

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
CURSO DE MESTRADO EM ECONOMIA

PABLO AURÉLIO LACERDA DE ALMEIDA PINTO

**REGULAÇÃO ECONÔMICA E A EXPANSÃO DOS SERVIÇOS DE
DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL CANALIZADO NO BRASIL**

JOÃO PESSOA / PB

2009

PABLO AURÉLIO LACERDA DE ALMEIDA PINTO

**REGULAÇÃO ECONÔMICA E A EXPANSÃO DOS SERVIÇOS DE
DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL CANALIZADO NO BRASIL**

**Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Economia do Programa de
Pós-Graduação em Economia da
Universidade Federal da Paraíba
(UFPB), como requisito final para
obtenção do grau de Mestre em
Economia. Área de Concentração:
Economia de Empresas**

ORIENTADOR: PROFº. DR. LUCIANO MENEZES BEZERRA SAMPAIO

CO-ORIENTADOR: PROFº. DR. PAULO AMILTON MAIA LEITE FILHO

JOÃO PESSOA / PB

PABLO AURÉLIO LACERDA DE ALMEIDA PINTO

**REGULAÇÃO ECONÔMICA E A EXPANSÃO DOS SERVIÇOS DE
DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL CANALIZADO NO BRASIL**

Dissertação de mestrado submetida ao Curso de Mestrado em Economia do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Economia, tendo como área de concentração Economia de Empresas.

Dissertação aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luciano Menezes Bezerra Sampaio
CCSA - UFPB
Orientador

Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini
CCSA – UFPB
Examinador Interno

Prof. Dr. Francisco de Sousa Ramos
PIMES - UFPE
Examinador Externo

A Providência Divina,

Aos meus pais, Paulinho de Áurea e Cidinha,

Aos meus irmãos Paulo Augusto e Patrick,

À minha esposa, Luciana,

Ao meu filho, Matheus Sampaio,

A toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que sempre confiaram e acreditaram em minha capacidade intelectual, pelo carinho e incentivo em todos os momentos da minha vida.

À minha esposa e ao meu filho, que souberam compreender minha ausência, pelo apoio incondicional, carinho e suporte emocional necessários à conclusão deste curso.

Ao amigo e professor Dr. Luciano Sampaio, mestre dentro e fora da sala de aula, pelo excelente trabalho de orientação, por sua ajuda e incentivo em todas as fases deste trabalho e, sobretudo, pela confiança em mim depositada.

Aos professores Dr. Carlos Eduardo Gasparini e Dr. Francisco de Sousa Ramos, pelos comentários e sugestões que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho e por participarem da minha Banca Examinadora.

Ao professor Dr. Paulo Amilton Maia Leite Filho, pelas sugestões, que foram imprescindíveis para a conclusão deste trabalho.

À todos os professores do mestrado que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação.

À Terezinha Polari e Risomar, secretárias do mestrado, pela boa vontade e constante disponibilidade em auxiliar nossas pesquisas.

Aos colegas do mestrado, Gibran, Augusto, Elen, Isa, Mari, Mayra e Roberto, pelas constantes discussões e reflexões que tornou possível ascender a mais esse objetivo.

As pessoas que por falha humana não me recordo, mas que foram imprescindíveis para a realização deste trabalho.

“Intenção sem ação é ilusão, ouse
fazer e o poder lhe será dado”.

Autor Desconhecido.

RESUMO

Esta dissertação trata da questão da regulação do setor de distribuição de gás natural canalizado no Brasil e as implicações que uma política de expansão dos serviços tem na regulação ótima. A primeira parte faz uma análise institucional do setor de distribuição de gás natural, identificando o papel da regulação no mesmo. A segunda parte é uma breve resenha sobre parte da teoria do monopólio e da justificativa para intervenção nestes mercados, dos tipos de tarifas existentes e de esquemas de incentivos na regulação. A terceira parte, central neste trabalho, é constituída por um modelo de regulação, do tipo principal-agente, onde restrições de compatibilidade de incentivo e de expansão dos serviços são impostas ao modelo, alterando os resultados da regulação ótima. A última parte conclui com uma análise dos resultados obtidos.

Palavras-Chave: Regulação Ótima, Distribuição de Gás Natural Canalizado, Modelo Principal-Agente.

ABSTRACT

This dissertation deals with the regulation of the brazilian canalized natural gas distribution and the consequences that a expansion service has on the optimal results. The first part is a institucional analysis of the natural gas distribution, identifying the role of regulation on it. The second one is a brief survey about some the monopoly theory and the justification to intervention on these markets, the different structures and incentives schemes that exist. The third and main part is a regulation model, of principal-agent type, where incentive compatibility and expansion service restrictions are added, modifying the optimal results. The last one concludes with the analyses of the results obtained.

Keywords: Optimal Regulation, Canalized Natural Gas Distribution, Principal-Agent Model.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Evolução institucional da indústria do gás natural	21
Tabela 2 Distribuidoras de Gás Natural no Brasil	24
Tabela 3 Tipo de Regulação de Preço por Companhia	26
Tabela 4 Consumo de Gás Natural por Segmento – 2007 (mil m ³ /dia)	31

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 Usos do gás natural	18
Figura 2 Companhias Distribuidoras de Gás Natural	22
Figura 3 Participação dos Combustíveis na Matriz Energética Nacional	30
Figura 4 Participação das Vendas de Gás Natural por Tipos de Uso – 2007	32
Gráfico 1 CMe, CMg, RMg	39
Gráfico 2 CMe, CMg.....	42

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABAR - Associação Brasileira de Agências de Regulação.

ABEGAS - Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado.

ALGÁS - Gás de Alagoas S/A.

ANP – Agência Nacional do Petróleo.

AGENERSA - Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro.

AGER - Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado do Mato Grosso.

AGEPAN - Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos do Mato Grosso do Sul.

AGERBA - Agência de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transportes e Comunicações da Bahia.

AGERGS - Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul.

AGR - Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos.

ARCE - Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado do Ceará.

ARPB - Agência de Regulação do Estado da Paraíba.

ARPE - Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Pernambuco.

ARSAL - Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas.

ARSEP - Agência Reguladora de Serviços Públicos do RN.

ASPE - Agência de Serviços Público de Energia do Estado do Espírito Santo.

BAHIAGÁS - Companhia de Gás da Bahia.

BEN – Balanço Energético Nacional.

CDL – Companhias Distribuidoras Locais.

CEBGÁS - Companhia Brasiliense de Gás.

CEG - Companhia Distribuidora de Gás do Rio de Janeiro.

CEGÁS - Companhia de Gás do Ceará.

CIGÁS - Companhia de Gás do Amazonas S/A.

COMGÁS - Companhia de Gás de São Paulo.

COMPAGAS - Companhia Paranaense de Gás.

COPERGÁS - Companhia Pernambucana de Gás.

CTGás - Centro de Tecnologia do Gás.

GASMAR – Companhia Maranhense de Gás.

GASMIG - Companhia de Gás de Minas Gerais.

GASPISA – Companhia de Gás do Piauí.

GLP - Gás Liquefeito de Petróleo.

GNC - Gás Natural Comprimido.

GNL - Gás Natural Liquefeito.

GNV - Gás Natural Veicular.

GOIASGÁS - Agência Goiana de Gás Canalizado S/A.

IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis.

MSGÁS - Companhia de Gás do Estado do Mato Grosso do Sul.

PBGÁS - Companhia Paraibana de Gás.

PNGN - Plano Nacional do Gás Natural.

POTIGÁS - Companhia Potiguar de Gás.

SCGÁS - Companhia de Gás de Santa Catarina.

SERGAS - Sergipe Gás S/A.

SULGÁS - Companhia de Gás do Estado do Rio Grande do Sul.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. A DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL CANALIZADO NO BRASIL.....	15
2.1. Aspectos Técnico-Econômicos da Distribuição de Gás Natural.....	16
2.2. Aspectos Institucionais da Indústria do Gás Natural no Brasil.....	20
2.3 A Regulação	27
2.4 Mercado das Distribuidoras de Gás Natural.....	29
3. TEORIA DA REGULAÇÃO ECONÔMICA.....	34
3.1. Monopólio Natural.....	34
3.2. Justificativa para a Regulação.....	37
3.3. Regulação do Monopólio Natural.....	40
3.3.1 Regulação Tarifária	41
3.3.2 Esquemas de Incentivos.....	47
4. REGULAÇÃO ÓTIMA E A EXPANSÃO DOS SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL CANALIZADO	54
4.1 O Problema Geral do Regulador	56
4.1.1 Assimetria de Informação.....	58
4.2 O Modelo de Laffont (2005).....	59
4.3 O Modelo Modificado: A Expansão dos Serviços.....	62
4.3.1 Informação Simétrica.....	64
4.3.2 Informação Assimétrica.....	72
5. CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
APÊNDICE.....	9

Capítulo 1. Introdução

As transformações institucionais pelas quais as empresas de infra-estrutura energética vêm passando, particularmente as distribuidoras de gás natural canalizado, têm resultado na constituição de órgãos reguladores com o objetivo de manter a eficiência do setor, garantir, por um lado, o equilíbrio econômico-financeiro das companhias e, por outro lado, proteger os consumidores de tarifas abusivas e zelar pela qualidade e continuidade dos serviços prestados.

A difícil tarefa de regulação em conciliar os interesses e promover a eficiência do segmento é agravada pelo problema da assimetria de informação presente na relação regulador-regulado. O desenvolvimento de mecanismos regulatórios que incentivem a empresa regulada a fornecer informações detalhadas e verossímeis é crucial para que sejam obtidos os melhores resultados regulatórios.

No Brasil, o segmento de distribuição de gás natural canalizado é caracterizado por um mercado não maduro. As Companhias Distribuidoras Locais (CDL's) e os seus respectivos órgãos reguladores, em sua maioria, foram constituídos na década de 90 e, portanto, ainda estão em um processo de criação de mercado e de aprendizado da prática regulatória, respectivamente. Por se tratar de um mercado em desenvolvimento, a dicotomia existente entre a necessidade de investimento nas redes de distribuição e a proteção dos consumidores é patente, exigindo esforços do órgão regulador para o alcance da eficiência global do segmento.

Isso posto, o objetivo da dissertação é tratar da questão da regulação econômica no setor de distribuição de gás natural canalizado utilizando-se de parte da teoria existente sobre o assunto, considerando as características do setor e as principais restrições que o regulador enfrenta.

As características tecnológicas da indústria de gás natural determinam a presença de monopólio natural em alguns segmentos e a possibilidade de competição em outros. Em especial, o setor de distribuição de gás natural canalizado com a tecnologia tradicional – dutos – apresenta economias de escala (volume) que tornam, em grande medida, cara e ineficiente sua duplicação. Adicionalmente, a rede de distribuição de gás natural canalizado é um insumo essencial para praticamente todos os outros segmentos do setor, uma vez que para atingir o consumidor final os outros segmentos precisam necessariamente de acessar a rede de distribuição local. Para que a

sociedade possa aproveitar das possibilidades de competição na indústria do gás natural, é necessário que o regulador limite o poder de mercado das distribuidoras de gás natural canalizado. Contudo, dada a presença de relevante investimento de natureza *sunk*, ao limitar a renda do monopolista os incentivos ao investimento diminuem. Esta é a primeira restrição enfrentada pelo regulador – a restrição tecnológica – responsável pelo *trade-off* entre a promoção da competição e o incentivo ao investimento.

A segunda restrição que o regulador enfrenta é a restrição informacional e transacional, pois mesmo sabendo o que é melhor para a sociedade, a informação assimétrica limita a habilidade do regulador em implementar a regulação ótima. O resultado geral do problema de assimetria de informação é o *trade-off* entre extração de renda e incentivos para *performance* adequada do monopolista nas dimensões desejáveis. O regulador, ao tentar limitar a renda da firma, diminui os incentivos para o esforço não observável da firma na redução de custos, manutenção de qualidade, universalização dos serviços etc. A restrição transacional decorre da incapacidade do regulador de estabelecer contratos completos de longo-prazo, o que novamente implica distorção nos incentivos ao investimento do monopolista. A possibilidade de expropriação dos investimentos realizados, principalmente aqueles não contratáveis, diminuem os incentivos para uma *performance* adequada da firma. Este problema é maior em países em que as instituições – legislativo, executivo e judiciário – não são suficientemente fortes.

De acordo com Laffont (2005), para uma boa prática regulatória é importante poder verificar os custos das empresas, isto é, realizar auditoria dos custos. Países em desenvolvimento não possuem pessoal capacitado, têm problemas de incentivo que não encorajam o esforço e facilitam a corrupção, além de baixa capacitação tecnológica (para estimar custos, por exemplo). Outra característica dos países em desenvolvimento é a fraqueza institucional dos governos: não existe um sistema bem desenvolvido de pesos e contrapesos (sistema tripartite de executivo, legislativo e judiciário), o que acaba tornando o mecanismo regulatório presa fácil de grupos de interesse uma vez que não há controle pelos outros órgãos (judiciário e legislativo) sobre o governo.

O setor de distribuição de gás natural canalizado, por ser considerado um monopólio natural, diante do cenário atual deve ser regulado de modo que os ganhos de eficiência advindos da escala de produção não sejam sobrepujados por ineficiências típicas de firmas monopolistas: tarifas elevadas, custos elevados, ausência de incentivos à eficiência de um modo geral etc.

Dentro deste contexto de regulação de firmas com características de monopólio natural, será focada a questão da expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado, que é uma determinação da política para o setor, e da regulação eficiente.

A relevância desta dissertação reside no fato de contribuir para o aprimoramento dos instrumentos regulatórios, mediante a utilização de mecanismos de incentivo que podem ser criados pelas agências reguladoras para as empresas distribuidoras de gás natural canalizado com o intuito de reduzir os efeitos adversos da assimetria de informação. A idéia é oferecer incentivos propositalmente desenhados para que a melhor opção para a firma seja não agir oportunisticamente, sem que seja necessário o regulador ter a informação sobre o tipo da firma (seleção adversa) ou o esforço colocado pela firma (risco moral).

A presente dissertação possui três capítulos, além desta introdução e da conclusão. O segundo capítulo descreve o segmento de distribuição de gás natural canalizado no Brasil, abordando os seus aspectos técnico-econômicos e institucionais, a sua inserção no contexto das indústrias de infra-estrutura energética e as características de mercado.

O terceiro capítulo consiste em uma resenha da teoria microeconômica que diz respeito a regulação econômica. Começa discutindo a questão do monopólio natural e porque deve ser regulado. A partir daí apresenta alguns modelos de regulação tarifária e diferentes tipos de tarifas. Por fim, introduz a questão da regulação por incentivos, apresentando os diferentes tipos existentes.

O quarto capítulo consiste na elaboração de um modelo formalizado que trata da questão da expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado e a regulação ótima para este fim. Procura-se aqui elaborar uma estrutura de incentivos que permita ao regulador alcançar os objetivos da política para o setor, de uma maneira eficiente. São tratados os casos em que há informação simétrica entre firma e regulador, e o caso em que a informação é assimétrica entre as partes.

Capítulo 2. A Distribuição de Gás Natural Canalizado no Brasil

O gás natural (GN) ingressou como atividade econômica no cenário mundial no início do século XX, desenvolvendo-se de forma irregular nas diversas regiões do planeta. A construção de extensos gasodutos na Europa e na América do Norte e, sobretudo, as altas do petróleo no mercado internacional realçaram as vantagens econômicas e ecológicas deste energético (SILVA, 2003).

No Brasil até os anos 1990, o mercado de GN concentrava-se principalmente nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia. Além de não serem representativas, as reservas eram pouco exploradas e geralmente estavam concentradas em alto mar, com o acúmulo de gás associado à produção de petróleo, ou seja, era mais para complementar e auxiliar a produção deste do que para suprir o mercado (SILVA, 2003).

Com a crescente demanda pelo energético, o mercado de GN passou por grandes mudanças e seu consumo saltou da ordem de 4,21 bilhões de metros cúbicos em 1991, para cerca de 15,12 bilhões de metros cúbicos, em 2002, com crescimento de aproximadamente 359% no período (BEN, 2003).

O primeiro plano nacional de fomento à indústria do gás natural foi instituído em 1987, denominado Plano Nacional do Gás Natural (PNGN), pelo Governo Federal que estabeleceu metas e diretrizes visando aumentar a participação do gás natural na matriz energética nacional para 10% até o ano 2000. Em 1991, frente ao crescimento tímido do consumo de gás natural, uma nova meta governamental foi estabelecida, postergando o alcance da meta para 2010, quando a participação do gás na matriz energética deveria ser de 12%. A infra-estrutura de redes de distribuição incipiente e uma oferta de gás insuficiente foram alguns fatores que retardaram as metas estabelecidas no PNGN (MOUTINHO DOS SANTOS, 2002). Entretanto, a partir de meados da década de 90, o crescimento do gás natural, acelerou-se, e a sua participação na matriz energética, que era de 4,1% em 1980 (BEN, 1990) saltou para 9,3% em 2007 (BEN, 2008).

No final dos anos 90, houve um aumento da produção nacional de petróleo, com consequente crescimento da oferta de gás associado. Além disso, descobertas de gás não associado, e o início da operação do Gasoduto Bolívia-Brasil contribuíram para o desenvolvimento do mercado de gás natural. As descobertas viabilizaram a construção de gasodutos regionais, como por exemplo, o gasoduto Rio-São Paulo (PINTO JR., 2006).

A crise energética que assolou o Brasil em 2001 também concorreu ao aumento da comercialização de gás natural, uma vez que as termelétricas a gás natural, dado o menor tempo de construção, tornaram-se uma alternativa viável para suprir a deficiência de eletricidade. As restrições quanto à utilização de lenha, carvão vegetal e óleos combustíveis com alto teor de enxofre para queima no segmento industrial também propiciaram o aumento no ritmo das conversões de equipamentos para gás natural.

Concomitantemente aos fatores modificadores da matriz energética supracitados, transformações de cunho institucional também criaram condições para o desenvolvimento do gás natural no mercado doméstico.

Em consonância com as demais indústrias de infra-estrutura energética (nacional e internacional), iniciou-se um processo de reestruturação da indústria de gás natural. Esse processo foi fortemente marcado pela tentativa de introdução da concorrência e de pressões competitivas; pela redução da participação do Estado nos novos empreendimentos; e pela transferência de poder concedente do âmbito federal para os Estados da Federação. (PINTO JR., 2006).

O novo cenário vigente para a indústria do gás natural favoreceu a reestruturação e criação de companhias distribuidoras estaduais, viabilizando a construção de infra-estrutura de transporte e distribuição.

O presente capítulo tem por objetivo apresentar a indústria de gás natural no Brasil, abordando os seus aspectos técnico-econômico, institucional e mercadológico, com ênfase dada ao segmento de distribuição. Para tanto, a primeira seção tratará das características técnico-econômicas que permeiam o segmento de distribuição de gás natural. A reforma institucional, a partir da Constituição de 1988, será descrita na segunda seção. A terceira seção destaca o papel da regulação diante do novo cenário institucional. A última seção deste capítulo descreverá o mercado das distribuidoras de gás natural, enfatizando os seus diferentes usos.

2.1 Aspectos Técnico-Econômicos da Distribuição de Gás Natural

A cadeia produtiva do gás natural pode ser decomposta em quatro fases: i) exploração e produção; ii) processamento; iii) transporte e; iv) beneficiamento/distribuição. Essa seção tem por objetivo apresentar as características técnico-econômicas do segmento de distribuição de gás natural canalizado.

Em termos gerais, para que se tome a decisão de exploração comercial da jazida, faz-se necessária uma projeção quanto ao mercado potencial. Diferentemente do petróleo e seus derivados, que são mais facilmente estocáveis, os investimentos para a implementação de redes de transporte de gás devem estar vinculados ao estabelecimento de contratos de longo prazo, que garantam um equilíbrio contínuo entre a oferta e a demanda do produto.

Esses aspectos, entre outros, caracterizam uma indústria de rede, em que o fortalecimento do serviço está associado à construção *a priori* das malhas de transporte e distribuição. Adicionalmente, a coordenação dos fluxos (logística) é imprescindível para a garantia do equilíbrio entre oferta e demanda.

No segmento de transporte, bem como na distribuição, a atividade econômica da indústria do gás distancia-se da indústria do petróleo, pois assume as características técnicas e econômicas de uma indústria de rede. Tal fato decorre da necessidade de interconexão do sistema, oriunda da não economicidade da construção de tancagem para o armazenamento do gás¹.

Algumas das especificidades relacionadas às instalações das redes de transporte e distribuição consistem na indivisibilidade dos equipamentos, longo tempo de construção e maturação dos investimentos, custos fixos irrecuperáveis (*sunk costs*) elevados e funções de custos subaditivas, configurando uma estrutura industrial de monopólio natural. Além disso, possui a obrigação jurídica ou política de fornecimento (universalidade) e é de relevante interesse econômico e social, especialmente em função das externalidades positivas geradas para outros setores (KRAUSE *et al*, 1998).

Segundo MARTIN (1992) a malha de transporte é a parte mais onerosa da cadeia, representando 40% do custo técnico total. Além disso, as economias de escala são significativas, isto é, quanto maior o volume transportado, menor o custo unitário. Essas características são igualmente válidas para a distribuição física do gás natural, podendo-se dizer que é uma atividade intensiva em capital.

O beneficiamento do gás consiste na sua conformidade às especificações de qualidade requeridas, para então distribuí-lo aos consumidores finais. Para tanto, é indispensável a instalação de dutos com menor diâmetro em relação ao utilizado no transporte. Para o atendimento a consumidores dos setores residencial, comercial e

¹ Embora a utilização de cavernas para o armazenamento de gás seja possível em algumas situações, sua viabilidade econômica depende da existência dessas formações em lugares adequados, como por exemplo, próximo a centros consumidores. Uma alternativa seria a construção de usinas para liquefação do gás, mas essa alternativa é (ainda) economicamente inviável.

industrial, o gás deve, ainda, passar por um processo de redução do seu poder calorífico. Feito isso, o produto é transferido dos gasodutos às redes de distribuição local nos *city gates* (estações de recebimento e medição de gás).

No segmento final da cadeia produtiva, tem-se a possibilidade de concorrência inter-energética. O gás natural possui algumas vantagens em relação à combustão e pureza (aspectos técnicos) e quanto a aspectos ambientais. É ainda capaz de substituir, em várias aplicações, os derivados de petróleo e o carvão natural².

O consumidor final pode receber o gás de duas formas básicas: gás canalizado, sendo transportado através de dutos (infra-estrutura fixa); ou por meio de botijão, envazado em recipientes especiais para suportar a pressão (postos de revenda e entrega para os clientes, com transporte feito por caminhões). A intensificação da concorrência inter-energética estimula o consumidor final a optar pelo tipo e origem da energia recebida.

Em termos de sua utilização, o gás natural destina-se a usos energéticos, sendo utilizado na forma de combustíveis; e não energéticos, servindo como matéria-prima. A figura 1 apresenta de forma esquemática as suas distintas aplicações.

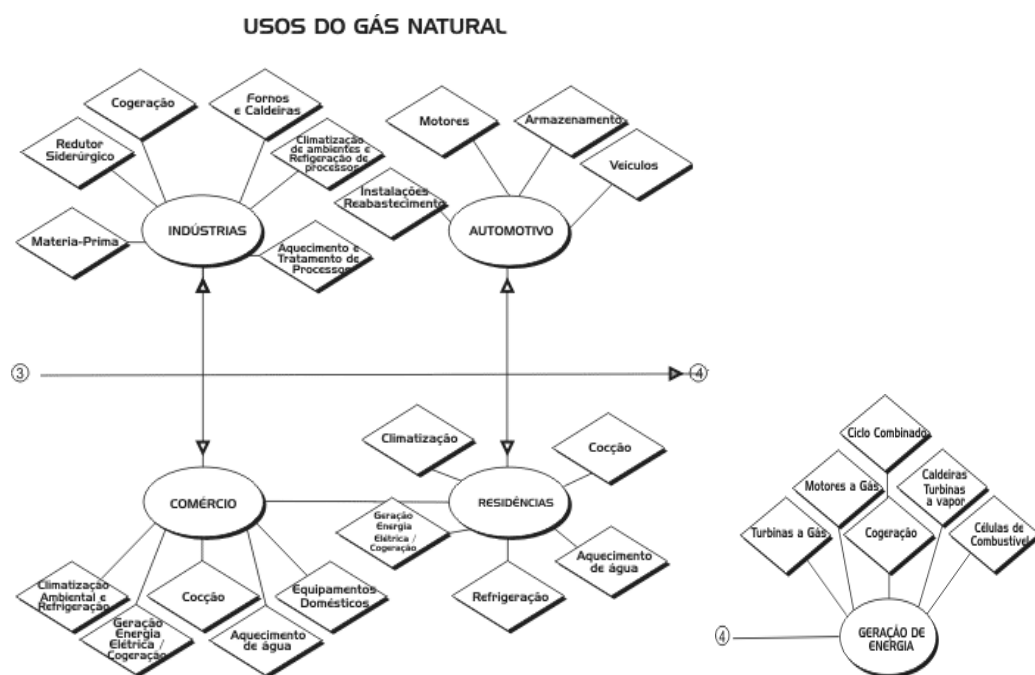


Figura 1. Usos do gás natural

Fonte: CTGás (www.ctgas.com.br, acesso em 20/06/2008).

² O gás natural tem adquirido maior importância em função de políticas para utilização de combustíveis com impactos ambientais reduzidos.

No que concerne ao fornecimento de gás por parte das distribuidoras, o segmento industrial é o que possui maior escala, favorecendo o cumprimento dos contratos com o supridor, relativos à cláusula *take or pay*³ e maior concentração de mercado (menos pulverizado em termos de malha de distribuição). No entanto, pelo lado da demanda, a sua opção de uso do gás natural está condicionada, salvo as especificidades locais, à política de preços dos energéticos; aos preços relativos desses energéticos; e ao custo de conversão dos equipamentos, entre outros. No início da operação da Companhia de Gás de São Paulo (Comgás), o primeiro mercado focalizado foi o segmento industrial, devido justamente à necessidade de vender volumes elevados de forma a cumprir as suas obrigações contratuais. Apenas posteriormente, a Comgás passou a atuar nos segmentos residencial e comercial.

