



Prêmio Secap de Energia 2019

Concurso de monografias

MENÇÃO HONROSA

**DIEGO CRESPO SANTIAGO
HUGO DE ANDRADE LUCATELLI**

REGULAÇÃO DISTORCIVA DE PREÇOS: MODICIDADE TARIFÁRIA NO BRASIL

Patrocínio

Realização

Idealização



SECRETARIA DE
AVALIAÇÃO, PLANEJAMENTO,
ENERGIA E LOTERIA

SECRETARIA ESPECIAL DE
FAZENDA

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



PRÊMIO SECAP DE ENERGIA - 2019

TEMA

Aprimoramento dos aspectos concorrências e regulatórios do setor de energia

SUBTEMA

Proposta para aprimoramentos ou reduções dos subsídios cruzados e dos encargos setoriais

TÍTULO

Regulação distorciva de preços: modicidade tarifária no Brasil

SUMÁRIO EXECUTIVO

No Brasil, devido ao arcabouço de infraestrutura instalado, observamos uma forte sinergia entre os setores de energia e telecomunicações. Especialmente no que tange aos serviços de banda larga fixa, há forte dependência do setor telecomunicações em relação ao de energia por este último utilizar as redes do setor elétrico como suporte para a distribuição dos seus serviços dentro do país. A infraestrutura do setor de energia, portanto, garante capilaridade ao setor de telecomunicações no território nacional.

O setor de telecomunicações é um dos mais importantes da economia, devido ao seu impacto sobre a produtividade de outros setores (*spillover effect*). Em outras palavras, serviços de telecomunicações são insumos utilizados em praticamente toda a cadeia produtiva da economia. Portanto, é fundamental que este setor funcione de forma eficiente, de modo que não apenas os consumidores, mas também o setor produtivo seja adequadamente atendido por estes serviços. Parte importante desta efetividade guarda relação com a estrutura regulatória que norteia o compartilhamento de infraestrutura entre os setores de energia e telecomunicações.

A despeito da importância desta relação, o que se verifica no Brasil a alguns anos é uma espécie de *puzzle* no setor de compartilhamento de infraestrutura de postes entre distribuidoras de energia e operadoras de telecomunicações. As distribuidoras de energia elétrica não demonstram interesse econômico em explorar de maneira adequada o compartilhamento da sua infraestrutura. Este desinteresse tem gerado uma série de distorções neste setor, especialmente devido a ocupação ilegal dos postes. A negligência das distribuidoras de energia na gestão da sua infraestrutura incentiva comportamento abusivo por parte das operadoras de telecomunicações, que muitas vezes utilizam a infraestrutura de postes das distribuidoras sem ter autorização contratual. Temos um cenário típico de ‘tragédia dos comuns’. A soma do baixo esforço de gestão das distribuidoras de energia com o comportamento ilegal de muitas operadoras de telecomunicações tem resultado na ocupação desordenada da infraestrutura, resultando em muitos postes em situação de desconformidade técnica em relação aos parâmetros de segurança estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas¹.

Nós vamos argumentar ao longo do trabalho que a estrutura regulatória atualmente vigente no Brasil, especialmente no que tange ao regramento pertinente à modicidade tarifária, tem sido o fator gerador de uma série de distorções de incentivos de atuação no mercado de compartilhamento de infraestrutura. Esse mecanismo de desconto do reposicionamento da tarifa do setor elétrico, em função da exploração de atividades econômicas acessórias ao objeto da concessão originária, reduz o interesse econômico das distribuidoras de energia em relação a exploração do serviço de compartilhamento de infraestrutura, induzindo diversas ineficiências neste setor.

¹ A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabeleceu uma série de requisitos técnicos de segurança que devem ser seguidos no compartilhamento. Para maiores detalhes ver nota técnica ABNT NBR 15214, de 2006.

O objetivo principal do trabalho é entender o racional econômico que sustenta esta estratégia das distribuidoras de energia, ao modelar os mecanismos desta distorção econômica, discutir os seus impactos em termos de bem-estar social e apresentar soluções regulatórias que contribuam para que seja alcançado um equilíbrio de mercado com maior nível de bem-estar para consumidores e empresas atuantes nos setores de telecomunicações e de energia.

Metodologia Utilizada

Com intuito de atingir os objetivos supracitados, o trabalho utilizou as seguintes metodologias: a) modelo teórico: descreve os mecanismos pelos quais a regra de modicidade tarifária gera distorções de incentivos e contribui para a formação do equilíbrio não desejado, descrito na introdução; b) simulação numérica: simulamos o modelo apresentado para verificar como bem-estar social responde a diferentes políticas de modicidade tarifária; c) extensão ao modelo principal: demonstra como o baixo esforço de gestão das distribuidoras, em função do atual regramento de modicidade tarifária, induz a formação de um mercado informal (ocupação clandestina da infraestrutura de postes) grande; d) análise empírica: a partir de dados de reposicionamento tarifário de 77 distribuidoras de energia, entre 2004 e 2019, o trabalho estima o impacto da regra de modicidade tarifária sobre as tarifas de energia elétrica; e) estudo de caso: o trabalho apresenta um estudo de caso, para dar concretude a análise apresentada; f) finalmente, a partir de toda a análise apresentada, o trabalho apresenta alternativas regulatórias para sanar o problema. É realizada então uma Análise de Impacto Regulatório para avaliar a melhor alternativa, levando em consideração aspectos técnicos, econômicos, políticos e sociais.

Principais Resultados

- 1) Sob a regra de modicidade tarifária, quantidade de infraestrutura que a distribuidora deseja compartilhar diminui em relação ao cenário contrafactual sem a presença da regra de modicidade²;
- 2) Sob a regra de modicidade tarifária, o bem-estar social³ é menor em relação ao cenário contrafactual sem a presença da regra de modicidade;
- 3) Sob a regra de modicidade tarifária, o baixo esforço de gestão por parte das distribuidoras e aumento dos preços de entrada no setor de compartilhamento (Resultado 1) induzem a formação de informal (ocupação clandestina) grande.

Limites do Trabalho

As propostas de revisão regulamentar apresentadas no trabalho atuam no sentido de alterar os mecanismos de incentivos de mercado atualmente em vigor no mercado. No entanto, cabe salientar, que estas propostas só passarão a serem válidas a partir da sua implementação. Estas propostas não atacam, de maneira direta, o problema da infraestrutura de postes já ocupada. Apesar de redirecionarem os incentivos dos atores atuantes neste mercado, caberá as Agência Reguladoras discutirem, de forma paralela, desenhar estratégias para regularização deste passivo. Esta regularização exigirá a definição de requisitos mínimos de regularização, metas a serem cumpridas e medidas de acompanhamento e fiscalização do andamento

² A atual legislação obriga as distribuidoras de energia a compartilharem a sua infraestrutura com o setor de telecomunicações. Essa obrigatoriedade associada ao resultado apresentado se traduz em um baixo esforço de gestão da infraestrutura e baixo interesse econômico por parte das distribuidoras em relação a exploração do mercado de compartilhamento.

³ Soma das utilidades dos consumidores e lucro das empresas atuantes nos setores de energia e telecomunicações.

desta regularização. Em última análise, o reordenamento do setor exigirá a reforma do sistema de regulamentação e a regularização do passivo.

Contribuições e conclusões

Diante da análise realizada e dos resultados obtidos, o trabalho realizou uma Análise de Impacto Regulatório (AIR)⁴, que estudou a implementação de três alternativas regulatórias a serem possivelmente tomadas em relação as distorções de mercado apresentadas no trabalho: a) manutenção do atual regramento regulatório; b) revogação das regras de modicidade tarifária, no que tange ao compartilhamento da infraestrutura de postes entre os setores de energia elétrica e de telecomunicações; c) reforma da regulamentação do mecanismo de modicidade tarifária, por meio de um mecanismo incentivos de Vickrey-Clarke-Groves.

Após realizada Análise de Impacto Regulatório, concluímos que a melhor solução regulatória para o problema, levando em consideração aspectos técnicos, econômicos e sociais é reformar a regulamentação tarifária do setor de energia, porém mantendo o princípio da modicidade tarifária vigente (Alternativa C). Do ponto de vista político, revogar este princípio pode envolver custos institucionais importantes, de modo que se sugere no trabalho que seja adotada uma solução que redireciona os incentivos econômicos para a direção correta e mantêm o princípio da modicidade tarifária. Essa análise não afasta, no entanto, a hipótese de revogação deste princípio da regulamentação (Alternativa B). A revogação também tem o mérito de redirecionar incentivos neste mercado, que é o objetivo final a ser atingido.

⁴ Os objetivos principais da AIR são orientar e subsidiar o processo regulatório, de modo que equilíbrios mais eficientes sejam alcançados.

PRÊMIO SECAP DE ENERGIA - 2019

TEMA

Aprimoramento dos aspectos concorrências e regulatórios do setor de energia

SUBTEMA

Proposta para aprimoramentos ou reduções dos subsídios cruzados e dos encargos setoriais

TÍTULO

Regulação distorciva de preços: modicidade tarifária no Brasil

Sumário

1. Introdução	3
2. Estrutura Tarifária e sua Dinâmica de Reposicionamento.....	9
2.1 Revisão Tarifária Periódica e Modicidade Tarifária.....	11
3. Modelo	14
3.1 Ambiente.....	14
3.2 Oligopólio: Setor de Telecomunicações.....	15
3.3 Modicidade Tarifária	17
3.4 Problema da Distribuidora Monopolista.....	18
3.5 Escolha Ótima de q_1^P	19
3.6 Estudando $\lambda(q_1^P)$	20
4. Resultados Qualitativos do Modelo	22
5. Bem-Estar	24
6. Simulação Numérica.....	26
7. Extensão: Esforço de Gestão e Ocupação Clandestina.....	29
8. Soluções Regulatórias	33
9. Avaliação Empírica	36
9.1 Estudo de Caso: CEMIG Distribuição S/A	39
10. Análise de Impacto Regulatório	43
10.1 Identificação do Problema e Base Legal.....	43
10.2 Objetivos a serem alcançados.....	44
10.3 Atores e Grupos Afetados	44
10.4 Análise das Alternativas Regulatórias	44
10.5 Análise Multicritério.....	51
11. Considerações Finais.....	52
Referências	54
Anexo	56

1. Introdução

O sistema de distribuição de energia elétrica do Brasil é majoritariamente estruturado em cadeias de postes de condução de energia elétrica. Além de conduzir energia elétrica, esta infraestrutura também pode ser utilizada como suporte para as redes de telecomunicações. Devido aos elevados custos envolvidos no aterramento de cabos, os postes se tornaram um elemento fundamental da infraestrutura do setor de banda larga fixa por ser uma alternativa significativamente menos custosa para a alocação da rede de transmissão de dados.

No Brasil, as empresas distribuidoras de energia elétrica recebem concessões do setor público para explorarem este negócio. De posse de um contrato de concessão, as empresas atuantes neste mercado se tornam monopolistas no setor e região onde atuam. Este monopólio é regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), órgão regulador que tem a prerrogativa de fixar a taxa de retorno e reajustar as tarifas vigentes no setor, em acordo com uma série de critérios técnicos que serão melhor detalhados na próxima seção. O contrato de concessão do direito de exploração do serviço de distribuição de energia prevê a possibilidade de a empresa concessionária explorar algumas atividades econômicas além do objeto principal da concessão. Dentre estas atividades, encontra-se o aluguel de parte de sua infraestrutura para empresas do setor de telecomunicações a utilizarem como suporte para as suas redes.

A natureza monopolística do mercado de distribuição de energia elétrica entregou aos detentores das concessões poder de mercado semelhante no mercado de suporte à infraestrutura das redes de telecomunicações. As operadoras de telecomunicações têm basicamente duas alternativas operacionais para a acomodação dos seus cabos de transmissão de dados: a) utilização da via aérea, que

já se encontra instalada, por meio de postes compartilhados pelas distribuidoras de energia elétrica em todo o território nacional¹; b) construção de vias subterrâneas para alocação dos seus cabos. Os custos envolvidos na construção de vias subterrâneas são significativamente elevados, o que torna o uso compartilhado dos postes uma alternativa mais viável para as operadoras de telecomunicações. Dessa forma, as concessionárias detentoras do poder de exploração dos postes têm importante poder de barganha na exploração deste mercado, uma vez que estes recursos têm grande valor econômico para o mercado de telecomunicações. Além disso, o mercado de aluguel de postes, de acordo com a legislação brasileira, opera sobre o regime de liberdade de preços.² Conseqüentemente, a regulamentação acabou por oferecer a possibilidade de as distribuidoras explorarem o mercado de compartilhamento de infraestrutura em condições econômicas muito vantajosas.

Portanto, uma empresa detentora de uma concessão para atuação no mercado de distribuição de energia opera em dois regimes distintos de monopólio: a) monopólio com preços regulados no mercado de distribuição de energia; b) monopólio com liberdade de preços no mercado de aluguéis de postes (compartilhamento de infraestrutura, de forma geral) para empresas de telecomunicações.

O valor econômico de um monopólio com liberdade de preços no mercado de compartilhamento de infraestrutura não é desprezível. O mercado de banda larga fixa ganhou grande importância econômica últimos anos. A demanda por dados cresce

¹ A Lei Geral de Telecomunicações, promulgada em 1997, buscou garantir que a infraestrutura instalada no país fosse utilizada de forma eficiente pelos setores de energia e de telecomunicações. Neste sentido, a lei estabeleceu o direito legal do uso compartilhado da infraestrutura de postes por parte das prestadoras de telecomunicações. Dessa forma, as distribuidoras de energia elétrica têm o dever de negociar o compartilhamento da sua infraestrutura mesmo que não tenham interesse econômico na sua comercialização.

² Resolução Conjunta nº 1, de 24 de novembro de 1999 (Anatel, Aneel e ANP).

constantemente, tanto em função do processo de universalização do acesso aos serviços de internet quanto devido as constantes mudanças no perfil de consumo dos consumidores. Cada vez mais os consumidores demandam serviços sobre a rede que são mais intensos em relação ao consumo de dados. Se trata, portanto, de um setor extremamente atrativo, com grande valor para as empresas que atuam nele. Dessa forma, as concessionárias do setor de distribuição de energia se deparam no mercado de compartilhamento de infraestrutura com uma conjunção de fatores econômicos raramente encontrados concomitantemente em um mesmo setor econômico: atuam como monopolistas em um mercado que apresenta demanda significativamente inelástica e com liberdade de fixação de preços. Esta conjunção de fatores tornaria este, o cenário ideal, para qualquer empresa que maximiza lucros.

