais.

A Frente Nacional do Saneamento Ambiental alcançou seus objetivos. Além disso, forneceu base de apoio para a eleição do Presidente Luís Inácio da Silva (Lula), em 2002. No ano seguinte, foi criado o Ministério das Cidades (MC), com a proposta de integrar as políticas ligadas ao desenvolvimento urbano, incluindo o saneamento. Em 2003, logo após a posse do novo presidente, foi criado um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) visando instituir um novo regime regulatório para o setor. O Projeto de Lei nº 5.296/2005 foi elaborado com ampla

participação popular, de sua configuração estiveram presentes cerca de 320 mil pessoas em 3.457 conferências municipais, 27 estaduais e uma no Distrito Federal, além de uma consulta pública via internet. (SOUSA & COSTA, 2013, p.593).

A aliança entre municipalistas e estadualistas foi prontamente desfeita. Sob o novo governo a aliança acreditava que os serviços de saneamento não seriam privatizados, fator que os unia sob a FNSA. Nesse contexto foram retomadas suas divergências. O novo marco legal foi finalmente definido com a publicação da Lei nº 11.445 em 5 de janeiro de 2007. Para Sousa e Costa (2013, p. 597), esta nova lei do saneamento representaria a vitória dos interesses dos estadualistas sobre os municipalistas.

Várias foram as alterações da Lei 11.445/2007, Lei Nacional do Saneamento Básico (LNSB), em relação ao status vigente desde o PLANASA. Algumas dessas alterações são essenciais para a compreensão da motivação desta dissertação. São os casos da inclusão da obrigatoriedade de regulação, dos procedimentos para definição de tarifas e da criação de incentivos a eficiência e produtividade. Esses itens serão comentados a seguir.

Segundo a LNSB, cabe ao titular dos serviços a formulação das políticas de saneamento. No entanto, passa a ser obrigatória a existência de um ente responsável pela regulação e fiscalização dos mesmos.

Art. 9 O titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto:

(...)

II - prestar diretamente ou autorizar a delegação dos serviços e definir o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação;

(...)

Os entes reguladores devem caminhar de acordo com os objetivos definidos no Artigo 22.

Art. 22 São objetivos da regulação:

IV - definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade;

Objetivos a serem atingidos por provedores, como o equilíbrio econômico-financeiro e a sustentabilidade dos contratos, metas presentes desde a criação das primeiras autarquias responsáveis por serviços de saneamento, permanecem na Lei 11.445/2007 como forma de estruturação do setor.

A partir da LNSB coube à atividade regulatória, a prevenção do abuso de poder econômico, isto é, definir o padrão de tarifas que reflita a real equação dos investimentos, custo dos serviços e da margem de lucro do prestador. É papel do regulador zelar pelo preço justo, em respeito ao princípio da modicidade tarifária. (PROBST IN GALVÃO et al., 2013, p. 81-82).

No Artigo 22 da Lei 11.445/2007, é possível observar uma importante inovação em relação a legislação anterior: passa a ser competência das agências reguladoras definir mecanismos tarifários que promovam a eficiência e possibilitem o compartilhamento desses ganhos com os consumidores.

Em um evidente avanço, a LNSB identifica que o processo de formação das tarifas somente por meio do custo do serviço apresentava um incentivo perverso, isto é, maiores custos implicariam em maior montante de receitas, acentuando as ineficiências do setor. Sendo assim, a temática do incentivo aos ganhos de produtividade e o seu compartilhamento com os consumidores se torna um dos pontos centrais da nova legislação.

Art. 18. Os prestadores que atuam em mais de um Município ou que prestem serviços públicos de saneamento básico diferentes em um mesmo Município manterão sistema contábil que permita registrar e demonstrar, separadamente, os custos e as receitas de cada serviço em cada um dos Municípios atendidos e, se for o caso, no Distrito Federal.

Parágrafo único. A entidade de regulação deverá instituir regras e critérios de estruturação de sistema contábil e do respectivo plano de contas, de modo a garantir que a apropriação e a distribuição de custos dos serviços estejam em conformidade com as diretrizes estabelecidas nesta Lei.

Conforme demonstrado no Art. 18 citado acima, a LNSB determina que os prestadores registrem separadamente as informações contábeis em nível municipal. A Lei 6.528/78 ou mesmo o Decreto 82.587/78, que instituíram o PLANASA não previam tais dispositivos de evidênciação

da contabilidade por municípios, de forma que não era possível mensurar de forma eficaz esse processo de subsidiação.

Os subsídios foram estabelecidos com a finalidade de viabilizar os serviços de saneamento em áreas em que os usuários tivessem baixa capacidade de pagamento. Dessa maneira, regiões com maiores rendas teriam tarifas mais elevadas, financiando a universalização dos serviços nas áreas menos abastadas. A determinação contida no Art. 18 da Lei 11.445/2007 evidencia a necessidade urgente de mensurar os subsídios entre municípios, questão muito importante para o contexto de definição tarifária.

Por fim, dentre os pontos de destaque, a LNSB faz a distinção entre os procedimentos de reajustes e revisões tarifárias.

Art. 37. Os reajustes de tarifas de serviços públicos de saneamento básico serão realizados observando-se o intervalo mínimo de 12 (doze) meses, de acordo com as normas legais, regulamentares e contratuais.

Art. 38. As revisões tarifárias compreenderão a reavaliação das condições da prestação dos serviços e das tarifas praticadas e poderão ser:

I - periódicas, objetivando a distribuição dos ganhos de produtividade com os usuários e a reavaliação das condições de mercado;

II - extraordinárias, quando se verificar a ocorrência de fatos não previstos no contrato, fora do controle do prestador dos serviços, que alterem o seu equilíbrio econômico-financeiro.

§ 1º As revisões tarifárias terão suas pautas definidas pelas respectivas entidades reguladoras, ouvidos os titulares, os usuários e os prestadores dos serviços.

§ 2º Poderão ser estabelecidos mecanismos tarifários de indução à eficiência, inclusive fatores de produtividade, assim como de antecipação de metas de expansão e qualidade dos serviços.

§ 3º Os fatores de produtividade poderão ser definidos com base em indicadores de outras empresas do setor.

A partir de 2007, os reajustes tarifários passaram a ser entendidos como a recomposição do nível de receita dos prestadores, tendo em vista o avanço da inflação<sup>2</sup>, desde o último período de atualização de suas tarifas. Portanto, servem para repor os danos da perda de poder de compra, e contam com periodicidade no mínimo anual.

As revisões tarifárias, por sua vez, são entendidas como uma análise mais aprofundada das condições de prestação dos serviços e sustentabilidade econômico-financeira dos contratos.

---

<sup>2</sup> Em alguns casos, os reajustes tarifários podem incluir um fator de compartilhamento de ganhos estimados de produtividade com a sociedade, também chamado de fator X, que será explicado no próximo capítulo.

Podem ser periódicas ou extraordinárias. Estas últimas ocorrem quando há uma situação inesperada na prestação dos serviços, que poderia retirá-las da condição de equilíbrio. Já as revisões periódicas são planejadas com o objetivo de compartilhar os ganhos de produtividade auferidos pelos prestadores com a sociedade, além da realização de uma reavaliação do mercado, fato que não ocorre no momento dos reajustes tarifários.

O compartilhamento dos ganhos de produtividade é um tema que pressupõe a utilização de sistemas de comparação de informações, tema central do presente trabalho. Isto é, para que sejam apurados ganhos de eficiência é necessário comparar as empresas/municípios avaliados com parâmetros externos. Os parâmetros podem ser estabelecidos pela entidade reguladora, seja na construção de uma empresa virtual (de referência) ou através de métodos de comparação entre prestadores que atuam em áreas diferentes de concessão.

De posse dessas informações de contextualização, faz-se necessária uma análise econômica para o entendimento mais preciso das motivações nessas alterações da legislação setorial. No próximo capítulo será introduzida a discussão econômica do tema.

## Capítulo 2: Fundamentação Econômica da Regulação

A construção teórica clássica da economia baseou-se inicialmente nas ideias de Adam Smith e suas observações sobre a Inglaterra do século XVIII, berço da Revolução Industrial. O fundamento da economia clássica assume que cada indivíduo, atuando de acordo com seus próprios interesses, faria o melhor para si e, involuntariamente, o melhor para todos. Sendo assim, o somatório de esforços individuais, como que coordenados por uma “mão invisível”, promoveriam sinergias capazes de elevar as riquezas das nações, pela viabilização dos mais altos níveis de produção aos menores custos possíveis.

A partir do Século XIX, os autores de origem neoclássica buscaram demonstrar que as ideias de Smith eram válidas e passíveis de modelagem matemática e econômica. Passaram a apresentar os conceitos de Smith em gráficos e equações, construindo abstrações e suposições teóricas. A análise econômica neoclássica desconsiderava em seus modelos muitas situações do mundo real, tais como as assimetrias de informações, externalidades e o caráter pouco competitivo de mercados específicos. Essa interpretação da realidade, a partir de pressupostos simplificados, não visava explicações formalizadas para um conjunto amplo de situações do mundo real, mas, facilitar o entendimento de inúmeras questões relevantes na economia.

A partir de um caso ideal, se desenvolve a possibilidade de estudar as situações que se afastam desse padrão estabelecido. As chamadas “falhas de mercado” minam as condições ideais do funcionamento da economia e não permitem aos agentes privados, por meio de suas ações individuais, conduzir o sistema econômico ao seu melhor resultado do ponto de vista social. Pode-se dizer que a existência de mercados não competitivos, a presença de externalidades e as assimetrias de informações são os maiores responsáveis pelas falhas no funcionamento do sistema de mercado.

Quando a melhor solução não pode ser oferecida pelo perfeito funcionamento do mercado, o governo deve intervir. A intervenção governamental vem no sentido de cobrir as falhas do mercado, tentando fazê-lo funcionar da melhor maneira possível.

Bens públicos se caracterizam pela não rivalidade e não exclusividade no consumo. Um bem não rival é aquele que todos são capazes de consumir sem que seja prejudicado o consumo dos demais. Um bem não excludente é aquele que não há maneira de impedir seu consumo. (VARIAN, 2003, p.719). A água se encaixa no conceito de bem público. Um rio, por exemplo, pode ser utilizado por todos os habitantes de uma cidade, seja para beber, navegar, pescar e diversas outras atividades, tudo isso ao mesmo tempo. Seria muito difícil, senão, impossível impedir o uso e o acesso dos cidadãos ao rio. Essa situação poderia conduzir a um uso excessivo desse bem público, podendo promover até mesmo seu exaurimento.

Em se tratando de sua alocação, o atributo de bem público de grande parte do capital natural faz com que este não seja considerado nas transações econômicas e que sua contribuição para o bem-estar humano não seja corretamente avaliada. O fato de não ser precificado como outro bem ou serviço faz com que não haja incentivos para sua preservação, levando à superexploração e, muitas vezes, à sua perda total. Resta, pois, encontrar meios eficazes para se incluir adequadamente o capital natural nas transações de mercado de maneira a se obter uma verdadeira eficiência alocativa, não perdendo de vista a necessidade de sua preservação como meio de garantir condições mínimas de vida para as gerações futuras. (ANDRADE & ROMEIRO, 2011, p.23).

A água potável, por sua vez, habitualmente é ofertada por uma empresa de saneamento. Essa empresa, para oferecer a água tratada, necessita de realizar altos investimentos nos processos industriais de potabilização da água e sua distribuição para a população. Assim, o bem público passa a ser excludente, uma vez que só têm acesso a ele os usuários que se conectam a rede e se comprometem a pagar pelos serviços fornecidos pela empresa.

Essa estrutura de altos investimentos gera uma situação de falha de mercado, uma barreira à entrada de outras empresas no setor que impede a competição. Assim, é constituído um monopólio natural, isto é, uma indústria que detém curva de custos médios sempre acima da curva de custos marginais, inviabilizando a solução de concorrência perfeita. Esta é uma situação

específica de indústrias de rede, que têm como característica comum a necessidade de realização de grandes investimentos em estruturas fixas para o atendimento de seus consumidores.

Uma das formas de controle para esta falha de mercado passa pela instituição de agências reguladoras que sejam capazes de limitar o poder de mercado dos monopólios, reduzindo os seus preços e estabelecendo padrões mínimos de qualidade dos produtos/serviços oferecidos. Os fundamentos para a regulação de monopólios naturais serão abordados nos próximos tópicos.

### **A Concorrência Perfeita e seus Benefícios aos Consumidores**

O modelo de concorrência perfeita é muito simples. É baseado diretamente no corpo teórico de Adam Smith, acrescido da imposição de alguns pressupostos essenciais, a fim de possibilitar a modelagem e representação gráfica. Os pressupostos assumidos são:

- a) Pulverização do Mercado: Há uma infinidade de compradores e vendedores no mercado, sendo este completamente pulverizado. Isto é, nenhum participante consegue influenciar o preço de mercado isoladamente.
- b) Homogeneidade dos Bens e Serviços: Os produtos e serviços oferecidos são homogêneos. Ou seja, os produtos e serviços ofertados por uma empresa são idênticos para os consumidores, sendo estes completamente indiferentes entre comprar de um ou de outro produtor.
- c) Livre Movimentação de Capitais: A entrada e saída do mercado é livre. Não existem restrições para que novas empresas entrem na atividade, ou mesmo que a abandonem.
- d) Informação Perfeita: A circulação, processamento e análise de informações é perfeita. Todos os participantes do mercado, tanto compradores como vendedores, têm acesso a toda a informação necessária e disponível para aquele mercado, permitindo uma sempre assertiva tomada de decisões.

Os pressupostos atuam no sentido de que todos os preços sejam iguais. Se o preço de um bem de um produtor específico estiver acima do preço praticado no mercado, este produtor não

conseguirá vendê-lo. Como os bens são homogêneos, o comprador pode comprar um bem exatamente igual a um preço menor, além disso, por meio da informação perfeita o comprador sabe exatamente onde encontrar este bem ao preço de mercado. E, lembrando que o mercado é pulverizado, existirão muitos vendedores oferecendo este mesmo bem ao preço desejado.

Essa competição perfeita do mercado faz com que os preços sejam autorregulados. Os preços da competição perfeita são sempre iguais aos custos marginais, fazendo com que os ofertantes forneçam o máximo de produto ao menor preço possível, obtendo lucro econômico igual a zero e, auxiliando, através da “mão invisível” do mercado, a que seja alcançado o máximo benefício social.

No entanto, pode-se perceber que a situação de concorrência perfeita é uma grande simplificação da realidade, não servindo para explicar as grandes indústrias de rede física, por exemplo, como é o caso do saneamento.

### **Monopólio Normal**

O monopólio ocorre quando existe apenas uma firma no mercado de determinado tipo de bem ou serviço, que seja plenamente capaz de dominá-lo, tendo tal firma um poder de estabelecer os preços e/ou quantidades a serem vendidas. O monopólio está sujeito à demanda de seus consumidores, então, quanto maior o preço dos seus bens/serviços ofertados, menor deverá ser a quantidade por ele vendida. Assim, o monopolista pode escolher os preços e deixar que os consumidores escolham a quantidade que querem comprar, ou pode estabelecer as quantidades que pretende ofertar e, dada tal escassez, permitir que o mercado estabeleça os preços. Em ambas as situações o monopólio exerce seu poder de mercado de forma a maximizar seus lucros. (VARIAN, 1994, p.443).

Antes de fundamentar uma análise gráfica do monopólio simples, deve-se ter um melhor entendimento das curvas que a compõem. A curva de demanda (D) indica um agregado das demandas individuais, neste caso, sobre o bem monopolizado produzido pela firma. A

declividade desta curva indica a sensibilidade da demanda frente algum tipo de variação de preço ou renda, por isso ela é negativamente inclinada: se há uma variação no sentido de aumentar o nível de preços, a quantidade demanda pelo público será reduzida. O raciocínio inverso também é válido, se o preço for reduzido, haverá uma compensação sobre a demanda dada pelo aumento da quantidade vendida. Os economistas, para não ter que especificar a todo tempo as unidades envolvidas na análise, utilizam o conceito de elasticidade-preço da demanda que “(...) é definida como a variação percentual da quantidade dividida pela variação percentual do preço”. (VARIAN, 1994, p. 294).

A curva chamada de receita marginal (RMg) indica o quanto a receita da firma varia quando o preço de um bem é alterado e ela se relaciona de forma muito próxima com a curva de demanda, sendo sempre sua intercessão vertical idêntica e sua declividade o dobro desta última.

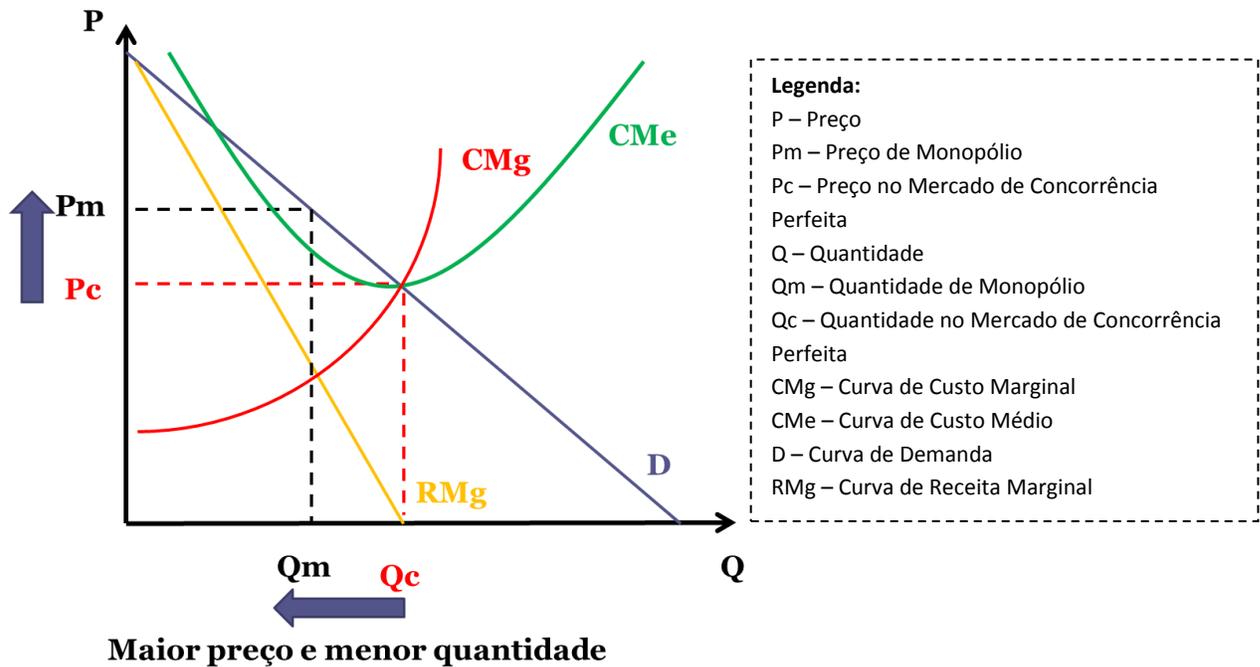
A curva de custo marginal (CMg) mede a variação nos custos para uma dada variação no produto, ou seja, caso haja uma variação no nível de produção, poderemos saber por meio desta curva quanto os custos da firma irão aumentar, diminuir ou se vão permanecer iguais (caso em que a curva CMg seja horizontal). (VARIAN, 1994, p.389).

A curva de custo médio (CMe) mede o custo por unidade de produto, somando tanto custos fixos quanto variáveis, então, a medida que é aumentada a produção há uma combinação de dois efeitos. O primeiro deles é que custos fixos tendem a cair com a elevação da produção até o alcance de uma capacidade produtiva instalada e, então, deverão aumentar bruscamente. Já o segundo, diz respeito à redução dos custos se é aumentada a escala de produção, fato este derivado de sinergias e economias de fatores. Quando estes fatores são combinados, espera-se que a curva de CMe alcance um formato parecido com um “U”, isto é, decresça inicialmente com o aumento da produção e, posteriormente se eleve. (VARIAN, 1994, p.389).

Vistas tais considerações analisa-se a Figura 1: Monopólio Simples. Nela, pode-se assumir tanto que o produtor estabeleceu o preço ou a quantidade do bem/serviço ofertado, pois isto não

influenciaria a análise, já que os resultados apresentados via fixação de preço ou quantidades seriam os mesmos.

Figura 1: Monopólio Simples



Simplificando, supõe-se que o monopolista efetua seu poder de mercado através do estabelecimento de preços. Dada a estrutura de demanda e custos, o produtor vai estabelecer seus preços de forma a maximizar seus lucros de curto prazo. A implicação desse comportamento é prejudicial sob o ponto de vista social. Sabemos que a competição, nos modelos de concorrência perfeita, faz com que haja apenas um preço ofertado pelas diversas empresas de pequeno porte, caso diametralmente oposto ao do monopólio. O preço da concorrência perfeita seria o menor possível, pois se igualaria diretamente ao custo marginal das firmas sobre a curva de demanda ( $P_c =$  Ponto de interseção entre  $CM_g$  e  $D$ ), promovendo bens e serviços a um preço socialmente eficiente.

Para maximizar seus lucros, o monopolista deve igualar a sua curva de receita marginal com sua curva de custo marginal ( $RM_g = CM_g$ ), projetando este ponto de interseção através de uma reta vertical (pontilhada na Figura 1) sobre sua curva de demanda. A partir daí, novamente, ele pode

projetar o ponto que está sobre a demanda através de uma reta horizontal no eixo de preço. Dessa forma, o monopolista descobre qual o preço deve ser cobrado ( $P_m$ ) e a quantidade ( $Q_m$ ) a ser produzida para que ele maximize os seus lucros de curto prazo.

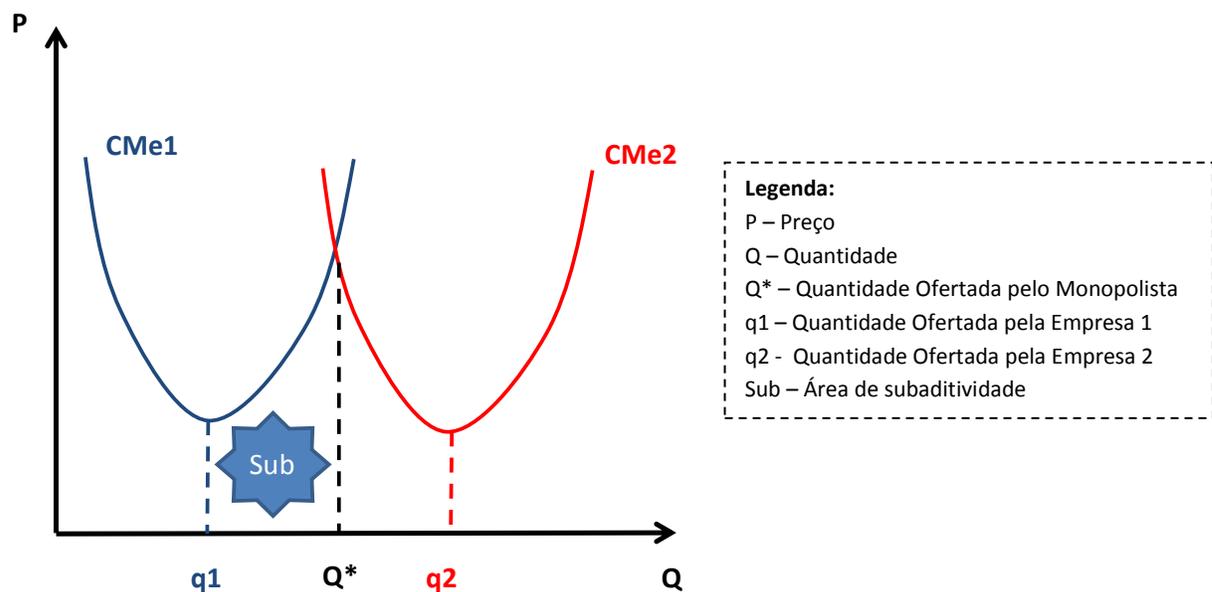
Assim, se supusermos que concorrência perfeita e monopólio tivessem a mesma estrutura de custos, existiria uma grande dissipação de renda dos consumidores. O monopolista detém enorme poder de mercado, isto é, pode estabelecer um preço ( $P_m$ ) muito mais elevado do que os seus custos de produção, o que jamais ocorreria em caso de concorrência perfeita ( $P_c$ ). O monopolista faz com que os consumidores comprem uma menor quantidade de bens ( $Q_m < Q_c$ ) por um preço maior que em um mercado competitivo ( $P_m > P_c$ ).

## Monopólio Natural

Conforme Pindyck e Rubinfeld (2004, p. 348), o monopólio natural é a “empresa que tem capacidade de produção para todo o mercado com um custo menor ao que existiria caso houvesse várias empresas”.

O monopólio natural difere do simples, pois, sua atuação pode ser eficiente devido à sua própria estrutura. Ou seja, a indústria será um monopólio natural se a produção de um bem ou serviço por uma única firma minimiza os custos de produção dos bens e serviços ofertados.