Na realidade, o desenvolvimento dos segmentos de mercado residencial e comercial é dependente da decisão de implantação das redes pelas concessionárias e de sua capacidade de investimento. Geralmente o atendimento desses mercados ocorre posteriormente à instalação inicial da rede, uma vez que não é viável a construção de redes para o suprimento somente desses mercados. No entanto, uma vez que os mesmos passam a ser atendidos, eles se tornam praticamente cativos, pois tendem a ser mais inelásticos a preço, dada a dificuldade na reconversão dos equipamentos. Esses segmentos são importantes para as distribuidoras, pois lhe conferem uma maior estabilidade e previsibilidade dos volumes comercializados.

Ainda em relação ao segmento residencial, o ritmo de sua captação pode ser mais acelerado com a presença de códigos de postura municipal que estabeleçam normas para as instalações de gás em prédios residenciais e comerciais, antecipando as condições necessárias para a disseminação do gás canalizado.

No que concerne ao segmento automotivo, pelo lado da estratégia de fornecimento por parte das distribuidoras, este segmento significa, muitas vezes, um mercado âncora para os segmentos residencial e comercial, ou mesmo para áreas em que não há gás canalizado, denominadas *green fields*. O aumento da demanda neste mercado depende, entre outros, da relação de preços entre os substitutos, exigências ambientais e políticas de fomento a esse mercado (incentivos à conversão dos veículos, redução de impostos etc).

³ Dispositivo contratual que obriga o comprador a pagar certa quantidade mínima de produto, independentemente de consumir ou não a quantidade efetivamente contratada no período estipulado. Comumente as cláusulas TOP estipulam entre 70% a 80% a quantidade mínima a ser paga.

O desenvolvimento do segmento termelétrico foi concedido para complementar a geração hidrelétrica, ou seja, representa uma energia sazonal, visando reduzir o risco de déficit de energia. Segundo Prates *et al.* (2006), o grande volume unitário das termelétricas atuam como âncora para a construção de gasodutos de transporte. Em regiões onde não há concentração industrial, a construção de um gasoduto somente se viabiliza se houver uma termelétrica instalada na região, mesmo que esteja operando em um número reduzido de horas.

O segmento de cogeração a gás está em estágio incipiente de desenvolvimento no Brasil, estando presente inicialmente no setor industrial e, mais recentemente, avançando para o setor de serviços, como *shoppings*, hotéis, hospitais, entre outros. Devido ao seu consumo elevado, a cogeração pode ser incentivada enquanto âncora do desenvolvimento da malha de gasodutos em cidades médias e grandes, em que haja quantidade significativa de hotéis e *shoppings*. A opção por parte dos consumidores está relacionada ao preço da eletricidade e à aquisição de equipamentos.

2.2 Aspectos Institucionais da Indústria do Gás Natural no Brasil

Segundo Camacho (2005), o mercado brasileiro de gás natural é um mercado relativamente novo e pouco desenvolvido, e, até poucos anos, era representado por uma única empresa (Petrobras) operando em toda a cadeia de gás, do *upstream*⁴ ao *downstream*⁵.

O ponto de partida para o início das reformas nesta indústria foi a Promulgação da Constituição de 05 de outubro de 1988. De acordo com a redação do § 2º do artigo 25, “cabe aos Estados explorar diretamente, ou mediante concessão à empresa estatal, com exclusividade de distribuição, os serviços locais de gás canalizado”.

A Emenda Constitucional nº 5, de 15 agosto de 1995, alterou o artigo da Constituição, estabelecendo que, embora a distribuição ainda fosse considerada monopólio estatal, a exploração desse serviço também poderia ser realizada por empresas privadas, com o seguinte texto, “cabe aos Estados explorar diretamente, ou mediante concessão, os serviços locais de gás canalizado, na forma da lei, vedada a edição de medida provisória para a sua regulamentação”.

⁴ Termo utilizado para denominar as atividades de exploração e produção de gás natural.

⁵ Termo utilizado para denominar a atividade de distribuição de gás natural.

Além disso, a Emenda Constitucional nº 9, de 09 de novembro de 1995, flexibilizou o monopólio da União, definido no artigo 177 da Constituição de 1988⁶, nas atividades de exploração, produção, transporte e refino, o que viria a possibilitar a entrada de novos *players* ao setor, tanto nacionais como estrangeiros.

A regulamentação desta emenda foi promulgada em agosto de 1997, com a Lei do Petróleo nº 9.478/97, que também estabeleceu a criação da Agência Nacional do Petróleo (ANP), órgão responsável pela regulação, desde a atividade de exploração e produção de petróleo e gás natural até a atividade de transporte. A partir do *city-gate*, a competência regulatória cabe aos Estados da Federação. A tabela 1 sumaria as mudanças institucionais ocorridas na indústria de gás natural a partir da Constituição de 1988.

Tabela 1. Evolução institucional da indústria do gás natural

Atividade	Competência	Agente Constituição 1988	Agente Emenda Constitucional nº 5/95 e Lei 9.478/97
Exploração & Produção	Monopólio da União	Petrobras	Concessão via licitação pela ANP
Importação	Monopólio da União	Petrobras	Autorizados pela ANP
Transporte	Monopólio da União	Petrobras	Autorizados pela ANP, com a introdução do livre acesso
Processamento	Monopólio da União	Petrobras	Autorizados pela ANP
Distribuição de Gás Canalizado	Concessão dos Estados da Federação	Companhias distribuidoras existentes (São Paulo e Rio de Janeiro) e Petrobras	Concessionárias (Estatais ou Privadas)

Fonte: Elaboração própria.

Em relação à distribuição de gás natural canalizado, escopo desta dissertação, até o ano de 1988 operavam apenas duas companhias distribuidoras locais de gás canalizado, situadas nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. No restante dos Estados, a Petrobras apresentava-se verticalizada em toda cadeia, suprimindo o setor industrial.

Conforme mencionado anteriormente, a partir de 1988, a atividade de distribuição passou a ser concessão estadual. Com isso, vários Estados começaram a

⁶ Segunda a Constituição de 1988 (Art. 177): “Constituem monopólio da União:

I – a pesquisa e a lavra das jazidas de petróleo e gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos;

II – a refinação do petróleo nacional ou estrangeiro;

III – a importação e exploração dos produtos e derivados básicos resultantes das atividades previstas nos incisos anteriores;

IV – o transporte marítimo do petróleo bruto de origem nacional ou de derivados básicos de petróleo produzidos no País, bem assim o transporte, por meio de conduto, de petróleo bruto, seus derivados e gás natural de qualquer origem”.

criar empresas estaduais de distribuição, operando mediante outorga de concessão, objetivando a apropriação de uma parcela da renda gerada na comercialização (PINTO JR., 1988).

Na constituição das companhias, a Petrobras estabeleceu alianças estratégicas com as novas companhias de distribuição. Assim, pode-se observar que a maioria das companhias possui um modelo de composição acionária, denominada “tripartite”, constituído pela participação majoritária do Estado, da Gaspetro, subsidiária da Petrobras, e de uma empresa privada (SILVEIRA, 2000).

Atualmente⁷ há 27 companhias distribuidoras de gás natural no Brasil (em 23 Estados e o Distrito Federal), como ilustrado na Figura 2, sendo que 4 ainda não estão em operação, uma vez que aguardam o suprimento de gás para iniciar suas atividades operacionais. O país tem dimensões continentais e diferentes níveis de desenvolvimento econômico. O PIB per capita varia entre US\$ 1.490 até US\$ 3.896, como mostrado na Figura 2.



Figura 2. Companhias Distribuidoras de Gás Natural

Fonte: IBGE e ABEGÁS (acesso em 24/11/2008).

⁷ Situação em dezembro/08.

As leis 8.987/95, de 13 de fevereiro de 1995 (Lei das Concessões) e 9.074/95, de 7 de julho de 1995, disciplinaram a delegação dos serviços públicos, mediante concessões e permissões, de forma a atender as determinações constitucionais, em seus diversos aspectos, tais como: caráter especial dos contratos, condições de caducidade, fiscalização e rescisão contratual, direitos e deveres dos usuários, política tarifária, obrigações da concessionária/permissionária quanto à qualidade dos serviços prestados, o pleno atendimento ao mercado por meio da universalização dos serviços prestados, a elevação da eficiência e competitividade, prorrogação das concessões, entre outros (NOTA TÉCNICA ANP, 2004).

A regulação da atividade de distribuição, exercida em âmbito estadual, deve, obdecer, dentre outros, os seguintes princípios: (i) correção das imperfeições do mercado; (ii) determinação de regras para o livre acesso às redes de distribuição de gás; (iii) garantia de modicidade tarifária; (iv) estímulo à eficiência; (v) garantia da qualidade do serviço; e (vi) manutenção do equilíbrio econômico-financeiro da concessão (NOTA TÉCNICA ANP, 2004).

No cumprimento desta atribuição, os Estados instituíram as agências reguladoras estaduais, submetidas a um regime autárquico especial, com marco regulatório próprio e de autonomia administrativa.

A tabela 2 mostra as companhias distribuidoras existentes, os seus respectivos órgãos reguladores estaduais, o *status* de atuação em relação às suas concessionárias e a participação acionária das companhias distribuidoras.

Excetuando-se a Comgás, a Companhia Distribuidora de Gás do Rio de Janeiro (Ceg) e a Companhia de Gás de Minas Gerais (Gasmig), as companhias foram criadas na década de 90, podendo ser caracterizado como um segmento ainda em fase de desenvolvimento. O volume comercializado pelas companhias será mostrado na última seção.

Das 27 companhias distribuidoras de gás natural no Brasil, 16 distribuidoras possuem na sua constituição acionária o modelo tripartite. As companhias situadas nas áreas de concessão dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro são 100% controladas por capital privado e a distribuidora do Estado do Espírito Santo é 100% Petrobras, através de sua subsidiária BR Distribuidora.

Tabela 2. Distribuidoras de Gás Natural no Brasil

Companhia Distribuidora	Ano de criação	Ano de início de operação	Agência Reguladora	Ano de criação	Status da regulação	Participação acionária
Algás – AL	1992	1994	ARSAL	2001	Ativa	Estado 51% Gaspetro ^a 24,5% Mitsui ^b 24,5%
Bahiagás – BA	1991	1994	AGERBA	1998	Ativa	Estado 51% Gaspetro 24,5% Mitsui 24,5%
BR – ES	1993	1993	ASPE	2005	Ativa	BR Distribuidora 100%
Cebgás – DF	2000	2007	-	-	-	Brasília-Gás 28% CEB 51% Gaspetro 21%
CEG	1854	1990 ^c (com gás natural)	ASEP/ AGENERSA	1997/ 2005	Ativa	GasNatural 54,16% Bndespar 34,56% Dinâmica Energia 8,74% Pluspetrol 2,26% Outros 0,28%
CEG-Rio	1997	1997 ^c	ASEP/ AGENERSA	1997/ 2005	Ativa	GasNatural 70,46% Gaspetro 26,19% Pluspetrol 3,35%
Cegás – CE	1992	1994	ARCE	1997	Ativa	Estado 51,0% Gaspetro 24,5% Textília S/A 24,5%
Cigás – AM	1995	2007	ARSAM	2003	Não atua	Estado 51% CS Participações 49%
Comgás – SP	1872	Final dos anos 1980s ^d	CSPE	1997	Ativa	Integral Investments BV 71,9% Shell Brasil/Shell Gás 6,3% Outros 21,8%
Compagás – PR	1995	1995	-	-	-	Copel 51% Gaspetro 24,5% Mitsui 24,5%
Copergás – PE	1992	1994	ARPE	2001	Ativa	Estado 51% Gaspetro 24,5% Mitsui 24,5%
Gasap – AP	2003	Não está operando	-	-	-	Estado 51% Gaspetro 24,5% CS Participações 24,5%
GásBrasiliiano – SP	1999	1999	CSPE	1997	Ativa	ENI 51% Italgas 49%
Gás do Pará (Gaspará) – PA	2006	Não está operando	-	-	-	Estado 51%
Gasmar – MA	2001	Não está operando	-	-	-	Estado 51% CS Participações 28,0% Gaspetro 21,0%
Gasmig – MG	1986	1986	-	-	-	Cemig 50,6% Gaspetro 40,0% Outros 9,4%
GasNatural SPS – SP	2000	2000	CSPE	1997	Ativa	GasNatural 100%

(continua)

(continuação)

Companhia Distribuidora	Ano de criação	Ano de início de operação	Agência Reguladora	Ano de criação	Status da regulação	Participação acionária
Gaspisa - PI	2001	2005	-	-	-	Gaspetro 37,25% Termogás 37,25% Estado 25,25 %
Goiásgás - GO	2001	2006	AGR	1999	Não atua	Estado 51% Gasgoiano 29,5% Gaspetro 19,5%
MSGás - MS	1998	2001	AGEPAN	2001	Em fase inicial	Estado 51% Gaspetro 49,0%
MTGás - MT	2003	2005	AGER	1999	Ativa	Estado 99% Privado 1,0%
PBGás - PB	1995	1995	ARPB	2001	Ativa	Estado 51% Gaspetro 24,5% Mitsui 24,5%
Potigás - RN	1993	1993	ARSEP	1999	Ativa	Estado 51% Gaspetro 49,0%
Rongás -RO	1998	Não está operando	-	-	-	Estado 51% Gaspetro 24,5% Termogás 24,5%
SCGás - SC	1994	1996	-	-	-	Estado 51% Gaspetro 24,5% Mitsui 24,5%
Sergás - SE	1993	1995	AGERSE	1998	Não atua	Estado 51% Gaspetro 24,5% Mitsui 24,5%
Sulgás - RS	1993	2000	AGERGS	1997	Ativa	Estado 51% Gaspetro 49,0%
Notas:						
^a Gaspetro: subsidiária da Petrobras						
^b Mitsui: empresa japonesa que adquiriu a Gaspart, subsidiária da Enron.						
^c Privatizadas em 1997						
^d Privatizada em 1999.						
Fontes: <i>Websites</i> das companhias distribuidoras, CTGás, Gasnet						

No que se refere à constituição de órgãos reguladores, como pode ser observado na tabela 2, há 16 órgãos reguladores dos serviços públicos concedidos, sendo que nos Estados do Amazonas, Goiás e Sergipe os mesmos não atuam no segmento de gás natural.

Nos Estados em que esses órgãos reguladores atuam na distribuição de gás natural, a regulação das tarifas é escopo de sua competência. A tabela 3 mostra os tipos de regulação tarifária adotada em cada Estado. Em sua maioria, a regra adotada é a tarifação a custo de serviço, como nos Estados da região Nordeste e no Estado do Rio Grande do Sul. Para o Estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Mato Grosso, adotou-se a tarifação por limite de preço (*price cap*).

Tabela 3. Tipo de Regulação de Preço, por Companhia Distribuidora

Companhia Distribuidora	Tipo de Regulação de Preço
Algás - AL	Regulação a custo de serviço.
Bahiagás - BA	Regulação a custo de serviço.
BR - ES	O anexo do contrato de concessão que dispõe dos reajustes tarifários não está disponível no site da ASPE e nem da BR distribuidora.
CEG	Regulação por <i>price cap</i> .
CEG-Rio	Regulação por <i>price cap</i> .
Cegás - CE	Regulação a custo de serviço.
Comgás - SP	Regulação por <i>price cap</i> e custo de serviço.
Copergás - PE	Resolução ARPE 004/2006, menciona o estabelecimento de tarifas tetos. Não está disponível o contrato de concessão nos sites Copergás e ARPE.
GásBrasiliano - SP	Regulação por <i>price cap</i> e custo de serviço.
GasNatural SPS - SP	Regulação por <i>price cap</i> e custo de serviço.
MSGás - MS	Em fase inicial de atuação.
MTGás - MT	Embora o contrato de concessão não esteja disponibilizado no <i>website</i> , um funcionário da MTGás, via e-mail, informou que o contrato de concessão é idêntico aos contratos de concessão para o Estado de São Paulo, ou seja, tarifa-teto.
PBGás - PB	Regulação a custo de serviço.
Potigás - RN	O contrato de concessão não está disponibilizado nos <i>websites</i> da Potigás e ARSEP.
Sulgás - RS	Regulação a custo de serviço.

Fonte: Elaboração própria, a partir dos contratos de concessão das companhias distribuidoras.

O setor de distribuição de gás natural canalizado caracteriza-se como um monopólio natural, com elevado custo dos investimentos na rede de distribuição (dutos), o que faz com que seja ineficiente a existência de outra firma funcionando no mesmo local, pois esta teria que ter outra rede de distribuição. Esta infactibilidade física dificulta a existência de competição e portanto não há incentivo à eficiência.

Mesmo regulado o monopólio natural apresenta possíveis problemas, dentre os quais pode-se destacar: interferência política, intersecção entre serviço e regulação, regulação ineficiente (assimetria de informações), risco de captura da agência (proteção dos interesses da empresa) etc.

Uma forma de procurar contornar ou minimizar esses problemas é a introdução de mecanismos de competição, ou que procurem simular um mercado competitivo. A competição por parâmetros (*yardsick competition*), onde simulam-se mercados competitivos comparando-se parâmetros das empresas, é um dos mecanismos com probabilidade de ser usado no setor de distribuição de gás natural canalizado, dada a grande semelhança apresentada entre as empresas. A adoção de uma empresa modelo e concessões via licitação são outras formas de procurar contornar estes problemas. A

questão central deste trabalho é determinar qual a regulação eficiente que forneça os incentivos corretos para a firma ter um comportamento eficiente.

Para atrair investimentos para o setor é necessário que as tarifas cubram todos os custos das empresas. Porém, para fazer com que as empresas funcionem de uma maneira eficiente é necessário que as tarifas cubram os custos e remunerem corretamente somente os operadores eficientes, criando claramente um mecanismo de incentivo à eficiência.

Porém, pode haver conflito entre eficiência alocativa e acesso universalizado ao serviço, pois as regiões de nível econômico mais baixo podem não ser capazes de pagar o preço correto pelo serviço, que seria aquele que cobre todos os custos, tanto investimento quanto operação e manutenção. A necessidade de haver algum subsídio pode surgir.

Em suma, os instrumentos regulatórios estão em estágio inicial de desenvolvimento, exceção feita ao Estado de São Paulo, que se encontra numa fase mais avançada.

Interesses e Riscos

Há riscos nas relações entre os três participantes do setor – Estado, empresa e usuário:

- 1º - pode ocorrer abuso do poder de monopólio da empresa prestadora do serviço e esta cobrar um preço excessivamente alto e prover um serviço de qualidade baixa.
- 2º - a irreversibilidade dos investimentos faz com que exista o risco de expropriação do capital investido pelo governo, caso este venha a modificar as regras estabelecidas inicialmente.
- 3º - decisões do governo podem gerar distorções tarifárias que podem prejudicar tanto as empresas quanto os consumidores.

2.3 A Regulação

De acordo com Viscusi *et al.* (1995) regulação pode ser definida como um conjunto de restrições impostas pelo governo sobre a liberdade de indivíduos e organizações para tomar decisões econômicas. Esse poder coercitivo do governo é respaldado pela ameaça de imposição de penalidades.

Segundo Posner (1974), há várias teorias que tentam explicar a existência de regulação. A teoria das externalidades usa uma análise normativa, ou seja, que procura entender quando é que deveria ocorrer regulação, para gerar uma teoria positiva, ou seja, que explica quando é que a regulação de fato acontece. Ela afirma que a regulação surge como uma resposta à exigência da sociedade de que seja corrigida uma falha de mercado ou de que sejam eliminadas práticas consideradas injustas (como lucros extraordinários por parte das firmas). Dois casos comuns em que o mercado não funciona adequadamente são monopólio natural e a existência de externalidades (por exemplo, indústrias que produzem poluição do ar ou da água).

A teoria da captura, por outro lado, procura explicar as evidências existentes de que a regulação muitas vezes favorece as empresas reguladas, produzindo preços acima dos custos, impedindo a entrada de novas firmas e aumentando os lucros da indústria, por exemplo. Ela afirma que a regulação pode surgir em resposta a uma demanda da indústria (ou seja, os legisladores são capturados pela indústria) ou como resultado da interação entre a agência reguladora e a indústria ao longo do tempo (ou seja, o regulador é capturado pela indústria).

Já a teoria econômica da regulação busca uma explicação para o fenômeno de que, dependendo da indústria regulada, diferentes grupos de interesse são favorecidos. As premissas dessa teoria são de que o recurso básico do governo é o poder de coerção e de que os agentes são racionais. A regulação surge em resposta às demandas de grupos de interesse que agem para maximizar as suas rendas.

O objetivo da regulação no setor de distribuição de gás natural canalizado é reduzir os riscos que o novo cenário coloca para os agentes. A regulação deve preocupar-se com três questões: proteger o consumidor do abuso do poder de monopólio da firma (tarifas elevadas), proteger a firma do risco de expropriação do seu capital por parte do governo e proteger o governo de grupos de pressão que possam comprometer os objetivos da política do governo para o setor.

A regulação deve tratar da qualidade, do preço, da expansão do atendimento, dos direitos e deveres do usuário, do equilíbrio das firmas e das metas ambientais. Praticamente todos estes itens refletem-se na tarifa cobrada, sendo a determinação desta o ponto central da regulação. A determinação tarifária é o tema dos capítulos 3 e 4.

O longo período dos contratos de concessão, 20 a 30 anos, faz com que sejam necessárias revisões contratuais para assegurar a eficiência frente às mudanças que

ocorrem no período da vigência do contrato. A regulação tem o papel de assegurar a eficiência desses contratos no seu período de vigência.

Regulação Tarifária

Existem vários modelos de regulação tarifária que podem ser adotados para o setor de distribuição de gás natural canalizado. O Capítulo 3 desta dissertação trata dos diferentes tipos de regulação de tarifas existentes, que por agora serão apenas citados:

- Limite de Preços (*price-cap*)
- Limite de Preço Parcial
- Limite de Receitas
- Custo de Serviço etc.

O objetivo desta dissertação é tratar justamente da escolha do modelo de regulação que seja eficiente para a firma e para os objetivos da Política Energética Nacional, ou seja, expansão da participação do GN na matriz energética brasileira. Isto será feito no capítulo 4.

Regulação da Qualidade

A qualidade do serviço está relacionada com o padrão do produto, as especificações do gás e com características do próprio serviço, como nível de cobertura, racionamentos, atendimento aos usuários e outros.

A regulação da qualidade relaciona-se com outras regulações, principalmente com a regulação do meio-ambiente.

No presente trabalho estamos especialmente interessados na questão da expansão do nível de cobertura do serviço. O objetivo da expansão do serviço requer que o serviço se estenda para localidades ainda não atendidas e que talvez apresentem problemas tais como custo elevado ou baixo nível de renda dos consumidores, com a conseqüente baixa capacidade de pagamento, que fazem com que a Agência Reguladora tenha que estabelecer metas específicas para cada localidade.

2.4 Mercado das Distribuidoras de Gás Natural

Conforme pode ser visto na figura 3, a participação no segmento industrial de gás natural na matriz energética brasileira ainda é reduzida, quando comparada aos seus

energéticos concorrentes. No entanto, essa participação tem aumentado significativamente.

Entre 1997 e 2004, a participação do gás natural no consumo final de energia no segmento industrial subiu de 5% para 9%, substituindo principalmente o óleo combustível e o gás liquefeito de petróleo (GLP). Na geração brasileira de eletricidade, o gás foi responsável por 5% em 2004. A crescente demanda de energia elétrica e o baixo dinamismo dos investimentos em geração hidráulica são fatores que apontam para o aumento da importância do parque de usinas térmicas a gás natural (BEN, 2005).

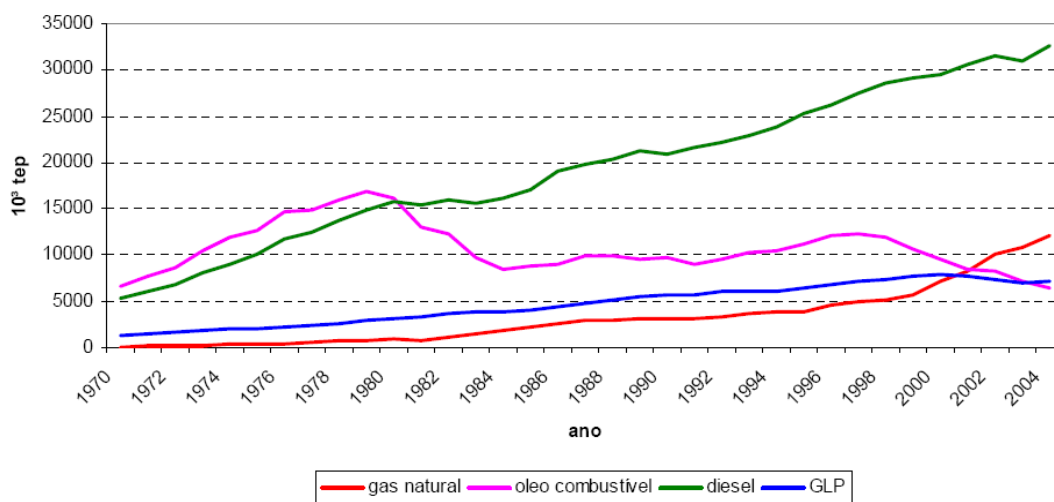


Figura 3. Participação dos Combustíveis na Matriz Energética Nacional

Fonte: BEN, 2005.

No setor industrial, ainda há predominância da utilização do óleo combustível e óleo diesel, embora o primeiro, por questões de restrições ambientais, venha sendo gradativamente deslocado pelo gás natural.