A despeito de todo o exposto, o que se verifica no Brasil a alguns anos é uma espécie de *puzzle* no setor de compartilhamento de infraestrutura de postes para operadoras de telecomunicações. As distribuidoras de energia elétrica não demonstram interesse econômico em explorar de maneira adequada o compartilhamento da sua infraestrutura. Este desinteresse tem gerado uma série de distorções neste setor, especialmente devido a ocupação ilegal dos postes. A negligência das distribuidoras de energia na gestão da sua infraestrutura incentiva comportamento abusivo por parte das empresas de telecomunicações, que muitas vezes utilizam a infraestrutura de postes das distribuidoras sem ter autorização contratual. Temos um cenário típico de ‘tragédia dos comuns’. A soma do baixo esforço de gestão das distribuidoras de energia com o comportamento ilegal de muitas operadoras de telecomunicações tem resultado na ocupação desordenada da infraestrutura, resultando em muitos postes em situação de desconformidade técnica

em relação aos parâmetros de segurança estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ANATEL e ANEEL, 2018).³

A Anatel e Aneel estimam que cerca de 20% dos postes do país apresentam hoje alta probabilidade de super utilização. Cada poste tem disponibilidade técnica de compartilhar, em média, entre 4 e 6 pontos de fixação (ANATEL e ANEEL, 2018). Isso significa que, segundo estas estimativas, cerca de 9 milhões de postes no país têm elevada probabilidade de terem mais cabos alocados em sua infraestrutura do que o sugerido pela normatização técnica. Essa ocupação acima da capacidade técnica eleva a depreciação dos postes, aumenta os custos de manutenção, gera problemas de segurança pública e prejudica as empresas de telecomunicações que ocupam os postes de maneira regular.

Outra evidência de que há pouco interesse econômico e baixo esforço de gestão das distribuidoras de energia no setor de compartilhamento foi observada em um estudo realizado pela Aneel que apontou que, para distribuidoras com mais de 50 mil postes, apenas 15% das destas empresas faturam mais que um ponto de fixação, em média, por poste. Ou seja, apesar de cada poste ter capacidade disponibilização de 4 a 6 pontos de compartilhamento, 85% das empresas alugam apenas um ponto de fixação. Os demais pontos simplesmente não são negociados pelas distribuidoras de energia elétrica (FERNANDES, 2019). Apesar disso, observa-se elevada ocupação da infraestrutura, especialmente em grandes centros, o que sugere a existência de um mercado informal ou clandestino de grandes proporções.

³ A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabeleceu uma série de requisitos técnicos de segurança que devem ser seguidos no compartilhamento. Para maiores detalhes ver nota técnica ABNT NBR 15214, de 2006.

Em 2001, foi instituída uma Comissão Conjunta para resolução de conflitos entre empresas atuantes no setor de energia e de telecomunicações⁴. É interessante notar que, apesar de haver grande espaço para faturamento no setor de compartilhamento de postes, 90% dos conflitos geridos pela Comissão Conjunta, entre 2014 e 2018, foram referentes à litígios relacionados a política de preços exercida pelas distribuidoras de energia no setor de compartilhamento de infraestrutura (FERNANDES, 2019). Estes conflitos, em geral, estão relacionados a preços abusivos cobrados por parte das distribuidoras de energia para empresas de telecomunicações entrantes. Ao mesmo tempo, as distribuidoras não demonstram interesse em reajustar contratos de compartilhamento realizados no passado, o que gera um elevado *spread* entre o preço ofertado para novos entrantes e os vigentes para empresas incumbentes. Esse comportamento das distribuidoras indica uma clara estratégia de minimizar a sua receita de compartilhamento. Nosso objetivo neste trabalho é entender o racional econômico que sustenta esta estratégia das distribuidoras de energia.

Estas distorções têm demandado respostas e esforço institucional dos órgãos reguladores dos setores de energia e telecomunicações. Apesar de desde os anos 2000 as Agências terem proposto algumas medidas conjuntas para tentar mitigar o problema⁵, este ainda se encontra sem uma solução e já tem se tornado um problema de segurança pública em algumas regiões do Brasil devido ao loteamento desordenado da infraestrutura, de forma clandestina. A pergunta central que emerge dessa narrativa é a seguinte: o que explica uma empresa monopolista, que enfrenta

⁴ Resolução Conjunta nº 2, de 27 de março de 2001 (Anatel, Aneel e ANP).

⁵ Ver Resolução Conjunta nº 4, de 16 de dezembro de 2014 (Anatel e Aneel).

uma demanda inelástica em determinado setor, e opera com liberdade de fixação de preços não ter interesse econômico na gestão e exploração deste serviço. Nós vamos argumentar neste trabalho que a resposta para esta pergunta pode ser encontrada na própria regulamentação de preços do setor de elétrico brasileiro.

A regulamentação do setor elétrico, de forma abrangente, divide as receitas das distribuidoras de energia elétrica em dois grandes grupos: receitas relacionadas à atividade de concessão do serviço público (distribuição de energia elétrica) e receitas relacionadas às atividades acessórias. O compartilhamento da infraestrutura de postes com o setor de telecomunicações, conforme já descrito acima, encontra-se no rol de atividade acessórias ao objeto econômico da concessão pública. Parte da receita oriunda desta exploração acessória é levada em consideração no cálculo do reajuste tarifário periódico do setor de distribuição de energia, por meio de um mecanismo contábil denominado modicidade tarifária. Em linhas gerais, parte das receitas oriundas de atividades acessórias são utilizadas como fatores redutores da tarifa do objeto econômico principal da concessão: distribuição de energia elétrica. O desenho tarifário do setor elétrico, através deste mecanismo, acabou por construir um modelo com importantes desvios de incentivos no setor de compartilhamento de infraestrutura.

Como mostraremos ao longo deste trabalho, esse mecanismo de desconto do reposicionamento da tarifa do setor elétrico (modicidade tarifária) reduz o interesse econômico das distribuidoras de energia em relação a exploração do serviço de compartilhamento de infraestrutura, induzindo diversas ineficiências neste setor. Nosso trabalho tem a pretensão de modelar os mecanismos desta distorção econômica, discutir os seus impactos em termos de bem-estar e apresentar possíveis soluções regulatórias para o problema.

O trabalho está estruturado da seguinte forma. A seção a seguir apresenta um resumo da dinâmica de reposicionamento tarifário do setor elétrico e qual o papel desempenhado pela modicidade tarifária neste reposicionamento. Em sequência, apresentamos o modelo teórico. A seguir discutiremos o bem-estar das firmas e dos consumidores nos setores de energia e telecomunicações. Apresentaremos uma extensão ao modelo proposto que demonstra como a atual configuração regulatória do setor elétrico induz a formação de um grande mercado informal (clandestino) no setor de compartilhamento de infraestrutura. Em seguida, faremos um estudo de caso concreto para mostrar os impactos econômicos oriundo da política de modicidade tarifária, tal qual é regulamentada atualmente. Por fim, apresentaremos possíveis soluções regulatórias para o problema apresentado e faremos uma Análise de Impacto Regulatório, com o intuito de verificar a melhor posição regulatória a ser seguida. A última seção traz as nossas considerações finais.

2. Estrutura Tarifária e sua Dinâmica de Reposicionamento

Os contratos de concessão do direito de exploração dos serviços de distribuição de energia começaram a ser assinados a partir de 1995. Estes contratos estabeleceram as tarifas iniciais e previam a dinâmica a ser seguida no reposicionamento das tarifas (ANEEL, 2005). Estes contratos são anteriores a fundação da Agência Reguladora do setor elétrico, que só passou a existir ao final do ano de 1996. A partir de sua fundação, coube ao órgão regulador realizar os cálculos de reposicionamento tarifário previstos nos contratos de concessão. Estes contratos preveem três processos de revisão tarifária:

- Revisão Extraordinária: reajuste em função de choques inesperados de custos, com o intuito de manter o equilíbrio econômico financeiro do contrato;
- Reajuste anual: reajuste da tarifa de operação da distribuidora com base na variação de preços verificada no ano corrente.
- Reposicionamento tarifário periódico: processo de revisão tarifária que ocorre de 5 em 5 anos com o objetivo de incorporar ganhos de eficiência nas tarifas fixadas. O regulador estima para o próximo ciclo quais seriam as receitas compatíveis com uma distribuidora eficiente. Estas receitas devem cobrir os custos operacionais eficientes e garantir uma taxa de retorno, considerada justa, ao capital empregado no negócio.

Há nesse setor uma clássica regulação tarifária por incentivos. Inicialmente, o contrato de concessão fixa uma determinada tarifa que permanece fixa por um ciclo de 5 anos. Esta tarifa é reajustada anualmente apenas para cobrir os custos relacionados a variação da inflação. Isso significa que, durante este ciclo, a distribuidora tem incentivos a reduzir os seus custos operacionais de modo alcançar maiores ganhos econômicos. Ao final do ciclo de 5 anos, o órgão regulador redefine a tarifa eficiente do contrato e estabelece metas de ganhos de eficiência a serem alcançadas ao longo do próximo ciclo. A empresa tem, portanto, um novo ciclo de incentivos a reduzir os seus custos de operação e aferir maiores ganhos (Aneel, 2005).

2.1 Revisão Tarifária Periódica e Modicidade Tarifária⁶

Vamos detalhar agora o mecanismo de cálculo da revisão tarifária periódica. De acordo com a regulamentação da Aneel, o reposicionamento tarifário periódico leva em consideração a seguinte fórmula de reajuste:

$$RT = \left[\frac{RR - OR}{RV} - 1 \right] \times 100$$

RR: receita requerida.

RV: receita verificada.

OR: outras receitas.

A 'Receita Verificada' (*RV*) considera a receita anual de fornecimento, suprimento, consumo de energia elétrica e uso dos sistemas de distribuição considerando as tarifas homologadas no último reajuste tarifário. A receita verificada toma como referência a receita obtida no período de 12 meses imediatamente anteriores ao mês de revisão tarifária.

A 'Receita Requerida' (*RR*), por conseguinte, é subdividida em duas parcelas, conforme a seguinte fórmula de cálculo:

$$RR = VPA + VPB(1 - P_m)$$

VPA: valor da parcela A.

VPB: valor da parcela B.

P_m: fator de ajuste de mercado.

⁶ Esta seção tem como referência os seguintes regulamentos da Aneel: "Procedimentos de Regulação Tarifária. Módulo 8: Permissionárias de Distribuição. Submódulo 8.1 – Revisão Tarifária Periódica"; "Procedimentos de Regulação Tarifária. Módulo 2: Revisão Tarifária Periódica das Concessionárias de Distribuição. Submódulo 2.7 – Outras Receitas". Aneel, 2018.

A Parcela A considera custos relacionados às atividades de transmissão e geração de energia elétrica. A Parcela B abrange os custos operacionais e a remuneração do capital empregado no negócio. Detalhadamente temos, respectivamente os valores das parcelas A e B:

$$VPA = CE + CT + ES$$

CE: custo de aquisição ou geração de energia elétrica.

CT: custo de conexão e uso do sistema de transmissão.

ES: encargos setoriais.

$$VPB = CAOM + CAA$$

CAOM: custo de administração, operação e manutenção.

CAA: custo anual dos ativos.

As 'Outras Receitas' (OR) abrangem as receitas obtidas pelas distribuidoras que não estão relacionadas diretamente ao serviço principal da concessão. Ou seja, quaisquer receitas obtidas pelas distribuidoras que não estejam diretamente relacionadas ao serviço de distribuição de energia elétrica. Estas receitas compreendem um rol relativamente extenso de atividades. Dentre estas atividades está o compartilhamento de infraestrutura.

A regulamentação do setor estabelece que determinadas parcelas das receitas obtidas extra concessão sejam consideradas para efeito de cálculo de 'Outras Receitas'. Note que OR entra como fator redutor no reposicionamento tarifário. Esse fator de redução da tarifa é denominado de modicidade tarifária. O regramento da Aneel estabelece percentuais a serem destinados para modicidade tarifária para cada atividade extra concessão realizada pela distribuidora. Atualmente, 60% das receitas

obtidas com o compartilhamento de infraestruturas são consideradas para efeito de cálculo de OR.⁷

Portanto, parte da receita obtida no setor de compartilhamento de infraestrutura reduz o reposicionamento da tarifa do setor de distribuição de energia elétrica. É importante notar que esta redução é acumulativa ao longo dos ciclos de reposicionamento tarifário. Para ver este fato, considere o seguinte exemplo hipotético de uma distribuidora que passou por dois ciclos de reposicionamento tarifário e tinha uma tarifa inicial igual a \$ 100. No primeiro ciclo admita que distribuidora obteve reajuste igual a $b_1 > 0$. Vamos assumir que, caso não houvesse modicidade tarifária, a distribuidora tivesse seu reajuste majorado em $m_1 > 0$. Ou seja, seu reajuste seria dado por $b_1 + m_1$, neste exemplo. Analogamente, no segundo período vamos admitir que o reajuste seja igual a b_2 e, caso não houvesse modicidade tarifária, a distribuidora tivesse um reajuste majorado da ordem de $b_2 + m_2$. Nesse caso, ao final do segundo ciclo, a tarifa seria igual a $100(b_1)(b_2)$. Caso não houvesse modicidade tarifária, o preço final seria superior e igual a $100(b_1)(b_2) + a$. Onde, $a = 100[(b_1)(m_2) + (b_2)(m_1) + (m_1)(m_2)]$. Note, portanto, que a perda de reajuste para a modicidade em um ciclo é carregada para os demais ciclos de revisão. No longo prazo, os efeitos gerados por esta política regulatória são significativos, como veremos no estudo de caso apresentado na Seção 9.

Nós vamos argumentar neste trabalho que a utilização das receitas de compartilhamento como instrumento de penalização do reajuste do setor elétrico é o

⁷ Para efeitos de cálculo da receita anual referente a conta de 'Outras Receitas', a Aneel considera a média da receita faturada nos 36 (trinta e seis) meses anteriores ao sexto mês à data de revisão tarifária, atualizada pelo IGP-M à data da revisão, multiplicada por 12" (Aneel, 2018b). A título apenas de exemplo, considere que uma determinada distribuidora obteve receita média mensal, nos últimos 36 meses, de \$ 50.000 com o compartilhamento de sua infraestrutura de postes. Isso significa que \$ 360.000 ($50.000 \times 12 \times 0.6$) serão considerados para a composição de OR.

mecanismo de distorção de incentivos que está na origem dos problemas comentados na introdução deste trabalho.

Na próxima seção, vamos modelar o comportamento ótimo de uma distribuidora que atua em um mercado com a estrutura de incentivos aqui apresentada. O modelo vai nos permitir entender as distorções que emergem do mecanismo de reposicionamento tarifário apresentado nesta seção.

3. Modelo

Nesta seção vamos apresentar um modelo teórico que nos permita entender os mecanismos de incentivos gerados pelo modelo de regulamentação apresentado nas seções anteriores.

3.1 Ambiente

Considere uma distribuidora de energia elétrica que atua em dois mercados distintos: mercado de distribuição de energia elétrica (E) e mercado de compartilhamento de infraestrutura de postes com o setor de telecomunicações (T). Assuma ainda que esta distribuidora opere por dois períodos ($t = 1, 2$). Em ambos os mercados a distribuidora é monopolista do bem ofertado: energia elétrica no primeiro mercado e infraestrutura no segundo. O mercado de energia elétrica é regulado por uma agência reguladora, que fixa as tarifas de operação da distribuidora. Em contrapartida, o mercado de compartilhamento de infraestrutura não sofre regulação tarifária, de modo que o distribuidor é livre para fixar os preços de compartilhamento. O setor de telecomunicações funciona sobre uma estrutura de oligopólio, cujo a infraestrutura de compartilhada pelo setor elétrico funciona como importante insumo.

