



**Pró-Reitoria Acadêmica
Escola de Gestão de Negócios
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Economia**

**Eficiência de Empresas Públicas: Uma Aplicação às
Empresas de Saneamento no Brasil**

**Autora: Cíntia Leal Marinho de Araujo
Orientador: Prof. Dr. Wilfredo F. Leiva Maldonado**

**Brasília – DF
2018**

CÍNTIA LEAL MARINHO DE ARAUJO

**EFICIÊNCIA DE EMPRESAS PÚBLICAS:
UMA APLICAÇÃO ÀS EMPRESAS DE SANEAMENTO NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Strictu sensu* em Economia da Universidade Católica de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Wilfredo F. Leiva Maldonado.

**Brasília
2018**

A663e Araujo, Cíntia Leal Marinho de.
Eficiência de empresas públicas: uma aplicação às empresas de saneamento no Brasil / Cíntia Leal Marinho de Araujo. – 2018.
54 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Brasília, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Wilfredo F. Leiva Maldonado.

1. Regulação. 2. Empresa Pública. 3. Eficiência. I. Maldonado, Wilfredo F. Leiva. II. Título.

CDU 33



Dissertação de autoria de Cíntia Leal Marinho de Araújo, intitulada “*Eficiência de Empresas Públicas: Uma Aplicação às Empresas de Saneamento no Brasil.*”, requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia, defendida e aprovada, em 26 de fevereiro de 2018, pela banca examinadora constituída por:

Prof. Dr. Wilfredo Fernando Leiva Maldonado
Orientador
Universidade Católica de Brasília - UCB

Profa. Dra. Paula Virginia Tófoli
Examinadora Interna
Universidade Católica de Brasília - UCB

Prof. Dr. Carlos Manuel Baigorri
Examinador Externo
Agência Nacional de Telecomunicações - Anatel

Brasília-DF
2018

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por essa vida de imensas oportunidades. À minha família pelos estímulos e incentivos, especialmente à minha irmã Aline por ser, desde que nasceu, um incentivo aos meus estudos, à minha mãe Célia pelo exemplo de independência e segurança, ao meu pai Marcos por saber exigir e me estimular a ser melhor, ao meu padrasto João pelo comprometimento e companheirismo comigo e minha família, aos meus avós Maria Luiza e Jayme, agradeço em memória, por terem sido tão importantes na minha vida. Agradeço especialmente ao meu marido Marçal pelo apoio, incentivo, companheirismo e cumplicidade, mas principalmente por ser um exemplo, como ser humano e profissional, que faz com que eu saiba que sempre posso me dedicar mais.

Agradeço aos meus colegas de trabalho da ANA e da COSER pelo suporte nesses dois anos. Agradeço ainda ao Carlos Motta e a Lígia Araújo pelos incentivos e oportunidades para que eu pudesse desenvolver meu trabalho como economista na ANA.

Agradeço aos meus colegas de mestrado, especialmente ao grupo de estudo da UCB, Alexandre Fernandes, Daniel Lopes e Vivileine, pelos finais de semana e feriados de estudo e companheirismo, sem o apoio de vocês não seria possível. Por fim, agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Wilfredo Maldonado, por toda a paciência e dedicação, pelas inúmeras reuniões semanais, e principalmente por ter aceitado desenvolver esse estudo na área de regulação.

“Nós não devemos desconfiar dos mercados, devemos apenas saber regulá-los bem” (Jean Tirole)

RESUMO

Referência: ARAUJO, Cíntia Leal Marinho. **Eficiência de Empresas Públicas**: Uma Aplicação às Empresas de Saneamento no Brasil. 54 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2018.

Esse trabalho tem o objetivo de tratar da eficiência das empresas públicas no Brasil, analisando especificamente o caso do setor de saneamento. O setor de saneamento caracteriza-se como um monopólio natural, com elevado custo dos investimentos, o que faz com que seja ineficiente a existência de outra firma funcionando no mesmo local, essa impossibilidade de competição pode ter como consequência um não incentivo à eficiência. Com o objetivo de analisar a eficiência de empresas públicas no Brasil, especificamente o caso do setor de saneamento, será feita uma análise em duas partes.

A primeira parte tem o objetivo de estabelecer um limite para os custos de um governo monopolista ineficiente, a partir do qual seria melhor privatizar a empresa. Teoricamente, a operação de um monopólio natural pelo governo seria mais eficiente do que a regulação de um monopólio privado. Na prática, isso pode não se verificar. Assim, será desenvolvida uma comparação entre um monopólio privado não regulado e um monopólio do governo ineficiente. Essa comparação tem por objetivo estabelecer um valor do parâmetro de ineficiência, a partir do qual seria melhor que a empresa seja operada por um monopolista privado.

A segunda parte, que trata do estudo empírico, se baseia em uma metodologia proposta por Laffont e Tirole (1986) para incentivo à eficiência. Com base nesse modelo, serão analisados os dados das empresas que operam no setor de saneamento no Brasil, utilizando um modelo de regressão com mudança de regime. Os dados foram obtidos no Sistema Nacional de Saneamento (SNIS) e será feita uma comparação entre transferência e custos dessas empresas seguindo o modelo teórico. O estudo busca encontrar uma proposta de modelo que incentive monopólios naturais a serem mais eficientes, verificando possíveis padrões a serem seguidos.

Palavras-chave: Regulação. Empresa Pública. Eficiência.

ABSTRACT

This work analyses the inefficiency of public enterprises in Brazil, studying specifically the case of the sanitation sector. The sanitation sector is characterized as a natural monopoly, with a high cost of investments, which makes inefficient the existence of another firm operating in the same sector, this impossibility of competition can be as a consequence a non-incentive to efficiency. In order to analyse the efficiency of public companies in Brazil, specifically the case of the sanitation sector, we will be made a two-part analysis.

The first part aims to establish a limit for an inefficient monopoly government, from which it would be better to privatize the company. Theoretically, the operation of a natural monopoly by the government would be more efficient than the regulation of a private monopoly, but in practice this may not be the case. Thus, a comparison will be made between a private, unregulated monopoly and an inefficient government monopoly. This comparison aims to establish a value for the parameter of inefficiency, from which it would be better that the company was not owned by the government.

The second part, which deals with the empirical study, is based on a methodology proposed by Laffont and Tirole (1986) to encourage efficiency. Based on this model will be analyzed the data of the companies that operate the sanitation sector in Brazil and using a switching regression model. The data were obtained from the Sistema Nacional de Saneamento – SNIS and a comparison between Compensation and Costs will be made in the remuneration of these companies following the theoretical model. The study seeks to find a model proposal that encourages natural monopolies to be more efficient, verifying possible patterns to be followed.

Key-words: Regulation. Public Enterprise. Efficiency.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 REVISÃO DA LITERATURA: MONOPÓLIO E REGULAÇÃO.....	11
2 LIMITES DE INEFICIÊNCIA ECONÔMICA DE UM MONOPÓLIO OPERADO POR EMPRESAS PÚBLICAS	16
2.1 CÁLCULO DO LIMITE À INEFICIÊNCIA DO GOVERNO	16
2.1.1 ILUSTRAÇÕES COM ALGUMAS FORMAS FUNCIONAIS ESPECÍFICAS:	21
2.1.1.1 Caso (1-1)	21
2.1.1.2 Caso (1-2)	22
2.1.1.3 Caso (2-1)	22
2.1.1.4 Caso (2-2)	23
3 REGULAÇÃO DAS EMPRESAS PÚBLICAS DE SANEAMENTO: UMA ANÁLISE EMPÍRICA DAS EMPRESAS BRASILEIRAS	26
3.1 MODELO DE LAFFONT-TIOLE	27
3.2 METODOLOGIA E REFERENCIAL TEÓRICO	28
3.3 METODOLOGIA UTILIZADA NA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	28
3.4 ESTIMAÇÃO E TESTE DE HIPÓTESES	32
4 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	43
ANEXO A – Jogos Bayesianos	45
ANEXO B – Princípio da Revelação	47
ANEXO C – Desenvolvimento dos cálculos dos exemplos aplicados - Seção 2	49

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a década de 1990 marcou o setor de saneamento e os demais setores ligados à infraestrutura, de uma forma geral, como o início de um período em que eclodiram políticas de gestão e regulação econômica, destacando-se o advento das agências públicas, que além de regular e fiscalizar aspectos que normatizam a atuação das empresas do setor, trazem em seu escopo de atuação atribuições no sentido de promover ganhos continuados de eficiência.

Nessa época, o governo federal iniciou uma ampla reforma administrativa e institucional, tendo como argumento principal que “A crise do Estado impôs a necessidade de reconstruí-lo”(BRESSER-PEREIRA, 1998), marcado por problemas de natureza fiscal, econômica e de insuficiência frente aos anseios sociais. Nesse bojo, ganharam impulso iniciativas de privatização, de publicização e descentralização dos serviços públicos, incumbindo às agências públicas um papel de protagonista, dentro de uma nova matriz institucional.

As agências reguladoras federais brasileiras foram modeladas tomando como base a experiência internacional, sobretudo de países anglo-saxônicos e, em síntese, têm como principal característica jurídico-institucional a independência em relação ao Poder Executivo (PACHECO, 2006).

Especificamente em relação ao setor de saneamento, somente em 2007, através da Lei Federal 11.445, foi que o governo brasileiro estabeleceu um conjunto diretrizes, que vigoram atualmente e podem ser entendidas como o principal marco regulatório setorial.

A operação do saneamento no Brasil é realizada, em sua maioria, por empresas públicas¹, algo que pode ser considerado positivo, sobretudo quando se considera as diversas proposições teóricas da literatura econômica mais tradicionalista, que estabelece como pressuposto que firmas operadas pelo governo, por terem o objetivo de maximizar o bem-estar da sociedade, e não o lucro como empresas privadas, seriam preferíveis e gerariam um excedente maior para a sociedade (VISCUSI; JOSEPH E. HARRINGTON; VERNON, 2005).

Não obstante a essa afirmação, é válido ressaltar que os modelos de incentivo a monopólios naturais operados por empresas privadas vêm sendo estudados dentro

¹ Esse trabalho utilizará o termo empresas públicas para se referir a firmas com administração pública.

do campo de conhecimento da economia, tendo sido testadas várias propostas, destacadamente o modelo de *price cap* em que o objetivo das empresas de maximizar o lucro atua como incentivo à permanente busca da eficiência por meio de busca de inovações.

Em contrapartida, as firmas operadas pelo governo, por não maximizarem o lucro e sim o bem-estar da sociedade, não respondem aos incentivos regulatórios tradicionais de regulação tarifária por incentivo. Observou-se que os modelos específicos de incentivos a empresas públicas têm sido pouco estudados até o momento, fato tomado como um dos principais elementos de motivação e de contribuição deste trabalho.

Esse trabalho tem como propósito estudar a eficiência das empresas públicas no Brasil, se delimitando a empresas que atuam no setor de saneamento, tendo em vista tratar-se de um setor cuja estrutura de mercado configura-se como um monopólio natural e, como tal, alcança melhores resultados em termos de eficiência quando é operado por uma única empresa. Nesse sentido, o presente trabalho tem como principal objetivo analisar a eficiência de monopólios operados pelo governo no Brasil, especificamente o caso do setor de saneamento.

Para o alcance desse objetivo, as análises estão estruturadas em duas partes distintas, uma primeira parte teórica e uma segunda parte empírica. A primeira parte, discute o limite para a ineficiência econômica (traduzida em aumento de custos) do governo operando um monopólio, buscando, desta forma, estabelecer um parâmetro a partir do qual seria melhor optar pela privatização da empresa.

Já a segunda da parte traz uma análise empírica de como a regulação vem sendo realizada no setor de saneamento no Brasil, se baseando na metodologia proposta por Laffont e Tirole (1986) para incentivo à eficiência. Com fundamento nesse modelo serão analisados os dados das firmas que operam o setor de saneamento no Brasil e utilizando um modelo de regressão com mudança de regime (*switching regression model*).

O estudo está estruturado em quatro capítulos, além dessa introdução. O segundo capítulo apresenta o modelo de limite de ineficiência do governo monopolista. O terceiro capítulo apresenta a parte empírica com a aplicação do modelo de Laffont-Tirole. O quarto traz uma breve conclusão.

1.1 REVISÃO DA LITERATURA: MONOPÓLIO E REGULAÇÃO

Berg e Tschirhart *apud* Farrer (1988) citam cinco características de bens produzidos por um monopólio natural: os produtos tendem a ser intensivos em capital; são bens “necessários”, ou seja vistos como essenciais à comunidade; são bens não estocáveis (sujeitos à variações de demanda); são bens produzidos em locais específicos; e por último, são bens que proporcionam uma relação direta com os consumidores.

Essas características são intrínsecas ao poder de mercado desse monopolista. Contudo, por se tratarem de bens de impacto social, como por exemplo energia elétrica e saneamento básico, é de interesse do governo que eles sejam produzidos a um preço módico e que toda a sociedade seja atendida.

Comumente, as alternativas encontradas na literatura que tratam do equacionamento desse tipo de problemática repousam em três principais tipos de modelagem:

- i. O governo oferta o bem por meio de uma empresa pública;
- ii. O governo regula uma empresa privada selecionada para produzir o bem; e
- iii. Formato híbrido de regulação de empresa pública.

As duas últimas alternativas são mais sujeitas a regulação .

Tipicamente, os mecanismos de regulação visam aumentar a eficiência com que a economia opera, reconhecendo que embora replicar um mercado perfeitamente competitivo, neste tipo de estrutura, seja inviável, é possível promover substanciais melhorias que não ocorreriam na ausência da regulação (VISCUSI; JOSEPH E. HARRINGTON; VERNON, 2005)

A terceira alternativa, que se configura como um formato híbrido, de produção para esses bens em que empresas públicas são reguladas, buscando da mesma forma gerar incentivos para os ganhos de eficiência.