O setor residencial utiliza em sua maior parte o GLP para cocção de alimentos e eletricidade para aquecimento, e a participação do gás natural é ainda bastante reduzida, estando concentrada nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

No setor comercial, o uso da eletricidade representou, em 2004, 83% do consumo total e o gás natural, apenas 4%. No setor automotivo, embora a utilização do gás natural tenha crescido a taxas significativas, é clara a predominância do diesel, geralmente utilizado em frota de ônibus. Para veículos leves há preponderância da gasolina e álcool.

A tabela 4 apresenta o volume de gás comercializado por distribuidora e por segmento. Pode-se depreender dos dados que esse mercado é recente e apenas algumas companhias possuem uma escala significativa.

Tabela 4. Consumo de Gás Natural por Segmento – 2007 (mil m³/dia)

Companhias	Industrial	Automotivo (postos)	Residencial	Comercial	Ger. Eletr.	Cogeração	Outros (inclui GNC)	Total (2007)
Comgás	9.957,0	1.675,0	340,0	276,0	1.009,0	845,0	42,0	14.144,0
Ceg	1.931,0	2.602,8	298,2	217,5	1.058,3	231,1	-	6.338,9
Ceg Rio	1.906,0	481,1	5,5	4,2	3.240,6	0,2	-	5.637,6
BahiaGás	2.483,0	305,0	0,9	31,0	-	888,0	-	3.707,9
SulGás	827,4	238,4	0,1	11,3	1.341,1	260,9	24,7	2.679,3
Compagás	377,6	94,7	2,4	6,8	1.914,7	124,8	129,3	2.650,4
Gasmig	1.293,5	233,2	-	21,07	811,0	-	69,7	2.357,8
BR	1.685,0	144,0	2,0	4,0	-	-	9,0	1.844,0
Copergás	767,8	232,3	0,3	4,95	539,4	36,7	-	1.581,5
Scgás	1.089,6	385,7	0,06	7,5	-	-	-	1.482,8
São Paulo Sul	1.215,9	77,7	12,7	11,9	-	-	-	1.318,2
Algás	356,7	129,7	3,2	4,8	-	4,9	-	499,3
Gás Brasileiro	386,4	30,0	1,22	1,4	-	-	34,6	453,6
Cegás	189,5	223,1	0,3	1,5	4,3	24,4	-	443,1
Potigás	204,0	217,0	0,01	3,4	-	-	-	424,5
Pbgás	268,0	131,0	-	-	-	-	1,0	400,0
Msgás	9,7	32,9	0,2	1,4	281,1	-	281,1	325,5
Sergas	153,3	131,4	0,9	1,4	-	7,8	8,8	303,7
Mtgás	6,8	10,8	-	-	-	-	-	17,66
GoiásGás	-	2,5	-	-	-	-	-	2,5
Gaspisa	-	2,1	-	-	-	-	-	2,1
TOTAL	25.108,4	7.379,9	667,9	610,3	10.199,6	2.423,9	321,7	46.614,9

Fontes: Companhias Distribuidoras e IBP.

Em termos de escala, conforme pode ser observado na tabela 4, a Comgás, Ceg, Ceg-Rio, a Companhia de Gás da Bahia (BahiaGás) e a Companhia de Gás do Estado do Rio Grande do Sul (SulGás) possuem os maiores volumes médios vendidos no ano de 2007, representando cerca de 70% do volume comercializado no Brasil. A Comgás é a maior distribuidora, com um volume comercializado equivalente aos mercados das distribuidoras dos Estados do Rio de Janeiro e Bahia.

O segmento mais importante em volume de vendas, conforme mostrado na figura 4, na maioria das distribuidoras é o industrial, representando cerca de 60% das vendas totais. Exceção feita para a SulGás, Ceg-Rio e a Companhia de Gás do Estado de Mato Grosso do Sul (MSGás), nos quais 50%, 57%, 86% das vendas, respectivamente,

destinam-se à geração elétrica; a Ceg e a Companhia Potiguar de Gás (Potigás), onde, 41% e 51% das vendas, respectivamente, são direcionadas ao setor automotivo⁸.

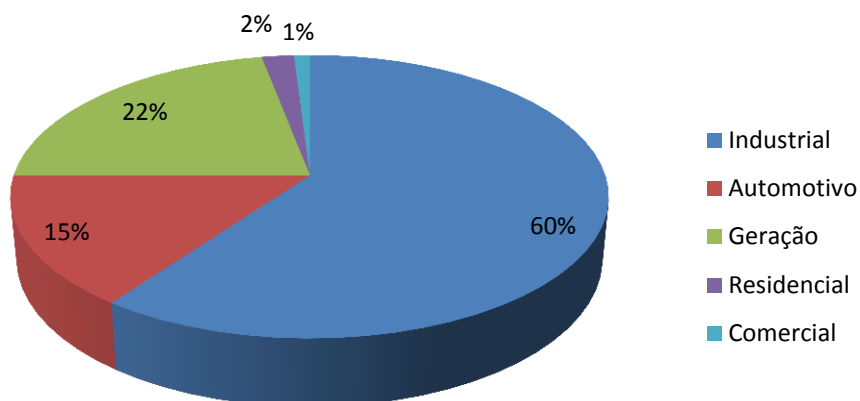


Figura 4. Participação das Vendas de Gás Natural por Tipos de Uso – 2007

Fonte: Companhias Distribuidoras e IBP.

Em segundo lugar vem o setor de termoeletricidade, representando aproximadamente 22% do total das vendas. Merece destaque o setor automotivo que, representando 15% das vendas totais, tem apresentado taxas médias de crescimento de 36% a.a. entre os anos de 2000 e 2007. De 1996 a 2004, a conversão para o gás natural veicular (GNV) cresceu a uma taxa anual média de 98%, levando o Brasil a ocupar o segundo lugar no *ranking* de países com o maior número de veículos a GNV (Portal GásEnergia), atrás apenas da Argentina. Em 2007, os segmentos residencial e comercial representaram 2% e 1% das vendas totais, respectivamente.

Do exposto, pode-se concluir que o crescimento da importância do gás natural no Brasil está relacionado aos seguintes aspectos:

- Sinalização do Governo Federal em aumentar a participação do gás natural na matriz energética nacional, tendo em vista a necessidade da redução da dependência dos derivados do petróleo, pelo fato de o gás natural ser menos poluente em relação aos combustíveis fósseis e pela necessidade de energia elétrica;

⁸ Não foi mencionada a Goiásgás e Gaspisa porque, embora os seus volumes sejam totalmente destinados ao mercado automotivo, os volumes são insignificantes.

- A reforma institucional, ocasionando a abertura das concessionárias estaduais a agentes privados, provocando uma reconfiguração acionária, com a entrada do capital privado;
- O aumento considerável nas reservas de gás como por exemplo, os campos descobertos na mega Bacia de Santos, geram uma maior confiabilidade na inserção em projetos de longo prazo;
- O uso crescente de gás na cogeração e em plantas termelétricas a ciclo combinado proporcionando uma eficiência de custo na geração elétrica;
- A construção do gasoduto Bolívia-Brasil, com capacidade nominal de 30 M m³/dia; e
- A busca por novas fontes de suprimento de gás natural, através do Gás Natural Liquefeito (GNL), proveniente, por exemplo, da África.

Essa expansão da indústria do gás, proporcionada pelos aspectos acima, refletida na criação/reestruturação das distribuidoras de gás natural tem como consequência um maior número de agentes no segmento de distribuição de gás natural, bem como a multiplicação do número de contratos firmados, e conseqüentemente a elevação do número de consumidores desse energético. Com isso, as tarefas de regulação tornam-se mais complexas, no que concerne à garantia da operação eficiente e à modicidade tarifária a seus consumidores, além da garantia de continuidade dos serviços.

O próximo capítulo discorrerá sobre os fundamentos microeconômicos da Regulação Econômica. A teoria econômica tem um poderoso resultado que coloca que um mercado sob competição perfeita automaticamente atinge uma alocação eficiente, isto é, que maximiza o bem-estar social. Porém, quando existe alguma falha de mercado, tal como externalidades, bem público, assimetrias de informação, poder de mercado, direitos de propriedades mal definidos, entre outros, tal alocação não será necessariamente atingida pelo mercado. Justifica-se portanto alguma forma de intervenção do governo para corrigir a falha de mercado e levar a economia a uma alocação mais eficiente. A literatura de teoria econômica dedica muito esforço para desenhar meios de realizar estas correções. Uma importante falha de mercado observada em diversos setores, principalmente naqueles de serviços de utilidades públicas, como é o caso do setor de distribuição de gás natural canalizado, é o monopólio natural.

Capítulo 3. Teoria da Regulação Econômica

Este capítulo pretende fazer um apanhado geral de parte da teoria de regulação econômica. Não apenas da teoria da regulação, mas também da justificativa da regulação.

A primeira seção começa com as definições de monopólio natural. Em seguida tenta-se obter o preço ótimo de uma firma monopolista maximizadora de lucros e comparar esse resultado com o obtido com uma firma em concorrência perfeita. A idéia é mostrar a diferença nos resultados e a perda de bem-estar resultante disso. A regulação aparece como uma das soluções possíveis para essa ineficiência.

Em seguida entra-se na teoria da regulação propriamente dita. Primeiramente na questão de regulação de tarifas, onde a preocupação se concentra em dois pontos: primeiro na questão de se obter tarifas que cubram os custos da firma, e segundo em se obter tarifas que sejam eficientes economicamente. Esse segundo ponto baseia-se no fato de que preço igual ao custo marginal é o preço que maximiza o bem-estar da sociedade. A impossibilidade de se compatibilizar preço ao custo marginal e receita que cubra o custo da firma monopolista, gerou diversas estruturas tarifárias que procuram conciliar esses dois pontos. A preocupação nesse trabalho se centrou nas estruturas tarifárias que maximizam o bem-estar.

Posteriormente entra-se na questão da regulação dos incentivos dados à firma. Aqui a preocupação está na questão de como incentivar a firma monopolista a agir eficientemente, uma questão resolvida pela concorrência nos mercados competitivos. A regulação deve então prover incentivos para a firma, para que esta minimize custos.

Vale ressaltar que a questão dos incentivos não se aplica apenas à redução de custo, mas também a outros objetivos que sejam interessantes à firma incorporar. Isso será visto no capítulo 4.

3.1 Monopólio Natural

A regulação está associada a falhas de mercado. Por falhas de mercado entende-se a não observação de todas as condições que se exige para haver concorrência perfeita. O problema do monopólio natural é a falha de mercado mais comum para justificar a regulação. O monopólio natural é uma propriedade da tecnologia de produção, associado à demanda de mercado, de tal forma que uma única firma fornece

para todo o mercado de modo mais eficiente do que se houvesse duas ou mais firmas. Economias de escala na produção, ou economias de escopo na produção de mais de um produto conjuntamente, podem ocorrer até os níveis onde toda a demanda de mercado seja suprida. O caso clássico é aquele em que a firma apresenta custos médios decrescentes para todos os níveis de produção em que o mercado seja totalmente suprido, ou seja, apresente economias de escala. Indústrias de utilidades públicas, como a de energia elétrica, água, telecomunicações, gás natural canalizado etc, em geral apresentam características de monopólio natural e estão sujeitas à regulação⁹. (BERG ; TSCHIRMAN, 1988)

O desafio é saber como os consumidores podem se beneficiar da produção a baixo custo quando feita por uma única firma, sem que esta cobre preços de monopólio, gerando ineficiências para a sociedade e anulando os ganhos de eficiência alcançados com a produção na escala eficiente.

Começaremos pelo caso mais simples, onde a firma produz apenas um bem (firma uniproducto) para logo em seguida considerarmos o caso mais geral e realista onde a firma produz vários tipos de bens (firma multiproducto).

*O Caso da Firma Uniproducto*¹⁰

Dois conceitos destacam-se para definir monopólio natural para a firma que produz um único produto: custos médios decrescentes e subaditividade. O primeiro quer dizer simplesmente que o custo médio cai com o aumento da quantidade produzida, até o ponto em que todo o mercado seja atendido. O segundo diz que a firma pode ter custos médios crescentes, mas produz a um custo total menor do que se múltiplas firmas estivessem produzindo.

Custos médios decrescentes podem ser expressos da seguinte forma:

$$\frac{C(q^i)}{q^i} < \frac{C(q^j)}{q^j} \quad (3.1)$$

para todo q^i e q^j , $0 < q^j < q^i$. Isto define economias de escala na produção, sendo os custos de produção menores quando há apenas uma firma produzindo o bem. Contudo,

⁹ Outras falhas de mercado podem ser a existência de externalidades, bens públicos, problemas de informação etc. Nestes casos chama-se a regulação de regulação social.

¹⁰ A definição formal de monopólio natural, tanto para firma uniproducto como para multiproducto, foi extraída de Berg e Tschirman (1988).

essa não é uma condição necessária, pois o custo médio pode estar crescendo e o custo de se produzir o bem ainda ser menor com uma única firma. Para demonstrar isto, é necessário definir o que é subaditividade de custo. Uma função de custo é subaditiva para q se e somente se

$$C\left(\sum_{i=1}^m q^i\right) \leq \sum_{i=1}^m C(q^i) \quad (3.2)$$

para todas as quantidades $q^1, \dots, q^m$ tal que $\sum_{i=1}^m q^i = q$. Uma desigualdade estrita em (3.2) é associada com subaditividade estrita. Esta condição é necessária e suficiente para garantir que os custos serão menores quando uma única firma estiver produzindo.

Portanto, a produção de um bem que tem função de custo com estas características de subaditividade ou de economia de escala caracteriza esse mercado como monopólio natural.

O Caso da Firma Multiproduto

O caso de uma firma que produza apenas um produto é raro, sendo mais realista o caso de firmas que produzam mais de um produto¹¹. Além de ser mais realista, isso altera a definição anterior de que o monopólio natural pode ser definido por apresentar custos médios decrescentes na parte relevante da produção, que é a definição de economias de escala.

A importância da definição de subaditividade de custos fica mais clara quando define-se monopólio natural para uma firma multiproduto.

Seja $q^i = (q_1^i, \dots, q_n^i)$ o i -ésimo vetor de m vetores de produção, $i = 1, \dots, m$, onde cada vetor contém um ou mais diferentes produtos. A condição necessária e suficiente para que seja monopólio natural é que a função de custo tenha subaditividade de custos global e estrita, ou seja,

$$C(q^1 + \dots + q^m) < C(q^1) + \dots + C(q^m) \quad (3.3)$$

¹¹ Diferentes qualidades de um mesmo produto devem ser interpretadas como produtos diferentes. Portanto, eletricidade em horários de pico e fora do pico, telefonia local ou de longa distância, saneamento com fornecimento de água e coleta e tratamento de esgoto, distribuição de gás para o setor residencial, industrial ou comercial etc, podem ser interpretados como produtos diferentes, caracterizando as firmas que os produzem como multiproduto.

Se isto ocorrer, a maneira mais eficiente de produzir $(q_1^1, \dots, q_n^1) + \dots + (q_1^m, \dots, q_n^m)$ é com uma única firma.

Nesta definição de subaditividade de custos, se cada vetor estiver relacionado a apenas um produto, não havendo dois vetores relacionados com a produção do mesmo produto, então (3.3) define economia de escopo¹². Esta representa uma forma mais restrita de subaditividade de custos, e torna bastante clara a distinção entre produção de apenas um produto ou de vários produtos. A definição de economia de escopo é bastante intuitiva quando pensamos no caso de fornecimento de energia em períodos de pico e fora do pico, pois há ganhos em ter a mesma firma produzindo energia em horários de pico e fora de pico.

Economia de escala para a firma multiproduto define-se da seguinte forma: seja o vetor de insumos x_k , com $k = 1, \dots, r$ e produtos q , $(x_1, \dots, x_r, q_1, \dots, q_n)$, sejam também os escalares $w > 0$ e $\delta > 0$. Economia de escala estrita existe se $(wx_1, \dots, wx_r, v_1 q_1, \dots, v_n q_n)$ é um vetor de insumos e produto variável, onde $v_i \geq w + \delta$. Logo, a multiplicação de todos os insumos por w implica em uma multiplicação dos produtos por um fator maior que w .

Não é possível definir custo médio decrescente para este tipo de firma, com mais de um produto, porque não existe uma maneira correta de agregar a produção para dividir o custo total por unidade produzida.

Economias de escala não é condição necessária nem suficiente para subaditividade no caso de múltiplos produtos por causa da interdependência entre produtos. Economias de escala podem ser sobrepujadas por deseconomias de escopo e, portanto, o ganho de se produzir uma grande quantidade do bem pela mesma firma pode ser superado pela perda de eficiência decorrente da produção de vários tipos de produtos. Por isso, economia de escala não é condição necessária nem suficiente para definir monopólio natural no caso da firma multiproduto.

3.2 Justificativa para a Regulação¹³

Para justificar a necessidade de regulação, começa-se supondo que a firma monopolista maximize lucros, ou seja, maximize a seguinte função lucro da firma:

¹² Quando a produção de um ou mais bens é realizada do modo mais eficiente quando feito por uma única firma, isso determina que há economias de escopo na produção.

¹³ Baseia-se em MAS-COLLEL *et al.* (1995) e KREPS (1990).

$$L = P(q).q - C(q) \quad (3.4)$$

onde $P(q)$ é a função inversa da demanda de mercado, q é uma medida da produção da firma e $C(q)$ é a função custo da firma, a qual supõe-se continuamente diferenciável.

O resultado da maximização da função lucro com relação à quantidade nos dá o seguinte resultado:

$$P'(q).q + P(q) = C'(q) \quad (3.5)$$

O termo do lado esquerdo corresponde à receita marginal e o lado direito corresponde ao custo marginal. Portanto, um monopolista maximizador de lucro determina preço e quantidade de modo que a receita marginal iguale o custo marginal.

Para verificar se o comportamento monopolista difere daquele que seria ótimo para a sociedade, deve-se maximizar a função de bem-estar social e comparar o resultado com aquele obtido na maximização de lucro da firma monopolista.

Seja $S(q)$ o excedente do consumidor:

$$S(q) = \int_0^q P(q) dq - P(q).q \quad (3.6)$$

e L a função lucro da firma. A função de bem-estar social pode ter a seguinte forma, como definido em Berg e Tschirhart (1988)¹⁴:

$$W = S(q) + L \quad (3.7)$$

onde substituindo $S(q)$ e L tem-se

$$W = \int_0^q P(x) dx - P(q).q + P(q).q - C(q) \quad (3.8)$$

Maximizando W com relação a q obtemos:

¹⁴ Neste caso, a função de bem-estar social é aditiva e sem ponderações nas utilidades individuais.

$$P(q) = C'(q) \quad (3.9)$$

que é o preço igual ao custo marginal.

A condição de primeira ordem para a maximização da função de bem-estar social determina que o preço tem que ser igual ao custo marginal, qualquer desvio deste preço implica em uma perda de bem-estar. Portanto, o preço e a quantidade de monopólio, determinados quando se iguala receita marginal e custo marginal, não são eficientes do ponto de vista da sociedade. Não é adequado então deixar a decisão de preço e quantidade por conta da firma monopolista, sendo necessário algum tipo de controle sobre a firma. O gráfico 1 abaixo ilustra esta situação:

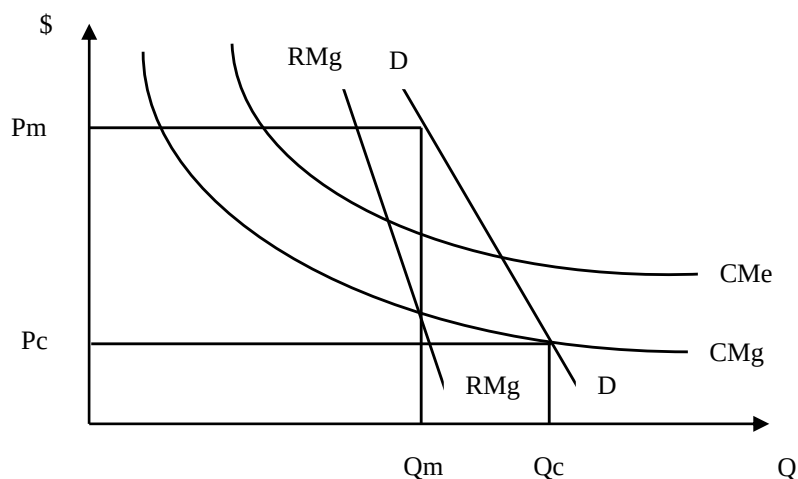


Gráfico 1 - CMe, CMg, RMg

Em uma situação de concorrência perfeita, em que temos que $P = CMg$, a quantidade produzida é Q_c e o preço P_c . No caso do monopólio não regulado, onde $RMg = CMg$, o preço é P_m e a quantidade é Q_m .

A área compreendida entre as duas quantidades Q_m e Q_c , e abaixo da curva de demanda representa a perda de bem-estar resultante da cobrança do preço de monopólio. É também conhecida como peso-morto.

No entanto, esta não é a única ineficiência que tem como causa o comportamento monopolista da firma. Ineficiências gerenciais, dinâmicas etc, são exemplos de outros tipos de ineficiências comuns ao comportamento monopolista.

3.3 Regulação do Monopólio Natural

Em monopólios naturais, em virtude da presença de estrutura de custos subaditiva, a eficiência produtiva é alcançada com a utilização de uma única planta. Na ausência de regulação o monopolista estabelecerá preços de monopólio. Do ponto de vista do bem-estar social, a determinação de preços de monopólio pode gerar dois resultados principais: 1) perda de bem-estar social, uma vez que o monopolista produz uma quantidade inferior ao nível eficiente; e 2) expropriação total do excedente social pelo monopolista, no caso de discriminação perfeita de preços. O segundo resultado, ainda que eficiente do ponto de vista alocativo, pode não ser socialmente desejado. A princípio, em estruturas de mercado caracterizadas como monopólio natural, a intervenção de um agente regulador, através de mecanismos regulatórios, pode garantir uma alocação Pareto superior¹⁵.

Várias alternativas têm sido propostas para corrigir as falhas do monopólio natural, de forma a conservar os ganhos de se produzir com apenas uma firma, sem incorrer em perdas com o uso do poder de monopólio da firma. Essas alternativas incluem regulação, leilões de franquias, empresas públicas etc. No presente trabalho a atenção concentra-se na questão da regulação, porque esta é a forma adotada no modelo do setor de distribuição de gás natural canalizado, onde grande parte das empresas prestadoras de serviços são privatizadas ou possuem capital privado investido.

Ao se regular um monopólio deve-se considerar os custos e os benefícios da regulação. Os benefícios podem se resumir basicamente em reduções do peso-morto, esse causado pela perda de eficiência dos monopólios não regulados. Os custos da regulação podem ser divididos em custos diretos da agência reguladora e custos decorrentes da alteração da estrutura de incentivos das firmas reguladas, que são decorrentes em geral de fixação das tarifas.

A seguir a questão da regulação será apresentada destacando os dois principais pontos que deve tratar: a determinação tarifária e os esquemas de incentivos. O primeiro preocupa-se em como se dá o pagamento pelo bem consumido, sujeito às restrições

¹⁵ Esta é a abordagem normativa da regulação. Existe outra abordagem complementar, a abordagem positiva, que enfatiza a influência de grupos de interesse (produtores, consumidores, etc.) no resultado regulatório. Para a abordagem positiva, movimentos de regulação ou de desregulação dos mercados seriam resultado da influência de grupos de interesse. Viscusi *et al.* (1995, cap. 10) e Posner (1974) fazem uma síntese das teorias da regulação.

impostas em cada situação (ex: equilíbrio orçamentário da firma obrigatório ou não, proibição de exclusão de consumidores do mercado etc).

O segundo refere-se aos incentivos dados para a firma para que esta seja eficiente e alcance determinados objetivos. A ausência de concorrência não fornece ao monopólio natural incentivos corretos para que este minimize custos ou tenha níveis de investimentos satisfatórios.

Viscusi *et al.* (1995) denomina como *utilities* os serviços de utilidade pública, tal como abastecimento de água, fornecimento de energia elétrica e distribuição de gás natural canalizado. O caráter desses serviços faz com que sua expansão seja desejável pela sociedade e a determinação de metas de investimento nesses setores faz-se necessária, como é o objetivo de expansão da participação do GN na matriz energética brasileira. O estímulo que a firma tem para alcançar as metas acordadas depende então do esquema de incentivo adotado para esse objetivo. É papel então da regulação fornecer incentivos corretos para que eficiência, investimentos etc sejam objetivos da firma regulada.

3.3.1 Regulação Tarifária

Esta subseção procura tratar da questão da estrutura tarifária usada pelo regulador. Diferentes objetivos e restrições implicam em diferentes estruturas tarifárias.

Começa-se com o caso da precificação pelo custo marginal e com as críticas que existem em relação a este caso. Em seguida são apresentadas outras estruturas de preços que procuram contornar os problemas encontrados na precificação pelo custo marginal.

Os modelos tarifários apresentados aqui são estruturas que maximizam o bem-estar social sujeito à restrição orçamentária da firma e, portanto, são soluções *second best*, preço igual ao custo marginal é a solução *first best*. Longe de serem as únicas estruturas tarifárias existentes, as que maximizam o bem-estar social são as relevantes neste trabalho.

Tarifas Lineares

Precificação pelo Custo Marginal

O candidato “natural” para ser o preço eficiente é o custo marginal. Um monopolista que cobra um preço igual ao custo marginal, $P = CMg$, recebe uma receita $P \cdot Q$.

Nesse caso, o preço atende às condições de eficiência, mas, como mostra o gráfico 2 a seguir, esse preço gera um déficit para a firma.