A distribuidora monopolista, em cada período, enfrenta a função de demanda inversa $I(q_t^P)$, no setor de compartilhamento de infraestrutura e a demanda inversa $P(q_t^E)$ no setor de distribuição de energia. Aquela demanda, $I(q_t^P)$, é determinada pelo equilíbrio do setor oligopolista (telecomunicações) para cada preço determinado pela distribuidora. Em cada setor, a distribuidora monopolista enfrenta diferentes funções custo: $A(q_t^P)$ no setor de compartilhamento de infraestrutura e $C(q_t^E)$ no setor de distribuição de energia. Pela natureza econômica de cada setor, nós só consideramos mercados *spot* em ambos os setores.⁸

O setor de telecomunicações é composto por um oligopólio com N firmas idênticas, que jogam um jogo de Cournot, onde cada uma delas enfrenta uma curva endógena de custos, $B(q_t^P)$, para o setor de compartilhamento de infraestrutura. Além disso, o setor de telecomunicações tem acesso a um mercado competitivo de capitais (k) à um preço r . Desse modo, a função custo de uma operadora de telecomunicações será: $D(q_t^P, k) = q_t^P B(q_t^P) + rk$. Portanto, a função de demanda inversa enfrentada pelo setor de telecomunicações será $T(Y_t^T)$.⁹

3.2 Oligopólio: Setor de Telecomunicações

Vamos começar nossa análise estudando o equilíbrio do setor de telecomunicações. Para cada período, $t = 1, 2$, considere um mercado com N firmas, em que cada apresenta um produto $y_t^i = F(q_t^P, k)$ e enfrenta uma demanda $T(Y_t^T)$, onde $Y_t^T = \sum_i y_t^i$. Como descrito na seção anterior, as empresas do setor de

⁸ Notação: q_t^E – se refere a quantidade de energia vendida pela distribuidora monopolista no período t ; q_t^P – se refere a quantidade de postes compartilhados pela distribuidora monopolista com o setor de telecomunicações, no período t ;

⁹ Notação: y_t^i – se refere a quantidade de serviços de telecomunicações vendidos pela operadora i , no período t ; Y_t^T – demanda agregada por serviços de telecomunicações, de modo que $Y_t^T = \sum_i y_t^i$.

telecomunicações têm função custo dada por $D(q_t^P, k)$, determinada pela distribuidora monopolista¹⁰ e pelo mercado de capitais, de modo que o lucro de cada empresa no setor de telecomunicações será dado por:

$$\Pi(q_t^{P,i}, k^i) = F(q_t^{P,i}, k^i)T(y_t^i + y_t^{-i}) - D(q_t^{P,i}, k^i)$$

Onde $y_t^{-i} = \sum_{i \neq j} y_t^j$. As condições de primeira ordem do problema de maximização de lucro da firma i com respeito a $q_t^{P,i}$ e k_t^i serão, respectivamente:

$$F_1(q_t^{P,i}, k_t^i)T\left(\sum_j y_t^j\right) + F(q_t^{P,i}, k_t^i)F_1(q_t^{P,i}, k_t^i)T'\left(\sum_j y_t^j\right) = B'(q_t^{P,i})$$

$$F_2(q_t^{P,i}, k_t^i)T\left(\sum_j y_t^j\right) + F(q_t^{P,i}, k_t^i)F_2(q_t^{P,i}, k_t^i)T'\left(\sum_j y_t^j\right) = r$$

Por simetria, em um equilíbrio temos $q_t^{P,i} = q_t^P$ e $k_t^i = k_t$, para todo $i = 1, \dots, N$, o que implica em:

$$F_1(q_t^P, k_t)T(NF(q_t^P, k_t)) + F(q_t^P, k_t)F_1(q_t^P, k_t)T'(NF(q_t^P, k_t)) = B$$

$$F_2(q_t^P, k_t)T(NF(q_t^P, k_t)) + F(q_t^P, k_t)F_2(q_t^P, k_t)T'(NF(q_t^P, k_t)) = r$$

As equações acima definem as quantidades ótimas de q_t^P e k_t de equilíbrio para cada valor B determinado pelo monopolista¹¹. Assim, dado B , temos um valor q_t^P demandado por cada uma das N firmas associadas a esse preço, sendo possível

¹⁰ Note que é suficiente para a distribuidora monopolista a determinação de um custo marginal fixo. Além disso, por hipótese, a operadora de telecomunicação não incorre em custos fixos. Esta hipótese não altera qualitativamente os resultados, apenas não permite apropriação total do lucro do setor de telecomunicações por parte da distribuidora de energia.

¹¹ Aqui usamos o fato já discutido de que para o monopolista é suficiente determinar uma função linear $B(q) = Bq$, determinando apenas o custo marginal por uso de compartilhamento.

definir $q_t^P(B)$ para cada possível valor de B . A demanda inversa por infraestrutura que o monopolista do setor energético enfrenta pode ser definida como

$$I(q) = \{B: q_t^P(B) = q, q \geq 0\}$$

Repare, apenas, que usamos um leve abuso de notação, já que ao preço B , o monopolista vende $q_t^P(B)$ unidades de compartilhamento para cada uma das N firmas, tendo uma demanda $Nq_t^P(B)$.

3.3 Modicidade Tarifária

Em $t = 1$, a distribuidora monopolista, no setor de distribuição de energia tem a sua tarifa de operação fixada pelo ente regulador. Considere que a agência reguladora, fixou o seguinte preço¹² para o primeiro período $P_1 = R$. Em $t = 2$, a agência reguladora revisa a tarifa do setor de energia, tomando uma parcela da receita obtida pela distribuidora no setor de compartilhamento para o computo da modicidade tarifária, seguindo o racional descrito na subseção 2.1. Deste modo, o órgão regulador fixa a seguinte regra de reposicionamento tarifário¹³:

$$\beta(q_1^P) = \frac{RP_1^{-1}(R) - \phi I(q_1^P)q_1^P}{RP_1^{-1}(R)}$$

Onde q_1^P é quantidade de infraestrutura que o distribuidor monopolista compartilha com o setor de telecomunicações, no primeiro período. A modicidade tarifária é modelada pelo parâmetro $\phi \in [0,1]$, que pune o reajuste da empresa regulada, proporcionalmente a cada unidade de receita obtida no setor de

¹² Notação: em P_t o subscrito t se refere ao período considerado.

¹³ Por simplicidade, em nossa modelagem, não consideramos que o setor de distribuição de energia sofra choques de custos entre os períodos 1 e 2, de modo que a receita requerida é igual a receita verificada, em acordo com o racional apresentado na subseção 2.1.

compartilhamento, reduzindo a tarifa a ser praticada pelo distribuidor monopolista no setor de energia, no período $t = 2$.

A regra de modicidade tarifária gera um efeito cruzado entre os setores, onde um crescimento da receita no setor de compartilhamento de infraestrutura implica em um preço menor no setor de distribuição de energia no período subsequente. Podemos verificar a sensibilidade do reajuste tarifário do setor de energia em relação a quantidade compartilhada de infraestrutura diferenciando $\beta(q_1^P)$:

$$\beta'(q_1^P) = -\phi \frac{I'(q_1^P)q_1^P + I(q_1^P)}{RP_1^{-1}(R)}$$

Note ainda que, desde que o preço do setor de distribuição de energia é regulado, a decisão da distribuidora monopolista acerca da quantidade de energia vendida se torna trivial:

$$q_1^E = P_1^{-1}(R) \text{ e } q_2^E = P_2^{-1}(\beta(q_1^P)R)$$

Diferenciando q_2^E com respeito a q_1^P nos permite observar o efeito cruzado entre os setores em função da regra de modicidade¹⁴:

$$\frac{dq_2^E}{dq_1^P} = \frac{\beta'(q_1^P)R}{P_2'[P_2^{-1}(\beta(q_1^P)R)]}$$

3.4 Problema da Distribuidora Monopolista

Conforme apontado na subseção anterior, as decisões da distribuidora no setor regulado são triviais. Desse modo, o distribuidor escolhe as quantidades de infraestrutura compartilhadas com o setor de telecomunicações, nos períodos $t = 1, 2$,

¹⁴ Sabemos que $P_2(q_2^E) = \beta(q_1^P)R$. Diferenciando esta equação com respeito a q_1^P , chegamos a relação $P_2'(q_2^E) \frac{d(q_2^E)}{dq_1^P} = \beta'(q_1^P)R$, o que implica na equação apresentada.

de modo que o seu lucro descontado seja maximizado. O lucro do período $t = 1$ será determinado pela seguinte relação:

$$\pi_1(q_1^P) = I(q_1^P)q_1^P - A(q_1^P) + RP_1^{-1}(R) - C(P_1^{-1}(R))$$

Em $t = 2$, o lucro será:

$$\pi_2(q_1^P, q_2^P) = I(q_2^P)q_2^P - A(q_2^P) + [\beta(q_1^P)R]P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R) - C(P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R))$$

Portanto, o problema do monopolista será maximizar o valor presente do seu fluxo de lucros:

$$\max_{q_1^P, q_2^P} \Pi(q_1^P, q_2^P) = \pi_1(q_1^P) + \delta\pi_2(q_1^P, q_2^P)$$

Note que, desde que não há interação entre q_2^P e outras variáveis, nós teremos a solução padrão de monopólio para esta variável:

$$I(q_2^P) = \frac{A'(q_2^P)}{\left[1 + \frac{1}{\varepsilon_{I(q_2^P)}}\right]}$$

Onde $\varepsilon_{I(q_2^P)}$ é a elasticidade de preço da demanda do setor de telecomunicações por infraestrutura:

$$\frac{1}{\varepsilon_{I(q_2^P)}} = I'(q_2^P) \frac{q_2^P}{I(q_2^P)}$$

A partir desta equação obtém-se a escolha ótima de $q_2^P = q_2^{P*}$.

3.5 Escolha Ótima de q_1^P

Nesta subseção vamos direcionar o nosso foco para a escolha ótima da variável que sofre o efeito cruzado entre os setores, resultante da regra de modicidade tarifária. É importante notar que a regra de modicidade tem um efeito de curto prazo

e longo prazo sobre esta variável. No curto prazo a regra afeta a escolha da quantidade compartilhada e no longo prazo, a regra de modicidade tarifária afeta a revisão tarifária do setor de distribuição de energia. Para derivar a escolha ótima de q_1^P , primeiro note que uma vez que conhecemos a escolha ótima de q_2^P , podemos reescrever o problema de maximização da distribuidora apenas em função de q_1^P , simplificando o problema. Os lucros dos períodos 1 e 2 serão, respectivamente:

$$\pi_1(q_1^P) = I(q_1^P)q_1^P - A(q_1^P) + RP_1^{-1}(R) - C(P_1^{-1}(R))$$

$$\pi_2(q_1^P) = I(q_2^{P*})q_2^{P*} - A(q_2^{P*}) + [\beta(q_1^P)R]P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R) - C(P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R))$$

Temos então o seguinte problema de maximização:

$$\max_{q_1^P} \pi_1(q_1^P) + \delta\pi_2(q_1^P)$$

Resolvendo o problema de maximização, temos a seguinte relação ótima que define $q_1^P = q_1^{P*}$:

$$O(q_1^P) = \frac{A'(q_1^P)}{\left[1 + \frac{1}{\varepsilon_{I(q_1^P)}}\right] [1 - \delta\phi\lambda(q_1^P)]}$$

Onde,

$$\lambda(q_1^P) = \frac{P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)}{P_1^{-1}(R)} \left[1 + \frac{\beta(q_1^P)R - C'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]}{P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)P'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]} \right]$$

Demonstração: Anexo.

3.6 Estudando $\lambda(q_1^P)$

Podemos seccionar $\lambda(q_1^P)$ em duas partes:

(i) $\frac{P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)}{P_1^{-1}(R)} > 1$, representa o aumento da quantidade de energia vendida em

resposta ao reajuste tarifário, impactado pela regra de modicidade tarifária;

(ii) O segundo termo, $\left[1 + \frac{\beta(q_1^P)R - C'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]}{P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)P'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]}\right]$, requer uma análise mais

cuidadosa. Para tanto, considere o seguinte problema padrão enfrentado por um monopolista:

$$\max_q P(q)q - C(q)$$

A condição de primeira ordem (CPO) desse problema é a seguinte:

$$P'(q)q + P(q) - C'(q) = 0$$

Portanto, temos a seguinte condição de segunda ordem (CSO):

$$P''(q)q + 2P'(q) - C''(q) \leq 0$$

Defina agora a seguinte relação:

$$\gamma(q) = \frac{P(q) - C'(q)}{P'(q)q}$$

$$\gamma(q) = \frac{P(q) - C'(q)}{P'(q)q}$$

No que esta relação, $\gamma(q)$, é exatamente a mesma que estamos aqui analisando. Note também que para o q^* que resolve o problema acima, a condição de primeira ordem do problema implica em: $\gamma(q^*) = -1$. Seguindo o raciocínio, a CSO implica que a CPO é decrescente, de modo que podemos concluir:

$$\begin{cases} \gamma(q) > -1, \text{ quando } q > q^* \\ \gamma(q) < -1, \text{ quando } q < q^* \end{cases}$$

Para seguir a análise, fazemos a hipótese de que o preço inicial fixado pelo regulador, R , é menor do que o preço que seria escolhido livremente por uma distribuidora monopolista, P^m , o que é uma hipótese bastante razoável.

Hipótese 1. Assuma $R < P^m$, onde:

$$P^m = P(q) = \frac{C'(q)}{\left[1 + \frac{1}{\varepsilon_q}\right]}$$

Proposição 1. Seja $Q^m = P^{-1}(P^m)$ a quantidade de equilíbrio associada a um monopólio não regulado, segue que $P^{-1}(\beta(q_1^P)R) > Q^m$ e, portanto,

$$\frac{\beta(q_1^P)R - C'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]}{P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)P'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]} > -1$$

Finalmente, esse resultado implica em:

$$\lambda(q_1^P) > 0$$

Para β suficientemente grande, temos que $\lambda(q_1^P) < 1$ se, e somente se, a seguinte relação seja verificada,

$$\beta(q_1^P)R - C'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)] > (1 - \beta(q_1^P))R$$

Ou seja, caso a distância entre o preço reajustado e o custo marginal seja maior que a distância entre o preço inicialmente fixado para o setor de energia e o preço reajustado.

Demonstração: Anexo.

4. Resultados Qualitativos do Modelo

A seção anterior nos permite chegar numa caracterização geral do efeito alocativo da política de modicidade tarifária. A próxima proposição caracteriza o efeito

do parâmetro ϕ sobre a decisão ótima de q_1^P sob hipóteses bastante gerais. Note que tais hipóteses nada mais são do que as condições de regularidades suficientes para a existência e unicidade de solução de um problema de monopolista padrão.

Proposição 2. *Suponha que $\frac{d}{dq} \left\{ I(q) \left[1 + \frac{1}{\varepsilon_{I(q)}} \right] \right\} \leq 0$ e $A''(q) \geq 0$, então temos que $\hat{\phi} > \phi$ implica $q_1^P(\hat{\phi}) \leq q_1^P(\phi)$.*

Demonstração: Anexo.

A proposição anterior informa o efeito alocativo da política de modicidade. Com o aumento do parâmetro da modicidade ϕ , a quantidade de infraestrutura compartilhada diminui. A intuição desse resultado já foi discutida anteriormente, o aumento da receita capturada para modicidade aumenta a queda no preço em $t = 2$ da energia elétrica vendida para cada unidade de infraestrutura compartilhada. Assim, o monopolista aumenta o preço nesse mercado, diminuindo a quantidade transacionada.