É válido remarcar que empresas públicas estão inseridas em um contexto e possuem características que atuam no sentido contrário à eficiência, tais como: a tendência a terem salários mais altos do que empresas privadas, dado que são mais intensivas em trabalho (PINT, 1991); não são monitoradas nem fiscalizadas pelo mercado (LAFFONT; TIROLE, 1993) possuem orçamentos flexíveis, tendo seus déficits cobertos pelo orçamento público; e sofrem de uma expropriação de capital, o

que leva a baixos investimentos em capital nessas empresas. Outro aspecto explorado pela literatura são as diferenças entre monopólios de propriedade privada (regulados ou não) e monopólios de propriedade pública (regulados ou não) (PINT, 1991; ROEMER; SILVESTRE, 1992). Entretanto, independentemente da propriedade da empresa, a regulação faz-se necessária tendo em vista as características inerente a um monopólio, como visto anteriormente.

A complexidade da regulação também pode ser vista pelo problema de captura. Como traz Stigler (1971), “[...] em geral, a regulação é adquirida pela indústria e é projetada e operada, principalmente, para seu benefício”, ou seja, os grupos de interesse fazem pressão para que as legislações e regulamentos emitidos pelo Governo os beneficiem, buscando capturar o Governo para favorecê-los.

O Modelo de Spiller (1990) trata do tema de grupos de interesse e considera um jogo com três jogadores: O Congresso, os grupos de interesse (indústria) e o Regulador. O Congresso representa os consumidores/eleitores/sociedade e suas preferências não coincide com as preferências da indústria. Assim, além de enfrentar a questão da tentativa de influência dos grupos de interesse, a agência reguladora precisa lidar com problemas de informação assimétrica e de custos de agência em relação à empresa regulada. Jensen e Meckling (1976) definem esta relação:

uma relação de agência como um contrato sob o qual uma ou mais pessoas (o(s) principal(is)) empregam uma outra pessoa (agente) para executar em seu nome um serviço que implique a delegação de algum poder de decisão ao agente. Se ambas as partes da relação forem maximizadoras de utilidade, há boas razões para acreditar que o agente nem sempre agirá de acordo com os interesses do principal.

Supondo que as assimetrias de informação entre o Regulador e o Operador podem estar presentes, Gagnepain e Ivaldi (2017) consideram que a escolha do contrato também é motivada por agendas políticas, que compreendem os objetivos políticos dos governos locais, o poder e o papel dos sindicatos e a pressão das empresas.

Além disso, o problema de agência surge porque o agente e o principal possuem objetivos diferentes, e o principal não consegue verificar se o agente se comportou de forma adequada. A questão da assimetria de informação engloba dois aspectos específicos, que são definidos na literatura como seleção adversa e risco moral. A seleção adversa se refere a quando o principal não consegue verificar as habilidades/características do agente no momento da contratação, já o Risco Moral

se refere ao comportamento do agente, que pode não exercer um esforço adequado ao necessário e esperado pelo Principal (SPENCE; ZECKHAUSER, 1971; DEMSKI; FELTHAM, 1978).

Dado que custos de agência surgem em qualquer situação que envolve esforço cooperativo, é necessário induzir o agente a se comportar como se ele estivesse maximizando o bem-estar do principal (JENSEN; MECKLING, 1976). Dessa forma, a agência reguladora deve encontrar mecanismos de incentivar a empresa regulada, sendo ela pública ou privada, a maximizar o bem-estar da economia.

Na Teoria da Regulação a questão da seleção adversa aparece mais especificamente nas contratações de empresas privadas por processos licitatórios, para operação de concessões. Já no caso da regulação de uma empresa pública, esse problema é minimizado com a designação da empresa a ser regulada pelo Governo de forma direta, sendo a questão de minimizar o problema de risco moral mais evidente.

O risco moral se manifesta em situações em que há um compartilhamento de riscos, segundo Holmstrom (1979) a fonte desse risco moral ou do problema de incentivos se deve ao fato de que as ações desses indivíduos não pode ser observadas. Uma solução seria o monitoramento das ações dos agentes, mas isso não é sempre possível ou suficiente.

A existência de informações privadas exige que se abandone o modelo de equilíbrio geral e se utilize de outras ferramentas, como a teoria dos jogos (RASMUSEN, 2007). Nesse sentido, desenvolveu-se a Teoria dos Contratos, que de forma mais geral, denominou-se de “Economia da Informação” e novos mecanismos foram desenvolvidos para explorar esse tema. A maior parte dos modelos estudados nesse tema são modelos de equilíbrio parcial, em que se isola o mercado de um bem do resto da economia. Esse modelo usa intensamente jogos não cooperativos com informação assimétrica, em que está embutido o universo de jogos Bayesianos, em que, em geral, as partes possuem crenças a priori sobre as informações que não possuem, e revisam suas crenças conforme as interações ocorrem. (SALANIÉ, 2005)

Um tipo de jogo com informação incompleta é o jogo de Desenho de Mecanismos (*Mechanism Design*), em que o Principal escolhe um mecanismo que, supostamente, maximiza sua utilidade esperada, em vez de usar um mecanismo que considera razões históricas ou institucionais. (FUDENBERG; TIROLE, 1991).

Jogos com informação incompleta trazem a possibilidade de considerar as crenças dos jogadores sobre as preferências dos outros jogadores, isso é conhecido como um jogo Bayesiano²(MAS-COLLEL; WHINSTON; GREEN, 1995). Nesse jogo cada indivíduo pode executar uma ação (estratégia) e a sua utilidade depende de sua ação, da ação dos oponentes e do “tipo” desse indivíduo, que é a fonte de informação incompleta. Cada indivíduo conhece o seu tipo, mas desconhece o tipo dos oponentes, apenas conhece uma distribuição de probabilidades desses tipos, e nenhum indivíduo tem incentivo a se desviar da sua estratégia dado que os outros estão jogando as correspondentes estratégias, seja qual for o tipo que ele tenha.

A partir dos jogos bayesianos é possível desenhar mecanismos (*Mechanism Design*) específicos de solução para a estratégia pretendida. Esse desenho de mecanismo é um jogo com informação incompleta de três estágios, definidos conforme os estágios apresentados abaixo:

- Estágio 1: Criação de um mecanismo (contrato ou esquema de incentivos) por parte do jogador 1 (principal);
- Estágio 2: Cada jogador aceita ou não o mecanismo. Se não aceitar fica com utilidade reserva; e
- Estágio 3: Os agentes que aceitam jogam o jogo com o mecanismo especificado.

Em um jogo de equilíbrio Nash Bayesiano (ENB) para um mecanismo é possível desenhar outro mecanismo onde “revelar a verdade” é um ENB com as mesmas alocações do mecanismo original (Princípio da Revelação).

Assim, a literatura do desenho de mecanismos se relaciona com o objetivo de estruturar contratos em que o jogo estabelecido induza a resultados únicos que maximizem a utilidade do Principal. (BOLTON; DEWATRIPONT, 2005).

Na regulação do monopólio natural sob informação assimétrica, o Governo possui informação incompleta sobre a estrutura de custos da firma regulada. Dessa forma, o Principal (Governo) desenha um esquema de incentivos em que estabelece a transferência recebida pelo Regulado (sua Receita) como uma função de seus custos, ou preços, ou ambos.

Essa transferência pode ser custeada por meio de tarifa pelos consumidores finais, ou por meio de impostos por toda a sociedade. Ele utiliza essa transferência

² O Anexo A apresenta uma descrição de jogos Bayesianos

como um incentivo à eficiência da firma regulada. Nesse esquema de incentivos, o Regulador submete o prestador de serviços ao princípio da revelação em vez de reduzir assimetrias de informação, o que é chamado de solução ótima *second-best* e pode ser interpretado através de um Menu de Contratos Lineares. (GAGNEPAIN; IVALDI, 2017).

O Princípio da Revelação³ garante que a firma não irá mentir, pois o regulador dá incentivos corretos para que ela diga a verdade e assim, seja menos vantajoso omitir suas verdadeiras características. Através desse princípio o regulador pergunta ao ente regulado seu “tipo”, com base nisso ele calcula custos esperados relacionado a essas características e pede ao regulado um certo nível de produção correspondente. Em um segundo momento do jogo, em que o regulador observa o nível produzido e o verdadeiro custo da firma, ele compara com o custo esperado. Caso o custo observado seja maior do que o esperado, o esquema de incentivos eficiente penaliza o regulado, caso seja menor, haverá um bônus associado, que pode ser interpretado como um incentivo à eficiência.

Baron e Myerson (1982) apresentam o princípio da revelação como uma proposta de regular um monopolista com custos desconhecidos, em que o custo seria uma função $C(q, \theta)$, com o custo dependendo da quantidade produzida e θ um parâmetro de custos desconhecido pelo regulador. Assim, o princípio da revelação enuncia que “Sem qualquer perda de generalidade, o regulador pode estar restrito a políticas regulatórias que exigem que a firma relate seu parâmetro de custo θ e que não dá a firma nenhum incentivo para mentir”.

Com base nesses pressupostos, Laffont e Tirole (1986) desenvolveram um modelo que inclui informação assimétrica nos contratos de regulação, em que o agente regulado fornece sua informação de custos esperados e recebe um contrato de incentivo linear. Esse modelo será melhor discutido no capítulo 3 e com base nele serão analisados os dados das empresas reguladas do setor de saneamento .

³ O Anexo B apresenta uma demonstração do Princípio da Revelação

2 LIMITES DE INEFICIÊNCIA ECONÔMICA DE UM MONOPÓLIO OPERADO POR EMPRESAS PÚBLICAS

A teoria econômica dispõe que quando o governo opera um monopólio natural, seu objetivo será o de maximizar o bem-estar social, e não o lucro como o privado, sujeito às restrições impostas pelo regulador. Dessa forma, a operação de um monopólio natural pelo governo seria mais eficiente para a sociedade do que a regulação de um monopólio privado.

Na prática, isso não se verifica, segundo Pint (1991) as evidências empíricas nos Estados Unidos e Reino Unido mostram que as estratégias do Governo não seguem no sentido de ter propriedade desses monopólios (o que ocorreria se o governo verificasse que a operação pública desses monopólio é sempre mais eficiente). Assim, existem alguns monopólios naturais que nunca foram de propriedade do governo e outros que eram do governo e foram privatizados, apresentando uma tendência a colocar esse tipo de estrutura sob gestão do ente privado.

Essa situação pode sugerir uma dificuldade prática, de replicar o modelo teórico. Isso pode ocorrer devido a problemas de risco moral, o gestor não teria incentivos apropriados para se esforçar, o que geraria uma ineficiência. Essa falta de incentivo poderia ser causada pelas dificuldades que Laffont e Tirole (1993, p.640-641) identificaram como dificuldade de monitoramento, flexibilidade orçamentária, expropriação do investimento, falta de objetivos precisos e lobby, ou captura por uma das partes interessadas.

Com base nesse pressupostos, será desenvolvida abaixo uma comparação entre um monopólio privado, não regulado pois não foi incluída nenhuma restrição de quantidade ou preço, e um monopólio do governo ineficiente. Essa comparação tem por objetivo estabelecer um parâmetro de ineficiência, a partir do qual seria melhor que a empresa não fosse de propriedade do governo.

2.1 CÁLCULO DO LIMITE À INEFICIÊNCIA DO GOVERNO

Consideremos uma economia com um consumidor representativo e utilidade dada por $U(q, m) = \phi(q) + m$ em que q é a quantidade demandada de um

determinado bem e/ou serviço, o qual pode ser provido por um monopolista ou pelo Governo; $m \geq 0$ é o gasto comprando outros bens.

O custo de produção é dado por $c(q)$.

A demanda de mercado é dada pela solução de:

$$\max_{pq+m=w} \phi(q) + m = \max_{q \geq 0} \phi(q) - pq \Rightarrow p = p(q) = \phi'(q) \quad (1)$$

A oferta do monopolista é dada por:

$$\begin{aligned} \max_{q \geq 0} p(q)q - c(q) &= \max_{q \geq 0} \phi'(q)q - c(q) \Rightarrow \phi''(q^m)q^m + \phi'(q^m) - c'(q^m) \\ &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

A função bem-estar da economia é definida por $W(q) = \phi(q) - c(q)$; assim, a alocação eficiente resulta de resolver o problema:

$$\max_{q \geq 0} W(q) = \max_{q \geq 0} \phi(q) - c(q) \Rightarrow W'(q^e) = \phi'(q^e) - c'(q^e) = 0 \quad (3)$$

Usando a função bem-estar, a produção do monopolista, dada pela equação (2), também pode ser escrita como:

$$W'(q^m) = -\phi''(q^m)q^m \quad (4)$$

Se o governo operar esse setor, ele tem uma ineficiência econômica dada por um fator $\gamma \geq 0$, de maneira que o custo dele é $(1 + \gamma)c(q)$. Assim, o problema do governo ineficiente e a sua solução são:

$$\max_{q \geq 0} \phi(q) - (1 + \gamma)c(q) \Rightarrow W'(q^{GI}) = \gamma c'(q^{GI}) \quad (5)$$

Hipóteses (H): As funções $\phi(q)$ e $c(q)$ cumprem o seguinte:

$$\phi' > 0, \phi'' < 0, \phi'(0) = +\infty, \phi'(+\infty) = 0;$$

$$c' > 0, c'' > 0, c'(0) \geq 0, c'(+\infty) = +\infty$$

Com as hipóteses acima, a função de bem-estar W é estritamente côncava, q^e é o máximo dessa função (por (3)) e tanto q^m quanto q^{GI} são menores que q^e (pois (4) e (5) mostram que W' é estritamente positivo nesses valores).