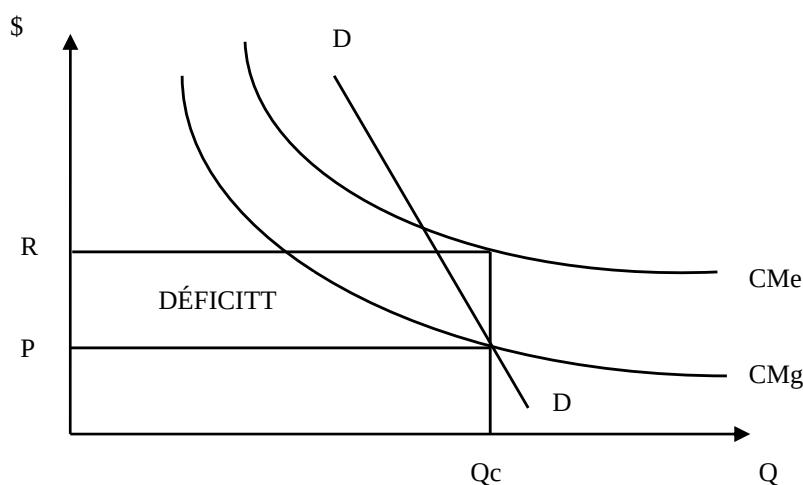


Gráfico 2 – CMe, CMg

Esse déficit decorre da diferença entre o preço e o custo médio da produção, e gera a necessidade de haver algum tipo de subsídio para a firma.

A única solução correta para subsidiar o déficit da firma é o governo recolher um imposto do tipo *lump sum*. Qualquer outro tipo de imposto, sobre o consumo ou sobre a renda, gera distorções que acarretam perdas de eficiência.

Mas foi Hotelling (1938) quem gerou polêmica afirmando que o máximo de bem-estar seria atingido com a fixação da tarifa igual ao custo marginal, como seria em uma situação de concorrência perfeita, e que os déficits da firma deveriam ser subsidiados, sendo os recursos para isso gerados via um imposto *lump sum*.

Mas mesmo o imposto *lump sum* apresenta problemas, não apenas na sua difícil implementação (que faz com que praticamente não ocorra) mas também em outros pontos, como a possibilidade de que o bem não seja socialmente benéfico. O fato de que os custos totais não sejam cobertos pela receita com a venda do bem, coloca a questão de que talvez o custo total seja maior que o benefício dos consumidores. Outro inconveniente é que a certeza que a firma tem de que receberá um subsídio para cobrir seu déficit pode gerar um desincentivo para esta minimizar custos.

A questão distributiva que se coloca com o subsídio também é importante, pois contribuintes do imposto que subsidiará o bem podem não ser consumidores desse bem subsidiado e talvez não devam pagar uma parcela daquilo que outros consumidores adquirem.

Essas questões fizeram com que surgissem várias outras propostas para determinar a tarifa do monopólio natural, de modo que a firma tivesse equilíbrio financeiro e se evitassem as distorções geradas pelos subsídios.

Portanto, é razoável consenso que as empresas devem estabelecer sua tarifa de modo que a receita cubra os custos. Para isso, outras estruturas tarifárias foram propostas para tentar resolver o problema do déficit, minimizando a perda de eficiência decorrente do afastamento do preço em relação ao custo marginal.

Preços de Ramsey

Em seu famoso estudo sobre taxação Ramsey (1926) mostrou que a alíquota de impostos sobre bens deve ser inversamente proporcional à elasticidade preço de sua demanda. Esse resultado relaciona-se com a questão da regulação: desvios em relação ao preço eficiente, igual ao custo marginal, implicam em uma menor perda de bem-estar para demandas mais inelásticas, enquanto que demandas mais elásticas geram uma perda de bem-estar para o aumento de preço.

É usado para um monopólio natural multiproduto, que geraria déficits se usasse o preço igual ao custo marginal. São preços lineares que satisfazem a restrição orçamentária da firma e que minimizam as perdas de bem-estar.

O desvio do preço em relação ao custo marginal faz com que a solução desse problema não seja *first best*, onde teríamos $P = CMg$ (a maximização do bem-estar social não teria nenhuma restrição, como por exemplo a restrição orçamentária da firma). O que se tem é uma solução *second best*, onde os preços são desviados do custo marginal (a maximização do bem-estar social nesse caso é condicionada pela restrição orçamentária da firma).

Dado que a precificação ao custo marginal é inviável, quanto o preço deve elevar-se acima do custo marginal para que possa cobrir o déficit da firma? Segundo esse modelo, os preços devem elevar-se até cobrir o déficit da firma. Porém, não igualmente, mas sim, de maneira inversamente proporcional à elasticidade da demanda.

É importante saber que esse problema pode ser solucionado para qualquer nível de lucro que se queira estabelecer para a firma, não necessariamente zero.

Um aumento de preço igual para todos os produtos não minimizaria o peso-morto, pois as elasticidades são diferentes, gerando diferentes reduções nas quantidades demandadas. É fácil perceber que o mesmo aumento de preços produz uma contribuição menor para cobrir o custo fixo no caso do bem com maior elasticidade do que no caso

do bem com menor elasticidade. A regra do preço de Ramsey diz que os preços devem ser elevados em uma proporção inversa à elasticidade da demanda para minimizar as perdas de bem-estar decorrentes do aumento de preços.

Um exemplo de aplicação de preços de Ramsey é a diferenciação nas tarifas de transporte ferroviário. Geralmente cobra-se uma tarifa menor para o transporte de produtos com menor valor por peso, como areia, grãos etc, do que para produtos com valor por peso mais elevado, como equipamentos eletrônicos, bebidas etc. A explicação é a de que a demanda para transportar produtos com baixo valor por peso é mais elástica do que a demanda para transporte de bens com mais alto valor por peso.

No caso de uma firma multiproduto, se se impõe que o lucro econômico seja zero, esse preço é igual ao custo médio.

O modelo de determinação dos preços de Ramsey apresentado a seguir é uma versão simplificada do encontrado em Berg e Tschirhart (1988). Seja W a função de bem-estar social, o regulador então maximiza a equação (3.7)

$$W = S(q) + L$$

sujeito a

$$L = 0$$

que é a condição de equilíbrio orçamentário da firma. $S(q)$ é definido na equação (3.6) só que existe neste caso n bens, $i = 1, \dots, n$ e $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$. L é a função lucro da firma multiproduto, definida da seguinte forma:

$$L = \sum_{i=1}^n p_i(q_i)q_i - C(q) \quad (3.10)$$

O lagrangiano da maximização de (3.7) sujeito a $L = 0$ é o seguinte:

$$L = \int_0^{q_i} P_i(q_i)dq_i - P_i(q_i) \cdot q + \sum_{i=1}^n p_i(q_i)q_i - C(q) + \lambda(L) \quad (3.11)$$

O resultado da maximização de (3.11) é o seguinte:

$$\frac{P_i(q_i) - C'_i(q)}{P_i(q_i)} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1}{e_i} \quad (3.12)$$

Onde e_i é a elasticidade da demanda, $e_i = -P_i(q_i)/[q_i P'_i(q_i)]$, $C'_i(q)$ é o custo marginal do bem i e λ é o preço-sombra.

$\lambda/(1 + \lambda)$ é o número de Ramsey: se a função custo e demanda da firma determinam um λ pequeno, o preço será próximo do custo marginal. Nesse caso o déficit gerado quando $P = CMg$ é pequeno. Quando λ é grande, o preço aproxima-se do preço de monopólio, e o déficit que ocorre quando $P = CMg$ é elevado.

A equação (3.12) mostra que o preço P_i , que promove a maximização do bem-estar sujeito a restrição orçamentária da firma, apresenta um desvio em relação ao custo marginal inversamente proporcional à elasticidade da demanda. Desta maneira são estabelecidos os preços segundo a regra de Ramsey: bens com demanda mais elástica suportam desvios menores dos preços em relação ao custo marginal e vice-versa.

Os preços de Ramsey são a alternativa encontrada para a maximização de bem-estar quando as restrições tecnológicas são suficientes para impedir que se alcance a solução de mercado competitivo. Nesse sentido, os preços de Ramsey são caracterizados como o segundo ótimo de Pareto, resultado da maximização de uma função de bem-estar sujeita à restrição adicional de lucro não-negativo.

Alguns problemas inerentes aos preços de Ramsey devem ser ressaltados. A necessidade de cálculo dos custos da firma e da demanda dos consumidores dificulta sua aplicação. Dificilmente o regulador terá acesso às informações requeridas para que se apliquem os preços de Ramsey diretamente. A estimação da elasticidade da demanda, por exemplo, só seria possível, na prática, após extensas pesquisas de mercado relativas às preferências dos consumidores.

Tarifas Não Lineares

Tarifas de Duas Partes – Sem Discriminação de Consumidores

A classe mais geral de tarifas é a das não-lineares, da qual a tarifa de duas partes é um caso particular.

$$t = A + p \cdot q(p)$$

onde, A é a parte fixa da tarifa, p é a tarifa por unidade consumida e $q(p)$ é a quantidade consumida.

Por sua vez, a tarifa linear é um caso particular da tarifa de duas partes, onde a parte fixa é zero. Portanto, aceitar o uso de tarifas não lineares significa aumentar o número de opções de estruturas tarifárias a serem usadas, o que pode diminuir a ineficiência gerada pela necessidade de equilíbrio financeiro para um dado nível de lucro.

Coase (1946) propôs uma tarifa em duas partes que pretendia resolver o problema de obter uma solução *first best* e com equilíbrio financeiro ao mesmo tempo. Sua idéia era fixar o preço por unidade consumida igual ao custo marginal e deixar que o déficit da firma monopolista, como ilustrado no gráfico 2, fosse coberto por uma tarifa fixa (ou de entrada), independentemente da quantidade, cobrada dos consumidores. Portanto, a tarifa de entrada no mercado multiplicada pelo número de consumidores, seria capaz de equilibrar as finanças da firma. Uma vez paga a tarifa de entrada, as decisões de consumo só dependeriam do preço do produto, que seria igual ao CMg , e não geraria nenhuma perda de bem-estar para a sociedade.

O que o regulador faz nesse caso é fixar o preço igual ao custo marginal e, por meio da tarifa fixa, extrai a parte do excedente do consumidor necessária para cobrir o déficit da firma. Dessa maneira chega-se a uma solução *first best*.

Porém, dois problemas surgem desse tipo de tarifa: o primeiro refere-se ao fato de que pode haver um efeito-renda sobre a demanda, alterando a quantidade consumida, e a unidade marginal consumida. O segundo problema é que a tarifa de entrada no mercado pode ser maior que o excedente de alguns consumidores, e acabar por não permitir a entrada destes no mercado. Consumidores que estariam dispostos a pagar uma tarifa igual ou talvez maior ao custo marginal por unidade consumida não entram nesse mercado porque a tarifa de entrada é superior aos seus excedentes.

Desse segundo problema surge o *trade-off* entre o preço por unidade consumida e a tarifa fixa de acesso ao consumo, pois uma pequena elevação do preço em relação ao custo marginal compensaria uma pequena redução na tarifa fixa que traria de volta para o mercado alguns consumidores antes excluídos. Ng e Weisser (1974) introduziram, pela primeira vez, o número de consumidores no modelo, o que permitiu levar em conta este *trade-off*.

Tarifas de Duas Partes com Discriminação de Consumidores

A firma pode estabelecer o preço unitário igual ao custo marginal e cobrir seu déficit por meio de uma tarifa fixa, como proposto por Coase. A diferença aqui é que daqueles consumidores que ficariam fora do mercado seria cobrado uma tarifa fixa menor, de modo que esta não fosse maior que o excedente desses consumidores. A inclusão desse grupo no consumo permitiria que a tarifa fixa dos consumidores com maior renda fosse reduzida, pois os consumidores de baixa renda também estariam pagando uma tarifa fixa, até o ponto em que a firma atingisse o seu ponto de *break even*. A melhora de situação para os dois grupos de consumidores, os que estavam dentro e os que estavam fora do mercado caracteriza uma melhora *paretiana*, pois todos terminaram em uma situação melhor.

A forma de se cobrar pela prestação dos serviços de utilidade pública apresentadas anteriormente são as que interessam para este trabalho, pois são as que maximizam o bem-estar sujeitas a uma restrição orçamentária da firma. Além disso, considera-se que o esquema de regulação seja implementado através de tarifas de duas partes. Estas são tarifas comumente encontradas nos serviços de utilidade pública, pois são tarifas que minimizam o desvio do preço por unidade consumida em relação ao custo marginal.

A discriminação de consumidores pode ser estendida para vários grupos de consumidores estabelecendo-se tarifas fixas diferentes de acordo com o excedente do consumidor de cada um desses grupos, de modo a incorporá-los no consumo. Esse é um ponto importante desse trabalho e será abordado novamente no capítulo 4.

3.3.2 Esquemas de Incentivos

A regulação necessariamente provê algum tipo de incentivo para a firma, mesmo que não seja intencional. Esquemas de incentivos dizem respeito à relação entre o preço e custo ou lucro da firma, e são expressos basicamente na forma de contratos. O “poder” do incentivo dado à firma para que ela funcione de uma maneira eficiente diz respeito à porcentagem das variações nos custos que são repassados para os preços. Seja t a remuneração de uma firma monopolista regulada que tem o seguinte contrato (linear),

$$t = a - bc$$

onde a é uma parcela fixa da remuneração da firma e b , tal que $b \in [0,1]$, é a parcela dos custos que altera o rendimento t da firma.

Dois casos extremos são encontrados na teoria sobre esquemas de incentivos na regulação: regulação por **custo de serviço** e por **limite de preço**.

Na regulação por **custo de serviço** tem-se que o retorno da firma não tem ligação com o custo desta, portanto $b = 0$ e $t = a$. Nesse caso a taxa de retorno da firma não depende dos custos, logo não há nenhum estímulo para que a firma tenha qualquer objetivo quanto à redução de seus custos. Diz-se então que a regulação por custo de serviço tem um fraco poder de incentivo.

No caso da regulação por **limite de preços**, também conhecida na literatura por *price cap*, os preços da firma são fixos de modo que reduções no custo implicam em um igual aumento na renda da firma. Neste caso $b = 1$. Este tipo de regulação é dito ser de alto poder de incentivo, porque todas as reduções de custo da firma se traduzem em aumento na renda.

Para casos intermediários, onde $0 < b < 1$, diz-se ser a regulação por incentivos. Neste caso, reduções nos custos da firma são parcialmente traduzidas em maiores lucros para a firma e parcialmente repassadas aos consumidores na forma de menores tarifas.

Regulação por Custo de Serviço (*rate of return regulation*)

A regulação por custo do serviço equivale, a grosso modo, a estabelecer o preço pelo custo médio, já que os preços são determinados de maneira que a receita total se iguale ao custo total e a firma tenha lucro econômico zero. Esse tipo de regulação envolve o estabelecimento de preços de uma forma que assegure aos investidores a oportunidade de receber uma taxa de retorno justa sobre os seus investimentos. Isso requer o cálculo dos custos de prover o bem ou serviço, a determinação de uma taxa de retorno considerada justa (também chamada de custo do capital ou taxa de retorno permitida) e de preços que sejam suficientes para cobrir os custos e gerar o retorno considerado justo.

De acordo com Laffont e Tirole (1993) a determinação da taxa de retorno é geralmente dividida em duas etapas. Na primeira etapa, conhecida como o **nível da taxa de retorno**, o regulador procura estabelecer a receita permitida da empresa. Isso é feito levando em consideração os custos operacionais históricos da empresa, o que geralmente significa recolher informações de custos por um determinado período (12

meses, por exemplo), chamado de período-teste (*test period*), e o seu estoque de capital, a chamada *rate base* ou base de cálculo, levando em conta uma estimativa da depreciação de investimentos prévios. Os custos são ajustados de forma a excluir gastos injustificados ou imprudentes e também através do uso de projeções sobre inflação e outros choques exógenos. Em seguida é determinado o custo de capital da empresa, o que é feito de maneira a garantir que a empresa obtenha um retorno apropriado para os seus investimentos.

Após a determinação da receita permitida, começa a segunda fase do processo de regulação de taxa de retorno, onde é escolhido o nível de preços que iguale receita e receita permitida e são escolhidos os preços relativos dos diversos serviços. Essa fase é conhecida como a **estrutura tarifária**. As partes interessadas, ou seja, grandes consumidores, associações de pequenos consumidores e indústria, podem participar dessa etapa trazendo informações relevantes para a determinação dos níveis de preços e de outras variáveis.

Uma vez determinados os preços que a empresa poderá cobrar, eles permanecem inalterados até o próximo pedido de revisão, sendo permitidos reajustes automáticos em virtude de variações nos preços dos insumos. Se a defasagem regulatória, ou seja, o espaço de tempo entre revisões tarifárias (regulatórias) fosse infinita, a regulação de taxa de retorno teria uma natureza de limpe de preços. Isso é diametralmente oposto ao espírito da regulação de custo de serviço, onde o governo reembolsa a firma pelos custos incorridos e ainda paga uma taxa adicional que é independente do desempenho da firma. Na prática, entretanto, as revisões regulatórias são endógenas, podendo ser requisitadas pela firma regulada ou pela agência reguladora.

É comum que uma empresa cujos custos dos insumos estejam subindo requirite a permissão para elevar os seus preços. Nesse caso, são coletadas informações sobre custos e receitas durante um período-teste, conforme mencionado anteriormente. Em seguida são marcadas audiências públicas das quais participam os vários agentes interessados. Aumentos de preços sofrem a oposição de consumidores industriais, comerciais e residenciais, enquanto que diminuições de preços são combatidas pelas empresas reguladas. Isso indica que a defasagem regulatória é, em geral, bastante longa. Isso, no entanto, é muitas vezes considerado benéfico, já que a firma é a *residual claimant* (tem direito residual) da economia de custos obtida entre revisões regulatórias, ou seja, ela apropria quaisquer benefícios resultantes de diminuições de custos. Quando

as defasagens são curtas, o uso da regulação de taxa de retorno resulta em incentivos medíocres à busca da eficiência na produção.

A estrutura da taxa de retorno refere-se à determinação dos preços a serem cobrados de diferentes classes de consumidores e por diferentes tipos de serviços. De acordo com a teoria econômica, os preços devem ser estabelecidos de acordo com o custo marginal, pois dessa forma atinge-se a eficiência alocativa, mas nem sempre é possível adotar esse método. Algumas outras possibilidades são: preços não-lineares, preços de Ramsey. O método de preços não-lineares refere-se a situações em que o preço unitário não é independente da quantidade adquirida. Preços de Ramsey, por sua vez, são os que resultam do problema de maximização do bem-estar da sociedade sujeito à restrição de que a firma deve ter lucros (econômicos) não-negativos.

De acordo com Averch e Johnson (1962), a regulação de taxa de retorno traz incentivos perversos para as companhias, que acabam por escolher produzir com muito capital em relação aos outros insumos. Esse efeito existe quando o regulador permite à firma auferir uma taxa de retorno maior do que o seu custo de capital efetivo. Intuitivamente, como o lucro permitido da firma varia diretamente com a sua base de cálculo (*rate base*), ela tende a substituir outros insumos por capital. Ela age como se recebesse um “bônus” em cada real de capital comprado, já que o custo do capital é mais baixo do que a taxa de retorno permitida.

É importante mencionar que o efeito Averch-Johnson tem um lado benéfico, já que estimula a inovação tecnológica.

A regulação de taxa de retorno apresenta diversas vantagens e desvantagens. Dentre as vantagens, podemos destacar primeiramente a sua sustentabilidade por longos períodos de tempo na ausência de forças competitivas. Quando a firma não tem competidores, esse tipo de regulação proporciona segurança à firma (receita cobre os custos) e preços e qualidade razoáveis aos consumidores. No entanto, quando há concorrência no mercado, a firma não tem flexibilidade suficiente para competir, já que suas tarifas ficam congeladas entre revisões tarifárias. Em segundo lugar, os investidores, acionistas ou credores da firma, têm uma situação cômoda e segura, já que os lucros da firma são frequentemente ajustados de forma a manter a mesma taxa de retorno. Além disso, os lucros da firma são mantidos em níveis aceitáveis e a firma tem incentivos para prover os bens ou serviços de maneira adequada, já que será reembolsada pelos custos em fazê-lo.

Dentre as desvantagens, a primeira e principal que podemos citar é o pouco incentivo à eficiência da firma. Como ela sabe que será reembolsada pelos custos que incorrer (a não ser aqueles considerados injustificados pelo regulador), ela não tem incentivo a reduzi-los. Em segundo lugar, existe o efeito Averch-Johnson, discutido anteriormente. Em terceiro lugar, a regulação não é sustentável na presença de inflação alta, pois isso geraria revisões tarifárias frequentes demais. Há também incentivos de *rent seeking* por parte da firma regulada, isto é, incentivos para que ela procure aumentar as suas rendas de monopólio, pois a agência reguladora tem certo controle sobre a determinação da *rate base* e da taxa de retorno. Por fim, outra desvantagem importante é que as firmas que atuam em mercados competitivos, além do regulado, têm incentivos para transferir custos dos competitivos para o regulado, dessa maneira obtendo uma vantagem competitiva ilícita naqueles mercados e podendo recuperar seus custos no mercado regulado.

Regulação por Incentivos (*incentive regulation*)

Podemos definir regulação por incentivos como a implementação de regras que encorajam a firma regulada a atingir certos objetivos considerados desejáveis pelo regulador através da concessão de maior autonomia para a firma. Esse tipo de regulação é particularmente recomendável em situações onde há grande assimetria de informação entre o regulador e a firma regulada, pois a firma regulada pode receber os incentivos adequados para usar a sua informação privilegiada de maneira a alcançar objetivos sociais.

Neste tipo de regulação os preços são ajustados de modo que um aumento nos custos da firma são apenas parcialmente repassados para as tarifas ($0 < b < 1$). Da mesma forma uma redução nos custos causa um decréscimo nas tarifas fazendo com que a taxa de retorno da firma aumente apenas parcialmente. Logo, mudanças na taxa de retorno da firma, acima ou abaixo de uma dada marca, provocam uma variação nos preços que fazem com que a firma fique com uma parcela dos ganhos ou das perdas e outra seja repassada para os preços de modo a parcialmente garantir a taxa de retorno.

Limite de Preços (*price cap regulation*)

A regulação do tipo limite de preços não faz uso explícito dos dados contábeis. O regulador fixa tetos de preços para todos os serviços, e a firma fica livre para escolher

quaisquer preços iguais ou menores do que esses tetos. Uma cláusula de indexação ajusta esses tetos ao longo do período regulatório.

A regulação de limite de preços, em sua forma pura, envolve uma defasagem regulatória infinita e não faz uso contratual dos dados de custos da empresa. Ela requer que o regulador tenha um bom conhecimento das condições de custo e demanda, pois se o teto estabelecido for muito alto a firma regulada torna-se na prática um monopolista não regulado, enquanto que um teto muito baixo pode tornar as operações da firma inviáveis.

Na prática, no entanto, a regulação de limite de preços, da mesma forma que a regulação de taxa de retorno, fixa os preços por um determinado período de tempo. No entanto, elas diferem em vários aspectos. Em primeiro lugar, a regulação de limite de preços é prospectiva ao invés de retrospectiva, ou seja, o custo histórico da firma não é usado como base para a determinação dos preços futuros. Em segundo lugar, a firma tem flexibilidade para diminuir preços, o que pode ser importante para ajustar a estrutura de preços relativos. Em terceiro lugar, a distância entre revisões regulatórias é exógena.

A forma básica da regulação de limite de preços identifica cestas de produtos e especifica uma defasagem regulatória e um limite de preço médio para cada cesta. À firma é permitido escolher a estrutura de preços dentro de cada cesta, mas não aumentar o preço médio da cesta acima de uma dada percentagem a cada ano. A fórmula usada é do tipo:

$$TMA = IPV - X + Y$$

onde TMA é a taxa máxima de aumento dos preços, IPV é um índice de preços de varejo, X é a taxa de aumento esperado da produtividade e Y são outros aumentos de custos específicos da indústria.

Sob um regime de limite de preços, a parcela que cabe ao consumidor dos ganhos esperados com a implementação do plano (a taxa de aumento esperado da produtividade) é especificada no início e não varia de acordo com o desempenho da firma. Isso significa que o retorno da firma aumenta em um real para cada real de redução de custo que ela obtiver, o que produz fortes incentivos para a redução de custos. No entanto, planos de limite de preços geralmente têm uma duração limitada, o que pode mitigar esses incentivos. Em geral é estabelecida uma data para a revisão do

plano, e essa revisão tende a resultar no estabelecimento de padrões de desempenho mais altos para a firma quando ela obtém um bom desempenho no período anterior. Isso acaba por inibir os esforços de redução de custos e aumento da produtividade da firma.

Finalmente, cabe enfatizar que um regime de limite de preços pode encorajar a firma a reduzir seus custos inadvertidamente, afetando negativamente a qualidade do serviço. É por isso que alguns planos de limites de preços estabelecem uma conexão entre o fator X e a qualidade do serviço fornecido pela firma regulada.

Conforme visto, diferentes tipos de estruturas de incentivos podem ser adotadas. Isto coloca a questão de qual seria a estrutura correta a ser adotada em cada caso. A primeira vista a opção por um esquema do tipo limite de preços parece ser mais adequado, dado que a regulação por limite de preços fornece incentivos maiores para a firma agir eficientemente e demanda menos informação para o processo regulatório. No entanto, essa situação pressupõe que o regulador conheça os parâmetros de custo da firma. O próximo capítulo determina qual a regulação ótima a ser adotada quando há uma diferença nos conjuntos de informação do regulador e da firma, e de acordo com a hipótese de expansão dos serviços de distribuição de gás natural.

Capítulo 4. Regulação Ótima e a Expansão dos Serviços de Distribuição de Gás Natural Canalizado

Este capítulo trata de um dos principais objetivos da política para o setor de distribuição de gás natural canalizado e um dos principais desafios da regulação do setor que é a questão da expansão desses serviços. Para tanto estudam-se estruturas de incentivos e tarifária ótima para este objetivo.

Mostramos anteriormente que o setor de distribuição de gás natural canalizado têm características de monopólio natural e uma justificativa para a regulação econômica é a existência de monopólios naturais, nos quais a intervenção pública se faz necessária para evitar o comportamento monopolístico da firma. O objetivo do regulador benevolente é maximizar o bem-estar social, devendo, para tanto, garantir a produção ao menor custo possível sem permitir que a firma obtenha lucros excessivos ou prejuízos. Lucros excessivos reduzem o bem-estar social e prejuízos inviabilizam a produção.