Figura 2: A Condição de Subaditividade

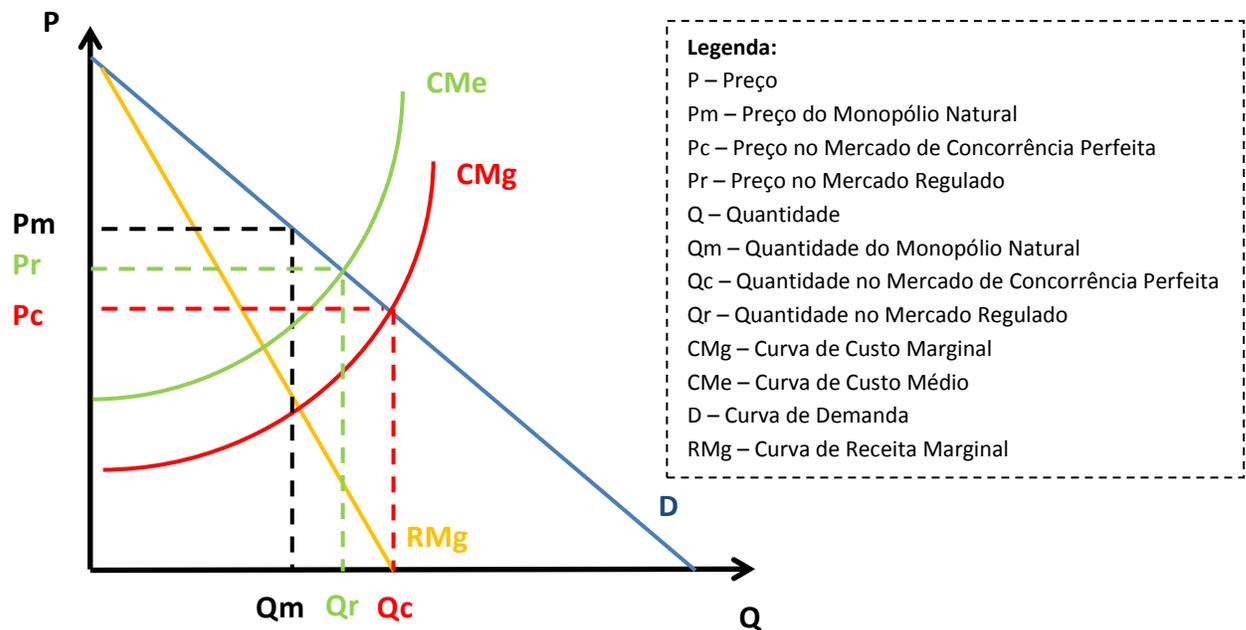


O que garante essa eficiência gerada por apenas uma empresa no mercado é a condição de subaditividade. Para explicar melhor este conceito, deve-se pensar na seguinte situação: Suponha-se que  $Q^*$  é a quantidade de bens produzidos pela firma monopolista,  $q_1$  e  $q_2$  as quantidades dos mesmos bens produzidos por duas firmas distintas da primeira, teremos que a condição de subaditividade da função de custos será verdadeira se:  $Q^*=q_1+q_2$ , e que:  $C_a(Q^*)<C_b(q_1)+C_c(q_2)$ . Onde C representa a função de custo e a, b e c, as três empresas. Dessa forma, comprova-se que é

mais barato produzir apenas na firma *a* do que permitir a concorrência entre *b* e *c*, desde que haja economias de escala<sup>3</sup> em toda a amplitude relevante de produção. (KUPFER, 2002, p.517).

Sendo assim, dada a presença de economias de escala, o custo médio é declinante e o custo marginal inferior ao médio, o que impossibilita a cobrança de preço ao nível de custo marginal para que a firma não incorra em constantes prejuízos. Este caso é demonstrado na figura abaixo.

Figura 3: Monopólio Natural



A situação de competição perfeita ( $P_c$  e  $Q_c$ ) fica inviável com esta estrutura de custos. Isto porque se o preço for estabelecido em um nível abaixo da curva de custos médios (CMe) haverá prejuízo para o produtor. Assim como na situação do monopólio normal, o monopolista tentará maximizar seus lucros, estabelecendo preços ( $P_m$ ) e quantidades ( $Q_m$ ) a partir do ponto de interseção entre a curva de receita marginal e a curva de custos marginais ( $RMg=CMg$ ).

<sup>3</sup> O conceito de economias de escala propõe que a expansão da capacidade de produção de uma indústria não seria acompanhada de um aumento proporcional nos seus custos de produção. Como resultado, o custo médio do produto tende a ser menor com o aumento da produção.

Nesse caso, a falha de mercado imposta pelo monopólio natural ainda prejudica muito os consumidores. Para que esta falha seja corrigida é necessária a instituição de um ente regulador, que consiga avaliar a estrutura de custos do monopólio e conduzi-lo a segunda melhor solução (*second best*), pior apenas que a de concorrência perfeita. Esta solução consiste em estabelecer preços equivalentes ( $P_r$ ) aos custos médios da indústria, o que elevaria as quantidades produzidas ( $Q_r$ ), compartilhando com os consumidores os benefícios obtidos pela subaditividade.

Quando preços praticados equivalem aos custos médios há uma situação de lucro econômico zero, em que todos os recursos produtivos estão sendo remunerados por seus custos de oportunidade. Dessa forma, por meio da atuação de um ente regulador, se alcançaria a sustentabilidade da produção e o equilíbrio econômico-financeiro da firma.

As redes de saneamento básico, sobremaneira no que tange aos serviços de água e de esgotamento sanitário, se enquadram perfeitamente na noção de monopólio natural. Os altíssimos custos fixos da infraestrutura de tubulações, estações de tratamento de água e de tratamento dos esgotos cria uma condição de subaditividade regional. Dificilmente se conseguiria instituir mais de uma empresa em um mesmo município para a operação desses serviços sem que seus custos, no conjunto, fossem maiores que o de apenas uma companhia. Dessa maneira, a melhor solução econômica para lidar com o setor de saneamento é a instituição de monopólios naturais que sejam efetivamente regulados, a fim de se encontrar preços que cubram seus custos médios.

Os tópicos abaixo discutem as formas mais habituais de regulação econômica, relacionados aos pontos mais específicos do presente trabalho.

## Formas de Regulação Econômica

Tendo em vista os fundamentos apresentados anteriormente, faz-se necessária uma conceituação sobre a regulação econômica. Rui Cunha Marques faz isso com bastante propriedade:

(...) a regulação econômica pode ser definida como o estabelecimento e implementação de um conjunto de regras específicas para a instituição de tarifas e preços ou, mais tecnicamente, a regulação econômica procura a maximização do bem-estar social, induzindo os operadores a produzirem aquilo que é desejável, de forma a alcançar resultados ótimos no que concerne aos preços praticados, às quantidades produzidas e aos padrões de qualidade oferecidos. (MARQUES, 2011, p. 51).

A regulação apresenta várias facetas, relacionadas a quantidade, qualidade e preços dos produtos e serviços ofertados. No entanto, por mais que estas esferas sejam praticamente indissociáveis no mundo real, focar-se-á a parte econômico-financeira, dando maior atenção à análise dos preços.

Para a regulação de preços existem dois grandes grupos de modelagens:

- a) Taxa de Retorno: Altos estímulos a realização de investimentos e baixos estímulos ganhos a eficiência;
- b) Desempenho: Menor estímulo a realização de investimentos e altos estímulos a ganhos de eficiência.

No primeiro grupo, estão os modelos relacionados a taxas de remuneração/retorno e custo de serviços. No segundo grupo incluem-se os métodos de regulação por limites de preço (*Price Cap*), receitas (*Revenue Cap*), ou de regulação por comparação (*Benchmarking*, *Yardstick Competition*). No mundo prático essas diferenciações não são tão evidentes, existindo em muitos casos a aplicação híbrida destes modelos. No entanto, vale avaliar cada um deles separadamente, para entender sua fundamentação e aplicabilidade.

## Regulação por Taxa de Retorno

A regulação por taxa de retorno permite o estabelecimento de uma remuneração, aprovada pela entidade reguladora, a incidir sobre os investimentos efetuados. As tarifas são ajustadas de acordo com os custos da empresa monopolista de forma a manter aquele nível de remuneração. Se a taxa de retorno efetiva do período anterior for mais elevada que a estipulada, as tarifas para o período seguinte deveriam compensar este excedente. Caso contrário, para promover o balanceamento, seria necessário a elevação das tarifas. (SAPPINGTON, 2000, p.4).

Conforme Marques (2011, p. 52) a expressão que traduz este método de regulação pode ser descrita da seguinte forma:

$$\sum_{i=1}^n P_i \times q_i = \sum_{j=1}^m C_j + r \times V$$

Equação 1

Em que:

$n$  – indica os “ $n$ ” bens ou serviços ofertados pela firma;

$P_i$  - é o preço de venda de um determinado bem ou serviço  $i$ ;

$q_i$  - é a quantidade prevista de venda de um determinado bem ou serviço  $i$ ;

$C_j$  - é a parcela dos custos operacionais (de  $j$  a  $m$ ) que a empresa tem que arcar para a produção do bem/serviço  $i$ ;

$r$  - é a taxa de remuneração estabelecida pelo ente regulador para a empresa;

$V$  - evidencia o valor dos investimentos e dos ativos da empresa.

A parcela de somatório de  $C_j$  representa os custos operacionais da firma, enquanto  $r \times V_j$  representa os chamados custos de capital.

O lado esquerdo da equação apresenta as receitas requeridas pela firma monopolista. A parte da direita se divide em custos operacionais e custos de capital. Os custos de capital são compostos

pelos investimentos futuros, os ativos a serem remunerados e pela taxa de remuneração a incidir sobre eles. Os custos operacionais são cobertos em sua integralidade.

A taxa de retorno, habitualmente, é definida tendo como princípio a metodologia WACC (*Weighted Average Cost of Capital*), que realiza a média ponderada entre os custos de capital próprio e de terceiros da firma. (MELO & TUROLLA IN GALVÃO et al, 2013, p. 137).

A grande vantagem do emprego deste modelo consiste no estabelecimento de uma relação direta entre os custos, os preços e os lucros do prestador de serviços. O regulador define os preços que serão responsáveis por retornar a remuneração definida, trazendo sustentabilidade ao negócio e promovendo conforto aos investidores, que veem seus riscos reduzidos. (JAMISON, 2007b, p.7).

As entidades reguladas por taxa de retorno, no entanto, não contam com incentivos para a redução de custos, já que a remuneração auferida é independente do seu desempenho. A eliminação de desperdícios e os consequentes ganhos de eficiência, bem como a inovação, ficam inibidos. (BARBI & CÔRTEZ, 2013b, p. 8).

A ausência de tais incentivos pode gerar inchaço de custos operacionais, que se repassados integralmente, implicariam em elevação das tarifas. É neste ponto que reside a maior crítica ao modelo de regulação por taxa de retorno. (MELO & TUROLLA IN GALVÃO et al, 2013, p. 138).

Outro problema associado a este método ocorre quando a taxa de remuneração é superior ao custo de capital, podendo existir sobreinvestimento. Frente a essa situação, a realização dos investimentos com capitais de terceiros compensa. O prestador de serviços procura aumentar os investimentos realizados obtendo um lucro adicional por cada unidade de capital suplementar despendida. Este fenômeno é chamado de efeito de Averch-Johnson. O caso contrário, subinvestimento, pode ocorrer se a taxa de remuneração estabelecida for inferior ao custo de capital. (MARQUES, 2011, p.52).

A aplicação do modelo de taxa de retorno é interessante quando o objetivo é a universalização dos serviços. Ao trazer garantias de justa remuneração e reduzir os riscos do ambiente institucional, os investidores são atraídos. No entanto, as tarifas provavelmente serão aumentadas, seja com a elevação da base de capital, ou mesmo com a possível escalada dos custos operacionais.

Foi este o modelo adotado pelo PLANASA, a partir da década de 1970, para as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs). No caso brasileiro, como já citado anteriormente, a Lei nº 6.528/78 em seu Art. 2º § 2º, estabelecia uma remuneração do investimento realizado de até 12% ao ano para os prestadores de serviços.

Por meio de autorização do BNH e do Conselho Interministerial de Preços, cada uma das CESBs apresentava um cálculo de tarifas individualizadas para sua área de atuação. Essas tarifas regionalizadas, que remuneravam o capital investido, constituíam uma situação de subsídio entre os consumidores e/ou entre serviços fornecidos pelo prestador. Assim, as empresas regionais de saneamento conseguiam viabilizar concessões em localidades menos lucrativas.

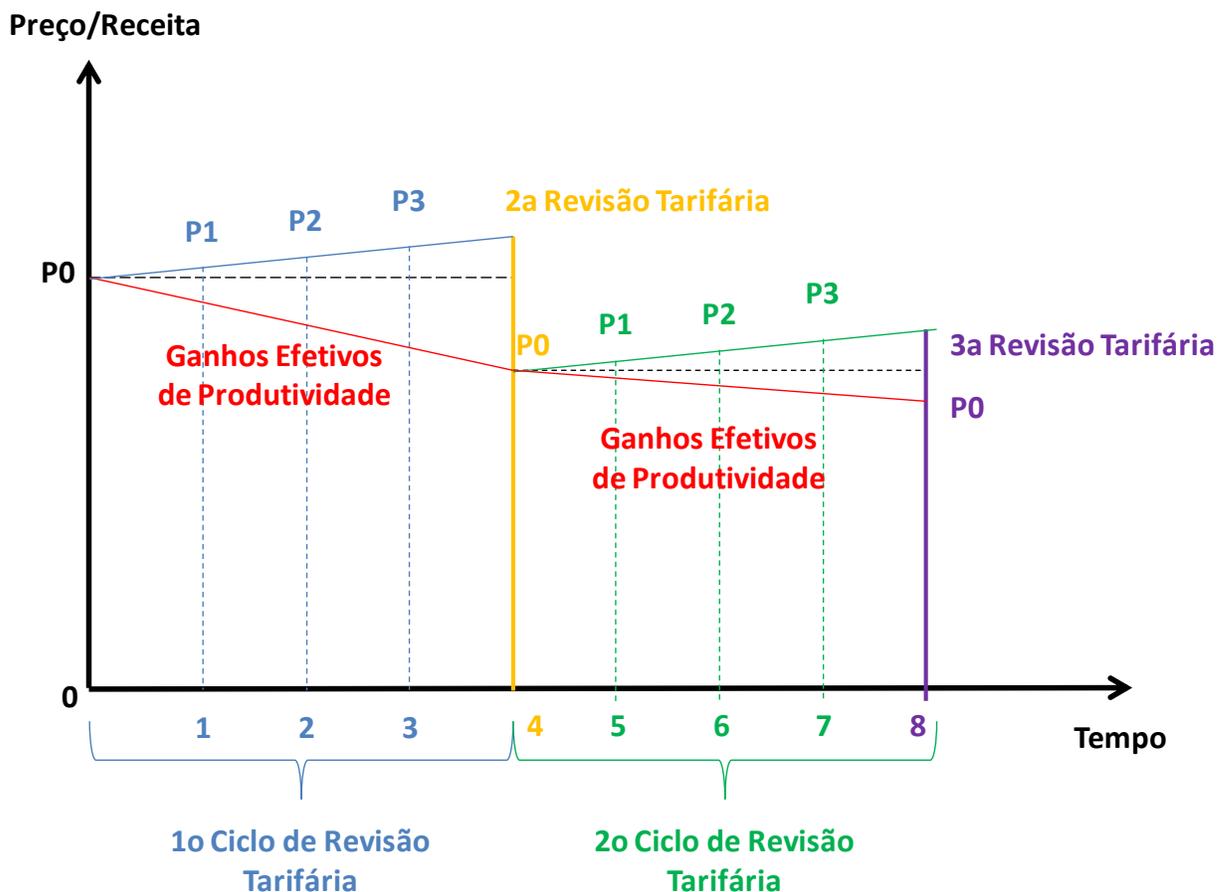
### **Regulação por Desempenho**

Diferentemente da regulação por taxa de retorno, a regulação por incentivos de desempenho introduz a componente de produtividade associada à redução dos custos como elemento principal do método regulatório.

#### **a) Regulação por Limite de Preço (*Price Cap*)**

A regulação por limite de preços (*Price Cap*) consiste no estabelecimento de um teto para os preços do serviço ou bem fornecido. São determinados ciclos de revisões tarifárias e, entre estes ciclos, são praticados reajustes.

Figura 4: Ciclo de Revisão Tarifária - Price Cap



As revisões têm por objetivo estabelecer o equilíbrio econômico financeiro dos serviços e compartilhar os ganhos de produtividade adquiridos com os consumidores. Os reajustes tarifários, por sua vez, objetivam manter o poder de compra das prestadoras nos períodos entre revisões, atualizando as suas tarifas com base em índices de inflação, descontado o fator X. A Figura 4 foi inspirada no texto da ANEEL (2010) e retrata o funcionamento da dinâmica de regulação por preço teto.

Existem formas distintas de se obter o preço inicial ( $P_0$ ) em períodos de revisão tarifária. Dada a complexidade do assunto, estas maneiras não serão explanadas na presente dissertação. A questão central das revisões tarifárias é fazer com que os prestadores compartilhem seus ganhos de produtividade obtidos durante o ciclo de revisão tarifária com os usuários. Após uma revisão, ano a ano as tarifas são reajustadas, enquanto isso, a indústria pode se esforçar para reduzir seus

custos, apropriando-se do excedente gerado. No 1º ciclo de revisão tarifária o ganho da prestadora é a área entre as retas azul e vermelha. Quando se inicia o 2º ciclo de revisão, o ente regulador estabelece um novo preço ( $P_0$ ) que independe do realizado nos períodos passados, é este movimento que faz com que seja desencadeado um novo processo de redução de custos e melhora da eficiência, para além do benefício aos usuários gerado pela redução (ou aumento menor) das tarifas.

Em resumo, as tarifas são mantidas em um mesmo nível por um período pré-determinado, a não ser por reajustes anuais que repõem a inflação. Assim, o prestador se esforçará para obter maiores lucros, tentando reduzir seus custos operacionais. Ao fim do ciclo tarifário, o regulador poderá redefinir os preços em uma revisão tarifária, repassando os ganhos de produtividade aos usuários. (MELO & TUROLLA IN GALVÃO et al, 2013, p. 141).

Nos reajustes, a definição do preço teto segue a seguinte lógica (MARQUES, 2011, p.54):

$$P_{i,t} = P_{i,t-1} \times \left( 1 + \frac{I_{i,t,t-1} - X_{i,t,t-1}}{100} \right) \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

$P_{i,t}$  - corresponde ao preço unitário máximo do bem  $i$  no período  $t$ ;

$P_{i,t-1}$  - corresponde ao preço unitário máximo do bem  $i$  no período  $t-1$ ;

$I_{i,t,t-1}$  - representa a variação de um índice de preços<sup>4</sup>, em termos percentuais, entre o período  $t$  e  $t-1$ ;

$X_{i,t,t-1}$  - apresenta o fator X, indicador dos ganhos de produtividade, em termos percentuais, esperados entre o período  $t$  e  $t-1$  na prestação do serviço  $i$ .

Sendo assim, os preços são estabelecidos tendo em vista os preços do período anterior, descontado o fator X. O fator X é um indicador de ganhos de produtividade estimado, calculado no momento da revisão tarifária. À medida que este fator é instituído, a prestadora não acumula todos os ganhos de produtividade. Neste caso, para que prestadores sejam capazes de acumular lucros, serão obrigados a ganhar mais produtividade do que o previsto pelo ente regulador. O fator X atua como uma forma de distribuição dos ganhos de produtividade ao longo dos reajustes e, não somente, no momento de realização da revisão tarifária. (BARBI & CÔRTEZ, 2013b, p. 8).

Nos modelos de *Price Cap* puro os custos e lucros da companhia regulada nunca são observados para o processo de definição dos preços. (JAMISON, 2007b, p. 2). Pode-se utilizar mecanismos de comparação com outras empresas do mesmo setor, ou criar-se uma empresa de referência

<sup>4</sup> A variação de preços pode ser aplicada como apenas um índice de inflação, tal como o IPCA e o IGP-M. Mas existem outros tipos de aplicação, como a utilização de uma cesta de índices para cada tipo de produto ofertado, ou mesmo que reflita os maiores componentes da despesa das firmas envolvidas.

fictícia, tudo isto para simular um ambiente de competição que pressionaria os preços para baixo. No entanto, essa dissociação de custos eleva os riscos do prestador. (MELO & TUROLLA IN GALVÃO et al., 2013, p. 143).

É fácil perceber que a grande vantagem deste modelo consiste no estímulo a redução de custos por meio do incremento da produtividade. Jamison (2007b, p.16) afirma que os incentivos e as oportunidades de melhora de eficiência são, geralmente, maiores sob a regulação por preço teto do que sob taxa de retorno.

No entanto, tal vantagem colabora para o aparecimento de alguns problemas. O primeiro deles diz respeito aos níveis de qualidade dos serviços. Como existe um incentivo a redução de custos, essa redução pode acontecer pela piora da qualidade, caso o ente regulador não tenha uma normatização e fiscalização assertivas. (MELO & TUROLLA IN GALVÃO et al., 2013, p. 142).

Outra questão é a penalização da universalização. A dissociação das tarifas dos custos eleva os riscos da empresa regulada, uma vez que seus custos podem não ser completamente compensados pelas tarifas. Assim, o custo de capital tende a se elevar, podendo comprometer investimentos para a expansão dos serviços (MELO & TUROLLA IN GALVÃO et al., 2013, p. 142). Portanto, para um país que ainda se encontra em fase de expansão e busca pelo atendimento universal de sua população, este pode não ser o mecanismo mais recomendado de regulação.

#### **b) Regulação por Limite de Receita (*Revenue Cap*)**

O mecanismo da regulação por limite de receitas é similar ao *Price Cap*. Em vez de estabelecido um preço teto, é estabelecida uma receita limite, tendo o operador liberdade para a realização da sua política de preços. Assim, é possível atuar com subsidiação cruzada, de forma a beneficiar uma parcela menos favorecida da população ou uma indústria que tenha uso intensivo dos bens/serviços providos pelo monopolista, por exemplo.

### c) Regulação por Comparação

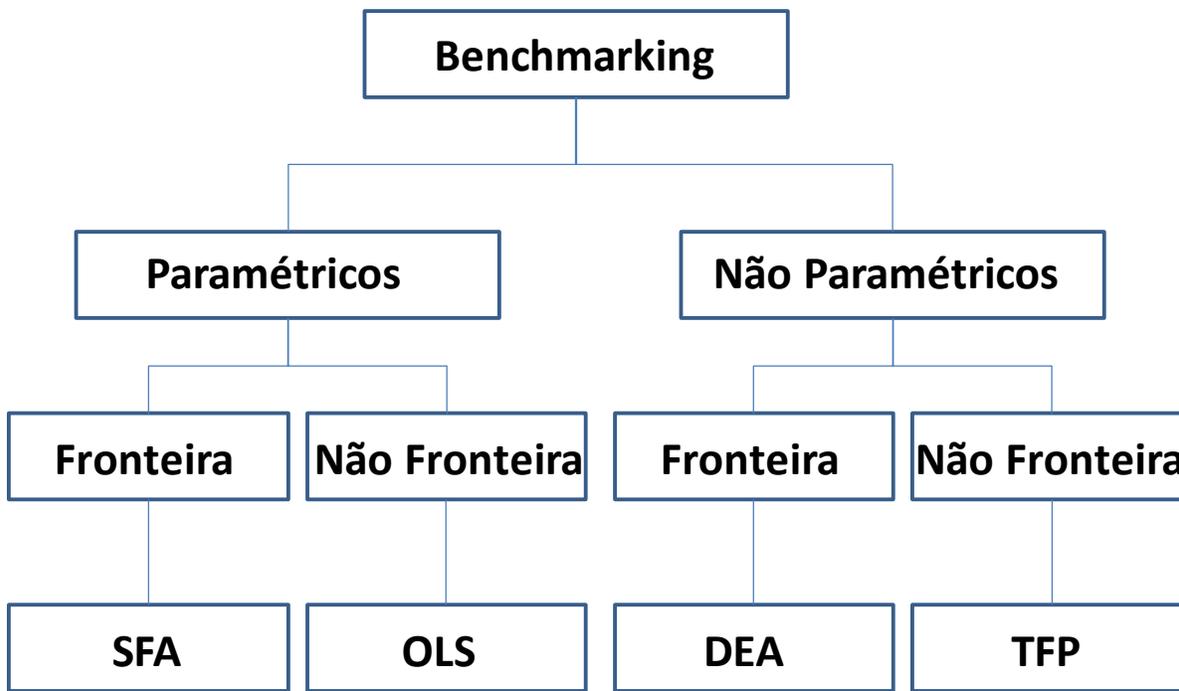
A regulação por comparação baseia-se na avaliação dos resultados do desempenho das operadoras em relação aos seus pares. O princípio básico deste método de regulação consiste em obter informações sobre o conjunto de entidades que apresentam o mesmo tipo de atividades, observando suas melhores práticas e, por meio delas, estabelecer uma forma artificial de competição para melhoria de seu desempenho. Esta modalidade de regulação pode ser realizada de forma pura ou híbrida.

No caso puro, é realizado o agrupamento de entidades comparáveis, seja em termos de porte, serviços oferecidos, estrutura, tipo de área de atuação, dentre outros controles que podem ser relevantes para as variáveis a serem comparadas. Após a organização dos grupos, a regulação pode ser realizada por meio de uma comparação média, ou da coleção direta das melhores práticas de todas as tarifas ou custos dos grupos em que as operadoras pertencem.

A forma híbrida é mais utilizada. Tem emprego principalmente na determinação do fator X dos modelos de *Price Cap*, podendo também ser utilizada nos momentos de revisão tarifária como balizador para os custos eficientes e para a determinação do  $P_0$ . Este método regulatório apresenta grandes potencialidades, já que fornece incentivos a elevação de eficiência e geração de inovação nas operadoras. Além disso, por ser intensivo na utilização de dados, promove o compartilhamento de informações e a sua transparência, mitigando as assimetrias informacionais presentes entre os entes do setor. São várias as metodologias de comparação (*benchmarking*) que podem ser aplicadas nesse sentido. A Figura 5 apresenta as principais.