Com a proposição anterior, podemos caracterizar o efeito de ϕ sob toda alocação dessa economia.

Corolário 1. Para $\hat{\phi} > \phi$ temos $y_1(\phi) > y_1(\hat{\phi})$ e $\beta(\phi) > \beta(\hat{\phi})$.

Isto é, a produção em $t = 1$ e, conseqüentemente, a quantidade consumida pelo consumidor final do setor telecomunicações no primeiro período diminui à medida que ϕ aumenta. Já para o setor regulado, à medida que ϕ aumenta, o preço praticado pelo monopolista do setor energético em $t = 2$ diminui, implicando um aumento de demanda para esse setor.

5. Bem-Estar

Os resultados da última sessão informam quais são os efeitos de bem-estar para cada agente do modelo resultantes de uma política de modicidade tarifária ϕ . O efeito de 1ª ordem de tal política é a transferência de renda do monopolista do setor energético para o consumidor final desse setor ao custo de uma distorção da cadeia produtiva do setor de telecomunicações. Tal efeito secundário, via aumento de preço do insumo para o setor de telecomunicações, gera uma perda de lucro para a firma provedora de serviços de telecomunicações e uma queda no bem-estar para o consumidor final desse setor, já que um aumento nos custos de produção levam a um *pass through* desse aumento para o preço final fixado neste setor. A proposição a seguir resume os efeitos de bem-estar resultados do modelo desenvolvido na Seção 3:

Proposição 3. *Seja $\pi_T(\phi)$ o lucro do setor de telecomunicações $\pi_E(\phi)$ o lucro do setor de energia¹⁵, $W_E(\phi)$ o bem-estar do consumidor final no setor de telecomunicações e $W_T(\phi)$ o bem-estar do consumidor final no setor de energia. Para todo $\hat{\phi} > \phi$, temos:*

$$\pi_T(\hat{\phi}) < \pi_T(\phi) \text{ e } \pi_E(\hat{\phi}) < \pi_E(\phi)$$

$$W_E(\hat{\phi}) > W_E(\phi) \text{ e } W_T(\hat{\phi}) < W_T(\phi)$$

Demonstração: Anexo.

O resultado acima mostra o efeito alocativo e seu impacto sobre bem-estar de cada agente da economia. Somente analisamos aqui o mercado de telecomunicações do primeiro período e o mercado de energia do segundo período, já que somente

¹⁵ O lucro do setor de telecomunicações refere-se à soma dos lucros de todas as prestadoras deste setor. Quanto ao setor de energia, o lucro do setor é o lucro da distribuidora monopolista.

esses são impactados pela política de modicidade tarifária. O lucro de ambos os setores cai (π_T e π_E), assim como o excedente do consumidor do setor de telecomunicações (W_T). Por outro lado, o excedente do consumidor de energia elétrica aumenta (W_E).

Devido ao grau de generalidade do nosso modelo, resultados gerais sobre o efeito final de bem-estar (medido de maneira utilitarista¹⁶) são impraticáveis, uma vez que depende da fixação de formas funcionais e parâmetros do modelo. O resultado a seguir, porém, exemplifica a possibilidade de o bem-estar total da economia cair com um aumento do parâmetro de modicidade ϕ .

Proposição 4. *Suponha que R seja tal que $|R - C'(P^{-1}(R))| < \epsilon$, para ϵ pequeno e $F(q, k) = q$. Portanto, o bem-estar total quando temos $\phi = 0$ é maior do que o bem-estar associado a ϕ com um pequeno aumento.*

Demonstração: Anexo.

Tal resultado mostra que, ainda que a regulação do setor energético esteja arbitrariamente próxima da eficiência, com preço próximo ao custo marginal, um aumento de modicidade pode piorar o bem-estar geral da economia. Na próxima seção, vamos um passo além, implementando uma versão do nosso modelo e mostrando como modicidade pode até piorar o bem-estar dos consumidores finais, operando como um subsídio cruzado entre consumidores do setor de telecomunicações para os consumidores do setor energético.

¹⁶ Considerando como bem-estar total a soma dos excedentes dos consumidores e dos lucros auferidos pelas firmas do com pesos iguais entre eles.

6. Simulação Numérica

Nessa seção, fazemos um exercício numérico de caráter exemplificativo. O exercício não deve ser levado como uma estimação da situação real do mercado brasileiro, mas como um meio de visualização do mecanismo apresentado. Para o exercício de simulação numérica utilizamos as seguintes formas funcionais:

$$T(Y) = A_T - B_T Y$$

$$P(Q) = A_E - B_E Q$$

$$C(Q) = CQ$$

$$A(q) = Aq$$

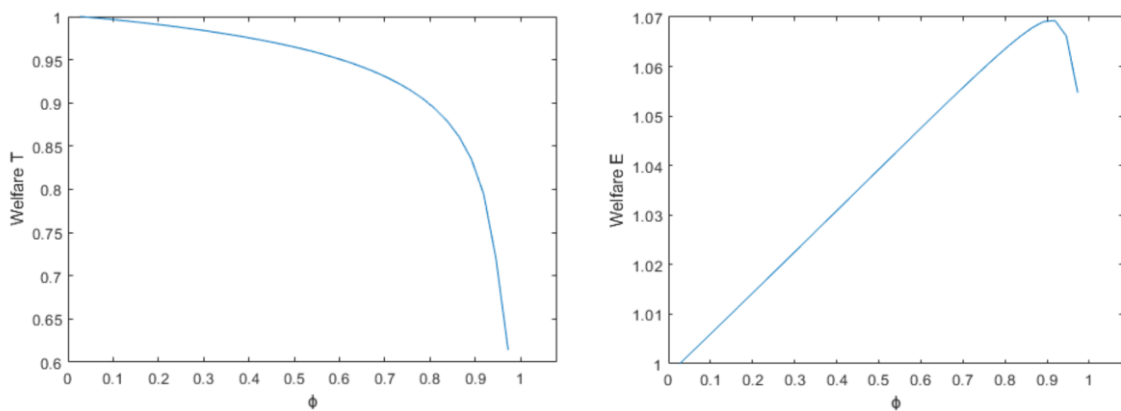
$$F(q, k) = q^\alpha k^{1-\alpha}$$

Para calibragem do modelo, utilizamos os seguintes dados: a) a partir dos dados de reposicionamento tarifário das empresas concessionárias de energia, entre os anos de 2004 a 2019, obtemos $\beta \approx 0.99$; b) utilizando os dados de consumo final das famílias no Brasil, para o ano de 2017, temos que $\frac{T(Y)Y}{P(Q)Q} \approx 2$; c) calibramos α tal que a razão $\frac{qI(q)}{rk} \approx 0.1$. Para tanto, foram considerados dados da ANEEL acerca do faturamento de postes para o ano 2019 e dados de custos operacionais médios de empresas de capital aberto do setor de telecomunicações. A partir destes dados a relação foi estimada; d) consideramos $\phi = 0.6$, que é o atual índice de captura de modicidade tarifária utilizado no cálculo de reposicionamento tarifário. Depois variamos esse parâmetro para ver o efeito da modicidade tarifária sobre as demais variáveis endógenas do modelo simulado.

Note que não temos, necessariamente, uma identificação completa dos parâmetros usando esses momentos, isto é, existem diversos conjuntos de

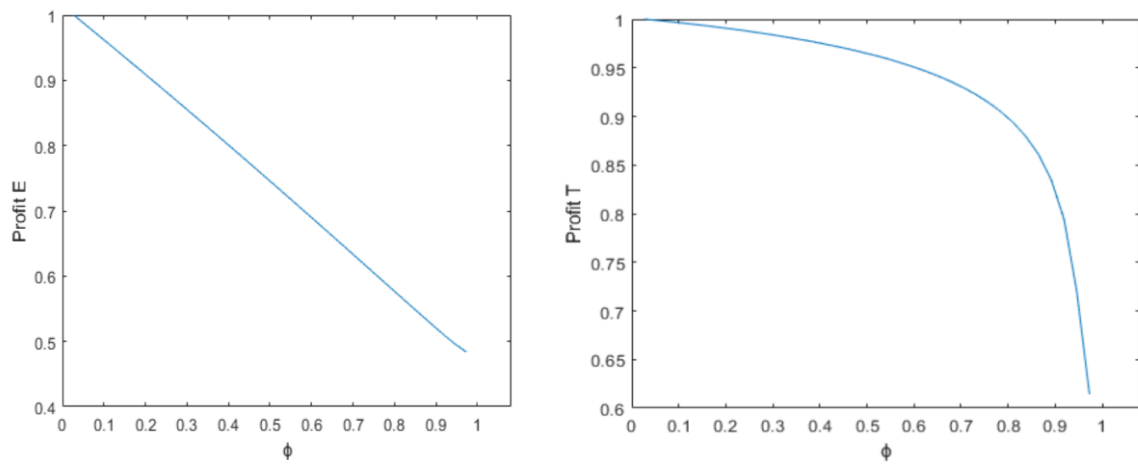
parâmetros que são compatíveis com os momentos esperados. Os valores dos parâmetros utilizados na simulação foram os seguintes: $A_t = 100$, $B_t = 1$, $A_e = 70$, $B_e = 1$, $r = 30$, $\delta = 1$, $\alpha = 0,095$, $C = 25$, $N = 3$, $A = 10$ e $R = 27,5$.

Abaixo verificamos como o bem-estar dos consumidores variam em função do nível de modicidade tarifária. As medidas de bem-estar ilustradas nos gráficos indicam, para cada $\phi > 0$, a sua variação relativa ao caso onde $\phi = 0$.

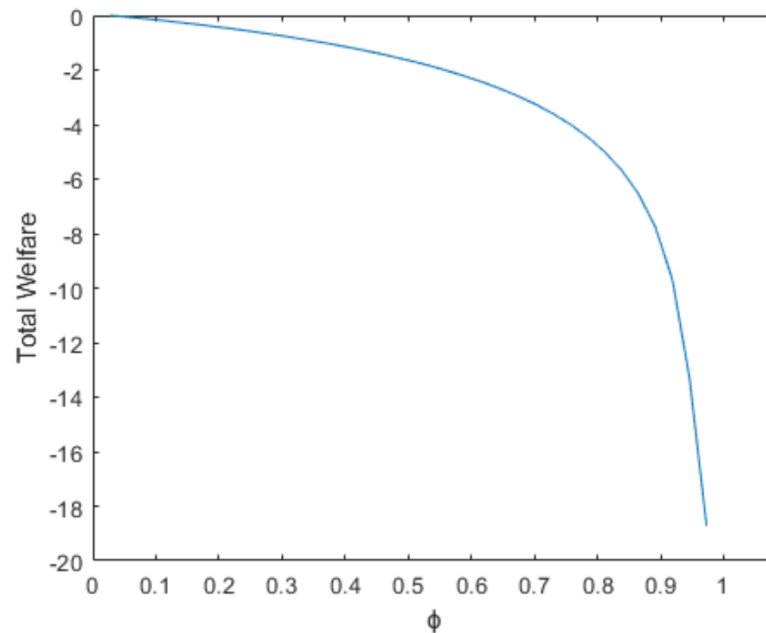


Observe que, como esperado, o bem-estar do consumidor de telecomunicações cai e o bem-estar do consumidor de energia sobe, à medida que cresce o nível de captura de receitas para a modicidade tarifária. As magnitudes, porém, são bastante desproporcionais, graças à piora da alocação produtiva, para um aumento de 7% no bem-estar do consumidor de energia, é requerido uma queda de 15% no bem-estar do consumidor do mercado de telecomunicações. É interessante notar também há uma redução do ganho de bem-estar do consumidor de energia, para valores altos de ϕ . Este resultado ocorre pois o monopolista é confrontado com um ϕ tão alto que o faturamento no mercado de compartilhamento de infraestrutura cai e o β de equilíbrio volta a subir, graças a esta perda de receita.

Os efeitos sobre lucro dos setores são ilustrados abaixo:



Conforme esperado, ambos os setores têm uma queda no lucro com o aumento do grau de modicidade tarifária ϕ . Finalmente, os efeitos sobre o bem-estar geral da economia estão ilustrados no gráfico abaixo:



Mais uma vez, conforme predito por nosso modelo, o bem-estar total da economia cai com o aumento de ϕ .

7. Extensão: Esforço de Gestão e Ocupação Clandestina

Ao longo deste trabalho vimos que há evidência de que as distribuidoras de energia elétrica têm pouco incentivos em exercer uma gestão eficiente da sua infraestrutura, no que tange ao compartilhamento de postes com o setor de telecomunicações. Parte das operadoras de telecomunicação, especialmente aquelas que não detêm contratos de aluguel de postes e desejam entrar neste mercado, observam o comportamento das distribuidoras e, em muitos casos, decidem ocupar a infraestrutura de postes de maneira irregular. O baixo esforço de gestão por parte das distribuidoras reduz a probabilidade de desmobilização desta ocupação clandestina, o que torna a prática atrativa para muitas empresas. Naturalmente, este comportamento tem efeitos tanto concorrenciais quanto de segurança pública, uma vez que postes excessivamente ocupados se tornam um risco a vida à medida que se elevam os riscos de desmoronamentos desta infraestrutura.

Neste contexto, esta extensão ao modelo apresentado na Seção 3 busca modelar como a regra de modicidade tarifária, ao induzir um baixo esforço de gestão por parte das distribuidoras de energia elétrica, acaba por criar condições favoráveis para o crescimento da informalidade no mercado de compartilhamento de infraestrutura.

Com o intuito de verificar este resultado formalmente, considere que o setor de telecomunicações seja composto por um contínuo de firmas, onde cada uma delas é indexada com um parâmetro de tecnologia $\theta \in [0, \infty)$, com distribuição de probabilidade G . Por simplicidade, vamos assumir que o único insumo utilizado por estas empresas seja a infraestrutura de postes. Portanto, cada operadora de telecomunicações aluga unidades q^P de poste ao preço S e produz $F(q^P, \theta) \geq 0$

unidades de seu produto final (ou seja, serviços de telecomunicações).¹⁷ Vamos admitir ainda que neste processo de produção as operadoras enfrentam custos fixos dados por $Z > 0$.¹⁸ Portanto, cada operadora de telecomunicações resolve o seguinte problema:

$$\max_{q^P} \pi(q^P, \theta) = F(q^P, \theta) - Sq^P - Z$$

Resolvendo o problema de maximização, no ótimo teremos:

$$F(q^P, \theta) = S$$

Com esta informação somos capazes de derivar a demanda individual de cada operadora pela infraestrutura de postes, que será definida por:

$$q^{P*}(S, \theta) = \{q^P : F(q^P, \theta) = S\}$$

Uma operadora de telecomunicações só decidirá produzir caso obtenham lucro positivo, ou seja, caso a seguinte condição seja verificada:

$$F(q^{P*}(S, \theta), \theta) - Sq^{P*}(S, \theta) - Z \geq 0$$

Defina então o seguinte *cutoff* para o parâmetro de tecnologia, θ :

$$\bar{\theta}(S) = \{\theta : F(q^{P*}(S, \theta), \theta) - Sq^{P*}(S, \theta) - Z = 0\}$$

Dessa forma, a demanda total por postes será determinada pela seguinte integral:

$$D(S) = \int_{\bar{\theta}(S)}^{\infty} q^{P*}(S, \theta) dG(\theta)$$

¹⁷ Assume-se que os preços destes serviços de telecomunicações são normalizados igual 1.