Utilizam-se os modelos de regulação de Laffont e Tirole (1993) e Laffont (2005) onde, a partir de um modelo básico, realizamos adaptações, a fim de adequá-los aos objetivos deste trabalho e às características do setor de distribuição de gás natural canalizado. Ou seja, foram feitas adaptações para tornar possível tratar do problema da expansão dos serviços e da estrutura de incentivos ótima para isso.

Os modelos utilizados são do tipo principal-agente com informação simétrica ou assimétrica. O principal é a agência reguladora que estabelece o contrato e o agente, neste caso, é a empresa prestadora do serviço. A assimetria de informação ocorre quando uma das partes envolvidas em uma transação têm mais informação que a outra parte (Rasmusen, 1996). Nesse caso, trata-se da negociação de um contrato para a prestação dos serviços de distribuição de gás natural canalizado entre a agência reguladora e a empresa prestadora do serviço, onde a empresa têm mais informações sobre seus custos que a agência. O que se busca quando se coloca assimetria de informação nesses modelos é analisar as implicações que diferenças nos conjuntos de informações das duas partes têm sobre o resultado ótimo final, e comparar esses resultados com aqueles obtidos com informação simétrica, para daí tentar extrair a idéia do que ocorre com os contratos quando o agente “sabe” mais que o principal.

Importante ressaltar que na teoria econômica tradicional o equilíbrio se dá através da obtenção de um vetor de preços que iguala oferta e demanda. No caso dos modelos principal-agente, ou na teoria dos jogos, o equilíbrio é um conjunto de

estratégias e não um vetor de preços. O que se procura neste trabalho é determinar qual a estrutura ótima que se deve colocar para a firma para que a estratégia que esta venha a escolher como a melhor possível para ela, também seja ótima para a sociedade.

A presença de informação assimétrica na função objetivo do regulador é responsável por dois problemas que serão tratados neste capítulo. O primeiro problema chamaremos de problema geral do regulador, pois está relacionado aos objetivos principais: extrair renda da firma, viabilizar a produção ao menor custo garantindo a qualidade dos serviços. Quando a firma tem informação privada sobre sua função custo e sobre a demanda dos segmentos em que opera, pode utilizá-la em benefício próprio, reportando um custo maior do que o verdadeiro, ou não exercendo o esforço necessário para reduzir custos ou manter um padrão de qualidade. O resultado deste comportamento da firma muitas vezes reduz o bem-estar social. A solução desse problema passa pela provisão de incentivos para que a firma exerça um nível de esforço ótimo em reduzir custos e garantir a qualidade.

O segundo problema do regulador diz respeito à estrutura de preços ou, precisamente, como implementar a estrutura ótima de preços – Ramsey – para uma firma multiprodutora, na presença de informação assimétrica.

Ambas as questões remetem para a análise das práticas regulatórias, em especial para as duas formas de regulação de preços no setor de distribuição de gás natural canalizado: 1) o *price cap* e 2) custo de serviço.

A solução para o problema de informação exposto acima é feita com uma classe especial de modelos do tipo principal-agente que são modelos com desenho de mecanismos (*games of mechanism design* – Fudenberg e Tirole, 1991). Esses modelos incorporam a assimetria de informação existente entre o principal e o agente e o desafio consiste em que o principal quer obter uma informação que é conhecida unicamente pelo agente, aqui no caso é o parâmetro de tecnologia da firma β . O principal então forcece um incentivo para que o agente revele corretamente sua informação.

O objetivo da primeira seção é apresentar o problema geral do regulador e mostrar a regulação ótima e as práticas regulatórias ideais na presença de assimetria de informação. A análise terá como referencial as duas formas de regulação de preços no setor de distribuição de gás natural.

Na segunda seção é apresentado, brevemente e sem entrar em maiores considerações, o modelo de Laffont (2005). Isto é feito para que se possa comparar esse modelo com o desenvolvido nesse trabalho, que nada mais é do que o modelo do

Laffont para firmas multiproduto com as modificações necessárias para que o objetivo de expansão dos serviços de distribuição de gás natural canaizado fosse incorporado. Na última seção são explicadas todas as alterações feitas e a que corresponde cada uma. Em seguida são derivados os resultados do modelo com informação simétrica e as conclusões alcançadas, e posteriormente se introduz a informação assimétrica e as conclusões a que se chega quando se deriva os resultados desse modelo. Em ambos os casos, com ou sem assimetria de informação, obtém-se os contratos que maximizam o bem-estar social.

4.1 O Problema Geral do Regulador

O principal objetivo do regulador benevolente é maximizar o bem-estar social, o que, no caso de monopólios privados regulados, equivale à maximização do excedente líquido dos consumidores, ou seja, à provisão dos produtos ao menor custo sem, contudo, permitir que o monopolista obtenha rendas (lucros) excessivas¹⁶. Adicionalmente, o regulador deve garantir a qualidade dos serviços e controlar, em alguns casos, a produção de poluição. O resultado dessa maximização é o acesso dos consumidores aos melhores produtos com os menores preços.

Em um ambiente de informação completa esses objetivos são alcançados facilmente, pois o regulador tem informação para estabelecer diretamente preços (quantidade) ótimos, bem como monitorar todas as dimensões de *performance* da firma, principalmente em 1) reduzir custos e 2) garantir a qualidade dos serviços. No caso da provisão de serviços de distribuição de gás natural canalizado, o regulador poderia estabelecer a estrutura de preços, aplicando diretamente a regra de Ramsey, em nível suficiente para permitir o equilíbrio orçamentário da firma¹⁷. Adicionalmente seria feito um monitoramento preciso dos investimentos e gestão necessários para permitir maiores reduções no custo e garantir a qualidade dos serviços.

No entanto, a suposição de informação completa é irrealista. Dificilmente o regulador terá informações precisas sobre as variáveis que determinam o custo das empresas. Por outro lado, essas empresas têm informação privada sobre sua própria tecnologia e possivelmente sobre as condições de demanda e as utilizam em benefício

¹⁶ No apêndice A fazemos uma breve análise dos resultados regulatórios quando a hipótese de benevolência do regulador é relaxada.

¹⁷ Os preços determinados pela regra de Ramsey, na presença de custo fixo alto, diferem dos respectivos custos marginais, supondo que não há transferências governamentais para as empresas reguladas.

próprio, para obter renda. Ademais, o alto custo regulatório inviabiliza um monitoramento acurado de todos os fatores que determinam a *performance* de custo e qualidade das empresas de distribuição de gás natural canalizado. O esforço em reduzir custos diminui a utilidade da firma que, em consequência, só irá exercê-lo se a desutilidade do esforço for inferior aos seus ganhos monetários.

Os principais modelos de regulação na presença de assimetria de informação surgiram na década de 80. O modelo de Laffont (2005), que será discutido neste capítulo, é um modelo de regulação ótima com a presença de assimetria de informação entre o regulador e a firma. Nesse modelo, o regulador oferece um contrato que a firma aceita ou recusa. A firma (agente) tem informação privada sobre sua tecnologia, custo de oportunidade, ou demanda na data do contrato (seleção adversa) e seu esforço pós-contratual em reduzir os custos não é observado pelo regulador (risco moral). Dessa forma, o custo da firma é determinado por dois grupos de variáveis: 1) variáveis exógenas – tecnologia, custo de oportunidade ou demanda – e, 2) variáveis endógenas, representadas pelas diversas dimensões de *performance*. A função custo pode ser escrita como $C = C(\beta, e)$, sendo β a tecnologia ou custo de oportunidade da firma e e o esforço pós-contratual da firma em reduzir custos. No modelo básico, o regulador (principal), é benevolente e tem como objetivo a maximização do bem-estar social. O regulador observa o custo realizado (C), mas não tem informações precisas, *ex-ante*, sobre as variáveis que determinam esse custo¹⁸.

Para mostrar como a assimetria de informação afeta o resultado regulatório, suponha inicialmente um ambiente de informação completa. Nesse caso, o regulador conhece as variáveis exógenas que determinam o custo da firma e oferece um contrato que a firma aceita ou recusa. Para evitar os custos regulatórios associados ao monitoramento da *performance* de custo da firma, o regulador otimamente ofereceria um contrato de limite de preços ou *price cap* para a firma. Para ilustrar esse resultado suponha, por exemplo, que existam duas tecnologias para se produzir os serviços de distribuição de gás natural canalizado: uma tecnologia eficiente, denominada de β^e , e

¹⁸ Existem basicamente duas formas de tratar a assimetria de informação entre o regulador e a firma. A primeira, desenvolvida por Loeb e Magat (1979) e Baron e Myerson (1982) supõe que o regulador, mesmo *ex-post*, não observa o custo da firma regulada. Os resultados são particularmente pessimistas do ponto de vista do regulador. Baron e Myerson (1982) assumem que o regulador só consegue observar a quantidade produzida. Em Sappington (1982) ; Laffont e Tirole (1993) e Laffont (2005) o regulador observa o custo realizado (*ex-post*) da firma e tratam em um mesmo modelo os fatores endógenos e exógenos que determinam o custo da firma regulada. Eles derivam a regulação ótima quando o regulador não conhece, *ex-ante*, o custo da firma e não consegue observar o esforço da firma em reduzir custos, mas observa o custo realizado.

outra ineficiente, a β^i , sendo que a tecnologia eficiente determina um custo inferior ao da tecnologia ineficiente: $C(\beta^e) < C(\beta^i)$ ¹⁹. O regulador tem informação sobre qual a tecnologia empregada pela firma e estima precisamente qual o menor nível de preços que viabiliza a produção, ou seja, que garante a participação da firma. O regulador pode, por exemplo, estabelecer um vetor de preços que permite que a firma recupere os custos totais e obtenha um retorno mínimo sobre o capital investido²⁰. Esse vetor preços seria p^e se a firma for do tipo eficiente e p^i se a firma fosse do tipo ineficiente, sendo que o nível do vetor de preços p^i seria superior ao nível do vetor p^e , de forma a garantir o equilíbrio orçamentário da firma. Ao fixar o nível do vetor de preços no início do período regulatório do regulador, a princípio, não precisa monitorar o esforço da firma em reduzir custos, pois a redução de custos tornar-se a principal forma da firma obter renda adicional. Em outras palavras, se não existe o problema de seleção adversa – quando os fatores exógenos são observáveis – o problema de risco moral na dimensão custo é resolvido com um contrato de limite de preços.

Portanto, se o regulador tem informação sobre os fatores exógenos que determinam o custo da firma, esquemas de incentivos poderosos tornam a firma demandante residual por reduções no custo, ou seja, solucionam o problema de risco moral.

4.1.1 Assimetria de Informação

Quando o regulador não conhece o valor real de β e não observa a dimensão de esforço e , a alocação ótima difere da alocação do caso de informação completa. O principal resultado é que o poder dos esquemas de incentivo deve ser reduzido na presença de assimetria de informação.

O regulador, nesse caso, não tem informação sobre a tecnologia da firma, mas sabe, *a priori*, que existem duas tecnologias disponíveis no mercado, uma do tipo β^e e outra do tipo β^i . Se o regulador oferecer um contrato de limite de preços, igual àquele proposto para o caso de informação completa, a firma, se eficiente, irá obter renda informacional. Este resultado ocorre pois o regulador, para garantir a participação da

¹⁹ Obviamente, estamos supondo que a produção dos serviços é socialmente desejável mesmo se a firma for do tipo ineficiente.

²⁰ A estrutura desse vetor de preços seria a de Ramsey. Isso implica que o nível do vetor de preços seria constante, mas sua estrutura poderia variar a partir de alterações nas elasticidades da demanda de cada serviço.

firma ineficiente, tem que oferecer um contrato que faz a previsão do vetor de preços da firma ineficiente, o vetor p^i . Se o regulador oferecer um contrato com a previsão do vetor para a firma de tipo eficiente, p^e , a firma, se ineficiente, terá prejuízo. No entanto, o vetor de preços p^i possibilita à firma do tipo eficiente renda informacional, que seria tão maior quanto maior a diferença entre β^e e β^i . Obviamente, para obter renda, a firma eficiente não se reportaria como tal.

Para limitar a renda informacional, o regulador poderia oferecer um contrato do tipo taxa de retorno, que limita o retorno da firma àquele estipulado no contrato. Contudo, a firma não teria incentivos a exercer esforços pós-contratual em reduzir custos.

Pode-se concluir que a solução para o problema de risco moral – esforço em reduzir custos não observável – implica esquema de incentivos poderosos, porém, na presença de seleção adversa – tecnologia desconhecida para o regulador -, esquemas de incentivos poderosos podem possibilitar rendas excessivas para a firma. Os dois principais objetivos do regulador, promover a redução de custos e extrair renda da firma estão em conflito. Existe um *trade-off* entre incentivos e extração de renda: esquemas de incentivos poderosos tornam a firma demandante residual de redução de custos mas podem, na presença de seleção adversa, comprometer a extração de renda e possibilitar rendas excessivas para a firma. Este resultado implica que contratos de limite de preços prevêm incentivos para uma *performance* pós-contratual apropriada em reduzir custos mas, por outro lado, não promovem extração de renda; e, contratos do tipo taxa de retorno não prevêm incentivos mas também não permitem que a firma obtenha renda informacional.

4.2 O Modelo de Laffont (2005)

A intenção é apresentar o modelo do Laffont para que se possa separar claramente o que foi feito por esse autor com o que se está fazendo nesse trabalho. Por isso mesmo, a exposição do modelo original se limitará a uma explicação da idéia do modelo, da definição das variáveis e das funções utilizadas. A derivação e análise dos resultados serão feitas nas seções subsequentes.

A idéia principal desse modelo é que o regulador tenta induzir uma firma monopolista a produzir um bem ou serviço de maneira eficiente e determinar uma

remuneração para esta que cubra os seus custos de produção. No caso apresentado logo abaixo não há assimetria de informação, ou seja os parâmetros de custo da firma são conhecidos, o que torna a tarefa do regulador um problema fácil de ser resolvido: ele reembolsa a firma em montante exatamente igual ao custo de se produzir o bem de maneira eficiente. Mais adiante será introduzida assimetria de informação no modelo.

A definição das funções e das variáveis usadas no problema é feita a seguir.

A função de custo da firma é a seguinte:

$$C = C(\beta, e, q) \text{ onde } C_\beta > 0, C_e < 0 \text{ e } C_q > 0 \quad (4.1)$$

Onde β é o parâmetro de custo associado à tecnologia, e é a variável de esforço da firma para reduzir custos e q é o vetor de produção, onde $q = \{q_1, \dots, q_n\}$.

$E(\beta, C, q)$, é o esforço requerido por uma firma do tipo β para produzir q a um custo C , onde: $E_\beta > 0$, $E_C < 0$ e $E_q > 0$. Então, a função custo pode ser reescrita

$$C = C(\beta, E(\beta, C, q), q)$$

A função de utilidade da firma:

$$U(\beta) = t(\beta) - \Psi(e(\beta)) \quad (4.2)$$

onde $t(\beta)$ é o retorno monetário da firma e depende de β , isso ficará mais claro quando houver mais de um tipo de firma (cada β corresponde a um tipo de firma e a um custo) e a utilidade de cada uma for relacionada ao seu custo ou tipo. $\Psi(e)$ é a função de desutilidade do esforço da firma para reduzir custos, onde $\Psi'(e) > 0$ e $\Psi''(e) > 0$, e portanto quanto maior o esforço maior a perda de utilidade da firma.

O excedente líquido do consumidor $V(q)$ é definido pela diferença entre o excedente do consumidor $S(q)$ e a receita da firma $R(q)$, onde $S_q > 0$, $S_{qq} < 0$ e $R_q > 0$. Logo,

$$V(q) = S(q) - R(q) \quad (4.3)$$

A função de bem-estar social W é a soma do excedente líquido do consumidor com a utilidade da firma:

$$W = V(q) + U(\beta) \quad (4.4)$$

Com informação simétrica a tecnologia β utilizada pela firma é conhecida pelo regulador, os custos são monitorados e portanto o regulador consegue determinar o esforço da firma em reduzir custos.

O regulador maximiza a função de bem-estar social W sujeita a restrição orçamentária da firma e a condição de que a utilidade da firma seja maior ou igual a zero, que é a restrição de participação da firma, para achar os valores ótimos do esforço e dos preços. A maximização então se coloca da seguinte forma:

$$\text{Max}_{p,e} W = V(q) + U(\beta) \quad (4.5)$$

sujeito a

$$p \cdot q(p) - C(\beta, e, q(p)) \geq t(\beta) \text{ (restrição orçamentária)}$$

$$U(\beta) \geq 0 \quad \text{(restrição de participação)}$$

É importante ressaltar que apesar de estar se supondo o uso de tarifas lineares, como mostrado na restrição orçamentária da firma, o modelo original usa tanto tarifas lineares quanto tarifas de duas partes, e outros tipos de tarifas. Como a ênfase aqui é a definição das variáveis e das funções para ilustrar as alterações introduzidas neste trabalho, a questão do tipo de tarifa não tem importância por enquanto.

Com os resultados obtidos na maximização o regulador propõe um contrato para a firma onde ela deve exercer o esforço ótimo e^* com um vetor de preços p tal que a desutilidade do esforço da firma $\Psi(e^*(\beta))$ seja igual a renda das firmas²¹, $t(\beta) = \Psi(e^*(\beta))$, que faz com que a utilidade da firma (equação 4.2) seja zero. Quando a utilidade da firma é zero a restrição de participação desta se torna uma igualdade. Porque a renda aferida pela firma é custosa para a sociedade, o regulador sempre procura extrair toda a renda excedente daquela, deixando apenas o mínimo possível para

²¹ Os termos renda e retorno estão sendo usados sem distinção.

que a firma continue em atividade. Como o regulador conhece perfeitamente os componentes de custo da firma quando há simetria de informação, ele consegue determinar a desutilidade do esforço que a firma exerce para reduzir custo $\Psi(e^*(\beta))$ e determinar uma renda $t(\beta)$ que iguale essa desutilidade.

Como dito anteriormente, o propósito desta seção se restringia a apresentar brevemente o modelo do Laffont (2005) com o objetivo de servir de comparação com o que é feito a seguir.

4.3 O Modelo Modificado: A Expansão dos Serviços

Nesta seção são introduzidas as modificações necessárias para que na determinação da regulação ótima seja levado em conta o objetivo de prestação massificada dos serviços de distribuição de gás natural canalizado. As definições desse novo modelo diferem do anterior exatamente no que se pensou ser necessário introduzir ou alterar para adaptá-lo ao novo propósito. A derivação dos resultados serão tratadas nas próximas seções.

Nesse caso, a função de custo da firma é

$$C = C(\beta, e, q, s), \text{ onde } C_\beta > 0, C_e < 0 \text{ e } C_s > 0 \quad (4.6)$$

onde como antes β é o parâmetro de custo ligado à tecnologia, e é a variável de esforço da firma para reduzir custos, q é o vetor de produção onde $q = \{q_1, q_2\}$ e s é a variável de expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado. No caso da quantidade, q_1 é a quantidade produzida para o sistema atualmente em funcionamento e na qual a tarifa paga pelos consumidores cobre a totalidade dos custos, esta parte é denominada, neste trabalho, de mercado 1. q_2 é a quantidade produzida para as localidades onde ocorrer a expansão do atendimento e onde a tarifa pode não cobrir os custos do atendimento, esta parte será denominada mercado 2²². Portanto, pertencem ao mercado 2 aqueles consumidores que não tem condições de pagar uma tarifa que cubra todos os custos do serviço.

s é a variável de expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado, é uma variável de qualidade, pois a dimensão do sistema de distribuição é considerada

²² O que interessa aqui é a capacidade de pagamento pelo serviço em cada mercado, daí a distinção entre mercado 1 e 2, e não que o mercado 1 é a população já atendida pelo sistema e o 2 é a que virá a ser.

como tal, observável pelo regulador, o que descarta qualquer problema de informação neste ponto, e considera-se como sendo uma variável de quantidade (quantidade de ligações instaladas no sistema de distribuição de gás natural canalizado). $s \in [s^0, \bar{s}]$, onde $s = s^0$ é o estágio atual do nível de cobertura do atendimento ou sistema, e $s = \bar{s}$ corresponde ao serviço expandido, ou ao menos que as metas de expansão de um período tenham sido atingidas.

$E(\beta, C, q, s)$ é a função esforço que determina o nível de esforço necessário para uma firma do tipo β produzir q e s a um custo C , onde $E_\beta > 0$, $E_C < 0$, $E_q > 0$ e $E_s > 0$.

Então, a função custo pode ser reescrita

$$C = C(\beta, E(\beta, C, q, s), q, s) \quad (4.7)$$

A variável s aparece explicitamente no termo de renda da função utilidade da firma porque esta têm um custo de produzir s , assim como o tem para os bens q_1 e q_2 , porém, os bens q_1 e q_2 são vendidos e a firma recebe uma receita por essa venda enquanto que isso não ocorre com s por essa ser uma variável de qualidade do sistema. Logo, o custo de se produzir o bem s tem que ser coberto pelas tarifas dos bens q_1 e q_2 , e mais importante, s determina o nível de renda $t(\beta, s)$ que a firma deve receber e, portanto, a utilidade da firma, enquanto que as quantidades q_1 e q_2 , apesar de gerarem toda a receita da firma via tarifas, não entram diretamente na determinação do nível de utilidade que a firma deve ter. Essa particularidade de s somada a necessidade de se criar uma estrutura de incentivo para a expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado (aumento de s), faz com que seja conveniente que a utilidade da firma seja uma função da variável s , de modo que a quantidade de instalações s feitas pela firma se relacione positivamente com sua utilidade. O objetivo é tornar atraente para a firma a expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado, ao menor custo possível para a sociedade.

A utilidade da firma, agora com a variável s , é a seguinte:

$$U(\beta, s) = t(\beta, s) - \Psi(e(\beta)), \quad (4.8)$$

onde $t(\beta, s)$ é a renda da firma e dependem de β e de s . Como a expansão dos serviços de distribuição de gás canalizado tem que acarretar em um aumento de utilidade para a firma, temos que $\partial t / \partial s = \partial U / \partial s > 0$. $\Psi(e(\beta))$ é a função de desutilidade do esforço da firma para reduzir custos; $\Psi'(e) > 0$ e $\Psi''(e) < 0$.

O excedente líquido do consumidor $V(q, s)$ é dado pela diferença entre o excedente do consumidor $S(q, s)$, com $S_q > 0$, $S_{qq} < 0$, $S_s > 0$ e $S_{ss} < 0$, e a receita da firma (que não depende de s), com $R_q > 0$. Ou seja,

$$V(q, s) = S(q, s) - R(q) \quad (4.9)$$

A função de bem-estar social é a soma do excedente líquido do consumidor com a utilidade da firma:

$$W = V(q, s) + U(\beta, s) \quad (4.10)$$

As subseções seguintes tratarão dos modelos sem e com assimetria de informações, respectivamente. Também nestas seções serão determinadas quais as restrições que devem ser levadas em conta na maximização da função de bem-estar social. O primeiro caso é o mais simples, onde a informação é simétrica, ou seja, a tecnologia β utilizada pela firma é conhecida pelo regulador e os custos são monitorados. Posteriormente será analisado o caso com assimetria de informação.

4.3.1 Informação Simétrica

A expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado pode ser separada em dois componentes distintos: o primeiro é a expansão dos sistemas de distribuição de gás natural canalizado, onde utiliza-se a variável s como uma medida dessa expansão e como sendo uma qualidade do sistema, à qual a renda da firma está positivamente relacionada. O segundo componente consiste em fornecer o serviço a um preço que viabilize o consumo para as classes de baixa renda.

Para o primeiro componente, a expansão do sistema, tem-se que o nível ótimo de s que maximiza o bem-estar da sociedade pode não garantir o objetivo de atendimento massificado e portanto não estar de acordo com o nível exigido pela Política Energética

Nacional que objetiva a expansão da participação do GN na matriz energética brasileira. É importante ressaltar que o modelo aqui apresentado não aborda uma série de dimensões do problema estudado²³. Por essas e outras questões, a determinação de s dentro do modelo seria equivocada devido a estas limitações. Como o objetivo deste trabalho não é a determinação desta variável de forma endógena ao modelo, tomamos o s como dado, uma determinação da política para o setor, e consideramos como uma imposição ao modelo. Deste modo impõe-se que a maximização da função de bem-estar social esteja sujeita à restrição do atendimento massificado dos serviços de distribuição de gás natural canalizado, ou seja, que a variável s seja igual a um determinado valor que represente as metas de expansão do sistema de distribuição de gás natural canalizado.

Além da imposição do nível s no modelo, deve-se ter que a utilidade da firma cresça juntamente com a ampliação do número de ligações, ou seja, elevações em s impliquem em aumento de utilidade, e que esta tenha uma desutilidade significativa para níveis indesejáveis de s , ou seja, a firma deve ser multada quando não cumprir as metas para s .

Como já definido anteriormente, para garantir que a utilidade da firma seja crescente em s , têm-se que:

$$\frac{\partial U(s, \beta)}{\partial s} = \frac{\partial t(s, \beta)}{\partial s} > 0 \quad (4.11)$$

Nesse caso, com simetria de informação entre o regulador e a firma, e lembrando que o regulador extrai toda a renda da firma tal que $U(\beta, s) = 0$, deve ser colocado que a firma tenha uma desutilidade quando produzir níveis não satisfatórios de s , ou seja, $U(\beta, s) < 0$ para qualquer s tal que $s < \bar{s}$. Para o caso em que a firma não produz nada de s tem-se (nesse caso s^0 é o estágio atual de expansão do sistema)

$$U(\beta, s^0) < 0 \quad (4.12)$$

Dado β , o menor nível de utilidade se dá quando $s = s^0$, sendo $U(\beta, s^0) < 0$.