Vale ressaltar a postura de Jamison (2007b, p.16). O autor alega que ao escolher um método de regulação, os reguladores devem ponderar os problemas potenciais e benefícios de cada uma das metodologias. Cada uma delas pode ser adequada a uma situação específica. Em alguns casos, os métodos híbridos seriam aqueles que mais fazem sentido, podendo apresentar os melhores resultados em termos institucionais, políticos e econômicos.

Figura 5: Metodologias de Benchmarking



Fonte: MARQUES (2011, p. 57).

Sendo que:

- Análise de Fronteiras Estocásticas (*Stochastic Frontier Analysis* - SFA)
- Método de Mínimos Quadrados (*Ordinary Least Squares* - OLS).
- Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA)
- Produtividade Total dos Fatores (*Total Factor Productivity* – TFP)

Os modelos paramétricos apresentam formas funcionais, são estimados por meio de equações matemáticas e relações estatísticas. Os modelos não paramétricos, por sua vez, não apresentam uma forma de ajuste precisa com base em parâmetros, sendo mais ajustáveis a própria estrutura de dados avaliada.

Em ambas as subdivisões, paramétrica ou não, os modelos podem ser de fronteira, ou sem fronteira em função de pressuporem, ou não, que as organizações sejam tecnicamente eficientes

ou, de outra forma, que os benchmarks assentem nas aproximações médias ou nas melhores práticas (*best practices*) das amostras. (MARQUES, 2011, p.57).

Não é escopo deste trabalho avaliar o funcionamento de cada um dos métodos. No entanto, a Figura 5 situa a metodologia empregada nesta dissertação, que será apresentada de maneira mais detalhada no próximo capítulo.

### Capítulo 3: Metodologia

Uma vez que o setor de saneamento esteve submetido à estrutura de remuneração pelo custo de serviço, deve-se esperar que maiores custos, mesmo que imprudentes, ainda implicariam em maiores receitas aos prestadores. Sendo assim, a ineficiência no custeio seria repassada às tarifas médias de água e de esgoto.

Conforme Buccini et al. (2013), a partir de dados extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referentes a 2010, para as prestadoras do Sudeste do Brasil, 61% da despesa total com serviços é composta por valores referentes ao custo de pessoal próprio, de serviços de terceiros e de energia elétrica. Tais custos, essenciais a prestação dos serviços de água e de esgoto, são considerados administráveis. Ou seja, os prestadores são capazes de gerenciá-los, a fim de atingir melhores resultados operacionais.

A partir da Lei 11.445/2007, as entidades reguladoras passaram a ser responsáveis por definir tarifas que assegurem o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos, bem como pela introdução de mecanismos que induzam a eficiência e a eficácia dos serviços, permitindo a apropriação social de parte dos ganhos de produtividade obtidos pelo desenvolvimento do setor.

É necessário, então, que as tarifas estejam relacionadas com mecanismos de eficiência e de compartilhamento de ganhos de produtividade com a sociedade. As tarifas devem ser os instrumentos pelos quais os incentivos estabelecidos pelos entes reguladores atuariam, reduzindo custos dos prestadores e repassando este aumento de eficiência aos usuários. No entanto, para que a regulação consiga alcançar este nível de desenvolvimento é necessária uma série de estudos que verifiquem as relações entre as tarifas, os custos e seus determinantes.

Com o escopo de colaborar para o preenchimento de tal lacuna, a presente dissertação visa adquirir um maior entendimento sobre a questão tarifária e a estrutura dos principais custos

operacionais das prestadoras regionais de saneamento do Sudeste do Brasil, corte realizado para reduzir os efeitos da grande heterogeneidade presente no território brasileiro.

Este capítulo apresenta a fonte e a forma de tratamento dos dados, delimita o conjunto de variáveis e indicadores relevantes realizando uma breve análise descritiva. Por fim, explica o processo de modelagem econométrica utilizado.

### Fonte de dados

Em 1996, com dados do ano de referência 1995, foi criado pelo Governo Federal o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, no âmbito do Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS. A partir de 2003, com a criação do Ministério das Cidades, o SNIS foi vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA deste Ministério.

O SNIS apoia-se em um banco de dados administrado na esfera federal, que contém informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, de esgotos e de manejo de resíduos sólidos.

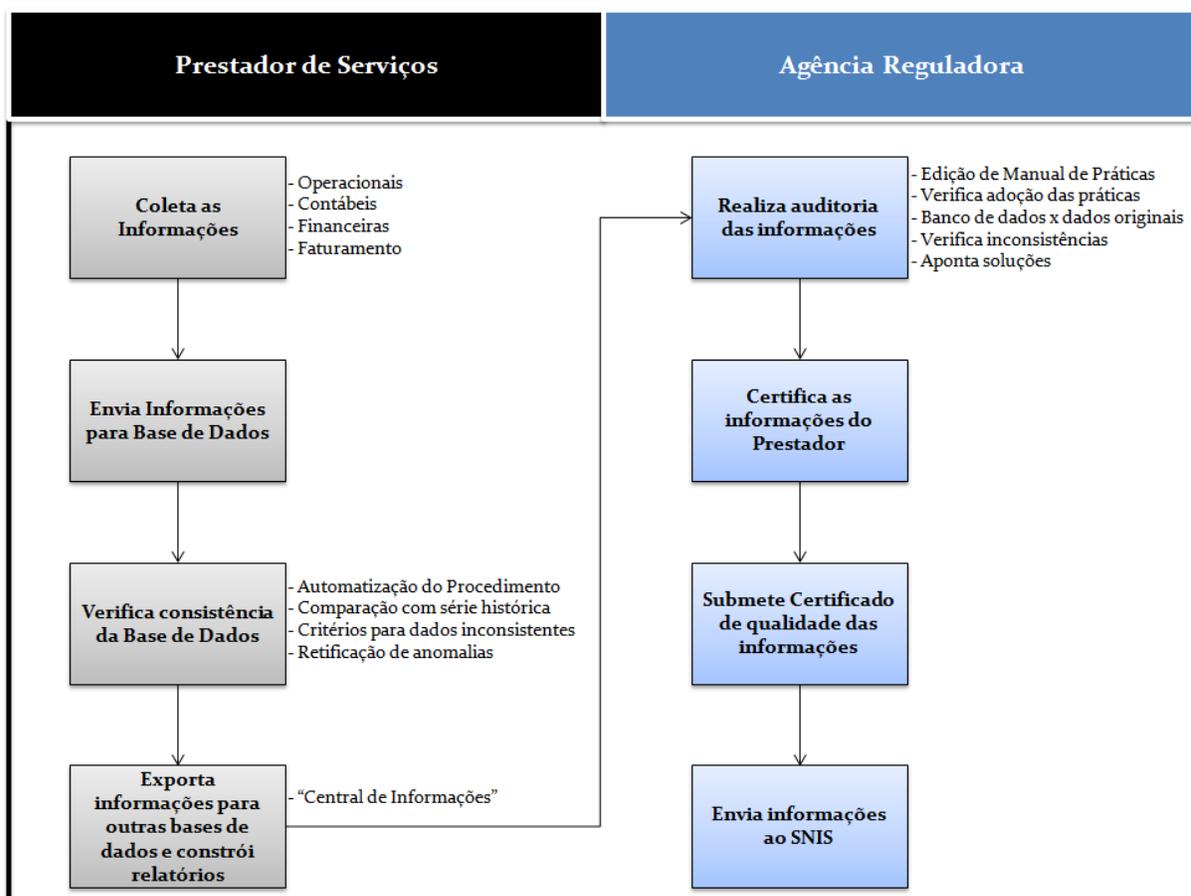
Para os serviços de água e de esgotos, os dados são atualizados anualmente desde 1995. Em relação aos serviços de manejo de resíduos sólidos, os dados são também atualizados anualmente desde o ano de referência 2002.

O SNIS consolidou-se como o maior e mais importante banco de dados do setor saneamento brasileiro. A série histórica (1995-2011) permite a identificação de tendências em relação aos dados, a elaboração de inferências a respeito da trajetória das variáveis e o desenho de políticas públicas com maior embasamento. Além disso, as informações e indicadores em perspectiva histórica podem esclarecer mitos e sobre a prestação dos serviços à sociedade brasileira.

Os dados são coletados em três bases distintas, quais sejam: (i) base agregada – informações preenchidas pelos prestadores de serviços com dados correspondentes ao conjunto de todos os municípios por eles atendidos; (ii) base desagregada – informações também preenchidas pelos prestadores de serviços, porém correspondentes aos valores individuais de cada um dos municípios atendidos, aplica-se a prestadores de abrangência regional e microrregional; (iii) base municipal - apresenta os dados dos prestadores locais, isto é, que atendem somente a um município.

Como as informações são obtidas diretamente com os prestadores de serviços, observa-se que a maior deficiência do SNIS surge do caráter de auto-declaração dos dados pelos prestadores, ou seja, tais dados podem ser facilmente manipulados uma vez que inexistente qualquer tipo de verificação externa. Segundo Da Silva e Sobrinho (IN GALVÃO JR, 2008, p.354), a concepção inicial do SNIS previa que as agências reguladoras viessem a cobrir esta falha, atuando como intermediários entre os prestadores e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Atualmente a Câmara Técnica de Saneamento da Associação Brasileira das Agências Reguladoras (CTSan-ABAR)<sup>5</sup> tem discutido o papel dessas entidades, estudando a viabilidade de realizarem procedimentos de auditoria e certificação sobre os dados de seus entes regulados. O quadro abaixo retrata como seriam efetuados estes procedimentos.

Figura 6: Proposta de Procedimentos de Auditoria e Certificação do SNIS pelas Agências Reguladoras de Saneamento



<sup>5</sup> Conforme Atas das Reuniões da CTSan-ABAR: Belo Horizonte-MG (Maio/2013), Campo Grande-MS (Julho/2013), Porto Alegre (Outubro/2013) e São Paulo (Novembro/2013).

Para a divulgação de seus dados, o SNIS publica anualmente o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos e o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos. Dispõe, ainda, de um sítio na internet ([www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)) e de um Aplicativo da Série Histórica de Dados, em que toda a base de dados pode ser consultada.

A fim de se construir tanto os modelos de determinação da tarifa média quanto os modelos de composição da estrutura de custos, desenvolvidos a seguir nesta dissertação, foram utilizados dados referentes ao ano de 2010. O Diagnóstico publicado pelo SNIS com as informações correspondentes ao ano de 2010 representou a décima sexta edição anual promovida por este Sistema, realizada, como de praxe, a partir do convite a entrega de dados feitos a todos os municípios do país, seja por intermédio dos prestadores ou por meio de solicitação às prefeituras municipais. Para o Diagnóstico do SNIS 2010, concorreram com informações sobre serviços de água 4.960 municípios, 1.948 com serviços de esgotamento sanitário e informações referentes a 1.203 prestadores.

### **Tratamento dos Dados**

Em relação à abrangência do presente estudo, optou-se por tratar somente das prestadoras regionais do Sudeste: Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA)<sup>6</sup> e Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) que compreendem um total de 1.086 municípios atendidos. Os índices de atendimento, inadimplência, aspectos socioeconômicos ou a própria estrutura de custos dos prestadores são muito distintos entre as regiões do país, sendo mais adequada uma análise regionalizada. A finalidade dessa decisão é comparar empresas que apresentam similaridades entre si, uma vez que uma abordagem nacional poderia incorrer em uma generalização prejudicial à análise de dados.

---

<sup>6</sup> Os municípios com operação dos serviços pela Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais – COPANOR – foram considerados, para fins de simplificação, como pertencentes a COPASA.

Foram definidas 18 variáveis-chave e cada município contribui com apenas uma observação para cada uma delas. Para que as estimações não sofressem influência de informações excessivamente díspares da amostra realizou-se o tratamento dos dados descrito a seguir:

- a) Controle Populacional: A média populacional dos municípios da região estudada era de 48 mil habitantes. Municípios com população de mais 1 milhão de habitantes foram caracterizados como *outliers*, apresentando realidades muito distintas do restante da amostra e capazes de prejudicar a estimacão estatística. Portanto, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo foram excluídos da análise.
- b) Tarifas Incompatíveis com a Realidade: Verificou-se que valores de tarifa média de água iguais a zero<sup>7</sup> ou superiores a R\$/m<sup>3</sup> 5,00<sup>8</sup> não eram compatíveis com a realidade e poderiam prejudicar as estimacões. Foram observados poucos municípios nessa situacão, todos eles eram pertencentes ao Estado de Minas Gerais, quais sejam: São Gonçalo do Rio Preto, Goianá, Itinga, Minas Novas, Pedras de Maria da Cruz e Piranguinho. Sendo assim, estes municípios foram retirados da amostra.

---

<sup>7</sup> Tarifas Médias de Água iguais a zero indicam que não foi auferida nenhuma receita pelo prestador de serviços no município. Isso pode ocorrer num momento de transição da concessão dos serviços, em que o novo concessionário ainda não tem todas as condições sejam contratuais ou operacionais para realizar o faturamento dos usuários.

<sup>8</sup> Não foi possível explicar os casos de tarifas médias de água tão acima do restante da amostra, como os observados em Goianá e Piranguinho. Imagina-se que possa ter ocorrido alguma inconsistência no *input* dos dados no SNIS.

## Variáveis Seleccionadas

Antes de apresentar o processo de modelagem estatística é necessário estabelecer um contato com as variáveis de importância para o estudo. A partir da hipótese, apresentada no princípio do capítulo, de que a estrutura de custos seria um dos mais relevantes aspectos para a definição das tarifas, foram seleccionadas 18 variáveis-chave. Cada uma delas apresentava informações referentes aos 1.086 municípios seleccionados para a presente análise.

**Tabela 2: Número de Municípios por Prestador**

Prestador	Estado	Número de Municípios	Percentual
<b>CEDAE</b>	<b>RJ</b>	61	5.6%
<b>CESAN</b>	<b>ES</b>	52	4.8%
<b>COPASA</b>	<b>MG</b>	610	56.2%
<b>SABESP</b>	<b>SP</b>	363	33.4%
<b>TOTAL</b>		1086	100.0%

Das variáveis seleccionadas, 14 tem correspondência direta no SNIS, seguindo estritamente as definições do Ministério das Cidades. As outras 4, consideradas essenciais aos modelos estimados, foram construídas e conceituadas a partir de conjuntos de informações presentes neste mesmo Sistema.

### a) Variáveis do SNIS

Abaixo são relacionadas e explicadas as variáveis com correspondência direta no SNIS, as definições foram extraídas dos glossários de informações e indicadores do Ministério das Cidades (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2012b e 2012c).

- **Y<sub>1</sub> e X<sub>14</sub> – Tarifa Média de Água<sup>9</sup>**

A tarifa média de água (IN005) é o resultado da divisão da receita operacional direta de água<sup>10</sup> pelo volume de água faturado<sup>11</sup>, desconsiderado o volume de água exportado<sup>12</sup>. (MCIDADES, 2012b, p. B.2).

Conforme descrito na hipótese principal desta dissertação, as despesas das CESBs devem representar a ausência de incentivos a eficiência operacional, gerando a necessidade de expansão das receitas para a manutenção do equilíbrio econômico. Essas receitas são auferidas por meio das tarifas, o que constitui a tarifa média de água como uma boa variável a ser explicada na modelagem escolhida para esta dissertação.

Além das despesas, espera-se que a tarifa média de água mantenha variações positivas com o incremento dos valores nas variáveis a seguir, quais sejam: consumo, inadimplência dos usuários, índices de perdas de água, quantidade de pessoal próprio empregado pelo prestador. Outras variáveis poderiam apresentar efeitos ambíguos sobre a tarifa média de água, tais como a população atendida com os serviços de água, o adensamento populacional ou a estruturação tarifária dos diferentes prestadores. Cada uma dessas variáveis de controle será explorada com maior detalhamento nos tópicos seguintes.

É importante ressaltar que o consumo faturado pode distorcer o valor das tarifas médias em função da existência do consumo mínimo. A CEDAE e a CESAN definem o faturamento mínimo de 15m<sup>3</sup> de água por mês, a SABESP determinava 10 m<sup>3</sup>, enquanto a COPASA 6 m<sup>3</sup>. Isto é,

---

<sup>9</sup> Esta variável foi empregada duas vezes, como variável independente (Y<sub>1</sub>) no Modelo A e como variável explicativa (X<sub>14</sub>) no Modelo B. Sua utilização como variável dependente partiu da suposição que a tarifa média de esgoto guardava relação com a de água.

<sup>10</sup> Valor faturado anual decorrente da prestação do serviço de abastecimento de água, resultante exclusivamente da aplicação de tarifas e/ou taxas, excluídos os valores decorrentes da venda de água exportada no atacado (bruta ou tratada).

<sup>11</sup> Volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui o volume de água tratada exportado (AG019) para outro prestador de serviços.

<sup>12</sup> Volume anual de água bruta e/ou tratada transferida para outros agentes distribuidores.

mesmo que o usuário não utilize água, estes volumes seriam computados no cálculo da tarifa média como se houvessem, de fato, sido consumidos.

- **Y<sub>2</sub> – Tarifa Média de Esgoto**

A tarifa média de esgoto (IN006) é o resultado da divisão da receita operacional direta de esgoto pelo volume de esgoto faturado, desconsiderado o volume de esgoto exportado.

As receitas referentes aos serviços de esgotamento sanitário deveriam funcionar da mesma maneira que as dos serviços de água, auferidas por meio de tarifas, de forma a cobrir as despesas necessárias para a viabilidade desta atividade. Portanto, de forma análoga, é necessário estabelecer a tarifa média de esgoto como uma variável a ser explicada pela modelagem econométrica.

Além das despesas, espera-se que a tarifa média de esgoto mantenha variações positivas com o incremento dos valores nas variáveis a seguir, quais sejam: tarifa média de água, extensão de redes por ligação, investimentos realizados e existência de procedimentos de tratamento de esgoto. Outras variáveis poderiam apresentar efeitos ambíguos sobre a tarifa média de esgoto, tais como a população atendida com os serviços de esgoto, o adensamento populacional ou a estruturação tarifária dos diferentes prestadores. Cada uma dessas variáveis de controle também será explorada com maior detalhamento nos tópicos seguintes.

Em geral, a tarifa de esgoto é estabelecida como um percentual fixo sobre o faturamento de água, percentual que pode diferir para cada um dos prestadores. Cabe ressaltar que o volume de esgoto faturado não é medido, uma vez que no Brasil os prestadores atribuem o mesmo consumo da água aos serviços de esgoto.

A falta de apontamento de utilização sobre a rede de esgotamento sanitário em conjunto com tarifas estabelecidas em termos percentuais às tarifas de água evidenciam o nível de renegação dos serviços de esgoto no Brasil. Não há uma clara ligação entre as receitas e as despesas destes

serviços, o que pode ser bastante prejudicial ao equilíbrio econômico de sua prestação. Por exemplo, caso os prestadores tenham a percepção de que os serviços de esgoto sejam deficitários, não haverá nenhum incentivo a sua expansão, o que pode gerar grandes implicações na saúde e no meio ambiente. Este é um dos efeitos que serão analisados a partir da modelagem econométrica.

- **Y<sub>3</sub> – Despesa Média de Energia Elétrica**

Esta informação retirada do SNIS de código FN013. Apresenta o valor anual das despesas realizadas com energia elétrica (força e luz) nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, incluindo todas as unidades do prestador de serviços, desde as operacionais até as administrativas.

Uma vez que sejam comprovados os efeitos das despesas sobre as tarifas médias dos serviços de água e de esgoto, seria essencial analisar os principais componentes dessas despesas. A análise preferencial deveria ser concedida aos itens em que é possível ao prestador gerenciar, isto é, com uma administração focada e responsável seria possível otimizar os gastos e ganhar uma maior eficiência operacional.

Nesse contexto, as despesas com energia elétrica são essenciais para o funcionamento dos sistemas de abastecimento de água, o que as transformaria em uma excelente variável a ser explicada. A parcela gerenciável dessas despesas depende do consumo do prestador de serviços, uma vez que este pode utilizar reservatórios de forma a concentrar o uso da energia nos horários de tarifação mais barata (fora de ponta).

O nível de perdas de água e a presença de serviços de tratamento de esgoto são fatores que devem colaborar para o incremento das despesas com energia elétrica. Em contraposição, o adensamento populacional deveria favorecer o transporte de água e de esgoto, reduzindo as despesas com energia. Alguns fatores que também poderiam afetar os gastos com energia como o preço do

kilowatt hora (kW/h) estabelecido pelos fornecedores e o relevo dos municípios, não foram possíveis de se analisar por meio da base de dados utilizada.

- **X<sub>1</sub> – Consumo Total de Energia Elétrica nos Sistemas de Água**

Corresponde a informação do SNIS de código AG027. Quantidade anual de energia elétrica consumida nos sistemas de abastecimento de água, incluindo as unidades que compõem os sistemas, desde as operacionais até as administrativas.

- **X<sub>2</sub> – Consumo Médio Per Capita de Água**

Indica o consumo médio per capita de água (IN022). É calculado pela razão entre o volume de água consumido, descontado o volume exportado de água, e a população urbana dos municípios atendidos com abastecimento de água.

Cabe ressaltar que os quadros tarifários dos prestadores, geralmente, obedecem ao faturamento escalonado, tendo valores de cada faixa de consumo majorados frente a faixas inferiores, de forma a inibir o consumo supérfluo. Portanto, quanto maior o consumo médio per capita de água, maiores deveriam ser as tarifas médias de água.

- **X<sub>4</sub> – Economias de Água por Ligação**

O indicador IN001 do SNIS foi utilizado como uma variável exógena capaz de explicar a verticalização. Seu cálculo consiste na simples razão entre economias/ligação.

As ligações são entendidas como a conexão do ramal predial de água e esgoto ao sistema público. As economias são os imóveis objetos de ocupação independente que utilizam os serviços públicos de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário, mesmo que por meio de ligação única.

É importante ressaltar que o número de economias/ligação sempre assumirá valores maiores que um, já que para cada ligação tem que existir ao menos uma economia. Isto é, quanto maior o

valor desse indicador maior o número de economias por ligação, o que poderia significar a presença de prédios e um maior adensamento da população no município analisado. Cidades mais verticalizadas tendem a conter grandes populações, sendo assim, seria possível testar a existência de economias de escala nos diferentes modelos a partir dessa variável.

Diante da presença de economias de escala pode-se fazer necessária a inclusão de um ajuste quadrático para captar uma relação não linear quadrática entre a variável explicada e esta variável independente. Sendo assim, em alguns dos modelos, foi inserida a variável  $(X_4)^2$ , que é função quadrática da variável economias por ligação.

- **X7 - Índice de Evasão de Receitas**

O indicador de evasão de receitas (IN029) evidencia o percentual entre a receita não arrecadada sobre a receita operacional total. Em outras palavras, apresenta a inadimplência percebida em cada um dos municípios.

- **X8 – Despesa Total com os Serviços por M<sup>3</sup> Faturado**

O indicador do SNIS IN003 apresenta as despesas totais com os serviços divididas pelo volume total faturado (água + esgoto).

As Despesas Totais com os Serviços (DTS) são compostas pelo valor anual total do conjunto das despesas realizadas para a prestação dos serviços, compreendendo Despesas de Exploração (FN015), Despesas com Juros e Encargos das Dívidas (FN016), Despesas com Depreciação, Amortização do Ativo Diferido e Provisão para Devedores Duvidosos (FN019), Despesas Fiscais ou Tributárias não Computadas nas Despesas de Exploração (FN022), além de Outras Despesas com os Serviços (FN028).

Vale ressaltar que as Despesas de Exploração, são as despesas realizadas para a exploração dos serviços, compreendendo Despesas com Pessoal (FN010), Produtos Químicos (FN011), Energia

Elétrica (FN013), Serviços de Terceiros (FN14), Água Importada (FN020), Esgoto Exportado (FN039), Despesas Fiscais ou Tributárias computadas na DEX (FN021), além de Outras Despesas de Exploração (FN027).

- **X<sub>9</sub> – Extensão da Rede de Esgoto**

Comprimento total da malha de coleta de esgoto, incluindo redes de coleta, coletores tronco e interceptores e excluindo ramais prediais emissários de recalque, operada pelo prestador de serviços no último dia do ano de referência. É representada no SNIS pela variável de código ES004.

- **X<sub>10</sub> – Investimento Realizado em Esgotamento Sanitário pelo Prestador**

A variável FN024 do SNIS indica o investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços. Demonstra o valor investido, no ano de referência, em equipamentos e instalações incorporados aos sistemas de esgotamento sanitário, contabilizado em Obras em Andamento ou no Imobilizado Operacional do Ativo Imobilizado.

- **X<sub>11</sub> – Índice de Perdas por Ligação**

O indicador de perdas por ligação (IN051) é um dos mais utilizados para avaliação dos serviços de água. É calculado pela divisão do volume produzido, descontado o volume consumido pelos usuários e o volume de serviço, sobre a quantidade de ligações ativas de água. A interpretação do indicador é dada em termos de perdas de litros/ligação/dia.

- **X<sub>12</sub> – População Total Atendida com Esgotamento Sanitário**

A informação ES001 apresenta o valor da soma das populações urbana e rural - sedes municipais e localidades - beneficiadas com esgotamento sanitário pelo prestador de serviços, no último dia

do ano de referência. Corresponde à população que é efetivamente atendida pelos serviços de esgoto.