¹⁸ Assume-se que estes custos fixos somente são enfrentados caso a operadora de telecomunicações decida entrar no mercado, ou seja, caso sua produção final seja maior que zero.

Agora vamos admitir que, caso uma operadora de telecomunicações ocupe a infraestrutura de postes de maneira clandestina, ela enfrente apenas os custos fixos de produção. Em outras palavras, a operadora que atua de maneira irregular utiliza a infraestrutura sem incorrer em custos. Porém, caso opte pela informalidade, a operadora passa a enfrentar uma probabilidade $e \in [0,1]$ de ser auditada. Podemos interpretar esta probabilidade como uma *proxy* do nível de esforço de gestão exercido pela distribuidora de energia em relação a sua infraestrutura. Caso seja auditada, a empresa de telecomunicações clandestina recebe uma multa de valor $M > 0$, para cada unidade poste ocupada de maneira irregular.

Neste cenário, a questão natural a ser analisada é como o nível de esforço de gestão exercido pela distribuidora de energia afeta as decisões ótimas de ocupação da infraestrutura por parte das operadoras de telecomunicação. Considere então uma distribuidora monopolista que escolhe o seu nível de esforço de gestão $e \in [0,1]$. As operadoras de telecomunicações observam o nível de esforço de gestão da distribuidora e decidem se atuam no mercado formal ou informal.

O lucro de uma operadora de telecomunicações que atua no mercado informal será dado por:

$$\pi(q^P, \theta, e) = \begin{cases} F(q^P, \theta) - Z, & \text{com probabilidade } (1 - e) \\ -Mq^P - Z, & \text{com probabilidade } e \end{cases}$$

Dessa forma, o lucro esperado de uma operadora que atua de forma clandestina será:

$$\pi^I(q^P, \theta, e) = (1 - e)F(q^P, \theta) - e Mq^P - Z$$

Segue então que, caso decida atuar de forma clandestina, a operadora escolherá produzir q^P , tal que:

$$(1 - e)F(q^P, \theta) - e M = 0$$

Logo, temos o seguinte conjunto solução:

$$q^I(\theta, e) = \left\{ q^P : F(q^P, \theta) = \frac{eM}{(1 - e)} \right\}$$

Finalmente, o lucro do setor informal será:

$$\pi^I(\theta, e) = (1 - e)F(q^I(\theta, e), \theta) - e M q^I(\theta, e) - Z$$

Em contrapartida, no mercado formal, o lucro é dado por:

$$\pi^F(\theta, S) = F(q^{P*}(S, \theta), \theta) - S q^{P*}(S, \theta) - Z$$

Diante deste conjunto de informações, as decisões de produção e atuação das operadoras de telecomunicações serão determinadas para cada parâmetro de tecnologia, θ , e para cada par (S, e) , conforme segue:¹⁹

(i) Região de Não Produção:

$$\theta^N(e, S) = [0, \theta_1(e, S)]$$

Onde,

$$\theta_1(e, S) = \max\{\theta : \max\{\pi^F(\theta, S), \pi^I(\theta, e)\} \leq 0\}$$

(ii) Região de Informalidade (ou Clandestinidade):

$$\theta^I(e, S) = \{\theta \geq \theta_1(e, S) : \pi^I(\theta, e) \geq \pi^F(\theta, S)\}$$

(iii) Região de Formalidade

$$\theta^F(e, S) = \{\theta \geq \theta_1(e, S) : \pi^I(\theta, e) \leq \pi^F(\theta, S)\}$$

Conclui-se então que, quando incluímos o setor informal no modelo, a demanda por infraestrutura de postes enfrentada pelo distribuidor monopolista passa a ser:

¹⁹ Implicitamente assume-se que a operadora pode escolher produzir zero e obter lucro zero, sem incorrer em custos neste caso.

$$D^F(S) = \int_{\theta^F(e,S)}^{\infty} q^{P^*}(S, \theta) dG(\theta)$$

Proposição 5. *A demanda $D^F(S)$ enfrentada pela distribuidora monopolista é crescente com relação ao seu nível de esforço de gestão exercido, $e \in [0,1]$, e decrescente com o preço de aluguel fixado, S .*

Demonstração: Anexo.

A proposição 2 nos mostra que quanto menor o esforço de gestão, maior o mercado informal. Este resultado é intuitivo e é de fato o que observamos ocorrer atualmente neste mercado, com grande parte da infraestrutura de postes sendo ocupada de maneira irregular. Em relação ao preço de aluguel, naturalmente, se espera que quanto maior for o nível de preço fixado maior o incentivo à ocupação informal, uma vez que o prêmio da informalidade cresce com o custo de formalização. Ademais, como vimos no modelo apresentado na Seção 3, a regra de modicidade eleva o preço de entrada fixado, o que reforça o incentivo a informalidade, conforme apontado. Em última análise, o regramento de modicidade tarifária atualmente em vigor reduz o esforço de gestão e eleva o preço de entrada. Ambos resultados implicam em um aumento do mercado informal de ocupação da infraestrutura.

8. Soluções Regulatórias

O modelo aqui apresentado não é um modelo de política ótima, já que não leva em conta o grau de incerteza nos parâmetros presentes no mundo real ou interações estratégicas dos agentes em resposta a políticas implementadas. Assim, proposições de políticas devem ser baseadas na caracterização geral do modelo e não nos seus resultados quantitativos. Além disso, políticas que mudem radicalmente a prática do

cálculo de modicidade ou que insiram novos aparatos regulatórios não parecem ser práticas para a resolução do problema apresentado.

O problema a ser resolvido é o efeito cruzado da política de modicidade tarifária. Como o tamanho da modicidade enfrentada pelo agente depende de suas escolhas, tal efeito leva ao aumento da ineficiência alocativo do setor e, de fato, um subsídio cruzado entre consumidores de telecomunicações e energia elétrica. Como exemplificada na seção 6, tal política pode até reduzir o bem-estar dos consumidores finais, já que, na prática, são os mesmos que consomem energia elétrica e telecomunicações.

A inspiração para o mecanismo de solução do problema vem da literatura de desenho de mecanismo, particularmente do mecanismo de Vickrey-Clarke-Groves (CLARKE, 1971; GROVES, 1973; VICKREY, 1961). O mecanismo de Vickrey-Clarke-Groves separa a decisão da ação do agente do impacto dessa ação sobre o resultado alocativo de todos agentes envolvidos. A ideia proposta para melhorar a política de modicidade vai nessa linha, retirar a escolha de venda de infraestrutura do cálculo de modicidade.

No nosso modelo, a alcunha de ‘Outras Receitas’ (OR) é representada por $I(q_1^P)q_1^P$, assim imagine que no modelo definíssemos:

$$OR = I(\bar{q})\bar{q}$$

Onde \bar{q} é uma quantidade de infraestrutura compartilhada com $\phi = 0$, por exemplo. Assim, a escolha de q_1^P não entra mais na conta de modicidade e, logo, não gera o efeito distorcivo sobre as alocações, para qualquer ϕ escolhido, já que $\beta'(q_1^P) = 0$ com essa política. Assim, uma política desse tipo acabaria com a distorção descrita

neste artigo e mantendo o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos assinados pelos concessionários.

Obviamente, no mundo real é inviável a escolha de um \bar{q} específico, como podemos fazer no modelo. A ideia, então, é estimar o valor de OR para cada firma, dadas informações observáveis das empresas e outros estados da economia. Suponha que temos $j = 1, \dots, J$ empresas concessionárias de energia elétrica, cada uma com o conjunto de informações observáveis H_j . Assim, uma estimativa para OR_j , o valor de outras receitas que impacta o cálculo de modicidade da firma j é:

$$\widehat{OR}_j = E[OR_j | \{H_i\}_{i \neq j}]$$

Note que OR_j independe das características da firma j inclusive de suas escolhas. Assim, o efeito distorcivo não ocorre e, caso o estimador seja não viesado, o equilíbrio econômico-financeiro do contrato é mantido.

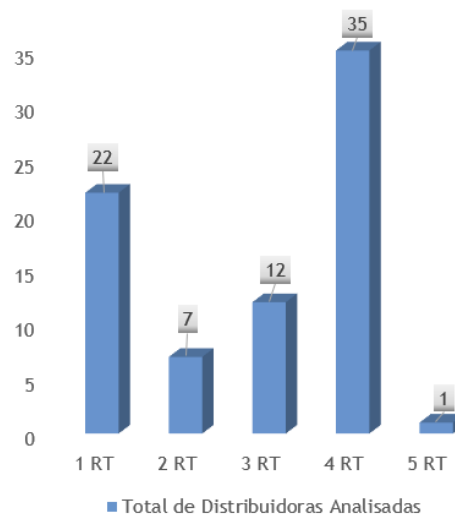
Para estimar tal variável, um método que vem sendo muito utilizado na literatura é o método de controle sintético (ABADIE, 2019; ABADIE ET. AL., 2015; ABADIE ET. AL., 2010). Tal método se baseia no pressuposto de que existam pesos tal que a média ponderada dos observáveis das outras empresas replica o comportamento da empresa sendo estudada. Assim, o método de controle sintético daria um estimador não viesado para o faturamento de 'Outras Receitas' da concessionária j usando apenas dados das outras firmas. Repetindo esse cálculo para todas as firmas, teríamos um cálculo de modicidade tarifária que independe de suas escolhas.

Existe uma literatura extensa sobre os métodos de estimação de tais modelos, com suas características e implementação (ABADIE, 2019). Tal abordagem, porém, foge do escopo do presente artigo e poderá ser abordado num artigo subsequente.

9. Avaliação Empírica

Nesta seção avaliaremos os impactos do mecanismo de modicidade tarifária sobre os reajustes tarifários periódicos das tarifas de energia elétrica. Para tanto, foram avaliadas revisões tarifárias de 77 distribuidoras, que ocorreram entre os anos de 2004 e 2019. Toda a informação utilizada nesta análise foi extraída dos dados públicos divulgados pela Aneel no âmbito de suas Audiências Públicas destinadas a realizar as revisões tarifárias das distribuidoras de energia.

Tabela 1 - Distribuidoras analisadas por número de revisões tarifárias realizadas



As distribuidoras analisadas tiveram entre 1 e 5 revisões tarifárias ao longo do período analisado, o que possibilitou avaliar o impacto acumulado da regra de modicidade ao longo do tempo (Tabela 1). Os dados públicos também nos permitiram avaliar o impacto, em separado, das receitas provenientes do compartilhamento de infraestrutura e o impacto total da regra de modicidade tarifária. A avaliação a seguir seguiu os seguintes critérios. Primeiro, é válido retomar regra de reajuste tarifário apresentada na Seção 2:

$$RT = \left[\frac{RR - OR}{RV} - 1 \right] \times 100$$

Para verificar o efeito geral da modicidade tarifária sobre a tarifa basta compararmos o reajuste ocorrido com aquele que ocorreria caso não houvesse modicidade. Essa diferença nos apresenta a perda de reajuste ocorrida em função da modicidade. Portanto, basta calcular:

$$\left[\frac{RR}{RV} \right] - \left[\frac{RR - OR}{RV} \right] = \left[\frac{OR}{RV} \right]$$

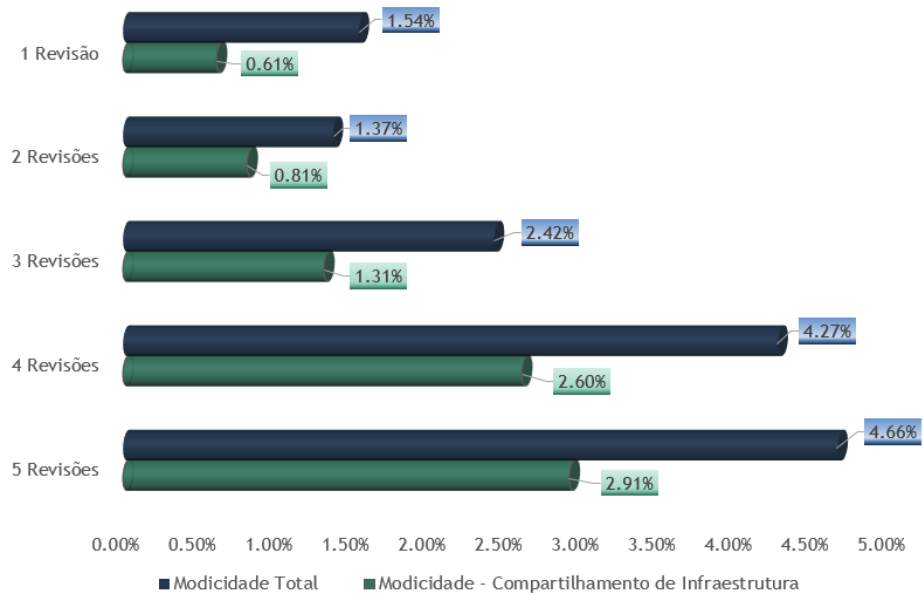
De forma análoga, podemos isolar o efeito devido apenas ao compartilhamento de infraestrutura. Seja RC a receita de compartilhamento de infraestrutura destinada para o cálculo de OR, temos:

$$\left[\frac{RR - OR + RC}{RV} \right] - \left[\frac{RR - OR}{RV} \right] = \left[\frac{RC}{RV} \right]$$

Naturalmente, o segundo efeito sempre será menor que o primeiro uma vez que a receita de compartilhamento está incluída em 'Outras Receitas'. Note, mais uma vez, que esta perda de reajuste se acumula ao longo do tempo. Portanto, por exemplo, ao final de dois ciclos de reajuste a perda total de uma distribuidora será dada por: $\left[\frac{OR}{RV} \right]_{t=1} \times \left[\frac{OR}{RV} \right]_{t=2}$. Após n ciclos de revisão temos a seguinte perda acumulada:

$$\prod_{t=1}^n \left[\frac{OR}{RV} \right]_t$$

Tabela 2- Perda de reajuste acumulada por número de revisões tarifárias realizadas



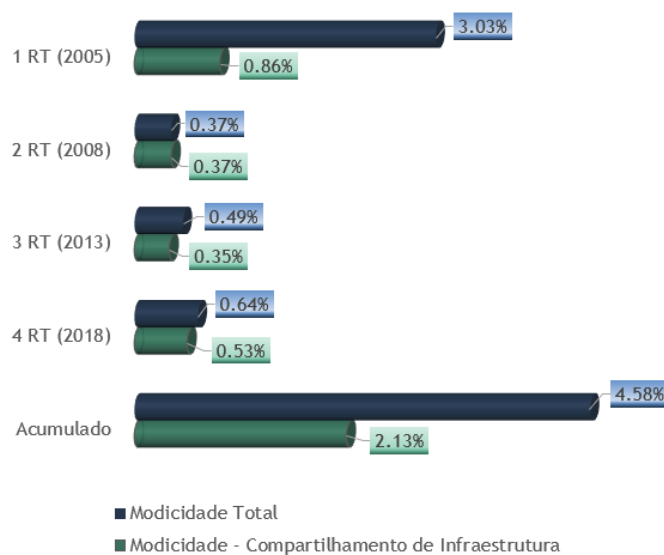
A Tabela 2 resume os resultados médios encontrados. As distribuidoras foram agrupadas de acordo com o número de revisões realizadas. Em média, observamos que as distribuidoras que tiveram apenas uma revisão tiveram uma perda de reajuste devido a modicidade total de cerca de 1.5%. Grande parte dessa perda é explicada pela receita de compartilhamento destinada a modicidade. Empresas com 4 revisões, o maior grupo de estudo neste exercício, apresentam uma perda acumulada de mais de 4%, em média. Naturalmente, buscou-se aqui realizar apenas uma breve análise descritiva dos efeitos da modicidade, uma vez que foram agrupadas distribuidoras muito heterogêneas nestes grupos de estudo. Apesar disso, os números apresentados são significativos. Apesar de sugerirem pequenas perdas de reajuste, esses percentuais acumulados têm importante impacto sobre o resultado econômico obtido pelas distribuidoras no setor elétrico. Na próxima seção apresentamos um estudo de caso que permite verificar com mais concretude aos resultados aqui

apresentados, mostrando a abrangência do impacto financeiro resultante dessa perda de reajuste.