Assim, a questão que esse capítulo busca responder é em que casos o governo ineficiente é menos ineficiente que o monopolista privado, ou seja, para que valores de γ resulta $q^{GI} \geq q^m$?

Proposição: Com as hipóteses (H), existe um único valor $\bar{\gamma} > 0$ tal que:

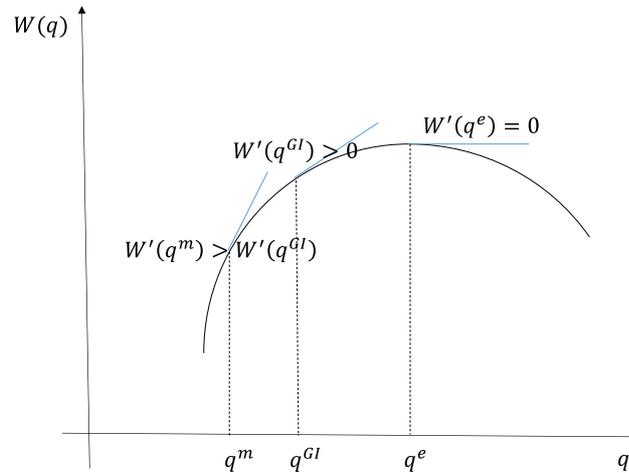
$$\text{Se } \gamma < \bar{\gamma} \Rightarrow q^{GI} > q^m$$

$$\text{Se } \gamma > \bar{\gamma} \Rightarrow q^{GI} < q^m$$

$$\text{Se } \gamma = \bar{\gamma} \Rightarrow q^{GI} = q^m$$

A Figura abaixo, apresenta o seguinte gráfico que ilustra a proposição acima:

Figura 1: Posições relativas das produções eficiente, em monopólio e através de governo ineficiente



Demonstração: Defina a função:

$$F(\gamma, q) \equiv W'(q) - \gamma c'(q) = \phi'(q) - (1 + \gamma)c'(q)$$

Afirmção 1: Para cada $\gamma \geq 0$, existe um único $q \equiv q(\gamma)$ tal que $F(\gamma, q(\gamma)) = 0$.

Obs.: Note que $q(\gamma) = q^{GI}$, dado pela equação (5)

Prova da afirmação 1:

Se $\gamma = 0$, então $F(0, q) = 0 \Leftrightarrow W'(q) = 0 \Leftrightarrow q = q^e$; portanto $q(0) = q^e$

Considere agora $\gamma > 0$. Sob as hipóteses (H) temos que $F_2(\gamma, \cdot) = \phi''(\cdot) - (1 + \gamma)c''(\cdot) < 0$; $F(\gamma, 0) = +\infty$ e $F(\gamma, +\infty) = -\infty$; portanto $F(\gamma, \cdot): \mathbb{R}_{++} \rightarrow \mathbb{R}$ é uma função bijetora.

Então existe um único $q = q(\gamma) > 0$ que cumpre $F(\gamma, q(\gamma)) = 0$

Afirmção 2: A função $q(\gamma)$ definida na afirmação 1 é estritamente decrescente

Prova da afirmação 2: Pelo Teorema da Função Implícita:

$$q'(\gamma) = \frac{dq}{d\gamma}(\gamma) = -\frac{F_1(\gamma, q(\gamma))}{F_2(\gamma, q(\gamma))} = \frac{c'(q(\gamma))}{\phi''(q(\gamma)) - (1 + \gamma)c''(q(\gamma))}$$

Que resulta estritamente negativo por causa de (H). Portanto, a afirmação 2 é verdadeira.

Afirmção 3: A função $q(\gamma)$ é uma bijeção de $\mathbb{R}_+ \equiv [0, +\infty[$ em $]0, q^e]$

Prova da afirmação 3:

Pela afirmação 2, $q(\gamma)$ é injetora. Para ser sobrejetora basta ver que a sua inversa está definida em todo o intervalo $]0, q^e]$. Da equação $F(\gamma, q(\gamma)) = 0$ podemos calcular a função inversa de $q(\gamma)$:

$$\gamma \equiv \gamma(q) = \frac{\phi'(q)}{c'(q)} - 1,$$

Que cumpre $\gamma(0) = +\infty$ e $\gamma(q^e) = 0$, que mostra a afirmação 3.

Portanto, pela afirmação 3, como $q^m \in]0, q^e[$, existirá um $\bar{\gamma} \in]0, +\infty[$ tal que $q(\bar{\gamma}) = q^m$. Mais ainda, pela afirmação 2:

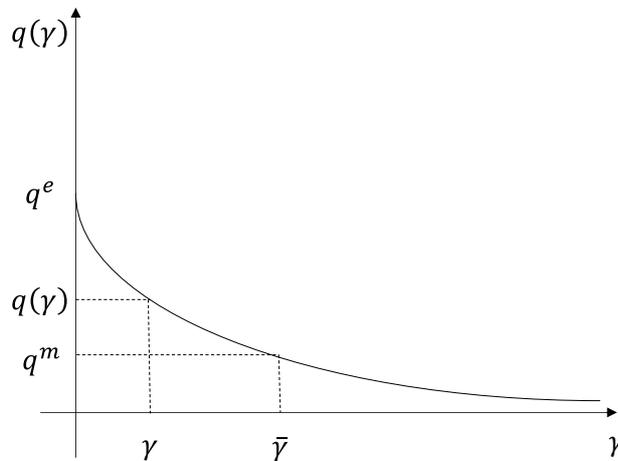
Se $0 < \gamma < \bar{\gamma}$, então $q^m < q(\gamma) < q^e$, e

Se $\gamma > \bar{\gamma}$, então $q^m > q(\gamma)$

Isto conclui a demonstração da proposição.

A Figura 2 abaixo apresenta o gráfico que mostra a função $q(\gamma)$.

Figura 2: Gráfico da função $q(\gamma)$



A partir (3) temos que $W'(q^m) = \phi'(q^m) - c'(q^m)$

Então:

$$\begin{aligned} \phi''(q^m) \times q^m + W'(q^m) &= 0 \\ \Rightarrow W'(q^m) &= -\phi''(q^m) \times q^m > 0 \end{aligned} \quad (6)$$

E considerando um suposto Governo Ineficiente de (5): $W'(q^{GI}) = \gamma c'(q^{GI})$

Substituindo (5 e 6):

$$\begin{aligned} \gamma c'(q^{GI}) &< -\phi''(q^m) \times q^m \\ \gamma &< -\frac{\phi''(q^m) \times q^m}{c'(q^{GI})} \end{aligned} \quad (7)$$

Por outro lado, sabemos que:

$$P = \phi'(q)$$

$$dP = \phi''(q)dq \Rightarrow \frac{q dP}{p dq} = \phi''(q) \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{1}{\varepsilon} = \left(\frac{1}{p}\right) \phi''(q)q$$

Multiplicando por (-1) $\Rightarrow -\phi''(q)q = \frac{P}{|\varepsilon|}$

Dividindo por $c'(q^{GI})$ em ambos os lados:

$$\frac{-\phi''(q^m) q^m}{c'(q^{GI})} = \frac{P(q^m)}{|\varepsilon|c'(q^{GI})} \quad (8)$$

Substituindo (8) em (7)

$$\gamma < \frac{p^m}{|\varepsilon|c'(q^{GI})} \quad (9)$$

Considere ainda que o monopolista não é tomador de preços, mas usa a equação de demanda para maximizar o seu lucro, ou seja:

$$\max_{q \geq 0} p(q) \times q - c(q) = \max_{q \geq 0} \phi'(q) \times q - c(q) \quad (10)$$

Definindo $R(q) = p(q) \times q = \phi'(q) \times q$, a condição de primeira ordem resulta em:

$$\begin{aligned} R'(q^m) &= c'(q^m) \\ \Rightarrow \phi''(q^m) \times q^m + \phi'(q^m) &= c'(q^m) \end{aligned} \quad (11)$$

Ou também

$$P'(q) \times q^m + P = c'(q^m) \quad (12)$$

Assim: $P'(q) \times q^m + P = c'(q^m) \Rightarrow P \left[1 + \frac{q dp}{P dq}\right] = c'(q^m) \Rightarrow P \left[1 - \frac{1}{|\varepsilon|}\right] = c'(q^m)$

$$\begin{aligned} P \left[\frac{|\varepsilon| - 1}{|\varepsilon|} \right] &= c'(q^m) \\ \Rightarrow P^m &= \frac{c'(q^m)}{\left[\frac{|\varepsilon| - 1}{|\varepsilon|} \right]} \end{aligned} \quad (13)$$

Em que $\frac{|\varepsilon| - 1}{|\varepsilon|}$ é o markup do monopolista

Substituindo (13) em (9)

$$\begin{aligned} \gamma &< \frac{c'(q^m)}{\left[\frac{|\varepsilon| - 1}{|\varepsilon|} \right] |\varepsilon| c'(q^{GI})} \\ \Rightarrow \gamma &< \left(\frac{1}{|\varepsilon_{q^m}| - 1} \right) \frac{c'(q^m)}{c'(q^{GI})} \end{aligned} \quad (14)$$

Pela inequação (14) temos uma indicação de que deve haver um limite superior para γ , a partir do qual já não é verdade que o governo ineficiente é menos ineficiente do que o monopólio privado.

Se o custo marginal for constante, o lado direito da desigualdade (14) definirá o parâmetro $\bar{\gamma}$ da afirmação 1. Quando o custo marginal não for constante, o custo irá depender da quantidade e do parâmetro γ . Para ilustrar como (14) permite definir um limite de ineficiência $\bar{\gamma}$ serão utilizadas formas funcionais específicas.

2.1.1 Ilustrações com algumas formas funcionais específicas:

Para ilustrar a proposição acima com alguns casos particulares foram utilizados dois tipos de função utilidade, utilidade quadrática e utilidade potência, e dois tipos de função de custos, custos lineares e custos quadráticos. Esses casos foram escolhidos por serem os mais usuais na análise do equilíbrio parcial.

Tabela 1: casos particulares de função utilidade e função de custo

Utilidade \ Custo	(1) $c_1(q) = kq + c_f$	(2) $c_2(q) = \frac{k}{2}q^2 + c_f$
(1) $\phi_1(q) = Aq - \frac{B}{2}q^2$	(1-1)	(1-2)
(2) $\phi_2(q) = Aq^\alpha$	(2-1)	(2-2)

Para cada combinação das funções apresentadas será encontrado o $\bar{\gamma}$. Os cálculos e deduções matemáticas encontram-se no Anexo 3, nas seções abaixo somente será apresentado o resultado final.

Destaca-se que, somente no caso (2-2) as hipóteses (H) são satisfeitas, porém, nos outros casos também é possível encontrar o $\bar{\gamma}$.

2.1.1.1 Caso (1-1)

Se os Custos são lineares, $c(q) = kq + c_f$, o custo marginal é constante, verificando-se assim que não depende de “q” nos casos de utilidade potência. Isso significa que, quando os custos são lineares, o governo tem que ser menos ineficiente do que a “ineficiência” gerada pelo mark-up do Monopolista.

Calculando o peso morto, temos que é melhor que o governo opere, se e somente se:

$$\begin{aligned}
 DW^{GI} < DW^m &\Leftrightarrow \frac{k^2(\gamma - 1)^2}{2B} < \frac{(A - k)^2}{8B} \\
 &\Leftrightarrow \gamma < \frac{A}{2k} + \frac{1}{2} \equiv \bar{\gamma}
 \end{aligned} \tag{16}$$

Verifica-se que $\bar{\gamma}$ depende apenas dos parâmetros k , de tecnologia, e A , das preferências, ou seja, para altos custos marginais, um k alto, o limite da ineficiência $\bar{\gamma}$ será pequeno, a economia será pouco tolerante a governos ineficientes. Já baixos custos marginais aumentam o limite da ineficiência tolerável para o governo ineficiente. O tamanho da demanda (A) também influencia diretamente o limite da ineficiência, ou seja, quanto maior a demanda, maior o limite à ineficiência do governo ($\bar{\gamma}$).

2.1.1.2 Caso (1-2)

Se os custos são quadráticos $c(q) = \frac{k}{2}q^2 + c_f$, caso (1-2), o CMg não é constante $c'(q) = kq$. Sabe-se ainda que o Monopólio nunca opera na parte inelástica da curva de demanda, sempre na parte elástica., assim, é necessário verificar a elasticidade dado que o monopolista só opera na parte elástica da curva de demanda.

$$\varepsilon = -\frac{B + K}{B}$$

Substituindo em (14), temos que:

$$\Rightarrow \gamma < \frac{B^2}{k(k + B)} \equiv \bar{\gamma} \tag{17}$$

Também nesse caso, observa-se que $\bar{\gamma}$ depende apenas dos parâmetros dos parâmetros k , de tecnologia, e B , das preferências, e da mesma forma para altos custos marginais, ou seja, um k alto, o limite da ineficiência $\bar{\gamma}$ será pequeno, a economia será pouco tolerante a governos ineficientes. Já baixos custos marginais aumentam o limite da ineficiência tolerável para o governo ineficiente. Ressalta-se porém que agora, o impacto do custo marginal (k) tem uma maior influência no limite da ineficiência do governo e quanto maior a sensibilidade da demanda (B) maior limite da ineficiência $\bar{\gamma}$.