²³ A determinação da regulação ótima aqui apresentada não leva em conta uma série de questões, como externalidades e *sunk costs*, relevantes na política regulatória.

Como a variável s é observável pelo regulador, tem-se que este apenas impõe que a firma produza uma quantidade maior ou igual a socialmente desejada de s , $s \geq \bar{s}$, caso contrário a firma terá uma perda de utilidade.

Neste caso a firma maximiza a sua função utilidade escolhendo a quantidade $s = \bar{s}$, $s \in [s^0, \bar{s}]$, onde

$$U(\beta, \bar{s}) = t(\beta, \bar{s}) - \Psi(e^*) \geq 0 \quad (4.13)$$

Mesmo com a introdução dessa nova restrição no modelo o regulador extrai toda a renda da firma. Isto permite que o regulador, conhecendo a tecnologia da firma e conseguindo observar seus custos e sua produção, seja capaz de determinar o nível de esforço que a firma deve exercer, e deste modo estabelecer uma tarifa que faça com que $U(\beta, \bar{s}) = 0$, pois o ganho de lucros extraordinários por parte da firma implica em uma perda de utilidade (peso-morto) para a sociedade. Esse custo social de se transferir renda para a firma faz com que o regulador procure sempre permitir que a firma tenha apenas o mínimo de renda possível para continuar operando. Com simetria de informação a restrição de participação da firma é uma igualdade, $U(\beta, \bar{s}) = 0$.

O segundo ponto que compõe o acesso massificado aos serviços de distribuição de gás natural canalizado é a cobrança de uma tarifa que permita aos consumidores do mercado 2, de baixa renda, consumir uma quantidade mínima suficiente do serviço. Para obter um preço menor dos serviços de distribuição de gás natural canalizado para a população de baixa renda deve-se fazer algum tipo de diferenciação deste bem para que se obtenha o resultado desejado na maximização da função de bem-estar social.

O motivo da introdução de dois bens no vetor de produção da firma, ao invés de apenas um, já que são fisicamente idênticos, é justamente o de colocar alguma discriminação de preços no modelo para poder viabilizar o consumo do mercado 2, de renda mais baixa.

Uma maneira de conseguir que a estrutura tarifária ótima derive preços discriminatórios que beneficiem algum grupo dentro da sociedade, é dar pesos diferentes para as utilidades dos diferentes grupos dentro da função de bem-estar social²⁴.

²⁴ Como em uma função de bem-estar social do tipo, $W = W(w_1 U_1, w_2 U_2, \dots, w_n U_n)$, onde w_i é o peso da utilidade de um grupo ou indivíduo i dentro da função de bem-estar social. Ver Andrade (1998).

Porém, neste trabalho o que se procura é uma maneira de fazer com que todos consigam consumir ao menos uma quantidade mínima do serviço diretamente e não através da estrutura de ponderação da função de bem-estar social. Logo, ao invés de se usar uma ponderação diferente dentro da função de bem-estar social para se obter uma estrutura tarifária satisfatória, deve-se impor no modelo qual a quantidade mínima desejável que os consumidores de baixa renda consumam, e então, com a função demanda destes consumidores, determinar a tarifa correspondente a essa quantidade.

Primeiramente deve-se saber qual seria a quantidade mínima $\overline{q}_2$ que deve ser consumida pelas famílias de baixa renda. Maximiza-se então a função de bem-estar social sujeita à restrição de que a quantidade a ser consumida pelos consumidores do mercado 2 seja maior ou igual a $\overline{q}_2$. Utilizando-se da função demanda pelo bem 2 determina-se o preço $\overline{p}_2$ que corresponde a quantidade $\overline{q}_2$.

A definição de quais consumidores pertencem ao mercado 2 pode então tornar-se mais específica quando considera que pertencem a este mercado aqueles consumidores que não têm condições de pagar uma tarifa que cubra todos os custos e que permita o consumo de uma quantidade mínima $\overline{q}_2$. Pertencem então ao mercado 2 aqueles consumidores que não têm renda suficiente para consumir a quantidade mínima $\overline{q}_2$. Então, para este grupo é estabelecido um subsídio na tarifa paga de modo a reduzir esta e viabilizar o consumo de $\overline{q}_2$. Os consumidores que possuem renda suficiente para consumir uma quantidade superior a $\overline{q}_2$ pagando uma tarifa que cubra integralmente os custos do serviço não pertencem ao mercado 2.

Algumas hipóteses estão implícitas no que foi exposto acima, a saber:

- i) Assume-se que as famílias de baixa renda possuem uma função demanda e portanto têm uma disposição a pagar pelo bem. Isso pode não ocorrer para famílias de renda muito baixa, que teria zero de renda disponível para pagar. De qualquer modo admite-se a hipótese de que há a função de demanda para esses consumidores, mesmo que o preço que esses se dispõem a pagar seja baixo.
- ii) Sabe-se quem tem condições de pagar integralmente a tarifa e quem não tem, de modo a não permitir que os consumidores do mercado 1 passem por consumidores do mercado 2 para pagar a tarifa subsidiada.
- iii) Está se assumindo que o consumo é positivamente relacionado com a renda.

A estrutura tarifária usada na determinação da regulação ótima será a tarifa de duas partes, com uma taxa fixa, ou taxa de entrada, que dá direito ao consumo do bem, e uma tarifa variável que depende da quantidade consumida.

Tafira de Duas Partes

Nesse caso mais geral a tarifa de entrada pode ser diferente de zero, permitindo que o preço por unidade consumida não tenha que se elevar tanto em relação ao custo marginal, como no caso de tarifas lineares, causando uma menor perda de bem-estar para a sociedade.

Deve-se primeiramente saber se os consumidores podem migrar de um mercado para outro, ou mais especificamente se a cobrança de uma taxa de entrada colocaria consumidores do mercado 1 no mercado 2, ou não. Como o mercado 2 é mercado deficitário, no sentido de que essa população não possui renda suficiente para consumir o mínimo recomendado quando paga a tarifa integral, e portanto a remuneração dos serviços neste mercado não cobre os custos, não é interessante que a cobrança de uma tarifa fixa no mercado 1 expulse os consumidores deste mercado e os coloque no mercado 2. Isto elevaria o montante a ser transferido do mercado 1 para o mercado 2, aumentando as distorções e a perda de bem-estar ou peso-morto no mercado 1.

Para que isso não ocorra, deve-se fazer com que a tarifa de entrada não exclua consumidores do mercado 1 e, pela política de atendimento massificado, nem do mercado 2. O modo de se fazer isto é impor que a tarifa fixa do mercado 1, ou taxa de entrada no mercado, não exceda o excedente do consumidor de menor tipo deste mercado, ou seja, o consumidor com o menor excedente que é indiferente entre consumir ou não (qualquer aumento de preços expulsa esse consumidor do mercado – *Cutt of Type*) . No caso do mercado 2 a restrição tarifária deve permitir um consumo mínimo, $q_2 \geq \bar{q}_2$, acrescido da condição de que a tarifa não expulse consumidores deste mercado: não seja superior ao menor excedente do consumidor. Estas restrições devem elevar p_1 , que é o único preço não restringido.

O problema de maximização do regulador é então o seguinte:

$$Max_{\{U,p,s,e\}} W = V(q_1, q_2, s) + U(\beta, s) \quad (4.14)$$

sujeito a

$$U \geq 0 \text{ (restrição de participação)}$$

$$s \geq \bar{s} \text{ (restrição de incentivo para expansão do sistema)}$$

$$q_2 \geq \bar{q}_2 \text{ (restrição da quantidade mínima a ser consumida do bem 2)}$$

$A_1 \leq \bar{A}_1$ (restrição quanto ao montante da tarifa fixa no mercado 1)

$A_2 \leq \bar{A}_2$ (restrição quanto ao montante da tarifa fixa no mercado 2)

$R(q(p), A_1, A_2) - C(\beta, e, q(p), s) \geq t(\beta, s)$ (restrição orçamentária da firma)

Tem-se que a restrição orçamentária da firma com tarifa de duas partes é a seguinte:

$$\alpha_1 A_1 + p_1 q_1(p_1) + \alpha_2 A_2 + p_2 q_2(p_2) - C(\beta, e, q_1(p_1), q_2(p_2), s) \geq t(\beta, s)$$

Onde $\bar{A}_1$ e $\bar{A}_2$ são os excedentes dos consumidores dos mercados 1 e 2 e α_1 e α_2 a proporção do número de consumidores em cada um dos mercados.

Pode-se então substituir os valores ótimos $\bar{A}_1$ e $\bar{A}_2$ na restrição orçamentária:

$$\alpha_1 \bar{A}_1 + p_1 q_1(p_1) + \alpha_2 \bar{A}_2 + p_2 q_2(p_2) - C(\beta, e, q_1(p_1), q_2(p_2), s) \geq t(\beta, s)$$

O excedente líquido do consumidor, $V(q_1, q_2, s)$, têm a seguinte forma:

$$V = S(q_1, q_2, s) - R(q_1, q_2, A_1, A_2)$$

onde a receita da firma tem a seguinte forma

$$R(q_1, q_2, A_1, A_2) = \alpha_1 A_1 + p_1 q_1(p_1) + \alpha_2 A_2 + p_2 q_2(p_2)$$

Têm-se então o lagrangeano da maximização:

$$\begin{aligned} L = & S(q_1, q_2, s) - \alpha_1 A_1 - p_1 q_1(p_1) - \alpha_2 A_2 - p_2 q_2(p_2) + U(\beta, s) + \\ & \lambda_1 \left(\alpha_1 \bar{A}_1 + p_1 q_1(p_1) + \alpha_2 \bar{A}_2 + p_2 q_2(p_2) - C(\beta, e, q_1, q_2, s) - t(\beta, s) \right) + \\ & \lambda_2 (q_2(p_2) - \bar{q}_2) + \lambda_3 (s - \bar{s}) \end{aligned}$$

O desenvolvimento da maximização está no apêndice B. Maximizando obtém-se os seguintes resultados:

$$A_1 = \bar{A}_1 \quad (4.15)$$

$$A_2 = \bar{A}_2 \quad (4.16)$$

$$p_2 = C_{q_2} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1} + \frac{(\lambda_1 - 1) - q_2}{\lambda_1} \frac{1}{q'_2} = \bar{p}_2 \quad (4.17)$$

$$p_1 = C_{q_1} + \frac{(\lambda_1 - 1) - q_1}{\lambda_1} \frac{1}{q'_1} \quad (4.18)$$

$$\frac{\partial S}{\partial s} = \lambda_1(C_s + t_s) - \lambda_3 \quad (4.19)$$

$$\Psi'(e) = \lambda_1 C_e \quad (4.20)$$

A equação (4.20) faz com que $e = e^*$ seja o nível ótimo de esforço exigido da firma. Esta equação quer dizer que a desutilidade marginal do esforço deve ser igual ao seu custo marginal social.

A equação (4.19) determina o nível de s ótimo que deve ser produzido, $s = \bar{s}$, que é o mesmo imposto pela restrição.

As equações (4.18) e (4.17) determinam os valores ótimos das tarifas nos mercados 1 e 2, p_1 e p_2 respectivamente. p_1 , neste caso, é exatamente um *preço de Ramsey*. Rearranjando a equação (4.18) tem-se

$$\frac{p_1 - C_{q_1}}{p_1} = \frac{\lambda_1 - 1}{\lambda_1} \frac{1}{e_1}$$

que é o formato normalmente usado para o *preço de Ramsey*, sendo a diferença entre o preço e o custo marginal uma função de $(\lambda_1 - 1)/\lambda_1$, e do inverso da elasticidade-preço da demanda pelo bem 1, $1/e_1$. Estes tipos de preços são os que maximizam o bem-estar social e, portanto, o resultado é coerente com o que se procura que neste trabalho.

No caso do preço p_2 o resultado é semelhante, ainda um *preço de Ramsey*, porém com um fato a mais, $-\lambda_2/\lambda_1$, que não aparece em p_1 . Este termo é devido à restrição quanto a quantidade consumida do bem 2, $q_2 \geq \bar{q}_2$. Como λ_1 e λ_2 são

positivos p_2 é menor que p_1 , portanto, a restrição imposta no modelo distorce o preço p_2 para baixo. O mesmo preço pode ser obtido se for utilizada a função demanda pelo bem 2 para a quantidade $\bar{q}_2$.

A cobrança da tarifa fixa não distorce os preços relativos p_1 e p_2 , porém, ambos são inferiores aos obtidos usando-se tarifas lineares pois o preço-sombra λ_1 é inferior no caso de tarifas de duas partes.

A idéia é que, no caso aqui analisado, a receita obtida com a tarifa fixa diminui o montante necessário a ser arrecadado com as tarifas variáveis, diminuindo o desvio destas em relação ao custo marginal. Porém, o modo ótimo de estabelecer estas acima do custo marginal continua sendo a regra de *Ramsey*.

O Contrato

Como já discutido anteriormente, o regulador e a firma prestadora do serviço estabelecem um contrato que determina os vários pontos considerados relevantes na prestação do serviço. Dentre esses pontos pode-se citar: regra de reajuste de tarifa, estrutura tarifária, metas de investimento, metas para o atendimento etc. O que interessa aqui é o estabelecimento de contratos eficientes no que diz respeito ao incentivo para minimizar custos e à expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado.

O outro ponto levado em conta aqui na determinação do contrato é a expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado. A expansão do atendimento, medida pela variável s , entra também na determinação da renda da firma, pois como já dito anteriormente, níveis abaixo das metas para s implicam em multas para a firma e diminuição na renda desta.

As tarifas e o subsídio cruzado embutido nelas são determinados por regras para a discriminação de preços entre consumidores e pela restrição orçamentária da firma. O contrato entre firma e regulador deve determinar esses pontos. Porém, como as tarifas não determinam a taxa de retorno, apesar de serem a fonte de receita, elas não fazem parte da determinação do contrato ótimo no que diz respeito à questão dos incentivos, que se preocupa exclusivamente com o que deve influir no lucro da firma, que é o que determina o incentivo desta em agir eficientemente.

Com os resultados obtidos anteriormente, o regulador pode formular o contrato ótimo a ser oferecido para a firma. Como nesse caso o nível ótimo de utilidade da firma é $U = 0$, o regulador determina as tarifas a serem praticadas pela firma de modo que

estas gerem uma receita que faça $t(\beta, s^*) = \Psi(e^*(\beta))$, condicionado ao fato de que a firma tenha um custo $C^* = C(\beta, e^*, q, s)$, exercendo esforço $e = e^*$ (se o regulador conhece β , e observa q, s, C e conhece a função custo, ele consegue saber qual o valor efetivo de e) e fazendo com que $s = \bar{s}$. Caso a firma não exerça esforço $e = e^*$, ou não produza s tal que $s = \bar{s}$, ela tem que pagar uma multa que faça com que $U < 0$.

Pode também ser colocado para a firma um contrato linear do tipo *limite de preços* (*price cap*). Se C é estritamente crescente em β , pode-se fazer a função inversa $\beta = \beta(C)$, e dessa forma a equação (4.8) passa a ser função de C , podendo ser reescrita como

$$t(C, \bar{s}) = U(C, \bar{s}) + \Psi(e^*(C)) \quad (4.21)$$

Expandindo por série de Taylor para as variáveis C e s (ver apêndice D) tem-se:

$$t(C, s) = a - b_1(C - C^*) + b_2(s - \bar{s}) \quad (4.22)$$

onde $a = \Psi(e^*)$, $b_1 = \lambda_1 C_e$ e $b_2 = t_s$. Para qualquer C , o custo efetivo da firma, e $C^* = C(\beta, e^*, q)$, tal que $C > C^*$, resulta em uma perda de utilidade de $b_1(C - C^*)$. O mesmo acontece com a quantidade de s produzida: qualquer nível de s tal que $s < \bar{s}$ resulta em uma perda de $b_2(s - \bar{s})$ para a firma.

Neste caso todas as reduções de custo da firma significam aumentos na renda desta, o que quer dizer que a firma tem incentivos perfeitos para reduzir custos. Quando $C = C^*$ e $s = \bar{s}$ a firma recebe $a = \Psi(e^*)$, que significa $U = 0$.

Portanto, com informação simétrica e com as restrições impostas para expansão dos serviços de distribuição de gás natural, chega-se a um contrato ótimo onde o regulador extrai toda a renda da firma e fornece incentivos perfeitos para a minimização de custo e para a ampliação de s .

4.3.2 Informação Assimétrica

Neste caso o regulador não observa β , sabe apenas que $\beta \in [\underline{\beta}, \bar{\beta}]$, e conhece $f(\beta)$, que é a função densidade de probabilidade e $F(\beta)$, que é a função distribuição cumulativa. A firma sabe qual β possui.

Sendo o custo $C = C(\beta, e, q, s)$, se o regulador não conhece β , e apenas consegue observar q , s e C , ele não consegue deduzir o nível de esforço e que a firma está exercendo, lembrando que e é uma variável não observável. A idéia então é criar uma estrutura de incentivos, ou um contrato, que faça com que a firma tenha um estímulo correto para revelar de que tipo (β) ela é, para que se consiga que produza ao menor custo possível²⁵.

A utilidade da firma é função do seu verdadeiro parâmetro de custo β e do parâmetro que ela diz ter ao regulador, β' ,

$$U(\beta, \beta') = t(\beta') - \Psi(E(\beta, C(\beta'), q, s)) \quad (4.23)$$

O mecanismo correto para a firma revelar seu parâmetro β deve ser tal que, se a firma anunciar que possui o parâmetro β então ela receberá $t(\beta)$ e terá um custo $C(\beta)$. Para que isso ocorra deve ser vantajoso para a firma revelar corretamente o seu parâmetro de custo β . Para qualquer dois tipos de firmas com parâmetros de custo associado à tecnologia β e β' , tal que $\beta' > \beta$, e portanto a firma do tipo β é mais eficiente que β' , pertencem a $[\underline{\beta}, \bar{\beta}]$, tem-se as seguintes restrições de participação (por questão de conviniência q e s são iguais para as duas firmas na obtenção do mecanismo ótimo)

$$t(\beta) - \Psi(E(\beta, C(\beta), q, s)) \geq 0 \quad (4.24)$$

$$t(\beta') - \Psi(E(\beta', C(\beta'), q, s)) \geq 0 \quad (4.25)$$

e as restrições de compatibilidade de incentivo

$$t(\beta) - \Psi(E(\beta, C(\beta), q, s)) \geq t(\beta') - \Psi(E(\beta, C(\beta'), q, s)) \quad (4.26)$$

$$t(\beta') - \Psi(E(\beta', C(\beta'), q, s)) \geq t(\beta) - \Psi(E(\beta', C(\beta), q, s)) \quad (4.27)$$

²⁵ Estrutura de incentivos, contrato e mecanismo são tratados como sinônimos aqui, como o faz Fudenberg e Tirole (1990).

Essas restrições são colocadas para impor que a firma tenha sua maior utilidade quando ela revelar o seu β corretamente. Pela equação (4.23) pode-se ver que a utilidade da firma é função do seu verdadeiro parâmetro β , e do parâmetro que ela revela β' . As restrições de compatibilidade de incentivo, equações (4.26) e (4.27), simplesmente garantem que ‘falar a verdade’ é a melhor opção para as firmas. O lado esquerdo da duas equações acima representam a utilidade que as firmas obtêm quando revelam o parâmetro de custo verdadeiro, e o lado direito é a situação em que as firmas mentem.

Como a firma mais eficiente β consegue imitar a firma menos eficiente β' se desejar, se a restrição de participação de β' , equação (4.25), é satisfeita, então a restrição de participação de β também é. Isso porque a firma mais eficiente β consegue produzir, com o mesmo esforço, a um custo menor. Como é custoso para a sociedade a perda de bem-estar gerada pela transferência de recursos para a firma, esta deve ser minimizada. Portanto, o regulador faz com que a restrição de participação do tipo menos eficiente seja uma igualdade, transferindo o mínimo possível de renda para firma

$$t(\beta') - \Psi(E(\beta', C(\beta'), q, s)) = 0 \quad (4.28)$$

Fica claro que se a restrição de participação da firma menos eficiente é uma igualdade, então a restrição da firma mais eficiente será maior que zero, e portanto respeitada.

No caso da restrição de compatibilidade de incentivo, a do tipo mais eficiente, β , equação (4.26), vale como uma igualdade. Caso contrário, ou seja, se valesse a desigualdade estrita, o regulador poderia diminuir as transferências feitas para a firma do tipo β até que a utilidade que esta obtém quando revela o verdadeiro parâmetro de custo seja igual à situação em que revela o parâmetro incorreto – da firma menos eficiente. O mesmo não pode ocorrer com a firma do tipo β' , pois uma diminuição nas transferências para esta firma desrespeita a restrição de participação, equação (4.27). Somando as duas desigualdades da restrição de compatibilidade de incentivos têm-se:

$$\begin{aligned} & \Psi(E(\beta', C(\beta), q, s)) - \Psi(E(\beta, C(\beta), q, s)) \\ & \geq \Psi(E(\beta', C(\beta'), q, s)) - \Psi(E(\beta, C(\beta'), q, s)) \end{aligned}$$

Logo, se $\beta' > \beta$, $E_\beta > 0$ e $E_C < 0$, implica que $C(\beta') > C(\beta)$. A compatibilidade de incentivos então requer que a função custo seja crescente em β .

A condição de primeira ordem para que a firma revele o seu verdadeiro parâmetro de custo requer que $U(\beta, \beta')$ seja máximo quando $\beta = \beta'$. Derivando a equação (4.23) com relação a β :

$$U'(\beta, \beta) = t_\beta + \Psi'(E(\beta, C(\beta), q, s))E_\beta C'(\beta) = 0 \quad (4.29)$$

que faz

$$t_\beta = -\Psi(E(\beta, C(\beta), q, s))E_\beta C'(\beta)$$

Pelo teorema do envelope tem-se que

$$U'(\beta) = -\Psi'(E(\beta, C(\beta), q, s))E_\beta \quad (4.30)$$

substituindo $E(\beta, C(\beta), q, s)$ por e tem-se que $U'(\beta) = -\Psi'(e)E_\beta$, que juntamente com $C'(\beta) > 0$, é a condição necessária e suficiente para que haja compatibilidade de incentivos.

O regulador maximiza a seguinte função:

$$W = \int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} [V(q_1, q_2, s) + U(\beta, s)]f(\beta)d\beta \quad (4.31)$$

sujeito a

$$U(\bar{\beta}) \geq 0 \text{ (restrição de participação)}$$

$$s = \bar{s} \text{ (restrição quanto a expansão do sistema)}$$

$$q_2 \geq \bar{q}_2 \text{ (restrição da quantidade mínima a ser consumida do bem 2)}$$

$$A_1 \leq \bar{A}_1 \text{ (restrição quanto ao valor da tarifa fixa no mercado 1)}$$

$$A_2 \leq \bar{A}_2 \text{ (restrição quanto ao valor da tarifa fixa no mercado 2)}$$

$$R(q, s) - C(\beta, e, q, s) \geq t(\beta, s) \text{ (restrição orçamentária da firma)}$$

$$U' = -\Psi(e)E_\beta \text{ (mecanismo de incentivo para esforço da firma)}$$

$C'(\beta) > 0$ (mecanismo de incentivo para esforço da firma)

Ignorando a última restrição por enquanto, e substituindo as tarifas fixas A_1 e A_2 na restrição orçamentária, tem-se o lagrangeano da otimização:

$$L = H + \lambda_1 \left(\alpha_1 \bar{A}_1 + \alpha_2 \bar{A}_2 + p_1 q_1(p_1) + p_2 q_2(p_2) - C(\beta, e, q_1, q_2, s) - t(\beta, s) \right) + \lambda_2 (q_2 - \bar{q}_2) + \lambda_3 (s - \bar{s})$$

onde H é o Hamiltoniano da maximização, que tem a seguinte forma:

$$H = [V(q_1, q_2, s) + U(\beta, s)]f(\beta) + \mu(\beta)[- \Psi'(e)E_\beta(\beta, C(\beta, e, q_1, q_2, s), q_1, q_2, s)]$$

onde $\mu(\beta)$ é a variável de coestado do hamiltoniano. Substituindo tem-se:

$$L = (S(q_1, q_2, s) - \alpha_1 A_1 - p_1 q_1(p_1) - \alpha_2 A_2 - p_2 q_2(p_2) + U(\beta, s))f(\beta) + \mu(\beta)[- \Psi'(e)E_\beta(\beta, C(\beta, e, q_1, q_2, s), q_1, q_2, s)] + \lambda_1 \left(\alpha_1 \bar{A}_1 + \alpha_2 \bar{A}_2 + p_1 q_1(p_1) + p_2 q_2(p_2) - C(\beta, e, q_1(p_1), q_2(p_2), s) - t(\beta, s) \right) + \lambda_2 (q_2(p_2) - \bar{q}_2) + \lambda_3 (s - \bar{s})$$

O resultado da maximização é o seguinte (a derivação dos resultados se encontram no apêndice C):

$$A_1 = \bar{A}_1 \quad (4.32)$$

$$A_2 = \bar{A}_2 \quad (4.33)$$

$$p_2 = C_{q_2} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1} + \frac{(\lambda_1 - f(\beta)) - q_2}{\lambda_1} \frac{1}{q'_2} + \frac{1}{\lambda_1} F(\beta) \Psi'(e) [E_{\beta q_2} + C_{q_2}] = \bar{p}_2 \quad (4.34)$$

$$\frac{\partial S_s}{\partial s} + U_s = \frac{1}{f(\beta)} (F(\beta) \Psi'(e) (E_{\beta s} + C_s) + \lambda_1 (C_s + t_s) - \lambda_3) \quad (4.35)$$

$$\Psi'(e) = \frac{\lambda_1 C_e}{f(\beta)} - \frac{F(\beta)}{f(\beta)} [\Psi''(e)E_\beta + \Psi'(e)E_{\beta C}C_e] \quad (4.36)$$

$$p_1 = C_{q_1} + \frac{(\lambda_1 - f(\beta)) - q_1}{\lambda_1} \frac{1}{q'_1} + \frac{1}{\lambda_1} F(\beta) \Psi'(e) [E_{\beta q_1} + C_{q_1}] \quad (4.37)$$

O significado da equação (4.36) pode ser compreendido através da explicação encontrada em Laffont e Tirole (1993): “O segundo termo do lado direito da equação (4.36) deve-se a assimetria de informação presente no modelo. Como temos que $d[F(\beta)/f(\beta)]/d\beta > 0$, dos tipos menos eficientes se exige um nível menor de esforço, pois quanto maior o β menor o termo do lado direito da equação, de modo a limitar a renda das firmas. Caso as firmas do tipo menos eficiente exercessem esforço $\Psi'(e) = \lambda_1 C_e/f(\beta)$, e tendo uma renda tal que $t(\beta, s) = \Psi'(e)$ para que a utilidade deste tipo de firma seja zero, a renda dos tipos mais eficientes teriam que ser mais elevadas é que o esforço ótimo para o tipo menos eficiente é distorcido para baixo, ou seja, diminui-se o valor de $\Psi'(e)$, como determinado pela equação (4.36), que faz com que a transferência, $t(\beta, s)$, seja menor.”