9.1 Estudo de Caso: CEMIG Distribuição S/A

Com o intuito de estudar o impacto financeiro da modicidade tarifária de forma menos abstrata, nesta seção realizamos um estudo de caso com uma das distribuidoras estudadas na seção anterior. Escolhemos analisar o caso da distribuidora CEMIG S/A. Selecionamos esta empresa por se tratar de uma distribuidora com capital aberto na bolsa de valores, o que nos permite relativizar as perdas de reajuste incorridas em função da modicidade tarifária com o lucro líquido da companhia, divulgado regularmente. Além disso, a CEMIG faz parte do grupo de empresas que já tiveram suas tarifas reajustadas em quatro ciclos, o que nos permitirá avaliar impactos de longo prazo da regra de reposicionamento tarifário aqui em estudo.

Tabela 3 - Perda de reajuste acumulada por revisão tarifária realizada (Cemig S/A)

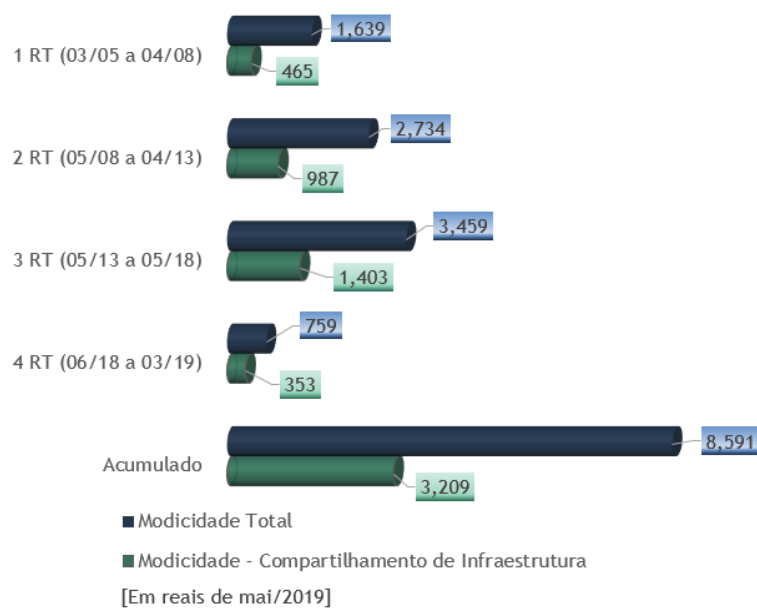


Para realizar este estudo de caso, foram obtidos dados de receita, consumo e tarifas médias da distribuidora CEMIG no período compreendido entre março de 2005

e março de 2019. Esse coorte abrange o período entre a primeira revisão tarifária da distribuidora e o último período de dados disponibilizados pela Aneel.²⁰

A Tabela 3 resume as perdas percentuais de reajustes acumulados da companhia nos 4 ciclos de revisão estudados. Consideramos na análise o impacto total da regra de modicidade e o impacto resultante apenas do compartilhamento de infraestrutura. Após 4 ciclos verificamos que a empresa teve uma perda de reajuste acumulado total de 4.58%. Quando consideramos apenas as receitas referente ao compartilhamento de infraestrutura que foram direcionadas a modicidade tarifária, a perda de reajuste foi de 2.13%.

Tabela 4 - Perda de receita acumulada no setor de energia por revisão tarifária realizada (Cemig S/A). Em milhões de R\$.



De posse destes dados, fomos capazes de calcular qual seria a tarifa média da distribuidora na ausência da regra de modicidade tarifária. Para tanto, reajustamos as tarifas médias da distribuidora no mês subsequente ao da revisão tarifária

²⁰ Os dados públicos podem ser encontrados no endereço: <http://www.aneel.gov.br/relatorios-de-consumo-e-receita>.

considerando o cenário contrafactual onde nenhuma receita fosse direcionada para a regra de modicidade. Repetimos este exercício para os 4 ciclos de revisão. Construimos, portanto, um fluxo de receitas contrafactual ao, de fato, realizado²¹. Após a construção do fluxo de receitas contrafactual, atualizamos estes valores considerando a inflação do período de modo que todos os dados aqui apresentados estão em reais de março de 2019. Com os dados em valores de um mesmo período de referência, calculamos a diferença entre a receita realizada e a que seria obtida no exercício contrafactual. A Tabela 4 resume os resultados de perdas de receita acumulada calculados após cada ciclo de revisão tarifária. Mais uma vez, separamos a análise considerando o impacto total da regra de modicidade e o devido apenas ao compartilhamento de infraestrutura. Os resultados calculados são significativos. Olhando apenas para o compartilhamento de infraestrutura verificamos uma perda acumulada, nos 14 anos analisados de cerca de 3 bilhões de reais (média anual de 219 milhões). Quando o efeito total da modicidade é considerado, os valores chegam a 8.5 bilhões de reais no mesmo período (média anual de 614 milhões).²²

Para verificar a magnitude destes resultados, vamos compará-los com o lucro líquido divulgado pela CEMIG nos últimos 12 meses. Note que essa perda de receita da distribuidora, na realidade, é uma perda de lucro líquido. Nos casos contrafactuais, a distribuidora obteria os recursos aqui estimados com os mesmos custos que enfrentou no caso concreto. Portanto, essas perdas de receitas se traduzem em perdas de lucro líquido da companhia, o que aumenta significativamente a dimensão do impacto desses resultados. A CEMIG obteve na data de formulação deste trabalho,

²¹ Nos exercícios contrafactuais consideramos, por hipótese, o mesmo fluxo de demanda por energia realizado no caso real.

²² Todos os dados utilizados foram ajustados à inflação do período considerado.

nos últimos 12 meses, lucro líquido de cerca de 2 bilhões de reais (CEMIG, 2019)²³. Isso significa que as perdas anuais associadas a regra de modicidade representam cerca de 30% deste lucro anualizado. Quando consideramos apenas as receitas de compartilhamento de infraestrutura, concluímos que as perdas representam cerca de 10% do lucro anual da empresa. É um impacto não desprezível.

Vale ressaltar que os números aqui apresentados estão subestimados. Com os dados que temos a nossa disposição somos capazes apenas de construir cenários contrafactuais referentes ao setor de energia. Porém, assumindo os resultados obtidos em nosso modelo teórico, sabemos que mais contratos seriam negociados no setor de compartilhamento de postes caso não houvesse a regra de modicidade (Proposição 2). Isso implica que este setor também enfrenta perdas de receita. Portanto, os números aqui apresentados só consideram o impacto da modicidade sobre a tarifa de energia, o que subestima a redução de receita que a distribuidora incorre.

Certamente as distribuidoras que atuam neste mercado levam esses números em consideração quando desenham a sua estratégia empresarial. Os números deixam claro o forte incentivo econômico que as distribuidoras têm em minimizar as receitas oriundas do setor de compartilhamento de infraestrutura. Essa distorção reduz o esforço de gestão das distribuidoras no setor de compartilhamento de postes e aumenta os preços de entrada fixados. Esses preços elevados são uma clara estratégia de barreira à entrada, com o intuito de evitar obter faturamento neste mercado. Conseqüentemente, este cenário induz o aumento da ocupação clandestina da infraestrutura por parte de parcela das operadoras de telecomunicações. A

²³ Balanço de 31/03/2019.

ocupação desordenada pressiona os órgãos reguladores a encontrarem soluções para o problema. Naturalmente, ao não rediscutir a regra de modicidade vigente, o processo de regulação não consegue resolver a origem do problema de incentivos que afeta o setor. Está construído, dessa forma, um ciclo vicioso, onde muita energia é gasta de forma ineficiente. Rediscutir a estrutura tarifária do setor elétrico é condição necessária para o reordenamento deste mercado.

10. Análise de Impacto Regulatório

Nesta seção, faremos uma Análise de Impacto Regulatório (AIR) de Nível I das alternativas regulatórias que emergem deste trabalho para mitigar os problemas levantados na Seção 1. Os objetivos principais da AIR são orientar e subsidiar o processo regulatório, de modo que equilíbrios mais eficientes sejam alcançados. Neste sentido, nesta seção, vamos analisar três alternativas regulatórias a serem tomadas em relação as distorções de mercado apresentadas neste trabalho: a) manutenção do atual regramento regulatório; b) revogação das regras de modicidade tarifária, no que tange ao compartilhamento da infraestrutura de postes entre os setores de energia elétrica e de telecomunicações; c) reforma da regulamentação do mecanismo de modicidade tarifária, no sentido apontado na Seção 8.

Neste contexto, segue-se aqui a metodologia apresentada no manual “Diretrizes Gerais e Guia Orientativo para Elaboração de Análise de Impacto Regulatório – AIR”, desenvolvida pela Subchefia de Análise e Acompanhamento de Políticas Governamentais da Presidência da República, em 2018.

10.1 Identificação do Problema e Base Legal

A identificação do problema regulatório aqui enfrentado, assim como as suas causas e mecanismos de funcionamento foram descritos na Seção 1 e modelados

nas Seções 3 a 7 deste trabalho. A atual regulamentação referente à modicidade tarifária e suas regras de cálculo foram abordadas na Seção 2.

10.2 Objetivos a serem alcançados

O principal objetivo do trabalho é buscar soluções para o problema de distorção de incentivos gerado pela atual regulamentação, que determina a destinação de parcela das receitas acessórias às concessões de distribuição de energia elétrica para efeito de modicidade tarifária, nos processos de revisão tarifária das distribuidoras. Naturalmente, busca-se uma solução que maximize o bem-estar social, equilibrando custos e benefícios para os principais atores afetados pela regulamentação atual.

10.3 Atores e Grupos Afetados

Os principais grupos afetados são os seguintes: distribuidoras de energia elétrica, prestadoras de telecomunicações, consumidores do setor de energia e do setor de telecomunicações e as Agências Reguladoras dos setores envolvidos.

10.4 Análise das Alternativas Regulatórias

Nesta subseção, vamos analisar os impactos das alternativas regulatórias a serem possivelmente adotadas sobre cada um dos atores apontados na subseção anterior. Para cada alternativa, vamos apresentar os impactos (custos e benefícios) sobre cada um dos atores afetados. A análises de impacto realizadas levam em conta todo o trabalho aqui desenvolvido. Após esta etapa, uma análise multicritério será realizada para selecionar a melhor alternativa a ser implementada.

(a) Manutenção do atual regramento regulatório

Sob esta alternativa, não se propõe alteração da atual regulamentação do princípio da modicidade tarifária. Entende-se neste caso que, apesar das distorções

apresentadas neste trabalho, os possíveis benefícios advindos da atual regra de modicidade superam estes custos de eficiência e justificam a sua continuidade.

Grupos Afetados	Benefícios	Custo
Distribuidoras de Energia Elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • Não há benefícios identificados para as distribuidoras de energia, sob esse cenário. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesmo o setor de compartilhamento apresentando menor representatividade no faturamento das distribuidoras, o efeito imposto sobre o setor de energia, em função da regra de modicidade tarifária, impõe elevadas perdas às distribuidoras. Além disto, o efeito da modicidade tarifária é carregado ao longo do tempo, o que implica em perdas acumuladas ao longo dos processos de reposicionamento tarifário; • A distorções oriundas da modicidade tarifária induzem menor esforço de gestão por parte das distribuidoras, o que acarreta a ocupação clandestina e desordenada da sua infraestrutura, elevando riscos de segurança e aumentando a depreciação da sua rede.
Prestadoras de Serviços de Telecomunicações	<ul style="list-style-type: none"> • Prestadoras de Grande Porte: tendem a serem beneficiadas com maior facilidade de acesso aos postes e menores preços de aluguel, especialmente devido a escala das suas operações; • A regra de modicidade induz a distribuidora a exercer maiores preços de entrada, o que se torna uma barreira a entrada neste mercado e tende a beneficiar as maiores operadoras de telecomunicações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prestadoras de Pequeno Porte: maior dificuldade de acesso à infraestrutura, por grande parte da rede de postes já estar saturada e serem cobrados maiores preços de aluguel (preços de entrada) para este grupo de operadoras, uma vez que as distribuidoras evitam obter receitas neste setor. • Prestadoras do Mercado Formal: a regra de modicidade reduz o esforço de gestão por parte das distribuidoras, o que aumenta o mercado informal. Essa prática leva um cenário de competição de custos desleal com as prestadoras que ocupam a rede de postes de maneira clandestina.
Consumidores Finais de Energia Elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • A regra de modicidade reduz o reposicionamento 	<ul style="list-style-type: none"> • A modicidade tarifária reduz o esforço de gestão das

	<p>tarifário deste setor, o que se traduz em preços menores a serem arcados pelos consumidores de energia elétrica.</p>	<p>distribuidoras, o que gera riscos de segurança, associados à ocupação irregular da infraestrutura de postes.</p>
<p>Consumidores Finais de Serviços de Telecomunicações</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Não há benefícios identificados para as este grupo de consumidores, sob este cenário. 	<ul style="list-style-type: none"> • A regra de modicidade induz barreiras de entrada neste mercado. Mercados mais concentrados têm preços maiores, o que reduz o bem-estar dos consumidores. Esse efeito é mitigado com o crescimento da ocupação informal, o que reduz os custos de operação para parte das operadoras de telecomunicações; • A modicidade tarifária reduz o esforço de gestão das distribuidoras, o que gera riscos de segurança, associados à ocupação irregular da infraestrutura de postes; • Subsídio cruzado com o setor de distribuição de energia, o que tende a aumentar os custos dos serviços de telecomunicações.
<p>Governo: Agências Reguladoras (Aneel e Anatel)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A regra de modicidade tarifária é interpretada como um benefício ao consumidor, à medida que funciona como um redutor da tarifa de energia elétrica. Neste sentido, a regra de modicidade se traduz, na visão da população em geral, com um bom instrumento regulatório. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como discutido neste trabalho, a atual regulamentação gera uma série de distorções no setor de compartilhamento de infraestrutura, o que demanda um elevado esforço institucional direcionado para a resolução de conflitos, coordenação entre as agências e constante trabalho de revisão da regulamentação, com intuito de solucionar os problemas gerados. • Como argumentado anteriormente, o não enfrentamento do problema gerador, impõe custos constantes ao poder público, oriundos da presente regulamentação.