2.1.1.3 Caso (2-1)

No caso (2-1), o custo marginal é constante, assim, teremos que:

$$\Rightarrow \gamma < \left(\frac{1}{|\varepsilon| - 1} \right)$$

Como:

$$\varepsilon = \frac{1}{\alpha - 1} \Rightarrow |\varepsilon| = \frac{1}{1 - \alpha} \text{ ou } \alpha = 1 - |\varepsilon|^{-1}$$

Teremos que:

$$\gamma < \frac{1 - \alpha}{\alpha} \equiv \bar{\gamma} \quad (18)$$

O limite para a ineficiência do governo, $\bar{\gamma}$, depende dos parâmetros estruturais ligados à elasticidade da demanda (α), sendo que a tolerância ao governo ineficiente dependerá da elasticidade da demanda e se o mercado for pouco elástico ($|\varepsilon|$ menor ou equivalentemente, α menor), $\bar{\gamma}$ será maior, o que significa que há uma maior tolerância à ineficiência.

2.1.1.4 Caso (2-2)

Calculando o peso morto temos que:

$$DW^{GI} < DW^m \therefore$$

$$A \left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} \left[1 - \left(\frac{1}{\alpha \gamma} \right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} \right] < \frac{k}{2} \left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}} \left[1 - \left(\frac{1}{\alpha \gamma} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}} \right]$$

$$\text{Onde } \mu = \left(\frac{1}{\alpha \gamma} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}}$$

$$P_\mu = 2\mu^{\alpha/2} - \alpha^2 \mu \quad (19)$$

γ irá depender apenas da elasticidade do mercado (demanda) Ramsey e consequentemente, P também irá depender apenas da elasticidade

Sabemos que:

$$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow f(\mu) = 2\mu^{\alpha/2} - \alpha^2 \mu > 2 - \alpha^2$$

$$\text{Onde } \mu = \left(\frac{1}{\alpha \gamma} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}}.$$

Desta forma, teremos que:

$$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow \frac{1}{\alpha \tilde{\mu}^{1-\frac{\alpha}{2}}} < \gamma < \frac{1}{\alpha} \quad (20)$$

Mas $\gamma > 1$, portanto a primeira desigualdade em (24) não restringe o valor de γ . Assim:

$$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow \gamma < \frac{1}{\alpha} = (1 - |\varepsilon|^{-1})^{-1} \equiv \bar{\gamma} \quad (21)$$

Como verificou-se em (2-1), o limite para a ineficiência do governo, $\bar{\gamma}$, também depende dos parâmetros estruturais ligados à elasticidade da demanda (α) mas se o mercado for pouco elástico ($|\epsilon|$ menor ou equivalentemente α menor), $\bar{\gamma}$ será maior, o que significa novamente que haverá uma maior tolerância à ineficiência.

A tabela abaixo resume os principais resultados dos casos particulares:

Tabela 2: Tabela resumo do resultados dos casos particulares

Utilidade \ Custo	(1) $c_1(q) = kq + c_f$	(2) $c_2(q) = \frac{k}{2}q^2 + c_f$
(1) $\phi_1(q) = Aq - \frac{B}{2}q^2$	$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow$ $\gamma < \frac{A}{2k} + \frac{1}{2} \equiv \bar{\gamma}$	$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow$ $\gamma < \frac{B^2}{k(k+B)} \equiv \bar{\gamma}$
(2) $\phi_2(q) = Aq^\alpha$	$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow$ $\gamma < \frac{1-\alpha}{\alpha} \equiv \bar{\gamma}$	$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow$ $f_\mu = 2\mu^{\alpha/2} - \alpha^2\mu > 2 - \alpha^2$ onde $\mu = \left(\frac{1}{\alpha\gamma}\right)^{\frac{2}{2-\alpha}}$ $DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow$ $\gamma < \frac{1}{\alpha} \equiv \bar{\gamma}$

Quando a demanda é linear, verificou-se que $\bar{\gamma}$ depende apenas dos parâmetros das preferências. Sendo A o tamanho da demanda, B a resposta dessa demanda ao preço de mercado e k o custo marginal.

Tanto em (1-1) quanto em (1-2), para altos custos marginais, ou seja, um k alto, o limite da ineficiência $\bar{\gamma}$ será pequeno, a economia será pouco tolerante a governos ineficientes. Já baixos custos marginais aumentam o limite da ineficiência tolerável para o governo ineficiente.

Em (1-1) o tamanho da demanda (A) influencia diretamente o limite da ineficiência, ou seja, quanto maior a demanda, maior o limite à ineficiência do governo ($\bar{\gamma}$).

Ressalta-se que em (1-2) o custo marginal (k) impacta mais esse limite da ineficiência e quanto maior a sensibilidade da demanda (B) maior limite da ineficiência $\bar{\gamma}$.

No caso da função de demanda com elasticidade constante, foi verificado que para as duas funções de custos, o limite para a ineficiência do governo, $\bar{\gamma}$, depende dos parâmetros estruturais ligados à elasticidade da demanda (α).

Para os casos (2-1) a tolerância ao governo ineficiente dependerá apenas da elasticidade da demanda. Assim, se o mercado for pouco elástico (α menor), $\bar{\gamma}$ será grande, o que significa que há uma maior tolerância à ineficiência.

Em (2-2) as hipóteses (H) são satisfeitas. Nesse caso, a tolerância ao governo ineficiente também como em (2-1) dependerá somente da elasticidade da demanda e novamente, se o mercado for pouco elástico (α menor), $\bar{\gamma}$ será grande, o que significa que haverá uma maior tolerância à ineficiência.

O caso do monopólio do saneamento é um exemplo em que os custos marginais são baixos e a demanda é inelástica, o que aumenta a tolerância a monopólios operados por governos ineficientes. Deveriam ser feitos mais estudos sobre a estrutura de mercado (em relação a custos de operação e classificação da demanda) para ter uma melhor ideia do tamanho da ineficiência que é tolerada nesse setor.

Verificou-se, portanto, que a tolerância ao limite da ineficiência depende da elasticidade de demanda e de parâmetros das funções, o que leva a uma conclusão que a ineficiência gerada pode estar mais relacionada com a estrutura do mercado que está sendo analisado do que com o tipo de monopolista que oferta o bem.

Como consequência dessa análise, pode-se citar as conclusões de Laffont e Tirole (1993), Grossman e Hart (1986) e Williamson (1985) de que, a estrutura propriedade da estrutura importa apenas se contratos completos puderem ser escritos. Mas como os contratos são incompletos por natureza, as características específicas dos parâmetros das funções de custo e utilidade irão influenciar a maximização do bem-estar em cada caso.

3 REGULAÇÃO DAS EMPRESAS PÚBLICAS DE SANEAMENTO: UMA ANÁLISE EMPÍRICA DAS EMPRESAS BRASILEIRAS

No Brasil, o setor de saneamento concentra a maior parte dos monopólios naturais regulados, operados em sua maioria por empresas públicas.

A Constituição Federal estabelece que “compete aos municípios legislar sobre assuntos de interesse local” (art.30, inciso I), dando aos municípios a competência de legislar sobre esses serviços, na maioria dos casos. Essa atribuição dá a esses entes a responsabilidade não só para a prestação do serviço como também para a regulação do mesmo.

A lei 11.445/2007 estabeleceu diretrizes gerais para o saneamento básico e em seu art. 8º complementa a Constituição Federal, colocando que “Os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços [...]”.

Essa delegação tem uma grande importância pois, em se tratando de um serviço com características de monopólio natural, grandes custos fixos, muitas vezes se torna inviável a implementação desse serviço de forma sustentável por uma empresa que atenda um pequeno município. Um prestador de serviço que atenda uma grande município, ou uma região metropolitana, consegue se beneficiar de economias de escala.

A delegação pode ser interpretada com o que essa mesma lei em seu art. 14 chama de “prestação regionalizada dos serviços de saneamento básico” e também traz a possibilidade de utilização de subsídios cruzados de forma mais efetiva, como uma tentativa de solução para a universalização do serviço e sustentabilidade financeira por meio da tarifa.

O saneamento abrange as seguintes atividades: abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e disposição de resíduos sólidos (lixo), e drenagem urbana. Esse trabalho irá analisar apenas dados relativos a prestação do serviço de abastecimento de água tratada para simplificação do estudo. O objetivo dessa dissertação não é analisar uma empresa de forma específica, mas comparar o desempenho de um grupo de empresas monopolistas de acordo com características comuns econômicas e de gestão. Assim, a opção de utilização de dados do setor de saneamento se deu por suas características econômicas das empresas que prestam esse serviço e dessa forma, esses dados serão utilizados para subsidiar a análise.

Com esse estudo espera-se verificar possíveis causas do problema de informação assimétrica, especificamente de risco moral, que podem ocorrer nessas firmas.

3.1 MODELO DE LAFFONT-TIROLE

O trabalho de Laffont e Tirole (1993) trata a regulação como um problema agente-principal, em que o Regulador (Principal) busca incentivar a firma regulada (agente) a ser o mais eficiente possível, buscando maximizar o bem-estar da sociedade.

O estudo se baseia no modelo apresentado no artigo *Using Cost Observation to Regulate Firms* (LAFFONT; TIROLE, 1986) de transferências para o ente regulado, em que os autores incluíram informação assimétrica no problema do regulador. A firma regulada produz um bem público, e o regulador observa seu nível de produção e seu custo mas não seu nível de esforço, ou seja, o regulador observa o custo ocorrido na produção mas não o esforço realizado pelo agente (risco moral), nem a tecnologia adotada pela firma (seleção adversa), e paga uma transferência líquida t .

Nesse modelo, a função de custos do ente regulado é dada por $C = (\beta - e)q$, sendo C o Custo da firma, β é um choque tecnológico que afeta o custo da firma regulada (seleção adversa) e “ e ” é o nível de esforço do gestor da firma não observado pelo regulador, que corresponde a um risco moral.

Para os autores, o regulador possui incertezas sobre a eficiência da firma o que distorce seu nível de esforço, qualquer fator que reduza essa incerteza irá reduzir a distorção, isto é, os incentivos se tornarão mais poderosos.

Os autores montam um esquema de incentivos à eficiência para a firma regulada, através de uma função de transferência $t(\beta, C)$ que é dada pelo planejador à firma:

$$t^*(\beta) = s^*(\beta) + k^*(\beta)[C^*(\beta) - C] \quad (22)$$

Assim, utilizando-se do princípio da revelação, o planejador deverá:

- i. Pedir a firma que anuncie seu β característico;
- ii. A partir do β revelado, ele calcula C^* associado e escolher a produção $q^*(\beta)$;
- iii. Se o custo observado (C) for igual ao custo esperado C^* , então $t^*(\beta) = s^*(\beta)$, caso contrário, quanto maior o custo observado menor será a transferência recebida.

Caso o custo observado seja menor do que o esperado, tendo o regulado produzido a quantidade solicitada, ele será premiado pela sua eficiência.

3.2 METODOLOGIA E REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme mencionado na seção 3.1, a partir de dados de empresas do setor de saneamento obtidos no Sistema Nacional de Saneamento – SNIS⁴ será feita uma comparação entre a correlação Remuneração *versus* Custos existente na remuneração dessas empresas e uma proposta, que segue o modelo teórico e que visa incentivar a eficiência dessas empresas.

Para esse cálculo, será utilizada a função de transferências do modelo teórico de Laffont-Tirole, eq.(22):

$$t^*(\beta) = s^*(\beta) + k^*(\beta)[C^*(\beta) - C]$$

Para essa aplicação, serão considerados apenas dois tipos de choques β_H e β_L e portanto a equação acima pode ser escrita como:

$$t^*(\beta_i) = (s^*(\beta_i) - K^*(\beta_i)C) + K^*(\beta_i)C^*(\beta_i) = a(\beta_i) + b(\beta_i)C^*(\beta_i); \quad i = H, L \quad (23)$$

Assim, temos que:

$$t = \underbrace{(s^* - k^*C)}_a + \underbrace{k^*}_b C^* \quad (24)$$

Considerando que um β_H representa um choque alto (*high*), ou seja, um choque tecnológico adverso que aumenta mais os custos. Já um β_L representa um choque baixo (*low*), ou seja, um choque tecnológico favorável, que reduziria os custos. Então podemos supor que existe uma equação para o β_H e outra para o β_L , da seguinte forma:

$$t = \begin{cases} a_H + b_H C + \tilde{\epsilon}_H; & \text{com prob. } \alpha \\ a_L + b_L C + \tilde{\epsilon}_L; & \text{com prob. } (1 - \alpha) \end{cases}$$

Como o β não é observado, podem existir vários β 's, porém, neste estudo serão considerados apenas dois β 's.

3.3 METODOLOGIA UTILIZADA NA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

No Brasil, setor de saneamento concentra a maior parte dos monopólios naturais regulados, por isso, os dados desse setor serão usados para subsidiar a análise.

⁴ O SNIS foi criado em 1996 pelo Governo Federal e é um sistema que consolida uma base de dados com informações e indicadores do setor de saneamento e pode ser consultado no endereço <http://www.snis.gov.br>

Para análise dos dados do setor de saneamento, foram coletados dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Foram utilizados os dados agregados da série histórica para o ano de referência de 2015 (*cross section*), último ano que possui informações disponíveis no sistema⁵.

Optou-se por utilizar dados apenas para serviço de água, apesar do esgoto ser uma externalidade do serviço de abastecimento de água, esse serviço não é oferecido por todas empresas de abastecimento que incluem a amostra e por isso a informação ficaria viesada.

O SNIS está vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades, que é responsável pelo sistema. Esses dados são disponibilizados de forma voluntária pelos prestadores de serviço, mas a adimplência com o fornecimento desses dados é condição necessária para acessar recursos de investimento da SNSA como destaca o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto (BRASIL, 2017).

Em relação aos dados disponíveis, a informação é dada por município e prestador de serviços, em muitos casos a mesma empresa presta serviço para mais de um município, seja por se tratar de uma empresa estatal ou por ser um consórcio intermunicipal. Assim, apesar de termos 5.570 municípios no Brasil, os dados filtrados para essa análise correspondem a 951 prestadores de serviço que disponibilizaram informações no sistema com dados válidos⁶.