As tarifas ótimas de entrada A_1 e A_2 são iguais aos menores excedentes dos consumidores nos mercados 1 e 2, respectivamente, que é a condição para a expansão dos serviços.

O preço p_1 , a equação (4.37), o único não restringido, nesse caso é contingente ao tipo da firma (β). O primeiro e o segundo termo do lado direito da equação correspondem aos termos encontrados na determinação do preço ótimo, que maximiza o bem-estar social, quando não há assimetria de informação. O último termo do lado direito deve-se a assimetria de informação presente no modelo. Como a quantidade produzida pode afetar o esforço exigido da firma, $(d(E_\beta)/dq_k > 0)$ é necessário haver uma correção de incentivo. Caso realmente $d(E_\beta)/dq_k > 0$, uma maior quantidade produzida resultaria em um maior esforço e em uma maior renda para a firma, daí a razão para haver um termo de correção²⁶.

A tarifa variável p_2 , equação (4.36), é determinada de acordo com a restrição imposta ao modelo, sendo então obtida através da função demanda dos consumidores do mercado 2. O preço p_2 pode ser obtido também através da maximização, pois os valores

²⁶ As condições para haver ou não dicotomia entre preços e incentivos é encontrada em Laffont e Tirole (1993) pp. 178.

obtidos seriam idênticos. O resultado obtido para p_2 é similar aquele encontrado para p_1 , sendo a única diferença o termo $-\lambda_2/\lambda_1$, que aparece por causa da restrição imposta sobre a quantidade mínima a ser consumida do bem 2. O preço obtido é o que viabiliza o consumo da quantidade mínima $\bar{q}_2$ para aqueles consumidores.

O preço-sombra λ_2 depende positivamente da quantidade imposta no modelo $\bar{q}_2$, portanto, quanto maior a quantidade determinada como consumo mínimo para os indivíduos do mercado 2, maior o λ_2 , e menor a tarifa p_2 . Caso $q_2 \geq \bar{q}_2$, $\lambda_2 = 0$ e a determinação do preço p_2 é similar a do preço p_1 .

A equação (4.35) determina o nível de s ótimo, que é o mesmo imposto pela restrição $s = \bar{s}$. O termo do lado direito da equação (4.35) corresponde a um termo de correção devido a elevação no esforço que ocorre, *coeteris paribus*, devido a um aumento em s , e ao desvio da condição custo marginal social igual ao retorno marginal social devido a imposição da quantidade mínima de s .

Como p_1 é o único preço não restringido do modelo, é ele que deve se ajustar para equilibrar a restrição orçamentária. Portanto, p_1 pode ser também obtido substituindo os outros preços e a renda que a firma deve obter na restrição orçamentária e, deste modo, determinar p_1 para que a restrição se torne uma igualdade. Portanto, o preço por unidade do mercado 1 pode ser também determinado da seguinte maneira:

$$p_1 = \frac{C(\beta, e, q_1, \bar{q}_2, s) + t(\beta, s) - \alpha_1 \bar{A}_1 - \alpha_2 \bar{A}_2 - \bar{p}_2 \bar{q}_2}{q_1} \quad (4.38)$$

O Contrato

A determinação do contrato ótimo deve levar em consideração o seguinte *trade-off*: ou o regulador oferece incentivos “poderosos” para a firma ter um comportamento eficiente, e com isso deve abrir a possibilidade de que a firma ganhe uma renda extra, ou o regulador reduz os incentivos fornecidos para a firma e limita o ganho de renda desta. Enfim, há um *trade-off* entre incentivos e extração de renda.

Além da questão da eficiência, ou do esforço e da firma para reduzir custos, o contrato deve tratar da variável de massificação s .

A determinação do contrato ótimo se dá como no caso com informação simétrica, sendo a única e significativa diferença o fato de que a utilidade da firma, com

exceção da do tipo menos eficiente, é maior que zero. Logo, tem-se que $t(C, s^*) = U(C, s^*) + \Psi(e^*(C))$. O contrato proposto pelo regulador é o seguinte:

$$t(C, s) = t(\beta, \bar{s}) - \Psi'(e^*(\beta))(C - C^*) + t_s(s - \bar{s}) \quad (4.39)$$

Para qualquer C acima de $C^* = C(\beta, e^*, q, \bar{s})$ tem-se uma perda de utilidade de $\Psi'(e^*(\beta))(C - C^*)$. O mesmo acontece com a quantidade de s produzida: qualquer quantidade de s inferior a $\bar{s}$ implica em perda de utilidade para a firma. Está se supondo que $\bar{s}$ é o limite superior da variável s , não sendo possível aumentos acima desse valor.

O coeficiente $\Psi'(e^*(\beta))$ e a renda da firma $t(C, \bar{s})$ variam de acordo com o parâmetro β de custo da firma. A variação do coeficiente $\Psi'(e^*(\beta))$ dá-se de acordo com a equação (4.36): quanto maior o β menor o valor do coeficiente.

$$\Psi'(e) = \frac{\lambda_1 C_e}{f(\beta)} - \frac{F(\beta)}{f(\beta)} [\Psi''(e)E_\beta + \Psi'(e)E_{\beta C} C_e] \quad (4.36)$$

A restrição de incentivo faz com que a firma mais eficiente $\underline{\beta}$ exerça um nível de esforço ótimo tal que $\Psi'(e) = \lambda_1 C_e / f(\beta)$. Para este tipo, a desutilidade marginal do esforço é igual a redução marginal social de custo que isto implica. Isto faz com que este tipo de firma tenha incentivos perfeitos para reduzir custos.

Para os demais tipos, o segundo termo do lado direito da equação (4.36) é diferente de zero e crescente em β . O nível de esforço ótimo requerido de cada tipo de firma decresce a medida que β cresce. Como já mencionado, esse nível de esforço é menor do que aquele da firma mais eficiente $\underline{\beta}$, pois caso os demais tipos de firma exercessem esforço tal que $\Psi'(e) = \lambda_1 C_e / f(\beta)$, a renda dos tipos mais eficientes teriam que ser mais elevadas. A fim de limitar a renda dos tipos mais eficientes, o regulador distorce para baixo o esforço requerido dos tipos menos eficientes.

A firma do tipo mais eficiente consegue imitar a menos eficiente reduzindo o seu nível de esforço e elevando seu custo. O regulador poderia colocar para a firma, qualquer que seja seu tipo β , o mesmo contrato que ofereceria para a firma caso ele conhecesse o parâmetro de custo desta. Neste caso, ele estabelece uma remuneração que faz com que a firma do tipo menos eficiente $\bar{\beta}$ seja indiferente entre permanecer ou sair do mercado, $U = 0$, e fornece incentivos ótimos para a firma reduzir custo, que implica

em um contrato do tipo ‘limite de preço’, em que $\Psi'(e) = \lambda_1 C_e / f(\beta)$, ou seja, a firma eleva seu esforço até o ponto em que a redução marginal de custo do aumento do esforço seja igual a desutilidade marginal deste aumento no esforço. Neste caso, as firmas dos tipos mais eficientes passam-se por firmas do tipo ineficiente, aceitam o contrato, recebem a remuneração como se tivessem um custo elevado e, como conseguem reduzir custos por serem eficientes, obtêm um lucro elevado.

Uma situação superior à descrita acima é a que limita a possibilidade de ganhos com redução de custo das firmas do tipo menos eficiente. Remunera-se estas levando em conta um custo elevado, e uma renda baixa, que faz com que $U = 0$ para o tipo menos eficiente, e não se permite que estas firmas fiquem com a totalidade dos ganhos de redução de custo, limitando-se desta forma o incentivo à eficiência. Para as firmas dos tipos mais eficientes deixa então de ser vantajoso passar-se pelas dos tipos menos eficientes, pois caso estas aceitem o contrato das menos eficientes elas não ficam com os ganhos da redução de custos e a renda das dos tipos menos eficientes é inferior às dos tipos mais eficientes.

Portanto, para limitar o ganho de renda das firmas dos tipos mais eficientes deve-se reduzir os incentivos das dos tipos menos eficientes. Logo, para a firma mais eficiente oferece-se um contrato do tipo ‘limite de preço’ e, para os demais tipos, contratos com incentivos parciais, intermediários entre ‘limite de preço’ e por ‘custo de serviço’, que seja decrescente no poder do incentivo quanto menos eficiente for o tipo β da firma.

As restrições impostas para que a firma revele o seu verdadeiro parâmetro de custo, ou a estrutura de incentivos obtida através das condições de compatibilidade de incentivos, equações (4.26) e (4.27), garantem no resultado obtido que a firma maximize sua utilidade escolhendo o contrato para o seu tipo β verdadeiro, e exercendo o esforço requerido deste tipo. Este é o resultado ótimo, que maximiza o bem-estar, dado o *trade-off* entre extração de renda e incentivos.

A variável s , por ser observável, é imposta para a firma, qualquer que seja seu tipo β , através de uma regra do tipo ‘limite de preço’ onde desvios da quantidade s de $\bar{s}$ implicam em uma perda de remuneração de t_s . Esta então tem incentivos corretos para cumprir o contrato de expansão do sistema. Logo, a questão da massificação (s) tem uma estrutura de incentivo ótima diferente daquela que diz respeito a eficiência da firma

quando há assimetria de informação, pois neste caso há um tipo de contrato específico para cada tipo de firma.

Portanto, ao invés de um contrato ótimo como solução do problema da regulação o que se tem é um conjunto de contratos, um para cada tipo β , que quando oferecido para a firma garante que ela escolherá aquele que maximiza sua utilidade, dado o seu tipo.

A equação (4.39) representa então este conjunto de contratos. E pode também ser visto com a família da função $T(C, \bar{s}) = U(C, \bar{s}) + \Psi(e^*(C))$. É este *menu* de contratos lineares que aparece como solução ótima do problema da regulação com assimetria de informação.

Portanto, a introdução de assimetria de informação no modelo altera significativamente os resultados ótimos em relação à situação com simetria de informação entre as partes. Da mesma forma, a introdução das variáveis de expansão, s e $q_2(p_2)$, alteram as tarifas ótimas obtidas, dependendo dos níveis de s e $q_2(p_2)$ impostos no modelo. O próximo capítulo procura concluir esta dissertação abordando estes dois pontos e suas implicações para a regulação.

Capítulo 5. Conclusão

O cenário de privatizações e regulação no qual o setor de distribuição de gás natural canalizado se insere, eleva a importância das questões discutidas neste trabalho. Tanto a expansão do atendimento quanto a eficiência do funcionamento das firmas devem fazer parte dos objetivos do regulador. Este trabalho procurou utilizar-se de parte da teoria existente para tentar obter resultados teóricos sobre estas questões.

O resultado da regulação ótima que se buscou ao longo de todo este trabalho, e que portanto limita o escopo do mesmo, pode ser dividido em dois pontos intimamente ligados: a determinação das tarifas ótimas e de um contrato estabelecido entre a firma e o regulador. O contrato, no caso da regulação de um modo geral, contém a regra de reajuste das tarifas ao longo do tempo, que é o que determina a questão dos incentivos da firma e, neste caso em particular, também leva em conta a expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado e a questão do incentivo para isto.

O modelo mais simples aqui analisado, uma firma multiproduto e havendo simetria de informação entre regulador e firma, teve como resultado tarifas determinadas pela regra de Ramsey, que maximizam o bem-estar social, e um contrato do tipo ‘limite-preço’. Neste caso, o regulador conhece a tecnologia da firma e observa o custo desta, portanto ele consegue deduzir qual o esforço para reduzir custo que a firma está exercendo. Deste modo a política ótima é colocar para a firma um contrato onde ela deve exercer um nível de esforço eficiente, caso contrário ela é penalizada. O ‘limite de preço’ é um contrato deste tipo.

A introdução de assimetria de informação no modelo altera os resultados obtidos. No caso das tarifas da firma, sua determinação ainda se dá através de preços de Ramsey, porém, caso variações na quantidade produzida alterem o esforço exercido pela firma (ex: um aumento da quantidade produzida eleva o esforço da firma) deve haver um termo de correção de incentivo, onde para cada quantidade consumida há um nível ótimo de esforço a ser exercido. A relação entre o esforço de redução de custo e a quantidade produzida está relacionada, em termos formais, a uma característica da função custo. Caso haja dicotomia entre esforço e quantidade, as tarifas ótimas obtidas são iguais às obtidas no caso em que não há assimetria de informação.

A diferença significativa obtida nos dois casos estudados está na definição do contrato ótimo. Como já mencionado anteriormente, a assimetria de informação faz com que a colocação de um contrato do tipo ‘limite de preço’ para a firma induza as firmas

mais eficientes a se passarem por firmas menos eficientes para então obterem uma renda extra. Apesar desta estratégia induzir o esforço seja qual for a eficiência da firma, ela permite uma apropriação de renda muito elevada pelas firmas mais eficientes. A fim de limitar a renda das mais eficientes, o regulador oferece um contrato no qual firmas com custos mais elevados (menos eficientes) não apropriam-se dos ganhos de redução de custo, como no contrato do tipo ‘limite de preço’, e também oferece um contrato para as firmas de tipo mais eficiente, onde remunera-se um custo baixo mas com a diferença que os ganhos de reduções no custo ficam com as firmas. Fazendo isso ele induz as firmas eficientes a não passarem-se por firmas ineficientes. Então ao invés de um contrato, a melhor estratégia do regulador é oferecer um *menu* de contratos no qual contratos que remuneram custos maiores não possuem incentivos mais “fortes” para uma maior eficiência, por outro lado contratos que remunerem um custo menor possuem incentivos maiores.

A colocação de um *menu* de contratos lineares para a firma advém do *trade-off* que há entre incentivos e limitação da renda da firma. Caso a obtenção de renda pela firma tivesse custo zero para a sociedade, a estratégia ótima do regulador seria oferecer um contrato ‘limite de preço’ para todas as firmas, e todas operariam de uma maneira eficiente.

Como a apropriação de renda extra pela firma apresenta custo para a sociedade, um conjunto de informação da firma superior ao do regulador faz com que a melhor estratégia seja reduzir, de um modo geral, os incentivos dados à firma e limitar a renda desta. Portanto, a adoção de um contrato do tipo ‘limite de preço’ não é a estratégia eficiente em todos os casos, apenas quando houver simetria de informação entre as partes.

A resposta do regulador ao *trade-off* entre incentivos e extração de renda é estabelecer contratos diferentes para diferentes tipos de firma. Para implementar essa solução o regulador poderia oferecer um *menu* de contratos em que a firma se auto-seleciona. No nosso exemplo, o regulador poderia oferecer um *menu* de dois contratos: um contrato de limite de preço que contemple somente a firma do tipo eficiente e um contrato de taxa de retorno para a firma ineficiente. A firma, se do tipo ineficiente, não escolheria o contrato da firma eficiente pois teria prejuízo. Já a firma eficiente tem como única possibilidade de obtenção de renda adicional o contrato de limite de preço, porque, nesse caso, internalizaria possíveis reduções nos custos. Se o regulador insistir

em um único contrato, por exemplo, *price cap* ou taxa de retorno, um de seus objetivos, extrair renda ou promover reduções nos custos não será alcançado.

No modelo apresentado no capítulo 4, a expansão dos serviços de distribuição de gás natural canalizado era composta por dois itens: a expansão do sistema de distribuição de gás natural canalizado, expressa pela variável s , e a determinação de uma tarifa que viabilizasse o consumo de uma determinada quantidade pela população de baixa renda, no caso o mercado 2.

Tanto a meta de expansão do sistema s quanto a quantidade mínima a ser consumida q_2 , e portanto a tarifa p_2 , foram impostas no modelo, não sendo determinadas endogenamente no mesmo. Logo, estas duas variáveis já estavam previamente determinadas e alterações em outras condições não modificariam este resultado.

Porém, mostrou-se que alterações tanto nas metas de expansão s quanto na quantidade q_2 alteram alguns resultados do modelo. No caso das metas de expansão do sistema, quanto maior a expansão maior o custo da firma. Quanto maior o custo maior a restrição imposta pela restrição orçamentária e, portanto, maiores devem ser as tarifas para cobrir este custo. As tarifas por seu lado também são limitadas. A parte fixa da tarifa tem como limite superior o menor excedente do consumidor da economia em questão, caso contrário consumidores que tiverem excedente do consumidor inferior a tarifa fixa são excluídos do mercado. A tarifa variável a ser cobrada no mercado 1 é limitada pelo valor que maximiza a receita da firma, acima deste a firma perde receita. E a tarifa do mercado 2, que é determinada pela quantidade imposta q_2 e pela demanda dos consumidores do mercado 2.

No caso da quantidade a ser consumida pela população do mercado 2, está é, assim como no mercado 1, inversamente proporcional à tarifa a ser cobrada. Dada a demanda por distribuição de gás natural canalizado do mercado 2, a imposição de maiores quantidades a serem consumidas implicam em uma menor tarifa para viabilizar este consumo. Logo, quanto maior a quantidade mínima determinada, maior o déficit que esse mercado vai apresentar, que implica em um maior montante de subsídio cruzado com o mercado 1. A tarifa p_1 deve então elevar-se para subsidiar o déficit no mercado 2, aumentando desta forma as distorções geradas pelo maior distanciamento de p_1 do custo marginal.

Essa é talvez a mais expressiva limitação da utilização do subsídio cruzado entre mercados para financiar provisão de quantidade mínima para população de baixa renda²⁷.

Como considerou-se que a expansão do sistema de distribuição de gás natural canalizado é uma variável observável e que a população de baixa renda é conhecida, a assimetria de informação em relação ao parâmetro de tecnologia da firma não alterou os resultados das variáveis que dizem respeito a massificação. Desta forma, no que diz respeito a expansão do sistema de distribuição de gás natural canalizado, o contrato firmado entre a firma e o regulador estabelece que para níveis de s inferiores ao estabelecido a firma tem uma perda de utilidade. É colocada uma regra do tipo ‘limite de preço’ onde a renda da firma varia diretamente em relação a diferença entre o nível de s contratado e o realizado.

Porém, vale ressaltar que ao adicionar uma dimensão de qualidade que é observada e pode ser especificada num contrato, o modelo não ganha generalidade. O problema se torna mais interessante quando a qualidade não pode ser verificada pelo regulador, criando assim mais uma dimensão de risco moral (*moral hazard*) a ser controlada. Isso pode ser visto em Lewis e Sappington (1988).

Os principais resultados previamente apresentados – o *trade-off* entre incentivos e extração de renda e o *menu* de contratos – têm importantes implicações. Uma implicação é que firmas diferentes não devem ser tratadas da mesma forma: a regulação ótima implica esquemas de incentivo poderosos para as firmas mais eficientes e esquemas de incentivo pouco poderosos para firmas menos eficientes. O problema de seleção adversa faz com que o regulador, ao oferecer o *menu* de contratos, diminua o poder do esquema de incentivo para limitar renda.

Contundo, na ausência de seleção adversa o regulador poderia restringir sua política a mecanismos que provêm incentivos poderosos, como, por exemplo, contratos de limite de preços. A firma exerceria esforço ótimo e não obteria rendas excessivas. Existem três formas de o regulador reduzir a assimetria de informação na regulação: 1) leilão de concessão para provimento do serviço ; 2) avaliação relativa ou comparação de *performance* e 3) aplicação de técnicas quantitativas para mensuração da eficiência das companhias distribuidoras de gás natural.

²⁷ Ver Andrade (1998) para mais detalhes sobre provisão de serviço de utilidade pública para população de baixa renda e subsídios cruzados.

No entanto, nos setores de infra-estrutura com características de monopólio natural, a competição pelo mercado dificilmente substituirá a regulação. Como mostra Joskow (1998), setores de infra-estrutura possuem investimentos em capital imobilizado de longo-prazo e a ausência de contratos completos de longo prazo faz com que contingências tenham que ser negociadas ao longo do tempo, o que torna a regulação fundamental para garantir ajustamentos contratuais socialmente desejáveis.

A avaliação relativa de *performance* consiste na comparação de *performance* da firma regulada com outras firmas que possuem características similares. Em geral, a comparação de *performance* ocorre entre duas firmas tecnologicamente similares, mas em regiões geográficas distintas. As firmas podem estar sujeitas à regulação da mesma agência reguladora ou de agências distintas. O regulador condiciona o contrato da firma à sua *performance* relativa. Isto pode ser feito explicitamente no contrato ou informalmente. A principal restrição à adoção formal de regras de comparação de *performance* é a alegação das firmas da existência de heterogeneidades.

Porém, mesmo sem explicitar em contratos, a comparação de *performance* pode ser utilizada informalmente para reduzir a assimetria de informação e possibilitar esquemas de incentivo mais poderosos.

Outra forma de aprimoramento da regulação econômica seria a utilização de técnicas não paramétricas, como o *Data Envelopment Analysis* (DEA), e paramétricas, como o *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), para avaliar a eficiência das distribuidoras de gás natural canalizado no Brasil. Contribuindo para o aprimoramento regulatório e servindo como ferramenta auxiliar aos órgãos reguladores no momento de negociações do contrato com as empresas reguladas.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE ALAGOAS – ARSAL. www.arsal.al.gov.br.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE ENERGIA, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES DA BAHIA - AGERBA. www.agerba.ba.gov.br.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DO CEARÁ - ARCE. www.arce.ce.gov.br.

AGÊNCIA DE SERVIÇOS PÚBLICO DE ENERGIA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – ASPE. www.aspe.es.gov.br.

AGÊNCIA GOIANA DE REGULAÇÃO, CONTROLE E FISCALIZAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS – AGR. www.agr.go.gov.br.

AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO ESTADO DO MATO GROSSO – AGER. www.ager.mt.gov.br.

AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO MATO GROSSO DO SUL – AGEPAN. www.agepan.ms.gov.br.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DO ESTADO DA PARAÍBA - ARPB. www.arpb.pb.gov.br.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO – ARPE. www.arpe.pe.gov.br.

AGÊNCIA REGULADORA DE ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – AGENERSA. www.agenersa.rj.gov.br.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO RN – ARSEP. www.arsep.rn.gov.br.

AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO RIO GRANDE DO SUL – AGERGS. www.agergs.rs.gov.br.

ALGÁS - GÁS DE ALAGOAS S/A. www.algas.com.br.

ANDRADE, T. A. **Aspectos distributivos nas determinação de preços públicos**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998.

ARMSTRONG, M.; SAPPINGTON, David E. M. Regulation, Competition, and Liberalization. **Journal of Economic Literature**, vol. 44, p.325-366, jun. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS CANALIZADO - ABEGAS. www.abegas.org.br

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGÊNCIAS DE REGULAÇÃO – ABAR. www.abar.org.br.

AVERCH, H.; JOHNSON, L. L. Behavior of the firm under regulatory constraint. **American Economic Review**, v. 52, 1962.

BAHIAGÁS - COMPANHIA DE GÁS DA BAHIA. www.bahiagas.com.br.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN (1990, 2003, 2005, 2007, 2008). Ministério de Minas e Energia – MME www.mme.gov.br

BECKER, G. S. A theory of competition among pressure groups for political influence. **Quarterly Journal of Economics**, v. 98, n. 3, p. 371-400, 1983.

BECKER, Gary S.; STIGLER, George J. Law Enforcement, Malfeasance, and Compensation of Enforcers. **The Journal of Legal Studies**, v. 3, n. 1, p. 1-18. Jan. 1974.

BERG, S. Development in Best-Practice Regulation: Principles, Processes, and Performance. **The Electricity Journal**, v.13, n.6, p.11-18, Jul. 2000.

BERG, S.; TSCHIRHART, S. **Natural monopoly regulation: principles and practice**. Cambridge University Press, 1988.

CAMACHO, Fernando Tavares. **Regulação da indústria de gás natural no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

CEBGÁS - COMPANHIA BRASILIENSE DE GÁS. www.ceb.com.br.

CEG - COMPANHIA DISTRIBUIDORA DE GÁS DO RIO DE JANEIRO. www.ceg.com.br.

CEG RIO S/A. www.ceg.com.br.

CEGÁS - COMPANHIA DE GÁS DO CEARÁ. www.egas.com.br.

CENTRO DE TECNOLOGIA DO GÁS – CTGás. www.ctgas.com.br.

CIGÁS - COMPANHIA DE GÁS DO AMAZONAS S/A. www.ciama.com.br.

COASE, R. H. The Marginal Cost Controversy. **Economica**, N. S., v. 13, 1946.

COMGÁS - COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. www.comgas.com.br

COMPAGAS - COMPANHIA PARANAENSE DE GÁS. www.compagas.com.br.

COPERGÁS - COMPANHIA PERNAMBUCANA DE GÁS. www.copergas.com.br.

FUDENBERG, D.; TIROLE, J. **Game Theory**. MIT press, Cambridge, London, England, 1990.

GÁS BRASILIANO DISTRIBUIDORA S.A. www.gasbrasiliano.com.br.