- **X<sub>13</sub> – População Urbana Atendida com Abastecimento de Água**

A informação AG026 demonstra o valor da população urbana atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida pelos serviços de água.

- **X<sub>15</sub> – Índice de Produtividade: Empregados Próprios por 1000 Ligações de Água**

O indicador de produtividade (IN045) apresenta a quantidade de empregados próprios por mil ligações ativas de água.

**b) Variáveis Construídas:**

Outras variáveis consideradas essenciais aos modelos foram construídas a partir de informações disponíveis no SNIS, são elas:

- **Y<sub>4</sub> – Despesa com Pessoal Total**

Considerando que, no âmbito regulatório, um tratamento separado entre as variáveis de despesa de pessoal e de serviços de terceiros poderia gerar incentivos indesejáveis aos prestadores, optou-se por tratar as duas conjuntamente, por meio de uma simples soma entre as variáveis de Despesa com Pessoal Próprio (FN010) e Despesa com Serviços de Terceiros (FN014). Essa opção será melhor abordada no Capítulo 5.

Assim como apresentado em relação a variável de Despesa com Energia Elétrica (Y<sub>3</sub>), as despesas com pessoal total são passíveis de gerenciamento pelos prestadores e podem ser

utilizadas como foco para ganhos de eficiência operacional, o que as caracteriza como uma boa variável a ser explicada pelos modelos econométricos desta dissertação.

- **X<sub>3</sub> – COPASA e X<sub>16</sub> – SABESP - Variáveis *Dummy* Prestador**

Variáveis *dummy* são informações categóricas transformadas em numéricas para atender à finalidades estatísticas. As *dummies* COPASA e SABESP foram geradas a partir da informação “Sigla do Prestador de Água e Esgoto”, sendo que X<sub>3</sub> assume valor 1 quando a COPASA é prestadora de serviços de saneamento do município ou valor 0, caso contrário. De forma semelhante, a variável X<sub>16</sub> apresenta valor 1 quando a SABESP é a concessionária do município ou valor 0, caso contrário.

A inclusão dessas variáveis deveu-se a necessidade de evidenciar as diferenças entre os prestadores, principalmente no que tange a estruturação tarifária. Isto porque as empresas têm quadros tarifários com valores e faixas de consumo bastante distintos entre si, itens que se não fossem controlados poderiam acarretar em grande perda de poder explicativo dos modelos estimados.

Optou-se por não gerar variáveis *dummy* da CEDAE ou da CESAN porque suas estruturas tarifárias eram mais homogêneas e, as duas, conjuntamente, respondem por apenas 10% do total de municípios analisados.

- **X<sub>5</sub> – Variável *Dummy* Serviços de Tratamento de Esgoto**

No SNIS de 2010, cerca de 72% dos municípios brasileiros não informaram dados relacionados aos serviços de esgotamento sanitário. Dentre os municípios que responderam ao SNIS relativamente à coleta de esgotos (IN015), a média nacional deste indicador era de 54,8% em relação à água consumida. O tratamento dos esgotos (IN046) apresentam resultados ainda piores, apresentando uma média para o país de 38,5% em referência a água consumida. O Sudeste é a Região do Brasil com melhores resultados, apresentando médias de 68,2% para coleta e 41,8% para tratamento dos esgotos.

Esses números demonstram que a maior parte do país sequer conta com serviços de esgotamento. Além disso, os sistemas de tratamento de esgoto já implantados e, em operação, parecem estar longe de atingir sua capacidade total. Dessa maneira, tornou-se necessário investigar se a estruturação tarifária em conjunto com a estrutura de custos dos prestadores estaria promovendo alguma espécie de desincentivo aos serviços de tratamento dos esgotos.

Visando atender este objetivo, a variável  $X_5$  foi criada a partir da informação ES006 (Volume de Esgoto Tratado), e assume valor 1 caso o volume de esgoto tratado no município apresente valor maior que zero ou o valor 0, caso contrário. Ressalta-se que esta variável não analisa a qualidade ou a abrangência do esgoto tratado, apenas se há ou não a disponibilidade deste serviço nos municípios analisados.

Conhecidas todas as variáveis selecionadas, sumarizadas na Tabela 3, passa-se à Análise Descritiva dos Dados, tema do próximo tópico.

Tabela 3: Variáveis Chave Seleccionadas

Símbolo	Variáveis Dependentes	Fonte	Modelos	Unidade
<b>Y1</b>	Log da tarifa média de água	<b>IN005</b>	<b>A</b>	R\$/m <sup>3</sup>
<b>Y2</b>	Log da tarifa média de esgoto	<b>IN006</b>	<b>B</b>	R\$/m <sup>3</sup>
<b>Y3</b>	Log da despesa média de energia elétrica	<b>FN013</b>	<b>C</b>	R\$/ano
<b>Y4</b>	Log da despesa com pessoal total equivalente	<b>FN010 + FN014</b>	<b>D</b>	R\$/ano
Símbolo	Variáveis Independentes	Fonte	Modelos	Unidade
<b>X1</b>	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água	<b>AG028</b>	<b>C</b>	kWh/m <sup>3</sup>
<b>X2</b>	Consumo médio per capita de água	<b>IN022</b>	<b>A</b>	l/hab./dia
<b>X3</b>	Variável Dummy: 1 para municípios atendidos pela Copasa, 0 caso contrário	<b>Prestador</b>	<b>A e B</b>	-
<b>X4</b>	Densidade de economias de água por ligação	<b>IN001</b>	<b>A, B, C e D</b>	econ./lig
<b>X5</b>	Variável Dummy: 1 para existência de tratamento de esgoto, 0 caso contrário	<b>Criado de ES006</b>	<b>B, C e D</b>	-
<b>X6</b>	Variável Dummy: 1 para municípios atendidos pela Sabesp, 0 caso contrário	<b>Prestador</b>	<b>A e B</b>	-
<b>X7</b>	Índice de evasão de receitas	<b>IN029</b>	<b>A</b>	%
<b>X8</b>	Log da despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado	<b>IN003</b>	<b>A e B</b>	R\$/m <sup>3</sup>
<b>X9</b>	Log da extensão da rede de esgoto	<b>ES004</b>	<b>B</b>	km
<b>X10</b>	Log do investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador	<b>FN024</b>	<b>B</b>	R\$/ano
<b>X11</b>	Log do índice de perdas por ligação	<b>IN051</b>	<b>A, C e D</b>	l/dia/lig
<b>X12</b>	Log da população total atendida com esgotamento sanitário	<b>ES001</b>	<b>B</b>	habitante
<b>X13</b>	Log da população urbana atendida com abastecimento de água	<b>AG026</b>	<b>A e D</b>	habitante
<b>X14</b>	Log da tarifa média de água	<b>IN005</b>	<b>B</b>	R\$/m <sup>3</sup>
<b>X15</b>	Índice de produtividade: empregados próprios por 1000 ligações de água	<b>IN045</b>	<b>A</b>	empreg./mil lig

**Observação:** Muitas das variáveis utilizadas foram logaritimizadas<sup>13</sup>. A utilização da logaritimização tem como objetivo melhorar a forma de interpretação dos modelos, sobremaneira aqueles que têm variáveis expressas em unidades de medida muito distintas, visando explicá-los em termos de variações percentuais. As variáveis *dummy* ou as que já eram representadas em termos percentuais não necessitam desse tipo de transformação.

<sup>13</sup> Foram logaritimizadas as variáveis que contém “Log” em sua descrição na Tabela 3.

## Análise descritiva dos dados

Nesta seção é realizada uma breve análise descritiva das variáveis selecionadas no tópico anterior.

Os prestadores de serviços de saneamento podem ser classificados, em relação à abrangência, em três categorias diferentes: regionais, microrregionais e locais. Os prestadores de abrangência regional, conhecidos como Companhias Estaduais de Saneamento (CESBs), estão organizados como empresas públicas ou sociedades de economia mista<sup>14</sup>, e atuam sobre vários municípios de um mesmo estado da federação. Por sua vez, os prestadores microrregionais atendem a dois ou mais municípios limítrofes no mesmo estado. Finalmente, os prestadores de abrangência local, habitualmente estruturados como autarquias ou departamentos municipais, atuam somente em um município. Para o ano de 2010, os dados do SNIS demonstraram a presença de 27 prestadores de abrangência regional, 6 de microrregional e 1.170 de local.

Conforme especificado anteriormente, esta dissertação manteve o foco sobre os prestadores regionais do Sudeste do Brasil. A Tabela 4, no entanto, apresenta as médias e desvios-padrão das variáveis selecionadas, contemplando todos os municípios com prestação de serviços por CESBs para os cálculos nacionais. Os cálculos referentes ao Sudeste foram realizados por meio das informações de municípios com prestação das empresas CEDAE, CESAN, COPASA e SABESP, lembrando que os municípios operados pela COPANOR, subsidiária da COPASA, foram considerados como tendo seus serviços prestados pela empresa matriz.

---

<sup>14</sup> Exceção é a SANEATINS do Estado de Tocantins, com gestão totalmente privada desde 1998.

Tabela 4: Médias e Desvios-Padrão das Variáveis Seleccionadas

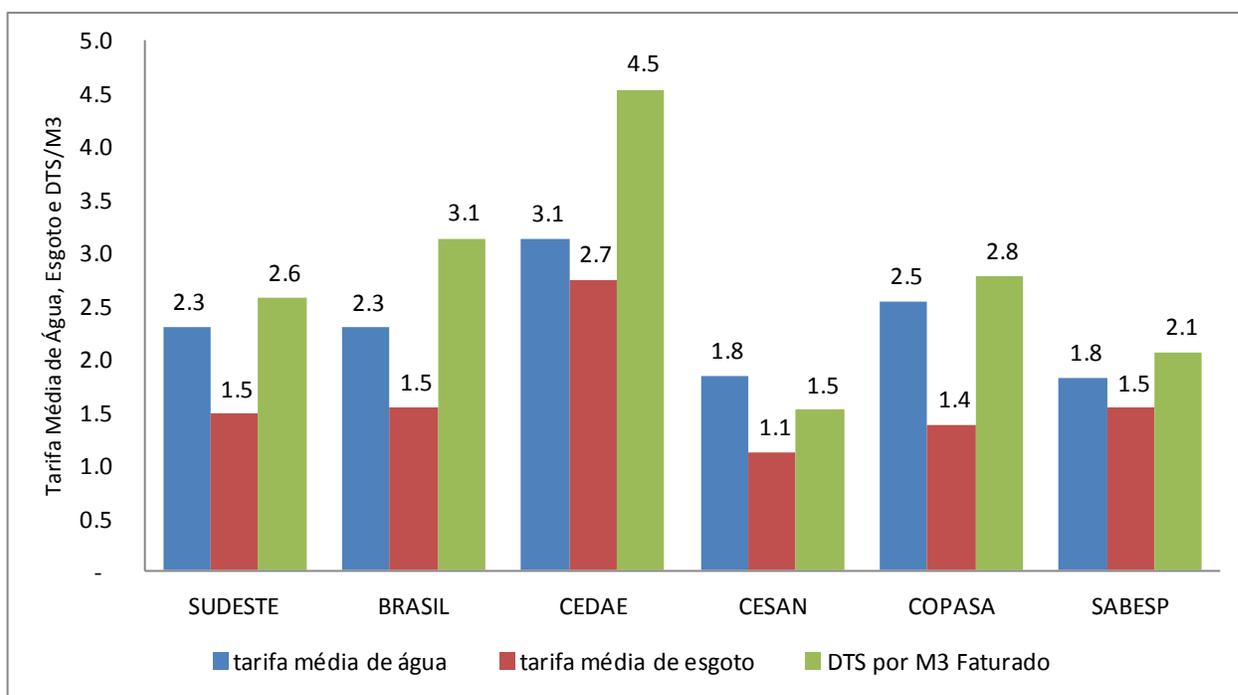
Símbolo	Fonte	Variáveis Dependentes	Unidade de Medida	Estatística	Somente Municípios Operados por Prestadores Regionais					
					SUDESTE	BRASIL	CEDAE	CESAN	COPASA	SABESP
Y1	IN005	Tarifa Média de Água	R\$/m³	Média	2,3	2,3	3,1	1,8	2,5	1,8
				Desvio-Padrão	0,5	0,8	0,4	0,2	0,4	0,3
Y2	IN006	Tarifa Média de Esgoto	R\$/m³	Média	1,5	1,5	2,7	1,1	1,4	1,5
				Desvio-Padrão	0,4	0,5	0,7	0,3	0,3	0,4
Y3	FN013	Despesa com Energia Elétrica	R\$/ano	Média	514.069,1	434.482,2	1.228.899,6	834.850,0	262.836,4	767.999,7
				Desvio-Padrão	1.393.365,9	1.946.662,3	2.320.633,7	2.132.846,1	797.489,1	1.712.757,4
Y4	FN010	Despesa com Pessoal	R\$/ano	Média	1.720.235,8	1.268.527,7	5.276.795,5	1.989.305,1	986.015,6	2.315.124,1
				Desvio-Padrão	4.254.745,7	7.343.125,9	9.964.613,1	5.279.200,3	2.547.996,3	4.426.923,4
	FN014	Despesa com Serviços de Terceiros		Média	850.137,6	623.456,8	2.323.755,6	1.776.003,4	277.408,5	1.426.915,4
				Desvio-Padrão	2.638.402,7	4.054.771,1	4.388.141,5	4.794.891,3	1.087.319,9	3.319.034,1
Símbolo	Fonte	Variáveis Independentes	Unidade de Medida	Estatística	Somente Municípios Operados por Prestadores Regionais					
					SUDESTE	BRASIL	CEDAE	CESAN	COPASA	SABESP
X1	AG028	Consumo de Energia Elétrica (Água)	kWh/m³	Média	1.583,7	1.459,7	4.203,1	2.576,7	967,5	1.983,9
				Desvio-Padrão	5.188,7	7.399,3	10.689,3	9.368,3	3.324,6	5.236,5
X2	IN022	Consumo Médio per Capita de Água	l/hab./dia	Média	139,0	430,7	212,8	167,9	116,1	160,8
				Desvio-Padrão	39,4	19.159,1	32,6	35,2	21,7	33,3
X4	IN001	Densidade de Economias de Água por Ligação	econ./lig	Média	1,1	1,1	1,3	1,2	1,1	1,0
				Desvio-Padrão	0,1	0,9	0,2	0,2	0,0	0,1
X7	IN029	Índice de Evasão de Receitas	%	Média	0,2	1,2	24,0	1,8	2,3	0,3
				Desvio-Padrão	23,9	131,1	2,5	5,0	30,6	5,3
X8	IN003	DTS por M3 Faturado	R\$/m³	Média	2,6	3,1	4,5	1,5	2,8	2,1
				Desvio-Padrão	0,8	4,8	1,0	0,4	0,5	0,6
X9	ES004	Extensão Rede de Esgoto	km	Média	81,5	94,6	146,2	71,2	79,8	77,9
				Desvio-Padrão	137,7	304,6	207,6	110,7	129,5	135,3
X10	FN024	Investimentos em Esgoto	R\$/ano	Média	1.234.965,2	773.844,0	158,3	3.312.326,6	653.889,2	2.109.148,9
				Desvio-Padrão	6.241.995,6	5.171.929,5	1.226,4	12.898.303,2	4.423.890,4	7.601.798,0
X11	IN051	Perdas por Ligação	l/dia/lig	Média	165,7	347,5	396,4	205,1	125,9	188,1
				Desvio-Padrão	140,2	2.861,9	289,6	195,7	70,3	137,9
X12	ES001	População Atendida Esgoto	habitante	Média	31.677,4	33.216,3	76.310,9	32.415,0	31.804,1	28.114,7
				Desvio-Padrão	72.593,8	130.731,0	113.071,9	56.729,6	67.654,0	70.754,1
X13	AG026	Pop Urbana Atendida Água	habitante	Média	27.074,7	22.396,3	86.418,3	39.700,5	15.359,6	34.939,4
				Desvio-Padrão	76.069,2	98.013,0	177.041,7	98.383,4	41.007,9	83.984,6
X15	IN045	Pessoal Próprio/1000 Ligações Água	empreg./mil lig	Média	3,0	3,0	4,3	2,7	3,1	2,5
				Desvio-Padrão	1,3	4,6	2,6	1,3	1,1	1,0

Para uma melhor interpretação dos dados, as variáveis selecionadas foram agrupadas em tópicos.

### a) Tarifas Médias e Despesas Totais com os Serviços

O Gráfico 1 apresenta as médias das despesas totais por m<sup>3</sup> faturado, das tarifas médias de água e de esgoto.

Gráfico 1: Médias de Tarifa Média de Água (Y<sub>1</sub>), Tarifa Média de Esgoto (Y<sub>2</sub>) e Despesa Total com os Serviços (X<sub>8</sub>) por Município e Prestador



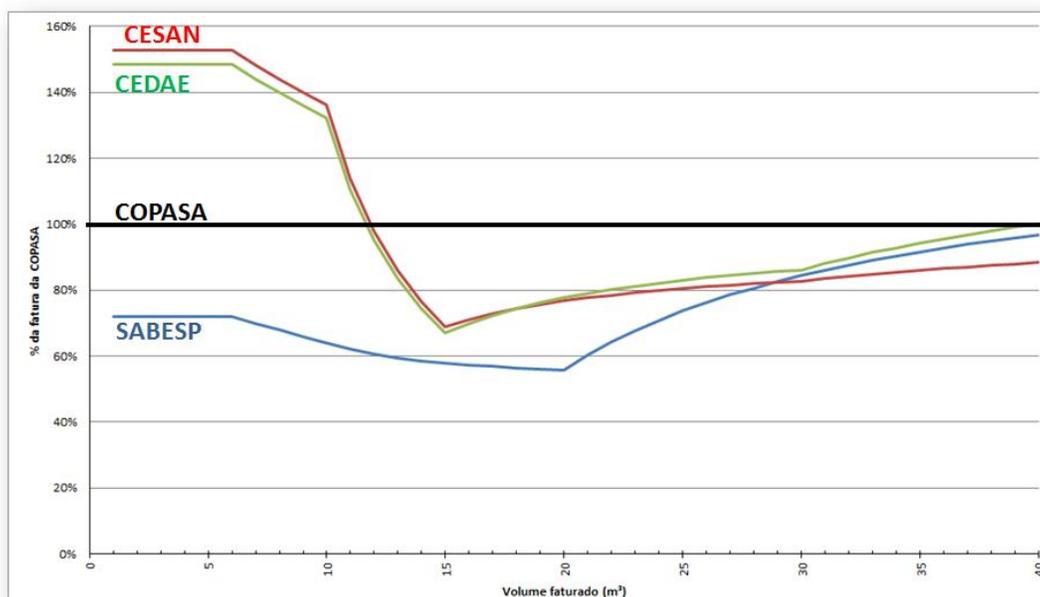
As médias das tarifas de água para a CESAN, COPASA e SABESP ficaram muito próximas às médias do Brasil e do Sudeste, apenas a CEDAE se distancia das demais, apresentando o valor mais alto dentre as empresas analisadas. A mesma situação se repete em relação às tarifas de esgoto, no entanto, é possível observar que os valores das tarifas médias de esgoto são sempre inferiores aos valores das tarifas médias de água.

As despesas totais ponderadas pelo consumo faturado se apresentaram inferiores no Sudeste frente à comparação com o restante do país. A CESAN obteve os melhores resultados, seguida da

SABESP e da COPASA. Novamente a CEDAE apresentou resultados ruins, permanecendo em situação pior que as médias nacionais nos três indicadores. O Gráfico 2 oferece indícios de que maiores despesas apresentam relação positiva com maiores tarifas médias, no entanto, não é possível estabelecer tal relação de forma categórica.

Há de se ressaltar que as tarifas médias são obtidas pela receita dos serviços sobre o volume faturado. A receita é alcançada pelo somatório dos faturamentos individuais, obtidos por meio da estrutura tarifária e pelo consumo dos usuários. Como a estrutura tarifária de cada prestador é distinta, resolveu-se traçar gráficos comparativos de faturamento. Nos Gráfico 2, Gráfico 3 e Gráfico 4 é possível verificar as diferenças percentuais de faturamento de água e de esgoto entre os prestadores selecionados para este estudo. Os valores são apresentados em relação ao faturamento da COPASA, considerando apenas valores até 40m<sup>3</sup>, uma vez que a partir desse ponto as curvas tendem a se estabilizar.

Gráfico 2: Tarifa Média de Água – Categoria Residencial – Apenas Serviços de Água – Ano-Base 2010

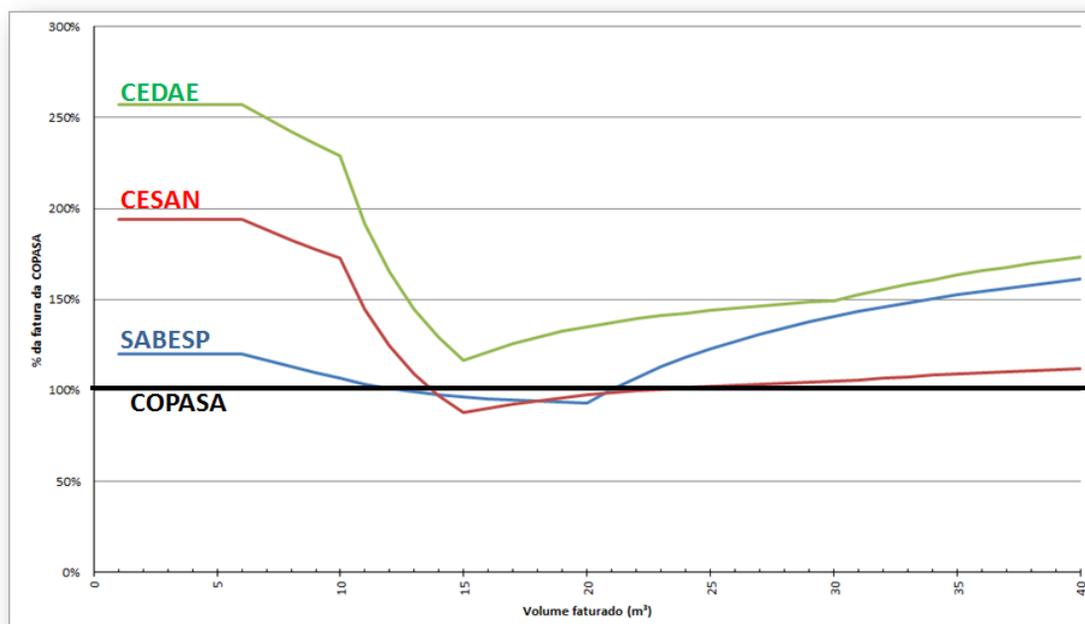


Apesar da diferenciação das estruturas tarifárias, vê-se no Gráfico 2 que o faturamento de água da CEDAE e CESAN são muito similares. A SABESP apresenta a menor tarifa média para volumes até 30m<sup>3</sup> e a COPASA ocupa uma faixa intermediária até 12m<sup>3</sup>, se tornando a mais cara até os

40m<sup>3</sup>. Esse diferencial de estruturas tarifárias somado a dispersão do consumo entre diferentes categorias e padrões de consumo explica a variabilidade das tarifas médias de água.

É importante ressaltar que o consumo faturado, utilizado para o cálculo dos indicadores analisados neste subitem, pode ser distorcido pela presença do consumo mínimo. A CEDAE e a CESAN definiam o faturamento mínimo de 15m<sup>3</sup> de água por mês, a SABESP determinava 10 m<sup>3</sup>, enquanto a COPASA 6 m<sup>3</sup>. A existência do consumo mínimo é que faz o consumo medido ser divergente do consumo faturado, isto é, mesmo que o usuário não utilize água no período contabilizado, estes volumes seriam computados no cálculo da tarifa média como se houvessem, de fato, sido consumidos.

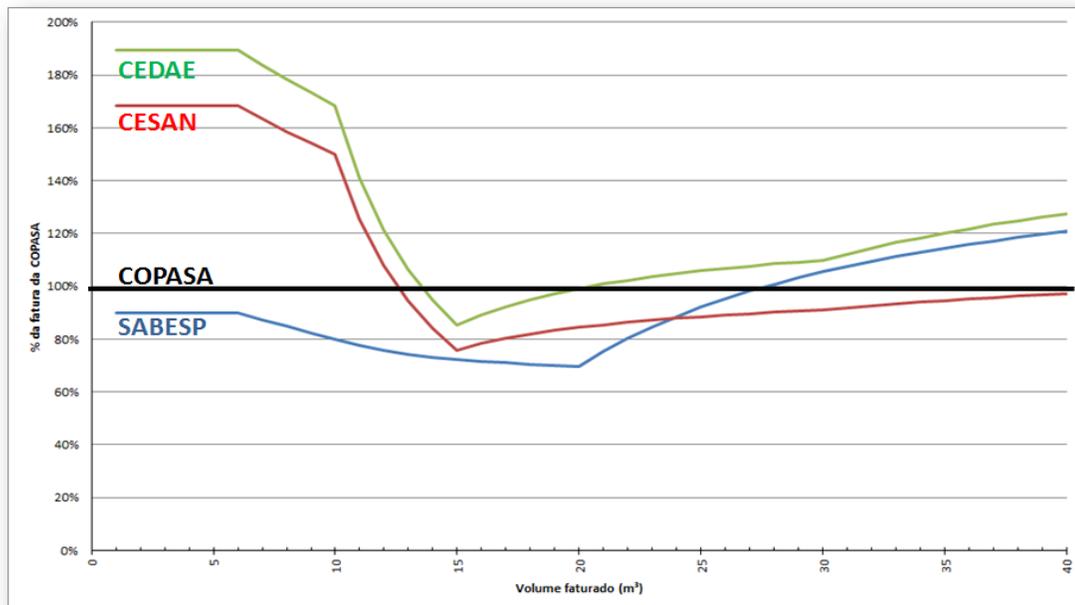
Gráfico 3: Tarifa Média de Esgoto – Categoria Residencial – Serviços de Tratamento de Esgoto (EDT)– Ano-Base 2010



O Gráfico 3 mostra a curva de faturamento dos serviços de esgoto. Destaca-se que o uso do esgoto não é medido no Brasil, dessa forma os prestadores estabelecem o mesmo valor de consumo de água como base para calcular os volumes de esgoto a serem faturados dos usuários.