Dessa forma, foram filtradas 951 observações, o que equivale a 951 firmas diferentes, por possuírem infraestruturas diferentes e que recebem suas transferências (receitas) de acordo com seus custos de sua prestação de serviço.

Com o objetivo de obter os dados para utilizar a metodologia descrita por Laffont e Tirole, os dados filtrados para realização da estimação foram os seguintes:

- Receita Operacional direta de água - 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);
- Custo efetivamente incorrido que equivale à despesa de exploração excluindo-se a despesa com esgoto exportado;

⁵ Os dados referentes a 2016 ainda estavam sendo coletados no momento de elaboração dessa dissertação

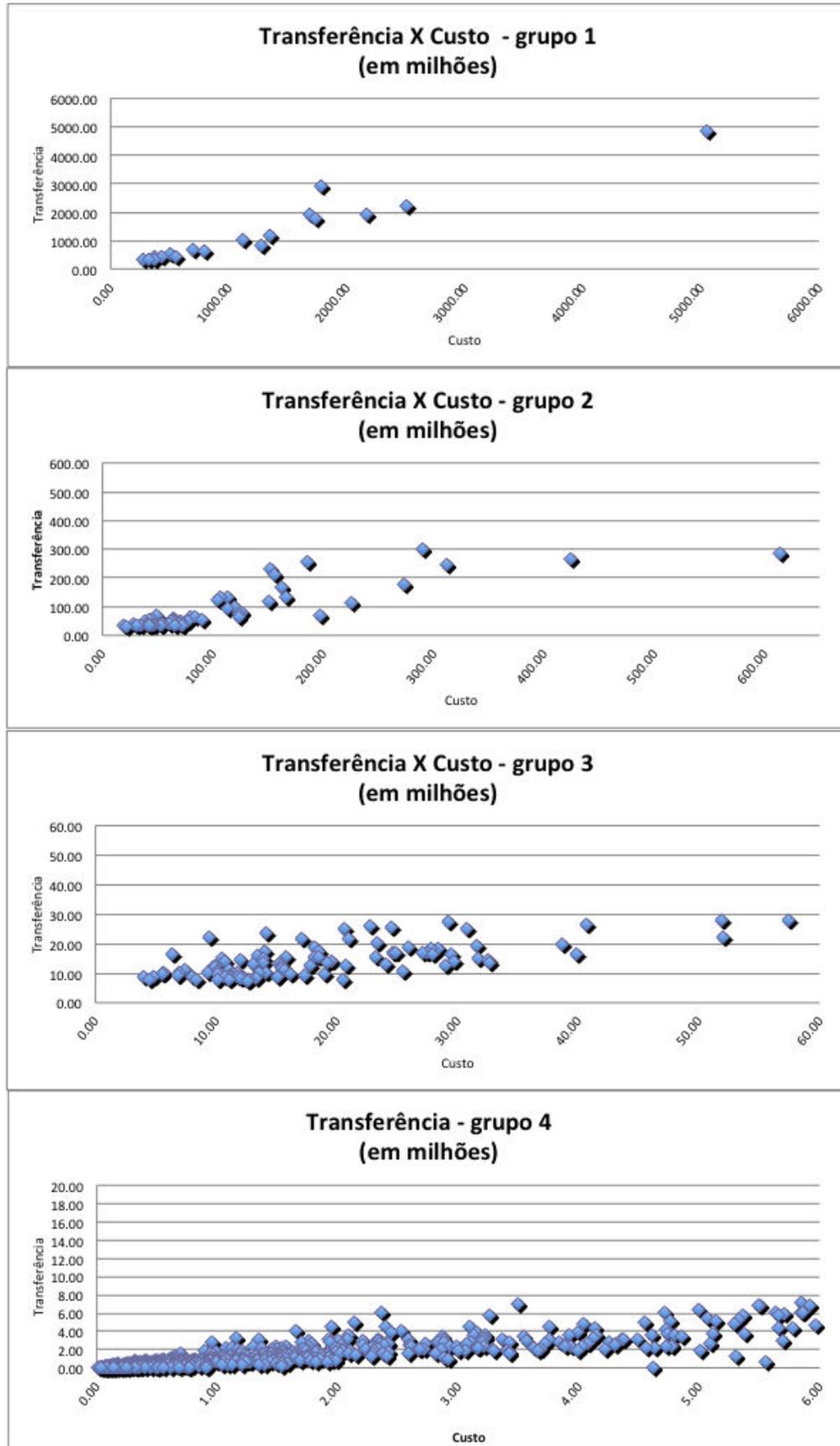
⁶ Corresponde a empresas que apresentaram valores para Receita e Custo.

A receita operacional direta de água, na metodologia dos autores, corresponderá ao valor necessário a prestação do serviço, ou seja, ao valor que precisa ser transferido a essas empresas para que elas possam operar, independentemente de ter sido arrecadado por meio de transferência direta do governo ou pela arrecadação de tarifas.

Excluiu-se do custo efetivamente incorrido a despesa com esgoto exportado pois a análise não inclui esse serviço. O custo efetivamente incorrido corresponde ao Custo observado do modelo teórico.

Para uma análise inicial desses dados, devido à grande dispersão dos dados, para ilustração, as observações foram separadas em quatro grupos, classificados por tamanho, de acordo com sua representatividade em relação ao somatório do valor total de transferências realizadas em 2015. Sendo assim, os quatro grupos foram separados da seguinte forma: grupo 1 – dados pertencentes ao intervalo de 16,4% a 1,03%; grupo 2 – dados pertencentes ao intervalo de 0,99% a 0,10%; grupo 3 – dados pertencentes ao intervalo de 0,09% a 0,03%; e grupo 4 – dados pertencentes ao intervalo de 0,02% a 0,0000013%. Os dados foram separados em grupos para uma melhor visualização da distribuição das observações.

Foram elaborados gráficos tipo *Scatter* para uma análise inicial dos dados. Devido aos dados de transferência e custo analisados estarem em um intervalo muito grande, foi necessário separá-los em quatro grupos, classificados por tamanho em quartis, para que fosse possível uma melhor visualização dessas informações.. Esses gráficos serão apresentados na escala de milhares, e comparam Custo versus Transferência. Sendo o custo representado no eixo vertical e a transferência no eixo horizontal.

Figura 3: Gráficos *Scatter* - representação dos dados por grupo

A análise dos gráficos indica que existe uma correlação positiva entre Custo e Transferência. Além disso, os gráficos parecem indicar que há dois regimes para os dados.

Tabela 3: Estatísticas das Transferências (valores em milhões)

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Grupo 1	310.70	4879.75	1268.17	1157.46
Grupo 2	29.12	299.39	88.70	73.82
Grupo 3	7.57	28.17	14.14	5.40
Grupo 4	0.0004	7.55	1.46	1.77

Tabela 4: Estatísticas dos Custos (valores em milhões)

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Grupo 1	272.56	5045.64	1274.27	1134.06
Grupo 2	19.36	613.77	110.20	105.33
Grupo 3	3.93	57.40	18.32	10.45
Grupo 4	0.01	19.76	1.86	2.57

As estatísticas dos custos de das transferências apresentam uma tendência decrescente do grupo 1 para o grupo 4. Também pode ser verificado que, em geral, os valores máximos das transferências são inferiores aos valores máximos dos custos. Além disso, a variância observada permite avaliação da dispersão dos dados, confirmado pelos valores mínimo e máximo.

3.4 ESTIMAÇÃO E TESTE DE HIPÓTESES

Para aplicação do modelo, serão utilizadas informações do setor de saneamento, por se tratar de um setor em que a prestação do serviço é feita em maior parte pelo governo, conforme metodologia apresentada na seção 3.3.

A partir dos dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS – 2015, foram filtrados os prestadores de serviços que responderam o questionário e que apresentaram informações válidas, com valores diferentes de zero, para custo e transferência.

Conforme destacado anteriormente, cada prestador corresponde a uma observação, que foram filtradas e foram eliminadas as empresas que não informaram custo ou receita, totalizando assim 951 observações.

Para a aplicação dos dados no modelo faz-se necessário os seguintes dados para a equação: $t(\beta, C)$: Função de transferências – Equivale à Receita Operacional direta de água e “C” é o Custo efetivamente incorrido e observado pelo Regulador,

que equivale à despesa de exploração (FN015) excluindo-se a despesa com esgoto exportado (FN039).

Como os dados se referem a receitas e custos de empresas de todo o Brasil em um determinado ponto do tempo (ano de 2015), o estudo de dados por *cross section* realizado supõe que não há autocorrelação entre as observações, que elas são independentes e que os erros são normais. Por mais que municípios próximos possam ter alguma independência e sinergia em suas infraestruturas, a análise para o Brasil como um todo irá considerar os dados como independentes pois se trata de empresas que estão em diferentes regiões do país e portanto desconectadas. Além disso, não é uma análise temporal, assim é razoável supor independência.

Para a estimação será utilizada a função de transferências do modelo teórico de Laffont-Tirole e aplicado o *switching regression model* aos dados.

Estimando por Mínimos Quadrados:

$$\frac{\tilde{\varepsilon}_H}{\sigma_H} = \frac{t_i - (a_H + b_H C_i)}{\underbrace{\sigma_H}_x} \sim N(0,1) \text{ com probabilidade } \alpha$$

$$\frac{\tilde{\varepsilon}_L}{\sigma_L} = \frac{t_i - (a_L + b_L C_i)}{\underbrace{\sigma_L}_{x'}} \sim N(0,1) \text{ com probabilidade } 1 - \alpha$$

Tendo como parâmetros a serem estimados: $a_H, b_H, a_L, b_L, \sigma_H, \sigma_L$ e α .

Temos que a fdp $N(0,1) \rightarrow \phi_{(x)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{\frac{-x^2}{2}\right\}$

Maximizando a função de log-Verossimilhança:

$$\text{Max}_{a,b,a',b',\sigma_L,\sigma_H} \sum_{i=1}^N \ln \left[\alpha \phi \left(\frac{t_i - a_H - b_H C_i}{\sigma_H} \right) + (1 - \alpha) \phi \left(\frac{t_i - a_L - b_L C_i}{\sigma_L} \right) \right]$$

O modelo foi estimado para 951 observações, tendo como variável dependente “transferências” e variável explicativa “custo de produção”.

Tabela 5: Estimação

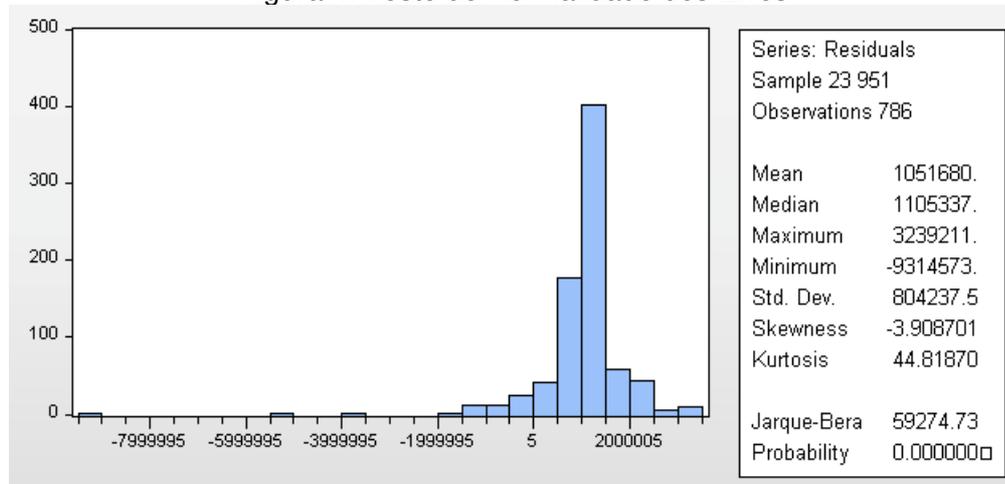
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística - Z	Prob.
Regime 1				
C	-6689249	8972383	-0.745538	0.45590
CUST_PROD	0.986893	0.015766	62.59577	0.00000
LOG(SIGMA)	18.50799	0.058592	315.8812	0.00000
Regime 2				
C	66487.05	24508.66	2.712798	0.00670
CUST_PROD	0.79275	0.001520	521.5013	0.00000
LOG(SIGMA)	13.35348	0.057641	231.6661	0.00000
Probabilidade				
α	0,8265			
$1 - \alpha$	0,1735			

Avaliando-se a estimação realizada é possível confirmar uma relação linear do custo com a transferência, em que ambos regimes dependem de um β não observável. Verifica-se que há uma probabilidade de 82,65% de a empresa pertencer ao regime 1 e de 17,35% de pertencer ao regime 2, o que também é observado pelo fato de que o regime 1 possui 786 observações e o regime 2 apenas 165.

O regime 1 concentra a maior parte das empresas e cada 1 unidade de custo corresponde a uma transferência de R\$ 0.986893, sendo o regime mais custoso para a sociedade. Já para o regime 2, cada 1 unidade de custo corresponde a uma transferência de R\$ 0.79275. Isso corresponde a dizer as empresas do segundo regime cobram da sociedade pelo serviço prestado um valor aproximado de 20% mais barato do que as empresas do regime 1.

Também foi realizado um teste de normalidade dos erros de Jarque-Bera, conforme pode ser verificado na Figura 4 abaixo que apresenta o teste, bem como o histograma dos dados.

Figura 4: Teste de Normalidade dos Erros



Conforme pode ser verificado, o teste de Jarque-Bera rejeitou a normalidade dos erros, isso pode ter ocorrido porque o conjunto dos dados analisados possui um número pequeno de observações. Além disso, o teste de Jarque-Bera também foi realizado para os regimes separadamente, conforme a Tabela 6 abaixo, em que também é rejeitada a normalidade dos resíduos.