GASMAR – COMPANHIA MARANHENSE DE GÁS. www.gasmar.com.br.

GASMIG - COMPANHIA DE GÁS DE MINAS GERAIS. www.gasmig.com.br.

GAS NATURAL SÃO PAULO SUL S.A. www.gasnaturalsps.com.br.

GASNET. www.gasnet.com.br.

GASPISA – COMPANHIA DE GÁS DO PIAUÍ. www.gaspisa.com.br.

GOIASGÁS - AGÊNCIA GOIANA DE GÁS CANALIZADO S/A. www.goiasgas.com.br.

HOTTELING, R. L. The General Welfare in Relation Problems of Taxation and Railway and Utility Rates. **Econometrica**, v. 6, 1938.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. www.ibge.gov.br/home/

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS - IBP. www.ibp.org.br/main.asp.

JORDAN, W. A. Producer Protection, Prior Market Structure and the Effects of Government Regulation. **Journal of Law and Economics**, Vol. 15, 1972.

JOSKOW, P. Regulatory Priorities for Infrastructur Sector Reform in Developing Countries. In: PLESKOVIK, B. E STIGLITZ, J. (eds.), **Annual World Bank Conference on Development Economics**, Washington, World Bank, 1998.

KRAUSE, G. G. & PINTO Jr. H.Q. **Estrutura e Regulação do Mercado de Gás Natural**: Especificidades do Caso Brasileiro. Nota Técnica ANP, n.4, 1998.

KREPS, D. **A course in microeconomic theory**. Princeton: University Press. 1990.

LAFFONT, Jean-Jacques. **Regulation and development**. London, England: Cambridge University Press, 2005.

LAFFONT, J.; MARTIMORT, D. **The theory of incentives**, The Principal-Agent model. Princeton University Press, 2002.

LAFFONT, J. J.; TIROLE, J.. **A theory of incentives in procurement and regulation**. Cambridge, London, England: MIT Press, 1993.

LEWIS, T. ; SAPPINGTON. Regulating a monopolist with unknown demand and cost functions. **Rand Journal of Economics**, v. 19, 438-457, 1988.

LOEB, M.; MAGAT, W. A decentralized method of utility regulation. **Journal of Law and Economics**, vol. 22, 399-404, 1979.

MARTIN, J. M. **A Economia Mundial da Energia**. São Paulo, ed. Da Universidade Estadual Paulista, 1992.

MAS-COLELL, A.; WHISTON, M.D.; GREEN, J. **Microeconomic Theory**, New York and Oxford: University Press, 1995.

MOUTINHO DOS SANTOS, E., CARRERA, FAGA, M.T.W., G., VILLANUEVA, L.D. **Gás Natural**: Estratégia para uma energia nova no Brasil. 1 ed. São Paulo, Annablume, 2002.

MSGÁS - COMPANHIA DE GÁS DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL. www.msgas.com.br.

NG, Y. ; WEISSER, M. Optimal Pricing with a Budget Constraint – The Case of the Two-Part Tariff, **Review of Economic Studies**, 41, 1974.

NOTA TÉCNICA ANP. **Assimetria de Informações e Problemas Regulatórios**. Agência Nacional do Petróleo, n.9 (fev), 2000.

NOTA TÉCNICA ANP. **Compromissos existentes ao longo da cadeia do gás natural**: contratos de concessão para a exploração de serviços públicos de distribuição. Superintendência de Comercialização de Movimentação de Gás Natural – SCM/ANP, n.7, mar., 2004.

PBGÁS - COMPANHIA PARAIBANA DE GÁS. www.pbgas.com.br.

PELTZMAN, S. Towards a more general theory of regulation. **Journal of Law and Economics**, v.19, p.211-240, 1976.

PINTO JR., H. Q. **Elementos para a formação de uma política de preços para o gás natural no Brasil**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1988.

PINTO JR., H. Q. “Dependência e Vulnerabilidade Energética: o caso do Gás Natural no Brasil”. **Boletim Infopetro**, n. 2, ano 7 (mar-abr), 2006.

PORTAL GÁSENERGIA. www.gasenergia.com.br/portalge/port/index.jsp.

POSNER, R. Taxation by regulation. **Bell Journal of Economics and Management Science**, v.2, n.1, p. 22-55, 1971.

POSNER, R. Theories of economic regulation. **Bell Journal of Economics**, v. 5, p. 335-358, out., 1974.

POTIGÁS - CIA POTIGUAR DE GÁS. www.potigas.com.br.

PRATES, C.P.T., PIEROBON, E.C., COSTA, R.C., FIGUEIREDO, V.S. **Evolução da Oferta e da Demanda de Gás Natural no Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 24 (set), p. 35-68, 2006.

RAMSEY, F. A Contribution to the Theory of Taxation. **Economic Journal**, mar., v. 37, 1927.

RASMUSEN, E. **Games and information, an introduction to game theory**. Cambridge and Oxford, Reino Unido: Blackwell Publishers, 1996.

SAPPINGTON, D. Optimal regulation of research and development under imperfect information. **Bell Journal of Economics**, 354-368, 1982.

SCGÁS - COMPANHIA DE GÁS DE SANTA CATARINA. www.scgas.com.br.

SERGAS - SERGIPE GÁS S/A. www.sergipegas.com.br.

SILVA, S. C. **Alternativas para a previsão de demanda de gás natural: um estudo orientado ao Estado do Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2003.

SILVEIRA, J. P. **Regulação de monopólios e defesa da concorrência: um estudo sobre a indústria do gás natural no Brasil**. Dissertação de M.Sc. IE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2000.

SPILLER, P. Politicians, interest groups, and regulators: a multi-principals agency theory of regulation (or let them be bribed). **Journal of Law and Economics**, v. 33, p. 65-101, 1990.

STIGLER, G. The theory of economic regulation. **Bell Journal of Economics**, v. 2, p. 3-21, spr., 1971.

SULGÁS - COMPANHIA DE GÁS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL www.sulgas.rs.gov.br.

VISCUSI, W. K. ; VERNON, J. M. ; HARRINGTON Jr, J. E. **Economics of Regulation and Antritrust**, 1ª ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1995.

Apêndice A - Abordagem positiva e o poder dos incentivos

O modelo apresentado no quarto capítulo utiliza uma hipótese básica, comportamental, do regulador benevolente maximizador do bem-estar social. O regulador seria um intermediário informacional do congresso ou da coletividade. A necessidade deste intermediário informacional é justificada pelo problema da ação coletiva, ou seja, o custo individual da coletividade ou mesmo do congresso em adquirir informações sobre a indústria seria alto e assim sujeito ao problema do corona. Em um sistema democrático, o custo de informação faria com a coletividade, que tem interesses difusos, elege-se representantes – o congresso -, que, por sua vez, tem muitas atribuições e portanto também um alto custo de informação, delega, entre outras coisas, a função de regulação da indústria para os reguladores. É desejável que os reguladores exerçam um esforço para obter informações sobre a indústria – tecnologia, demanda, etc. – de forma a implementarem a regulação ótima em termos de bem-estar social. A presença de assimetrias de informações entre a sociedade/congresso e o regulador caracteriza um problema Principal-Agente, em que o regulador é o agente com informação privada e a sociedade juntamente com o congresso são os principais²⁸. Existem duas abordagens para esta análise Agente-Múltiplos Principais. A primeira abordagem considera que a solução para o problema passa por prover as agências reguladoras de uma estrutura de incentivos para que estas exerçam o esforço desejável em obter informações sobre a indústria. Portanto, sem uma estrutura de incentivos, o regulador não exerceria suficiente esforço em obter informações, da mesma forma que a firma, sob incentivos pouco poderosos, não controla seus custos apropriadamente.

A segunda abordagem para a análise da relação sociedade-congresso-regulador relaxa a hipótese do regulador benevolente. O principal problema da Teoria do Interesse Público, identificado pela Escola de Chicago [Stigler (1971), Posner (1971), Peltzman (1976), Becker (1983)], é explicar como a percepção da coletividade do que seriam políticas que maximizam o bem-estar social é transmitida para o congresso e para os reguladores. A visão Stigleriana é denominada Teoria Econômica da Regulação ou abordagem positiva e, em síntese, tenta mostrar o que motiva os legisladores e

²⁸ Ver Spiller (1990) para análise Agente-Múltiplos Principais no contexto regulador-congresso/sociedade.

reguladores quando da adoção de políticas ou medidas normativas para a indústria²⁹. Do lado da demanda, grupos de interesse demandariam políticas favoráveis do congresso. Além do custo de informação, os grupos de interesse estariam sujeitos a custos de organização. Os grupos com interesses comuns devem se organizar de forma a oferecer apoio efetivo, “capturar” os legisladores e obter os benefícios demandados³⁰. O custo de organização é representado pela habilidade do grupo em minimizar o problema do carona. Tal habilidade determina a tecnologia do grupo e, quanto maior a tecnologia relativa do grupo, maior seu sucesso na obtenção de regulação favorável. Um resultado básico, derivado da Teoria Olsoniana da Ação Coletiva, relaciona o tamanho do grupo e seu ganho *per capita* com a sua tecnologia. Os grupos de interesse com menor número de participantes em geral têm um ganho *per capita* maior quando da obtenção de regulação favorável, enquanto, grupos grandes, ao contrário, têm um ganho *per capita* relativamente menor. O apoio político efetivamente oferecido por grupos menores com interesses coesos, pois quando o grupo é pequeno, a ação de “caronas” é amenizada, dado que a contribuição individual (na produção de apoio político) tem um grande impacto na contribuição total³¹.

O modelo de oferta e demanda por regulação da Escala de Chicago não implica que os legisladores negligenciam a existência das falhas de mercado e, no nosso caso específico, dos monopólios naturais. Ao contrário, a perda de peso-morto associada à existência de falhas de mercado, segundo Becker (1983), representa uma opção de baixo custo para os legisladores ofertarem regulação. Em outras palavras, a racionalidade para regulação decorre da diferença entre o equilíbrio político e o equilíbrio inicial de mercado. Esta diferença representa a oportunidade para os legisladores (re)distribuírem renda. Se o equilíbrio da barganha política é igual ao equilíbrio de mercado obviamente não haverá demanda por regulação.

Na indústria de gás natural, pode-se identificar grupos de interesse com maior e menor tecnologia. Os produtores satisfazem as condições de um grupo de alta tecnologia: um grupo relativamente pequeno com um alto ganho *per capita* quando da obtenção de regulação favorável. Um exemplo típico de regulação pró-produtores são

²⁹ No modelo de Stigler (1971) os legisladores são encarados como os agentes decisores, ou seja, toda barganha política, para Stigler, termina no congresso.

³⁰ O termo “captura” não é apropriado, pois pode ser confundido com a Teoria da Captura de Jordan (1972). Para Jordan (1972), diferentemente da abordagem stigleriana, a regulação sempre beneficiaria os produtores em detrimento dos consumidores.

³¹ Um exemplo deste resultado é a formação de cartéis: em geral, quanto maior o número de firmas, menor a chance de sucesso do cartel.

restrições à entrada em segmentos da indústria não mais considerados monopólios naturais. Outro exemplo é uma regulação de preços que não coloque restrição sobre a maximização de lucros.

Já os consumidores são em grande número e com um ganho (ou perda) *per capita* relativamente pequeno. Os custos da regulação desfavorável tendem a passar despercebidos.

A conclusão é que, na abordagem positiva, o equilíbrio político será resultado da ação de todos os grupos de pressão, ou seja, o equilíbrio será aquele no qual os legisladores, maximizadores de utilidade, alocam otimamente renda entre os grupos de interesse. Portanto, em geral, a regulação não será somente pró-produtor ou pró-consumidor ou subgrupos destes, mas irá depender da tecnologia relativa dos grupos de interesse. Todavia, raramente o grupo de interesse com melhor tecnologia é o que representa o desejo coletivo.

Para amenizar este problema pode-se tentar melhorar a tecnologia de grupos de interesse que representam a coletividade. Uma medida para reduzir as assimetrias de informações, diminuindo assim o custo de se obter informação, seria a transparência das decisões políticas. O congresso, quando de uma medida regulatória, daria ampla publicidade sobre quem são os taxados e os beneficiados com a política, bem como se há perda de eficiência econômica decorrente da regulação. Outra forma, complementar, de aumentar a tecnologia de grupos de interesse, é incentivar a criação de organizações de defesa dos interesses de grupos grandes com baixo ganho per capita e, portanto, sujeitos ao problema do carona. As entidades de defesa dos consumidores e as organizações não governamentais são exemplos de medidas que aumentam a tecnologia de grupos de interesse.

Mesmo quando o congresso representa os interesses da coletividade, outro intermediário informacional, os reguladores, podem ter uma função utilidade em que outras variáveis, além do bem-estar social, são relevantes³². A idéia é de que o congresso ou a coletividade não conseguem não conseguem monitorar perfeitamente o regulador³³. Este, por sua vez, pode utilizar informações privadas em benefício próprio. Os principais modelos que analisam a captura do regulador por algum grupo de

³² Ver Spiller (1990) e Laffont ; Tirole (1993).

³³ Para Posner (1974) existe um custo de supervisão de performance dos reguladores pelo legislativo. Este custo aumentaria com o tempo, à medida que novas Agendas, com retorno político maior, fossem estabelecidas. As agências reguladoras teriam muita importância na agenda do legislativo à época de sua criação e, ao longo do tempo, perderiam esta importância para outros debates.

interesse, consideram que os reguladores podem ser influenciados, entre outras coisas, por: 1) transferências monetárias diretas (propina) e indiretas (presentes), 2) promessa de emprego pós-agência em firmas reguladas ou em entidades de defesa de grupos ou subgrupos de consumidores, 3) críticas públicas dos grupos de interesse, e, 4) relações de amizade criadas entre o regulador e os grupos de interesse. Estas considerações sobre o comportamento do regulador afetam os resultados do modelo apresentado neste capítulo.

O modelo básico apresentado neste capítulo utiliza a abordagem bayesiana. Tal abordagem sugere que o regulador conhece, *ex-ante*, a distribuição do parâmetro privado (β) da firma. Esta informação poderia ter sido obtida através da experiência do regulador em situações relacionadas: ou através de contratos passados ou, quando a agência regula em um mesmo período várias firmas, através dos contratos existentes. Estes dados ou mesmo sua ausência, em geral, são informação privada do regulador. Assim, a análise do regulador poderia tornar-se subjetiva e sujeita à influência de grupos de interesse. As firmas ou grupos consumidores poderiam exercer *lobby* para obter regulação favorável. Se não houver outros mecanismos para minimizar a influência de grupos de interesse, o congresso otimamente reduz o poder discricionário da agência reguladora. A redução da discricionariedade implica redução do poder dos incentivos previstos no contrato entre o regulador e a firma regulada. Contratos que prevêem *price caps* ou limite de preços, altamente poderosos, representam uma oportunidade para a firma ou consumidores obterem renda. Por exemplo, o regulador pode utilizar sua informação (privada) sobre o mercado para estabelecer um nível para o *price cap* que possibilite a firma regulada obter lucro excessivo. Ao contrário, contratos pouco poderosos de incentivos, como do tipo custo de serviço, são menos discricionários e portanto menos sujeitos à influência de grupos de interesse, supondo, obviamente, que dados existentes são verificáveis.

Alternativas para não distorcer o poder dos incentivos geralmente implicam em instituições regulatórias que inibem a possibilidade de colusão entre o regulador e grupos de interesse. Alguns exemplos são: proibição de transferências indiretas (presentes) e legislação rígida para o caso de propinas; estabelecimento de um período de quarentena após o término do mandato ou rescisão do contrato do regulador; e, condicionar o salário do regulador ao resultado regulatório. Estas medidas reduzem a possibilidade de captura, ainda que também possam influenciar (negativamente) na seleção de pessoal qualificado para trabalhar na agência. Outra forma de tornar o

regulador comprometido com os interesses do congresso/sociedade é através do aumento da transparência e publicidade nas decisões da agência reguladora. Exemplos são: consultas públicas antes das decisões, utilização de documentos consultivos, processo de recurso administrativo independente e emissão periódica de relatórios sobre as metas e resultados da indústria. A transparência nas decisões, como mostramos, aumenta a tecnologia relativa dos grupos de interesse taxados com a regulação, aumentando assim o poder de oposição.

Mostrou-se, neste capítulo, as diferenças entre a abordagem positiva e a normativa para a regulação. A análise normativa mostra quais seriam os resultados regulatórios ótimos (*benchmark*) em termos de bem-estar social, enquanto a abordagem positiva tenta explicar o que motiva, de fato, desvios nesses resultados ótimos. A interação entre a análise positiva e normativa é fundamental para obtenção de práticas regulatórias ideais.

Apêndice B

Maximização do modelo com tarifa de duas partes com informação simétrica:

Temos então o lagrangeano da maximização:

$$L = S(q_1, q_2, s) - \alpha_1 A_1 - p_1 q_1(p_1) - \alpha_2 A_2 - p_2 q_2(p_2) + U(\beta, s) + \lambda_1 \left(\alpha_1 \bar{A}_1 + p_1 q_1(p_1) + \alpha_2 \bar{A}_2 + p_2 q_2(p_2) - C(\beta, e, q_1, q_2, s) - t(\beta, s) \right) + \lambda_2 (q_2(p_2) - \bar{q}_2) + \lambda_3 (s - \bar{s})$$

onde derivando e igualando a zero tem-se,

$$\frac{\partial L}{\partial p_1} = \frac{\partial S_1}{\partial q_1} q'_1 - q_1 - p_1 q'_1 + \lambda_1 (q_1 + p_1 q'_1 - C_{q_1} q'_1) = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial p_2} = \frac{\partial S_2}{\partial q_2} q'_2 - q_2 - p_2 q'_2 + \lambda_1 (q_2 + p_2 q'_2 - C_{q_2} q'_2) + \lambda_2 q'_2 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial e} = \Psi'(e) - \lambda_1 C_e = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial s} = \frac{\partial S}{\partial s} - \lambda_1(C_s + t_s) + \lambda_3 = 0$$

Como há uma desigualdade nas restrições impostas para as variáveis s , q_2 e para a restrição orçamentária, devemos usar as condições de Kuhn-Tucker na maximização. Para a restrição orçamentária tem-se

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = \alpha_1 \bar{A}_1 + \alpha_2 \bar{A}_2 + p_1 q_1(p_1) + p_2 q_2(p_2) - C(\beta, e, q_1, q_2, s) - t(\beta, s) \geq 0$$

$$\lambda_1 \geq 0 \text{ e } \lambda_1 \cdot \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 0$$

Caso a restrição orçamentária seja maior que $t(\beta, s)$, o preço-sombra λ_1 é igual a zero, caso contrário o preço-sombra é positivo e $\partial L / \partial \lambda_1 = 0$. Como a renda obtida pela firma tem um custo para a sociedade, o regulador faz com que a restrição orçamentária seja uma igualdade, com $\lambda_1 > 0$.

No caso da restrição sobre q_2 tem-se:

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = q_2 - \bar{q}_2 \geq 0$$

$$\lambda_2 \text{ e } \lambda_2 \cdot \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 0$$

Com $\lambda_2 > 0$, tem-se que $q_2 = \bar{q}_2$ e que portanto $p_2 = \bar{p}_2$, obtido através da função demanda do mercado 2. Caso $q_2 > \bar{q}_2$, $\lambda_2 = 0$.

As condições de Kuhn-Tucker para a variável s :

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = s - \bar{s} \geq 0$$

$$\lambda_3 \geq 0 \text{ e } \lambda_3 \cdot \frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = 0$$

e como $\lambda_3 > 0$, $s = \bar{s}$.

O resultado da maximização fica então com os seguintes valores:

$$A_1 = \bar{A}_1$$

$$A_2 = \bar{A}_2$$

$$p_2 = C_{q_2} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1} + \frac{(\lambda_1 - 1) - q_2}{\lambda_1} \frac{1}{q'_2} = \bar{p}_2$$

$$p_1 = C_{q_1} + \frac{(\lambda_1 - 1) - q_1}{\lambda_1} \frac{1}{q'_1}$$

$$\frac{\partial S}{\partial s} = \lambda_1(C_s + t_s) - \lambda_3$$

$$\Psi'(e) = \lambda_1 C_e$$

Apêndice C

Maximização do modelo com tarifa de duas partes e informação assimétrica:

O lagrangeano da maximização é o seguinte:

$$\begin{aligned} L = & (S(q_1, q_2, s) - \alpha_1 A_1 - p_1 q_1(p_1) - \alpha_2 A_2 - p_2 q_2(p_2) + U(\beta, s))f(\beta) + \\ & \mu(\beta)[- \Psi'(e)E_\beta(\beta, C(\beta, e, q_1, q_2, s), q_1, q_2, s) + \lambda_1 (\alpha_1 \bar{A}_1 + \alpha_2 \bar{A}_2 + p_1 q_1(p_1) + \\ & p_2 q_2(p_2) - C(\beta, e, q_1(p_1), q_2(p_2), s) - t(\beta, s)) + \lambda_2 (q_2(p_2) - \bar{q}_2) + \lambda_3 (s - \\ & \bar{s})] \end{aligned}$$

onde derivando e igualando a zero tem-se,

$$\dot{\mu} = \frac{\partial L}{\partial U} = -f(\beta)$$

$$\frac{\partial L}{\partial e} = \Psi'(e)f(\beta) - \mu(\beta)[\Psi''(e)E_\beta + \Psi'(e)E_{\beta C}C_e] - \lambda_1 C_e = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial p_1} = & \left(\frac{\partial S_1}{\partial q_1} q'_1 - q_1 - p_1 q'_1 \right) f(\beta) - \mu(\beta) \Psi'(e) (E_{\beta q_1} q'_1 + C_{q_1} q'_1) + \lambda_1 (q_1 \\ & + p_1 q'_1 - C_{q_1} q'_1) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial p_2} = & \left(\frac{\partial S_2}{\partial q_2} q'_2 - q_2 - p_2 q'_2 \right) f(\beta) - \mu(\beta) \Psi'(e) (E_{\beta q_2} q'_2 + C_{q_2} q'_2) + \lambda_1 (q_2 \\ & + p_2 q'_2 - C_{q_2} q'_2 + \lambda_2 q'_2) = 0 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial L}{\partial A_1} = -\alpha_1 f(\beta) + \lambda_1 \alpha_1 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial A_2} - \alpha_2 f(\beta) + \lambda_1 \alpha_2 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial s} = \left(\frac{\partial S}{\partial s} + U_s \right) f(\beta) - \mu(\beta) \Psi'(e) (E_{\beta s} + C_s) - \lambda_1 (C_s + t_s) + \lambda_3 = 0$$

Como no caso de informação em que havia simetria de informação é necessário que sejam utilizadas as condições de Kuhn-Tucker para fazer a maximização, pois as restrições das variáveis A_1 , A_2 , q_2 e para a restrição orçamentária são desigualdades.

As condições de Kuhn-Tucker neste caso são iguais as condições existentes no problema com informação simétrica. São elas:

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = \alpha_1 A_1 + \alpha_2 A_2 + p_1 q_1(p_1) + p_2 q_2(p_2) - C(\beta, e, q_1, q_2, s) - t \geq 0$$

$$\lambda_1 \geq 0 \text{ e } \lambda_1 \cdot \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = q_2 - \bar{q}_2 \geq 0, \quad \lambda_2 \geq 0 \text{ e } \lambda_2 \cdot \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = s - \bar{s} \geq 0, \quad \lambda_3 \geq 0 \text{ e } \lambda_3 \cdot \frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = 0$$

Como todos os multiplicadores de lagrange são maiores que zero, tem-se que as derivadas são iguais a zero, para que as condições de Kuhn-Tucker sejam respeitadas. Com isto são determinados os valores destas variáveis analisadas, da mesma maneira como foi feito no caso com informação simétrica.

Portanto, o resultado da maximização é o seguinte:

$$A_1 = \bar{A}_1$$

$$A_2 = \bar{A}_2$$

$$p_1 = C_{q_1} + \frac{(\lambda_1 - f(\beta)) - q_1}{\lambda_1} \frac{1}{q'_1} + \frac{1}{\lambda_1} F(\beta) \Psi'(e) [E_{\beta q_1} + C_{q_1}]$$

$$p_2 = C_{q_2} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1} + \frac{(\lambda_1 - f(\beta)) - q_2}{\lambda_1} \frac{1}{q'_2} + \frac{1}{\lambda_1} F(\beta) \Psi'(e) [E_{\beta q_2} + C_{q_2}] = \bar{p}_2$$

$$\frac{\partial S_s}{\partial s} + U_s = \frac{1}{f(\beta)} (F(\beta) \Psi'(e) (E_{\beta s} + C_s) + \lambda_1 (C_s + t_s) - \lambda_3)$$

$$\Psi'(e) = \frac{\lambda_1 C_e}{f(\beta)} - \frac{F(\beta)}{f(\beta)} [\Psi''(e) E_{\beta} + \Psi'(e) E_{\beta C} C_e]$$

Apêndice D

Seja a função de utilidade da firma

$$U(\beta, s^*) = t(\beta, s^*) + \Psi(e^*)$$

Se C é estritamente crescente em β , pode-se fazer a função inversa $\beta = \beta(C)$, e dessa forma tem-se que

$$t(C, s^*) = U(C, s^*) + \Psi(e^*(C))$$

Expandindo por série de Taylor em C^* e em s^* tem-se que:

$$t(C, s) = t(C^*, s^*) - \Psi'(e^*(C))(C - C^*) + t_s(s - s_0)$$

onde

$$\frac{\partial t}{\partial C} = \frac{\partial t}{\partial \beta} \frac{1}{\partial C / \partial \beta} = \frac{\Psi'(e^*(\beta)) \dot{e}^*(\beta)}{1 - \dot{e}^*(\beta)} - \frac{\Psi'(e^*(\beta))}{1 - \dot{e}^*(\beta)} = -\Psi'(e^*(\beta))$$

$$\frac{\partial t}{\partial s} = \frac{\partial U}{\partial s} = t_s.$$