Entre as empresas estudadas, a CEDAE apresenta a tarifa mais elevada de esgoto ao longo de toda a curva, sendo que o valor cobrado por este serviço é o mesmo cobrado pela água. A SABESP também praticava tarifas de esgoto integrais em relação às de água, no entanto, em comparação as demais empresas analisadas, seus valores estão em uma posição confortável até os 20m<sup>3</sup> faturados, sofrendo forte elevação a partir daí e, de acordo com o aumento do consumo, podendo ficar muito próximos aos da Companhia do Rio de Janeiro. A CESAN faz o caminho contrário, suas tarifas são mais próximas da CEDAE até os 15m<sup>3</sup> iniciais, a partir de então seus valores se estabilizam em níveis muito similares aos da COPASA. A Empresa de Minas Gerais mantém as menores tarifas de esgoto por quase toda a extensão da curva, ao contrário do que ocorria com os serviços de água. Em 2010, a CESAN praticava tarifas de esgoto de aproximadamente 75% em relação aos valores de água e a COPASA cerca de 60%.

Gráfico 4: Tarifa Média – Categoria Residencial –Serviços de Água e de Tratamento de Esgoto (EDT)– Ano-Base 2010



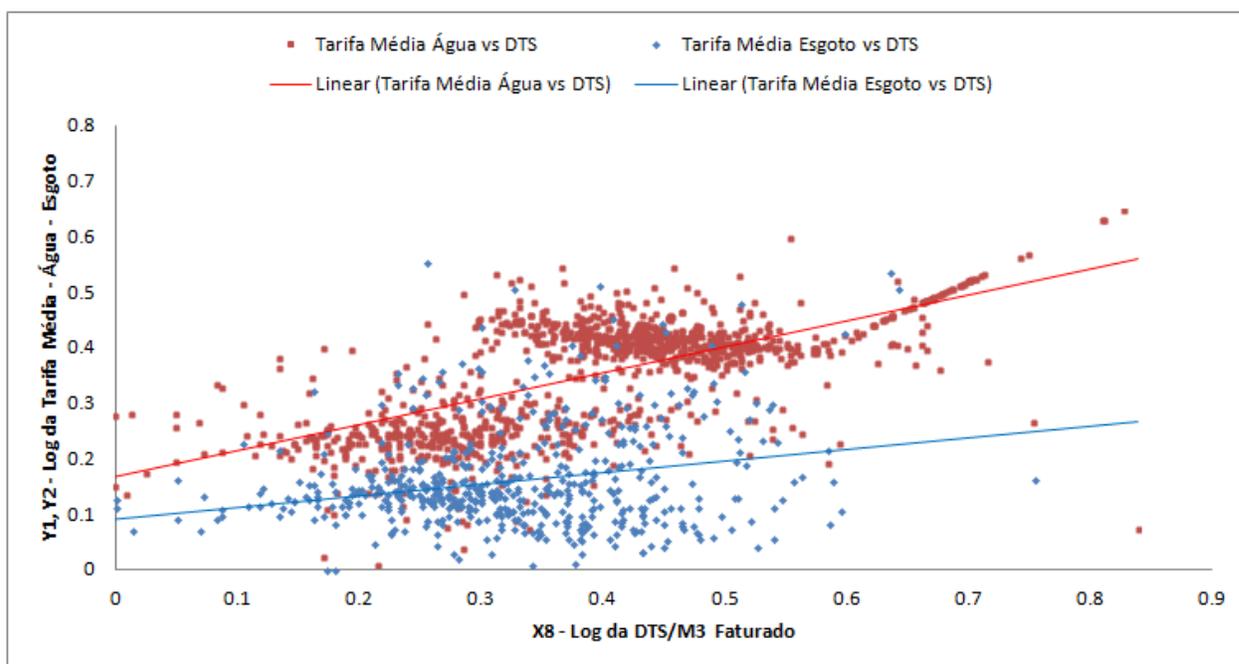
No Gráfico 4, são evidenciadas as tarifas médias de água e de esgoto, conjuntamente. A CEDAE mantém a posição de Empresa com as tarifas mais altas do setor ao longo de quase toda a curva, perdendo sua posição para a Companhia mineira apenas entre os 15 e 20m<sup>3</sup>. A CESAN manteve sua trajetória, conforme dados apresentados em gráficos anteriores, se aproximando dos faturamentos mais altos nas faixas iniciais e dos mais baixos, a partir dos 15m<sup>3</sup>. A tendência da

SABESP é a mesma da Empresa do Espírito Santo, no entanto, com a alteração de trajetória levemente à frente, nos 20 m<sup>3</sup>.

A análise desses gráficos indica que a COPASA poderia estar atuando com uma política de subsídio entre as atividades de água e esgoto, uma vez que suas tarifas de água figuravam entre as mais elevadas e as de esgoto entre as mais baixas, resultando em tarifas médias totais intermediárias, se observados o conjunto de dados disponíveis neste estudo.

O Gráfico 5 exibe os diagramas de dispersão dos logaritmos da tarifa média de água ( $Y_1$ ) e de esgoto ( $Y_2$ ) contra as despesas totais dos serviços por volume faturado ( $X_8$ ).

Gráfico 5: Diagramas de Dispersão das Tarifas Médias e Despesas Totais



Em relação às tarifas médias de água, percebem-se subdivisões em duas nuvens e uma linha diagonal. A nuvem de pontos vermelha de nível mais elevado representa os municípios com serviços prestados pela COPASA, aquela de nível mais baixo contém os municípios da CESAN e da SABESP. A linha diagonal de pontos vermelhos que se formou no canto direito do Gráfico representa os municípios da CEDAE.

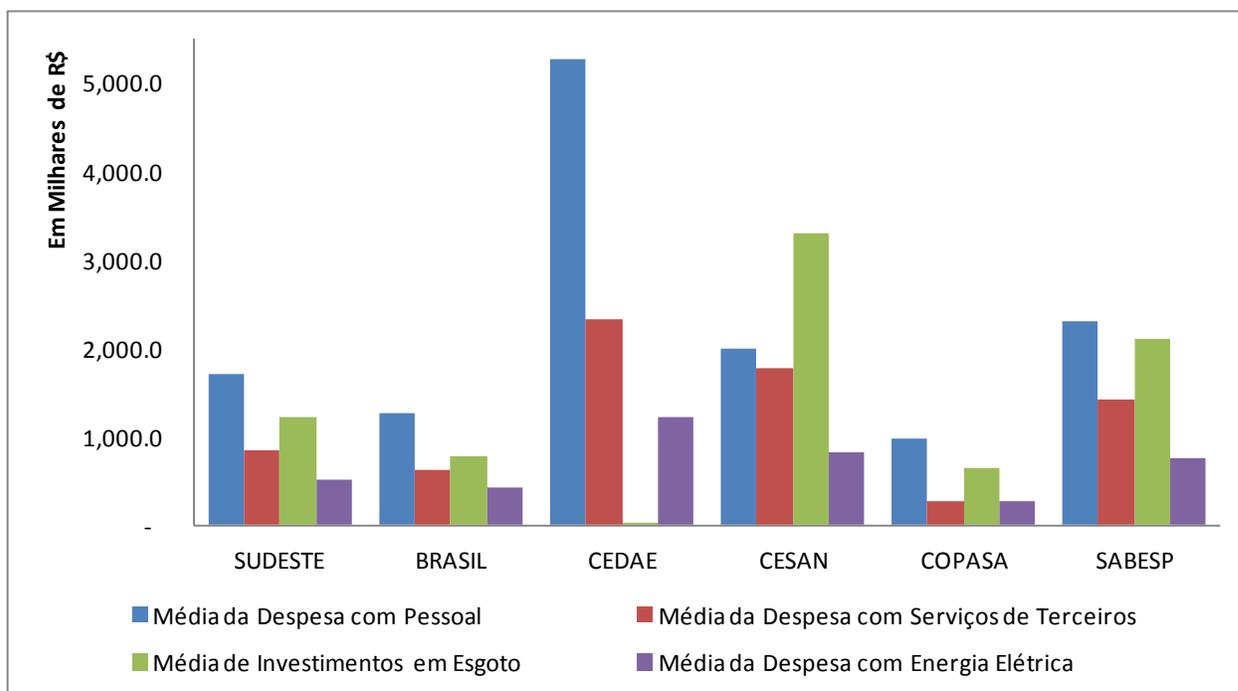
As tarifas médias de esgoto, por sua vez, parecem muito mais homogêneas, sendo os valores mais elevados referentes a municípios com prestação de serviços efetuados pela SABESP e os demais se mantendo na mesma faixa de variação.

Pelas linhas de tendência traçadas, ficam evidentes as relações positivas das despesas totais dos serviços com as tarifas médias de água e de esgoto. Tais relações serão estabelecidas com maior aprofundamento nos modelos estimados nesta dissertação e apresentados, a seguir, no Capítulo 5.

### b) Despesas Operacionais e Investimentos

O Gráfico 6 apresenta as despesas operacionais mais relevantes para os serviços de água e de esgoto e os investimentos realizados em serviços de esgotamento sanitário. As despesas de pessoal, serviços de terceiros e de energia elétrica, segundo o Diagnóstico do SNIS 2010, respondem por cerca de 50% das despesas totais com os serviços, tanto na média nacional, quanto para os prestadores regionais.

Gráfico 6: Média Municipal de Despesas Operacionais e Investimentos por Município e Prestador

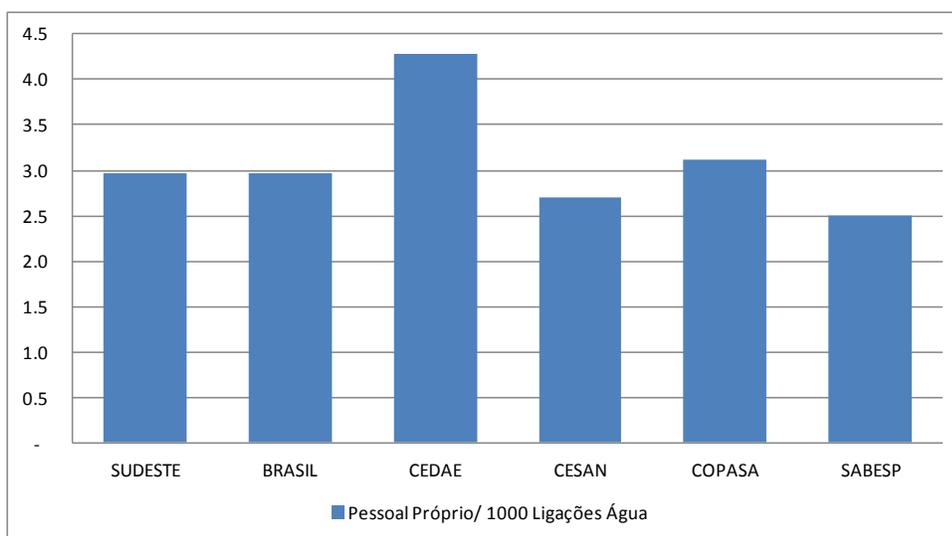


É necessário esclarecer que os dados representam as médias para os municípios cujos serviços são prestados pelos respectivos prestadores estaduais, lembrando ainda que foram excluídos os dados das cidades de Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo, já que eles poderiam exercer muita influência sobre a modelagem econométrica que será apresentada no próximo Capítulo.

Mesmo com o município da capital excluído da análise, a CEDAE apresenta as maiores despesas médias de pessoal, serviços de terceiros e energia elétrica, com valores muito superiores às médias do Brasil e do Sudeste. Além disso, a Companhia do Rio de Janeiro foi a única que não realizou investimentos para expansão dos serviços de esgotamento no ano de 2010.

Os dados da COPASA apresentam os menores resultados do Sudeste para quase todas as variáveis, apresentando médias próximas às nacionais. As Empresas CESAN e SABESP lideraram os investimentos em esgoto em 2010 e apresentaram despesas em consonância com as médias do Sudeste, ligeiramente superiores às nacionais.

**Gráfico 7: Quantidade Média de Pessoal Próprio por mil Ligações Ativas de Água por Município e Prestador**

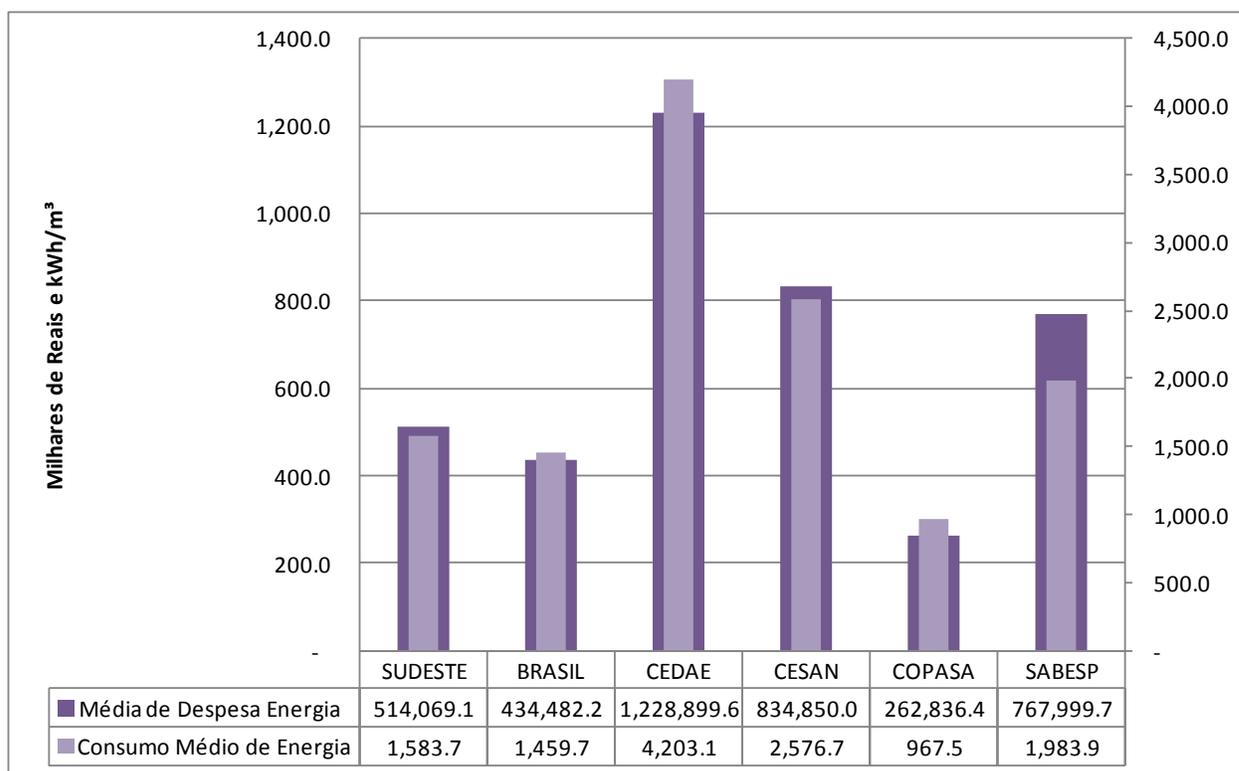


O quadro se altera levemente quando é avaliada a quantidade de pessoal por ligações ativas de água. A CEDAE permanece com o maior valor para este indicador, revelando ainda mais sua

posição desconfortável entre as demais Companhias. A COPASA, por sua vez, salta de Empresa com o menor valor para o indicador com o segundo maior valor, enquanto a SABESP assume a melhor posição.

O Gráfico 8 exibe um fato esperado, em que as despesas de energia elétrica guardam grande relação com os níveis de consumo. Destaca-se que a gerência do prestador de serviços é essencial para o controle de tais despesas, uma vez que podem ser utilizados reservatórios para otimizar o uso da energia entre as tarifas de ponta e fora de ponta das concessionárias do setor elétrico. Isto porque as tarifas de energia são, em geral, muito mais caras nos momentos de maior utilização da rede. Sendo assim, com uma alta capacidade de reservação, as empresas de saneamento podem desligar as bombas de alimentação dos sistemas nos horários de pico, utilizando horários de menor tarifa para reabastecer os seus reservatórios. Dessa forma é possível usar o mesmo tanto de energia, incorrendo em custos muito inferiores.

Gráfico 8: Médias de Despesa e Consumo Médio de Energia Elétrica por Município e Prestador

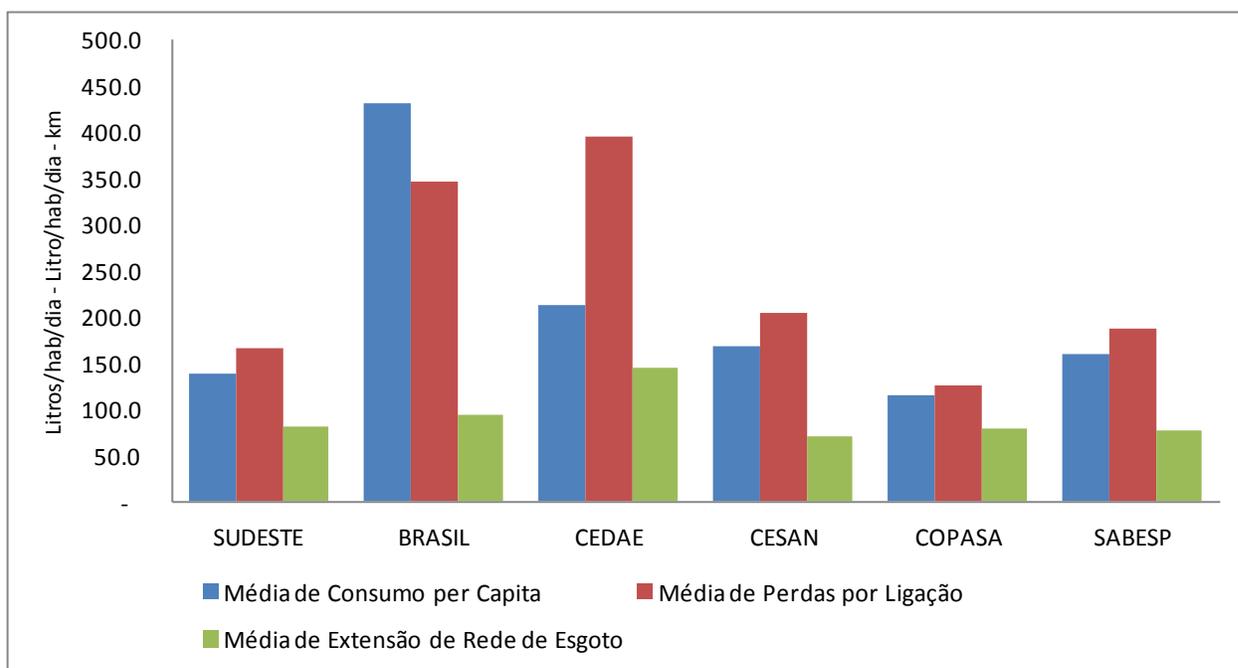


Verticalização, relevo e presença de serviços de esgoto também podem interferir tanto no consumo quanto nas despesas de energia elétrica. Tais variáveis serão avaliadas nos modelos de regressão.

### c) Consumo, Perdas e Extensão de Rede

O Gráfico 9 apresenta o consumo per capita, as perdas por ligação e a extensão de rede de esgoto.

Gráfico 9: Médias de Consumo, Perdas e Extensão de Rede por Município e Prestador



Um item de destaque é o consumo per capita, a média nacional chega a ser três vezes superior as médias do Sudeste, fato que curiosamente não ocorreu com as tarifas médias. A dispersão dessa variável de contexto entre as Companhias do Sudeste é relativamente pequena, sendo a CEDAE responsável pelo maior volume consumido por pessoa, seguida da CESAN, SABESP e COPASA, respectivamente.

As Companhias de São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais se aproximam das médias do Sudeste, no que se refere às perdas de água, situando-se muito abaixo das médias nacionais para

essa variável. A CEDAE, por sua vez, exibe altíssimos índices de perdas, cerca de 400litros/ligação/dia, valores superiores às médias nacionais.

A Companhia do Estado do Rio de Janeiro só apresentou melhores resultados em relação ao tamanho da rede de esgoto, apresentando resultados superiores às médias do Brasil. As demais empresas exibiram resultados muito próximos às médias do Sudeste, estas levemente inferiores às nacionais.

### Modelagem Econométrica

Esta seção apresenta o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que será utilizado para a estimação dos modelos de determinação das tarifas médias de água, esgoto e dos componentes dos custos de pessoal total e de energia elétrica. O método é descrito resumidamente, tendo como fundamento o apresentado em Wooldridge (2005, p.25-34). Suas premissas são descritas abaixo:

#### 1) Modelo Linear nos Parâmetros:

O modelo na população pode ser escrito como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + u \quad \text{Equação 3}$$

Em que  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  são os parâmetros desconhecidos (constantes) de interesse e “ $u$ ” é um erro aleatório não observável ou um termo de perturbação aleatória.

#### 2) Amostragem Aleatória:

Tem-se uma amostra aleatória de “ $n$ ” observações do modelo populacional descrito na hipótese 1, isto é:

$$\{(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}, y_i) : i = 1, 2, \dots, n\} \quad \text{Equação 4}$$

#### 3) Média Condicional Zero:

O erro “ $u$ ” tem um valor esperado igual a zero, dados quaisquer valores das variáveis independentes.

$$E(u|x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}) = 0 \quad \text{Equação 5}$$

4) Colinearidade não Perfeita:

Na amostra (e, portanto, na população), nenhuma das variáveis independentes é constante, e não há relações lineares exatas entre as variáveis independentes.

5) Homoscedasticidade

A variância do termo não observável “ $u$ ”, condicionado a  $x$ , é constante.

$$Var(u|x) = \delta^2 \quad \text{Equação 6}$$

Se o modelo respeitar as hipóteses de 1 a 4 será inexistente o de viés de MQO para qualquer valor do parâmetro populacional  $\beta_j$ , isto é:

$$E(\hat{\beta}_j) = \beta_j, j = 0, 1, \dots, k \quad \text{Equação 7}$$

Em outras palavras, pode-se dizer que os estimadores de MQO são estimadores de parâmetros não viesados dos parâmetros da população.

Os modelos estimados nesta dissertação foram analisados para que não quebrassem os pressupostos de MQO. Os tópicos abaixo explicitam as ações tomadas para endereçar cada um dos pressupostos do método.

- 1) Para verificar se não houve má especificação da forma funcional, foram testados modelos que utilizavam logaritmos das variáveis contra modelos que não utilizavam essa especificação. De acordo com Davidson e MacKinnon (1981, IN WOOLDRIDGE, 2005, p.277-278), se um dos modelos for verdadeiro, no outro, os valores estimados não serão

significantes. Um dos problemas desse método é que nenhum dos modelos testados pode ser rejeitado. Nesse caso, deve-se usar o  $R^2$  ajustado para selecionar o melhor modelo, que foi a opção empregada nesta dissertação.

- 2) A maior parte dos municípios atendidos por operadoras regionais informa seus dados para o SNIS. Dessa forma, pode-se assumir que a amostra é aleatória, uma vez que não há motivos para acreditar que as prestadoras selecionem as informações enviadas.
- 3) Esse problema pode ocorrer quando é estimada uma forma funcional mal especificada. Como foi realizado o teste para o pressuposto de número 1, é possível crer que a hipótese de média condicional zero também tenha sido atendida. Outra forma da hipótese 3 ser violada é se for omitido algum fator importante que esteja correlacionado com qualquer uma das variáveis independentes. É possível que este problema tenha sido solucionado pela inclusão das *dummies* referentes à COPASA e à SABESP nos modelos de tarifas médias de água e de esgoto.
- 4) Foi verificado que não existe colinearidade perfeita entre quaisquer variáveis utilizadas nos modelos. Além de serem realizados testes para a verificação de multicolinearidade, o próprio sistema utilizado na elaboração das regressões (STATA) já exclui as variáveis que ele identifica como possuidoras de colinearidade perfeita.
- 5) Não foi constatada homocedasticidade nos modelos testados. Portanto, foram adotados procedimentos robustos em relação à heterocedasticidade para estimar os modelos e corrigir o problema.

O MQO possui essa nomenclatura devido ao fato de que suas estimativas minimizam a soma dos resíduos quadrados, já que os parâmetros<sup>15</sup>  $\hat{\beta}$  do modelo são escolhidos de forma a tornar a soma destes resíduos tão pequena quanto possível.