Tabela 6: Teste de Normalidade por Regime

	Prob1	Prob2	RESID
Média	0,992574	0,007327	1051680
Mediana	0,998727	0,001273	1105337
Máximo	0,998956	0,466815	3239211
Mínimo	0,533185	0,001044	-9314573
Desvio Padrão	0,037595	0,037290	804237,5
Assimetria	-9,278074	9,357745	-3,908701
Curtose	96,73704	98,38034	44,818700
Jarque-Bera	294093,1	309411,5	59274,73
Probabilidade	0,000000	0,000000	0,000000

Na Tabela 6 também é possível verificar que o teste de Jarque-Bera por regime também rejeitou a normalidade. Nesse caso, cabe ressaltar que a separação por regime reduz ainda mais o número de observações, podendo assim prejudicar a análise.

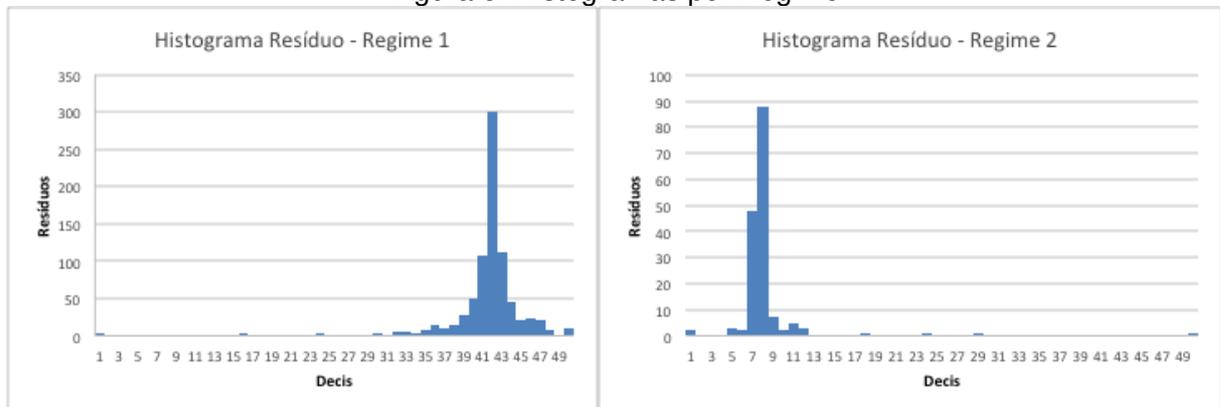
Ainda foi realizado um outro teste para verificar a normalidade dos erros de Anderson-Darling, conforme a Tabela 7, que também rejeitou a normalidade dos erros.

Tabela 7: teste de normalidade de Anderson-Darling

Método	Valor	Adj. Value	Prob.
Anderson-Darling (A2)	45.65738	45.70111	0.00

Ainda com o objetivo de analisar a normalidade dos erros, buscou-se analisar o histograma dos resíduos de cada regime separadamente. Para isso extraiu-se a tabela de resíduos do E-views com todos os dados das observações, incluindo informação de probabilidade de pertencer ao regime 1 ou ao regime 2. Com essas informações e os dados separados em dois regimes, foram construídos dois histogramas, um para o regime 1 e outro para o regime dois, conforme pode ser observado abaixo.

Figura 5: Histogramas por Regime



Da mesma forma que para o histograma conjunto dos erros apresentado na figura 6, no histograma da figura 7 acima não é possível verificar a normalidade, pois com a divisão dos dados em dois regimes há um número ainda menor de observações em cada grupo, o que prejudica análise.

Ainda foram realizados dois testes de hipóteses para os dados:

→ 1º Teste: Avaliar se a transferência marginal em relação ao custo é a mesma nos dois regimes:

- $H_0: b = b_L = b_H$;
- $H_1: b \neq b_L = b_H$

→ 2º Teste: Verificar se tenho apenas um regime ou se tenho dois regimes.

- $H_0: a_H = a_L \text{ e } b_L = b_H$;
- $H_1: a_H \neq a_L \text{ e } b_L \neq b_H$.

A

Tabela 8 apresenta três testes que rejeitam H_0 , ou seja, rejeitou a hipótese de que um aumento de custos nos dois regimes tem o mesmo efeito nas transferências. Verificando-se assim que há alteração de regime.

A Tabela 9 apresenta dois testes rejeitam H_0 , ou seja, rejeitou a hipótese de que tenho apenas uma regressão em vez de duas, confirmando que há dois regimes.

Tabela 8: teste $b=b'$

Teste de Hipóteses	Valor	p-valor
$H_0: b=b'$		
teste t	12.25	0.00
teste F	150.22	0.00
χ^2	150.22	0.00

Tabela 9: teste $b=b'$ e $a=a'$

Teste de Hipóteses	Valor	p-valor
$H_0: b=b'$ e $a=a'$		
teste F	80.33	0.00
χ^2	160.66	0.00

O resultado obtido nos testes de hipótese realizados nos leva a rejeitar a hipótese nula de igualdade. Dessa forma, verifica-se que a hipótese de que os coeficiente são iguais é rejeitada. Os dados foram separados em dois regimes pelo modelo por meio de uma tabela de probabilidades, que relaciona em termos percentuais a chance de uma observação pertencer a um determinado regime. A partir dessa tabela dos dados foram classificados em seu respectivo regime considerando-se uma chance de mais de 50% de pertencer ao respectivo regime. Sendo assim, verificou-se que o regime 1 possui 786 observações e o regime 2 possui 165 observações.

Dessa forma, os dados estimados indicaram que b_L e b_H são diferentes e representam a sensibilidade da transferência de cada regime quando os custos dessas firmas aumentam. De acordo com o modelo teórico de Laffont e Tirole (1986) eles são o Custo Marginal da firma.

Se considerarmos que o que diferencia esses regimes são os tipos de choques tecnológicos que as firma recebem. Dada a função de Custos do modelo teórico, $C = (\beta - e)q$, um choque baixo β_L tem como consequência um menor aumento de custos do que um choque alto β_H . Assim, pela análise dos dados podemos dizer que as firmas do regime 1 foram submetidas a um choque alto e as firmas do regime 2 a um choque baixo.

De forma geral, verifica-se que, entre as empresas prestadoras de serviço de saneamento, apenas empresas privadas de forma estrita não são controladas pelo governo de forma ampla. Todos os demais prestadores possuem estruturas administrativas-legais em que o governo, em certa medida, influencia na gestão. O tamanho da influência irá depender da característica desses prestadores, por exemplo, prestadores definidos como “administração pública direta” correspondem a prefeituras que prestam esse serviço, ou seja, o próprio órgão de governo, sem um estrutura específica, presta esse serviço público.

Os outros prestadores que se caracterizam como administração indireta, possuem estruturas específicas, com independência administrativa e financeira que variam de acordo com a sua qualificação. Todos possuem gestão pública mas com níveis de governança que variam.

A partir do resultado da estimação, que separou os dados das empresas entre os dois regimes, com o objetivo de verificar se o tipo de administração dessas empresas pode ter alguma relação com o regime em que se encontram. Para isso, separou-se as empresas com administração privada e com administração pública.

Porém as empresas com administração pública foram divididas em dois grupos, o primeiro grupo concentra empresas que possuem uma maior dependência administrativa do governo (Administração pública direta, autarquias e empresas públicas) e no grupo dois estão as sociedades de economia mista, que possuem uma maior independência. Para as empresas privadas descritas na tabela foram consolidados os valores de empresas que foram concedidas à iniciativa privada e as empresas geridas por organizações sociais.

Assim, e os dados foram filtrados para que fosse possível verificar o percentual de empresas, de acordo com esses grupos, prevalece em cada regime. Assim, a Tabela 10 abaixo, apresenta essa separação.

Tabela 10: Tipos de Empresa por Regime

	Grupo 1: Empresas com Administração Pública		Grupo 2: Soc Econ. Mista - Adm Pub		Emp Privada		Total
Regime 1	730	88%	3	10%	53	62%	786
Regime 2	104	12%	28	90%	33	38%	165
Total	834		31		86		951

Analisando a

Tabela 10 verifica-se que, com exceção dos prestadores de serviço com natureza jurídica de Sociedade de Economia Mista, o restante dos prestadores de serviço possuem a maioria das empresas no regime 1, inclusive as empresa privadas, regime este que impõe um maior custo à sociedade.

A razão disso deve ser analisada com cautela. Analisando-se somente os prestadores que possuem gestão pública, pode-se dizer que as Sociedades de Economia Mista possuem políticas de governança diferenciadas em relação a entes com uma maior vinculação ao Governo. As Sociedades de Economia Mista possuem contas segregadas e auditadas, tanto por controladorias públicas quanto auditorias privadas, seguindo princípios de governança de transparência e prestação de contas.

A desvinculação orçamentária favorece a gestão pois a arrecadação tarifária é feita diretamente por essas empresas, não transitando no orçamento público como pode ocorrer com as empresas públicas e autarquias. Todas essas questões são características de uma boa governança.

Conforme mencionam Laffont e Tirole, p. 640-641(1993), a dificuldade de monitoramento, flexibilidade orçamentária, expropriação de investimentos, falta de objetivos precisos e captura são alguns problemas surgem quando se tem uma firma de propriedade do governo operando. Essas questões, segundo o autor, surgem em virtude de problemas de agência, decorrentes da separação da propriedade e do controle da empresa.

Conforme destaca o Tribunal de Contas da União - TCU (BRASIL, 2014), “A origem da governança está associada ao momento em que as organizações deixaram de ser geridas diretamente por seus proprietários”. Dessa forma, a governança pode ser vista como um mecanismo de combate à assimetria de informação que surge nesse processo e, se bem implementada na instituição, minimiza os problemas de agência.

O modelo de Governança adotado como possível causa para que 90% dos prestadores com natureza jurídica de Sociedades de Economia Mista estejam no regime 2 devem ser replicadas para um aprimoramento da gestão dos demais prestadores, tendo como uma aliado direto a regulação desse setor, que deve ser fortalecida e padronizada, buscando como padrão as melhores práticas verificadas no setor.

Governança no setor público compreende essencialmente os mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e

monitorar a atuação da gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade. (BRASIL, 2014)

Mecanismos de liderança, estratégia e controle devem ser implementados para os demais prestadores de serviço público, focando em uma melhor gestão por meio de uma liderança estruturada, para que um maior esforço por parte dos agentes possa ser absorvido na função de custo das firmas por meio de redução nos custos e assim, compartilhado com a sociedade como ganho de eficiência.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho estabeleceu como principal objetivo analisar a eficiência de empresas públicas no Brasil, especificamente o caso do setor de saneamento. Para tanto, os estudos realizados buscaram estabelecer limites de ineficiência para empresas públicas.

O primeiro estudo elaborado no capítulo dois foi estritamente teórico e buscou verificar um nível máximo de ineficiência econômica da empresa pública operando um monopólio, e concluiu-se que ele depende de parâmetros estruturais de mercado (demanda e custos), o que leva a conclusão que a ineficiência pode estar mais relacionada com a estrutura do mercado do que com a natureza jurídica da empresa monopolista que oferta o bem.

Dessa forma, buscou-se analisar uma estrutura de mercado de um bem com demanda inelástica, e baixos custos marginais, o que de acordo com o capítulo 2 faz com que a tolerância a uma ineficiência do governo seja maior. Verificou-se que esse mercado no Brasil é operado, em sua maioria, por empresas que possuem uma gestão pública.

Nesse sentido, o terceiro capítulo da pesquisa complementa o estudo de incentivo à eficiência de empresas públicas e teve como objetivo verificar as diferenças na operação de empresas públicas do setor de saneamento. Para isso foi utilizado o modelo elaborado por Laffont e Tirole (1986) de incentivo à eficiência de empresas reguladas e aplicado a dados de empresas de saneamento obtidos no SNIS.

A partir desses dados, estimados por meio do *switching regression model*, foi verificado que as empresas se dividem em dois regimes, um regime foi submetido a um choque de tecnologia alto e o outro a um choque baixo.

Com base nesses choques foi possível detectar a existência de dois regimes, o regime 1 concentra a maior parte das empresas e também é o regime que impõe um custo maior à sociedade. Assim, a maior parte dos prestadores de serviço operam de forma menos eficiente, caracterizando uma grande tolerância, por parte da sociedade, ao governo monopolista ineficiente do capítulo 2.

A exceção disso são as empresas que têm como natureza jurídica Sociedades de Economia Mista, pois 90% desses prestadores de serviço se concentraram no regime 2. A análise dessas causas deve ser feita com cautela e não foi o objetivo

desse estudo. De forma geral pode-se identificar que essas empresas possuem padrões de governança estabelecidos, com contas segregadas e auditadas, tanto por controladorias públicas quanto auditorias privadas.

A desvinculação orçamentária favorece a gestão pois a arrecadação tarifária vai direto para essas empresas e não transita no orçamento público como pode ocorrer com as empresas públicas e autarquias. Além disso, seus funcionários são contratados por meio da CLT e possuem uma estabilidade menor do que os empregados da administração pública direta, o que pode ser utilizado como mecanismo de incentivo ao esforço do agente. Todas essas questões são características de uma boa governança

Por fim, como direcionamentos para possíveis estudos futuros, considera-se como relevante a verificação de melhores práticas adotadas pelas empresas que estão no regime 2, como forma de se permitir novos aprimoramentos da gestão dos demais prestadores, tendo como um aliado direto a regulação desse setor que, conforme ambicionou demonstrar esta pesquisa, deve ser fortalecida e padronizada.