(b) Revogação das regras de modicidade tarifária, no que tange ao compartilhamento da infraestrutura de postes entre os setores de energia elétrica e de telecomunicações;

Esta alternativa propõe a revogação do regramento da modicidade tarifária, no que tange ao compartilhamento de infraestrutura de postes. Portanto, a título de clareza, a proposta não propõe a revogação total do regramento de modicidade, mas apenas àquela parte que trata do compartilhamento de postes. Sob esta perspectiva, a proposta busca resolver pontualmente os problemas aqui levantados. A revogação parcial do regramento de modicidade pode ser uma vantagem, do ponto de vista político e institucional, quanto aos seus custos de implementação.

Grupos Afetados	Benefícios	Custo
Distribuidoras de Energia Elétrica	<ul style="list-style-type: none"> Sob este cenário, são sanados os efeitos cruzados entre os setores de compartilhamento e distribuição (no que tange ao compartilhamento da infraestrutura de postes). Neste cenário, as distribuidoras passam a ter fortes incentivos a atuar no mercado de compartilhamento, elevando seu esforço de gestão, reduzindo riscos regulatórios oriundos da negligência quanto a gestão dos postes e aferindo ganhos econômicos da exploração desta atividade acessória ao objeto da concessão. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantêm-se o desconto do reajustamento das suas tarifas de energia elétrica em função do regramento de modicidade tarifária. Porém, a distribuidora deixa de ter as distorções de incentivos apresentadas ao longo deste trabalho.
Prestadoras de Serviços de Telecomunicações	<ul style="list-style-type: none"> Prestadoras de Grande Porte: tendem a serem beneficiadas com um maior esforço de gestão das distribuidoras, à medida que há uma redução do mercado informal. Prestadoras de Pequeno Porte: são beneficiadas com um preço entrada menor (Corolário 1) em relação ao cenário padrão com modicidade. Portanto, 	<ul style="list-style-type: none"> Prestadoras de Grande Porte: as distribuidoras, à medida que passam a ter interesses econômicos no setor de compartilhamento, tendem a ter maiores incentivos a renegociar contratos antigos a maiores preços. Prestadoras Clandestinas: as prestadoras que atuavam de forma irregular no cenário com modicidade

	reduzem as barreiras à entrada neste mercado.	tendem a ter um choque de custos, à medida que as distribuidoras passam a exercer maior esforço de gestão e a regular a ocupação clandestina.
Consumidores Finais de Energia Elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • A revogação de parte do regramento de modicidade tarifária aumenta o esforço de gestão das distribuidoras, o que reduz riscos de segurança associados à ocupação irregular da infraestrutura de postes. 	<ul style="list-style-type: none"> • O fim da regra de modicidade (para o setor de compartilhamento) deve aumentar o reposicionamento tarifário deste setor, o que se traduz em preços maiores a serem arcados pelos consumidores de energia elétrica.
Consumidores Finais de Serviços de Telecomunicações	<ul style="list-style-type: none"> • A revogação de parte do regramento de modicidade tarifária aumenta o esforço de gestão das distribuidoras, o que reduz riscos de segurança associados à ocupação irregular da infraestrutura de postes. • A revogação de parte do regramento de modicidade reduz as barreiras de entrada neste mercado. Mercados mais competitivos têm preços menores, o que aumenta o bem-estar dos consumidores. Esse efeito é mitigado com a redução da ocupação informal, o que aumenta os custos de operação para parte das operadoras de telecomunicações; • Fim do subsídio cruzado com o setor de distribuição de energia, o que tende a reduzir os custos dos serviços de telecomunicações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há custos identificados para as este grupo de consumidores, sob este cenário.
Governo: Agências Reguladoras (Aneel e Anatel)	<ul style="list-style-type: none"> • Redução dos custos institucionais relacionados às distorções geradas pela regra de modicidade tarifária; • A reordenação e melhora do funcionamento do setor de compartilhamento pode ser traduzido em ganhos de imagem para as Agências. 	<ul style="list-style-type: none"> • A regra de modicidade tarifária é interpretada como um benefício ao consumidor, à medida que funciona como um redutor da tarifa de energia elétrica. Neste sentido, a regra de a revogação da modicidade pode enfrentar importantes custos políticos de implementação.

(c) Reforma da regulamentação do mecanismo do funcionamento da modicidade tarifária, nos termos apresentados na Seção 8.

Sob esta alternativa, mantêm-se o princípio da modicidade tarifária, mas altera-se a sua regulamentação, com o intuito de redirecionar os incentivos de atuação no mercado de compartilhamento de infraestrutura. Neste cenário, as distribuidoras seguem sofrendo redução do seu reposicionamento tarifário em função do princípio de modicidade, porém as receitas consideradas para efeito de cálculo da modicidade tarifária deixam de ser função da decisão individual de cada distribuidora e passa a ser produto das decisões de todas as distribuidoras do mercado. Ou seja, as decisões tomadas por cada distribuidora individualmente deixam de ser determinantes para o seu reposicionamento tarifário. Diante disso, resta a distribuidora atuar de forma eficiente no mercado de compartilhamento e maximizar as suas receitas. Este mecanismo soluciona os problemas de distorção de incentivos apresentados ao longo do trabalho.

Grupos Afetados	Benefícios	Custo
Distribuidoras de Energia Elétrica	<ul style="list-style-type: none"> Sob este cenário, são sanados os efeitos cruzados entre os setores de compartilhamento e distribuição. Neste cenário, as distribuidoras passam a ter fortes incentivos a atuar no mercado de compartilhamento, elevando seu esforço de gestão, reduzindo riscos regulatórios oriundos da negligência quanto a gestão dos postes e aferindo ganhos econômicos da exploração desta atividade acessória ao objeto da concessão. 	<ul style="list-style-type: none"> Não há custos identificados para as distribuidoras de energia, sob esse cenário.
Prestadoras de Serviços de Telecomunicações	<ul style="list-style-type: none"> Prestadoras de Grande Porte: tendem a serem beneficiadas com um maior esforço de gestão das distribuidoras, à medida que há uma redução do mercado informal. Prestadoras de Pequeno Porte: são beneficiadas 	<ul style="list-style-type: none"> Prestadoras de Grande Porte: as distribuidoras, à medida que passam a ter interesses econômicos no setor de compartilhamento, tendem a ter maiores incentivos a renegociar contratos antigos a maiores preços.

	<p>com um preço entrada menor (Corolário 1) em relação ao cenário com modicidade. Portanto, reduzem as barreiras à entrada neste mercado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prestadoras Clandestinas: as prestadoras que atuavam de forma irregular no cenário com modicidade tendem a ter um choque de custos, à medida que as distribuidoras passam a exercer maior esforço de gestão e a regular a ocupação clandestina.
Consumidores Finais de Energia Elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • A reformulação da regulamentação da modicidade tarifária induz o aumento do esforço de gestão das distribuidoras, o que reduz riscos de segurança associados à ocupação irregular da infraestrutura de postes. • A continuidade da regra de modicidade reduz o reposicionamento tarifário deste setor, o que se traduz em preços menores a serem arcados pelos consumidores de energia elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há custos identificados para as este grupo de consumidores, sob este cenário.
Consumidores Finais de Serviços de Telecomunicações	<ul style="list-style-type: none"> • A reformulação da regulamentação da modicidade tarifária induz o aumento do esforço de gestão das distribuidoras, o que reduz riscos de segurança associados à ocupação irregular da infraestrutura de postes. • Como vimos, sob este cenário há redução das barreiras de entrada neste mercado. Mercados mais competitivos têm preços menores, o que aumenta o bem-estar dos consumidores. Esse efeito é mitigado com a redução da ocupação informal, o que aumenta os custos de operação para parte das operadoras de telecomunicações; • Fim do subsídio cruzado com o setor de distribuição de energia, o que tende a reduzir os custos dos serviços de telecomunicações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há custos identificados para as este grupo de consumidores, sob este cenário.
Governo: Agências Reguladoras (Aneel e Anatel)	<ul style="list-style-type: none"> • Redução dos custos institucionais relacionados às distorções geradas pela 	<ul style="list-style-type: none"> • Por ser tecnicamente mais elaborada, essa alternativa pode envolver maiores custos de regulamentação

	<p>regra de modicidade tarifária;</p> <ul style="list-style-type: none"> • A reordenação e melhora do funcionamento do setor de compartilhamento pode ser traduzido em ganhos de imagem para as Agências. • A regra de modicidade tarifária é interpretada como um benefício ao consumidor, à medida que funciona como um redutor da tarifa de energia elétrica. Neste sentido, ao manter a regra de modicidade, esta alternativa os custos políticos de implementação em relação à Alternativa B. 	<p>e implementação operacional.</p>
--	--	-------------------------------------

10.5 Análise Multicritério

Nesta subsecção, faremos uma análise multicritério informal, no sentido de que não utilizaremos uma matriz de desempenho tradicionalmente utilizada nesta metodologia, o que fugiria do escopo deste trabalho. Utilizaremos esta metodologia, portanto, no sentido de considerar para a tomada a de decisão não apenas aspectos técnicos e econômicos, mas também aspectos sociais e políticos.

Como vimos ao longo deste trabalho, o regramento de modicidade tarifária afeta toda a cadeia do mercado de distribuição de energia elétrica e de serviços de telecomunicações que utilizam a rede de infraestrutura de postes como suporte para a oferta destes serviços. Portanto, deseja-se encontrar uma solução que construa um equilíbrio com maior nível de bem-estar para os atores afetados pelo problema aqui em análise.

As tabelas de custo e benefício analisadas acima nos deixa claro que a Alternativa A é aquela que gera o equilíbrio com menor nível de bem-estar social, à

despeito de ser a alternativa com menor custo de implementação, à medida que não exige mudanças de regulamentação. A Alternativa B tem o mérito de solucionar os problemas de distorção de incentivos amplamente estudados neste trabalho. Porém, esta é alternativa é aquela que enfrenta maiores custos políticos de implementação. Seguir por esta via implicaria, possivelmente, na necessidade de um forte custo institucional de implementação, uma vez que a regra de modicidade tarifária é vista pela sociedade como um benefício justo a ser concedido ao consumidor do mercado de energia elétrica. Dado o exposto, concluímos que a melhor a alternativa a ser implementada é a Alternativa C. Esta alternativa também tem o mérito de sanear os problemas de distorção de incentivos gerados pela atual regulamentação em vigor, mas mantém o princípio da modicidade tarifária no processo de reposicionamento tarifário. Neste sentido, do ponto de vista político e institucional, esta alternativa apresenta um menor custo de implementação. O principal custo advindo desta alternativa é, possivelmente, o seu custo de regulamentação e operacionalização, uma vez que esta alternativa apresenta requisitos técnicos de implementação mais elaborados. Apesar disso, acreditamos que estes desafios técnicos são contornáveis pelas Agências Reguladoras e que esta alternativa se mostrar ser a mais adequada dentre as analisadas.

11. Considerações Finais

O mercado de telecomunicações é um dos mais importantes da economia, pelo seu impacto sobre a produtividade de outros setores (*spillover effect*). Em outras palavras, serviços de telecomunicações são insumos utilizados em praticamente toda a cadeia produtiva da economia. Portanto, este setor precisa ter uma regulamentação que lhe permita operar de forma eficiente, de modo que não apenas os consumidores, mas também o setor produtivo seja adequadamente atendido por estes serviços.

Devido ao arcabouço de infraestrutura instalado no Brasil, há uma forte sinergia entre os setores de energia e telecomunicações. Especialmente nos serviços de banda larga fixa, há forte dependência do setor telecomunicações em relação ao de energia por este último utilizar as redes do setor elétrico como suporte para a distribuição dos seus serviços dentro do país. A infraestrutura do setor de energia, portanto, garante capilaridade ao setor de telecomunicações no território nacional.

Como vimos, devido a estrutura regulamentar vigente no Brasil, especialmente no que tange ao regramento de modicidade tarifária, temos uma série de distorções de incentivos de atuação de mercado que, historicamente, tem levado a um equilíbrio não satisfatório neste setor de compartilhamento de infraestrutura. Este trabalho buscou modelar este problema e oferecer soluções para que seja alcançado um equilíbrio de mercado com maior nível de bem-estar para consumidores e empresas atuantes nos setores de telecomunicações e de energia.

Após realizada Análise de Impacto Regulatório, concluímos que a melhor solução regulatória para o problema, levando em consideração aspectos técnicos, econômicos e sociais é reformar a regulamentação tarifária do setor de energia, porém mantendo o princípio da modicidade tarifária vigente. Do ponto de vista político, revogar este princípio pode envolver custos institucionais importantes, de modo que se sugere aqui uma solução que redireciona os incentivos econômicos para a direção correta e mantêm o princípio da modicidade tarifária. Essa análise não afasta, no entanto, a hipótese de revogação deste princípio da regulamentação. A revogação também tem o mérito de redirecionar incentivos neste mercado, que é o objetivo final a ser atingido.

Por fim, cabe salientar que as propostas de revisão regulamentar propostas neste trabalho alteram os incentivos de mercado que passarão a serem válidos a partir

da sua implementação. Porém, estas propostas não atacam, de maneira direta, o problema da infraestrutura de postes já ocupada. Apesar de redirecionarem os incentivos dos atores atuantes neste mercado, caberá as Agência Reguladoras discutirem, de forma paralela, estratégias para regularização deste passivo. Esta regularização exigirá a definição de requisitos mínimos de regularização, metas a serem cumpridas e medidas de acompanhamento e fiscalização do andamento desta regularização. Em última análise, o reordenamento deste setor fundamental da economia exigirá tanto a reforma do sistema de regulamentação quanto a formulação de estratégias regulatórias para reordenar a ocupação atual da infraestrutura de postes do setor elétrico.

Referências

- [1] ABADIE, Alberto. **Using Synthetic Controls: Feasibility, Data Requirements, and Methodological Aspects**. Journal of Economic Literature, 2019.
- [2] ABADIE, Alberto; DIAMOND, Alexis e HAINMUELLER, Jens. **Comparative Politics and the Synthetic Control Method**. American Journal of Political Science, 59(2), 495-510, 2015.
- [3] ABADIE, Alberto; DIAMOND, Alexis e HAINMUELLER, Jens. **Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program**. Journal of the American Statistical Association, Vol. 105, 493-505, June 2010.
- [4] ANATEL e ANEEL. **Consulta Pública para análise de impacto regulatório. Revisão da Regulamentação de Compartilhamento de Postes de Energia Elétrica por Prestadoras de Serviços de Telecomunicações**. 2018.