---

<sup>15</sup> O chapéu nos parâmetros *beta* indica que eles são estimados. Ou seja, não são populacionais, mas são parâmetros amostrais. O mesmo vale para os resíduos, uma vez que o modelo minimiza a soma dos resíduos quadrados estimados, e não do termo de erro da população.

$$\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_i)^2 \quad \text{Equação 8}$$

Sendo que:

$y_i$  - variável dependente para cada observação  $i$

$x_i$  - variável independente para cada observação  $i$

$u_i$  - resíduo estimado para cada observação  $i$

$\beta_1$  - parâmetro de inclinação da relação entre  $y$  e  $x$

$\beta_0$  - parâmetro de intercepto

$n$  - tamanho da amostra

As condições necessárias para os parâmetros  $\hat{\beta}_0$  e  $\hat{\beta}_1$  minimizarem a equação acima são dadas pelas condições de primeira ordem para estimativas de MQO:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_i)^2 = 0 \quad \text{Equação 9}$$

$$\sum_{i=1}^n x_i (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_i)^2 = 0 \quad \text{Equação 10}$$

As soluções de primeira ordem são dadas pelas equações:

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x} \quad \text{Equação 11}$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{Equação 12}$$

Sendo que  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  são as médias amostrais de  $x_i$  e  $y_i$ , definidas a seguir:

$$\bar{y} = n^{-1} \sum_{i=1}^n y_i \quad \text{Equação 13}$$

$$\bar{x} = n^{-1} \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{Equação 14}$$

Retomando a modelagem de MQO, tem-se que a soma e, portanto, a média dos resíduos do modelo é zero:

$$\sum_{i=1}^n \hat{u}_i = 0 \quad \text{Equação 15}$$

Similarmente, a covariância amostral entre os regressores e os resíduos de MQO é zero:

$$\sum_{i=1}^n x_i \hat{u}_i = 0 \quad \text{Equação 16}$$

O método MQO decompõe cada  $y_i$  em duas partes: um valor estimado e um resíduo. Os valores estimados e os resíduos são não correlacionados na amostra.

Para a análise dos modelos de regressão é necessário definir ainda  $R^2$  e  $F$ . A fração da variação amostral em  $y$  que é explicada por  $x$  é o chamado  $R^2$  definido como se segue:

$$R^2 = SQE/SQT = 1 - SQR/SQT \quad \text{Equação 17}$$

Onde  $SQT$  é a soma dos quadrados total,  $SQE$  é a soma dos quadrados explicada e  $SQR$  é a soma dos quadrados dos resíduos:

$$SQT \equiv \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad \text{Equação 18}$$

$$SQE \equiv \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad \text{Equação 19}$$

$$SQR \equiv \sum_{i=1}^n u_i^2 \quad \text{Equação 20}$$

A estatística F, por sua vez, é utilizada para verificar se o conjunto de variáveis independentes é estatisticamente significativo conjuntamente ao nível de significância apropriado. A estatística F é definida como:

$$F \equiv \frac{(SQR_r - SQR_{ir})/q}{SQR_{ir}/(n - k - 1)} \quad \text{Equação 21}$$

Onde  $SQR_r$  é a soma dos resíduos quadrados do modelo restrito,  $SQR_{ir}$  é a soma dos resíduos quadrados do modelo irrestrito,  $q$  é o número de graus de liberdade do numerador,  $n$  é o número de observações presentes na amostra e  $k$  é o número de parâmetros presentes no modelo.

Em geral, o método MQO é utilizado para estimar regressões a partir de variáveis com distribuição normal. Porém, as variáveis disponíveis no SNIS 2010 apresentam valores estritamente positivos e, portanto, não são normalmente distribuídas. Assumiu-se, deste modo, que as variáveis abordadas no presente trabalho seguem uma distribuição log-normal e aplicou-se um modelo MQO generalizado a variáveis com distribuição log-normal.

Dessa forma, os modelos utilizados para estimar as regressões foram modelos log-log, também chamada de função potência. A especificação inicial dessas regressões assume uma forma não linear, mas linearizável, em que  $e=2,71828$  e “ $u$ ” é o termo de erro:

$$y = ax^b e^u \quad \text{Equação 22}$$

Aplicando logaritmos naturais ( $\ln_e$ ), a função torna-se linear com as variáveis expressas em logaritmos:

$$\ln y = \ln a + b \ln x + u \quad \text{Equação 23}$$

A importância desta especificação está na interpretação do declive “ $b$ ” que representa a elasticidade de “ $y$ ” em respeito à “ $x$ ”:

$$b = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln x}$$

Equação 24

## Capítulo 4: Resultados

No capítulo anterior foram apresentadas a fonte de dados e as variáveis relevantes empregadas nesta dissertação. Realizou-se uma breve análise descritiva das informações coletadas, além de ter sido explicada a metodologia de modelagem estatística via mínimos quadrados ordinários (MQO). No presente capítulo são apresentados e comentados os resultados obtidos.

Cabe lembrar que a hipótese inicial desta dissertação afirma que maiores despesas incorridas pelos prestadores regionais de saneamento implicariam na elevação de suas receitas mediante repasse nas tarifas médias de água e esgoto. Sendo assim, ineficiências no custeio seriam arcadas pelos consumidores. Caso essa hipótese seja comprovada, deve-se estudar a fundo a estrutura de custos dos prestadores, focalizando os itens de despesa que sejam gerenciáveis por eles.

A partir da Lei 11.445/2007, as entidades reguladoras dos serviços de saneamento passaram a ser responsáveis por definir as tarifas dos prestadores, relacionando-as com mecanismos de eficiência e de compartilhamento de ganhos de produtividade com a sociedade. O tratamento regulatório poderia eliminar as ineficiências do setor, reduzindo custos dos prestadores e desonerando os usuários.

Para que a regulação no setor de saneamento no Brasil consiga alcançar este nível de desenvolvimento é necessária uma série de estudos que verifiquem as relações entre as tarifas, os custos e seus determinantes. Essa dissertação se propõe a estudar tais relações, elucidando alguns desses aspectos para as Companhias regionais de saneamento do Sudeste do país.

Este capítulo é dividido em quatro seções, as duas primeiras respondem à hipótese do presente trabalho, utilizando as tarifas médias de água e de esgoto como variáveis explicadas pelas despesas dos prestadores e outras variáveis de controle. As duas últimas seções realizam estudos sobre as despesas de energia elétrica e pessoal total (próprio + serviços de terceiros).

## Modelos de Tarifa Média de Água

Como descrito na metodologia, foram aplicados modelos de regressão múltipla pelo Método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), a partir de conjuntos de variáveis-chave selecionadas do SNIS, para o ano de 2010.

Nesta seção buscou-se verificar a influência das despesas totais de serviços ( $X_8$ ) na tarifa média de água ( $Y_1$ ), controlada pelas variáveis referentes à população urbana atendida com água ( $X_{13}$ ), consumo *per capita* ( $X_2$ ), evasão de receitas ( $X_7$ ), perdas por ligação ( $X_{11}$ ) e pessoal próprio por mil ligações de água ( $X_{15}$ ). As variáveis *dummy* COPASA ( $X_3$ ) e SABESP ( $X_6$ ) foram introduzidas com o objetivo de controlar a interferência das estruturas tarifárias das duas prestadoras nas tarifas médias municipais. A variável economias por ligação ( $X_4$ ) e sua forma quadrática foram utilizadas para mensurar o impacto da verticalização, a fim de averiguar a existência de possíveis economias de escala na exploração dos serviços.

### Equação 25

$$\textbf{Modelo A: } Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_8 + \beta_2 X_{13} + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_7 + \beta_5 X_{11} + \beta_6 X_{15} + \beta_9 X_4 + \beta_{10} (X_4)^2 + \delta_1 X_3 + \delta_2 X_6$$

Conforme descrito na hipótese inicial desta dissertação, as despesas das CESBs devem representar a ausência de incentivos a eficiência operacional, gerando a necessidade de expansão das receitas para a manutenção do equilíbrio econômico. Essas receitas são auferidas através das tarifas, o que nos faria imaginar um valor de  $\beta_1$ , parâmetro de  $X_8$ , um valor positivo e significativo.

Além das despesas, espera-se que a tarifa média de água mantenha variações positivas com o incremento dos valores em algumas variáveis de controle, tais como o consumo, inadimplência dos usuários, índices de perdas de água, quantidade de pessoal próprio empregado pelo prestador.

Outras variáveis de controle poderiam apresentar efeitos ambíguos sobre a tarifa média de água, por exemplo: a população atendida com os serviços de água, a verticalização ou a estruturação tarifária dos diferentes prestadores. Os resultados obtidos no Modelo A foram evidenciados na Tabela 5 e comentados nos parágrafos seguintes.

Tabela 5: Resultado do Modelo A - Tarifa Média de Água

Símbolo	Variável Dependente	→	Tarifa Média de
	Variáveis Independentes		Água (Y1) Modelo A
X8	Despesa Total dos Serviços / M <sup>3</sup> Faturado		0,1887237* (0,0278653)
X13	População Urbana Atendida com Água		0,0227715* (0,0045971)
X2	Consumo per Capita		0,0015739* (0,0002175)
X7	Evasão de Receitas		0,0035552* (0,0001328)
X11	Perdas por Ligação		0,0275057* (0,0102913)
X15	Pessoal Próprio/ 1000 Ligações Água		0,0085281** (0,003872)
X4	Economias por Ligação		0,802149* (0,2518688)
(X4) <sup>2</sup>	(Economias por Ligação) <sup>2</sup>		-0,2411989* (0,0795247)
X3	Município atendido pela COPASA (variável <i>dummy</i> )		0,3379532* (0,020353)
X6	Município atendido pela SABESP (variável <i>dummy</i> )		-0,0403616 *** (0,0218891)
	Constante		-0,6951005* (0,165306)
R <sup>2</sup>			0,82
F			597,18
n			1074

Notas: \*Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* Significativo a 10%.  
Erros padrões entre parênteses.

A hipótese de que maiores despesas retornariam maiores tarifas foi comprovada. Um aumento de 1% da DTS por metro cúbico faturado ( $X_8$ ), em média, representa um aumento de 0,19% na tarifa média de água.

Esperava-se que quanto maior o consumo *per capita* da população do município, maior seria sua tarifa média. Isto porque as prestadoras regionais apresentam quadros tarifários escalonados, elevando os valores cobrados mais que proporcionalmente a elevação do consumo de água, de forma a desestimular o consumo supérfluo de água.

Em relação à variável perdas por ligação, também imaginava-se uma trajetória diretamente proporcional à variação da tarifa média de água, pois quanto maior o índice de perdas, maior o volume de água produzido para atender a população. Se mais água é produzida, maiores seriam os custos de pessoal, energia elétrica, material de tratamento, etc. Dessa forma, maior deveria ser a tarifa média de água praticada para realizar a cobertura desses custos adicionais.

Quanto mais elevada a evasão de receitas ( $X_7$ ), maior deveria ser a tarifa de água, pois quanto superior for o nível de inadimplência, maior a tarifa cobrada de cada usuário pagante para cobrir as despesas do prestador. Adicionalmente, quanto mais improdutiva for a empresa, isto é, quanto mais funcionários ela possuir por mil ligações de água ( $X_{15}$ ), maior seria sua tarifa média, uma vez que ela deveria remunerar um número maior de funcionários do que poderia ser considerado eficiente.

Os parâmetros estimados para as variáveis de controle em relação as quais eram esperados impactos positivos sobre a tarifa média de água exibiram resultados em harmonia com a teoria, todos positivos e significativos, quais sejam: o aumento de 1% no consumo *per capita* de água ( $X_2$ ) responde por um aumento de 0,16% na variável dependente; o crescimento de 1% da evasão de receitas ( $X_7$ ) corresponde um aumento de 0,36% da tarifa média; o aumento de 1% nas perdas por ligação ( $X_{11}$ ) representa um aumento de 0,03% na tarifa média de água; e a adição de 1

funcionário próprio para cada mil ligações corresponde por um aumento de 0,86% na variável explicada.

Uma das variáveis do modelo, população urbana atendida com abastecimento de água ( $X_{13}$ ), poderia apresentar duas direções de variação: a) novos investimentos: caso o aumento da população acarrete em novos investimentos e em aumento no volume de água produzido, é provável que ocorra um aumento na tarifa média de água; b) crescimento vegetativo: o aumento populacional poderia provocar à companhia economias de escala, na qual uma população maior poderia ser atendida com a infraestrutura já existente e, conseqüentemente, a relação do crescimento populacional com a tarifa média de água seria inversamente proporcional.

Os resultados indicam que o aumento de 1% da população urbana atendida com abastecimento de água ( $X_{13}$ ) corresponde a um aumento de 0,02% na tarifa média de água. Como o sinal da variável no Modelo A é positivo, infere-se que os efeitos de economia de escala não parecem ser grandes o bastante para serem traduzidos em termos de redução da tarifa.

A variável de economias/ligação ( $X_4$ ) é considerada uma variável exógena capaz de explicar a verticalização, isto é, quanto maior o valor desse indicador maior o adensamento da população na distribuição territorial no município avaliado. Diante da presença de economias de escala pode-se fazer necessária a inclusão de um ajuste quadrático para captar uma relação não linear entre a variável explicada e esta variável independente. Sendo assim, foi inserida a variável  $X_4^2$ , que é função quadrática da variável economias por ligação<sup>16</sup>.

No modelo A, os parâmetros estimados para as variáveis de  $X_4$  e  $X_4^2$  indicam que um maior adensamento populacional guardaria uma relação não linear quadrática com as tarifas médias de água. Isto é, as tarifas seriam elevadas a taxas decrescentes na medida em que o indicador de

---

<sup>16</sup> As variáveis  $X_4$  e  $X_4^2$  não são independentes em nenhum dos modelos em que foram empregadas nesta dissertação, no entanto, não há problema para as estimações. Por definição, a correlação entre essas duas variáveis não é linear e a exigência de uma das hipóteses de regressão linear múltipla, conforme Wooldridge (2005, p.82) é que “na amostra, nenhuma das variáveis independentes é constante, e não há relações *lineares exatas* entre as variáveis dependentes. (...) É importante observar que a hipótese acima permite, de fato, que as citadas variáveis independentes sejam correlacionadas; elas apenas não podem ser correlacionadas *perfeitamente*”.

economias/ligação se aproximasse de 1,67<sup>17</sup>. A partir desse valor foi possível verificar a presença de economias de escala, uma vez que aumentos nessa variável representariam redução das tarifas médias de água a taxas crescentes.

Por fim, considerou-se que cada prestador do Sudeste tem uma estrutura tarifária distinta. Com o objetivo de controlar a interferência das estruturas tarifárias das prestadoras nas tarifas médias municipais foram incluídas as variáveis *dummy*<sup>18</sup> COPASA ( $X_3$ ) e SABESP ( $X_{16}$ ), prestadoras com o maior número de municípios operados.

Os resultados do modelo indicam que se a SABESP é a prestadora de serviços de determinado município, sua tarifa média de água será, em média, 4% mais baixa do que as dos municípios atendidos pela CEDAE e pela CESAN. Por sua vez, municípios atendidos pela COPASA possuem tarifas médias de água 34% mais altas do que as dos municípios atendidos por aquelas duas prestadoras e cerca de 40% superior à tarifa média praticada nos municípios atendidos pela SABESP. Esta observação já havia sido evidenciada na análise descritiva desta dissertação, e pôde ser mensurada através do Modelo A. A próxima seção, sobre a tarifa média de esgoto, explora este aspecto da análise com um maior nível de detalhamento.

---

<sup>17</sup> O Anexo II demonstra o cálculo do ponto crítico de economias/ligação.

<sup>18</sup> No período de estudos preliminares foram estabelecidas *dummies* de CESAN e CEDAE, no entanto, em função de seu pequeno número de municípios atendidos, essas variáveis não apresentaram significância estatística e não foram incluídas no modelo final.

A Tabela 6 resume os resultados do Modelo A:

Tabela 6: Resumindo o Modelo A - Tarifa Média de Água

Situação	Variáveis Independentes	Gera um <b>aumento (redução)</b> na Tarifa Média de Água
Um aumento de 1% em	DTS por M <sup>3</sup> Faturado (Log)	0,19%
	Pop Urbana Atendida Água (Log)	0,02%
	Consumo per Capita	0,16%
	Evasão de Receitas	0,36%
	Perdas por Ligação (Log)	0,03%
Um aumento de uma unidade em	Pessoal Próprio/ 1000 Ligações Água	0,86%
Situação	Variáveis Independentes	Sua tarifa média de água <b>aumenta (diminui)</b> à taxas <b>crecentes (decrecentes)</b>
Uma elevação em	Economias por Ligação <i>Relação não Linear Quadrática</i> <b>Ponto Crítico: X=1,67</b>	Abaixo do Ponto Crítico: <b>Aumenta a Taxas Decrescentes</b>
		Acima do Ponto Crítico: <b>Diminui a Taxas Crescentes</b>
Situação	Variáveis Dummy	Sua tarifa média de água será <b>maior (menor)</b> que as tarifas da CESAN e CEDAE
Se o município pertencer a	COPASA	33,79%
	SABESP	-4,04%

### Modelos de Tarifa Média de Esgoto

O Modelo B buscou mensurar a influência das despesas totais de serviços ( $X_8$ ) na tarifa média de esgoto ( $Y_2$ ), controlada pelas variáveis referentes à tarifa média de água ( $X_{14}$ ), população urbana atendida com esgoto ( $X_{12}$ ), economias por ligação ( $X_4$ ), extensão de rede de esgoto por ligações ( $X_9$ ) e investimentos em esgoto ( $X_{10}$ ). As variáveis *dummies* COPASA ( $X_3$ ) e SABESP ( $X_6$ ) foram introduzidas com o mesmo objetivo do modelo da seção anterior. A *dummy* de tratamento de esgoto ( $X_5$ ) visa averiguar se há diferenças significativas entre as tarifas cobradas pelas Companhias analisadas nesta dissertação, por serviços de coleta e tratamento de esgotos.

#### Equação 26

$$\textbf{Modelo B: } Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_8 + \beta_2 X_{14} + \beta_3 X_{12} + \beta_5 X_4 + \beta_6 X_9 + \beta_7 X_{10} + \delta_1 X_3 + \delta_2 X_6 + \delta_3 X_5$$

Assim como verificado no Modelo A, imagina-se que o valor de  $\beta_1$ , parâmetro de  $X_8$ , seja um valor positivo e significativo, comprovando a hipótese dessa dissertação também para os serviços de esgotamento sanitário.

Além das despesas, espera-se que a tarifa média de esgoto mantenha variações positivas com o incremento dos valores para as seguintes variáveis: tarifa média de água, extensão de redes por ligação, investimentos realizados e existência de procedimentos de tratamento de esgoto.

Outras variáveis poderiam apresentar efeitos ambíguos sobre a tarifa média de água, tais como: a população atendida com os serviços de esgoto, o adensamento populacional ou a estruturação tarifária dos diferentes prestadores.

Os resultados obtidos no Modelo A foram evidenciados na Tabela 7 e comentados nos parágrafos seguintes.

Tabela 7: Resultados do Modelos B - Tarifa Média de Esgoto

Símbolo	Variável Dependente	Tarifa Média de Esgoto (Y <sub>2</sub> )
Variáveis Independentes		Modelo B
X <sub>8</sub>	Despesa Total dos Serviços / M <sup>3</sup> Faturado	0,1274024** (0,0498334)
X <sub>14</sub>	Tarifa Média de Água	0,9149936* (0,222978)
X <sub>12</sub>	População Atendida com Esgoto	0,021869** (0,0108005)
X <sub>9</sub>	Extensão Rede / Ligações Esgoto	0,0671975* (0,0174217)
X <sub>10</sub>	Investimentos em Esgoto	0,0074498*** (0,0043148)
X <sub>4</sub>	Economias por Ligação	0,1050534** (0,0514825)
X <sub>3</sub>	Município atendido pela COPASA (variável <i>dummy</i> )	-0,2031228** (0,0865459)
X <sub>6</sub>	Município atendido pela SABESP (variável <i>dummy</i> )	0,3261753* (0,075148)
X <sub>5</sub>	Tratamento de Esgoto (variável <i>dummy</i> )	0,0594249* (0,0195348)
Constante		-1,155951* (0,0981091)
R <sup>2</sup>		0,62
F		51,5
n		464

Notas: \*Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* Significativo a 10%.  
Erros padrões entre parênteses.

A lógica utilizada na regressão sobre a tarifa média de água (Y<sub>1</sub>) foi repetida para avaliar a tarifa média de esgoto (Y<sub>2</sub>). A hipótese de que maiores despesas retornariam maiores tarifas foi novamente comprovada. Um aumento de 1% da DTS por metro cúbico faturado (X<sub>8</sub>), em média, representa um aumento de 0,13% na tarifa média de esgoto.

Nas Companhias analisadas a tarifa de esgoto era estabelecida como um percentual fixo sobre o faturamento de água, percentual este que diferia para cada um dos prestadores. Daí surgiu a necessidade de considerar a tarifa média de água como uma das variáveis explicativas da tarifa média de esgoto. Sendo assim, julgava-se que essas variáveis guardassem uma relação direta. Como esperado, os resultados da regressão indicam que um aumento de 1% na tarifa média de água responde por um crescimento de 0,91% da tarifa média de esgoto.

A variável extensão da rede de esgoto por ligação ( $X_9$ ) ajuda a entender a dispersão espacial da população do município. Imagina-se que quanto maior a quilometragem de rede necessária para atingir os cidadãos, maior seria o investimento necessário para instituir os serviços de esgoto e operá-los, demandando maiores tarifas médias. Os resultados da regressão indicaram que um aumento de 1% na extensão de rede de esgoto por ligação, respondem por um aumento de 0,07% na tarifa média de esgoto.

Outra variável de controle foi o investimento ( $X_{10}$ ) realizado em esgotamento sanitário pelos prestadores no ano de 2010. Essa variável não deve ser interpretada com grande ênfase, uma vez que os investimentos realizados em infraestrutura só integram a base de remuneração após a sua entrada em operação<sup>19</sup>, o que gera um lapso entre o desembolso do prestador e seu retorno em forma de receita. Nesse sentido, a relação encontrada indicam que um aumento de 1% nos investimentos repercutem, em média, em um crescimento de 0,01% na tarifa média de esgoto. Os resultados em relação aos investimentos poderiam ser muito mais expressivos se considerado um período de tempo maior, análise inviável na modelagem de *cross section* empregada nesta dissertação, mas possível se utilizados modelos de dados em painel, por exemplo.

Assim como foi identificado no modelo de tarifa média de água, quanto maior a população total atendida com esgotamento sanitário ( $X_{12}$ ), maior a tarifa de esgoto: um aumento de 1% da população responde por uma variação positiva de 0,02% da tarifa média de esgoto, este resultado

---

<sup>19</sup> Seja por meio da depreciação/amortização dos ativos imobilizados/intangíveis ou figurando na base de ativos regulatórios.

indica que os efeitos de economia de escala não parecem ser grandes o bastante para serem traduzidos em termos de redução da tarifa.

No modelo comentado nesta seção foi incluída apenas a variável economias por ligação ( $X_4$ ), revelando uma relação linear e positiva entre a variável explicada e a independente. A ausência do termo quadrático ocorreu em função da sua insignificância estatística, em contraposição ao verificado no Modelo A, afastando a possibilidade de economias de escala em relação ao faturamento desses serviços. Foi observado que um aumento de uma economia por ligação elevaria, em média, 10,5% a tarifa média de esgoto.

Considerou-se que municípios com serviços de tratamento de esgotos deveriam apresentar maiores tarifas médias, uma vez que a introdução destes serviços pressupõe maior nível de investimentos e de custos operacionais. Para mensurar esta relação foi incluída uma variável *dummy* que indicasse a presença de tratamento ( $X_5$ ).

Deve-se ressaltar que os serviços de esgoto podem ser segregados entre apenas coleta ou coleta e tratamento. Quando os esgotos são apenas coletados, a estrutura necessária é composta apenas de uma rede de tubulação para a coleta e disposição final dos esgotos no curso d'água, contando com eventuais sistemas de bombeamento. O tratamento dos esgotos é um procedimento muito mais complexo, que contém todas as etapas da coleta, somadas a uma estrutura de tratamento e controle dos esgotos antes de sua disposição final. Estes desembolsos em que as prestadoras incorrem, devido aos investimentos, devem ser remunerados, além de que as despesas operacionais também tornam-se maiores e devem ser cobertas pelas receitas, sugerindo uma tarifa média de esgoto mais elevada.

Tendo em vista tais informações, os resultados do Modelo B demonstram que um município com tratamento de esgotos possui uma tarifa média de esgoto 6% maior do que aqueles que não possuem. Esta pequena diferenciação de tarifas para serviços de coleta e tratamento pode ser extremamente relevante para a compreensão do quadro dos serviços de esgoto no setor. Após verificar os resultados da regressão observou-se que entre os prestadores avaliados nesta

dissertação, em 2010, apenas a CESAN diferenciava expressamente as tarifas de esgoto tratado e esgoto não tratado (apenas coleta e disposição final).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) elaborada pelo IBGE em 2010, 55,2% dos municípios brasileiros possuem serviços de esgotamento sanitário, entretanto apenas 28,5% destes possuem tratamento de esgoto. (SILVA et al., 2013, p.7).

Imaginou-se que os baixos indicadores referentes aos serviços de esgotamento sanitário no Brasil poderiam ser acentuados pela existência dos denominados desincentivos tarifários. Isto é, para as CESBs não é comum a diferenciação das tarifas entre os serviços de coleta e de tratamento dos efluentes. Sendo assim, uma vez introduzidos apenas os serviços de coleta, estes prestadores já alcançariam toda a sua receita potencial. No entanto, para a realização dos procedimentos de tratamento dos efluentes são necessários altos investimentos, seja para promover interligações de rede ou a introdução de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). Além disso, a inclusão de um novo serviço eleva custos operacionais das Companhias.