REFERÊNCIAS

- BARON, D. P.; MYERSON, R. B. Regulating a Monopolist with Unknown Costs. **Econometrica**, v. 50, n. 4, p. 911–930, 1982.
- BERG, S. V.; TSCHIRHART, J. **Natural Monopoly Regulation: Principles and practice**. [s.l.]: Cambridge University Press, 1988.
- BOLTON, P.; DEWATRIPONT, M. **Contract Theory**. [s.l.] MIT, 2005.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2015** **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos-2015**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>>.
- BRASIL. **Lei no. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>
- BRASIL. Senado Federal, 1988. **Constituição: República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal.
- BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Referencial Básico de Governança Aplicável a Órgãos e Entidades da Administração Pública**. [s.l.: s.n.].
- BRESSER-PEREIRA, L. CARLOS. Uma reforma gerencial da Administração Pública no Brasil. **Revista do Serviço Público**, v. 49, n. 1, p. 5–42, 1998. DEMSKI, J. S.; FELTHAM, G. A. Incentives Control in Budgetary Systems. **The Accounting Review**, v. 53, n. 2, p. 336–359, 1978.
- FUDENBERG, D.; TIROLE, J. **Game Theory**. [s.l.] The MIT Press, 1991.
- GAGNEPAIN, P.; IVALDI, M. Economic Efficiency and Political Capture in Public Service Contracts. **Journal of Industrial Economics**, v. 65, n. 1, p. 1–38, 2017.
- GROSSMAN, S. J.; HART, O. D. The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration. **Journal of Political Economy**, v. 94, n. 4, p. 691–719, 1986.
- HOLMSTROM, B. Moral Hazard and Observability. **The Bell Journal of Economics**, v. 10, n. 1, p. 74, 1979.
- JENSEN, C.; MECKLING, H. Theory of the Firm: managerial behavior, agency cost and ownership structure. **Journal of Financial Economics**, v. 3, p. 305–360, 1976.
- LAFFONT, J.-J.; TIROLE, J. Using Cost Observation to Regulate Firms. **Journal of Political Economy**, v. 94, n. 3, Part 1, p. 614–641, jun. 1986.
- LAFFONT, J.-J.; TIROLE, J. **A Theory of Incentives in Procurement and Regulation**. Cambridge, Massachusetts: [s.n.].
- MAS-COLLEL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. **Microeconomic Theory**. New York: Oxford University Press, Inc., 1995.
- PACHECO, R. S. Regulação no Brasil: desenho das agências e formas de controle.

Revista de Administração Pública, v. 40, n. 4, p. 523–543, 2006.

PINT, E. M. Nationalization monopolies vs . regulation of Monopolies: the effects of ownership on efficiency. **Journal of Public Economics**, v. 44, p. 131–164, 1991a.

PINT, E. M. Nationalization monopolies vs . regulation of The effects of ownership. **Journal of Public Economics**, v. 44, p. 131–164, 1991b.

RASMUSEN, E. **Games and Information: an introduction to game theory**. 4th. ed. [s.l.] Blackwell Publishing Ltd, 2007.

ROEMER, J. E.; SILVESTRE, J. A Welfare Comparison of Private and Public Monopoly. **Journal of Public Economics**, v. 48, p. 67–81, 1992.

SALANIÉ, B. **The Economics of Contracts**. [s.l.] The MIT Press, 2005.

SPENCE, M.; ZECKHAUSER, R. Insurance, Information, and Individual Action. **The American Economic Review**, v. 61, n. 2, p. 380–387, 1971.

SPILLER, P. T. Politicians, Interest Groups, and Regulators: A Multiple-Principals Agency Theory of Regulation, or “Let Them Be Bribeed”. **The Journal of Law and Economics**, v. 33, n. 1, p. 65–101, 1990.

STIGLER, G. J. The Theory of Economic Regulation. **The Bell Journal of Economics and Management Science**, v. 2, n. 1, p. 3–21, 1971.

VISCUSI, W. K.; JOSEPH E. HARRINGTON, J.; VERNON, J. M. **Economics of Regulation and Atitrust**. 4th. ed. Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2005.

WILLIAMSON, O. E. **The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting**. [s.l: s.n.].

ANEXO A – Jogos Bayesianos

É um jogo onde cada indivíduo pode executar uma ação (estratégia) e a sua utilidade depende dessa ação, da ação dos oponentes e de o “tipo” desse indivíduo que é a fonte de informação incompleta. Cada indivíduo conhece o seu tipo, mas desconhece o tipo dos oponentes; apenas conhece uma distribuição de probabilidades desses tipos.

Especificamente, os elementos de um jogo Bayesiano são:

$$I \geq 2 \text{ indivíduos}$$

Para cada indivíduo $i = 1, 2, \dots, I$ temos:

S_i = Conjunto de ações o estratégias de i . Seja $S = \prod_{i=1}^I S_i$ e $S_{-i} = \prod_{j \neq i} S_j$

Θ_i = Conjunto de possíveis tipos de i . Denotamos Θ e Θ_{-i} de forma análoga

$u_i: S \times \Theta_i \rightarrow \mathbb{R}$ utilidade (esperada) de i . Entendemos $u_i(s_i, s_{-i}, \theta_i)$ como a utilidade de i quando executa a estratégia s_i , os oponentes executam s_{-i} e ele tem tipo θ_i

Finalmente, uma distribuição de probabilidades $F: \Theta \rightarrow [0, 1]$, em que $F(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_I) = \Pr[\text{tipo } 1 \leq \theta_1, \text{ tipo } 2 \leq \theta_2, \dots, \text{ tipo } I \leq \theta_I]$.

Resumindo, um jogo Bayesiano é: $\{(S_i, \Theta_i, u_i)_{i=1}^I, F\}$

Estratégias condicionadas:

Como cada indivíduo conhece o seu tipo, mas os oponentes o desconhecem, consideramos as estratégias condicionadas aos tipos, como sendo:

$$\tilde{s}_i: \Theta_i \rightarrow S_i$$

Observação: Em geral, podem-se considerar estratégias condicionadas ao perfil de tipos, ou seja $\tilde{s}_i: \Theta \rightarrow S_i$ e estender as definições abaixo para este caso. Portanto, dado um perfil de estratégias condicionadas aos tipos $(\tilde{s}_1, \dots, \tilde{s}_I)$ a utilidade do indivíduo i será:

$$\tilde{u}_i: \tilde{S}_1 \times \dots \times \tilde{S}_I \rightarrow \mathbb{R}; \text{ definida como } \tilde{u}_i(\tilde{s}_1, \dots, \tilde{s}_I) = E_\theta[u_i(\tilde{s}_1(\theta_1), \dots, \tilde{s}_I(\theta_I))]$$

Então o jogo Bayesiano pode ser rescrito como $\{(\tilde{S}_i, \tilde{u}_i)_{i=1}^I\}$.

Podemos definir o equilíbrio de Nash para esse jogo Bayesiano (ENB) como um perfil $(\tilde{s}_i^*)_{i=1}^I$ tal que para todo i , se os outros não desviam, então i também não desvia.

A seguinte proposição caracteriza esse ENB

Proposição: $(\tilde{s}_i^*)_{i=1}^I$ é um ENB se e só se para todo $i = 1, 2, \dots, I$:

$$E_{\theta_{-i}}[u_i(\tilde{s}_i(\theta_i), \tilde{s}_{-i}(\theta_{-i}), \theta_i) | \theta_i] \geq E_{\theta_{-i}}[u_i(s_i, \tilde{s}_{-i}(\theta_{-i}), \theta_i) | \theta_i]; \forall \theta_i \in \Theta_i, \forall s_i \in S_i$$

Em um ENB $(\tilde{s}_i^*)_{i=1}^I$ nenhum indivíduo tem incentivo a se desviar da sua estratégia condicionada dado que os outros estão jogando as correspondentes estratégias do ENB, seja qual for o tipo que ele tenha.

Desenho de mecanismos

Considere o seguinte jogo com informação incompleta:

$I + 1$ indivíduos; $i = 0, 1, \dots, I$. O indivíduo $i = 0$ não possui informação privada e o indivíduo $i = 1, \dots, I$ pode ter tipo $\theta_i \in \Theta_i$.

As ações ou estratégias dos indivíduos são:

$t = (t_1, \dots, t_I) \in \mathbb{R}^I$ transferências que $i = 0$ faz aos outros jogadores

$x \in \mathcal{X} \subset \mathbb{R}^n$ decisões individuais dos jogadores $i = 1, \dots, I$

Chamaremos de alocação a qualquer par $y = (x, t)$.

As utilidades (esperadas) dos indivíduos são $u_i(y, \theta_i) = u_i(x, t, \theta_i)$

Como vimos na seção I, podemos definir as estratégias contingentes ao perfil de tipos, ou seja $y(\theta) = (x(\theta), t(\theta))$ e as utilidades deste perfil condicionadas aos tipos:

$$U_i(\theta_i) = E_{\theta_{-i}}[u_i(y(\theta_i, \theta_{-i}), \theta_i, \theta_{-i} | \theta_i)]; \quad i = 1, \dots, I$$

$$U_0 = E_{\theta}[u_0(y(\theta), \theta)]$$

ANEXO B – Princípio da Revelação

Dado um ENB $(\mu_i^*)_{i=1}^I$ para o mecanismo $\mathbb{M} = ((\mathcal{M}_i)_{i=1}^I, y_m)$, existe outro mecanismo $\mathbb{M}' = ((\mathcal{M}'_i)_{i=1}^I, \bar{y}_m)$ definido por:

$\forall i, \mathcal{M}'_i = \theta_i$ e $\bar{y}_m: \theta \rightarrow Y$ dada por $\bar{y}_m = y_m \circ \mu^*$ (i.e., $\bar{y}_m(\theta) = y_m(\mu_1^*(\theta_1), \dots, \mu_I^*(\theta_I))$)

Tal que $\mu_i(\theta_i) = \theta_i$ para todo i é um ENB para \mathbb{M}' .

Ou seja, dado um ENB para um mecanismo, podemos desenhar outro mecanismo onde “revelar a verdade” é um ENB com as mesmas alocações do mecanismo original.

Demonstração: Para verificar que $\mu_i(\theta_i) = \theta_i$ para todo i é um ENB para o mecanismo \mathbb{M}' , devemos provar que para todo j :

$$E_{\theta_{-j}} \left[u_j \left(\bar{y}_m \left(\mu_j(\theta_j), \mu_{-j}(\theta_{-j}) \right), \theta \right) \middle| \theta_j \right] \geq E_{\theta_{-j}} \left[u_j \left(\bar{y}_m \left(\hat{\theta}_j, \mu_{-j}(\theta_{-j}) \right), \theta \right) \middle| \theta_j \right], \quad (*)$$

Para todo $\hat{\theta}_j \in \theta_j$.

Calculemos o primeiro membro de (*):

$$\begin{aligned} E_{\theta_{-j}} \left[u_j \left(\bar{y}_m \left(\mu_j(\theta_j), \mu_{-j}(\theta_{-j}) \right), \theta \right) \middle| \theta_j \right] &= E_{\theta_{-j}} \left[u_j \left(\bar{y}_m(\theta_j, \theta_{-j}), \theta \right) \middle| \theta_j \right] \\ &= E_{\theta_{-j}} \left[u_j \left(y_m \left(\mu_j^*(\theta_j), \mu_{-j}^*(\theta_{-j}) \right), \theta \right) \middle| \theta_j \right] \\ &= \sup_{\mu_j \in \mathcal{M}_j} E_{\theta_{-j}} \left[u_j \left(y_m \left(\mu_j, \mu_{-j}^*(\theta_{-j}) \right), \theta \right) \middle| \theta_j \right] \\ &\geq E_{\theta_{-j}} \left[u_j \left(y_m \left(\mu_j^*(\hat{\theta}_j), \mu_{-j}^*(\theta_{-j}) \right), \theta \right) \middle| \theta_j \right]; \quad \forall \hat{\theta}_j \in \theta_j \\ &= E_{\theta_{-j}} \left[u_j \left(\bar{y}_m \left(\mu_j(\hat{\theta}_j), \mu_{-j}(\theta_{-j}) \right), \theta \right) \middle| \theta_j \right] = E_{\theta_{-j}} \left[u_j \left(\bar{y}_m \left(\hat{\theta}_j, \mu_{-j}(\theta_{-j}) \right), \theta \right) \middle| \theta_j \right] \end{aligned}$$

Para todo $\hat{\theta}_j \in \theta_j$, como queríamos demonstrar.

OBS:

Definição: Um desenho de mecanismo é um jogo com informação incompleta de três estágios, definidos assim:

Estágio 1: Criação de um mecanismo (contrato ou esquema de incentivos) por parte do jogador $i = 0$ (principal) que consiste de:

Um conjunto de possíveis mensagens para cada jogador: \mathcal{M}_i para $i = 1, \dots, I$

Uma alocação, que depende das mensagens enviadas: $y_m: \mathcal{M} \rightarrow Y \equiv \mathcal{X} \times \mathbb{R}^I$, em que $\mathcal{M} = \prod_{i=1}^I \mathcal{M}_i$

Estágio 2: Cada $i = 1, \dots, I$ aceita ou não o mecanismo. Se não aceitar fica com utilidade reserva.

Estágio 3: Os agentes que aceitam jogam o jogo com o mecanismo especificado.

Neste caso, um ENB para este jogo será um perfil de mensagens contingentes $(\mu_i^*(\cdot))_{i=1}^I$, onde $\mu_i^*: \Theta_i \rightarrow \mathcal{M}_i$, tal que nenhum jogador quer mudar dado que os outros jogam a estratégia do perfil.

ANEXO C – Desenvolvimento dos cálculos dos exemplos aplicados - Seção 2

Segue abaixo o desenvolvimento dos exemplos apresentados no segundo capítulo dessa dissertação.