- [5] ANEEL. **Procedimentos de Regulação Tarifária. Módulo 8: Permissionárias de Distribuição**. Submódulo 8.1 – Revisão Tarifária Periódica. 2018.
- [6] ANEEL. **Procedimentos de Regulação Tarifária. Módulo 2: Revisão Tarifária Periódica das Concessionárias de Distribuição**. Submódulo 2.7 – Outras Receitas. 2018.
- [7] ANEEL. **Metodologias para revisão tarifária periódica das concessionárias de distribuição de energia elétrica**. Nota Técnica n.º 122/2005-SRE/ANEEL., 2005.
- [8] ANEEL. **Dados de receita e volume da Cemig**.
<http://www.aneel.gov.br/relatorios-de-consumo-e-receita>.
- [9] CLARKE, Edward. **Multipart pricing of public goods**. Public Choice, 11, 17-33, 1971.
- [10] FERNANDES, Eduardo. **Compartilhamento de Infraestrutura**. Painel Telebrasil, 63. Aneel, 2019. Disponível em:
<http://paineltelebrasil.org.br/apresentacoes-2019/>.
- [11] CEMIG. **Dados de lucratividade da Cemig**. Balanço de 31/03/2019. Disponível em: <http://ri.cemig.com.br/divulgacao-e-resultados/central-de-resultados#2019>.
- [12] GROVES, Theodore. **Incentive in teams**. Econometrica, 41, 617-631, 1973.
- [13] PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, Subchefia de Análise e Acompanhamento de Políticas Governamentais [et. al]. **Diretrizes Gerais e Guia Orientativo para Elaboração de Análise de Impacto Regulatório – AIR**. Brasília, 2018.
- [14] SILVA, Carlos.; CARRAZZA, Luis. **Tratamento de outras receitas na tarifa de distribuição de energia elétrica: aspectos regulatórios e potenciais contribuições para a modicidade tarifária**. Revista Brasileira de Energia, 18, 2012.

[15] VICKREY, William. **Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders**. Journal of Finance, 16, 8-37, 1961.

Anexo

A) Demonstração: escolha ótima de q_1

Derivando os lucros $\pi_1(q_1^P), \pi_2(q_1^P)$, respectivamente, com relação a q_1^P implica em:

$$\pi_1'(q_1^P) = I'(q_1^P)q_1^P + I(q_1^P) - A'(q_1^P)$$

e

$$\pi_2'(q_1^P) = \beta'(q_1^P)RP_1^{-1}(\beta(q_1^P)R) - \beta'(q_1^P)R \left[\frac{\beta(q_1^P)R - C[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]}{P'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]} \right]$$

Desse modo, a condição de primeira ordem do problema da distribuidora monopolista é a seguinte:

$$\pi_1'(q_1^P) + \delta\pi_2'(q_1^P) = 0$$

De modo que,

$$I'(q_1^P)q_1^P + I(q_1^P) + \delta\beta'(q_1^P)R \left\{ P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R) + \left[\frac{\beta(q_1^P)R - C[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]}{P'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]} \right] \right\} = A'(q_1^P)$$

Usando a definição de $\beta'(q_1^P)$, apresentada na seção 3.3, podemos reescrever a equação acima da seguinte forma:

$$[I'(q_1^P)q_1^P + I(q_1^P)] \left\{ 1 - \delta\phi \frac{P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)}{P_1^{-1}(R)} \left[1 + \frac{\beta(q_1^P)R - C[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]}{P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)P'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]} \right] \right\} = A'(q_1^P)$$

Definimos então,

$$\lambda(q_1^P) = \frac{P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)}{P_1^{-1}(R)} \left[1 + \frac{\beta(q_1^P)R - C[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]}{P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)P'[P_1^{-1}(\beta(q_1^P)R)]} \right]$$

Finalmente, concluímos:

$$[I'(q_1^P)q_1^P + I(q_1^P)][1 - \delta\phi\lambda(q_1^P)] = A'(q_1^P)$$

B) Demonstração: Proposição 1

Primeiro note que a condição de segunda ordem do problema implica que a condição de primeira ordem é decrescente. Portanto, para $q > q^*$:

$$P'(q)q + P(q) - C'(q) < 0 \Rightarrow \gamma(q) = \frac{P(q) - C'(q)}{P'(q)q} > -1$$

$$P'(q)q + P(q) - C'(q) > 0 \Rightarrow \gamma(q) = \frac{P(q) - C'(q)}{P'(q)q} < -1$$

$$\lambda(q_1^P) < 1 \Leftrightarrow 1 + \frac{\beta R - C'[q_1^P(\beta R)]}{q_1^P(\beta R)P'[q_1^P(\beta R)]} < \frac{q_1^P(R)}{q_1^P(\beta R)}$$

$$\lambda(q_1^P) < 1 \Leftrightarrow q_1^P(\beta R)P'[q_1^P(\beta R)] + \beta R - C'[q_1^P(\beta R)] > q_1^P(R)P'[q_1^P(\beta R)]$$

Analogamente, para $q < q^*$:

$$\lambda(q_1^P) < 1 \Leftrightarrow \beta R - C'[q_1^P(\beta R)] > [q_1^P(R) - q_1^P(\beta R)]P'[q_1^P(\beta R)]$$

Agora, para o caso onde $\lambda(q_1^P) < 1$, temos:

$$\lambda(q_1^P) < 1 \Leftrightarrow 1 + \frac{\beta R - C'[q_1^P(\beta R)]}{q_1^P(\beta R)P'[q_1^P(\beta R)]} < \frac{q_1^P(R)}{q_1^P(\beta R)}$$

$$\lambda(q_1^P) < 1 \Leftrightarrow q_1^P(\beta R)P'[q_1^P(\beta R)] + \beta R - C'[q_1^P(\beta R)] > q_1^P(R)P'[q_1^P(\beta R)]$$

$$\lambda(q_1^P) < 1 \Leftrightarrow \beta R - C'[q_1^P(\beta R)] > [q_1^P(R) - q_1^P(\beta R)]P'[q_1^P(\beta R)]$$

Para próximo β de 1, podemos utilizar a seguinte aproximação:

$$P'[q_1^P(\beta R)] \approx \frac{P[q_1^P(\beta R)] - P[q_1^P(R)]}{q_1^P(\beta R) - q_1^P(R)}$$

Portanto,

$$\lambda(q_1^P) < 1 \Leftrightarrow \beta R - C'[q_1^P(\beta R)] > (1 - \beta)R$$

C) Demonstração: Proposição 2

Temos que para qualquer $\phi \in \{0,1\}$, $q_1^P(\phi)$ resolve:

$$I(q_1^P) \left[1 + \frac{1}{\varepsilon_{I(q_1^P)}} \right] = \frac{A'(q_1^P)}{[1 - \delta\phi\lambda(q_1^P)]}$$

Note que, para $\hat{\phi} > \phi$, temos:

$$\frac{A'(q)}{[1 - \delta\hat{\phi}\hat{\lambda}(q)]} > \frac{A'(q)}{[1 - \delta\phi\lambda(q)]}$$

Onde, $\hat{\lambda}(q) = \frac{P_1^{-1}(\hat{\beta}(q)R)}{P_1^{-1}(R)} \left[1 + \frac{\hat{\beta}(q)R - C'[P_1^{-1}(\hat{\beta}(q)R)]}{P_1^{-1}(\hat{\beta}(q)R)P'[P_1^{-1}(\hat{\beta}(q)R)]} \right]$ e $\hat{\beta}(q) = 1 - \hat{\phi} \frac{I(q)q}{RP_1^{-1}(R)}$, pois

temos $\frac{d}{d\phi}\beta(q) < 0$, $\frac{d}{d\beta} \frac{P_1^{-1}(\beta(q)R)}{P_1^{-1}(R)} < 0$ e $\frac{d}{d\beta} \frac{\beta(q)R - C'[P_1^{-1}(\beta(q)R)]}{P_1^{-1}(\beta(q)R)P'[P_1^{-1}(\beta(q)R)]} < 0$, como já

argumentado na Proposição 1. As desigualdades acima implicam que $\frac{d}{d\beta}\lambda(q) <$

0. Note também que $\frac{d\lambda}{d\beta} = \frac{d\lambda}{d\beta} \frac{d\beta}{dq} > 0$. Então temos que $I(q) \left[1 + \frac{1}{\varepsilon_{I(q)}} \right]$ é

decrecente em q e $\frac{A'(q)}{[1 - \delta\phi\lambda(q)]}$ é crescente em q , de modo que:

$$\begin{aligned} I(q(\hat{\phi})) \left[1 + \frac{1}{\varepsilon_{I(q(\hat{\phi}))}} \right] &= \frac{A'(q(\hat{\phi}))}{[1 - \delta\hat{\phi}\hat{\lambda}(q(\hat{\phi}))]} > \frac{A'(q(\phi))}{[1 - \delta\phi\lambda(q(\phi))]} \\ &= I(q(\phi)) \left[1 + \frac{1}{\varepsilon_{I(q(\phi))}} \right] \end{aligned}$$

O que, finalmente, implica que $q(\hat{\phi}) < q(\phi)$, como queríamos demonstrar.

D) Demonstração: Proposição 3

Vamos demonstrar cada resultado da proposição, conforme segue:

- (i) $\pi_T(\hat{\phi}) < \pi_T(\phi)$: Pela proposição 2, $q_1^P(\hat{\phi}) < q_1^P(\phi)$, defina $w(\phi) = I(Nq_1^P(\phi))$, o preço praticado com parâmetro ϕ , temos $w(\phi) < w(\hat{\phi})$.

Defina também $y(\phi) = F(q(\phi), k(\phi))$. O lucro do setor no 2º período independe de ϕ e no 1º período temos que

$$\begin{aligned} \pi(\hat{\phi}) &= y(\hat{\phi})T(Ny(\hat{\phi})) - w(\hat{\phi})q(\hat{\phi}) - rk(\hat{\phi}) \geq y(\phi)T(y(\phi) + (N-1)y(\hat{\phi})) - \\ & w(\hat{\phi})q(\phi) - rk(\phi) \geq y(\phi)T(y(\phi) + (N-1)y(\hat{\phi})) - \\ & w(\phi)q(\phi) - rk(\phi) \geq \pi(\phi) \end{aligned}$$

(ii) $\pi_E(\hat{\phi}) < \pi_E(\phi)$: Note que $R < P^m$, onde P^m é o preço de monopólio.

Logo, temos o lucro do setor regulado com preço βR é menor, quanto menor o β . Como o preço w relativo ao setor de telecom é de escolha irrestrita, o lucro cai monotonicamente com β .

(iii) $W_E(\hat{\phi}) > W_E(\phi)$: Note que pela proposição 2, temos que $\beta(\hat{\phi}) < \beta(\phi)$.

Então, a diferença de bem-estar entre $\hat{\phi}$ e ϕ é

$$\begin{aligned} \Delta W_E &= \delta \left\{ \int_{P^{-1}(\beta(\phi)R)}^{P^{-1}(\beta(\hat{\phi})R)} P(x) dx - \beta(\hat{\phi})RP^{-1}(\beta(\hat{\phi})R) \right. \\ & \quad \left. + R\beta(\phi)P^{-1}(R\beta(\phi)) \right\} \\ & \geq \delta \left\{ (R\beta(\hat{\phi})[P^{-1}(R\beta(\hat{\phi})) - P^{-1}(R\beta(\phi))] \right. \\ & \quad \left. - \beta(\hat{\phi})RP^{-1}(\beta(\hat{\phi})R) + R\beta(\phi)P^{-1}(R\beta(\phi)) \right\} \\ & \geq \delta \left\{ (R\beta(\phi) - R\beta(\hat{\phi})) P^{-1}(R\beta(\phi)) \right\} \geq 0 \end{aligned}$$

(iv) $W_T(\hat{\phi}) < W_T(\phi)$: Temos que $y(\phi) > y(\hat{\phi})$ e a diferença de bem-estar entre $\hat{\phi}$ e ϕ é:

$$\Delta W_T = - \left\{ \int_{Ny(\phi)}^{Ny(\hat{\phi})} T(x) dx - Ny(\hat{\phi})T(Ny(\hat{\phi})) + Ny(\phi)T(Ny(\phi)) \right\} \leq 0$$

Onde a desigualdade segue de um argumento análogo ao item anterior.

E) Demonstração: Proposição 4

Seja $TW(\phi)$ o bem-estar total dessa economia, isto é, a soma do lucro do setor de telecomunicações, $\pi_T(\phi)$, do lucro do setor de energia, $\pi_E(\phi)$, do excedente do consumidor final do setor de telecomunicações, $W_T(\phi)$, e o excedente do consumidor do setor de energia, $W_E(\phi)$, temos:

$$TW(\phi) = \pi_T(\phi) + \pi_E(\phi) + W_T(\phi) + W_E(\phi)$$

Segue que:

$$\pi_T(\phi) - \pi_T(0) = Ny(\phi)T(Ny(\phi)) - Ny(\phi)w(\phi) - Ny(0)T(Ny(0)) + Ny(0)w(0)$$

$$\begin{aligned} \pi_E(\phi) - \pi_E(0) &= Nq(\phi)w(\phi) - A(y(\phi)) - Ny(0)w(0) + A(y(0)) \\ &+ \delta\{\beta(\phi)RP^{-1}(\beta(\phi)R) - C(P^{-1}(\beta(\phi)R)) - RP^{-1}(R) - C(P^{-1}(R))\} \end{aligned}$$

$$W_T(\phi) - W_T(0) = -\left\{ \int_{Ny(\phi)}^{Ny(0)} T(x)dx - Ny(0)T(Ny(0)) + Ny(\phi)T(Ny(\phi)) \right\}$$

$$W_E(\phi) - W_E(0) = \delta \left\{ \int_{P^{-1}(R)}^{P^{-1}(\beta(\phi)R)} P(x)dx - \beta(\phi)RP^{-1}(\beta(\phi)R) + RP^{-1}(R) \right\}$$

Diferenciando em relação à ϕ e avaliando em $\phi = 0$, temos

$$\pi'_T(0) = Ny'(0)T(Ny(0)) + Ny(0)T'(Ny(0))Ny'(0) - Ny'(0)w(0) - Ny(0)w'(0)$$

$$\begin{aligned} \pi'_E(0) &= Ny'(0)w(0) + Ny(0)w'(0) - A'(y(0))y'(0) \\ &+ \delta R\beta'(0) \left\{ P^{-1}(R) + \frac{R - C'(P^{-1}(R))}{P'(P^{-1}(R))} \right\} \end{aligned}$$

$$W'_T(0) = -\delta R\beta'(0)P^{-1}(R)$$

$$W'_E(0) = -y'(0)N^2y(0)T'(Ny(0))$$

Portanto, a variação no bem-estar será:

$$TW'(0) = y'(0)[NT(Ny(0)) - A'(y(0))] + \delta R\beta'(0) \left\{ \frac{R - C'(P^{-1}(R))}{P'(P^{-1}(R))} \right\}$$

Segue da Proposição 2 que $y'(0) < 0$, pela determinação de preços do monopolista para o bem intermediário, temos $NT(Ny(0)) - A'(y(0)) > 0$.

Pela hipótese, $\delta R\beta'(0) \left\{ \frac{R - C'(P^{-1}(R))}{P'(P^{-1}(R))} \right\} < k\epsilon$, então temos $TW'(0) < 0$, provando

o estabelecido na Proposição 4.

F) Demonstração: Proposição 5

Para $e < e'$ e $S > 0$ concluímos que $\theta^F(e, S) \subset \theta^F(e', S)$. Agora note que para $S < S'$ e qualquer $e \in [0, 1]$ concluímos que $\theta^F(e, S') \subset \theta^F(e, S)$. Portanto, a função demanda, $D^F(e, S)$, é crescente com o nível de esforço de gestão, $e \in [0, 1]$, e decrescente com o preço de aluguel fixado, S .