Em resumo, considera-se uma pequena (ou mesmo nenhuma) receita adicional referente à introdução dos serviços de tratamento de esgoto, ao passo em que custos operacionais e investimentos se elevam. Combinados, esses efeitos deflagrariam a queda da rentabilidade dos prestadores à medida que fossem ampliados os serviços de tratamento dos efluentes. Essa questão é essencial e será abordada com maior detalhe nos modelos desenvolvidos para os custos com energia elétrica e pessoal total, apresentados nas próximas seções.

As demais variáveis *dummy*, referentes às prestadoras, indicam que se a SABESP é a prestadora de serviços do município, sua tarifa média de esgoto será, em média, 32% mais alta do que as dos municípios atendidos pela CEDAE e pela CESAN. Por sua vez, se o município é atendido pela COPASA, sua tarifa média de esgoto será 20% mais baixa do que as dos municípios atendidos pela CEDAE e pela CESAN e cerca de 40% inferior à tarifa média praticada nos municípios atendidos pela SABESP.

Ao constatar que, em média, a tarifa de esgoto da SABESP é superior a da COPASA e que em termos dos serviços de água acontecia o extremo oposto, foi necessário analisar a estrutura tarifária de ambas as prestadoras com um maior cuidado.

Verificou-se que a COPASA estava promovendo desde o ano de 2007 uma política de incentivo a adesão dos serviços de esgotamento no Estado de Minas Gerais. Essa política reduziu o percentual cobrado pelo serviço de esgoto de 90% da tarifa de água para 60%, elevando o valor da água em contrapartida e mantendo seu nível de faturamento total. Dessa maneira, os municípios que contavam apenas com serviços de água teriam que pagar valores mais caros que os pagos anteriormente, gerando uma pressão indireta para a adesão aos serviços de esgoto.

Foram incluídos descontos para atenuar os efeitos dessa alteração no quadro tarifário, mas esses seriam reduzidos progressivamente até que fossem extintos. A Agência Reguladora dos Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE-MG) verificou esse problema de redução dos descontos, entendendo-o como uma elevação de tarifas não autorizada, e promoveu a reversão deste quadro nos anos de 2011 e 2012. Foram estabelecidas tarifas para esgoto coletado (EDC) de 50% e de 90% para esgoto tratado (EDT) em relação aos volumes faturados de água. (ARSAE, 2011b; ARSAE, 2012b).

Assim, as informações disponibilizadas pelo SNIS, correspondentes aos anos de 2011 e 2012, deverão apresentar certa disparidade para os valores cobrados por serviços de água e de esgoto entre a COPASA e os demais prestadores, o que provavelmente será ajustado para os dados do ano de 2013.

Os resultados do Modelo B estão sumarizados na Tabela 8.

Tabela 8: Resumindo os Resultados do Modelo de Tarifa Média de Esgoto

Situação	Variáveis Independentes	Gera um <b>aumento (redução)</b> na Tarifa Média de Esgoto
Um aumento de 1% em	DTS por M <sup>3</sup> Faturado (Log)	0,13%
	Tarifa Média de Água (Log)	0,91%
	População Atendida Esgoto (Log)	0,02%
	Extensão Rede / Ligações Esgoto (Log)	0,07%
	Investimentos em Esgoto (Log)	0,01%
Um aumento de uma unidade em	Economias por Ligação	10,50%
Situação	Variáveis Dummy	Sua tarifa média de esgoto será <b>maior (menor)</b> que as tarifas da CESAN e CEDAE
Se o município pertencer a	COPASA	-20,31%
	SABESP	32,62%
Situação	Variável Dummy	Sua tarifa média de esgoto será <b>maior (menor)</b> que a dos municípios que não possuem o serviço
Se o município possuir	Tratamento de Esgoto	5,94%

### Modelo de Despesa de Energia Elétrica

Uma vez constatada a importância das despesas totais de serviços ( $X_8$ ) na determinação das tarifas médias de água ( $Y_1$ ) e esgoto ( $Y_2$ ), comprovando a hipótese desta dissertação, prosseguiu-se à análise dos principais componentes das despesas totais dos prestadores, iniciando pela análise da despesa com energia elétrica ( $Y_3$ ).

O Modelo C foi estimado considerando como variáveis relevantes o consumo de energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água ( $X_1$ ) e as perdas por ligação ( $X_{11}$ ). Para atender aos mesmos propósitos do Modelo A, foi inserida a variável economias por ligação ( $X_4$ ) e sua forma quadrática. A *dummy* de tratamento de esgoto ( $X_5$ ) foi incluída com o objetivo de mensurar o aumento médio de custos de energia em função da prestação dos serviços de tratamento de esgoto em um município.

#### Equação 27

$$\textbf{Modelo C: } Y_3 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_{11} + \beta_4 X_4 + \beta_5 (X_4)^2 + \delta_1 X_5$$

A escolha da variável consumo de energia elétrica nos sistemas de água ocorreu porque os sistemas de esgoto são idealizados para transportar seu conteúdo com o apoio da gravidade. Dessa forma, utilizam energia elétrica somente para o bombeamento em pontos críticos, apresentando baixo consumo. As informações retiradas do SNIS de 2010 corroboraram essa expectativa, demonstrando que a maior parte da energia elétrica utilizada pelas concessionárias diz respeito aos sistemas de abastecimento de água. Espera-se uma relação positiva e significativa entre o consumo de energia ( $X_1$ ) e a variável dependente.

Quanto mais elevado o índice de perdas de água maiores deveriam ser as despesas com energia. Ou seja, uma vez que há um grande desperdício de água no processo de prestação do serviço, faz-se necessário produzir muito mais água tratada para atender a uma mesma população. Essa ineficiência gera gastos adicionais em todos os insumos da indústria, inclusive de energia elétrica.

A verticalização é capaz de apresentar efeitos ambíguos sobre as despesas com energia. Pode-se argumentar que em municípios mais verticalizados seria possível prestar os serviços de água a uma maior quantidade de pessoas em áreas de tamanhos similares a municípios mais horizontais, o que implicaria em menores custos com bombeamentos de água. No entanto, uma maior população demandaria maiores quantidades de água, pressionando o prestador a alimentar seus reservatórios em “horários de pico”, incorrendo em tarifas de energia mais elevadas e, conseqüentemente, aumentando também suas despesas.

Adicionalmente, a variável *dummy* de tratamento de esgoto foi introduzida a fim de verificar os diferenciais de despesas de energia gerados por esta atividade frente à prestação de serviços de água ou de água e coleta. A coleta de esgoto, em geral, não apresenta grandes custos de energia elétrica porque as redes são projetadas para otimizar os processos de transporte de dejetos utilizando a gravidade, dispendo-os no curso d'água mais próximo. A atividade de tratamento utiliza interceptores que captam os esgotos das redes coletoras e precisam romper mais barreiras naturais para sua condução até a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) mais próxima. Essas barreiras são vencidas por meio de estações elevatórias de esgoto que utilizam energia elétrica para efetuar esse bombeamento. Portanto, uma vez que o consumo de energia deve ser maior em municípios que dispõem de tratamento de esgotos, espera-se um mais elevado nível de despesas com energia nesses municípios.

Ressalta-se que os efeitos da amplitude topográfica dos municípios, variável que não pôde ser obtida para o presente trabalho, deveria também exibir uma grande capacidade explicativa sobre as despesas de energia e, seguramente, seria essencial analisá-la em modelagens futuras.

Os resultados do Modelo C são exibidos na Tabela 9.

Tabela 9: Resultados do Modelo de Despesa de Energia Elétrica

Símbolo	Variável Dependente	Despesa Média com Energia Elétrica (Y3) Modelo C
	Variáveis Independentes	
X1	Consumo de Energia Elétrica (Água)	0,7670133* (0,0210795)
X11	Perdas por Ligação	0,1371295* (0,0386173)
X4	Economias por Ligação	4,565252* (1,281162)
(X4) <sup>2</sup>	(Economias por Ligação) <sup>2</sup>	-1,007063* (0,4231218)
X5	Tratamento de Esgoto (variável <i>dummy</i> )	0,2890511* (0,0384739)
	Constante	2,806736* (0,8836448)
R <sup>2</sup>		0,90
F		1165,31
n		1046

**Notas:** \*Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* Significativo a 10%.  
Erros padrões entre parênteses.

Conforme esperado, o modelo indica que as despesas de energia elétrica (Y<sub>3</sub>) tem relação diretamente proporcional com o consumo de energia elétrica (X<sub>1</sub>): um aumento de 1% no consumo total de energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água, representa, em média, um crescimento de 0,77% da despesa com energia elétrica.

Conforme se imaginava, as despesas com energia elétrica respondem positivamente ao aumento de perdas por ligação (X<sub>11</sub>): um aumento de 1% nas perdas representa, em média, um aumento em 0,14% na despesa com energia elétrica. Este resultado poderia auxiliar os reguladores a estabelecerem incentivos para redução de perdas de água, uma vez que a relação entre as perdas e gastos indica que parte da energia elétrica utilizada pelas Companhias é desperdiçada no tratamento de água que não chega ao consumidor final e que, portanto, é funcionam em situação

de desequilíbrio e/ou ineficiência econômica. Essa metodologia já tem sido empregada pela ARSAE-MG nos municípios de Passos e Itabira (ARSAE, 2011c, 2012a).

No Modelo C, os parâmetros estimados para as variáveis de  $X_4$  e  $X_4^2$  indicam que uma maior verticalização guardaria uma relação não linear quadrática com as despesas de energia elétrica. Isto é, estas despesas seriam elevadas a taxas decrescentes na medida em que o indicador de economias/ligação se aproximasse de 2,26<sup>20</sup>. A partir desse valor foi possível verificar a presença de economias de escala, uma vez que aumentos nessa variável representariam redução das despesas com energia elétrica a taxas crescentes.

O Modelo apresenta indícios de que, em média, a despesa de energia elétrica é 29% maior nos municípios onde ocorre tratamento de esgoto em relação àqueles não há qualquer tipo de tratamento. Para os entes reguladores, este resultado poderia ser interpretado como um limite aceitável de elevação no dispêndio com energia elétrica a ser permitido tendo em vista a instalação de uma unidade de tratamento de esgoto, isto em um município que não dispusesse deste serviço anteriormente.

Os principais resultados do Modelo C estão sumarizados na Tabela 10.

---

<sup>20</sup> O Anexo II demonstra o cálculo do ponto crítico de economias/ligação.

Tabela 10: Resumindo os Resultados do Modelo de Despesa com Energia Elétrica

Situação	Variáveis Independentes	Gera um <b>aumento (redução)</b> na despesa com energia elétrica
Um aumento de 1% em	Consumo de Energia Elétrica Água (Log)	0,77%
	Perdas por Ligação (Log)	0,14%
Situação	Variáveis Independentes	Sua despesa com energia <b>aumenta (diminui)</b> à taxas <b>crecentes (decrecentes)</b>
Uma elevação em	Economias por Ligação <i>Relação não Linear Quadrática</i> <b>Ponto Crítico: 2,26</b>	Abaixo do Ponto Crítico: <b>Aumenta</b> a <b>Taxas Decrescentes</b>
		Acima do Ponto Crítico: <b>Diminui</b> a <b>Taxas Crescentes</b>
Situação	Variável Dummy	Sua despesa com energia elétrica será <b>maior (menor)</b> que a dos municípios que não possuem o serviço
Se o município possuir	Tratamento de Esgoto	28.90%

## Modelo de Despesa de Pessoal Total

Os custos com pessoal total apresentam dois componentes: despesas com pessoal próprio e com serviços de terceiros. As despesas com pessoal próprio são menos flexíveis, uma vez que as CESBs, em sua grande maioria, são controladas pelo setor público e enfrentam dificuldades burocráticas nos processos de contratação e desligamento de seus funcionários. Os custos com serviços de terceiros são mais flexíveis, estabelecidos contratualmente e com finalidades específicas.

No âmbito regulatório, um tratamento distinto entre as variáveis de despesa de pessoal e de serviços de terceiros poderia conceder aos prestadores incentivos não desejáveis. Isto é, caso seja percebido pelos prestadores um maior retorno sobre o trabalho terceirizado, estes poderiam abandonar as contratações de servidores, deixando de construir uma base de conhecimentos interna e contínua no setor, muitas vezes necessária a ampliação da eficiência operacional. Servidores que desempenham atividades operacionais tendem a ser mais produtivos à medida que acumulam maior experiência em suas funções, além de que o acúmulo de conhecimento auxilia a promover o caráter inovativo.

Algumas empresas do setor de energia elétrica passaram por processos de excessiva terceirização de seus serviços. Segundo Amâncio e Khouri (2001, p.10-26), os efeitos da terceirização sobre os serviços de eletricitários responderam por uma acentuada elevação nos índices de acidentes de trabalho no setor. Esses processos teriam desencadeado a flexibilização das normas trabalhistas, o rebaixamento do padrão salarial e dos benefícios dos trabalhadores, a substituição de mão-de-obra qualificada por desqualificada, além da inobservância às normas de segurança e medicina do trabalho, culminando numa elevada frequência de acidentes graves e fatais.

Para Giosa (1999, p.11) a terceirização “(...) é uma técnica moderna de administração e que se baseia num processo de gestão [...] com um objetivo único [...]: atingir melhores resultados, concentrando todos os esforços e energia da empresa para a sua atividade principal”. Girardi

(1999), por sua vez, destaca a racionalização dos recursos e a redução de custos provenientes desses processos.

Sendo assim, se utilizado de forma criteriosa, o processo de terceirização pode gerar efeitos positivos, pois é capaz de conceder uma grande flexibilidade aos prestadores de saneamento, de forma a atender prontamente a demandas inesperadas, sem ter que recorrer aos processos burocráticos de uma seleção pública. Por exemplo, as CESBs poderiam realizar contratos para o conserto de avarias em redes ocorridas em períodos de chuvas, uma vez que seria muito custoso manter um quadro fixo de funcionários especializados para atuar somente em alguns meses do ano. A terceirização viabiliza a economia de recursos e a maior agilidade no atendimento a algumas demandas específicas da população.

Para evitar o conflito de ideologias entre qual o componente do custo de pessoal total seria mais eficiente, seguro ou de maior qualidade, resolveu-se por tratá-los conjuntamente. Dessa forma, uma vez que é possível substituir custos de pessoal próprio por serviços de terceiros e vice-versa, foi possível considerar que o montante de despesas de pessoal total seria passível de gerenciamento pelos prestadores, tornando-o numa excelente variável para análise.

A fim de entender o impacto das variáveis perdas por ligação ( $X_{11}$ ), população total atendida com abastecimento de água ( $X_{13}$ ), economias por ligação ( $X_4$  e  $X_4^2$ ), tratamento de esgotos ( $X_5$ ) sobre a despesa de pessoal total ( $Y_4$ ) das prestadoras do Sudeste foi estimado o Modelo D:

#### Equação 28

$$\textbf{Modelo D: } Y_4 = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_4 X_{13} + \beta_2 X_4 + \beta_3 (X_4)^2 + \delta_1 X_5$$

Era de se esperar que a presença de um maior indicador de perdas demandasse maiores custos de pessoal, que trabalhariam na detecção dos vazamentos e reparação da tubulação dos prestadores. Outra variável que deveria apresentar influência na elevação da variável dependente seria a população atendida com água, isto porque quanto maior a população, maior será o número de empregados próprios e terceirizados necessários para atendê-la satisfatoriamente.

A verticalização pode apresentar efeitos ambíguos sobre as despesas com pessoal total. O acréscimo de pessoas vivendo próximas umas das outras não implicaria necessariamente na contratação de pessoal adicional para atendê-las, mas sim em um aumento da produtividade dos funcionários já empregados na Companhia, situação que caracterizaria a existência de economias de escala.

Em contraposição, as maiores cidades, e mais verticalizadas, empregam grande parte dos funcionários com cargos administrativos. Tais cargos são responsáveis pelo gerenciamento das CESBs e seu trabalho contribui para o conjunto dos municípios em que as Companhias atuam. Adicionalmente, esses cargos detêm os salários mais elevados, contribuindo para o aumento considerável da folha de pagamento. Portanto, é necessário o estabelecimento de critérios de rateio das despesas com esses funcionários entre os demais municípios. Esses critérios não são especificados pelo SNIS.

Caso esses custos não sejam efetivamente rateados, os maiores municípios concentrariam altas despesas, o que poderia eliminar o efeito das economias de escala. O mesmo pode ocorrer se os critérios de rateio determinarem altos pesos para as cidades mais verticalizadas. A exclusão das cidades com populações maiores que um milhão de habitantes da amostra, citada no Capítulo 3, teve como um dos objetivos mitigar esse problema, uma vez que não são disponíveis informações sobre os critérios adotados pelas CESBs analisadas em relação à distribuição destes custos entre os municípios atendidos. Porém, mesmo que em menor escala, as cidades pólo regionais também possuem alta concentração de funcionários administrativos e permaneceram na base de dados utilizada nesta dissertação.

Adicionalmente, a variável *dummy* de tratamento de esgoto foi inserida a fim de verificar os diferenciais de despesas de pessoal total por esta atividade frente à prestação de serviços de água ou de água e coleta de esgoto. A atividade de tratamento de esgoto leva a contratação de funcionários ou de terceirização adicional para realizar a manutenção e operação das Estações de

Tratamento de Esgotos (ETEs) e interceptores. Portanto, imagina-se que as despesas de pessoal sejam maiores em municípios que dispõem de tratamento de esgotos.

Os resultados obtidos no Modelo D são exibidos na Tabela 11:

**Tabela 11: Resultados do Modelo de Despesa de Pessoal Total**

Símbolo	Variável Dependente	Despesa de Pessoal Total (Y4) Modelo D
	Variáveis Independentes	
<b>X<sub>11</sub></b>	<b>Perdas por Ligação</b>	0,147767* (0,290788)
<b>X<sub>13</sub></b>	<b>População Urbana Atendida com Água</b>	0,9468246* (0,0138991)
<b>X<sub>4</sub></b>	<b>Economias por Ligação</b>	-1,055793** (0,5043035)
<b>(X<sub>4</sub>)<sup>2</sup></b>	<b>(Economias por Ligação)<sup>2</sup></b>	0,3104216** (0,140101)
<b>X<sub>5</sub></b>	<b>Tratamento de Esgoto (variável <i>dummy</i>)</b>	0,5200898* (0,0293523)
	<b>Constante</b>	4,800102* (0,3319519)
<b>R<sup>2</sup></b>		0,92
<b>F</b>		2894,65
<b>n</b>		1081

**Notas:** \*Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* Significativo a 10%.  
Erros padrões entre parênteses.

Os resultados do Modelo D indicam, conforme esperado, que a variável dependente responde positivamente a maiores perdas por ligação ( $X_{11}$ ): um aumento de 1% nas perdas representa, em média, um aumento em 0,15% na despesa com pessoal total.

No mesmo sentido, a elevação de 1% na população urbana atendida com serviços de água ( $X_{13}$ ) responderia, em média, por um aumento de 0,91% nas despesas com pessoal total.

Os efeitos ambíguos da verticalização sobre as despesas com pessoal total puderam ser mensurados. Os parâmetros estimados para as variáveis  $X_4$  e  $X_4^2$  exibiram uma relação não linear quadrática com a variável dependente. Entretanto, essa relação tem efeitos diferentes das percebidas nos Modelos A e C. Naquelas regressões a relação era “côncava para baixo”<sup>21</sup> apontando para um ponto crítico de máximo, enquanto no Modelo D essa relação é “côncava para cima”<sup>22</sup> revelando um ponto crítico de valor mínimo na função. Isto é, as despesas de pessoal seriam reduzidas a taxas crescentes na medida em que o indicador de economias/ligação se aproximasse de 2,52, revelando economias de escala até este limite. A partir desse valor surgem deseconomias de escala, uma vez que aumentos nessa variável representariam elevação das despesas com pessoal total a taxas crescentes. O cálculo do ponto crítico e a forma funcional dessa relação estão evidenciados no Anexo II.

Adicionalmente, o modelo também indica que, em média, a despesa com pessoal total é 52% maior nos municípios cujas concessionárias fornecem serviços de tratamento de esgotos ( $X_5$ ) em relação àqueles não possuem tais serviços. Para os entes reguladores, este resultado poderia ser interpretado como um limite aceitável de elevação no gasto com pessoal total a ser permitido tendo em vista a instalação de uma unidade de tratamento de esgoto, isto em um município que não dispunha deste serviço anteriormente.

Os principais resultados do Modelo D estão sumarizados na Tabela 12.

---

<sup>21</sup> Parábola em formato de “U” invertido, vide Anexo II.

<sup>22</sup> Parábola em formato de “U”, vide Anexo II.

Tabela 12: Resumindo os Resultados do Modelo de Despesa de Pessoal Total

Situação	Variável Independente	Gera um <b>aumento (redução)</b> na despesa com pessoal
Um aumento de 1% em	Perdas por Ligação (Log)	0,15%
	População Atendida com Água (Log)	0,95%
Situação	Variáveis Independentes	Sua despesa com pessoal <b>aumenta (diminui)</b> à taxas <b>crecentes (decrecentes)</b>
Uma elevação em	Economias por Ligação <i>Relação não Linear Quadrática</i> <b>Ponto Crítico: 2,52</b>	Abaixo do Ponto Crítico: <b>Diminui a Taxas Decrescentes</b>
		Acima do Ponto Crítico: <b>Aumenta a Taxas Crescentes</b>
Situação	Variável Dummy	Sua despesa com pessoal será <b>maior (menor)</b> que a dos municípios que não possuem o serviço
Se o município possuir	Tratamento de Esgoto	52,00%

## Conclusões

O presente trabalho se propunha a resolver dois questionamentos. O primeiro era mensurar a relação entre as tarifas médias de água e de esgoto para os prestadores regionais do Sudeste do Brasil frente às suas despesas. O segundo, realizar uma avaliação dos determinantes dos principais custos destes prestadores, sobremaneira pessoal próprio, serviços de terceiros e energia elétrica.

Dessa forma, a partir das informações retiradas do SNIS referentes ao ano de 2010, realizou-se uma análise da situação das prestadoras regionais de saneamento que atuam no Sudeste do país. Mais especificamente, foram aplicados modelos de regressão múltipla pelo Método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), a partir de conjuntos de variáveis-chave selecionadas.

O primeiro questionamento foi respondido por meio dos modelos de tarifa média. Tanto no modelo de determinação da tarifa de água (Modelo A) quanto no de tarifa de esgoto (Modelo B) foi possível constatar relações estatísticas positivas e significativas entre as despesas totais de serviços e as tarifas médias. Dessa forma, pôde ser aceita a hipótese inicial desta dissertação. Tal hipótese afirmava que a precificação pelo custo de serviço, que teve longa vigência entre os prestadores de serviços de saneamento, permitia que maiores custos, mesmo que imprudentes, fossem repassados às tarifas.

Em relação aos fatores de controle escolhidos para os Modelos A e B, pode-se dizer que as variáveis: população urbana atendida por água, inadimplência, consumo per capita de água, perdas por ligação e quantidade de pessoal próprio, quando aumentados, elevam as tarifas médias de água. A população urbana atendida por esgoto e a extensão de rede por ligações, quando aumentados, elevam as tarifas médias de esgoto. Todas essas variações ocorreram de acordo com as expectativas teóricas.

A verticalização, representada pelo indicador de economias/ligação, apresentou resultados ambíguos sobre a tarifa média de água. Em uma relação não linear quadrática, as tarifas seriam elevadas a taxas decrescentes na medida em que este indicador variasse entre 1 e 1,67. A partir deste ponto crítico, aumentos na verticalização exibiriam reduções das tarifas médias de água a taxas crescentes, o que evidenciaria a presença de economias de escala para municípios de população mais concentrada. As tarifas de esgoto, por sua vez, crescem na medida em que se aumenta a verticalização, em uma relação observada como linear.

Cada uma das CESBs analisadas têm quadros tarifários distintos. Tentou-se controlar esse fator por meio da inclusão de variáveis *dummy* para os prestadores com maior número de municípios. Os modelos indicaram que a SABESP é a prestadora que cobra, em média, as menores tarifas médias de água e as maiores de esgoto. A COPASA, por sua vez, apresentou as maiores tarifas médias de água e as menores de esgoto. Estes resultados podem ser bons indícios da prática de subsídios cruzados entre serviços na Companhia mineira como forma de promoção a adesão ao esgotamento sanitário, conforme informações da Agência Reguladora estadual – ARSAE-MG.

Entre as Companhias analisadas, a tarifa de esgoto era estabelecida como um percentual fixo sobre o faturamento de água, percentual este que diferia para cada um dos prestadores. Daí surgiu a necessidade de considerar a tarifa média de água como uma das variáveis explicativas da tarifa média de esgoto. O Modelo B mensurou que um aumento de 1% na tarifa média de água responde por um crescimento de 0,91% da tarifa média de esgoto.

Era esperado que as tarifas médias de esgoto fossem maiores em municípios que tivessem a disponibilidade dos serviços de tratamento. Quando os esgotos são apenas coletados, a estrutura necessária para a prestação dos serviços é relativamente simples, composta por tubulações para a coleta e disposição final dos dejetos no curso d'água, além de eventuais sistemas de bombeamento. O tratamento é um procedimento muito mais complexo, que contém todas as etapas da coleta somadas a uma estrutura industrial de tratamento e controle dos esgotos antes de sua disposição final. É necessário que os investimentos e os custos de operação adicionais sejam,

respectivamente, remunerados e cobertos, sugerindo tarifas médias de tratamento de esgoto mais elevadas que as de coleta.