Caso (1-1):

- Função de Utilidade: (1) $\phi_1(q) = Aq - \frac{B}{2}q^2$
- Função de Custo: (1) $c_1(q) = kq + c_f$

Como os custos são lineares, $c(q) = kq + c_f$, o custo marginal é constante e então será igual para o caso do monopólio e para o governo ineficiente e é possível simplificar, assim:

$$\gamma < \left(\frac{1}{|\varepsilon| - 1} \right)$$

Isso significa que, quando os custos são lineares, o governo tem que ser menos ineficiente do que a “ineficiência” gerada pelo *mark-up* do Monopolista.

Em concorrência perfeita: Usamos a equação (3)

$$A - Bq = k \Rightarrow q^{cp} = \frac{A - k}{B}$$

Em monopólio: Usamos (11)

$$-Bq + A - Bq = k \Rightarrow q^m = \frac{A - k}{2B}$$

Com governo ineficiente: Usamos (5)

$$A - Bq = \gamma k \Rightarrow q^{GI} = \frac{A - \gamma k}{B}$$

Então, calculando o peso morto:

$$\begin{aligned} DW^m &= W(q^{cp}) - W(q^m) = \phi(q^{cp}) - c(q^{cp}) - (\phi(q^m) - c(q^m)) \\ &= A \left(\frac{A - k}{2B} \right) - k \left(\frac{A - k}{2B} \right) - \frac{B}{2} \left(\frac{A - k}{2B} \right)^2 - \left[A \left(\frac{A - k}{B} \right) - k \left(\frac{A - k}{B} \right) - \frac{B}{2} \left(\frac{A - k}{B} \right)^2 \right] \\ &= \left(\frac{A - k}{2B} \right) \left[A - k - \frac{3}{4}(A - k) \right] \\ DW^m &= \frac{(A - k)^2}{8B} \end{aligned}$$

Por outro lado,

$$\begin{aligned} DW^{GI} &= W(q^{cp}) - W(q^{GI}) = \phi(q^{cp}) - c(q^{cp}) - (\phi(q^{GI}) - c(q^{GI})) \\ &= A \left(\frac{k(\gamma - 1)}{B} \right) - k \left(\frac{k(\gamma - 1)}{B} \right) - \frac{B}{2} \left(\frac{k(\gamma - 1)}{B} \right)^2 - \left[A \left(\frac{2A - k(\gamma + 1)}{B} \right) - k \left(\frac{2A - k(\gamma + 1)}{B} \right) - \frac{B}{2} \left(\frac{2A - k(\gamma + 1)}{B} \right)^2 \right] \\ &= \left(\frac{k(\gamma - 1)}{B} \right) \left[A - k - \frac{1}{2}(2A - k(\gamma + 1)) \right] \end{aligned}$$

$$DW^{GI} = \frac{k^2(\gamma - 1)^2}{2B}$$

É melhor que o governo opere, se e somente se:

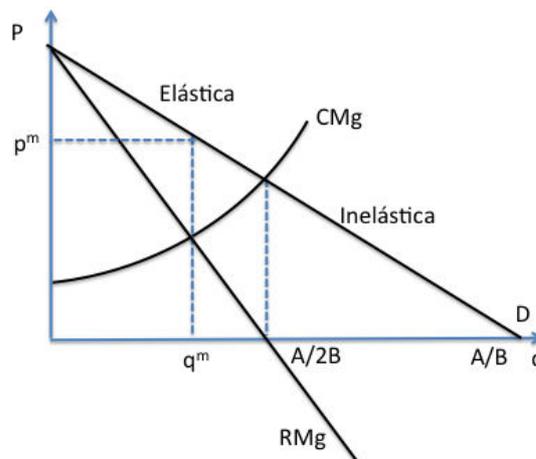
$$\begin{aligned} DW^{GI} < DW^m &\Leftrightarrow \frac{k^2(\gamma - 1)^2}{2B} < \frac{(A - k)^2}{8B} \\ &\Leftrightarrow \gamma < \frac{A}{2k} + \frac{1}{2} \equiv \bar{\gamma} \end{aligned}$$

Caso (1-2):

- Função de Utilidade: (2) $\phi_2(q) = Aq^\alpha$
- Função de Custo: (2) $c_2(q) = \frac{k}{2}q^2 + c_f$

Se os Custos são quadráticos $c(q) = \frac{k}{2}q^2 + c_f$, caso (1-2), o CMg não é constante: $c'(q) = kq$

Figura 6: Operação de um Monopólio



O Monopólio nunca opera na parte inelástica da curva de demanda, sempre na parte elástica.

De (14) devemos substituir as quantidades do monopólio e do governo ineficiente para encontrarmos o resultado para o caso (1-2)

Em monopólio:

$$-Bq + A - Bq = kq \Rightarrow q^m = \frac{A}{k + 2B}$$

Com governo ineficiente:

$$A - Bq = \gamma kq \Rightarrow q^{GI} = \frac{A}{\gamma k + B}$$

É necessário verificar a elasticidade dado que o monopolista só opera na parte elástica da curva de demanda.

$$\varepsilon = \frac{p \, dq}{q \, dp} = \frac{A - Bq}{q} \left(\frac{1}{-B} \right) = \frac{A - Bq}{-Bq} < -1 \text{ (só opera na parte elástica)}$$

$$\varepsilon = A - Bq > Bq \Rightarrow q^m < \frac{A}{2B}$$

ainda $\varepsilon = \frac{A - Bq}{-Bq}$ e substituindo q^m

$$\varepsilon = \frac{A - Bq^m}{-Bq^m} = \frac{A - B \left(\frac{A}{k + 2B} \right)}{-B \left(\frac{A}{k + 2B} \right)} = -\frac{B + K}{B}$$

Substituindo em (14), temos que:

$$\begin{aligned} \bar{\gamma} &< \left(\frac{1}{|\varepsilon| - 1} \right) \frac{q^m}{q^{GI}} \Rightarrow \\ \Rightarrow \gamma &< \frac{B(\gamma k + B)}{k(k + 2B)} \Rightarrow \gamma < \frac{B^2}{k(k + B)} \\ \Rightarrow \gamma &< \frac{B^2}{k(k + B)} \equiv \bar{\gamma} \end{aligned}$$

Caso (2-1)

- Função de Utilidade: (2) $\phi_2(q) = Aq^\alpha$
- Função de Custo: (1) $c_1(q) = kq + c_f$

No caso (2-1), o CMg é constante, assim, a elasticidade da demanda também será constante e podem ser cortados, assim, teremos que:

De (14):

$$\Rightarrow \gamma < \left(\frac{1}{|\varepsilon| - 1} \right) \frac{c'(q^m)}{c'(q^{GI})}$$

Então, simplificando os CMgs, temos que:

$$\Rightarrow \gamma < \left(\frac{1}{|\varepsilon| - 1} \right)$$

Como:

$$\text{Utilidade: } \phi_2(q) = Aq^\alpha$$

$$\text{Demanda: } P = \phi'(q) = A\alpha q^{\alpha-1}$$

$$P = A\alpha q^{\alpha-1}$$

$$\ln P = \ln A\alpha + (\alpha - 1) \ln q$$

$$d \ln P = (\alpha - 1) d \ln q$$

$$\frac{1}{(\alpha - 1)} = \frac{d \ln q}{d \ln P} \Leftrightarrow \varepsilon = \frac{1}{\alpha - 1}$$

$$\gamma < \left(\frac{1}{|\varepsilon| - 1} \right)$$

$$\gamma < \frac{\alpha - 1}{2 - \alpha} \equiv \bar{\gamma}$$

Caso (2-2)

- Função de Utilidade: (2) $\phi_2(q) = Aq^\alpha$
- Função de Custo: (2) $c_2(q) = \frac{k}{2}q^2 + c_f$

Em concorrência perfeita: Usamos a equação (3)

$$\alpha Aq^{\alpha-1} = kq \Rightarrow \frac{q^{\alpha-1}}{q} = \frac{k}{\alpha A} \Rightarrow q^{CP} = \left(\frac{\alpha A}{k} \right)^{\frac{1}{2-\alpha}}$$

Em monopólio: Usamos (11)

$$\alpha(\alpha - 1)Aq^{\alpha-2}q + \alpha Aq^{\alpha-1} = kq \Rightarrow \alpha Aq^{\alpha-1}[(\alpha - 1) + 1] = kq$$

$$q^{\alpha-2} = \frac{k}{A\alpha^2} \Rightarrow q^m = \left(\frac{A\alpha^2}{k} \right)^{\frac{1}{2-\alpha}}$$

Com governo ineficiente: Usamos (5)

$$\alpha Aq^{\alpha-1} = \gamma kq \Rightarrow q^{GI} = \left(\frac{\alpha A}{\gamma k} \right)^{\frac{1}{2-\alpha}}$$

Então: $DW^m = W(q^{CP}) - W(q^m) = \phi(q^{CP}) - c(q^{CP}) - (\phi(q^m) - c(q^m))$

$$DW^{GI} < DW^m \therefore$$

$$A \left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} - A \left(\frac{\alpha A}{\gamma k} \right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} < \frac{k}{2} \left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}} - \frac{k}{2} \left(\frac{\alpha A}{\gamma k} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}}$$

$$A \left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} \left[1 - \left(\frac{1}{\alpha\gamma} \right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} \right] < \frac{k}{2} \left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}} \left[1 - \left(\frac{1}{\alpha\gamma} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}} \right]$$

Onde $\mu = \left(\frac{1}{\alpha\gamma} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}}$

$$A \left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} [1 - \mu^{\frac{\alpha}{2}}] < \frac{k}{2} \left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}} [1 - \mu]$$

$$\frac{[1 - \mu^{\alpha/2}]}{[1 - \mu]} < \frac{k}{2A} \frac{\left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{2}{2-\alpha}}}{\left(\frac{\alpha^2 A}{k} \right)^{\frac{\alpha}{2-\alpha}}}$$

$$\Rightarrow \alpha^2 \mu - 2\mu^{\alpha/2} < \alpha^2 - 2 \Rightarrow 2\mu^{\alpha/2} - \alpha^2 \mu < 2 - \alpha^2$$

$$P_\mu = 2\mu^{\alpha/2} - \alpha^2 \mu$$

γ irá depender apenas da elasticidade do mercado (demanda) Ramsey e consequentemente, P também irá depender apenas da elasticidade

Para o caso 2-2: Sabemos que:

$$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow f(\mu) = 2\mu^{\alpha/2} - \alpha^2 \mu > 2 - \alpha^2$$

$$\text{Onde } \mu = \left(\frac{1}{\alpha\gamma}\right)^{\frac{2}{2-\alpha}}.$$

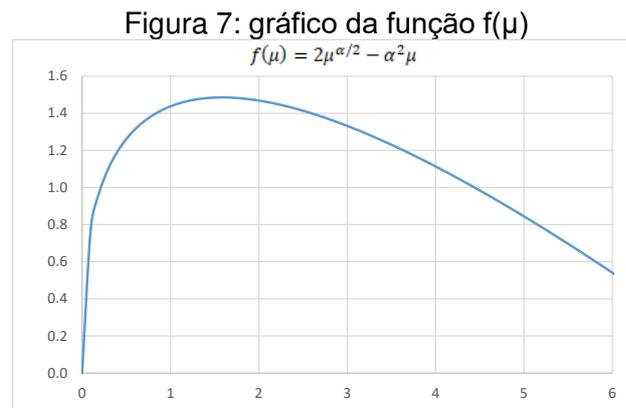
Novamente, $f(0) = 0$ e $f(1) = 2 - \alpha^2$ e:

$$f'(\mu) > 0 \Leftrightarrow \alpha \left(\mu^{\frac{\alpha}{2}-1} - \alpha\right) > 0 \Leftrightarrow \mu < \hat{\mu} = \left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\frac{2}{2-\alpha}}$$

Como $f''(\mu) < 0$ teremos novamente:

$\exists! \tilde{\mu} > \hat{\mu}$, tal que $f(\tilde{\mu}) = 2 - \alpha^2$, $\forall \mu \in]1, \tilde{\mu}[$, $f(\mu) > 2 - \alpha^2$ e $\forall \mu \notin]1, \tilde{\mu}[$, $f(\mu) \leq 2 - \alpha^2$

O gráfico da função $f(\mu)$ é mostrado na seguinte Figura 7 para o caso $\alpha = 0.75$. Neste caso teremos que $\hat{\mu} = 1.5845$ e $\tilde{\mu} = 2.317$.



Desta forma, teremos que:

$$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow 1 < \mu < \tilde{\mu} \Leftrightarrow 1 < \left(\frac{1}{\alpha\gamma}\right)^{\frac{2}{2-\alpha}} < \tilde{\mu}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{\alpha\tilde{\mu}^{1-\frac{\alpha}{2}}} < \gamma < \frac{1}{\alpha}$$

Por outro lado, note que:

$$\hat{\mu} < \tilde{\mu} \Leftrightarrow \left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\frac{2}{2-\alpha}} < \tilde{\mu} \Leftrightarrow \frac{1}{\alpha \tilde{\mu}^{1-\frac{\alpha}{2}}} < 1$$

Mas $\gamma > 1$, portanto a primeira desigualdade em (24) não restringe o valor de γ . Assim:

$$DW^{GI} < DW^m \Leftrightarrow \gamma < \frac{1}{\alpha} \equiv \bar{\gamma}$$



Campus I - QS 07 – Lote 01 – EPCT – Águas Claras – Brasília – DF CEP: 71966-700 - (61) 3356-9000
Campus Avançado Asa Norte - SGAN 916 Módulo B Avenida W5 - CEP: 70790-160 - Brasília/DF - Telefone: (61) 3448-7134
Campus Avançado Asa Sul - SHIGS 702 Conjunto 2 Bloco A - CEP: 70330-710 - Brasília/DF - Telefone: (61) 3226-8210