Os resultados da regressão sobre a tarifa média de esgoto (Modelo B) confirmam a expectativa acima: municípios que possuem tratamento de esgotos teriam, em média, tarifas de esgoto apenas 6% maiores que os demais. No entanto, essa estatística foi considerada muito baixa, ensejando uma análise mais aprofundada sobre os quadros tarifários das CESBs. Essa análise revelou que, no ano de 2010, apenas uma das concessionárias estudadas, a CESAN, apresentava diferenciação expressa entre valores cobrados pelos serviços de coleta e tratamento dos esgotos.

Imaginou-se, então, que o déficit dos serviços de tratamento de dejetos no Brasil poderia ser acentuado por desincentivos tarifários. Isto é, nos prestadores sem diferenciação das tarifas a introdução do tratamento de esgoto não promoveria elevação de faturamento, além de majorar os custos de operação do sistema. Essa combinação resultaria em queda da rentabilidade das Companhias à medida que os serviços de tratamento de esgotos se aproximassem da universalização.

A possível presença de desincentivos tarifários forneceu uma motivação ainda mais robusta para a análise de custos das firmas, o que relembra a segunda hipótese desta dissertação. Uma vez constatada a relevância das despesas na determinação das tarifas médias de água e esgoto, partiu-se para a análise de um conjunto de variáveis explicativas das despesas de pessoal total (pessoal próprio + serviços de terceiros) e energia elétrica, que são as parcelas mais expressivas das despesas totais com os serviços.

Os modelos de despesas com energia elétrica (Modelo C) e pessoal total (Modelo D) exibem variações positivas dessas variáveis frente a aumentos no indicador de perdas por ligação. Estes resultados poderiam auxiliar os reguladores a estabelecerem incentivos para redução de perdas de água, uma vez que a relação entre as perdas e gastos indica que parte da energia elétrica utilizada pelas Companhias é desperdiçada no tratamento de água que não chega ao consumidor final e que, portanto, é mal gerenciada. Essa metodologia já tem sido empregada pela ARSAE nos

municípios de Passos e Itabira (ARSAE, 2011c, 2012a). A presença de maiores perdas também parece demandar elevações nos custos de pessoal, que trabalhariam na detecção dos vazamentos e reparação da tubulação dos prestadores.

Quanto maior a população atendida com água mais elevadas as despesas com pessoal. Cabe ressaltar que o SNIS não estabelece critérios de rateio a serem empregados sobre os custos de pessoal administrativo dos prestadores, o que pode ter influenciado fortemente esse resultado. Caso essas despesas não sejam efetivamente rateadas, os maiores municípios concentrariam os valores desses salários, o que poderia eliminar efeitos relacionados às economias de escala. A população atendida não teve efeitos estatisticamente significativos sobre as despesas de energia elétrica.

No Modelo C, há indícios de que uma maior verticalização guardaria uma relação não linear quadrática com as despesas de energia elétrica. Isto é, estas despesas seriam elevadas a taxas decrescentes na medida em que o indicador de economias/ligação variasse de 1 até 2,26. A partir deste valor foi possível verificar a presença de economias de escala, uma vez que aumentos nessa variável representariam redução das despesas com energia elétrica a taxas crescentes.

Os efeitos da verticalização sobre as despesas com pessoal total também puderam ser mensurados, exibindo uma relação não linear quadrática com a variável dependente. Entretanto, essa relação tem efeitos diferentes das percebidas nos Modelos A e C. Naquelas regressões a relação apontava para um ponto crítico máximo, enquanto no Modelo D a relação revela um ponto crítico de valor mínimo na função. Isto é, as despesas de pessoal seriam reduzidas a taxas crescentes na medida em que o indicador de economias/ligação variasse de 1 a 2,52, revelando economias de escala até este limite. A partir desse valor surgem deseconomias de escala, uma vez que aumentos nessa variável representariam elevação das despesas com pessoal total a taxas crescentes.

Os resultados referentes às despesas estão em consonância com os obtidos em relação às tarifas médias. O custeio de pessoal total dos municípios que detêm serviços de tratamento de esgotos<sup>23</sup> é 52% maior que o dos demais, enquanto as despesas de energia elétrica chegam a ser 29% superiores. Portanto, os desincentivos aos serviços de tratamento dos esgotos permanecem. Isto é, em prestadores que não realizam diferenciação tarifária, não existe receita adicional referente à introdução dos serviços de tratamento, enquanto isso, seus principais custos operacionais se elevam. Combinados, esses efeitos deflagrariam a queda da rentabilidade desses prestadores, na medida em que fossem ampliados os serviços de tratamento dos esgotos.

Atualmente, os investimentos em tratamento dos efluentes estão muito aquém das necessidades do Brasil e, ao que este estudo indica, uma das possíveis explicações seriam os mencionados desincentivos tarifários. Dentre os grandes malefícios ambientais que a ausência de tratamento de esgotos promove, considera-se que quanto mais poluídos estiverem os cursos d'água, maiores serão as despesas para tornar as águas potáveis em um futuro próximo. Sendo assim, além desta ser uma questão ambiental, constitui-se também em um problema de ordem econômica.

Hutton (2007) fortalece esse argumento, revelando que no grupo de países da OMS que inclui o Brasil, estima-se uma economia anual de até 46 dólares em saúde para cada dólar investido em saneamento. As pessoas adoeceriam menos e passariam a ter uma vida mais produtiva, reduzindo a necessidade de gastos com a saúde e gerando maior retorno econômico.

Para eliminar os desincentivos tarifários ao tratamento dos esgotos, seria importante uma reestruturação tarifária do setor de saneamento, papel das Agências Reguladoras. A reformulação das tarifas deveria reduzir a subsídio cruzada entre os serviços de água e esgoto, fazendo com que a prestação de cada um dos serviços pudesse alcançar equilíbrio econômico através de sua própria arrecadação. Sem mensurar os subsídios seria impossível eliminá-los. A Lei 11.445/2007 indica a segregação de custos e receitas por municípios e por tipo de serviço prestado em seu art. 18, supondo essa necessidade.

---

<sup>23</sup> Apenas a disponibilidade dos serviços de tratamento de esgotos já configurava se o município detinha ou não a prestação dos serviços. Ressalta-se, novamente, que a abrangência ou qualidade do esgoto tratado não foram analisadas nesta dissertação, itens que poderiam contribuir com a elevação dos efeitos verificados sobre custo de pessoal total e de despesas com energia elétrica.

Por fim, os serviços de coleta de esgoto deveriam apresentar tarifas inferiores às daquelas dos serviços de tratamento. Cada uma das diferentes atividades carece de um cálculo de equilíbrio econômico-financeiro individual, de forma a promover a cobertura dos custos e a justa remuneração aos investimentos prudentes. Só assim seria possível promover incentivos ao investimento no tratamento dos efluentes.

As relações encontradas nesta dissertação são um interessante ponto de partida para a comparação entre municípios, de forma a estabelecer mecanismos de monitoramento de custos e avaliações de eficiência e eficácia dos prestadores, conforme preconizado no Art.23 incisos VI e VII da Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Porém, entende-se que os modelos utilizados apresentam limitações e, portanto, novas análises devem ser feitas com uma modelagem estatística mais sofisticada, utilizando métodos de regressão para variáveis que apresentam distribuições log-normais.

Ressalta-se que os resultados obtidos no presente trabalho devem ser cuidadosamente analisados. Seu objetivo era contribuir para a discussão sobre o uso do *benchmarking* pelas agências reguladoras de saneamento no Brasil, utilizando dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS).

É importante notar que esta dissertação buscava obter um maior entendimento sobre a questão tarifária e a estrutura dos principais custos das prestadoras regionais de saneamento do Sudeste brasileiro. Supõe-se que alguns dos resultados obtidos possam apresentar efeitos similares em outras CESBs das demais regiões do país, no entanto, não é possível afirmá-lo de maneira categórica sem a realização de estudos mais profundos. Prestadores locais e microrregionais, por sua vez, apresentam características muito distintas das Companhias regionais, sendo assim, para analisá-los seriam necessários estudos aplicados às suas especificidades.

## Referências Bibliográficas

- ABREU et al, Marcelo Paiva. **A Ordem do Progresso**. Ed Elsevier. Rio de Janeiro, 1990.
- ALMEIDA, B. **A Regulação Econômica no Setor de Telefonia e o Caso Brasileiro**. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR-Dissertação de Mestrado, 2001.
- AMÂNCIO, V. M. A.; KHOURI, M. A. **Efeitos da Terceirização nas Condições de Segurança e Saúde dos Trabalhadores do Setor Elétrico do Ceará**. In: SINAIT – Sindicato Nacional dos Auditores Fiscais do Trabalho. *A Flexibilização das Normas Trabalhistas e a Atuação dos Auditores Fiscais do Trabalho – Resultado do Concurso do 19º ENAFIT (São Luís do Maranhão, 2000)*. Brasília : SINAIT, 2001.
- ANDRADE, Daniel; ROMEIRO, Ademar. **Capital Natural, Serviços Ecológicos e Sistema Econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”**. *Economia* 12(1):3-26. Brasília, 2011.
- ANEEL. **Notas Técnicas do 3º Ciclo de Revisão Tarifária das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica** – Audiência Pública (Nota Técnica 269). Brasília, 2010.
- ARAÚJO, João. **Modelos de formação de preços na regulação de monopólios**. *Econômica*, v3, n. 1, p. 35-66, 2001.
- ARSAE-MG. **Nota Técnica 003/2011** - Metodologia para o cálculo de reajuste tarifário, 2011a.
- ARSAE-MG. **Nota Técnica 004/2011** - Detalhamento do cálculo do reajuste tarifário da Companhia de Saneamento de Minas Gerais, COPASA-MG, e das tarifas definidas na Resolução ARSAE-MG 004/2011, 2011b.
- ARSAE-MG. **Nota Técnica 10/2011** - Detalhamento do Cálculo da Revisão Tarifária do SAAE de Passos, 2011c.
- ARSAE-MG. **Nota Técnica 04/2012** - Detalhamento do Cálculo da Revisão Tarifária do SAAE de Itabira., 2012a.
- ARSAE-MG. **Nota Técnica 04/2012** - Detalhamento do cálculo do reajuste tarifário da Companhia de Saneamento de Minas Gerais, COPASA-MG, e das tarifas a serem aplicadas a partir de maio de 2012, 2012b.

- ARSAE-MG. **Nota Técnica 05/2013** - Detalhamento do cálculo do reajuste tarifário da Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/A - COPANOR, e das tarifas a serem aplicadas a partir de junho de 2013, 2013.
- BARBI, Samuel A. ; CORTES, L. S. **A Atuação da Fiscalização Econômico-Financeira sobre os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário no Estado de Minas Gerais: Perspectivas e Desafios**. In: VIII Congresso Brasileiro de Regulação - ABAR, 2013, Fortaleza. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Regulação, 2013a.
- BARBI, Samuel A.; CORTES, L. S. **Avaliação dos Componentes da Tarifa Média e da Estrutura de Custos das Prestadoras Regionais de Saneamento do Sudeste: um Estudo Baseado no SNIS 2010**. In: VIII Congresso Brasileiro de Regulação - ABAR, 2013, Fortaleza. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Regulação, 2013b.
- BERG, Sanford. **Introduction to the Fundamentals of Incentive Regulation**. Public Utility Research Center. University of Florida, 2000.
- BRASIL. **Lei n° 6.528/78**, de 11 de maio de 1978. Dispõe sobre as tarifas dos serviços públicos de saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, 1978.
- BRASIL. **Decreto n° 82.587/78**, de 6 de novembro de 1978. Regulamenta a Lei n° 6.528, de 11 de maio de 1978, que dispõe sobre as tarifas dos serviços públicos de saneamento e dá outras providências. Brasília, 1978.
- BRASIL. **Lei n° 11.445/07**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007.
- BRASIL. **Decreto n° 7.217/10**, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, 2010.
- BUCCINI, A.; BARBI, Samuel A.; MARTINS, M. **Desvendando o mito do subsídio cruzado no Brasil: um estudo baseado no SNIS 2010**. In: VIII Congresso Brasileiro de Regulação - ABAR, 2013, Fortaleza. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Regulação, 2013.
- COSTA, André Monteiro. **Análise Histórica do Saneamento no Brasil**. ENSP – Fiocruz. Rio de Janeiro, 1994.
- COSTA, Nilson do Rosário. **Política Pública, Ambiente e Qualidade de Vida: Revisitando o PLANASA**. Revista de Administração Pública 25(2):31-9. Rio de Janeiro, 1991.

- COSTA, Nilson do Rosário. Política Social e Ajuste Macroeconômico. Caderno de Saúde Pública 18 (Suplemento):13-21. Rio de Janeiro, 2002.
- DE WITTE, Kristof & MARQUES, Rui. **Designing incentives in local public utilities, an international comparison of the drinking water sector.** Center for Economic Studies - Discussion papers ces0732, Katholieke Universiteit Leuven, Centrum voor Economische Studiën, 2007.
- DE WITTE, Kristof & MARQUES, Rui. **Influential observations in frontier models, a robust non-oriented approach to the water sector.** Katholieke Universiteit Leuven, 2010a.
- DE WITTE, Kristof & MARQUES, Rui. **Designing performance incentives, an international benchmark study in the water sector.** CEJOR (2010) 18:189–220. Katholieke Universiteit Leuven, 2010b.
- DRIABE, Sônia Miriam. **O Welfare State no Brasil: Características e Perspectivas.** Caderno de Pesquisa n.08. UNICAMP, NEPP. Campinas, 1993.
- ERSAR, **Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal (2010): Sumário Executivo.** Ed Maiadouro. Lisboa, 2011.
- FAGANI, Eduardo. **Política social e Pactos Conservadores no Brasil:1964/92.** Economia e Sociedade (8): 183-238. Campinas, 1997.
- GALVÃO et al. **Marcos regulatórios estaduais em saneamento básico no Brasil.** Fortaleza, 2008a.
- GALVÃO et al. **Regulação: Normatização da Prestação de Serviços de Água e Esgoto.** Fortaleza: Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE, 2008b.
- GALVÃO, Alceu Jr. et al. Marcos Regulatórios Estaduais em Saneamento Básico no Brasil. Revista de Administração Pública 43(1) 207-27. Rio de Janeiro, 2009.
- GALVÃO, Alceu Jr. et al. **Regulação do Saneamento Básico.** Ed. Manole. Barueri, 2013.
- GIOSA, Lívio A. **Terceirização uma abordagem estratégica.** 5ª edição. São Paulo: Pioneira, 1999.
- GIRARDI, Dante. **A Importância da Terceirização nas Organizações.** Revista de Ciências da Administração. Florianópolis, UFSC, V.1, fevereiro de 1999.

- HUTTON G., Haller L. & Bartram J. **Global Cost-Benefit Analysis of Water Supply And Sanitation Interventions**. Journal of Water and Health, 2007.
- IRAR, **Sistema de Avaliação da Qualidade dos Serviços de Águas e Resíduos Prestados aos Utilizadores: 1ª Geração do Sistema de Indicadores de Qualidade de Serviço**. Ed Europress. Lisboa, 2009.
- JAMISON, Mark A. **Price Cap and Revenue Cap Regulation**. Encyclopedia of Energy Engineering and Technology, Vol. 3, ed., Barney Capehart, pp. 1245-1251. New York: CRC Press, Taylor and Francis, 2007a
- JAMISON, Mark A. **Rate of Return Regulation**. Encyclopedia of Energy Engineering and Technology, Vol. 3, ed., Barney Capehart, pp. 1252-1257. New York: CRC Press, Taylor and Francis, 2007b
- JOSKOW, Paul L. **Regulation of Natural Monopolies**. Handbook of Law and Economics, 2007.
- KING, Stephen P. **Principles of price cap regulation**. Infrastructure regulation and market reform: Principles and Practice. Camberra, Australia, 1998.
- KUPFER, D. & HASENCLEVER. **Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil**. Editora Campus, Rio de Janeiro, 2002.
- MARQUES, Rui Cunha. **Regulação de Serviços Públicos: Fundamentos Teóricos da Regulação Regulação por Comparação**. Ed Sílabo: Lisboa, 2005.
- MARQUES, Rui Cunha. **A yardstick competition model for Portuguese water and sewerage services regulation**. Utilities Policy, Elsevier, vol. 14(3), pages 175-184, September, 2006.
- MARQUES, Rui Cunha. **A Regulação dos Serviços de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais: Uma Perspectiva Internacional**. Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2011.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SNIS: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2010**. Brasília, 2012a.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Glossário de Indicadores**. Brasília, 2012b.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Glossário de Informações**. Brasília, 2012c.
- PINDYCK, Robert S., RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- REZENDE, Sonaly. **Consequências das Migrações Internas nas Políticas de Saneamento no Brasil: uma avaliação crítica do PLANASA**. XIII ABEP. Campinas, 2002.

- REZENDE, Sonaly. **O Saneamento no Brasil: Políticas e Interfaces**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.
- SAPPINGTON, David. **Price Regulation and Incentives**. University of Florida. Gainesville, 2000.
- SCHOTTER, A. **Microeconomics: A Modern Approach**. New York: Harper Collins College, 1994.
- SEIS. **Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento: Relatório de Pesquisa**. Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, 2012.
- SILVA, Hamilton. **Eficiência de Custos na Revisão Tarifária Periódica: A Abordagem de Empresa de Referência e a Atuação de Grupos de Interesse**. II Prêmio SEAE – 3º Lugar Regulação Econômica. Vila Velha, 2007.
- SILVA, W. ; MOREIRA, J. ; POLIZZI, R. ; BARBI, Samuel A. ; NETTO, T. **Os Desafios da Universalização do Acesso ao Esgotamento Sanitário no Estado de Minas Gerais**. In: VIII Congresso Brasileiro de Regulação - ABAR, 2013, Fortaleza. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Regulação, 2013.
- SOUSA, Ana Cristina; COSTA, Nilson R. **Incerteza e dissenso: os Limites Institucionais da Política de Saneamento Brasileira**. Revista de Administração Pública 47(3): 587-599. Rio de Janeiro, 2013.
- TUROLLA, Frederico A. **Política de Saneamento Básico: Avanços Recentes e Opções Futuras de Políticas Públicas**. Texto para Discussão N ° 922 IPEA. Brasília, 2002.
- VARIAN, Hal R. **Microeconomia: Princípios Básicos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria: uma Abordagem Moderna**. Ed. Thomson. São Paulo, 2005.

## ANEXO I – Matrizes de Correlação

### Matriz de Correlação do Modelo A – Tarifa Média de Água

```
. corr ltarifmed_a ldts_mfat lpopatendurb_a conspercapita evasaorec lperdas_lig pp_1000lig_a copasa sabesp econlig econlig2 if
> abrangprest="Regional"
(obs=1074)
```

	ltarif~a	ldts_m~t	lpop~b_a	consp~a	evasao~c	lperda~g	pp_100~a	copasa	sabesp	econlig	econlig2
ltarifmed_a	1.0000										
ldts_mfat	0.6073	1.0000									
lpopatendu~a	0.1763	-0.0910	1.0000								
conspercap~a	-0.0858	-0.1273	0.2904	1.0000							
evasaorec	0.3517	0.0923	0.0683	0.1514	1.0000						
lperdas_lig	0.1439	0.0689	0.5152	0.3173	0.0557	1.0000					
pp_1000lig_a	0.3265	0.3443	0.0124	0.0732	0.0792	0.1004	1.0000				
copasa	0.6333	0.4302	-0.1514	-0.6082	-0.1256	-0.2040	0.1649	1.0000			
sabesp	-0.6371	-0.4523	0.0804	0.3925	0.0031	0.1426	-0.2444	-0.7640	1.0000		
econlig	0.2390	0.0757	0.5282	0.3857	0.1123	0.3504	0.0776	-0.1136	-0.1555	1.0000	
econlig2	0.1812	0.0431	0.4693	0.3618	0.0967	0.3089	0.0708	-0.1235	-0.1039	0.9804	1.0000

### Matriz de Correlação do Modelo B – Tarifa Média de Esgoto

```
. corr ltarifmed_e copasa sabesp lpopatend_e ltarifmed_a ldts_mfat edt econlig ltextrede_lig_e linv_e if abrangprest="Regional"
(obs=464)
```

	ltarif~e	copasa	sabesp	lpop~d_e	ltarif~a	ldts_m~t	edt	econlig	ltext~g_e	linv_e
ltarifmed_e	1.0000									
copasa	-0.1376	1.0000								
sabesp	0.2617	-0.8757	1.0000							
lpopatend_e	0.3092	0.2660	-0.2638	1.0000						
ltarifmed_a	0.2974	0.7781	-0.7034	0.4460	1.0000					
ldts_mfat	0.2889	0.3662	-0.1478	-0.0718	0.4188	1.0000				
edt	0.0916	-0.4913	0.4061	-0.0843	-0.4210	-0.2443	1.0000			
econlig	0.2119	0.0796	-0.2445	0.4948	0.2720	-0.1043	-0.0133	1.0000		
ltextrede_l~e	0.1483	-0.0890	0.1966	-0.3030	-0.1298	0.1486	0.0809	-0.0948	1.0000	
linv_e	0.3166	0.2718	-0.2666	0.7037	0.4411	0.1855	-0.2363	0.4318	-0.1994	1.0000

### Matriz de Correlação do Modelo C – Despesa de Energia Elétrica

```
. corr ldespee lconsee_a lperdas_lig edt econlig econlig2 if abrangprest="Regional"
(obs=1046)
```

	ldespee	lconse~a	lperda~g	edt	econlig	econlig2
ldespee	1.0000					
lconsee_a	0.9328	1.0000				
lperdas_lig	0.5526	0.5133	1.0000			
edt	0.2883	0.2454	0.1108	1.0000		
econlig	0.4602	0.3606	0.3541	-0.0352	1.0000	
econlig2	0.4118	0.3167	0.3127	0.0002	0.9804	1.0000

### Matriz de Correlação do Modelo D – Despesa de Pessoal Total

```
. corr ldespestotal lperdas_lig econlig econlig2 lpopatend_a edt if abrangprest=="Regional"
(obs=1081)
```

	ldesp~al	lperda~g	econlig	econlig2	lpop~d_a	edt
ldespestotal	1.0000					
lperdas_lig	0.5462	1.0000				
econlig	0.4746	0.3508	1.0000			
econlig2	0.4287	0.3090	0.9804	1.0000		
lpopatend_a	0.9401	0.5226	0.5344	0.4744	1.0000	
edt	0.3779	0.1340	-0.0285	0.0052	0.2129	1.0000

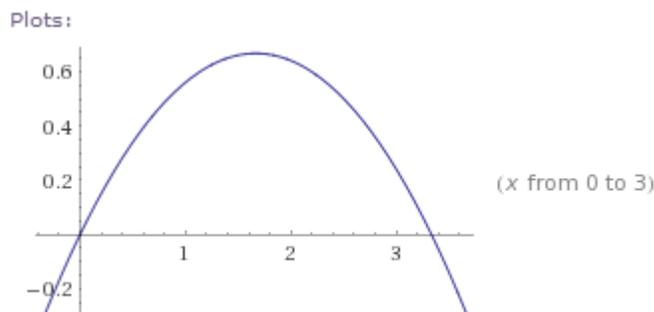
## ANEXO II – Cálculo dos Pontos Críticos

Este anexo apresenta os cálculos dos pontos críticos para os modelos em que a variável de economias/ligação ( $X_4$  e  $X_4^2$ ) apresentou relação não-linear quadrática com as variáveis explicadas.

É importante ressaltar que o número de economias/ligação sempre assumirá valores maiores que um, já que para cada ligação tem que existir ao menos uma economia.

### MODELO A – Tarifa Média de Água

$$y = -0.24x^2 + 0.8x$$



Global maximum:

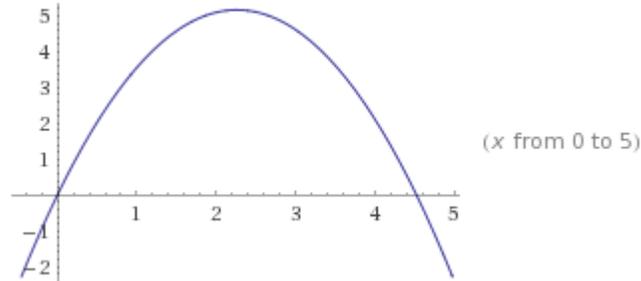
$$\max\{y = -0.24x^2 + 0.8x\} = \frac{2}{3} \text{ at } x = \frac{5}{3}$$

$$X=1,67$$

### MODELO C – Despesa com Energia Elétrica

$$y = -1.01 x^2 + 4.57 x$$

Plots:



Global maximum:

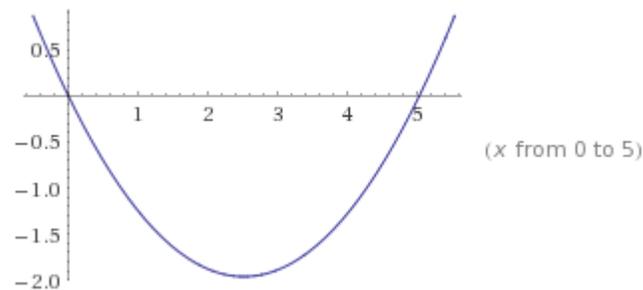
$$\max\{y = -1.01 x^2 + 4.57 x\} = \frac{208849}{40400} \text{ at } x = \frac{457}{202}$$

$$X=2,26$$

### MODELO D – Despesa com Pessoal Total

$$y = 0.31 x^2 - 1.56 x$$

Plots:



Global minimum:

$$\min\{y = 0.31 x^2 - 1.56 x\} = -\frac{1521}{775} \text{ at } x = \frac{78}{31}$$

$$X=2,52$$